

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'NİN
TAM YAĞLI SOYA VE SOYA KÜSPESİ PROTEİNLERİNİ
DEĞERLENDİRMESİ**

DOKTORA TEZİ
Yük. Müh. Ayşe Gül HARLIOĞLU

Anabilim Dalı: Su Ürünleri Yetiştiriciliği

Programı: Yetiştiricilik

MART - 2010

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

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'NİN
TAM YAĞLI SOYA VE SOYA KÜSPESİ PROTEİNLERİNİ
DEĞERLENDİRMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Yük. Müh. Ayşe Gül HARLIOĞLU
(Enstitü No: 02128201)**

Anabilim Dalı: Su Ürünleri Yetiştiriciliği

Programı: Yetiştiricilik

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yaşar ÖZDEMİR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 15 Mart 2010



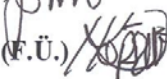

MART-2010

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'NİN
TAM YAĞLI SOYA VE SOYA KÜSPESİ PROTEİNLERİNİ
DEĞERLENDİRMESİ**

DOKTORA TEZİ
Yük. Müh. Ayşe Gül HARLIOĞLU
(Enstitü No: 02128201)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 15 MART 2010
Tezin Savunulduğu Tarih: 29 MART 2010

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yaşar ÖZDEMİR (F.Ü.)
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Dursun ŞEN (F.Ü.) 
Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ (D.Ü.) 
Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ (F.Ü.) 
Yrd. Doç. Dr. Nuri ÇAKMAK (F.Ü.) 

MART - 2010

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında beni bilimsel çalışmaya sevk edip, araştırmanın hazırlanması ve yürütülmesinde yardım ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Yaşar ÖZDEMİR'e, değerli yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ'ye, Yrd. Doç. Dr. Nuri ÇAKMAK'a, Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümüne, araştırmanın yürütülmesi için yer imkanı sağlayan Devlet Su İşleri 9. Bölge, Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'ne ve çalışmayı 1452'nolu proje ile maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÜBAP)'ne teşekkür ederim.

Ayşe Gül HARLIOĞLU
ELAZIĞ-2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Yağlar ve Yağ Asitleri.....	3
1.2. Proteinler ve Aminoasitler	6
1.3. Balık Rasyonlarında Bitkisel Proteinlerin Kullanılması, Büyüme Performansı, Aminoasit ve Yağ Asitlerine Yönelik Bazı Çalışmalar	7
2. MATERYAL ve METOT	18
2.1. MATERYAL	18
2.1.1. Deneme Yeri	18
2.1.2. Deneme Süresi.....	18
2.1.3. Balık Materyali.....	18
2.1.4. Yem Materyali.....	18
2.15. Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler	18
2.2. METOT	19
2.2.1. Araştırmada Kullanılan Yöntemler	19
2.2.2. Denemenin Planlanması	20
2.2.3. Deneme Rasyonları ve Rasyonların Hazırlanması.....	20
2.2.4. Dışkı Örneklerinin Toplanması	25
2.2.5. Büyüme ve Yem Parametrelerinin Hesaplanması.....	26
2.2.5.1. Ağırlık Artışı	26
2.2.5.2. Oransal Büyüme	26
2.2.5.3. Spesifik Büyüme Oranı	27

	<u>Sayfa No</u>
2.2.5.4. Kondisyon Faktörü	27
2.2.5.5. Yem Dönüşüm Oranı.....	27
2.2.5.6. Protein Etkinlik Oranı ve Protein Değerlendirme İndeksi.....	28
2.2.5.7. Karkas Verimi	28
2.2.5.8. Fileto Verimi	28
2.2.6. Sindirim Katsayısının Hesaplanması	28
2.2.7. Sindirilebilir Enerji ve Enerjinin Sindirilme Oranı.....	29
2.2.8. Araştırma Rasyonlarının Ekonomik Analizi	29
2.2.9. Verilerin Değerlendirilmesi.....	29
3. BULGULAR	30
3.1. Araştırmada Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	30
3.2. Araştırma Rasyonlarının Yapısı	31
3.3. Balıkların Dışkı Örneklerindeki Ham Besin Madde, Toplam Enerji, Kromoksit ve Aminoasit Miktarları	34
3.4. Kontrol ve Deneme Rasyonlarındaki Besin ve Enerjinin Sindirilme Oranları ve Sindirilebilir Enerji Düzeyleri	36
3.4.1. Amino Asitlerin Sindirim Katsayıları	37
3.5. Büyüme Parametreleri	38
3.5.1. Canlı Ağırlık.....	38
3.5.2. Total Boy.....	38
3.5.3. Canlı Ağırlık Artışı	39
3.5.4. Oransal Büyüme	40
3.5.5. Spesifik Büyüme Oranı	40
3.5.6. Kondisyon Faktörü.....	41
3.6. Yem Değerlendirme	41
3.6.1. Yem Dönüşüm Oranı	41
3.6.2. Protein Etkinlik Oranı	42
3.6.3. Protein Değerlendirme İndeksi, Karkas Verimi ve Fileto Verimi	42
3.7. Balık Etinin Kimyasal Kalitesi.....	43
3.7.1. Balık Etindeki Ham Besin Madde ve Toplam Enerji Düzeyleri.....	43

	<u>Sayfa No</u>
3.7.2. Balık Etindeki Aminoasit Miktarları.....	45
3.7.3. Balık Etindeki Yağ Asidi Miktarları.....	46
3.8. Kontrol ve Deneme Rasyonlarında Belirlenen Ham Besin Maddeleri ve Enerji Sindirim Oranları ve Büyüme Parametreleri	49
3.9. Rasyonların Ekonomik Analizi	50
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	52
4.1. Araştırmada Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	52
4.2. Araştırma Rasyonlarının Yapısı	52
4.3. Kontrol ve Deneme Rasyonlarındaki Besin ve Enerjinin Sindirilme Oranları ve Sindirilebilir Enerji Düzeyleri	54
4.4. Büyüme Parametreleri	61
4.4.1. Canlı Ağırlık.....	61
4.4.2. Total Boy.....	64
4.4.3. Canlı ağırlık Artışı	64
4.4.4. Oransal Büyüme	65
4.4.5. Spesifik Büyüme Oranı	66
4.4.6. Kondisyon Faktörü.....	67
4.5. Yem Değerlendirme	68
4.5.1. Yem Dönüşüm Oranı	68
4.5.2. Protein Etkinlik Oranı	69
4.5.3. Protein Değerlendirme İndeksi, Karkas Verimi ve Fileto Verimi	70
4.6. Balık Etindeki Ham Besin Madde ve Toplam Enerji Düzeyleri.....	71
4.6.1. Balık Etindeki Ham Protein ve Aminoasitler.....	71
4.6.2. Balık Etindeki Ham Yağ ve Yağ Asitleri.....	76
4.6.3. Balık Etindeki Ham Kül, Lif, Azotsuz Öz Madde, Kuru Madde ve Toplam Enerji Değerleri	79
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu çalışmada, balık ununun belirli oranlarda azaltılarak yerine soya küspesi ve tam yağlı soya ilave edilerek hazırlanan deneme rasyonları ile beslenen gökkuşığı alabalığında; besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranlarına, balığın büyümesine (ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirmesine (yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı), balık etinin kimyasal kalitesi (ham protein, amino asitler, ham yağ, yağ asitleri, kül, azotsuz öz madde ve su) ve enerji düzeylerine olan etkileri araştırıldı.

Bu amaçla; %49,52 ham protein ve 4287 kkal/kg toplam enerji içeren kontrol rasyonu hazırlandı. Kontrol rasyonundaki balık ununun %15 ve %30'u yerine soya küspesi ilave edilerek 1 ve 2 nolu deneme rasyonları, kontrol rasyonundaki balık ununun %15 ve %30'u yerine tam yağlı soya ilave edilerek 3 ve 4 nolu deneme rasyonları hazırlandı. Kontrol ve deneme rasyonlarının ham protein ve toplam enerji düzeyleri eşitlendi.

Başlangıç ağırlıkları $49,98 \pm 0,32$ g ve total uzunluğu $16,28 \pm 0,06$ cm olan toplam 450 adet gökkuşığı alabalığı kullanıldı. Balıklara yemleme katsayısı ve canlı ağırlıkları dikkate alınarak hesaplanan günlük yem miktarı, günde üç öğün halinde olmak üzere 5 ay süreyle verilerek beslendi.

Kontrol ve deneme rasyonları ile beslenen balıklarda besin maddeleri (ham protein, ham yağ, kül, lif, azotsuz öz madde, amino asit) ve enerji sindirim oranları arasındaki farklılıklar önemli ($p < 0,05$) bulundu. Ayrıca canlı ağırlık, total boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, karkas ve fileto verimi, araştırma gruplarındaki balık etlerinin ham besin madde ve toplam enerji değerleri, balık etindeki amino asitlerden valin, lösin, fenilalanin, liysin, histidin, serin, prolin, aspartik asit, hidroksiprolin ve glutamik asit miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulundu. Balık etinde Σ -3 serisi yağ asitlerinde 4 nolu deneme grubunda en düşük sonuç elde edilirken, gruplar arasındaki fark önemsiz ($p > 0,05$) olarak belirlendi. Balık etinde, Σ -6 yağ asitlerinde en yüksek oran 4 nolu deneme grubunda belirlendi. Bunu sırasıyla 3, 2, 1 nolu deneme grupları ve kontrol grubu izledi.

Belirlenen parametrelerin değerlendirilmesi sonucunda; en yüksek canlı ağırlık, ve total boy değerleri kontrol rasyonu ile beslenen gruptan alındı. Bunu sırasıyla 1, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi ($p < 0,05$). Ayrıca 1 kg balık elde etmek için en düşük yem maliyeti 1 nolu deneme rasyonundan elde edilirken, bunu sırasıyla kontrol grubu, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, gökkuşığı alabalığı büyütme rasyonlarında, balık ununun yerine soya küspesinin %40 oranına kadar kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Anahatar Kelimeler : Gökkuşığı Alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, Bitkisel Protein, Tam Yağlı Soya, Soya Küspesi, Aminoasit, Yağ Asitleri, Büyüme Performansı, Sindirilebilirlik

SUMMARY

The Utilization of Full Fat Soya and Soybean Meal Proteins by Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

In this study, the effects different levels of full-fat soya and soybean meal on added to the ration of rainbow trout instead of fish meal on digestibility of nutrients and energy, growth (weight gain, specific growth rate, condition factor), feed utilization (feed conservation ratio, protein efficiency ratio), chemical quality of fish meat (crude protein, amino acid, crude fat, fatty acid, ash, nitrogen-free extract and moisture) and energy levels were investigated.

For this purpose, control ration was prepared. As it contained 49.52% crude protein and 4287 kcal/kg total energy. 15% and 30% of fish meal in control diet were replaced with soybean meal to produce experimental diet 1 and 2. Similarly, 15% and 30% of fish meal in control diet were replaced with full fat soya to produce experimental diet 3 and 4. Crude protein and total energy levels of control and experimental diets were equaled.

At the beginning of experiment, initial weight of rainbow trout was 49.98 ± 0.32 g and total length of fish was 16.28 ± 0.06 cm. 450 rainbow trout were used for the study. Feeding rate was calculated as the feeding coefficient and percentage of their live weight. Feeding was applied three times in a day during five months.

There was a significant difference in apparent digestibility coefficients of nutrients (crude protein, crude fat, ash, fiber, nitrogen-free extract, amino acids) and energy between the fish fed with control diet and experimental diets ($p < 0.05$). In addition, live weight, total length, live weight gain, relative growth rate, specific growth rate, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, protein productive index, carcass and fillet yields, proximate composition and total energy in fish meat of the experimental groups, the amino acids in fish meat valine, leucine, phenylalanine, lysine, histidine, serine, proline, aspartic acid, hydroxyl proline, glutamine acid, were significantly different between the fish fed with control diet and the fish fed with experimental diets ($p < 0.05$). Although there was not a significant difference ($p > 0.05$) in $\Sigma n-3$ fatty acids of fish meat between the fish fed with control diet and the fish fed with experimental diets, the lowest $\Sigma n-3$ value was obtained from the fish fed with experimental diet 4. On the other hand, the highest $\Sigma n-6$ fatty acid content was obtained from the fish fed with experimental diet 4. This was followed by experimental diet 3, 2, 1 and control diet respectively.

In the present study, it was seen that the best result for a live weight and total length was obtained from the fish fed with control diet. This was followed by experimental diet 1, 3, 2 and 4 ($p < 0.05$). In addition, it was observed that the lowest cost to produce 1 kg fish can be provided from experimental diet 1. This was followed by control diet, experimental diets 3, 2 and 4 respectively.

Under the light of this study, it was concluded that soybean meal instead of fish meal can be used up to 40% in rainbow trout growth rations.

Key words: Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Plant Protein, Full Fat Soya, Soybean Meal Amino acid, Fatty Acids, Growth Performance, Digestibility.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Balıkların yerleştirildiği tekneler	20
Şekil 2.2. Kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilip pişirme tepsilerine yerleştirilmiş yemler	23
Şekil 2.3. Pişirme tepsilerinin kurutma fırınına yerleştirilmesi	24
Şekil 3.1. Gökkuşığı alabalığına ait rasyonlardaki yağ asit düzeyleri.....	33
Şekil 3.2. Gökkuşığı alabalığına ait rasyonlardaki esansiyel aminoasit düzeyleri.....	34
Şekil 3.3. Gökkuşığı alabalığı rasyonlarında ki esansiyel aminoasitlerin sindirim katsayıları	38
Şekil 3.4. Gökkuşığı alabalığına ait balık etlerindeki esansiyel aminoasit düzeyleri....	46
Şekil 3.5. Gökkuşığı alabalığına ait balık etlerindeki yağ asit düzeyleri	49

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Araştırma rasyonlarında kullanılan yem öğelerinin ham besin madde, toplam enerji düzeyleri ve esansiyel aminoasit miktarları	21
Tablo 2.2. Kontrol ve deneme rasyonlarının yapısı (%).	22
Tablo 2.3. Araştırma rasyonlarında kullanılan balık yağının ve tam yağlı soyada bulunan yağın yağ asidi düzeyleri	25
Tablo 2.4. Araştırma rasyonlarının ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları ...	25
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler	30
Tablo 3.2. Araştırma rasyonlarının ham besin madde oranları (% kuru madde) ve toplam enerji düzeyleri (kkal/kg).....	31
Tablo 3.3. Rasyonlarda bulunan yağın yağ asidi miktarları (%)	32
Tablo 3.4. Araştırma rasyonlarının aminoasit miktarları (g/100g yem)	33
Tablo 3.5. Araştırma guruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji ve kromoksit ve aminoasit değerleri.....	35
Tablo 3.6. Kontrol ve deneme rasyonlarındaki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları (%) ile sindirilebilir enerji düzeyleri (kkal/kg)	36
Tablo 3.7. Araştırma rasyonlarındaki aminoasitlerin sindirim katsayıları.....	37
Tablo 3.8. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama canlı ağırlıkları (g).....	38
Tablo 3.9. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama total boyları (cm)	39
Tablo 3.10. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama canlı ağırlık artışları (g).	39
Tablo 3.11. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama oransal büyümeleri (%) .	40
Tablo 3.12. Gökkuşığı alabalığının aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları (%).....	40
Tablo 3.13. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama kondisyon faktörleri.....	41
Tablo 3.14. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları ...	41

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.15. Gökkuşığı alabalığının aylara göre protein etkinlik oranına ait ortalama değerler	42
Tablo 3.16. Gökkuşığı alabalığının deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksi, karkas verimi (%) ve fileto verimi (%)	43
Tablo 3.17. Gökkuşığı alabalığının denemenin başlangıcında ve sonunda tüm vücut etindeki ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve toplam enerji (kkal/kg) düzeyleri.....	44
Tablo 3.18. Gökkuşığı alabalığının etlerinin aminoasit düzeyleri	45
Tablo 3.19. Gökkuşığı alabalığının denemenin başlangıcında ve deneme sonunda balık etindeki yağ asitleri değişimleri (%).....	47
Tablo 3.20. Gökkuşığı alabalığının kontrol ve deneme rasyonlarında belirlenen ham besin maddeleri ve enerji sindirim oranları, büyüme parametreleri	50
Tablo 3.21. Gökkuşığı alabalığının araştırma rasyonlarının ekonomik analizine ait değerler	51

KISALTMALAR

EAA	: Esansiyel aminoasit
EOAA	: Esansiyel olmayan aminoasit
D1	: Bir nolu deneme rasyonu
D2	: İki nolu deneme rasyonu
D3	: Üç nolu deneme rasyonu
D4	: Dört nolu deneme rasyonu
HUFA	: Yüksek doymamış yağ asitleri
FV	: Fileto verimi
KV	: Karkas verimi
MUFA	: Tekli doymamış yağ asitleri
NRC	: National Research Council
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
SFA	: Doymuş yağ asitleri
EPA	: Eikosapentaenoik asit
DHA	: Dokosaheksaenoik asit
14:0	: Miristik asit
16:0	: Palmitik asit
16:1 n-7	: Palmitoleik asit
16:1, n-9	: Palmitoleik asit
18:0	: Stearik asit
18:1, n-9	: Oleik asit
18:1, n-7	: Oleik asit
18:2, n-6	: Linoleik asit
18:3, n-6	: Linolenik asit
18:3, n-3	: Linolenik asit
18:4, n-3	: Stearidonik asit
20:2, n-6	: Eikosenoik asit
20:4, n-6	: Araşidonik asit
20:5, n-3	: Eikosapentaenoik asit
22:5, n-6	: Dokosapentaenoik asit
22:5, n-3	: Dokosapentaenoik asit
22:6, n-3	: Dokosaheksaenoik asit
22:1, n-9	: Dokosenoik asit
22:0	: Behenik asit
20:1, n-9	: Eikosenoik asit

1. GİRİŞ

Beslenmenin insan sağlığı açısından önemi ve beslenmede su ürünleri orjinli gıdaların proteinlerinin önemli olduğu bilinen bir gerçektir. Dünya nüfusunun her 35 yılda 2 katına çıktığı dikkate alınırca gelecekte gıda sıkıntısı ile karşılaşılmaması için yeni kaynaklar geliştirmelidir. Açlık sorununun çözümünde en verimli kaynaklardan biri iç suların yetiştiricilik yönünde değerlendirilmesidir (Sağlam vd., 2008). Su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe; esas materyalin balıklar ve diğer ekonomik su canlıları olmasının yanı sıra bu sektörü destekleyen birimler de vardır. Bu birimler içerisinde modern balık beslemede canlının temel gereksinimlerini karşılamaya yönelik üretilen rasyonlar oldukça önemli bir yer oluşturmaktadır (Cho vd., 1985; Korkut ve Hoşsu, 1998).

Karnivor beslenme özelliği gösteren alabalıklar kısa bir sindirim kanalına sahiptir. Bu nedenle, beslenmelerinde hayvansal kaynaklı yem maddelerinin ağırlıkta olduğu yüksek proteinli karma yemlere ihtiyaç duyarlar (Lovell, 1998; Özdemir ve Köprücü, 1999). Kültür balıkçılığında kullanılan yemlerde ana protein ve yağ kaynağı olarak balık unu ve balık yağı kullanılmaktadır. Balık unu, yüksek oranda protein içermesi, balıklar için gerekli olan aminoasitleri ihtiva etmesi ve balıklar tarafından lezzetli bulunması nedeniyle balık rasyonlarının hazırlanmasında protein kaynağı olarak tercih edilmektedir. Ancak, başta balık unu olmak üzere, hayvansal kaynaklı diğer yem maddelerinin de mevsimsel olarak temin edilmesindeki güçlükler, talebin fazla olması ve fiyatlarının yüksek oluşları nedeniyle, günümüzde daha ucuz ve kolay temin edilebilir bitkisel kaynaklı proteinlerin balık unu yerine kullanılması araştırılmaktadır (Davies ve Morris, 1997; Mambrini vd., 1999; Carter ve Hauler, 2000; Dersjant-Li, 2002).

Balık yetiştiriciliğinde balık eti ve yem fiyatlarının değişimi göz önünde bulundurulursa, üretilen balık etinin %45 ile %65'ini yem giderleri oluşturmakta, bu nedenle yem giderleri önemli bir yer tutmaktadır (Korkut ve Yıldırım, 2003). Diğer taraftan, yem maliyetini düşürmek amaçlı yöntemler geliştirilirken yemin kalitesinin düşürülmemesine de dikkat edilmelidir (Harmantepe ve Büyükhatipoğlu, 2007). Ülkemizde balık yemleri için kullanılan balık ununun önemli bir kısmı ithal yoluyla sağlanmakta olup hem döviz kaybına hem de ithal edilen balık unlarının her zaman istenilen kalitede olmaması önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Özdemir ve Köprücü, 1999).

Balık beslenmesinde kullanılan rasyonun enerji, vitamin ve mineral madde düzeylerinin dengeli olmasının yanı sıra, balıklar için esansiyel yapıda olan maddelerden özellikle rasyon proteininin dengeli olması büyük önem taşımaktadır. Rasyonun protein dengesi ise, yemdeki proteinlerin balıklar tarafından sindirilme düzeyleriyle yakından ilgilidir. Rasyonun yapısına ve kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak; yem tüketimi, besin maddelerinin sindirilme oranları, yem değerlendirme, balıklarda et verimi ve kalitesi etkilenmektedir. Rasyona katılan yem hammaddelerinin iyi kalitede olması, dolayısıyla sindirilebilirliğinin yüksek olması protein ve enerji verimliliğinin artmasını sağlar. Özellikle karnivor balık rasyonlarında bitkisel protein kaynaklarının kullanılması genellikle yem değerlendirme, büyüme, protein, aminoasit ve diğer besin maddelerinin sindirimi üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. Kullanılan proteinin kaynağının yapısı, besin kompozisyonu ve düzeyleri, işleme tekniği ve balıkların sindirim sistemlerindeki farklılıklar bitkisel proteinlerin sindirilme oranları üzerinde etkili olan önemli faktörlerdir (Cho vd., 1985; Çelikkale, 1994; Yiğit ve Ustaoglu, 2003).

Karnivor balıklarda mide bezleri seyreltik HCl ve pepsinojen salgılayarak alınan yemdeki protein moleküllerini parçalar. Sindirim kanalında proteolitik enzimlerin etkisiyle önce peptitlere, daha sonra aminoasitlere ayrışırlar. Serbest aminoasitler bağırsak duvarlarından emilerek organ ve dokulara kan yoluyla taşınır. Bu aminoasitler yeni protein sentezinde kullanılır. Protein ve aminoasitlerin düzenli olarak alınması gereklidir. Çünkü, aminoasitler büyüme ve üreme süresince yeni protein sentezinde veya kaybolan proteinlerin yerine sürekli olarak kullanılır. Bir protein kaynağının biyolojik değeri, sahip olduğu aminoasit kompozisyonuna ve bu aminoasitlerin canlı tarafından kullanılabilirliğine bağlıdır. Bu nedenle, balık yemlerinde yeterli düzeyde ve kalitede protein bulunmaması; zayıf yem etkinliğine, büyümenin azalmasına veya durmasına, yaşam için daha gerekli olan dokulardan proteinlerin çekilmesinden dolayı ağırlık kayıplarına neden olur (Halver, 1989; Çetinkaya, 1995; Lovell, 1998; Doğan ve Erdem, 2008).

İnsanların beslenmesinde nüfusun çok yoğun olduğu Asya ülkelerinde uzun yıllardan beri et yerine soya fasulyesi ve soya fasulyesine dayalı ürünler kullanılmaktadır. Günümüzde ise özellikle Amerika Birleşik Devleti başta olmak üzere tüm batılı ülkeler ve Uzakdoğu ülkelerinde bu gıda ürünlerinin kullanımında bir artış bulunmaktadır (Tarhan, 1991). Baklagiller içerisinde soyanın insan beslenmesindeki öneminin yanı sıra, hayvan beslenmesinde de yüksek yağ ve kaliteli protein içeriği ve kolay sindirilebilmesi nedeniyle en çok tercih edilen yem hammaddesi özelliğini kazanmıştır. Bütün soya veya soya küspesi

yağı çıkarılmamış haliyle tam yağlı soya olarak bilinmekte ve 1960'lerden beri hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır (Anaç ve Ertürk, 2003; Ergün vd., 2004;). Kökeni Doğu Asya olan soya fasulyesi, birçok ülkede olduğu gibi yurdumuzda da giderek daha fazla üretilmektedir. Soya fasulyesi küspesinin bileşimi, işlenme yöntemine göre değişmekle birlikte protein bakımından en zengin ham selüloz ve yağ bakımından ise en yoksul bir küspe olarak bilinmektedir. Ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen soya fasulyesi, kuru madde üzerinden %50 kadar ham protein içerir. Proteini balık ununa yakın düzeyde liysin içerir ve metiyonin ve sistin dışındaki esansiyel aminoasitleri yeterince kapsar (Sarı ve Çerçi, 1993; Sarı ve Çakmak, 1996). Ancak, soya tripsin inhibitörü, lektin, oligosakkaritler ve nişasta olmayan polisakkaritler, saponin, fitatlar ve alerjik etki yapabilen proteinler gibi birçok beslenmeyi sınırlandırıcı antibesinsel faktörler içermektedir (Kaushik vd., 1995; Derjant-Li 2002).

Bitkisel proteinlerden optimum büyümeyi sağlamak amacıyla özellikle soya ürünleri protein düzeyinin yüksek olması ve esansiyel aminoasitlerin dengeli olması nedeniyle balık rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine kullanılarak bu konuda çalışmalar yapılmaktadır (Dabrowska ve Wojno, 1977; Viola vd., 1983; Hilton ve Slinger, 1986; Higuera vd., 1988; Hossain ve Jauncey, 1989; Hajen vd., 1993; Tacon, 1994; Kaushik vd., 1995; Boonyaratpalin vd., 1998; Refstie vd., 2000; Xie vd., 2001; Yiğit ve Ustaoglu, 2003; Morris vd. 2005). Balık ununun yerine ilave edilen soya miktarının %30 oranında kullanımının olumlu sonuç verdiği belirtilirken bu oranın artması ile belirlenen sonuçlar arasında büyüme ve yem değerlendirme de farklılıklar bulunmaktadır.

Bu çalışmada, balık unu proteininin bir kısmı yerine metiyonin takviyeli soya küspesi ve tam yağlı soya ilave edilerek bu bitkisel proteinlerin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nda; besin maddeleri ve enerjinin sindirimine, balığın büyümesine (ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirmesine (yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı) balık etinin kimyasal kalitesi (ham protein, aminoasitler, ham yağ, yağ asitleri, kül, azotsuz öz madde ve su) ve enerji düzeylerine olan etkileri araştırıldı. Ayrıca, araştırma rasyonlarının ekonomik analizleri de yapıldı. Bu konu ile ilgili literatür bilgisi aşağıda verilmiştir:

1.1. Yağlar ve Yağ Asitleri

Yağlar; bitkisel ve hayvansal dokularda yer alan, gliserin taşıyan ve yağ asitlerinin bileşiminden oluşan suda erimeyen, eter, kloroform ve benzen gibi organik çözücülerde

eriyeblen organik bileşiklerdir. Yağlar sadece yüksek enerji kaynağı olmayıp aynı zamanda yağda çözünen vitaminleri taşımaları, proteinlerle birleşerek lipo proteinleri oluşturmaları ve kan lipid düzeylerinde rol oynamaları bakımından da önemlidir (Halver ve Hardy, 2002; Kaya vd., 2004; Hoşsu vd., 2005).

Yağ asitleri yağın doymuşluk derecesini gösteren farklı uzunluktaki karbon zincirinden oluşan trigliseridler olduklarından hem kompleks lipidlerin önemli bir parçası hem de kendisinden kolayca enerji sağlanan bir kaynaktır. Yağ asitleri bir ucunda metil grubu, uzun bir hidrokarbon zinciri ve diğer bir uca da bir karboksil grubu içermektedir. Yağ asitleri farklı sayıda karbon atomu içermekte bu karbon atomu arasındaki bağın sayısı ve yeri değişmektedir. Ayrıca içerdikleri bağın tek veya çift oluşuna göre de “doymuş veya tek bağı” ve “doymamış veya çift bağı” yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Doymuş yağ asitlerinin kimyasal yapıları $C_nH_{2n}O_2$ şeklindedir. Doymuş yağ asitlerinin (SFA) karbon atomları arasında tek bağ bulunur ve genellikle 4-18 karbon atomu taşırlar. Doymamış yağ asitleri (USFA) molekül dizilişlerinde karbon atomları arasında çeşitli sayıda çift bağ içermektedir. Genellikle 16-20 karbon atomu taşırlar. Yapılarında bir çift bağ varsa monoen, iki çift bağ varsa dien, üç çift bağ varsa trien, daha fazla varsa polien (PUFA) isimlerini alırlar (Çetinkaya, 1995; Hoşsu vd., 2005). Doymamış yağ asitleri tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri olarak iki gruba ayrılır. Doymamış yağ asitlerinden ilk çift bağları 3. karbon atomunda bulunanlar n-3 veya w-3 serisi olarak, ilk çift bağları 6. karbon atomunda bulunanlar n-6 veya w-6 serisi olarak bilinir (Çetinkaya, 1995; Hoşsu vd., 2005).

Karada yetişen bitkilerin yağ öğeleri n-6 PUFA’lar bakımından zengindir ve bazılarında sınırlı n-3 PUFA bulunur. Doymamış yağlardan n-6 grubundaki yağ asitlerinin ana kaynağı yüksek oranda linoleik asit içeren mısır ve soya fasulyesi yağıdır. Keten tohumu, ceviz ve özellikle plankton ile yağlı balıklarda ise n-3 bol miktarda bulunur. Keten tohumu ve cevizde alfa-linolenik asit, balık yağlarında ise eikosapentaenoikasit (EPA) ve dokosahegzaenoik (DHA) en önemli yağ asitleridir. Deniz ve tatlı su ortamlarında yetişen bitkiler önemli miktarda HUFA C_{20} ve C_{22} karbon zincirleri içerirler. Yağ asitlerinde n-3 yağ asitleri serisinde en önemlileri olan EPA ve DHA besin zinciri yoluyla deniz ürünlerinde birikmektedir. Bu yağ asitleri ilk olarak deniz algleri tarafından sentezlenir, sonra da plankton ve diğer küçük deniz hayvanları tarafından tüketilerek onların bünyesine geçer. Yağ asitlerinde n-3 serisi yağ asidi olan EPA ($C_{20:5}$ n-3), dokosahegzaenoik asit

(DPA; C22:5, n-3) ve DHA (C22:6, n-3) balıklarda bulunmaktadır (Halver ve Hardy, 2002; Kaya vd., 2004).

Yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenebilme ve sentezlenememe özelliklerine göre de “esansiyel ve esansiyel olmayan” yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri balıklar tarafından vücutlarında sentezlenememektedir. Bu nedenle yemle birlikte verilmeleri zorunludur. Esansiyel yağ asitleri birden fazla çift bağ içeren linoleik ve linolenik asitlerdir (Sargent vd., 2002; Çetinkaya, 1995; Hoşsu vd., 2005). Omurgalıların rasyonlarında PUFA’ların eksikliğinde büyüme, gelişme ve üremede bozukluklar görülmektedir. PUFA’lar esansiyel yağ asitleri olup, linoleik (C18:2n-6) ve alfa-linolenik yağ asitleri (C18:3 n-3) örnek olarak verilebilir. PUFA’ların biyolojik olarak metabolik formları linoleik asit, araşidonik asit, dokosaheksaenoik asit ve eikosapentaenoik asit formundadır (Sargent vd., 2002).

Karasal hayvanlarla sucul hayvanlar arasında yağ asidi gereksiniminde farklılıklar olduğu gibi deniz ve tatlı su organizmaları arasında da bu açıdan önemli farklılıklar görülmektedir. Bu farklılık yalnızca karasal ve sucul hayvanlardaki trigliseridlerin içermiş olduğu yağ asitlerinin doygunluk derecelerindeki farklılıktan değil, aynı zamanda besinlerini oluşturan farklı doymamış yağ asitlerinden ileri gelmektedir (Hoşsu vd., 2005). Tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının karşılanmasında, genellikle C₁₈ PUFA, linolenik ve linoleik yağ asitleri tercih edilir. Salmonların esansiyel yağ asidi ihtiyaçları linolenik yağ asidinin miktarı artırılarak karşılanır (Sargent vd., 2002). Ayrıca rasyondaki n-3 HUFA ve linolenik yağ asitleri HUFA’ların görevini yerine getirebilir. Balıklarda optimal büyüme için bu iki yağ asidinin rasyonda dengeli bir şekilde bulunması gerekmektedir (Cho vd., 1985; Halver ve Hardy, 2002).

Balık rasyonlarında esansiyel yağ asidi ve enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla hayvansal ve bitkisel kökenli yağlar kullanılmaktadır. Hayvansal kökenli yağların kaynağını çoğunlukla su içerisinde bulunan organizmalar oluşturmaktadır. Bu amaçla balık yağı yaygın olarak kullanılmaktadır. Balık yağları balıklar için esansiyel olan dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler bakımından zengindir. Linolenik ve araşidonik yağ asitleri de balıklar için esansiyel olup, bunlara ait ihtiyaçlarını dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerden dönüştürerek karşılamaktadırlar (Halver ve Hardy, 2002; Hoşsu vd., 2005; Sağlık Aslan vd., 2007).

1.2. Proteinler ve Aminoasitler

Proteinler aminoasitlerden oluşmuş yüksek molekül ağırlığına sahip olan, organik bileşiklerdir. Yapılarında karbon (%50-55), hidrojen (%6,5-7,5) ve oksijen (% 21,5-23,5) dışında azot (%15,5-18) ve bazen kükürt (% 0,5-2) kapsarlar (Lovell, 1998; Lovell, 2002).

Proteinler hayvansal ve bitkisel tüm canlı hücrelerinde protoplazmanın oluşumunda gerekli olan azotlu maddelerin kaynağını oluşturur. Hücre aktivitesinde rol oynayan enzim ve hormonların bileşenlerini, dokuların yenilenmesini, canlıyı büyümesini ayrıca gerektiğinde enerji kaynağı olarak organizmanın yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesini sağlamaktadır (Çetinkaya, 1995; Hoşsu vd., 2005).

Tüm organizmaların kendine özgü protein yapısına sahip olduğu gibi, bir organizmanın farklı hücre ve dokularındaki proteinleri de farklıdır. Hayvan, bitki ve mikroorganizmaların protein sentezi için kullandıkları hammaddeler de farklıdır. Bitkiler ve birtakım mikroorganizmalar aminoasitleri CO₂ ve H₂O, nitrat, amonyum ve sülfat gibi basit inorganik maddelerden sentezler. Bazı bitki ve mikroorganizmalar ise nitrat ve amonyum yanında atmosferdeki serbest azottan yararlanabilirler. Hayvanlar ise aminoasitleri basit inorganik maddelerden sentezleyemezler. Sadece yemlerle sindirim kanalına ulaşmış olan proteinleri ve aminoasitleri kendi bünyelerine uygun protein ve aminoasitlere çevirebilirler. Bu nedenle yaşama, büyüme ve gelişme için devamlı olarak dışarıdan yemlerle proteinleri almak zorundadırlar (Çetinkaya, 1995; Köprücü, 2000).

Proteinlerin enzimatik olarak, asitler veya alkalilerle hidrolize edilmeleri sonucunda aminoasitler ortaya çıkar. Aminoasitler bazik özellikte bir amino grubu (-NH₂) ile asit özellikte bir karboksil kökünü (-COOH) içerirler. Bazı aminoasitler birden fazla amino veya karboksil kökü taşırlar. Bir aminoasidin karboksil kökü ile diğer aminoasidin amino kökünün birleşmesinden peptit bağı oluşur. Çok sayıda aminoasit peptit bağı oluşturarak polipeptitleri, polipeptit zincirini oluşturur. Proteinler bu polipeptit zincirinden oluşan makro moleküllü bileşiklerdir (Çetinkaya, 1995; Lovell, 1998).

Proteinler genellikle 22-26 aminoasit ihtiva etmelerine rağmen bitki ve hayvan proteinlerinde çoğunlukla 18-20 aminoasit bulunmaktadır (Lovell, 1998). Proteinlerin yaklaşık %40'ını oluşturan aminoasitler ara metabolizmada sentezlenebilmektedir. Organizmada sentezlenen bu aminoasitlere endojen veya esansiyel olmayan aminoasitler denir (Çetinkaya, 1995). Bunlar; alanin, glutamik asit, aspartik asit, serin, prolin, glisin, hidroksiprolindir. Proteinlerin yapısında bulunan bu 20 aminoasitten 10 tanesi normal bir büyüme için insanlarda ve diğer hayvan türlerinde vücutta sentezlenememektedir ve bu

nedenle dışarıdan besinlerle alınması zorunludur. Bu aminoasitlere eksojen veya esansiyel aminoasitler denir. Bunlar; arjinin, fenilalanin, histidin, izoleusin, leusin, liysin, metiyonin, threonin, triptofan ve valindir. Organizmada sentezlenebildiği halde organizmanın büyüme ihtiyacını sağlayacak düzeyde sentezlenemeyen bu nedenle besinlerle takviye edilmeleri gereken aminoasitlere ise yarı eksojen veya yarı esansiyel aminoasitler denir. Sistin ve tyrosin yarı esansiyel aminoasitlerdir (Gözükara, 1994; Lovell, 1998; Wilson, 2002).

1.3. Balık Rasyonlarında Bitkisel Proteinlerin Kullanılması, Büyüme Performansı, Aminoasit ve Yağ Asitlerine Yönelik Bazı Çalışmalar

Günümüzde balık rasyonlarında, balık ununun bir kısmı yerine alternatif bitkisel protein kaynakları kullanılarak, fiyat bakımından ekonomik ve biyolojik etkinliği yüksek olan rasyonların düzenlenebilmesi ve bu protein kaynaklarının balıkların büyümeleri üzerine etkisinin incelenmesine yönelik çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Sanz vd. (1994) tarafından yapılan çalışmada ortalama ağırlığı 40 g olan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nda birinci grup çalışma olarak ayçiçeği tohumu küspesi ve soya küspesi balık ununun %40'ı yerine kullanılarak, her iki grup arasında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmanın ikinci gurubunda ayçiçeği tohumu küspesi balık ununun %40'ı yerine kullanılarak aminoasit ilaveli ve ilavesiz iki farklı grup oluşturulmuştur. Aminoasit olarak leusin, liysin ve metiyonin ilavesi yapılmıştır. Aminoasit ilaveli ve ilavesiz gruplarla kontrol gurubu arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Sonuç olarak balık ununun %40'ı yerine ayçiçeği tohumu küspesi ve soya küspesinin katılabileceği bildirilmiştir.

Refstie vd. (1997) tarafından gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) rasyonlarında balık ununun yerine %40 ve %60 oranlarında soya küspesi kullanılarak, balıkların bu yemlere adaptasyonları araştırılmıştır. Balık unu ile beslenen balıkların yüksek oranda soya ile beslenmesinde geçici olarak büyümede düşme olmakta, balıkların diyet formülü değişikliğine karşı toleranslı olduğu ve hızla adapte olarak iyi gelişme ve büyüme gösterdiği belirlenmiştir.

Refstie vd. (2000) tarafından gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) ve Atlantik salmonu (*Salmo salar*) ile yapılan çalışmada düşük sıcaklıkta, 7°C'de ve 84 gün süresince, balık ununun %37'si yerine soya küspesi ilave edilerek rasyonun %32'si balık unu ve %30'u soya küspesi ihtiva eden deneme gurubu ve kontrol gurubu ile yapılan çalışma sonucunda gökkuşağı alabalıklarında ağırlık artışında her iki grup arasında benzerlik belirlenirken,

salmonlarda balık unu ile hazırlanan kontrol yemindeki ağırlık artışı, soya küspesi ile hazırlanan deneme yeminden %44 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Alabalıklarda sindirim, nitrojen %6, yağ %8, enerji %11 oranında salmonlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Yem dönüşüm oranı salmonlarda alabalıklara göre %24 daha düşük, nitrojen %34 daha yüksek, ve enerji %28 daha yüksek olarak elde edilmiştir. Alabalıklarda, balık ununda soya küspesine göre yağların sindirimi ve enerji %4, nitrojen %8 daha yüksektir. Alabalıklarda ağırlık artışı, yağların sindirimi, nitrojen sindirimi, ve enerji rasyonlardan önemli derecede etkilenmezken, salmonlarda balık unu ile hazırlanan diyetlerden %44 daha fazla ağırlık artışı belirlenmiştir.

Boonyaratpalin vd. (1998) tarafından Asya deniz levreği (*Lates calcarifer*) rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine kullanılan farklı soya unu ürünlerinin büyüme ve sindirilebilir protein üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Kontrol gurubundaki balık ununun %15'ini karşılayacak düzeylerde %21 ekstrude soya unu, %27 tam yağlı soya unu, %28,5 buharda tam yağlı soya, %27,5 ham yağlı soya unu kullanılmıştır. Sonuç olarak, protein etkinlik oranı sırasıyla; % 2,98, 2,98, 2,78, 2,79 ve 1,32, sindirilebilir protein oranı ise sırasıyla; %92,8, %94,2, %92,3, %94,4 ve %73,4 olarak tespit edilmiştir. Asya deniz levreği rasyonlarında tam yağlı soya unu dışında diğer soya unlarının balık ununun %15'i yerine kullanılabileceği belirtilmiştir.

Kaushik vd. (1995) tarafından yapılan çalışmada, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında soya proteini konsantresi, balık ununun 1/3, 2/3 ve %100'ü yerine kullanılmıştır. Soya unu ise %25 ve %50 oranında balık ununun yerine kullanılmıştır. Diyetlerin bir kısmına metiyonin ilavesi yapılmıştır. Kontrol rasyonunda aminoasit kompozisyonu (g/16g N); metiyonin ve sistin 3.9, liysin 7,2, triptofan 3,8, treonin 3,8, histidin 8,5, valin 7,6, lösin 6,8, arjinin 8,0, fenilalnin ve tirozin 6,5 olarak belirlenmiştir. Çalışma 18 °C ve 12 hafta devam etmiş, balık unu yerine konsantre soya proteini ile yapılan besleme sonunda balıkların büyüme performansında ve besin alımında bir etkilenme görülmemiştir. Ancak, balık unu yerine soya unu kullanılan rasyonlarda %50'nin üzerinde kullanımlarda büyüme oranı düşmüştür.

Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından, Atlantik morina balığı (*Gadus morhua*) rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine soya küspesi kullanıldığında protein, yağ, enerji aminoasitlerin tümünün sindirim oranlarının düştüğü, 534 g ve 1750 g olarak farklı büyüklükte yapılan çalışmada büyük balıklarda nişasta, kül ve bazı aminoasitlerin daha

yüksek oranda sindirildiği bildirilmiştir. Ayrıca, su sıcaklığının 9,1 °C'den 6,8 °C'ye düşürülmesi ile sindirimin de düştüğü belirlenmiştir.

Carter ve Hauler (2000) tarafından Atlantik salmon (*S. salar*) rasyonlarında balık unu yerine bitkisel protein kaynaklarının kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada balık ununun yerine soya küspesi, acı bakla ve çayır bezelyesini %25 ve %33 oranlarında kullanmışlardır. Soya küspesi ile hazırlanan rasyonlarla yapılan beslemede sırasıyla yem etkinlik oranları %1,04 ve %0,98, protein sindirim oranları %95,31 ve %95,86; sindirilebilir enerji oranı %88,98 ve %89,73 bulunmuştur. Atlantik salmonu'nda soya ile yapılan besleme sonunda yağ ağırlık olarak ham besin maddeleri (%) ise sırasıyla ham protein, 17,2 ve 17,7; total lipid 11,41 ve 11,33; kül 1,99 ve 2,03 olarak belirlenmiştir.

Opstvedt vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada, Atlantik salmon (*S. salar*) rasyonlarında balık ununun %28 ve %55'i oranında tam yağlı soya unu ve mısır gluteni kullanılmıştır. Deneme sonunda kontrol rasyonu ile tam yağlı soya unu ve mısır gluteni içeren deneme rasyonları ile beslenen balıkların sırasıyla; spesifik büyüme oranı %1,50; %1,47 ve %1,41; yem dönüşüm oranı 0,75; 0,74 ve 0,80; kondisyon faktörü 1,14; 1,10 ve 1,09; protein etkinlik oranı 3,04; 3,07 ve 2,82; protein sindirim oranı %84,8; %83,3 ve %80,2; yağ sindirim oranı %92,3; %92,4 ve %91,0; enerji sindirim oranı %81,2; %81,2 ve %80,3; balık etindeki (kuru maddede) ham protein oranı %58,27; %58,92 ve %58,70 olarak tespit edilmiştir.

Adelizi vd. (1998) tarafından gökkuşacağı alabalığı rasyonlarında, mısır unu, mısır gluteni, fındık unu ve farklı oranlarda soya unu, soya proteini unu, soya protein konsantresi kullanılmıştır. Deneme süresi sonunda ağırlık artışı ve yem dönüşüm oranında en iyi sonuç kontrol grubundan alınmasına rağmen büyümenin balık unu eksikliğinde fazla oranda etkilenmediği ve bu konuda araştırmaların artırılması gerektiği bildirilmektedir.

Dabrowska ve Wojno (1977) tarafından aminoasit ilaveli soya küspesi içeren rasyonların gökkuşacağı alabalıkları tarafından değerlendirilmesi araştırılmıştır. Eklenen aminoasitler yemin kullanılabilirliğini artırmış ve gökkuşacağı alabalıkları aminoasitle zenginleştirilmiş soyayı balık unu gibi kullanmışlardır. En iyi sonuç %1 sistin ve %0.5 triptofan ilave edilen yemlerden alınmıştır.

Glencross vd. (2004) tarafından Atlantik salmonu (*S. salar*) ve gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*)'nin beslenmesinde %48 ham protein ve %17.5 ham yağ içeren kontrol rasyonuna balık ununun rasyondaki 20 birimi yerine farklı acı bakla ve soya çeşitleri kullanılarak bitkisel proteinlerin değerlendirilmesi araştırılmıştır. Bu iki balığın sindirim

kapasiteleri göz önüne alındığında ise Atlantik salmonu'nun gökkuşacağı alabalığından daha iyi bir şekilde bitkisel protein ihtiva eden besinleri değerlendirebildikleri bulunmuştur. İki tür arasında bitkisel proteinleri değerlendirmede farklılıkların bulunmasıyla birlikte, her iki türünde çalışmada kullanılan yemleri iyi bir şekilde değerlendirebildikleri görülmüştür. Gökkuşacağı alabalığının kontrol, soya küspesi, soya proteini konsantresi, ve izole soya proteini sindirimi (%) sırasıyla organik madde, 85,8; 83,6; 84,9; 88,9; azot, 93,9; 94,9; 96,4; 95,9; enerji, 87,6; 85,9; 87,2; 90,1 olarak tespit edilmiştir. Sindirilebilir enerji acı bakla ve soya fasulyesinde proteinin artması ile önemli olarak artmıştır. Enerji sindirimi izole acı bakla proteininde izole soya proteinine göre daha yüksek tespit edilmiştir. Acı bakla ve soya fasulyesi protein konsantrlerinde ise sindirilebilir enerji benzer bulunmuştur.

Davies ve Morris (1997) tarafından gökkuşacağı alabalığı rasyonlarında balık ununun %66'sı yerine soya kullanılarak aminoasit ilaveleri yapılmıştır. Metiyonin, metiyonin ve liysin, metiyonin, liysin, triptofan, treonin, arjinin ve histidin ilave edilen rasyonlar oluşturulmuştur. Kontrol rasyonundaki aminoasit düzeyi arjinin %2,46, fenilalanin %1,57, histidin %1,27, izolösin %1,67, lösin %2,79, liysin %2,86, metiyonin %1,08, treonin %1,63, triptofan %0,54, valin %1,84, izolösin %1,67 olduğu belirlenmiştir. Triptofan, tereonin, arjinin histidin ile metiyonin ve liysin ilaveli yemlerde yem değerlendirme önemli ölçüde artmış ve ağırlık artışı belirlenmiştir. Spesifik büyüme oranı bu grupta %1,46 iken, aminoasitlerin ilave edilmediği grupta %1,34 olarak belirlenmiştir.

Alexis vd. (1985), gökkuşacağı alabalığı rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine aminoasit ilaveli bitkisel (mısır gluteni, soya unu, keçiyoynuzu, buğday) ve hayvansal yan ürünler (tavukçuluk yan ürünleri, kemik unu) farklı kombinasyonlarda kullanmışlardır. Rasyonlar ham protein oranları sırasıyla %66,1, %65,9, %60,6, %50,1 olan balık unu, tavuk ürünleri, mısır gluteni, soya küspesi ve keçiyoynuzu tohumu özü ile hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda keçiyoynuzu ağırlıklı rasyonların en düşük büyümeyi sağladığı, soya fasulyesi ve mısır gluteni içeren rasyonla beslenen alabalıkların ticari bir rasyonla beslenen alabalıklarla mukayese edebilecek en iyi sonuçları verdiği belirtilmektedir.

Gomes vd. (1995) tarafından, gökkuşacağı alabalığı rasyonlarında balık ununun yerine bitkisel proteinlerin (bakla, bezelye, mısır gluteni, tam yağlı soya) kullanımının sindirim ve büyüme performansı üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada düzenlenen dört farklı rasyonda, birinci grup için %100 hayvansal protein, ikinci grup için %33 bitkisel protein, üçüncü grup için %66 ve dördüncü grup için %100 bitkisel protein

kullanılmıştır. Su sıcaklığı 14,8-15,6°C arasında değişen çalışma 8 hafta süresince, günde iki defa yemleme yapılarak devam etmiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü gruplar arasında ağırlık artışı ve spesifik büyüme arasında fark önemsiz olarak belirlenirken, dördüncü grupta ise istatistiksel olarak bu fark önemli bulunmuştur. Spesifik büyüme oranı sırasıyla 2,71; 2,68; 2,63; 2,42; protein etkinlik oranı, 2,24; 2,15; 2,25; 2,18; ağırlık artışı, 196,5; 197,3; 197,3; 175,0 olarak belirlenmiştir.

Sertel (2005) tarafından, ot balığı (*Ctenopharyngodon idella*)'nın çeşitli bitkisel proteinleri değerlendirmesi araştırılmıştır. Kontrol rasyonundaki balık unu proteininin %50'si yerine soya küspesi, mısır unu, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği küspesi katılarak deneme rasyonları oluşturulmuştur. Bu çalışmada ot balığının bitkisel proteinleri yüksek oranda değerlendirdiği görülmüştür.

Ostaszewska vd. (2005) tarafından, gökkuşacağı alabalığı ve pacu balığı (*Piaractus mesopotamicus*) rasyonlarında kazein-jelatin, esansiyel aminoasitler ve balık yağı ile hazırlanan kontrol rasyonunda, kazein-jelatin'in %50'si yerine soya küspesi ve soya proteini konsantresi ile farklı rasyonlar oluşturulmuştur. Gökkuşacağı alabalığında dört haftalık deney süresi sonunda, soya unu ve soya proteini ile hazırlanan yemlerde büyümenin azaldığı belirlenirken pacu balığında ise soya ununda büyümenin arttığı belirlenmiştir. Soya proteini konsantresi her iki türde de sindirim sisteminde büyük patolojik etkilere sebep olmuştur. Gökkuşacağı alabalığının ağırlık artışı (g) kontrol rasyonunda 0,7 birinci grupta soya proteini konsantresinde 0,5, soya küspesinde 0,47, yem dönüşüm oranı ise sırasıyla 0,50, 0,60, 0,57 olarak belirlenmiştir.

Ustaoğlu ve Rennert (2002) tarafından, yapılan çalışmada mersin balığı (*Acipenser ruthenus*)'nda, balık unu ile hazırlanan kontrol rasyonu ve balık ununun %100'ü yerine soya proteini ile hazırlanan rasyon ile sekiz hafta süresince yapılan besleme sonunda; soya proteininin protein sindirilebilirliği %93,63, balık ununun sindirilebilirliği %89,82 olarak belirlenmiştir. Buna karşılık balık ununun sindirilebilir yağ ve enerji düzeyleri önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Ancak soya proteini mersin balığı tarafından iyi sindirilse de balık unu ile hazırlanan rasyona göre vücut ağırlığındaki artış ve spesifik büyüme oranı balık ununda % 0,78, soya proteininde % 0,46 olarak belirlenmiştir.

Yamamoto vd. (2007) tarafından, 13 g ağırlığında olan gökkuşacağı alabalığı rasyonlarına kontrol rasyonunda bulunan balık ununun tamamı yerine deneme rasyonunda soya katılarak, %1,5 safra tuzları ilave edilmiş ve sindirim düzeyleri incelenmiştir. Safra tuzları ilave edilen rasyonla 10 hafta süre ile beslenen balıklarda, büyüme ve yem etkinliği

balık unu ile beslenen balıklarla aynı düzeyde belirlenirken safra tuzları ilave edilmeyen rasyonda bu değerler azalmıştır. Yağ ve nişasta sindiriminde safra tuzları ilavesi ile arttığı bildirilmektedir.

Cheng vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada, gökkuşuğu alabalığında balık ununun yerine metiyonin ilaveli ve ilavesiz olarak farklı oranlarda soya ilave edilmiştir. Balık unu yerine farklı oranlarda (%25, %50, %75, %100) bitkisel protein kullanımının ağırlık artışı, yem dönüşümü balık etindeki ham protein, ham yağ ve külde etkili olduğu görülmüştür.

Dersjant-Li (2002) tarafından, soya proteininin suda yaşayan canlıların beslenmesinde kullanımı araştırılmıştır. Soya proteininin balık ve karides rasyonlarında balık ununun ve hayvansal deniz ürünleri proteinlerinin yerine kullanılabileceği yapılan çalışmalarda ise kullanılabilecek oranlar %50, %70, %75 olarak sınırlandırılmakta, %100 kullanımında büyüme oranındaki düşmenin yüksek olduğu belirtilmektedir.

Higuera vd. (1988), gökkuşuğu alabalığı rasyonlarına balık ununun yerine bakla tohumunun %10, %20, %30 ve %40 oranlarında kullanımının etkilerini araştırmıştır. Ayrıca bakla tohumuna ısı uygulamasının da besin kalitesine etkisi olmadığı ve %30 oranında kullanımının uygun olduğu bildirilmiştir.

Luo vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, gökkuşuğu alabalığının rasyonunda balık ununun yerine pamuk tohumu küspesi ilave edilmiştir. Rasyonda balık ununun % 50 oranında azaltılarak pamuk tohumu küspesinin ilave edilebileceği bildirilmiştir.

Elangovan ve Shim (2000) tarafından *Barbodes altus* balığında, rasyona balık unu yerine farklı oranlarda soya küspesi katıldığında, %50 oranında kullanıldığında ağırlık artışı istatistiksel olarak önemli derecede azalırken yem dönüşüm oranının arttığı belirlenmiştir.

Yıldız ve Şener (2004) tarafından farklı bitkisel yağlar ilave edilen diyetlerin levrek (*Dicentrarchus labrax*) yavrularında büyüme performansı ve vücut kompozisyonuna etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, kontrol grubuna balık yağı, deney gruplarına sırasıyla soya yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı ve zeytin yağı kullanılan rasyonlar verilmiştir. Araştırma sonunda, soya yağı kullanımında balıkların ortalama canlı ağırlık artışında kontrol grubuna göre azalma, yemden yararlanma oranında ise artış belirlenmiştir.

Gomes vd. (1993) tarafından gökkuşuğu alabalığı rasyonlarında %42 ham protein içeren rasyona %5, %10 ve %15 oranında balık unu yerine ekstrüde bitkisel protein olarak kolza ve bezelye ilave edilerek üç farklı rasyon ile %34 ham protein içeren ham protein

oranı düşük, yağ oranı yüksek %45 oranında kolza ve bezelye ilavesi yapılarak büyüme, yem değerlendirme ve kaslarda yağ kompozisyonu incelenmiştir. Denemeler 12 hafta süresince, 40 g ağırlığındaki balıklarda 18 °C su sıcaklığında yapılmıştır. Balık etinde bitkisel protein seviyesinin artması ile Σ n-6 yağ asitleri serisi artmıştır.

Noble vd. (1998), tarafından soya ile hazırlanan rasyonların uzun bir periyotta yavru sazanlardaki kullanımının uygunluğu araştırılmıştır. Laboratuvar şartlarında bir yıl, doğal şartlarda yedi ay süre ile besleme yapılan sazanlar incelenmiştir. Laboratuvarlarda soyalı yemlerle beslenen balıklarda büyümenin yavaş (%128), doğal koşullarda büyümenin ise (7 ay sonra %1190) daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Fagbenro ve Davies (2001) tarafından Afrika yayın balığı (*Clarias gariepinus*)'nda balık unununun %25, %50, %75'i yerine soya küspesi ilave edilerek büyüme, yem kullanımı ve karkas kompozisyonuna olan etkileri araştırılmıştır. Rasyona %75 soya ilavesinde metiyonin ilaveli ve ilavesiz olarak iki farklı grup oluşturulmuştur. Balık unu ile hazırlanan kontrol yemi ve %25, 50, 75 (metiyonin ilaveli), 75 (metiyonin ilavesiz) rasyonlarda ağırlık artışı (%), sırasıyla 377, 371, 363, 315, 365, spesifik büyüme oranı, 2,23; 2,21; 2,19; 2,03; 2,20, yem dönüşüm oranı 1,62; 1,64; 1,67; 1,85; 1,65, protein etkinlik oranı ise, 1,60; 1,58; 1,55; 1,29; 1,56 olarak belirlenmiştir.

Espe vd. (2006) tarafından, Atlantik salmonu (*Salmo salar*)'nun balık unu içermeyen rasyonlarla beslenmesinin büyüme ve gelişmeye olan etkisi incelenmiştir. Kontrol rasyonu %49 balık unu içermektedir. Aminoasit ilave edilerek aminoasit dengesi kontrol rasyonuna benzer hale getirilmiştir. Deneme rasyonlarına balık ununun tamamı yerine mısır ve buğday gluteni ilave edilmiştir. Yem dönüşüm oranı kontrol grubunda, 0,90, 1. grupta 0,88, 2. grupta 0,92, 3. grupta 0,89, spesifik büyüme oranı sırasıyla 0,97; 0,87; 0,86; 0,87, protein etkinlik oranı ise 2,17; 2,07; 1,99 ve 2,10 olarak belirlenmiştir.

Engin (2008) tarafından, rasyonlara katılan farklı bitkisel lipid kaynaklarının gökkuşağı alabalığında büyüme, yem değerlendirme ve et kalitesine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla lipid kaynağı olarak rasyonlara %17 oranında balık yağı, soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı, pamuk tohumu yağı ve fındık yağı ilave edilmiştir. Balık yağı ilave edilen kontrol grubunda canlı ağırlık 188 g, kondisyon faktörü, 1,18, yem dönüşüm oranı 1,15, protein etkinlik oranı 1,96 olarak belirlenirken, soya yağı ilave edilen grupta canlı ağırlık 182 g, kondisyon faktörü, 1,19, yem dönüşüm oranı 1,20, protein etkinlik oranı 1,88 olarak bulunmuştur.

Sağlık Aslan vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada gökkuşuğu alabalıklarındaki yağ asidi kompozisyonu kültürü yapılan ve doğal olarak avlanan balıklarla karşılaştırıldığında EPA'ların doğal ortamdan avlanan balıklarda iki kat fazla olduğu, DHA'nın ise kültürü yapılan balıklarda bir buçuk kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada en yüksek bulunan yağ asitleri, doymuş yağlarda palmitik asit (C16:0); tekli doymamış yağlarda palmitoleik asit (C16:1 n-7) ve oleik asit (C18:1 n-9); çoklu doymamış yağlarda EPA ve DHA n-3 yağ asitleri, linoleik (C18:2 n-6) n-6 yağ asitleri belirlenmiştir. Oleik asit balıklarda en yüksek seviyede bulunan yağ asidi olmuştur. Kültür ortamında yetiştirilen ve doğal olarak avlanan balıklarda palmitik asit ve oleik asit benzer bulunmakla beraber palmitoleik asit kültürü yapılanlarda daha fazla olarak tespit edilmiştir.

Unusan (2007) tarafından gökkuşuğu alabalığında besin maddeleri, aminoasit ve yağ asitleri miktarları belirlenmiştir. Balık etindeki total protein $20,28 \pm 0,20$, total yağ $2,31 \pm 0,42$, su $71,21 \pm 0,83$, kül $1,53 \pm 0,11$, esansiyel aminoasitler $7953,0 \pm 569,11$ (mg/100g, ortalama \pm SD), esansiyel olmayan aminoasitler $6074,40 \pm 345,38$, yağ asitleri; SFA $38,75 \pm 0,56$ (toplam yağ asitlerinin %'si olarak, ortalama \pm SD), MUFA $34,82 \pm 0,33$, n-3 PUFA $17,46 \pm 0,38$, n-6 PUFA $8,98 \pm 0,14$ olarak tespit edilmiştir.

Çelik vd. (2008) tarafından, Atatürk barajından temin edilen gökkuşuğu alabalığında yapılan analizler sonucunda su protein, lipid ve kül sırasıyla (%), 71,65; 19,60; 4,43 ve 1,36 olarak belirlenmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu tekli doymamış yağ asitleri %35,56, doymuş yağ asitleri %27,65, çoklu doymamış yağ asitleri %23,09 olarak belirlenmiştir.

Aras vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada, Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'nda, balık etindeki yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri, $37,20 \pm 1,13$, tekli doymuş yağ asitleri $26,76 \pm 4,34$, n-3 PUFA $28,85 \pm 3,41$, n-6 PUFA $3,98 \pm 0,45$ olarak belirlenmiştir.

Francesco vd. (2004) tarafından, gökkuşuğu alabalığında %51,5 ham protein içeren kontrol rasyonunda balık ununun tamamı yerine bitkisel protein ilave edilerek 17°C 'de, 24 hafta süre ile 162,5 g ağırlığındaki balıkların beslenmesi sonucunda, balık ağırlığının, spesifik büyüme oranının ve protein etkinlik oranının bitkisel protein ile beslenen deneme grubunda azaldığı, kondisyon faktörünün ise bitkisel proteinle beslenen grupta 1,27, kontrol grubunda ise 1,22 olduğu belirlenmiştir. Balık etindeki doymuş yağ asitleri kontrol

grubunda %26,58, deneme grubunda ise %25,25 olarak belirlenirken, balık etinde kontrol grubunda Σ n-6 PUFA %3,46, deneme grubunda ise %9,92 olarak belirlenmiştir.

Francesco vd. (2007) tarafından, %75 oranında balık ununun yerine bitkisel proteinlerle hazırlanan rasyonun çipuralarda (*Sparus aurata*) büyüme performansına olan etkileri araştırılmıştır. Balık unu ve bitkisel proteinlerle hazırlanan rasyonlarda sırasıyla spesifik büyüme oranı $0,44 \pm 0,01$, $0,43 \pm 0,01$, protein etkinlik oranı $1,76 \pm 0,01$, $2,00 \pm 0,01$, ağırlık artışı (%) $355,5 \pm 1,2$, $328 \pm 1,2$ olarak belirlenirken balık etinde yapılan kimyasal analizler sonucu balık unu ve bitkisel proteinlerle hazırlanan rasyonlarda sırasıyla; su 615 ± 4 , 613 ± 5 , ham protein 172 ± 2 , 173 ± 1 , ham yağ 148 ± 2 , 151 ± 3 , doymuş yağ asitleri 24,9, 25,6, tekli doymamış yağ asitleri 44, 39, n-6 PUFA 3,4; 9,4, n-3 PUFA 28,8; 25,6, n-3 PUFA/n-6 PUFA 8,5; 2,7 olarak tespit edilmiştir.

Konar ve Köprücü (2002) tarafından, gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*) etindeki yağ asidi miktarları araştırılmıştır. Gökkuşacağı alabalığının etinde ve bu balıkların beslenmesinde kullanılan yemde doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri belirlenmiştir. Balık etindeki, doymuş yağ asitleri %33,58, tekli doymamış yağ asitleri %32,63, çoklu doymamış yağ asitleri %32,75'ini oluşturmaktadır. Yemde ise bu yağ asitlerine ait değerler sırasıyla %35,76, %31,90 ve %31,48 olarak belirlenmiştir.

Dönmez ve Tatar (2001) tarafından, gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*)'nda yapılan balık eti yağ analizi sonucunda doymuş yağ asitleri %30,04, tekli doymamış yağ asitleri %28,44, çoklu doymamış yağ asitleri %29,99 olarak bildirilmiştir.

Drew vd. (2007) tarafından, balık unu ve balık yağı ile kanola proteini konsantresi ve bitkisel yağlarla hazırlanan rasyonlarla yapılan çalışma sonunda gökkuşacağı alabalığında (*O. mykiss*), büyüme performansı ve yağ asitleri kompozisyonu araştırılmıştır. Balık yağı n-3 PUFA'ların en iyi kaynağı olmasıyla beraber, deneme rasyonlarında balık yağı yerine kullanılan kanola ve keten tohumu yağı diğer bitkisel yağlardan farklı olarak n-3 yağ asitlerini ihtiva ettiği, alfa-linoleik asit (18:3 n-3) bakımından zengin olduğu bildirilmektedir. Rasyonlarda yapılan yağ asidi analizi sonucunda kontrol grubu (balık unu-balık yağı), deneme 1 (balık unu-bitkisel yağ), deneme 2 (%50 balık unu, %50 kanola proteini-bitkisel yağ), deneme 3 (%25 balık unu, %75 kanola proteini- bitkisel yağ), deneme 4 (balık unu %0, %100 kanola proteini- bitkisel yağ) gruplarında sırasıyla doymuş yağlar 45,1; 14,6; 13,2; 11,7; 11,1; tekli doymamış yağlar 25,1; 43,4; 44,0; 45,2; 45,6; Σ n-6 PUFA 6,9; 17,7; 19,0; 19,9; 20,5; Σ n-3 PUFA 23,0; 25,2; 23,8; 23,4; 23,1; n-3/n-6 4,8; 1,5; 1,3; 1,2; 1,1 olarak tespit edilmiştir. Bu rasyonlara ait balık filetolarında 140 günlük

deneme sonundaki yağ asitleri değişimleri deneme başlangıcında ve deneme rasyonları ile yapılan besleme sonunda sırasıyla; doymuş yağlar 25,3; 38,8; 17,1; 16,1; 18,8; 16,0; tekli doymamış yağlar 42,4; 29,5; 42,8; 43,0; 43,5; 45,3; Σ n-6 PUFA 11,8; 7,9; 16,3; 16,4; 17,1; 17,5; Σ n-3 PUFA 20,5; 27,7; 23,7; 23,2; 21,0; 21,3; n-3/n-6 2,1; 4,9; 1,6; 1,6; 1,5 ve 1,4 olarak bulunmuş ve kontrol rasyonunda 20:5 n-3 ve 22:6 n-3 yağ asidi seviyeleri daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Morris vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada gökkuşacağı alabalığında balık ununun yerine (%5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında) tam yağlı soyanın kullanımının balıklardaki büyüme performansına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 110 g ağırlığındaki balıklar kullanılarak %47,30 ham protein ihtiva eden rasyonlarla 11°C'de 8 hafta süresince besleme yapılmıştır. Yaşama ve büyüme oranının önemli derecede etkilenmediği belirlenirken, yem dönüşüm oranının tam yağlı soya düzeyine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Tam yağlı soyanın artmasıyla karkas verimi de azalmıştır. Fileto veriminde ve renginde ise önemli bir etki olmamıştır. Yağ asitlerinden Σ n-3 doymamış yağ asitleri kontrol rasyonu ile beslenen balıklarda 20,05 olarak tespit edilirken, %25 oranında tam yağlı soya kullanımında 19,40, Σ n-6 doymamış yağ asitlerinde kontrol rasyonu ile yapılan beslemede 5,45, %25 tam yağlı soya ile yapılan beslemede 10,10 olarak tespit edilmiştir.

Köprücü (2000) tarafından, gökkuşacağı alabalığında, rasyonlara farklı oranlarda sentetik aminoasit katılmasıyla büyüme performansında meydana gelen etkiler araştırılmıştır. Balık etinde kontrol grubunda esansiyel aminoasitler (g/100g balık eti), liysin 1,55, izolösin 0,94, arjinin 0,84, fenilalanin, 0,66, valin 0,96, treonin 1,04, metiyonin 0,56, histidin 0,75, lösin 1,85 olarak belirlenmiştir.

Mambrini vd. (1999), tarafından gökkuşacağı alabalığı rasyonlarında balık ununun yerine soya proteini konsantresinin değerlendirilmesi araştırılmıştır. Başlangıç ağırlığı 103-106 g olan balıklarda 18°C'de 90 gün süreyle farklı oranlarda [%0, %50, %75, %100 (metiyonin ilaveli)] soya proteini ile yapılan besleme sonucunda %50'den fazla soya kullanımında büyüme oranının düştüğü belirlenmiştir.

Cho vd. (1985) tarafından, alabalık rasyonlarındaki bazı aminoasitlerin ihtiyaç düzeyi (rasyonun yüzdesi olarak) arjinin 1,80, liysin 2,18, metiyonin 1,0, triptofan 0,24 olarak belirtilirken, Lovell (1998), tarafından gökkuşacağı alabalığının aminoasit ihtiyacı (rasyonun yüzdesi olarak) arjinin 1,5 histidin 0,7, izolösin 0,9, lösin 1,4, valin 1,2, liysin 1,8, metiyonin+sistin 1,0 fenilalanin+tirozin 1,8, treonin 0,8, triptofan 0,2 olarak bildirilmektedir. Ayrıca, NRC (1993)'de gökkuşacağı alabalığının aminoasit ihtiyaçları

rasyonun yüzdesi olarak verilmiştir. Buna göre rasyonlarda arjinin 1,2-2,8, liysin 1.3-2.9, metiyonin 0,5-1,1, triptofan 0,2-0,6, histidin 0,7, isolösin 0,9, lösin 1,4, fenilalanin 1,8, treonin 0,8, valin 1,2 oranındadır.

Davies ve Morris (1997) tarafından, gökkuşuğu alabalığının esansiyel aminoasit ihtiyacı (rasyonun yüzdesi olarak) valin 1,15, lösin 1,35, isolösin 0,85, treonin 0,75, metiyonin ve sistin 0,95, fenilalanin 1,75, liysin 1,75, histidin 0,65 olarak verilmektedir.

Gökkuşuğu alabalığının yağ asidi ihtiyacı NRC (1993)'de linolenik asit (18:3 n-3) % 0,8-1, dokosahegzanoik asit (DHA, 22:6 n-3) ve eikosapentanoik asit (EPA, 20:5 n-3) yağların %10'u olarak belirtilmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Deneme Yeri

Bu araştırma, Devlet Su İşleri 9. Bölge, Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü tesisinde yapıldı. Denemede 200x40x40 cm boyutlarında fiberglas teknelerden toplam 15 adet kullanıldı.

2.1.2. Deneme Süresi

Bu araştırma 01.08.2007- 31.12.2007 tarihleri arasında yürütüldü.

2.1.3. Balık Materyali

Denemede Su Ürünleri 9. Bölge, Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü tesisinden sağlanan aynı dönem çıkışlı, ağırlıkları $49,98 \pm 0,32$ g ve uzunlukları $16,28 \pm 0,06$ cm olan toplam 450 adet gökkuşağı alabalığı kullanıldı.

2.1.4. Yem Materyali

Araştırma rasyonlarında kullanılan balık unu ve antioksidan İzmir Yem Sanayinden; ekstraksiyon ile elde edilen soya küspesi, tam yağlı soya, mısır gluteni, buğday kepeği, methionin, Özüğür tavukçuluk Köy-tur yem fabrikasından; vitamin ve mineral madde karmaları DSM besin maddeleri firmasından; balık yağı Sinop Sür-San'dan temin edildi. Kromoksit (Merk) aracı bir firmadan alındı.

2.1.5. Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler

Araştırmada kullanılan suyun pH'sı portatif pH metre (Checker mark), çözünmüş oksijen düzeyi (mg/L) oksijen metre (YSI-54 marka), sıcaklığı ise termometre ile belirlendi. Balıkların ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli dijital bir terazide (Shimadzu UW620H marka), total boyları ise 1mm taksimatlı ölçüm tahtası kullanılarak belirlendi.

Protein analizi Kjeldahl cihazında, aminoasit analizleri ise, Phenomenex EZ Faast GC-FID Hydrolyzed Aminoacid Analysis Kiti kullanılarak Varian GC, CP-3800GC Manuel gaz kromatografi cihazında Türkiye Bilimsel Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü'nde belirlendi.

Ham besin madde düzeylerinin tespitinde kül fırını, (Shimadzu marka), ham yağ miktarının belirlenmesinde soxhlet ekstraksiyon cihazı (Gerharth marka), enerji düzeylerinin belirlenmesinde ise “Bomba Kalorimetresi” (Julius Peters marka) kullanıldı (Higuera vd., 1988; Cheng vd., 2003; Sanz vd., 1994).

Kromoksit (Cr_2O_3) tayininde spektrofotometre (Baush and Lomb marka), yağ asitlerinin analizinde ise gaz kromatografisi (SHIMADZU GC 17 Ver.3) kullanıldı.

2.2. Metot

2.2.1. Araştırmada Kullanılan Yöntemler

Araştırmada kullanılan suyun pH'ı, sıcaklığı, ve oksijen düzeyinin belirlenmesinde Gomes vd., (2005) ve Luo vd., (2006) tarafından belirtilen yöntemler kullanıldı. Suyun diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri ise Köy Hizmetleri 7. Bölge Müdürlüğü laboratuvarında APHA (1985) tarafından belirtilen yöntemler kullanılarak belirlendi.

Protein analizi AOAC (1995) tarafından belirtilen Kjeldahl yöntemi ile yağ yakma, distilasyon ve titrasyon işlemleri uygulanarak yapıldı. Aminoasit analizi ise AOAC (1995) tarafından belirtilen hidroliz yöntemi ile örneklerin hidrojenklorür ve azot gazı kullanılarak 110°C 'de etüvde 24 saat süreyle tutularak yapıldı. Ham besin madde düzeylerinin belirlenmesi AOAC (1995), kromoksit (Cr_2O_3) tayini ise Furukawa ve Tsukahara (1966) tarafından belirtilen yöntemle belirlendi. Kromoksit (Cr_2O_3) tayininde, yemler önce nitrik asit (HNO_3) sonra perklorik asit (HClO_4) ile Kjeldahl balonunda yakıldı. Yakma işlemi sonunda balonlar soğutularak üzerine distile su ilave edildi. Balondaki çözelti balon jöjeye alındı. Örnekler spektrofotometre tüplerine konularak 350 nanometrede distile suya karşı okundu. Yağ asitleri analizinde Hara ve Radin (1978) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Bu yöntemle göre analiz için 1 g örnek alınarak 3:2 (v/v) oranında 5 ml hekzan-izopropanol karışımı içinde 30 sn süreyle homojenize edildi. Homojenize edilen örnekler santrifüj tüplerine alınarak 4500 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edildikten sonra üst kısım alınarak metil esteri hazırlandı. Bu amaçla %2'lik metanolik sülfirik asit, %5'lik sodyum klorür, hekzan ve %2'lik potasyumbikarbonat kullanıldı. Daha sonra metil esterlerini içeren karışım, 45°C 'de ve azot akımı altında çözücüsü uçuruldu, 1ml hekzan ile çözülerek 2ml'lik ağzı kapaklı otosampler vialleri içine alınarak gaz kromatografisinde analiz edildi.

2.2.2. Denemenin Planlanması

Balık ununun belirli oranlarda azaltılarak yerine tam yağlı soya ve soya kütspesi ilave edilerek bu bitkisel proteinlerin gökkuşığı alabalığındaki sindirilme oranlarının belirlenmesi, balığın büyüme, yem değerlendirme, balık etinin kimyasal kalitesine ve enerji düzeylerine etkilerinin araştırılması amacıyla, deneme süresi 5 ay olan bu çalışmada, gökkuşığı alabalığı 200x40x40 cm boyutlarındaki teknelere yerleştirildi ve Çelikkale (1994) tarafından belirtilen yöntemle gerekli olan su debileri belirlendi. Balıkların canlı ağırlığı ve total boyu tespit edildi. Balıklara ağırlıklarının ve boylarının belirlenmesi işlemlerinde anestezi (100 mg/L benzocaine) uygulandı (Mattson ve Rippe, 1989). Üç tekrar olarak yürütülen çalışmada her tekneye 30 adet gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yerleştirildi (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Balıkların yerleştirildiği tekneler

2.2.3. Deneme Rasyonları ve Rasyonların Hazırlanması

Balıkların beslenmesinde, kontrol ve deneme rasyonları olmak üzere 5 rasyonda, protein kaynağı olarak balık unu, soya kütspesi ve tam yağlı soya kullanıldı. Yem öğelerinin ham besin madde, toplam enerji düzeyleri ve esansiyel aminoasit miktarları Tablo 2.1’de verildi.

Deneme rasyonlarının hazırlanışında, %49 ham protein ve 3690 kcal/kg sindirilebilir enerji içeren kontrol rasyonundaki (Cho vd., 1985; Lovell, 1998) balık ununun %15 ve %30'u yerine soya küspesi, yine kontrol rasyonundaki balık ununun %15 ve %30'u yerine tam yağlı soya ilave edilerek deneme 1, 2, 3 ve 4 rasyonları hazırlandı (Tablo 2.2).

Hazırlanan rasyonların protein oranını dengelemek amacıyla mısır gluteni, kontrol ve deneme rasyonlarında sırasıyla %6, %11, %16, %17 ve %25 oranlarında kullanıldı.

Toplam enerji düzeylerinin dengelenmesi amacıyla balık yağı, kontrol ve deneme rasyonlarında sırasıyla %11, %10, %9, %2 ve %1,05 oranlarında kullanıldı.

Kontrol ve deneme rasyonlarına sırasıyla %0,07, %0,24, %0,28, %0,09 ve %0,15 metiyonin ilave edildi. Ayrıca kontrol ve deneme rasyonlarındaki proteinlerin sindirilme oranlarının belirlenmesi amacıyla indikatör madde olarak %1 oranında kromoksit (Cr₂O₃) bu rasyonlara katıldı.

Tablo 2.1. Araştırma rasyonlarında kullanılan yem öğelerinin ham besin madde, toplam enerji düzeyleri ve esansiyel aminoasit miktarları

Ham besin maddeleri(%), enerji (kcal/kg) ve aminoasitler (%)	Balık unu	Soya küspesi	Tam yağlı soya	Mısır gluteni	Buğday kepeği
Protein	64,45	48,12	37,61	60,55	15,74
Yağ	9,81	1,23	18,25	1,41	2,71
Kül	10,24	6,04	5,52	2,48	5,26
Lif	2,71	3,95	5,54	2,14	11,22
Azotsuz öz madde	3,54	28,57	21,04	24,41	52,73
Nem	9,25	12,09	12,04	9,04	12,34
Toplam enerji	3426	2934	3809	4260	1200
Aminoasitler *					
Arjinin	3,82	3,39	2,80	2,02	0,86
Histidin	1,45	1,19	1,01	1,31	0,39
İsolösin	2,66	2,03	2,18	2,54	0,51
Lösin	4,48	3,49	2,8	10,2	0,92
Liysin	4,72	2,85	2,4	1,11	0,58
Metiyonin	1,75	0,57	0,54	1,63	0,19
Fenilalanin	2,41	2,22	2,10	3,96	0,55
Treonin	2,50	1,78	1,69	2,07	0,46
Triptofan	0,65	0,64	0,52	0,43	0,25
Valin	3,22	2,02	2,02	3,09	0,69

*Esansiyel aminoasit miktarları, NRC, (1990) ve NRC, (1993)'de belirtilen tablo değerlerinden hesaplanmıştır.

Tablo 2.2. Kontrol ve deneme rasyonlarının yapısı (%)

Yem ögeleri	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Balık unu	43	28	13	28	13
Soya küspesi	25	40	55	-	-
Tam yağlı soya	-	-	-	40	55
Mısır gluteni	6	11	16	17	25
Buğday kepeği	11,83	7,66	3,62	9,81	2,70
Balık yağı	11	10	9	2	1,05
Metiyonin	0,07	0,24	0,28	0,09	0,15
Antioksidan ^(a)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitamin karması ^(b)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mineral karması ^(c)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kromoksit (Cr ₂ O ₃)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

^a Butilen Hidroksi Toluen (BHT); 125.000 mg/ kg

^b Vitamin Karması (mg kg⁻¹); Riboflavin 4 000, Pridoksin 3 000, cyanokobalamin 10, Askorbik asit 50 000, Niasin 10 000, Biotin 150, Tiamin 1 000, Folik asit 1 000, Kolin 1 000, Pantothenik asit 20 000, Myoinositol 300 000, Retinol 2 500 000 IU, Kalsiferol 2 400 000 IU, Tokoferol 50 000 IU.

^c Mineral Karması (mg kg⁻¹); Mn 13 000, Fe 60 000, Zn 30 000, Mg 5, K 70, Na 60, Cu 3 000, I 1100, Co 400, Se 300.

Kontrol ve deneme rasyonları hazırlanırken rasyonları oluşturan yem maddeleri uygun karışımın sağlanması için öğütülerek uygun partikül büyüklüğüne getirildi. Bu yem maddeleri belirlenen oranlarda tartılarak homojen bir karışım sağlanacak şekilde karıştırıldı. Daha sonra belirlenen miktarlarda vitamin ve mineral karmaları rasyona ilave edildi. Homojen hale getirilmiş olan yem maddelerine 1/1 oranında su ilave edilerek karıştırıldı. Hamur haline getirilen materyal kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirildi. Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip, yem kurutma fırınında 60 °C’de 24 saat

bekletilerek kurutuldu (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977) (Şekil 2.2, 2.3). Pelet büyüklüğü ise balık ağırlığı ve ağız açıklığı dikkate alınarak Lovell (1998) tarafından belirtilen esaslar dikkate alınarak hazırlandı. Yemler kullanılıncaya kadar plastik muhafaza kapları içerisinde 4 °C’de muhafaza edildi.

Balıklara verilecek günlük yem miktarı Çetinkaya (1995) tarafından belirtilen aşağıdaki formüle göre hesaplandı. Tespit edilen günlük yem balıklara günde üç öğün halinde verildi. Günlük yem miktarları balıklar beslenmeye başlandıktan sonra her 30 gün sonunda yeniden belirlendi.

$$\text{GYM (kg)} = \text{YKS} \times \text{TBA (kg)} / 100 \quad (2.1)$$

GYM= Günlük yem miktarı (kg)

YKS=Yemleme katsayısı= [Ortalama su sıcaklığı (°C) /10]

TBA= Toplam Balık Ağırlığı (kg)



Şekil 2.2. Kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilip pişirme tepsilerine yerleştirilmiş yemler



Şekil 2.3. Pişirme tepsilerinin kurutma fırınına yerleştirilmesi

Rasyonlarında kullanılan balık yağının ve tam yağlı soyanın yağ asidi düzeyleri Tablo 2.3’de verildi.

Kontrol ve deneme rasyonlarının ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları Tablo 2.4’de gösterildi.

Tablo 2.3. Araştırma rasyonlarında kullanılan balık yağının ve tam yağlı soyada bulunan yağın yağ asidi düzeyleri

Yağ asitleri (%)	Hamsi balığı yağı*	Soya yağı*
14:0	7,4	0,1
16:0	17,4	10,3
16:1	10,5	0,2
18:0	4,0	3,8
18:1	11,6	22,8
18:2 n-6	1,2	51,0
18:3 n-3	0,8	6,8
18:4 n-3	3,0	-
20:1	1,6	0,2
20:4 n-6	0,1	-
20:5 n-3	17,0	-
22:1	1,2	-
22:5 n-3	1,6	-
22:6 n-3	8,8	-
Σn-3	31,2	6,8
Σn-6	1,3	51,0
n-3/n-6 oranı	24,0	0,13

* NRC (1993)'tarafından bildirilmiş olan yağ asidi düzeyleri

Tablo 2.4. Araştırma rasyonlarının ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları

Rasyonlar ve öğeleri	Birim fiyat (TL/kg)
Kontrol	1,286
Deneme 1	1,199
Deneme 2	1,101
Deneme 3	1,131
Deneme 4	1,079
Yem öğeleri	
Balık unu	1,50
Soya küspesi	0,78
Tam yağlı soya	0,95
Mısır gulteni	0,90
Buğday kepeği	0,37
Balık yağı	2,34
Antioksidan	5,55
Vitamin karması	6,36
Mineral karması	1,65
Metiyonin	9,09

2.2.4. Dışkı Örneklerinin Toplanması

Balıklar kontrol ve deneme rasyonları ile beslenmeye başlandıktan 7 gün sonra dışkı örnekleri sifonlama yöntemine göre toplanmaya başlandı (Hossain ve Jauncey, 1989; Spyridakis vd., 1989). Balıkların tekneye bıraktığı dışkıların dağılmadan alınması ve böylece besin maddesi kayıplarının minimum düzeyde tutulması amacıyla dışkıların toplanması için en uygun sifonlama süresi belirlendi. Balıkların mevcut ortam şartlarında

bağırsak boşaltım süreleri yaklaşık 6 saat olarak tespit edildi. Balıklar için hesaplanan günlük yem miktarı günde üç öğün halinde olmak üzere sırasıyla; 8.30, 14.30, 20.30 saatlerinde balıklara verildi. İkinci yemlemeden bir müddet sonra yaklaşık olarak saat 15.00'da tekneler sifonlanarak yem kalıntıları ve metabolik atıklar ortamdan uzaklaştırıldı. Son yemleme yapılmadan önce tekneler sifonlanarak dışkı örnekleri toplandı. Çalışma süresince ve günlük periyotlarla sifonlama yapılmak suretiyle toplanan dışkı örnekleri, süzildükten sonra 60 °C'lik kurutma fırınında 24 saat bekletildi. Numaralandırılarak derin dondurucuda (Beko BK 3405 CF, D marka) -20 °C'de muhafaza edildi.

2.2.5. Büyüme ve Yem Parametrelerinin Hesaplanması

Araştırmada kullanılan soya küspesi ve tam yağlı soya proteinlerinin gökkuşağı alabalığı tarafından değerlendirilebilirliğini belirlemek amacıyla; balığın ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, karkas verimi, fileto verimi ve besin maddelerinin sindirilme oranı, aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplandı.

2.2.5.1. Ağırlık Artışı

Balıkların ağırlık artışlarının belirlenmesinde Halver (1972) ve NRC (1990) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, canlı ağırlık artışı (CAA); balıkların periyot sonu ortalama ağırlığından periyot başı ortalama ağırlığının çıkarılmasıyla bulundu.

$$CAA = W_t - W_{t-1} \quad (2.2)$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

2.2.5.2. Oransal Büyüme

Balıkların oransal büyümelerinin belirlenmesinde Halver (1972) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, oransal büyüme (OB) deneme boyunca kazanılan ortalama ağırlığın deneme başı ortalama ağırlığına oranlanmasıyla belirlendi. Oransal büyüme aşağıdaki eşitlikle bulundu.

$$OB = [(W_t - W_{t-1}) / W_{t-1}] \times 100 \quad (2.3)$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

2.2.5.3. Spesifik Büyüme Oranı

Ağırlıkça spesifik büyüme oranı (SBO) balığın bir günde kendi ağırlığının yüzde kaçı kadar büyüdüğünü ifade etmekte ve balık büyümesini ifade açısından daha rasyonel bir parametre olarak kullanılmaktadır (Halver, 1989).

$$SBO = [(\text{Log}_e W_t - \text{Log}_e W_{t-1}) / T] \times 100 \quad (2.4)$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

T : Periyodik süre (gün).

2.2.5.4. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörünün hesaplanmasında Halver (1972) tarafından belirtilen formül kullanıldı. Böylece, balığa verilen yemin balığın kondisyonu üzerindeki etkisi kantitatif olarak belirlendi. Kondisyon faktörü (K) aşağıdaki eşitlikle bulundu.

$$K = (W / L^3) \times 100 \quad (2.5)$$

W : Balığın ağırlığı (g).

L : Balığın total boyu (cm).

2.2.5.5. Yem Dönüşüm Oranı

Yem dönüşüm oranı (YDO) bir birim canlı ağırlık artışı için ne kadar yem tüketildiğini ifade eder. Yem dönüşüm oranı; periyot süresince tüketilen toplam yem miktarı ve balıkların o periyotta sağladıkları toplam canlı ağırlık artışı kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla tespit edildi (Halver, 1989; Çetinkaya, 1995).

$$YDO = Y / (W_t - W_{t-1}) \quad (2.6)$$

Y : Periyot süresince harcanan yem miktarı (g).

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

2.2.5.6. Protein Etkinlik Oranı ve Protein Değerlendirme İndeksi

Protein etkinlik oranı, yem proteinlerinin ne ölçüde balık etine dönüştüğünün genel bir göstergesidir. Bu parametre, kullanılan protein kaynaklarının etkinliği ve biyolojik değerleri hakkında önemli bilgiler verir. Protein değerlendirme indeksi ise yem protein oranının balık eti protein oranını nasıl etkilediğini araştırmak için baş vurulan bir parametredir. Protein etkinlik oranı (PEO) ve protein değerlendirme indeksi (PDİ) aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplandı (Çetinkaya, 1995).

$$\text{PEO} = \text{Ağırlık artışı (g)} / [\text{Yem tüketimi (g)} \times \text{Yemin ham protein oranı (\%)}] \quad (2.7)$$

$$\text{PDİ} = \text{Balık etindeki protein oranı (\%)} / \text{Verilen yemdeki protein oranı (\%)} \quad (2.8)$$

2.2.5.7. Karkas Verimi

Balıkların karkas veriminin hesaplanmasında Kim vd. (1987) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Karkas veriminin (KV) bilinmesi ile yapılan beslemenin iç organların dışında kalan vücut kesimi üzerindeki artırıcı veya azaltıcı etkisi belirlendi (Çetinkaya, 1995; Köprücü ve Özdemir, 2003).

$$\text{KV (\%)} = [\text{Balık ağırlığı (g)} - (\text{İç organların ağırlığı} + \text{Baş ağırlığı} + \text{Yüzgeç ağırlığı}) \text{ (g)} / \text{Balık ağırlığı (g)}] \times 100 \quad (2.9)$$

2.2.5.8. Fileto Verimi

Balıkların fileto verimlerinin hesaplanmasında Çetinkaya (1995) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Bu yöntem fileto olarak değerlendirilen balık türlerinde, uygulanan beslemenin fileto verimi üzerine olan etkisinin araştırılmasında kullanıldı (Çetinkaya, 1995; Köprücü ve Özdemir, 2003).

$$\text{FV (\%)} = [(\text{Balık ağırlığı (g)} - (\text{İç organ ağırlığı} + \text{Baş ağırlığı} + \text{Yüzgeç ağırlığı} + \text{Deri ağırlığı} + \text{Kemik ağırlığı})) \text{ (g)} / \text{Balık ağırlığı (g)}] \times 100 \quad (2.10)$$

2.2.6. Sindirim Katsayısının Hesaplanması

Araştırma rasyonlarındaki ham besin maddeleri ve aminoasitlerin sindirilme oranları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplandı (Cho ve Slinger, 1979; Luo vd., 2006).

$$\text{ADC} = 100 \times [1 - (\text{F/D}) \times (\text{Di/Fi})] \quad (2.11)$$

ADC: Yemin sindirim katsayısı (%),
D: Yemdeki protein veya aminoasit (%),
F: Dışkıdaki protein veya aminoasit (%),
Di: Yemdeki indikatör (%),
Fi: Dışkıdaki indikatör (%)

2.2.7. Sindirilebilir Enerji ve Enerjinin Sindirilme Oranı

Sindirilebilir enerjinin hesaplanmasında (Halver, 1989) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Sindirilebilir enerji balıklar tarafından alınan yemin toplam enerji kapsamı ile dışkının enerji kapsamı arasındaki fark belirlenerek tespit edildi.

Enerjinin sindirilme oranının (DE) hesaplanmasında (Halver, 1989) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı.

$$\text{DE (\%)} = \frac{(\text{TE}) - (\text{FE})}{(\text{TE})} \times 100 \quad (2.12)$$

TE = Toplam Enerji

FE = Fekal Enerji

2.2.8. Araştırma Rasyonlarının Ekonomik Analizi

Araştırma rasyonlarının ekonomik analizi FAO/UNDP (1985)'de belirtilen metoda göre yapıldı. Deneme süresince her grupta tüketilen toplam yemin Türk Lirası değeri, deneme sonunda balıklardan elde edilen toplam canlı ağırlık artışına bölünerek, bir birim balık eti üretimi için yem maliyeti hesaplandı. Sonuçlar TL/kg olarak verildi.

2.2.9. Verilerin Değerlendirilmesi

İncelenen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalaması ve standart hatasının hesaplanması, gruplar arası farklılığın önem derecesinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan “One-Way Anova” ve “Duncan Testi” bilgisayar ortamında SPSS 12.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois) kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirildi.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, balık ununun; %15 azaltılarak yerine soya küspesi, tam yağlı soya, %30 azaltılarak yerine soya küspesi ve tam yağlı soya ilave edilerek hazırlanan deneme rasyonları ile beslenen gökkuşacağı alabalığında sindirilme oranlarının belirlenmesi, balığın büyüme (ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı) balık etinin kimyasal kalitesine (ham protein, aminoasitler, ham yağ, yağ asitleri, kül, azotsuz öz madde ve su) ve enerji düzeylerine etkileri belirlendi. Bu değerlerle ilgili bilgiler aşağıda sırası ile verilmiştir.

3.1. Araştırmada Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalışmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait veriler Tablo 3.1’de verildi.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler

Parametreler	Miktarlar
Sıcaklık (°C)	8,8-9,4
pH	7,7-7,9
Çözünmüş oksijen (mg/L)	7,2-7,7
Renk	Renksiz
Bulanıklık (m)	0,2
İletkenlik (mS/cm)	235
Toplam alkalinite (mg/l)	77,3
Toplam çözünmüş karbondioksit (ppm)	13,07
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)	11
Hidrojen sülfür (ppm)	0,03
Sülfat (mg/l)	37,5
Toplam askıda katı madde (mg/l)	10
Nitrat (mg/l)	0,7
Toplam sertlik (mg/l)	88,24
Fosfat (mg/l)	0,05
Klorür (mg/l)	0,001
Amonyum (mg/l)	0,001

3.2. Araştırma Rasyonlarının Yapısı

Kontrol ve deneme rasyonlarının ham besin madde oranları (% kuru madde) ve toplam enerji düzeyleri (kcal/kg)'ne ait değerler Tablo 3.2'de verildi.

Tablo 3.2. Araştırma rasyonlarının ham besin madde oranları (% kuru madde) ve toplam enerji düzeyleri (kcal/kg)

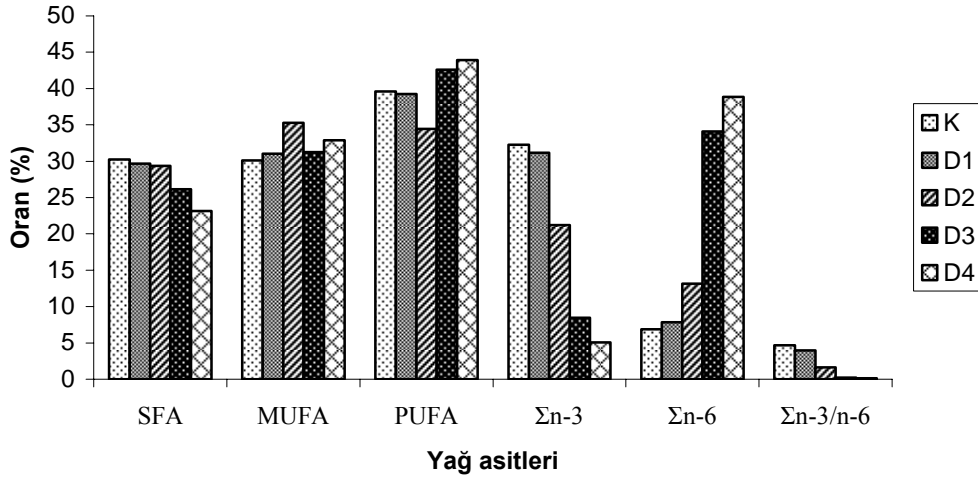
Ham besin maddeleri (%) enerji (kcal/kg)	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	49,52	50,79	50,85	50,83	49,85
Yağ	12,87	12,92	11,28	10,44	10,12
Kül	11,51	10,68	9,82	9,73	8,34
Lif	5,04	4,12	4,04	4,51	5,12
Azotsuz öz madde	13,60	13,86	16,13	17,00	19,46
Kuru madde	92,54	92,37	92,12	92,51	92,89
Toplam enerji	4287	4302	4275	4313	4292

Hazırlanan rasyonların yağ asidi miktarları Tablo 3.3'de, kontrol ve deneme rasyonlardaki SFA, MUFA, PUFA, Σ n-3, Σ n-6, n-3/n-6 yağ asit düzeyleri ise Şekil 3.1'de verildi.

Tablo 3.3. Rasyonlarda bulunan yağın yağ asidi miktarları (%)

Yağ asitleri*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
14:0	5,83±0,05 ^a	5,43±0,21 ^b	3,50±0,03 ^c	2,22±0,01 ^c	1,00±0,01 ^d
14:1	0,39±0,01	0,39±0,02	0,51±0,03	0,16±0,02	-
15:0	0,71±0,01 ^b	0,71±0,02 ^b	0,96±0,02 ^a	0,30±0,04 ^c	0,20±0,01 ^d
16:1 n-7	7,10±0,18 ^b	7,19±0,02 ^b	8,54±0,02 ^a	2,70±0,03 ^c	1,31±0,03 ^d
16:1 n-9	1,23±0,01 ^b	1,24±0,04 ^b	1,67±0,03 ^a	1,19±0,04 ^b	1,01±0,01 ^c
17:0	0,73±0,14	0,79±0,02	0,66±0,08	0,26±0,01	-
17:1	0,96±0,03 ^{ab}	1,11±0,25 ^a	0,64±0,04 ^{bc}	0,43±0,05 ^{cd}	0,13±0,01 ^d
18:0	3,55±0,08 ^c	3,40±0,02 ^c	4,01±0,04 ^b	5,26±0,15 ^a	5,08±0,07 ^a
18:1 n-9	17,26±0,18 ^d	17,65±0,12 ^d	20,28±0,22 ^c	25,61±0,23 ^b	28,86±0,35 ^a
18:1 n-7	2,02±0,08 ^b	2,09±0,02 ^b	2,64±0,05 ^a	0,17±0,04 ^c	0,20±0,02 ^c
18:2 n-6	4,73±0,03 ^c	5,90±0,07 ^d	10,51±0,09 ^c	31,86±0,14 ^b	36,51±0,11 ^a
18:3 n-6	0,54±0,10 ^c	0,54±0,09 ^c	1,74±0,04 ^b	2,10±0,06 ^a	2,33±0,01 ^a
18:3 n-3	1,20±0,04 ^c	1,21±0,05 ^c	1,88±0,03 ^d	2,98±0,03 ^b	3,21±0,04 ^a
18:4 n-3	1,80±0,03 ^a	1,77±0,04 ^a	1,03±0,03 ^b	0,51±0,02 ^c	0,24±0,06 ^d
20:0	0,65±0,02 ^b	0,66±0,03 ^b	0,85±0,04 ^a	0,44±0,02 ^d	0,51±0,05 ^c
20:1 n-9	0,89±0,01 ^b	0,86±0,03 ^b	0,97±0,04 ^a	0,58±0,04 ^c	0,46±0,02 ^d
20:1 n-7	0,26±0,04	0,17±0,02	-	0,23±0,03	0,44±0,02
20:2 n-6	0,24±0,03	0,20±0,04	0,18±0,01	-	-
20:4 n-6	0,80±0,03	0,72±0,03	0,44±0,02	0,14±0,04	-
20:5 n-3	11,29±0,06 ^a	10,58±0,07 ^b	6,89±0,04 ^c	2,26±0,06 ^d	0,65±0,02 ^c
22:0	0,44±0,01 ^c	0,54±0,07 ^c	0,87±0,08 ^{ab}	0,97±0,03 ^a	0,79±0,04 ^b
22:2	0,26±0,02	0,21±0,03	-	-	-
22:5 n-6	0,48±0,05	0,47±0,04	0,27±0,02	-	-
22:5 n-3	1,00±0,03 ^a	0,89±0,01 ^b	0,45±0,02	0,17±0,01	-
22:6 n-3	16,96±0,16 ^a	16,74±0,22 ^a	10,96±0,11 ^b	2,55±0,17 ^c	0,97±0,03 ^d
24:1	-	0,32±0,01	-	0,24±0,06	-
16:0	18,32±0,11 ^a	18,13±0,08 ^a	18,50±0,05 ^a	16,67±0,35 ^b	15,58±0,24 ^b
22:1 n-9	-	-	-	0,14±0,09	0,22±0,01
15:1	-	-	-	0,15±0,01	0,28±0,14
SFA	30,23±0,15 ^a	29,68±0,33 ^a	29,37±0,11 ^a	26,14±0,17 ^b	23,16±0,30 ^c
MUFA	30,12±0,22 ^d	31,05±0,30 ^c	35,26±0,14 ^a	31,25±0,10 ^c	32,91±0,22 ^b
PUFA	39,59±0,34 ^c	39,25±0,17 ^c	34,45±0,15 ^d	42,58±0,16 ^b	43,91±0,29 ^a
Σn-3	32,26±0,11 ^a	31,19±0,11 ^b	21,22±0,10 ^c	8,48±0,24 ^d	5,08±0,16 ^c
Σn-6	6,90±0,16 ^c	7,84±0,04 ^d	13,14±0,05 ^c	34,10±0,08 ^b	38,85±0,13 ^a
Σn-3/n-6	4,68±0,09 ^a	3,97±0,03 ^b	1,61±0,01 ^c	0,24±0,01 ^d	0,13±0,01 ^d

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05). (N=3 tekrarlı).



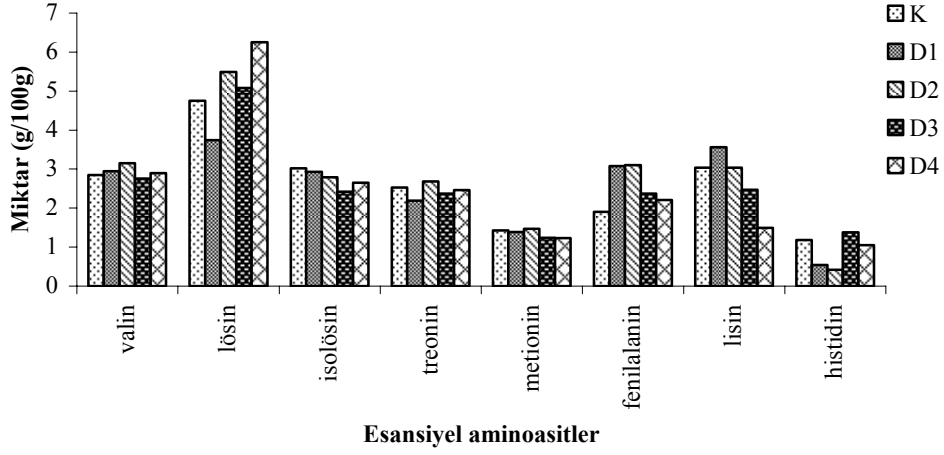
Şekil 3.1. Gökkuşacağı alabalığına ait rasyonlardaki yağ asit düzeyleri

Rasyonların aminoasit miktarları Tablo 3.4’de, araştırma gruplarına ait rasyonlardaki esansiyel aminoasit düzeyleri ise Şekil 3.2’de verildi.

Tablo 3.4. Araştırma rasyonlarının aminoasit miktarları (g/100g yem)

Aminoasitler *	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Valin	2,85±0,05 ^c	2,95±0,01 ^b	3,15±0,01 ^a	2,76±0,02 ^c	2,90±0,06 ^b
Lösin	4,75±0,01 ^d	3,74±0,0 ^e	5,49±0,01 ^b	5,08±0,01 ^c	6,25±0,01 ^a
İsolösin	3,02±0,02 ^a	2,93±0,01 ^b	2,79±0,02 ^c	2,42±0,02 ^e	2,65±0,04 ^d
Treonin	2,53±0,08 ^{ab}	2,19±0,03 ^c	2,68±0,02 ^a	2,37±0,02 ^b	2,46±0,08 ^b
Metiyonin	1,43±0,01 ^{ab}	1,39±0,02 ^{ab}	1,47±0,03 ^a	1,24±0,02 ^c	1,23±0,02 ^c
Fenilalanin	1,90±0,02 ^d	3,08±0,02 ^a	3,10±0,05 ^a	2,37±0,01 ^b	2,21±0,03 ^c
Liysin	3,04±0,07 ^b	3,50±0,03 ^a	3,04±0,04 ^b	2,47±0,03 ^c	1,49±0,01 ^d
Histidin	1,18±0,03 ^b	0,54±0,01 ^c	0,42±0,02 ^c	1,38±1,12 ^a	1,05±0,01 ^b
Tyrosin	1,45±0,02 ^c	1,89±0,02 ^a	1,94±0,02 ^a	1,93±0,03 ^a	1,78±0,04 ^b
Alanin	2,59±0,03 ^d	2,86±0,07 ^{bc}	2,75±0,01 ^c	2,96±0,03 ^{ab}	3,0±0,02 ^a
Glisin	3,23±0,01 ^a	2,55±0,01 ^c	2,43±0,02 ^d	2,28±0,01 ^e	2,58±0,01 ^b
Serin	2,05±0,01 ^d	2,36±0,07 ^{bc}	2,97±0,02 ^a	2,45±0,06 ^b	2,21±0,04 ^{cd}
Prolin	3,74±0,01 ^a	3,29±0,01 ^b	3,19±0,01 ^c	3,07±0,02 ^d	3,77±0,03 ^a
Aspartik asit	7,38±0,03 ^a	5,93±0,03 ^c	6,50±0,01 ^b	7,78±0,02 ^a	6,43±0,07 ^b
Hidroksiprolin	0,45±0,01 ^c	0,30±0,01 ^d	0,50±0,0 ^b	0,48±0,0 ^b	0,55±0,01 ^a
Glutamik asit	6,55±0,10 ^d	10,01±0,09 ^c	9,08±0,05 ^b	9,30±0,13 ^b	6,92±0,05 ^c

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05). (N=3 tekrarlı).



Şekil 3.2. Gökkuşuğu alabalığına ait rasyonlardaki esansiyel aminoasit düzeyleri

3.3. Balıkların Dışkı Örneklerindeki Ham Besin Madde, Toplam Enerji, Kromoksit ve Aminoasit Miktarları

Balıkların dışkı örneklerindeki ham besin madde (% kuru madde), toplam enerji, kromoksit ve aminoasit miktarları Tablo 3.5’de verildi.

Tablo 3.5. Araştırma gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji, kromoksit ve aminoasit değerleri

Ham besin maddeleri (%), toplam enerji (kcal/kg), kromoksit (%) ve aminoasit (%)	N*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	3	16,27±0,09	17,58±0,10	17,19±0,13	24,64±0,07	26,21±0,09
Yağ	3	2,91±0,12	3,51±0,23	4,67±0,31	2,83±0,25	4,39±0,37
Kül	3	16,17±0,31	17,14±0,29	16,01±0,52	16,25±0,66	16,10±0,34
Lif	3	4,12±0,14	3,89±0,10	3,51±0,21	3,62±0,37	3,71±0,53
Azotsuz öz madde	3	51,04±0,16	54,17±0,25	56,92±0,24	50,21±0,14	46,03±0,11
Kuru madde	3	90,51±0,95	96,29±0,87	98,30±0,91	97,55±0,68	96,44±0,88
Toplam enerji	3	597±15	629±21	655±18	645±27	725±29
Kromoksit	3	2,99±0,05	2,68±0,09	1,91±0,45	2,96±0,51	1,65±0,04
Alanin	3	1,04±0,00	1,08±0,00	1,19±0,00	1,77±0,00	1,71±0,02
Glisin	3	1,22±0,0	1,02±0,00	0,96±0,02	1,39±0,00	1,10±0,00
valin	3	1,03±0,00	1,11±0,00	1,04±0,00	1,44±0,02	1,57±0,01
Lösin	3	1,65±0,00	1,74±0,01	2,26±0,00	2,31±0,01	3,17±0,01
Isolösin	3	0,89±0,00	0,94±0,02	1,03±0,00	1,36±0,00	1,47±0,03
Treonin	3	0,76±0,00	0,95±0,04	0,75±0,00	1,24±0,02	1,27±0,05
Serin	3	0,49±0,00	0,62±0,00	0,54±0,01	0,89±0,02	0,99±0,02
Prolin	3	0,90±0,00	0,83±0,01	1,20±0,01	1,71±0,01	1,50±0,00
Aspartik asit	3	2,20±0,00	1,78±0,01	1,36±0,00	3,13±0,02	3,75±0,01
Metiyonin	3	0,19±0,00	0,42±0,00	0,39±0,00	0,63±0,00	0,50±0,00
Hidroksiprolin	3	0,00	0,21±0,00	0,23±0,01	0,36±0,00	0,26±0,
Glutamik asit	3	2,54±0,01	2,43±0,01	1,96±0,00	4,54±0,06	3,45±0,01
Fenilalanin	3	1,10±0,01	1,06±0,01	1,51±0,00	1,03±0,02	1,38±0,00
Liysin	3	1,10±0,00	1,15±0,00	1,29±0,00	1,11±0,01	1,21±0,00
Histidin	3	0,00	0,24±0,00	0,12±0,01	0,11±0,00	0,43±0,01
Tyrosin	3	0,53±0,00	0,53±0,00	0,85±0,02	0,77±0,02	1,01±0,00

*N, Tekrar sayısı.

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, kontrol ve deneme gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham protein, kontrol grubunda %16,27 olarak belirlenirken, deneme gruplarında sırasıyla (%), 17,58; 17,19; 24,64; 26,21 olarak belirlendi. Ham yağ miktarı kontrol grubunda %2,91 olarak tespit edildi. Deneme gruplarında ise bu oran sırasıyla (%) 3,51; 3,51; 4,67; 2,83; 4,39 olarak bulundu. Toplam enerji düzeyi, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla 597, 629, 655, 645 ve 725 kcal/kg olduğu belirlendi. Kontrol ve deneme gruplarındaki balıkların dışkı örneklerinde alanin, glisin, valin, lösin, izolösin, treonin, serin, prolin, aspartik asit, metiyonin, glutamik asit, fenilalanin, liysin, tyrosin aminoasit miktarları belirlenirken hidroksiprolin ve histidin kontrol grubunda bulunmadı.

3.4. Kontrol ve Deneme Rasyonlardaki Besin ve Enerjinin Sindirilme Oranları ve Sindirilebilir Enerji Düzeyleri

Rasyonlardaki besin ve enerjinin sindirilme oranları ve sindirilebilir enerji düzeylerine ait değerler Tablo 3.6’da verildi.

Tablo 3.6. Kontrol ve deneme rasyonlarındaki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları (%) ile sindirilebilir enerji düzeyleri (kcal/kg)

Ham besin maddeleri ve enerji *	N *	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	3	89,44±0,12 ^a	85,30±0,26 ^b	80,28±0,19 ^c	79,91±0,25 ^d	67,14±0,17 ^c
Yağ	3	93,01±0,12 ^a	90,59±0,24 ^c	78,32±0,81 ^d	90,84±0,72 ^b	70,85±0,55 ^c
Kül	3	53,04±0,24 ^a	40,17±0,32 ^c	14,73±0,80 ^e	43,72±0,38 ^b	16,95±0,29 ^d
Azotsuz öz madde	3	72,69±0,81 ^b	64,78±0,21 ^c	54,56±0,17 ^e	72,95±0,22 ^a	56,08±0,41 ^d
Enerji sindirim oranı	3	86,07±0,20 ^a	85,37±0,40 ^{ab}	84,67±0,24 ^b	85,04±0,36 ^{ab}	83,10±0,39 ^c
Sindirilebilir enerji	3	3690±9,66 ^a	3673±12,12 ^a	3620±10,39 ^b	3668±15,58 ^a	3567±16,74 ^c

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

**N, Tekrar sayısı.

Tablo 3.6’deki veriler incelendiğinde, kontrol ve deneme rasyonlarındaki protein sindirim oranları arasındaki farklılıkların önemli (p<0,05) olduğu belirlendi. En yüksek protein sindirim oranı kontrol yeminden sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme rasyonları izledi. Ayrıca yağ, kül ve enerji sindirim oranları arasındaki farklılıkların önemli (p<0,05) olduğu belirlendi. Rasyonların enerji sindirim oranı ise kontrol grubunda %86,07, deneme gruplarında ise sırasıyla %85,37, %84,67, %85,04, %83,10 olarak bulundu. Kontrol, deneme 1 ve deneme 3 grupları kendi aralarında mukayese edildiğinde enerji sindirim oranları arasında fark olmadığı, ayrıca 1, 2 ve 3 nolu deneme gruplarında kendi aralarında karşılaştırıldığında farkın önemsiz (p>0,05) olduğu tespit edildi. Deneme 2 ve deneme 4 grupları arasında ise farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi (p<0,05). Sindirilebilir enerji (kcal/kg) kontrol grubunda 3690, deneme gruplarında ise sırasıyla 3673, 3620, 3668 ve 3567 olarak belirlendi. Kontrol, deneme 1 ve deneme 3 kendi aralarında karşılaştırıldığında sindirilebilir enerji değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı, ancak 2 ve 4 nolu deneme gruplarına göre farkın önemli (p<0,05) olduğu belirlendi. Deneme 2 ve deneme 4 grupları kendi aralarında

karşılaştırıldığında sindirilebilir enerji değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu belirlendi.

3.4.1. Aminoasitlerin Sindirim Katsayıları

Rasyonlardaki aminoasitlerin sindirim katsayıları Tablo 3.7’de verildi.

Tablo 3.7. Araştırma rasyonlarındaki aminoasitlerin sindirim katsayıları

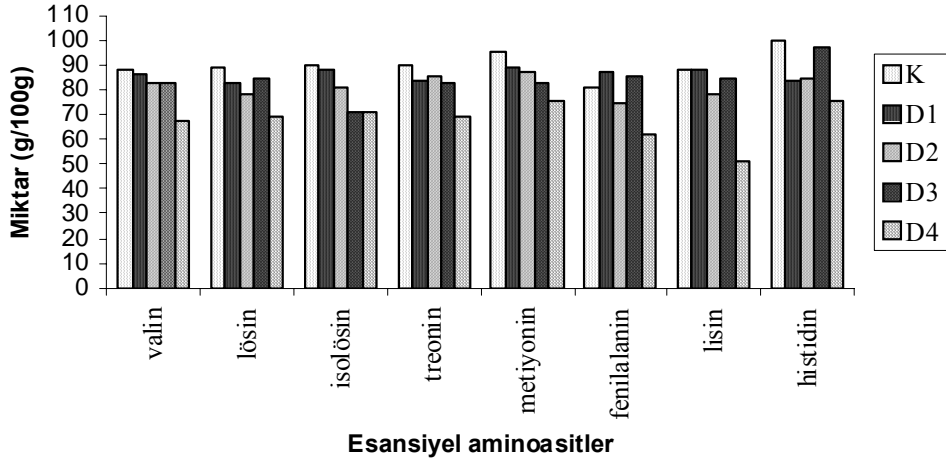
Aminoasitler * (%) (N=3)**	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Valin	88,06±0,26 ^a	86,07±0,13 ^b	82,75±0,24 ^c	82,79±0,60 ^c	67,67±1,22 ^d
Lösin	88,54±0,79 ^a	82,76±0,20 ^c	78,54±0,16 ^d	84,97±0,11 ^b	69,56±0,29 ^c
İsolösin	90,25±0,22 ^a	88,05±0,51 ^b	80,79±0,45 ^c	70,73±0,35 ^d	71,29±0,51 ^d
Treonin	89,97±0,31 ^a	83,94±0,84 ^{bc}	85,31±0,19 ^b	82,70±0,36 ^c	68,96±1,40 ^d
Metiyonin	95,36±0,27 ^a	88,86±0,32 ^b	87,54±0,32 ^c	83,17±0,32 ^d	75,59±0,25 ^c
Fenilalanin	80,83±0,83 ^c	87,26±0,07 ^a	74,71±0,35 ^d	85,65±0,34 ^b	62,33±0,45 ^c
Liysin	87,91±0,44 ^a	87,74±1,52 ^a	77,86±0,24 ^c	84,81±0,11 ^b	51,20±0,87 ^d
Histidin	100±0,00 ^a	83,42±1,02 ^b	84,81±2,17 ^b	97,15±0,09 ^a	75,19±0,41 ^c
Tyrosin	100±0,00 ^a	89,94±0,65 ^c	76,84±0,89 ^d	97,96±0,11 ^b	65,72±0,76 ^c
Alanin	86,84±0,07 ^a	85,82±0,40 ^a	77,36±0,06 ^c	80,18±0,22 ^b	65,78±0,59 ^d
Glisin	87,49±0,05 ^a	85,14±0,08 ^b	79,37±0,75 ^c	79,82±0,22 ^c	74,32±0,20 ^d
Serin	93,10±0,19 ^a	88,82±0,08 ^{bc}	90,50±0,34 ^b	88,00±0,60 ^c	73,01±1,30 ^d
Prolin	95,98±0,34 ^a	93,02±0,05 ^b	90,50±0,34 ^c	88,00±0,60 ^d	73,01±1,30 ^c
Aspartik asit	90,16±0,06 ^a	88,89±0,07 ^b	89,10±0,02 ^b	86,69±0,11 ^c	64,97±0,52 ^d
Hidroksiprolin	100±0,00 ^a	73,66±0,18 ^b	75,13±0,30 ^b	74,33±0,47 ^b	71,57±2,55 ^b
Glutamik asit	87,18±0,26 ^c	90,93±0,04 ^a	88,73±0,02 ^b	83,88±0,18 ^d	70,05±0,29 ^c

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

**N, Tekrar sayısı.

Kontrol ve deneme rasyonlarında esansiyel aminoasitlerin sindirim katsayısı; valin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 88,06; 86,07; 82,75; 82,79; 67,67, lösin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 88,54; 82,76; 78,54; 84,97; 69,56, isolösin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 90,25; 88,05; 80,79; 70,73; 71,29, treonin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 89,97; 83,94; 85,31; 82,70; 68,96 metiyonin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 95,36; 88,86; 87,54; 83,17; 75,59, fenilalanin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 80,83; 87,26; 74,71; 85,65; 62,33, liysin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 87,91; 87,74; 77,86; 84,81; 51,20, histidin, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla (%), 100; 83,42; 84,81; 97,15; 75,19 olarak bulundu.

Araştırma gruplarına ait rasyonlardaki esansiyel aminoasitlerin sindirim katsayıları Şekil 3.3’de verildi.



Şekil 3.3. Gökkuşağı alabalığı rasyonlarındaki esansiyel aminoasitlerin sindirim katsayıları

3.5. Büyüme Parametreleri

3.5.1. Canlı Ağırlık

Kontrol ve deneme gruplarından elde edilen balıkların canlı ağırlıklarına ait değerler Tablo 3.8’de verildi. Başlangıç ağırlıkları, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla $49,95 \pm 0,28$, $49,56 \pm 0,33$, $50,18 \pm 0,25$, $49,80 \pm 0,33$, $50,41 \pm 0,30$ olarak belirlenen balıklarda, beş aylık deneme süresi sonunda en yüksek canlı ağırlık kontrol grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Kontrol ve 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme gruplarındaki balıkların deneme sonunda kazandıkları ortalama canlı ağırlıkları arasındaki farklılıklarının tüm gruplar arasında önemli ($p < 0,05$) olduğu tespit edildi.

Tablo 3.8. Gökkuşağı alabalığının aylara göre ortalama canlı ağırlıkları (g)

Aylar*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos(1)	90	$59,36 \pm 0,20^a$	$58,33 \pm 0,24^b$	$57,91 \pm 0,17^b$	$58,45 \pm 0,29^b$	$55,95 \pm 0,18^c$
Eylül (2)	90	$70,38 \pm 0,31^a$	$67,81 \pm 0,22^b$	$66,16 \pm 0,23^d$	$66,95 \pm 0,24^c$	$60,40 \pm 0,25^c$
Ekim (3)	90	$82,41 \pm 0,27^a$	$78,45 \pm 0,18^b$	$73,55 \pm 0,22^d$	$77,18 \pm 0,21^c$	$66,06 \pm 0,21^c$
Kasım (4)	90	$95,16 \pm 0,28^a$	$89,06 \pm 0,33^b$	$79,33 \pm 0,36^d$	$86,81 \pm 0,30^c$	$70,26 \pm 0,29^c$
Aralık (5)	90	$108,41 \pm 0,24^a$	$102,08 \pm 0,29^b$	$84,61 \pm 0,19^d$	$97,45 \pm 0,19^c$	$74,61 \pm 0,17^c$

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p < 0,05$).

3.5.1. Total Boy

Kontrol ve deneme gruplarından elde edilen ortalama total boy değerleri Tablo 3.9’da verildi.

Tablo 3.9. Gökkuşuğu alabalığının aylara göre ortalama total boyları (cm)

Aylar*	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos (1)	90	17,08±0,25 ^a	16,83±0,31 ^b	16,72±0,28 ^{bc}	16,84±0,36 ^b	16,61±0,19 ^c
Eylül (2)	90	18,03±0,38 ^a	17,75±0,41 ^b	16,95±0,55 ^c	17,69±0,45 ^b	16,72±0,57 ^d
Ekim (3)	90	19,23±0,42 ^a	18,83±0,24 ^b	18,77±0,58 ^b	18,92±0,59 ^b	17,70±0,60 ^c
Kasım (4)	90	20,10±0,52 ^a	19,62±0,44 ^b	19,15±0,50 ^c	19,27±0,37 ^c	18,11±0,54 ^d
Aralık (5)	90	21,45±0,49 ^a	20,73±0,32 ^b	19,54±0,38 ^d	19,84±0,52 ^c	18,60±0,37 ^e

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Deneme başlangıcında total boy değerleri, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla, 16,23±0,19, 16,32±0,17, 16,28±0,21, 16,21±0,13, 16,36±0,24 olarak belirlendi. Deneme süresi sonunda, yukarıdaki tablo incelendiğinde, en yüksek total boy değeri kontrol grubundaki balıklardan elde edildi. Bunu sırasıyla 1, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Deneme süresi sonunda belirlenen total boy kontrol ve deneme grupları arasındaki farklılıkların tüm gruplar arasında önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edildi.

3.5.3. Canlı Ağırlık Artışı

Canlı ağırlık artışı ile ilgili değerler Tablo 3.10' da verildi.

Tablo 3.10. Gökkuşuğu alabalığının aylara göre ortalama canlı ağırlık artışları (g)

Aylar	N*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos(1)	3	9,41	8,77	7,73	8,65	5,54
Eylül (2)	3	11,02	9,48	8,25	8,50	4,45
Ekim (3)	3	12,03	10,64	7,39	10,23	5,66
Kasım (4)	3	12,75	10,61	5,78	9,6	4,20
Aralık (5)	3	13,25	13,02	5,28	10,64	4,35
Ortalama**		11,69±0,68 ^a	10,50±0,72 ^{ab}	6,88±0,57 ^c	9,53±0,42 ^b	4,84±0,31 ^d

* N, tekrar sayısı.

** Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Ağırlık artışında en yüksek değer kontrol grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla 1, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi.

Kontrol ve 1 nolu deneme grupları arasındaki farkın önemli olmadığı belirlendi. 1 ve 3 nolu deneme grubu kendi aralarında karşılaştırıldığında canlı ağırlık artışında farkın olmadığı ancak 2 ve 4 nolu deneme grupları ile karşılaştırıldığında farkın önemli ($p<0,05$) olduğu görüldü.

3.5.4. Oransal Büyüme

Kontrol ve deneme gruplarından elde edilen balıkların ağırlığa bağlı olarak oransal büyümelerine ait değerler Tablo 3.11’de verildi.

Tablo 3.11. Gökkuşluğu alabalığının aylara göre ortalama oransal büyümeleri (%)

Aylar	N*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos (1)	3	18,83	17,69	15,40	17,36	10,98
Eylül (2)	3	18,56	16,25	14,24	14,54	7,95
Ekim (3)	3	17,09	15,69	11,16	15,28	9,37
Kasım (4)	3	15,47	13,52	7,85	12,47	6,35
Aralık (5)	3	13,92	14,61	6,65	12,25	6,19
Ortalama**		16,77±0,93 ^a	15,55±0,71 ^a	11,06±1,71 ^b	14,38±0,94 ^a	8,16±0,91 ^b

*N, tekrar sayısı.

** Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Yukarıdaki tablo incelendiğinde kontrol grubu, deneme 1 ve deneme 3, grupları kendi arasında mukayese edildiğinde oransal büyüme değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı ancak deneme 2 ve deneme 4 gruplarına göre farklı olduğu, deneme 2 ve deneme 4 grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında istatistiksel farkın önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlendi.

3.5.5. Spesifik Büyüme Oranı

Ağırlıkça spesifik büyüme oranlarına ait değerler Tablo 3.12’ de verildi.

Tablo 3.12. Gökkuşluğu alabalığının aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları (%)

Aylar	N*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos(1)	3	0,57	0,54	0,47	0,53	0,34
Eylül (2)	3	0,56	0,50	0,44	0,45	0,25
Ekim (3)	3	0,52	0,48	0,35	0,47	0,29
Kasım (4)	3	0,47	0,42	0,25	0,39	0,20
Aralık (5)	3	0,43	0,45	0,21	0,38	0,20
Ortalama**		0,51±0,02 ^a	0,47±0,02 ^a	0,34±0,05 ^b	0,44±0,02 ^a	0,25±0,02 ^b

*N, tekrar sayısı.

** Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Spesifik büyüme oranlarına ait değerler incelendiğinde kontrol grubu, deneme 1 ve deneme 3, grupları kendi arasında mukayese edildiğinde spesifik büyüme değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı ancak deneme 2 ve deneme 4 gruplarına göre

farklı olduğu, deneme 2 ve deneme 4 grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında istatistiksel farkın önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlendi.

3.5.6. Kondisyon Faktörü

Balıklarda deneme süresince elde edilen kondisyon faktörü değerleri Tablo 3.13’de verildi.

Tablo 3.13. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama kondisyon faktörleri

Aylar	N*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos(1)	3	1,19±0,12	1,22±0,15	1,23±0,16	1,22±0,08	1,22±0,11
Eylül (2)	3	1,20±0,24	1,21±0,10	1,35±0,18	1,20±0,12	1,29±0,21
Ekim (3)	3	1,15±0,16	1,17±0,09	1,11±0,14	1,13±0,16	1,19±0,13
Kasım (4)	3	1,17±0,11	1,17±0,11	1,12±0,09	1,21±0,23	1,18±0,26
Aralık (5)	3	1,09±0,26	1,14±0,17	1,13±0,13	1,24±0,19	1,15±0,17
Ortalama**		1,16±0,01 ^a	1,18±0,01 ^a	1,18±0,04 ^a	1,20±0,10 ^a	1,20±0,02 ^a

*N, tekrar sayısı.

**Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Yukarıdaki tablo incelendiğinde kontrol ve deneme gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama kondisyon değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz ($p>0,05$) olduğu bulundu.

3.6. Yem Değerlendirme

3.6.1. Yem Dönüşüm Oranı

Kontrol ve deneme gruplarındaki balıkların beş aya ait ortalama yem dönüşüm oranları Tablo 3.14’de verildi.

Tablo 3.14. Gökkuşığı alabalığının aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları

Aylar	N*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos (1)	3	1,49	1,59	1,83	1,62	2,56
Eylül (2)	3	1,45	1,66	1,89	1,85	3,39
Ekim (3)	3	1,56	1,70	2,38	1,74	2,84
Kasım (4)	3	1,62	1,86	3,20	2,01	3,96
Aralık (5)	3	1,78	1,70	3,74	2,03	4,02
Ortalama**		1,58±0,01 ^d	1,70±0,02 ^d	2,60±0,04 ^b	1,85±0,04 ^c	3,35±0,05 ^a

*N, tekrar sayısı.

**Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

Yem dönüşüm oranlarına ait tablo incelendiğinde, kontrol ve 1 nolu deneme grupları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ancak 2, 3 ve 4 nolu deneme gruplarına göre bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$), 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında gruplar arasındaki farkın önemli ($p<0,05$) olduğu belirlendi. En düşük ortalama yem dönüşüm oranı kontrol grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izlemektedir.

3.6.2. Protein Etkinlik Oranı

Araştırma sonucunda, aylara göre protein etkinlik oranı Tablo 3.15’de verildi.

Protein etkinlik oranı en yüksek kontrol grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla 1, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Kontrol grubu ile 1 nolu deneme grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenirken kontrol grubu ile 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları arasındaki farkın önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edildi. Deneme 1 ve deneme 3 grupları arasındaki fark önemsiz ($p>0,05$) olarak bulundu. Ayrıca 2 ve 4 nolu deneme grupları arasındaki farkın da önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlendi.

Tablo 3.15. Gökkuşluğu alabalığının aylara göre protein etkinlik oranına ait ortalama değerler

Aylar	N*	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Ağustos(1)	3	1,36	1,24	1,07	1,22	0,79
Eylül (2)	3	1,39	1,19	1,03	1,06	0,60
Ekim (3)	3	1,30	1,16	0,82	1,13	0,71
Kasım (4)	3	1,25	1,06	0,61	0,98	0,51
Aralık (5)	3	1,13	1,16	0,52	0,97	0,50
Ortalama*		1,28±0,04 ^a	1,16±0,02 ^{ab}	0,81±0,10 ^c	1,07±0,04 ^b	0,62±0,05 ^c

*N, tekrar sayısı.

**Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

3.6.3. Protein Değerlendirme İndeksi, Karkas verimi ve Fileto Verimi

Protein değerlendirme indeksi, karkas verimi ve fileto verimine ait değerler Tablo 3.16’da verildi.

Tablo 3.16. Gökkuşığı alabalığının deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksi, karkas verimi (%) ve fileto verimi (%)

Parametre*	N**	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
PDI	9	1,64±0,01 ^a	1,58±0,01 ^b	1,52±0,02 ^{bc}	1,53±0,01 ^{bc}	1,49±0,03 ^c
KV	15	69,84±0,53 ^a	68,47±0,45 ^{ab}	68,71±0,52 ^{ab}	67,76±0,47 ^b	68,34±0,57 ^{ab}
FV	15	44,91±0,81 ^a	44,86±0,93 ^a	43,92±0,87 ^a	43,49±0,44 ^a	44,04±0,51 ^a

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

**N, tekrar sayısı.

Yukarıdaki tablo incelendiğinde protein değerlendirme indeksinde beş aylık deneme süresi sonunda en yüksek değer kontrol grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksleri arasındaki farkın kontrol grubu ile deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu belirlendi. Deneme 1, deneme 2 ve deneme 3 grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında farkın önemsiz ($p>0,05$) olduğu tespit edildi. Ayrıca 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak farkın önemsiz ($p>0,05$) olduğu bulundu.

Kontrol ve deneme gruplarındaki balıkların deneme süresi sonunda ortalama karkas verimi değerleri arasındaki fark kontrol, 1, 2 ve 4 nolu deneme grupları arasında mukayese edildiğinde önemsiz ($p>0,05$) olarak belirlendi. Deneme 1, 2, 3 ve 4 nolu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında farkın önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlendi. Kontrol grubu ile 3 nolu deneme grubu arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulundu. Karkas veriminde ortalama en yüksek değer %69,84 olarak kontrol grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla 2, 1, 4 ve 3 nolu deneme grupları izledi.

Kontrol ve deneme gruplarında fileto verimi değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz ($p>0,05$) olduğu tespit edildi. Fileto veriminde de en yüksek değer %44,91 ile kontrol grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla 1, 4, 2 ve 3 nolu deneme grupları izledi.

3.7. Balık Etinin Kimyasal Kalitesi

3.7.1. Balık Etindeki Ham Besin Madde ve Toplam Enerji Düzeyleri

Balıkların denemenin başlangıcında ve deneme sonunda balık etindeki ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri Tablo 3.17’de verildi.

Tablo 3.17 incelendiğinde deneme başlangıcında kontrol ve deneme 1, 2, 3, 4 nolu rasyonlarla beslenen balıkların deneme sonunda vücut etindeki ham protein düzeylerine ait

değerler arasında en yüksek sonuç kontrol grubundan alınırken; kontrol, 1, 2, 3 nolu gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında ham protein düzeylerine ait değerler arasında fark olmadığı belirlendi ($p>0,05$). Deneme başlangıcında, 1, 2 ve 3 nolu deneme grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında farkın önemsiz ($p>0,05$) olduğu görüldü. Kontrol grubu ile 4 nolu deneme grubu arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edildi. Kontrol grubundaki ham yağ oranının 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları ile karşılaştırıldığında oranlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p>0,05$) olmadığı belirlendi.

Ham kül düzeylerine ait değerler arasında en yüksek sonuç 3 nolu deneme grubundan alınırken, en düşük sonuç ise 2 nolu deneme grubundan alındı. Kontrol ve deneme grupları karşılaştırıldığında, farkın istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$) olduğu belirlendi.

Kuru madde ve lif düzeylerine ait değerler arasında ise gruplar arasındaki fark önemsiz ($p>0,05$) olarak belirlendi. Toplam enerji düzeylerine ait değerlerde 1 ve 3 nolu deneme grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında fark olmadığı, ancak deneme başlangıcı, kontrol, 2 ve 4 nolu deneme gruplarına göre farklı olduğu belirlendi ($p<0,05$).

Tablo 3.17. Gökkuşuğu alabalığının denemenin başlangıcında ve deneme sonunda balık etindeki ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve toplam enerji (kcal/kg) düzeyleri

Ham besin maddeleri ve enerji *	N**	Deneme başlangıcı	Deneme sonu				
			Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	9	77,51±0,97 ^{bc}	81,79±0,57 ^a	80,60±0,58 ^{ab}	79,76±1,14 ^{ab}	78,14±1,02 ^{ab}	74,58±1,56 ^c
Yağ	9	10,05±0,47 ^b	10,37±0,63 ^{ab}	11,40±0,59 ^{ab}	11,97±0,62 ^a	10,39±0,66 ^{ab}	9,91±0,53 ^b
Kül	9	4,59±0,21 ^{ab}	4,05±0,47 ^{ab}	4,24±0,45 ^{ab}	3,71±0,44 ^b	4,82±0,40 ^{ab}	4,34±0,44 ^{ab}
Lif	9	0,83±0,11 ^a	0,89±0,14 ^a	0,77±0,12 ^a	0,91±0,17 ^a	0,83±0,13 ^a	0,72±0,17 ^a
Azotsuz öz madde	9	7,02±0,57 ^b	2,90±0,26 ^c	2,99±0,29 ^c	3,65±0,45 ^c	5,82±0,30 ^b	10,45±0,68 ^a
Kuru madde	9	22,74±0,67 ^a	22,15±0,80 ^a	22,17±0,81 ^a	22,54±0,98 ^a	22,97±0,95 ^a	22,42±0,70 ^a
Toplam enerji	3	5595±47,00 ^c	5640±52,60 ^b	5671±56,20 ^a	5318±44,00 ^d	5666±38,00 ^a	5115±46,30 ^c

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

**N, tekrar sayısı.

3.7.2. Balık Etindeki Aminoasit Miktarları

Balık etindeki aminoasit miktarı Tablo 3.18’de verildi.

Tablo 3.18. Gökkuşluğu alabalığının etlerinin aminoasit düzeyleri

Aminoasitler * (g/100g)	Deneme başlangıcı**	Deneme sonu**				
		Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Valin	1,40±0,00 ^a	1,15±0,01 ^{bc}	1,29±0,03 ^{ab}	1,12±0,01 ^c	1,08±0,07 ^c	1,09±0,05 ^c
Lösin	1,87±0,00 ^a	1,59±0,07 ^{abc}	1,43±0,16 ^{bc}	1,69±0,00 ^{ab}	1,32±0,07 ^c	1,50±0,09 ^{bc}
İsolösin	1,41±0,00 ^a	1,06±0,03 ^b	1,08±0,01 ^b	0,97±0,00 ^b	0,91±0,07 ^b	0,99±0,10 ^b
Treonin	0,95±0,00 ^a	0,93±0,01 ^a	1,02±0,02 ^a	0,97±0,01 ^a	0,96±0,05 ^a	0,99±0,04 ^a
Metiyonin	0,93±0,00 ^a	0,63±0,02 ^b	0,67±0,02 ^b	0,60±0,02 ^b	0,66±0,03 ^b	0,64±0,05 ^b
Fenilalanin	1,54±0,01 ^a	1,08±0,05 ^{ab}	1,10±0,02 ^{ab}	0,86±0,02 ^c	0,80±0,07 ^c	0,91±0,08 ^{bc}
Liysin	1,42±0,03 ^c	2,04±0,03 ^a	1,66±0,08 ^b	1,50±0,02 ^{bc}	1,51±0,04 ^{bc}	1,43±0,02 ^c
Histidin	0,25±0,01 ^a	0,03±0,01 ^c	0,16±0,00 ^b	0,08±0,02 ^c	0,06±0,01 ^c	0,15±0,03 ^b
Toplam EAA	9,77±0,01 ^a	8,51±0,04 ^b	8,41±0,07 ^c	7,79±0,01 ^d	7,30±0,06 ^f	7,70±0,09 ^e
Tyrosin	1,01±0,03 ^a	0,65±0,01 ^b	0,68±0,01 ^b	0,60±0,02 ^b	0,56±0,05 ^b	0,62±0,06 ^b
Alanin	1,08±0,01 ^a	1,11±0,38 ^a	1,13±0,02 ^a	1,17±0,01 ^a	1,13±0,05 ^a	1,11±0,04 ^a
Glisin	1,06±0,00 ^a	0,99±0,04 ^a	0,94±0,01 ^a	0,95±0,00 ^a	0,97±0,09 ^a	0,92±0,03 ^a
Serin	0,54±0,00 ^b	0,63±0,03 ^{ab}	0,62±0,03 ^{ab}	0,71±0,01 ^a	0,71±0,04 ^a	0,69±0,02 ^a
Prolin	0,86±0,00 ^a	0,62±0,06 ^{abc}	0,76±0,02 ^{ab}	0,67±0,01 ^{abc}	0,49±0,10 ^c	0,55±0,09 ^{bc}
Aspartik asit	1,54±0,02 ^c	2,28±0,14 ^{ab}	2,12±0,10 ^b	2,60±0,05 ^a	2,49±0,13 ^{ab}	2,27±0,14 ^{ab}
Hidroksiprolin	0,16±0,00 ^{ab}	0,17±0,02 ^a	0,11±0,01 ^{bc}	0,08±0,02 ^c	0,17±0,01 ^a	0,16±0,00 ^{ab}
Glutamik asit	1,75±0,01 ^c	2,53±0,03 ^b	2,69±0,04 ^{ab}	2,75±0,01 ^a	2,66±0,03 ^{ab}	2,47±0,12 ^b
Toplam EOAA	8,00±0,04 ^f	8,98±0,34 ^d	9,05±0,06 ^c	9,53±0,03 ^a	9,18±0,11 ^b	8,79±0,20 ^e

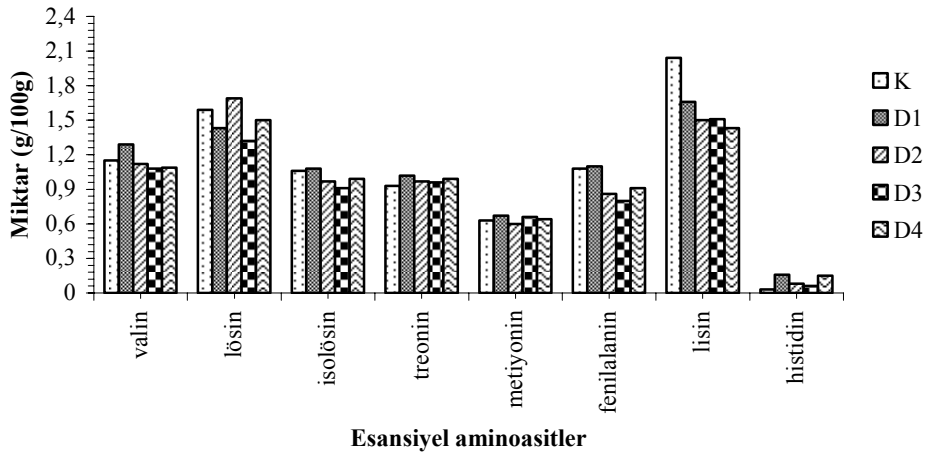
* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p < 0,05$).

** (Deneme Başlangıcı N=3 tekrarlı, Deneme sonu araştırma gruplarında N=9 tekrarlı).

Deneme başlangıcında, kontrol ve deneme 1, 2, 3, 4 nolu rasyonlarla beslenen balıkların deneme sonunda balık etinde yapılan aminoasit analizi sonucunda esansiyel aminoasitlerden valin, deneme başlangıcında %1,40, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,15, %1,29, %1,12, %1,08, %1,09, lösin, deneme başlangıcında %1,87, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,59, %1,43, %1,69, %1,32, %1,50, isolösin, deneme başlangıcında %1,41, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,06, %1,08, %0,97, %0,91, %0,99, treonin, deneme başlangıcında %0,95, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,93, %1,02, %0,97, %0,96, %0,99, metiyonin, deneme başlangıcında %0,93, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,63, %0,67, %0,60, %0,66, %0,64, fenilalanin, deneme başlangıcında %1,54, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,08, %1,10, %0,86, %0,80, %0,91, liysin, deneme başlangıcında %1,42, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %2,04, %1,66, %1,50, %1,51, %1,43, histidin, deneme başlangıcında %0,25,

kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,03, %0,16, %0,08, %0,06, %0,15 olarak belirlendi. Esansiyel aminoasitlerden isolösin, treonin ve metiyonin düzeyleri arasındaki fark kontrol, 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında fark olmadığı belirlendi ($p>0,05$). Valin, lösin, fenilalanin, liysin ve histidin düzeylerine ait ortalama değerler arasındaki farklılıkların ise önemli ($p<0,05$) olduğu belirlendi.

Araştırma gruplarına ait balık etlerindeki esansiyel aminoasit miktarları Şekil 3.4’de verildi.



Şekil 3.4. Gökkuşığı alabalığına ait balık etlerindeki esansiyel aminoasit düzeyleri

3.7.3. Balık Etindeki Yağ Asidi Miktarları

Balık etindeki yağ asidi miktarı Tablo 3.19’da verildi.

Tablo 3.19. Gökkuşığı alabalığının denemenin başlangıcında ve deneme sonunda balık etindeki yağ asitleri değişimleri (%)

Yağ asitleri*	Deneme başlangıcı**	Deneme sonu**				
		Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
14:0	3,11±0,35 ^a	2,62±0,13 ^b	2,41±0,05 ^b	2,54±0,02 ^b	2,27±0,05 ^b	2,34±0,02 ^b
16:0	19,12±0,59 ^c	21,75±0,56 ^a	21,36±0,02 ^{ab}	20,32±0,20 ^b	21,15±0,26 ^{ab}	20,71±0,18 ^{ab}
16:1 n-7	4,84±0,51 ^a	3,10±0,07 ^b	3,62±0,66 ^b	3,05±0,03 ^b	3,26±0,01 ^b	3,07±0,45 ^b
16:1 n-9	0,98±0,04 ^{ab}	1,05±0,17 ^a	0,98±0,08 ^{ab}	0,71±0,02 ^b	1,13±0,03 ^a	0,88±0,07 ^{ab}
18:0	3,67±0,17 ^c	4,92±0,05 ^a	4,44±0,09 ^b	4,27±0,04 ^b	4,25±0,07 ^b	4,30±0,06 ^b
18:1 n-9	16,93±1,84 ^a	13,01±0,36 ^b	13,75±0,20 ^b	15,51±0,05 ^{ab}	13,24±0,45 ^b	14,59±0,13 ^{ab}
18:1 n-7	2,53±0,08 ^b	2,90±0,10 ^a	2,73±0,07 ^{ab}	2,70±0,09 ^{ab}	2,46±0,19 ^b	2,43±0,07 ^b
18:2 n-6	6,28±0,58 ^b	4,83±0,28 ^c	4,36±0,15 ^c	4,81±0,15 ^c	7,03±0,27 ^{ab}	7,47±0,12 ^a
18:3 n-6	0,34±0,02	-	-	-	0,50±0,02	0,47±0,01
18:3 n-3	1,20±0,08 ^a	1,11±0,05 ^a	1,21±0,29 ^a	1,05±0,03 ^a	0,96±0,06 ^a	1,22±0,02 ^a
18:4 n-3	0,62±0,05 ^a	0,45±0,05 ^b	0,44±0,02 ^b	0,51±0,02 ^b	0,44±0,01 ^b	0,48±0,01 ^b
20:2 n-6	0,45±0,02 ^b	0,47±0,05 ^{ab}	0,41±0,07 ^b	0,43±0,05 ^b	0,43±0,06 ^b	0,51±0,01 ^a
20:4 n-6	1,04±0,06 ^b	1,36±0,06 ^a	1,13±0,02 ^b	1,06±0,01 ^b	1,15±0,04 ^b	1,30±0,03 ^a
20:5 n-3	6,53±0,29 ^a	6,34±0,02 ^a	5,95±0,09 ^{bc}	5,73±0,02 ^c	5,64±0,21 ^c	5,54±0,06 ^c
22:5 n-6	0,40±0,01 ^a	0,39±0,01 ^a	0,35±0,02 ^a	0,34±0,03 ^a	0,28±0,04 ^b	0,28±0,02 ^b
22:5 n-3	1,50±0,10 ^{bc}	1,42±0,02 ^{cd}	1,51±0,03 ^b	1,57±0,01 ^{ab}	1,61±0,05 ^a	1,38±0,01 ^d
22:6 n-3	27,06±1,52 ^b	32,61±0,36 ^a	33,72±0,43 ^a	32,60±0,03 ^a	32,00±0,33 ^a	31,18±0,83 ^a
22:1 n-9	0,54±0,06 ^b	0,86±0,11 ^a	0,89±0,10 ^a	0,46±0,24 ^b	0,52±0,01 ^b	0,63±0,04 ^b
22:0	0,56±0,25	-	-	0,50±0,01	0,48±0,04	0,49±0,03
20:1 n-9	1,07±0,14 ^{ab}	0,94±0,11 ^{ab}	0,81±0,02 ^c	1,12±0,02 ^a	0,87±0,01 ^{bc}	0,91±0,01 ^{ab}
SFA	27,08±0,77 ^b	29,51±0,67 ^a	28,22±0,06 ^b	27,65±0,24 ^b	27,99±0,48 ^b	27,53±0,12 ^b
MUFA	27,02±2,62 ^a	21,80±0,33 ^b	22,81±1,47 ^b	23,57±0,52 ^{ab}	21,71±0,36 ^b	22,53±0,74 ^b
PUFA	45,53±2,49 ^b	48,04±0,76 ^{ab}	48,18±0,33 ^{ab}	48,15±0,29 ^{ab}	50,28±0,44 ^a	49,86±0,72 ^a
Σn-3	36,92±1,52 ^b	41,29±0,52 ^{ab}	42,54±0,42 ^a	41,48±0,23 ^a	41,28±0,94 ^{ab}	39,82±0,85 ^{ab}
Σn-6	8,20±0,60 ^b	6,36±0,40 ^c	5,63±0,25 ^c	6,31±,19 ^c	8,71±0,26 ^b	9,75±0,13 ^a
Σn-3/n-6	16,65±1,04 ^{ab}	17,39±0,19 ^{ab}	18,21±0,45 ^a	17,51±0,22 ^{ab}	14,45±1,07 ^c	15,39±0,19 ^{bc}

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (p<0,05).

** (Deneme Başlangıcında N=3 tekrarlı, Deneme sonunda araştırma gruplarında N=9 tekrarlı),

Deneme başlangıcında, kontrol ve deneme 1, 2, 3, 4 nolu rasyonlarla beslenen balıkların deneme sonunda balık etinde yapılan yağ asidi analizi sonucunda, doymuş yağ asitleri (SFA) deneme başlangıcında %27,08, deneme sonunda kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %29,51, %28,22, %27,65, %27,99, %27,53; tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), deneme başlangıcında %27,02, deneme sonunda kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %21,80, %22,81, %23,57, %21,71, %22,53; çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), deneme başlangıcında %45,53, deneme sonunda kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %48,04, %48,18, %48,15, %50,28, %49,86; Σn-3 yağ asitleri, deneme başlangıcında %36,92, deneme sonunda kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %41,29, %42,54, %41,48, %41,28, 39,82; Σn-6 yağ asitleri, deneme başlangıcında %8,20,

deneme sonunda kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %6,36, %5,63, %6,31, %8,71, %9,75 olarak belirlendi.

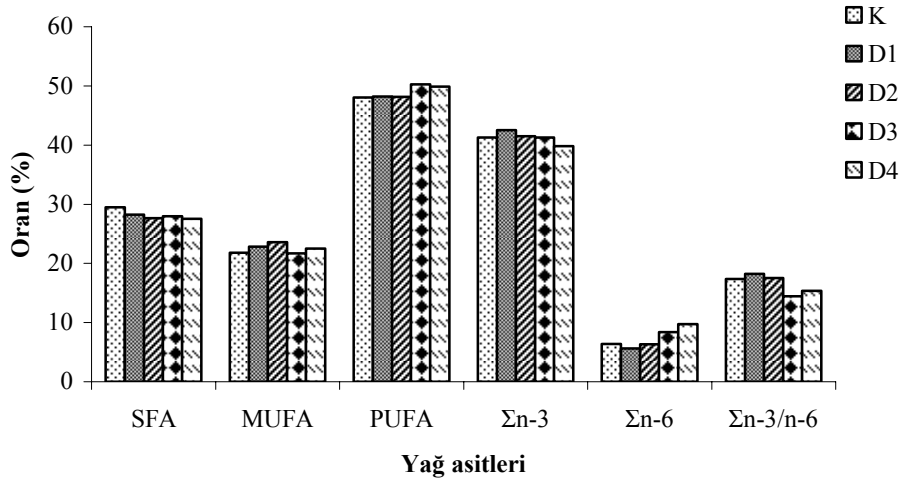
Balık etlerinde gruplar arasında doymuş yağ asidi (SFA) miktarları arasındaki fark, kontrol grubu ile deneme 1-2-3-4 ve deneme başlangıcında balık etinde istatistiksel olarak önemli bulunurken, deneme grupları arasında ve deneme başı balık etindeki miktarlar önemsiz bulundu.

Tekli doymamış yağ asitlerinde (MUFA), deneme başlangıcı ve 2 nolu deneme grubu aralarında karşılaştırıldığında fark olmadığı, ancak deneme başlangıcına ait değerler kontrol, 1, 3 ve 4 nolu deneme grupları ile karşılaştırıldığında farkın önemli ($p < 0,05$) olduğu belirlendi. Kontrol, 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında farkın istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0,05$) olduğu bulundu.

Çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) miktarları arasında kontrol, 1, 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında fark olmadığı ($p > 0,05$) belirlendi. Deneme 3 ve deneme 4 nolu grupların PUFA miktarlarının deneme başlangıcı grubundan daha yüksek olduğu deneme başlangıcı ile aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) olduğu görüldü.

Çoklu doymamış yağ asitlerinden $\Sigma n-3$ grubuna ait yağ asitleri kontrol, 1, 2, 3 ve 4 nolu gruplarda kendi aralarında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farkın önemsiz olduğu belirlendi ($p > 0,05$). $\Sigma n-6$ yağ asitlerinde en yüksek değer 4 nolu deneme grubunda belirlendi. Kontrol grubu, 1 ve 2 nolu deneme grupları kendi arasında karşılaştırıldığında fark olmadığı ancak 3 ve 4 nolu deneme gruplarına göre farklı olduğu belirlendi. Deneme 3 ve 4 kendi aralarında karşılaştırıldığında farkın önemli ($p < 0,05$) olduğu görüldü.

Araştırma gruplarına ait balık etlerindeki SFA, MUFA, PUFA, $\Sigma n-3$, $\Sigma n-6$, n-3/n-6 yağ asit düzeyleri Şekil 3.5’de verildi.



Şekil 3.5. Gökkuşağı alabalığına ait balık etlerindeki yağ asit düzeyleri

3.8. Kontrol ve Deneme Rasyonlarında Belirlenen Ham Besin Maddeleri, Enerji Sindirim Oranları ve Büyüme Parametreleri

Kontrol ve deneme rasyonlarında belirlenen ham besin maddeleri, enerji sindirim oranları ve büyüme parametreleri Tablo 3.20’de verildi.

Tablo 3.20. Gökkuşacağı alabalığının kontrol ve deneme rasyonlarında belirlenen ham besin maddeleri ve enerji sindirim oranları, büyüme parametreleri

Ham Besin Maddeleri ve Enerji *	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4
Protein	89,44±0,12 ^a	85,30±0,26 ^b	80,28±0,19 ^c	79,91±0,25 ^d	67,14±0,17 ^e
Yağ	93,01±0,12 ^a	90,59±0,24 ^c	78,32±0,81 ^d	90,84±0,72 ^b	70,85±0,55 ^e
Kül	53,04±0,24 ^a	40,17±0,32 ^c	14,73±0,80 ^e	43,72±0,38 ^b	16,95±0,29 ^d
Azotsuz öz madde	72,69±0,81 ^b	64,78±0,21 ^c	54,56±0,17 ^c	72,95±0,22 ^a	56,08±0,41 ^d
Enerji sindirim oranı	86,07±0,20 ^a	85,37±0,40 ^{ab}	84,67±0,24 ^b	85,04±0,36 ^{ab}	83,10±0,39 ^c
Sindirilebilir enerji	3690±9,66 ^a	3673±12,12 ^a	3620±10,39 ^b	3668±15,58 ^a	3567±16,74 ^c
Canlı ağırlık	108,41±0,24 ^a	102,08±0,29 ^b	84,61±0,19 ^d	97,45±0,19 ^c	74,61±0,17 ^c
Total boy	21,45±0,49 ^a	20,73±0,32 ^b	19,54±0,38 ^d	19,84±0,52 ^c	18,60±0,37 ^c
Ağırlık artışı	11,69±0,68 ^a	10,50±0,72 ^{ab}	6,88±0,57 ^c	9,53±0,42 ^b	4,84±0,31 ^d
Oransal büyüme	16,77±0,93 ^a	15,55±0,71 ^a	11,06±1,71 ^b	14,38±0,94 ^a	8,16±0,91 ^b
Spesifik büyüme	0,51±0,02 ^a	0,47±0,02 ^a	0,34±0,05 ^b	0,44±0,02 ^a	0,25±0,02 ^b
Kondisyon faktörü	1,16±0,01 ^a	1,18±0,01 ^a	1,18±0,04 ^a	1,20±0,10 ^a	1,20±0,02 ^a
Yem dönüşüm oranı	1,58±0,01 ^d	1,70±0,02 ^d	2,60±0,04 ^b	1,85±0,04 ^c	3,35±0,05 ^a
Protein etkinlik oranı	1,28±0,04 ^a	1,16±0,02 ^{ab}	0,81±0,10 ^c	1,07±0,04 ^b	0,62±0,05 ^c
Protein değerlendirme indeksi	1,64±0,01 ^a	1,58±0,01 ^b	1,52±0,02 ^{bc}	1,53±0,01 ^{bc}	1,49±0,03 ^c
Karkas verimi	69,84±0,53 ^a	68,47±0,45 ^{ab}	68,71±0,52 ^{ab}	67,76±0,47 ^b	68,34±0,57 ^{ab}
Fileto verimi	44,91±0,81 ^a	44,86±0,93 ^a	43,92±0,87 ^a	43,49±0,44 ^a	44,04±0,51 ^a

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

3.9. Rasyonların Ekonomik Analizi

Araştırma rasyonlarının ekonomik analizine ait değerler Tablo 3.21’de verildi.

Araştırmada, 1 kg balık elde etmek için yem maliyeti bakımından en ekonomik sonuç 1 nolu deneme rasyonu ile beslenen gruptan sağlanırken, bunu sırasıyla kontrol, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Kontrol ve 1 nolu deneme grubu arasında fark önemsiz bulunurken 2, 3 ve 4 nolu deneme grupları ile karşılaştırıldıklarında gruplar arasındaki fark önemli ($p<0,05$) bulundu.

Tablo 3.21. Gökkuşığı alabalığının araştırma rasyonlarının ekonomik analizine ait değerler

Araştırma rasyonları	N*	1 kg balık elde etmek için yem maliyeti (TL)**
Kontrol	3	2,053±0,21 ^d
Deneme 1	3	2,038±0,32 ^d
Deneme 2	3	2,741±0,19 ^b
Deneme 3	3	2,106±0,31 ^c
Deneme 4	3	3,547±0,28 ^a

*N, Tekrar sayısı.

**Aynı sütundaki farklı harflere ait ortalama (\pm standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$).

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, balık ununun belirli oranlarda azaltılarak yerine soya küspesi ve tam yağlı soya ilave edilerek hazırlanan deneme rasyonları ile beslenen gökkuşuğu alabalığında sindirilme oranlarının belirlenmesi, balığın büyüme (ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı) balık etinin kimyasal kalitesine (ham protein, aminoasitler, ham yağ, yağ asitleri, kül, azotsuz öz madde ve su) ve enerji düzeylerine etkileri belirlenerek bu konuda daha önceki araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılmıştır.

4.1. Araştırmada Kullanılan Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Alabalıkların yavru büyütme devresinde, su sıcaklığı 8-13 °C'ler arası, oksijen kullanılan su kaynağına bağlı olarak 7-11mg/L, pH 6,5-8 arasında olduğu bildirilmektedir (Çelikkale, 1994). Araştırmada sıcaklık 8,8-9,4°C, oksijen 7,2-7,7 mg/L ve pH 7,7-7,9 arasında belirlenmiştir. Buna göre araştırma uygun su sıcaklığında, oksijen ve pH değerlerinde yürütülmüştür.

4.2. Araştırma Rasyonlarının Yapısı

Çeşitli araştırmacılar (Davies ve Morris, 1997; Adelizi vd., 1998; Köprücü vd., 1998; Mambrini vd., 1999; Cheng vd., 2003; Glencross vd., 2004; Morris vd., 2005; Luo vd., 2006; Harmantepe ve Büyükhatoğlu, 2007) hazırladıkları kontrol ve deneme rasyonlarında %45 ile %52 arasında ham protein içeren rasyonlar kullanmışlardır.

Bu araştırmada ise ham protein değerleri (%) kontrol 49,52, D1 50,79, D2 50,85, D3 50,83, D4 49,85 olarak belirlenmiş olup, yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermiştir.

Çeşitli araştırmacıların (Gomes vd., 1993; Kaushik vd., 1995; Adelizi vd., 1998; Carter ve Hauler, 2000; Glencross vd., 2004; Morris vd., 2005; Luo vd., 2006) hazırladıkları rasyonların ham yağ oranları %9,9 ile %26,3 arasında değişmektedir.

Bu araştırmada kontrol , D1, D2, D3 ve D4 rasyonlarının ham yağ değerleri ise sırasıyla (%) 12,87; 12,92; 11,28; 10,44; 10,12 olarak belirlenmiş olup yukarıda belirtilen araştırmacıların belirledikleri oranlar arasında yer almaktadır.

Gomes vd. (1993), Adelizi vd. (1998), Kaushik vd. (1995), Glencross vd. (2004), Morris vd. (2005), Luo vd. (2006) tarafından hazırlanan araştırma rasyonlarındaki ham kül oranları %7,6 ile %13,43 arasında yer almıştır. Bu çalışmada kontrol % 11,51, D1 %10,68, D2 %9,82, D3 %9,73, D4 %8,34 olarak belirlenmiştir. Bu değerler yukarıda belirtilen araştırmacıların elde ettikleri değerlerin sınırları içinde yer almaktadır.

Araştırma rasyonlarında bulunan lif madde oranları, Morris vd. (2005) %1,1, Luo vd. (2006) %9,7, Adelizi vd. (1998) %1,2, Sanz vd. (1994) %7,51, Köprücü vd. (1998) %2,45, Yılmaz Keskin ve Erdem (2005) %4,66 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada; Kontrol %5,04, D1 %4,12, D2 %4,04, D3 %4,51, D4 %5,12 olarak elde edildi. Bu değerler yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile yaklaşık aynı % sınırları içerisinde yer almaktadır.

Araştırma rasyonlarındaki azotsuz öz madde miktarlarını Sanz vd. (1994) %32,08, Köprücü (2000) %18,88, Köprücü vd. (1998) % 19,86 ve Higuera vd. (1998) %31,39 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada azotsuz öz madde Kontrolde %13,60, D1 %13,86 D2 %16,13, D3 %17,00, D4 %19,46 olarak belirlendi. Bu değerler yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Çalışmalarında kullanmış oldukları rasyonların toplam enerji miktarını Engin (2008) 5049,0 kkal/kg, Glencross vd. (2004), 5411 kkal/kg, Gomes vd. (1993) 4804 kkal/kg, Kaushik vd. (1995) 4995,2 kkal/kg, Luo vd. (2006) 4541 kkal/kg, Sanz vd. (1994) 4925,9 kkal/kg, Okumuş ve Mazlum (2002) 4493,3 kkal/kg olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada enerji miktarları eşitlenerek, kontrol rasyonunda toplam enerji miktarı 4287 kkal/kg, D1 4302 kkal/kg, D2 4275 kkal/kg, D3 4313 kkal/kg, D4 4292 kkal/kg olarak belirlendi. Luo vd. (2006) (4541 kkal/kg) ve Okumuş ve Mazlum (2002) tarafından bildirilen enerji miktarı (4493,3 kkal/kg) kontrol ve deneme rasyonlarındaki enerji miktarı ile paralellik gösterirken diğer araştırmacılar tarafından bildirilen değerler kontrol ve deneme rasyonundan yüksektir. Bu çalışmada belirlenen enerji miktarları ile diğer araştırmacılar tarafından belirlenen enerji miktarları arasındaki fark, rasyonda farklı oranlarda balık yağı ve bitkisel yağların kullanılması, rasyonlardaki protein ve karbonhidrat miktarlarının farklı oranlarda kullanılmış olmasıdır. Bu çalışmada rasyonun enerji düzeyi ihtiyacı karşılayacak düzeyde olup sindirilebilirlik düzeyinde NRC (1993) tarafından bildirilen (3,6 kkal/g) enerji düzeyi ile paralellik göstermektedir.

4.3. Kontrol ve Deneme Rasyonlarındaki Besin Maddeleri ve Enerjinin Sindirilme Oranları (%) ile Sindirilebilir Enerji Düzeyleri

Proteinin sindirilme oranını Sanz vd. (1994), %83,65, Mambrini vd. (1999) %91, Espe vd. (2006) %89,47, Forde-Skjaervik vd. (2006) %87,5, Luo vd. (2006) %92,1, Refstie vd. (1997) %87, Higuera vd. (1998) %81,6, Carter ve Hauler (2000) %93,62, Gündoğdu (2007) %87,02 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada proteinin sindirilme oranı, kontrol %89,44, D1 %85,30, D2 %80,28, D3 %79,91, D4 %67,14 olarak belirlendi. D1 grubunda, kontrol grubuna yakın bir değer elde edilirken, D2 ve D3 grubunun sindirilme oranlarının paralel olduğu ve bu oranın kontrol grubundan daha düşük olduğu görüldü. Tam yağlı soya küspesinin balık ununun %30'u yerine kullanıldığı D4 grubunda protein sindirim oranının olumsuz yönde etkilendiği ve bu grupta belirlenen oranın balıklarda protein sindirimi için NRC (1993) tarafından bildirilen %75-95 oranlarından düşük olduğu belirlenmiştir.

Sanz vd. (1994) tarafından bildirilen sindirilme oranı (%83,65), D1 grubu (%85,30) ile, Mambrini vd. (1999) (%91), Espe vd. (2006) (%89,47), Forde-Skjaervik vd. (2006) (%87,5), Luo vd. (2006) (%92,1), Carter ve Hauler (2000) tarafından bildirilen proteinin sindirilme oranı (%93,62), kontrol grubu (%89,44) ile paralellik göstermektedir. Refstie vd. (1997) (%87) ve Gündoğdu (2007) tarafından bildirilen protein sindirilme oranı (%87,02) kontrol (%89,44) ve D1 (%85,30) grubu ile Higuera vd. (1998) tarafından bildirilen protein sindirilme oranı (%81,6) ise, D2 (%80,28) ve D3 (%79,91) grubu ile uyum göstermektedir.

Soya proteini balık rasyonlarında balık unu yerine kullanılan bitkisel protein değeri yüksek ve aminoasitler bakımından uygun olan yem hammaddelerinden biridir. Alabalık, çipura, ve levrek gibi önemli ticari yetiştiriciliği yapılan balık karma yemlerinde kullanılmaktadır. Fakat kullanılan soyanın besin değerini etkileyen antinutrisyonel faktörler bulunmaktadır. Uygulanan işleme teknikleri ile özellikle protein ve yağların sindirimini olumsuz yönde etkileyen ve gökkuşağı alabalığı, sazan, tilapia ve kanal yayın balığı gibi balıklarda büyüme oranını olumsuz yönde etkileyen tripsin inhibitörü işleme esnasında uygulanan ısı ile inaktif hale getirilir. Ancak ısı işleminin derecesi ve süresi bu faktörün düzeyine ve aktivitesine etki etmektedir. Salmon ve alabalıklar ise soyada bulunan tripsin düzeyine karşı daha hassastır ve daha yoğun ısı işlemi gerektirir. Isı uygulamasının süresi ise soyada bulunan protein ve aminoasitlerin kalitesini etkilemektedir (Francis vd., 2001; , Derjant-Li 2002; Barrows vd. 2007; Özlüer Hunt vd.,

2007). Bu çalışmada kullanılan soya küspesi ile tam yağlı soyada protein sindirilme oranları arasında fark belirlenmiştir. Bu fark işleme esnasında protein ve aminoasit kalitesinin değişmesinden, soyada bulunan ve sindirimi etkileyen maddelerin yeterli düzeyde etkisiz hale getirilememesinden dolayı kaynaklanmış olabilir.

Rasyonda bulunan yağın sindirilme oranını Sanz vd. (1994) %88,00, Espe vd. (2006) %94,99, Forde-Skjaervik vd. (2006) %88,5, Engin (2008) %98,02 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada yağın sindirilme oranı kontrol %93,01, D1 %90,59, D2 %78,32, D3 %90,84, D4 %70,85 olarak belirlendi. NRC (1993) tarafından balıklarda yağların sindirimi %85-95 arasında olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmada D2 ve D4'te yağın sindirilme oranı belirtilen oranlardan düşüktür. Soya küspesi ilave edilen (%30 oranında) D2 grubunda yağın sindirilme oranının tam yağlı soya ilave edilen (%30 oranında) D4 grubundan daha yüksek olduğu görülmektedir. Sanz vd. (1994), tarafından bildirilen yağın sindirilme oranı (%88,00), D1 (%90,59) ve D3 (%90,84) grubu ile Espe vd. (2006), tarafından bildirilen yağın sindirilme oranı (%94,99), kontrol grubu (%93,01) ile Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen sindirilme oranı (%88,5) D1 %90,59 ve D3 %90,84 grubu ile paralellik göstermektedir. Rasyona %30 oranında soya küspesi ilave edilen D2 (%78,32) ve %30 oranında tam yağlı soya ilave edilen D4 (%70,85) grubunda ise yağın sindirilme oranı bildirilen oranlardan daha düşük değerde belirlenmiştir. Elangovan ve Shim (2000) tarafından rasyonlarda yüksek oranda soya ilavesinin yağların sindirimini azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Ustaoglu ve Rennert (2002), mersin balığı yemlerinde soya kullanıldığında yemdeki yağların sindirimini düşüğünü ve bunun nedeninin ise soyada bulunan saponinden kaynaklanabileceğini bildirmekteyler. Soyanın işleme tekniğinde, ekstraksiyonunda yüksek seviyede saponin bulunabileceği ve bunun yağların sindirimini olumsuz yönde etkileyerek yağların sindiriminde azalmaya neden olacağı belirtilmektedir. Ayrıca, Yıldız ve Şener (2004) tarafından levrek yavrularında rasyona balık yağı yerine soya yağı ilave edilmesi ile büyüme performansının düşüğü ve yemden yararlanma oranlarının azaldığı belirtilmiştir. Bu nedenle tam yağlı soya da soya yağına bağlı olarak D4'de yağın sindirimi etkilenmiş olabilir, fakat soya küspesinde D2'de yağın sindirimini düşmesi Elangovan ve Shim (2000) ile Ustaoglu ve Rennert (2002) tarafından belirtildiği şekilde soyada bulunan saponinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Francis vd. (2001) tarafından ise soyada bulunan oligosakkaritler ve nişasta olmayan polisakkaritlerin negatif etkileri bildirilmektedir. Bu etkiler ya safra asitlerini bağlayarak ya da sindirim enzimlerinin işlevine veya barsaktaki bu işlemi yapan, sindirimin gerçekleşmesine yardımcı olan diğer maddelerin hareketine karşı engelleyici olmalarıdır.

Yamamoto vd. (2007) tarafından gökkuşağı alabalığında balık ununun tamamı yerine soya ilave edilen rasyonlarda deneme gruplarına safra tuzu katılarak büyüme ve yem kullanımına etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, soyada bulunan antibesinsel faktörlerin Atlantik salmonu, ve gökkuşağı alabalığında barsakta morfolojik değişikliklere neden olduğu bildirilerek, işleme esnasında uygulanan sıcaklık ile bazı faktörlerin inaktif hale getirilemediği ve tahrip edilemediği belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda soya kullanılan rasyonlarla beslenen salmonlarda yağların sindiriminin düştüğü ve yağ metabolizmasının düzeninin bozulduğu belirtilmektedir. Safra tuzları ise yağların emülsifikasyonunda ve yağların sindiriminde önemli rol oynar. Ayrıca, soya proteini tarafından engellenen lipaz enziminide safra tuzları aktif hale getirir. Bu nedenle Yamamoto vd. (2007) tarafından yapılmış olan çalışmada safra tuzlarının ilave edilmesinin sonunda yağların ve karbonhidratların sindiriminin arttığı fakat hala soya da bilinmeyen madde veya maddelerin bulunduğu ve bunların olumsuz etkilerinin araştırılması gerektiği bildirilmektedir.

Çalışmada belirlenen yağların sindirimindeki azalma bu nedenlerden dolayı kaynaklanabilir.

Rasyondaki külün sindirilme oranını Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından Atlantik morina balığında (*Gadus morhua*) %26,4, Engin (2008) tarafından gökkuşağı alabalığında %49,27 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada külün sindirilme oranı kontrol %53,04, D1 %40,17, D2 %14,73, D3 %43,72, D4 %16,95 olarak belirlendi. Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen külün sindirilme oranı (%26,4), kontrol (%53,04), D1 (%40,17) ve D3 (%43,72), gruplarında belirlenen oranlardan düşük, D2 (%14,73) ve D4 (%16,95) gruplarına ait oranlardan ise yüksektir. Engin (2008) tarafından bildirilen külün sindirilme oranı (%49,27) kontrol grubu (%53,04), D1 (%40,17) ve D3 (%43,72) ile paralellik gösterirken, D2 (%14,73), ve D4 (%16,95) gruplarına ait değerlerden yüksektir. Elangovan ve Shim (2000) tarafından, rasyonlarda soya miktarına bağlı olarak rasyondaki kül miktarının da azaldığı bunun nedeninin balık unu ile karşılaştırıldığında bazı mineral maddelerin

soyadaki miktarlarının az olmasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir. Bu çalışmada, rasyonlarda soya küspesi ve tam yağlı soya kullanımına paralel olarak kül miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, %30 soya küspesi ilave edilen D3 grubu ve %30 tam yağlı soya ilave edilen D4 gruplarında ise soya kullanımına bağlı olarak külün sindirilme oranlarının da düşük bulunmasının aynı nedenden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Rasyonda bulunan aminoasitlerin sindirilme oranını Luo vd. (2006) tarafından, valin %93,9, lösin %96,1, isolösin %95,9, treonin %95,7, metiyonin %94,8, fenilalanin %94,8, 6, liysin %96,5 histidin %96,0, Espe vd. (2006), valin %84,68, lösin %85,95, isolösin %84,85, treonin %82,58, metiyonin %85,13, fenilalanin %83,44, liysin %89,18 histidin %86,70, Mambrini vd. (1999), valin %94,0, lösin %96,5, isolösin %94,4, treonin %93,0, metiyonin %94,2, fenilalanin %83,3, liysin %95,9, histidin %95, Forde-Skjaervik vd. (2006), valin %90,2, lösin %92,8, isolösin %91,4, treonin %89,1, metiyonin %91,5, fenilalanin %90,9 liysin %93,9, histidin %87,9, tirosin %88,9, alanin %89,6, glisin %84,9, serin %84,3, prolin %86,8, aspartik asit %78,6, glutamik asit %90,6 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada aminoasitlerin sindirilme oranı kontrol grubunda; valin %88,06, lösin %88,54, isolösin %90,25, treonin %89,97, metiyonin %95,36, fenilalanin %80,83, liysin %87,91, histidin %100, tirosin %100, alanin %86,84, glisin %87,49, serin %93,10, prolin %95,98, aspartik asit %90,16, glutamik asit %87,18 olarak belirlendi.

Deneme 1’de aminoasitlerin sindirilme oranı; valin %86,07, lösin %82,76, isolösin %88,05, treonin %83,94, metiyonin %88,86, fenilalanin %87,26, liysin %87,74, histidin %83,42, tirosin %89,94, alanin %85,82, glisin %85,14, serin %88,82, prolin %93,02 aspartik asit %88,89, glutamik asit %90,93’dür.

Deneme 2’de aminoasitlerin sindirilme oranı; valin %82,75, lösin %78,54, isolösin %80,79, treonin %85,31, metiyonin %87,54, fenilalanin %74,71, liysin %77,86, histidin %84,81, tirosin %76,84, alanin %77,36, glisin %79,37, serin %90,50, prolin %90,50, aspartik asit %89,10, glutamik asit %88,73’dür.

Deneme 3’de aminoasitlerin sindirilme oranı; valin %82,79, lösin %84,97, isolösin %70,73, treonin %82,70, metiyonin %83,17, fenilalanin %85,65, liysin %84,81, histidin %97,15, tirosin %97,96, alanin %80,18, glisin %79,82, serin %88,0, prolin %88,0, aspartik asit %86,69, glutamik asit %83,88’dür.

Deneme 4’de aminoasitlerin sindirilme oranı; valin %67,67, lösin %69,56, isolösin %71,29, treonin %68,96, metiyonin %75,59, fenilalanin %62,63, liysin %51,20, histidin

%75,19, tirozin %65,72, alanin %65,78, glisin %74,32, serin %73,01, prolin %73,01, aspartik asit %64,97, glutamik asit %70,05'dir.

Rasyonda soya küspesi kullanımında D1 grubunda (%15 soya küspesi) belirlenen aminoasitlerin sindirilme oranında valin, lösün, isolösün, metiyonin, fenilalanin, liysin, tyrosin, alanin, glisin, serin, prolin ve glutamik asit sindiriminin D2 (%30 soya küspesi) grubundan daha yüksek olduğu görüldü. Tam yağlı soyada kullanımında D3 grubunda (%15 tam yağlı soya) isolösün hariç diğer aminoasitlerin sindirim oranının D4 (%30 tam yağlı soya) grubundan yüksek olduğu belirlendi. Soya küspesi ve tam yağlı soya oranlarına bağlı olarak aminoasitlerin sindirimi azaldı. Soyada metiyonin miktarının az olması nedeniyle rasyona ilave edilmesine ve rasyon analizi sonucunda da rasyondaki miktarın NRC (1993) tarafından bildirilen miktara (%1,0) uygun olmasına rağmen metiyonin sindiriminin de soya kullanımına bağlı olarak azaldığı görüldü. Özlüer Hunt vd. (2007) tarafından soyada bulunan ve sindirimi etkileyen antibesinsel maddelerin sindirim enzimlerini etkilediği ve bu enzimlerinde metiyonin gibi esansiyel aminoasitleri bakımından zengin olduğu ve kayıplar meydana geldiği bildirilmiştir. Bu nedenle metiyonin sindirimi azalmış olabilir.

Soya küspesinin %15 ve tam yağlı soyanın %15 kullanıldığı D1 ve D3 karşılaştırıldığında ise tam yağlı soya kullanımında valin, isolösün, treonin, metiyonin, fenilalanin, alanin, glisin, serin, prolin, aspartik asit ve glutamik asit sindiriminde azalma görüldü. Araştırmacılar (Özlüer Hunt vd., 2007, Derjant- Li, 2002) tarafından buğday ve baklagillerde bulunan oligosakkartlerin (sukroz, rafinoz ve stakioz) ve nisasta olmayan polisakkartlerin (pektin, galaktan, selüloz ve lignin) balıklarda sindirim enzimlerini etkilediği protein ve yağ sindirimini azalttığı bildirilmektedir. Soyada bulunan lektinlerinde miktarının bağırsak sisteminde olumsuz etkileri olduğu, bağırsaklarda besinlerin absorbe edilmesini azalttığı ve işleme esnasında Derjant- Li (2002) ve Özlüer Hunt vd. (2007) tarafından giderilmesi gerektiği belirtilmektedir. Soya miktarının artması ile aminoasitlerin sindirilme oranlarının azalması soyada bulunan oligosakkartler ile lektinlerin soyanın işlenmesi esnasında yeterince giderilememesinden kaynaklanabilir. Ayrıca, soyanın işlenmesinde uygulanan sıcaklığın derecesi ve uygulamanın süresi ise soyada bulunan protein ve aminoasitlerin kalitesini etkilemektedir (Özlüer Hunt vd., 2007; Barrows vd., 2007). Soya küspesinde ve tam yağlı soyada protein ve aminoasit sindirimdeki farklılıklar soyada bulunan ve sindirimi sınırlandırabilecek faktörlerden ve farklı işleme tekniğinden ileri gelebilir.

Aminoasitlerden valin'in sindirilme düzeyinde, Luo vd. (2006) tarafından yapılan araştırmada, bildirilen oran (%90,2), kontrol grubu (%88,06) ile paralellik gösterirken, bu oran deneme gruplarından yüksektir. Espe vd. (2006), tarafından bildirilen oran (%84,68) kontrol grubundan (%88,06) düşük , D1 (%86,07), D2 (%82,75) ve D3 (%82,79) ile paralel, D4 (%67,67)'den düşüktür. Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen oran (%90,2), kontrol grubu (%88,06) ile paralellik gösterirken, bu oran deneme gruplarından yüksektir. Mambrini vd. (1999) tarafından belirlenen oran (%94,0), kontrol (%88,06) ve deneme gruplarından yüksektir.

Aminoasitlerden lösin'in sindirilme düzeyinde ise Espe vd. (2006) tarafından bildirilen oran (%85,95), kontrol grubu (88,54), D1 (%82,76) ve D3 (%84,97) ile paralel D4 grubundan yüksektir. Yukarıda isimleri belirtilen araştırmacıların belirledikleri değerler kontrol ve deneme gruplarında belirlenen değerlerden yüksektir.

İsolösin'in sindirilme düzeyinde, Luo vd. (2006) (%95,9), Mambrini vd. (1999) tarafından belirlenen oran (%94,4), kontrol grubu (%90,25) ile, Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen oran (%91,4), kontrol grubu (%90,25) ve D1 (%88,05) ile paralellik gösterirken diğer deneme gruplarında belirlenen sindirim oranları araştırmacılar tarafından bildirilen oranlardan düşüktür.

Treonin'in sindirilme düzeyinde, Forde-Skjaervik vd. (2006) (89,1) ve Mambrini vd. (1999) tarafından belirlenen oran (%93,0) kontrol grubu (89,97) ile, Espe vd. (2006) tarafından belirlenen oran (82,58) ise D1 (83,94), D2 (85,31) ve D3 (82,70) grupları ile paralellik göstermektedir. Luo vd. (2006) tarafından belirlenen oran (%95,7) kontrol ve deneme gruplarından yüksektir.

Metiyonin'in sindirilme oranında, Luo vd. (2006) (94,0) Mambrini vd. (1999) (94,2) ve Forde-Skjaervik vd. (2006) (91,5) tarafından belirlenen oran, kontrol grubu (95,36), Espe vd. (2006) tarafından belirlenen oran (85,13) ise D1 (88,86) ve D2 (87,54) grubu ile uyum göstermektedir.

Fenilalanin'in sindirilme düzeyinde, Espe vd. (2006) (83,44) ve Mambrini vd. (1999) (83,3) tarafından belirlenen oran kontrol (80,83) ve D3 (85,65) grubu ile, Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen oran (90,9), D1 (87,26) grubu ile paralellik göstermektedir. Luo vd. (2006)'nin bildirdikleri değer (94,8) kontrol ve deneme gruplarından yüksektir.

Liysin'in sindirilme düzeyinde, Luo vd. (2006) (96,5) Mambrini vd. (1999) (95,9) ve Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen oran (93,9) kontrol ve deneme

gruplarında belirlenen oranlardan yüksektir. Espe vd. (2006)'nin belirlediği oran (89,18) kontrol (87,91) D1 (87,74) ile paralellik göstermektedir.

Histidin'in sindirilme düzeyinde, Luo vd. (2006) (96,0) ve Mambrini vd. (1999), tarafından belirlenen oran (95,0), kontrol (%100) ve D3 (97,15) grubu ile uyumludur. Espe vd. (2006) (86,70) ve Forde-Skjaervik vd. (2006) (87,90) tarafından bildirilen değerler D1 (83,42) ve D2 (84,81) grupları ile paralellik göstermektedir.

Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen esansiyel olmayan aminoasitlerden tirozin'in sindirilme oranı (%88,9), bu çalışmada kontrol (100) ve D3'den (97,96) düşük, D1 (89,94) ile uyumludur. Alanin'in sindirilme oranı (89,6) kontrol (86,84) D1 (85,82) ve D3 (80,18) ile paralellik göstermektedir. Glisin (%84,9) kontrol (87,49) ve D1 (85,14) ile paralellik göstermektedir. Serin'in sindirilme oranı (%84,3), D1(88,82) ve D3 (88,0) ile uyumludur. Prolin (%86,8) D3 (88,0) ile uyumlu, kontrol (95,98), D1 (93,02) ve D2'den (90,50) düşüktür. Aspartik asit'in sindirilme oranı (%78,6) kontrol (90,16), D1(88,89) , D2 (89,10) ve D3'den (86,69) düşük D4'den (64,97) yüksektir. Glutamik asit (%90,6), kontrol (87,18) D1 (90,93) ve D2 (88,73) ile uyumlu, D3 (83,88) ve D4'den (70,05) yüksektir.

Sanz vd. (1994) tarafından enerjinin sindirilme oranı %74,34, Mambrini vd. (1999) %87,00, Espe vd. (2006) %79,61, Forde-Skjaervik vd. (2006) %79,0, Luo vd. (2006) (%92,1) %86,4, Refstie vd. (1997) %86,0, Carter ve Hauler (2000) %90,52, Engin (2008) %93,04 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada enerji sindirim oranı kontrol grubu %86,07, D1 %85,37, D2 %84,67, D3 %85,04 ve D4 %83,10 olarak belirlendi. Sanz vd. (1994) (74,34) ve Forde-Skjaervik vd. (2006) tarafından bildirilen enerjinin sindirilme oranı (%79,00), kontrol grubu (%86,07), D1 (%85,37), D2 (%84,67), D3 (%85,04) ve D4 (%83,10) gruplarından düşük, Carter ve Hauler (2000) (%90,52) ile Engin (2008) (%93,04) tarafından bildirilen enerjinin sindirilme oranı kontrol ve deneme gruplarından yüksek olarak belirlenmiştir. Mambrini vd. (1999) tarafından bildirilen enerjinin sindirilme oranı (%87,00), Luo vd. (2006) (%86,4) ve Refstie vd. (1997) tarafından bildirilen enerjinin sindirilme oranı (%86,0) kontrol (%86,07), D1 %85,37, D2 %84,67 ve D3 %85,04, grupları ile paralellik gösterirken , D4 grubu (%83,10) ile arasındaki fark yüksektir.

Sindirilebilir enerji düzeyini Sertel (2005) 3226 kkal/kg, Engin (2008) 4697 kkal/kg olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada sindirilebilir enerji kontrol grubu 3690 kkal/kg, D1 3673 kkal/kg, D2 3620 kkal/kg, D3 3668 kkal/kg ve D4 3567 kkal/kg olarak belirlendi. Soya küspesinin enerji sindiriminin tam yağlı soyadan daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sertel (2005) tarafından bildirilen sindirilebilir enerji değeri (3226 kkal/kg) bu çalışmada belirlenen değerlerden düşük, Engin (2008) tarafından bildirilen değer (4697 kkal/kg) ise yüksektir. Sindirilebilir enerji değerleri arasındaki fark çalışmalarda farklı balık türünün kullanılması balık büyüklüklerinin farklı olması çalışmalarda kullanılan su sıcaklığındaki farklılıklar ve rasyonlarda kullanılan besin maddelerinin farkından kaynaklanabilmektedir.

Kontrol ve deneme rasyonlarındaki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları ve sindirilebilir enerji düzeylerinde bu çalışmada belirlenen değerler ile diğer araştırmacıların belirledikleri değerler arasındaki farklılıklar, farklı büyüklükteki balıkların kullanılmasına, araştırma koşullarının (suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri) farklı olmasına, kullanılan farklı rasyon yapısına, farklı balık türü kullanılmasına, denemelerde farklı dışkı toplama metotlarının kullanılmasına bağlanabilir.

Bu çalışmada, balık unununun bir kısmı yerine (%15 ve %30) soya küspesi ve tam yağlı soya kullanılmıştır. Bu bitkisel proteinler, tripsin, yaklaşık %30 sindirilemeyen karbonhidrat, lektin, saponin, fitat ve allerjik etki yapabilen proteinler gibi birçok antibesinsel faktörler içermektedir. Bu faktörler balıkların protein, aminoasit ve enerji sindirimini etkilemektedir (Refstie vd., 2000; Glencross vd., 2004; Harmantepe ve Büyükhatipoğlu, 2007). Bu çalışmada deneme gruplarından elde edilen sindirim değerleri ile yukarıda belirtilen araştırmacıların bulunduğu değerler arasındaki farklılıkların bitkisel proteinlerin bu özelliklerinden dolayı kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.4. Büyüme Parametreleri

4.4.1. Canlı Ağırlık

Gökkuşuğu alabalığında, Gomes vd. (1993) tarafından %42 ham protein içeren, kontrol rasyonunda (%52 balık unu, %8 soya unu, %31 mısır unu, %5 balık yağı) balık unu yerine %5, %10, %15 oranında kolza ve bezelye ilave edilerek üç farklı rasyon ile %34 ham protein içeren ham protein oranı düşük, yağ oranı yüksek olan %45 oranında kolza ve bezelye ilavesi yapılarak dördüncü deneme rasyonu oluşturularak 12 hafta süresince 17±1 °C'de yapılan çalışmada başlangıç ağırlığı 39,4±0,6 g olan balıklarda son ağırlık kontrol grubunda 147,9 g, D1 151g, D2 156,9 g, D3 161,9 g ve D4 135,2 g olarak belirlenmiştir.

Luo vd. (2006), tarafından yapılan çalışmada, %45,9 ham protein içeren kontrol rasyonuna (%45 balık unu, %8 soya unu, %20 lesitin, %4,6 balık yağı, %31,3 un, %5 buğday gluteni) balık ununun yerine sırasıyla %25, %50, %75 (metiyonin ilaveli), %75 (metiyonin ilavesiz) ve %100 pamuk tohumu küspesi ilave edilerek 8 hafta süreyle 16 °C'de 8 mg/L oksijen düzeyinde yapılan çalışmada başlangıç ağırlığı 39,2±0,1 g olan balıklarda son ağırlık kontrol grubunda 101,5 g, D1 98,7 g, D2 97,0, D3 95,0 g , D4 95,5 g D5 84,8 g olarak belirlenmiştir.

Gomes vd. (1995), tarafından gökkuşacağı alabalığında %43 ham protein içeren kontrol rasyonuna (%9,4 et unu, %52,8 balık unu, %30,8 dextrin, %4 balık yağı) balık ununun %33, %66, %100'ü yerine farklı oranlarda bakla, bezelye, mısır gluteni ve tam yağlı soyadan oluşan bitkisel proteinler ilave edilerek hazırlanan deneme rasyonları ile 8 hafta süreyle ve 15 °C'de yapılan çalışma ile başlangıç ağırlığı 54,5±4,6 g olan balıklarda son ağırlık kontrol grubunda 196,5 g, D1 197,3 g, D2 197,3 g, D3 175,0 g olarak belirlenmiştir.

Sanz vd. (1994) tarafından gökkuşacağı alabalığında, %42 ham protein içeren kontrol rasyonuna (%59,33 balık unu, %0,32 balık yağı, %5,50 mısır yağı %20 nişasta) balık ununun %40'ı, yerine soya küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilerek birinci grup çalışma, ayçiçeği tohumu küspesinin balık ununun %40'ı yerine kullanılarak aminoasit ilaveli ve ilavesiz iki farklı grup oluşturularak ikinci grup çalışma oluşturulmuştur. Su sıcaklığı 15±0,5 °C olan bu çalışmada birinci grup için 45 gün ikinci grup 60 gün süreyle yapılan çalışmada başlangıç ağırlığı 38,53 g olan balıklarda son ağırlık birinci grup için kontrol grubunda 88,26 g, D1 91,49 g, D2 85,70 g, ikinci grup için kontrol grubunda 99,90 g, D1 105,01 g, D2 103,98 g olarak belirlenmiştir.

Kaushik vd. (1995) tarafından gökkuşacağı alabalığında, ham protein oranı %46,5 kontrol rasyonuna (%65 balık unu, %26 buğday nişastası, %6 balık yağı) sırasıyla balık ununun 1/3, 2/3 ve balık ununun tamamı yerine soya proteini konsantresi, balık ununun %25 ve %50'si yerine soya unu, balık ununun tamamı yerine kazein ve balık ununun tamamı yerine kazein ve soya unu ilave edilerek hazırlanan rasyonlarla 12 hafta süreyle 18 °C'de yürütülen çalışma sonucunda başlangıç ağırlığı 83±1 g olan balıklarda son ağırlık kontrol grubunda 223 g, D1 215 g, D2 224,2 g, D3 222,4 g , D4 216,1 g, D5 205,7 D6 160,9 g, D7 212,1 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada ham protein oranı %49,52 olan kontrol rasyonunda balık ununun %15 ve %30'u yerine soya küspesi ve kontrol rasyonundaki balık ununun %15 ve %30'u

yerine tam yağlı soya ilave edilerek hazırlanan deneme rasyonları ile $8,8 \pm 0,20$ °C’de 5 ay süreyle yürütülen çalışmada başlangıç ağırlığı 49,98 g olan balıklarda son ağırlık kontrol grubunda 108,41 g, D1 102,08 g, D2 84,61 g, D3 97,45 g, D4 74,61 g olarak belirlendi. Balık ağırlıklarında D1 ve D3 gruplarında belirlenen ağırlığın kontrol grubuna yakın olduğu belirlendi. Soya küspesinin %30 ve tam yağlı soyanın %30 kullanımı ile D2 ve D4 gruplarında balık ağırlığı azaldı. Fakat soya küspesinin kullanılmasının tam yağlı soya kullanımından daha iyi sonuç verdiği belirlendi. Deneme gruplarında D2 ve D4’te ağırlığın düşmesi gökkuşağı alabalığının karnivor olması nedeniyle yüksek oranda soyayı değerlendirememesine bağlanabilir. Ayrıca soya küspesinden elde edilen değerlerin tam yağlı soya ile karşılaştırıldığında daha yüksek olması tam yağlı soyadaki bitkisel yağdan kaynaklanabilir. Fakat tam yağlı soyanın %15 ilave edildiği rasyonda (rasyondaki balık yağı %2) yağın sindiriminin %90,84, %15 soya küspesi ilave edilen rasyonda (rasyondaki balık yağı %9) ise yağın sindiriminin %90,59 olarak daha düşük oranda belirlenmesi nedeniyle tam yağlı soya kullanımında protein sindiriminin düşmesine bağlı olarak ağırlığın azaldığı düşünülmektedir. Rasyonda %15 tam yağlı soyanın bulunması yağların sindirimini etkilememiştir, fakat %30 oranında tam yağlı soya kullanılması ile yağların sindirimi %70,85’e düşmüştür. Buna ilaveten %30 soya küspesi kullanımında da bu oran rasyona balık yağı ilave edilmesine rağmen yağın sindirimi %78,32’ye düşmüştür. Bu nedenle soyada bulunan beslenmeyi sınırlandırıcı maddelerin (proteaz inhibitörü, fitoestrogenler, lektinler, antivitaminler, saponinler ve çeşitli oligosakkaritler) sindirimi düşürmesi nedeniyle ağırlıkların azaldığı düşünülmektedir.

Gomes vd. (1993) tarafından yapılan çalışmada %45 oranında bitkisel proteinin kullanılmasıyla D4 (135,2 g) grubunda son ağırlık azalmıştır. Luo vd. (2006), tarafından yapılan çalışmada rasyondaki pamuk tohumu küspesi ilavesine paralel olarak son ağırlık azalmıştır. Gomes vd. (1995), tarafından yapılan çalışmada bitkisel protein oranının %100’ü balık unu yerine kullanılmasıyla ağırlık kontrol grubuna göre önemli ($p < 0,01$) düzeyde azalmıştır. Kaushik vd. (1995), tarafından yapılan çalışmada ise son ağırlık ham protein oranı yüksek olan (%70) soya proteini konsantresinin balık unun yerine farklı oranlarda veya tamamı yerine kullanılmasının balıklardaki son ağırlık üzerinde kontrol grubu ile istatistiksel olarak fark göstermediği ancak %50 oranında ham proteine sahip soya ununun kullanılmasıyla balık ağırlığının azaldığı belirtilmektedir ($p < 0,05$). Yukarıdaki araştırmacıların bulgularına paralel olarak bu çalışmada da bitkisel protein oranının

artmasına paralel olarak balık ağırlığının azaldığı fakat soya küspesi kullanılan rasyonlarda ağırlığın tam yağlı soyaya göre daha fazla olduğu görülmektedir.

4.4.2. Total Boy

Engin (2000) tarafından yapılan çalışmada, gökkuşuğu alabalığında 12 ± 2 °C su sıcaklığında 82,39 ağırlığındaki balıklarda total boy 19,0 cm, 111 g olan balıklarda total boy 20,50 cm olarak belirlenmiştir. Gündoğdu (2007) tarafından, gökkuşuğu alabalığında $10,10$ °C'de yapılan çalışmada 44,34 g olan balıkların total boyu 15,34 cm olarak belirlenmiştir. Köprücü (2000) tarafından, gökkuşuğu alabalığında $14\pm 0,03$ °C'de yapılan çalışmada 50,51 g ağırlığındaki balıkların total boyu 16,14 cm, 75,0 g balıklarda total boy 18,35 cm, 105 g ağırlığındaki balıkların total boyu ise 20,48 cm olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada $8,8-9,4$ °C su sıcaklığında başlangıç ağırlığı $49,98\pm 0,32$ g olan balıkların total boyu $16,28\pm 0,06$ cm olarak belirlenirken bu değer Köprücü (2000) tarafından bildirilen (16,14 cm) total boy ile uyum göstermektedir. Çalışma sonunda kontrol grubunda 108,41 g balıklarda total boy 21,45 cm, D1 102,08 g balıklarda total boy 20,23 cm, D2 84,61 g balıklarda total boy 19,54 cm, D3 97,45 g balıklarda total boy 19,84 cm, D4 74,61 g balıklarda total boy 18,60 cm olarak belirlendi. Bu değerler yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Total boy en yüksek kontrol grubunda belirlenirken, soya küspesi ilave edilen rasyonlarda belirlenen total boy tam yağlı soya ilave edilen rasyonlarda belirlenen değerlerden daha yüksek olduğu, bunun da belirlenen canlı ağırlıkla paralel olarak değiştiği görülmüştür.

4.4.3. Canlı Ağırlık Artışı

Bu konuda yapılan çalışmalarda ağırlık artışı deneme başlangıcında ve deneme süresi sonunda belirlenen balık ağırlığı ile toplam ağırlık artışı şeklinde belirlenmiştir.

Gomes vd. (1993) tarafından yapılan çalışmada 12 hafta süresince 17 ± 1 °C'de toplam ağırlık artışı 107 g, Luo vd. (2006), tarafından yapılan çalışmada 8 hafta süre sonunda 16 °C'de toplam ağırlık artışı 62,3 g, Gomes vd. (1995) tarafından yapılan çalışmada 8 hafta süreyle ve 15 °C'de toplam ağırlık artışı 143 g, Sanz vd. (1994) tarafından yapılan çalışmada $15\pm 0,5$ °C 45 gün süresince yapılan çalışma sonunda toplam ağırlık artışı 49,73 g, 60 gün süreyle yapılan çalışmada 61,37 g, Kaushik vd. (1995), tarafından

yapılan çalışmada 12 hafta süreyle 18 °C’de toplam ağırlık artışı 140 g olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada ise kontrol grubunda toplam ağırlık artışı 58,46 g, D1 52,52 g, D2 34,43 g D3 47,65 g, D4 24,2 g olarak belirlendi. Ağırlık artışında kontrol ve D1 grupları paralellik gösterirken soya küspesindeki ağırlık artışı tam yağlı soyadan daha yüksektir. Ağırlık artışındaki azalmanın canlı ağırlık bölümünde belirtilen nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile bu çalışma sonunda belirlenen ağırlık artışında görülen farklılıklar araştırmalarda kullanılan su sıcaklığı, balık büyüklüğü ve rasyon yapılarının farklı olmasından kaynaklanabilmektedir.

4.4.4. Oransal Büyüme

Oransal büyüme oranını Yılmaz Keskin ve Erdem (2005) tarafından gökkuşacağı alabalığında deniz suyunda ortalama 17,5 °C su sıcaklığında farklı oranlarda ekstrüde yem kullanımının araştırıldığı çalışmada başlangıç ağırlıkları 274,7 g, 273,09 g, 276,99 g olan balıklarda 44 gün yürütülen araştırma sonunda oransal büyüme %34,42, %47,18 ve %71,88 olarak belirlenmiştir. Gündoğdu (2007) tarafından 10,10 °C’de başlangıç ağırlığı 7,7±0,12 g olan balıklarda 4 aylık deneme süresi sonunda aylık ortalama oransal büyümeyi %58,78 olarak belirlemiştir. Engin (2008) tarafından gökkuşacağı alabalığında 12±2 °C’de, başlangıç ağırlığı 82,39 g olan balıklarda 3 aylık deneme süresi sonunda aylık ortalama oransal büyüme %31,67 olarak bildirilmektedir.

Bu çalışmada ise 8,8-9,4 °C’de yürütülen ve başlangıç ağırlığı 49.98±0,32 g olan balıklarda, 5 aylık deneme süresi sonunda belirlenen oransal büyüme kontrol grubunda %117,03, D1 105,97, D2 %68,61, D3 %95,68 D4 %48,00 olarak belirlendi. Kontrol, D1 ve D3 gruplarında belirlenen değerler Yılmaz Keskin ve Erdem (2005) tarafından belirlenen değerlerden yüksek, D2 ve D4 ise bildirilen değerler arasındadır.

Bu çalışmada aylık olarak belirlenen oransal büyüme ise %16,77, D1 15,55, D2 11,06, D3 14,38 D4 8,16’dır. Kontrol grubu, D1 ve D3 gruplarında belirlenen oransal büyüme paralellik gösterirken D3 ve D4 gruplarında bu oran daha düşük olarak bulundu. Soya küspesinde oransal büyümenin tam yağlı soyaya göre daha yüksek olmasının nedeninin soya küspesindeki, protein sindiriminin daha yüksek olmasıdır. Bu çalışmada belirlenen değerler ile Gündoğdu (2007) ve Engin (2008) tarafından belirlenen değerler

karşılaştırıldığında, araştırmacılar tarafından belirlenen değerlerin kontrol ve deneme gruplarından yüksek olduğu grlmştir.

Oransal büyüme değerlerinde yukarıdaki araştırmacıların bulguları ile bu çalışmadaki bulgular arasındaki fark, farklı büyüklükteki balıklarla çalışılması ve araştırmada kullanılan farklı fiziksel ve kimyasal yapıdaki suyun kullanılması ve kullanılan rasyonların farklı olmasından kaynaklanabilmektedir.

4.4.5. Spesifik Büyüme Oranı

Balıklarda spesifik büyüme oranı Morris vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada gökkuşağı alabalığında balık ununun yerine farklı oranlarda tam yağlı soya ilave edilerek başlangıç ağırlığı 110 g olan balıklar kullanılarak %47,30 ham protein ihtiva eden rasyonlarla 11 °C'de 8 hafta süresince besleme yapılmıştır. Spesifik büyüme oranı kontrol grubunda 1,36 olarak belirlenirken balık ununun %25'i yerine tam yağlı soya ilave edilen grupta 1,32 olarak belirlenmiştir.

Espe vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, Atlantik salmonu (*Salmo salar*)'nun %49 balık unu bulunan kontrol rasyonu ile balık ununun %100' yerine farklı oranlarda mısır ve buğday gluteni ilave edilen deneme rasyonları ile 8 °C'de başlangıç ağırlığı 332 g olan balıklarda 85 gün deneme süresi sonunda spesifik büyüme oranı sırasıyla 0,97; 0,87; 0,86; 0,87 belirlenerek en yüksek oran kontrol grubundan sağlanırken bitkisel proteinin yapısı ve miktarına bağlı olarak oranın düştüğü belirlenmiştir.

Engin (2008) tarafından, gökkuşağı alabalığında 12±2 °C'de, 82,39 g ağırlığındaki balıklarda %45 ham protein ihtiva eden rasyonlara farklı bitkisel yağların ilave edilmesi sonucunda spesifik büyüme oranını %0,39, %0,37, %0,40, %0,33 ve %0,38 olarak belirtilmiş, soya yağı ilave edilen grubun spesifik büyüme oranının (%0,37) balık yağı ilave edilen gruptan (%0,39) daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Luo vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, gökkuşağı alabalığının rasyonunda balık ununun yerine farklı oranlarda pamuk tohumu kspesti ilave edilerek ağırlığı 39,2 g olan balıklarda 16 °C'de 8 hafta süreyle yapılan çalışmada kontrol grubunda spesifik büyüme oranı %1,7, balık ununun yerine %50 pamuk tohumu kspesti ilave edilen rasyonla yapılan beslemede %1,6, balık ununun yerine %100 pamuk tohumu kspesti ilave edilen grupta ise 1,4 olarak belirlenmiş ve spesifik büyüme oranının rasyondaki pamuk tohumu kspestinin miktarının artmasına bağlı olarak bu oranın azaldığı bildirilmiştir.

Bu çalışmada spesifik büyüme oranı kontrol grubunda %0,51, D1 %0,47, D2 %0,34, D3 %0,44, D4 %0,25 olarak belirlendi. Soya küspesi kullanılan rasyonlarda tam soya kullanılan rasyonlara göre bu oran daha yüksek bulundu. Spesifik büyüme oranının rasyonda kullanılan soya küspesi ve tam yağlı soya miktarının artmasına bağlı olarak azaldığı bu nedenle yukarıda belirtilen araştırmacıların sonuçları ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Engin (2008) tarafından belirlenen değerlerin ise, bu çalışmada belirlenen oranlara daha yakın olduğu görüldü. Spesifik büyüme değerlerinde görülen farklılıklar rasyon yapısı, farklı deneysel ortamlardan, farklı büyüklükteki balıkların kullanılması ve araştırmada kullanılan farklı fiziksel ve kimyasal yapıdaki sulardan kaynaklanabilmektedir.

4.4.6. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörü Morris vd. (2005) tarafından, gökkuşacağı alabalığında %47,6 ham protein ihtiva eden kontrol rasyonu (%49,5 balık unu, %3 mısır gluteni %7,5 soya küspesi %20 buğday) ile 11 °C'de 110 g ağırlığındaki balıklarla yürütülen çalışma sonunda kondisyon faktörü 1,55 olarak belirlenirken balık ununun yerine %25 tam yağlı soya ilave edildiğinde kondisyon faktörü %1,54 olarak belirlenmiştir.

Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) tarafından yapılan çalışmada gökkuşacağı alabalığında ortalama 13,4 °C'de, %50 ham protein ihtiva eden kontrol rasyonu (%50 balık unu, %13 soya küspesi, %29,9 bonkalite) ile 23 g olan balıklarda kondisyon faktörü 1,21 olarak belirlenmiştir.

Okumuş ve Mazlum (2002), gökkuşacağı alabalığında 10,8-23,3 °C'de farklı oranlarda ham protein içeren alabalık yemleri ile 22 hafta süre ile yapılan çalışmada başlangıç ağırlığı 16,5 g olan balıklarda kondisyon faktörünü 1,23 olarak belirlemişlerdir.

Engin (2008) tarafından, başlangıç ağırlığı 82,39 g olan gökkuşacağı alabalığında 12±2 °C'de 90 gün deneme süresi sonunda kondisyon faktörü 1,18 olarak belirlenmiştir.

Gündoğdu (2007) tarafından 10,10 °C'de, başlangıç ağırlığı 7,7±0,12 g olan balıklarda 4 aylık deneme süresi sonunda kondisyon faktörü 1,34 olarak belirlenmiştir.

Köprücü (2000) tarafından gökkuşacağı alabalığında 14±0,03 °C'de, başlangıç ağırlığı 5±0,10 g olan balıklarda 12 ay süre ile yapılan çalışmada kondisyon faktörü 1,19 olarak belirlenmiştir.

Yiğit ve Aral (1999) tarafından, gökkuşacağı alabalığında kondisyon faktörünün 1,14-1,53 arasında (optimum 1,34) olması gerektiği bildirilmiştir.

Bu çalışmada kondisyon faktörü kontrol grubunda 1,16, D1 1,18, D2 1,18, D3 1,20 ve D4 1,20 olarak belirlendi. Bu değerler yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

4.5. Yem Değerlendirme

4.5.1. Yem Dönüşüm Oranı

Cheng vd. (2003), 14,5 °C’de ortalama ağırlığı 9,1 g olan balıklarda yem dönüşüm oranını kontrol grubunda 1,02, metiyonin ilaveli soya küspesi kullanılan gruplarda (%25, %50, %75, %100) sırası ile 0,95, 1,02, 1,17, 1,34 olarak belirlenmiştir. Morris vd. (2005), 11 °C’de başlangıç ağırlığı 110 g olan balıklarla yapılan çalışma sonunda kontrol grubunda 0,79, tam yağlı soya ilaveli gruplarda (%5, %10,%15, %20, %25) yem dönüşüm oranını sırasıyla 0,78, 0,80, 0,81, 0,82, 0,85 olarak belirlemişlerdir. Yılmaz Keskin ve Erdem (2005), 17,5 °C su sıcaklığında başlangıç ağırlığı 274,7 g olan balıklarda 1,51, Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007), 13,4 °C’de başlangıç ağırlığı 23 g olan birinci periyotta 0,99, ikinci periyotta 1,18, Gündoğdu (2007), 10,10 °C’de, başlangıç ağırlığı 7,7±0,12 g olan balıklarda 1,55, Engin (2008), ortalama 12 °C’de, 82,39 g ağırlığındaki balıklarda 1,15, Köprücü (2000), 14±0,03 °C’de başlangıç ağırlığı 5±0,10 g olan balıklarda 1,96 olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada yem dönüşüm oranı kontrol grubunda 1,58, D1 1,70, D2 2,60, D3 1,85 ve D4 3,35 olarak belirlendi. D1 grubunun kontrol grubuna paralel olduğu D3, D2 ve D4’te bu oranın arttığı ve soya küspesi kullanılan rasyonların yem dönüşüm oranının tam yağlı soya kullanılan rasyonlara göre daha düşük olduğu belirlendi. Yıldız ve Şener (2004) tarafından yapılan çalışmada da, rasyona balık yağı yerine soya yağı ilave edilmesi ile levrek balıklarında yemden yararlanma oranı 1,59’dan 1,78’ yükselmiştir. Balık yağının balıklar tarafından daha iyi değerlendirildiği belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan soyada bulunan saponin, tripsin ve lektin gibi antibesinsel faktörlerin de protein ve yağların sindirimini etkileyerek yem dönüşüm oranının yükselmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Cheng vd. (2003) (1,02), Morris vd. (2005) (0,79), Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) (0,99 ve 1,18), Engin (2008) (1,15) tarafından bildirilen değerler kontrol ve deneme gruplarından düşük, Gündoğdu (2007) tarafından bildirilen yem dönüşüm oranı (1,55) kontrol grubu ile paralel, Köprücü (2000) tarafından bildirilen değer (1,96) ise kontrol

(1,58), D1 (1,70) ve D3 (1,85) grubundan yüksek , D2 (2,60) ve D4 (3,35) gruplarından ise düşüktür. Yem dönüşüm oranında görülen farklılıklar farklı rasyon proteinleri ve rasyon kompozisyonları, farklı yemleme düzeyi ve farklı büyüklükteki balıkların kullanılması ile farklı su sıcaklığından kaynaklanabilmektedir.

Bu çalışmada yem dönüşüm oranının kontrol rasyonundaki balık ununun yerine ilave edilen soya küspesi ve tam yağlı soya oranının artmasına paralel olarak arttığı belirlendi. Cheng vd. (2003) ve Morris vd. (2005) tarafından yapılan çalışmalarda da yem dönüşüm oranı kontrol grupları ile karşılaştırıldığında rasyondaki bitkisel protein miktarının artmasına paralel olarak arttığı görülmektedir.

4.5.2. Protein Etkinlik Oranı

Sanz vd. (1994) tarafından gökkuşacağı alabalığında $15\pm 0,5$ °C’de, 38,53 g ağırlıktaki balıklarda balık ununun %40’ı yerine sırasıyla soya küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi ilave edilerek yapılan çalışmada protein etkinlik oranı kontrol grubunda 2,39, soya küspesi ile hazırlanan deneme rasyonunda 2,27, ve ayçiçeği tohumu küspesi ile hazırlanan deneme rasyonunda 2,16 olarak belirlenmiştir. Kaushik vd. (1995) tarafından, 18 °C’de başlangıç ağırlığı 83 g olan gökkuşacağı alabalığında protein etkinlik oranı kontrol grubunda 1,95, kontrol rasyonundaki balık ununun %100’ü yerine soya proteini konsantresi (%70 ham protein içeren) ilave edilen rasyonda protein etkinlik oranı 2,07, %100 kazein ilave edilen grupta ise 1,57 olarak belirlenmiştir. Okumuş ve Mazlum (2002), gökkuşacağı alabalığında 10,8-23,3 °C’de başlangıç ağırlığı 16,5 g olan balıklarda 2,08 , Köprücü (2000) tarafından, gökkuşacağı alabalığında $14,6\pm 0,03$ °C’de, başlangıç ağırlığı $5\pm 0,10$ g olan balıklarda 1,18, Engin (2008) tarafından, başlangıç ağırlığı 82,39 g olan gökkuşacağı alabalığında 12 ± 2 °C’de 1,96 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada protein etkinlik oranı kontrol grubunda 1,58, D1 1,16 D2 0,81, D3 1,07 ve D4’de 0,62 olarak belirlendi. Soya küspesi kullanımında, tam yağlı soyaya göre protein etkinlik oranının daha yüksek olduğu ancak aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi. Kontrol ve deneme gruplarında belirlenen değerler Sanz vd. (1994) (2.39), Kaushik vd. (1995) (1,95), Okumuş ve Mazlum (2002) (2,08), Engin (2008) (1,96) tarafından bildirilen değerlerden düşük, Köprücü (2000) tarafından bildirilen protein etkinlik oranı (1,18) ise kontrol grubundan (1,58) düşük, D1 (1,16) ve D3 (1,07) grubu ile paralel, D2 (0,81) ve D4 (0,62) gruplarından ise yüksektir. Bu çalışmada soya küspesi ve tam yağlı soya kullanılması ile protein etkinlik oranının düştüğü görülmektedir.

Sanz vd. (1994) tarafından yapılan çalışmada da, balık ununun %40'ı yerine soya küspesi (2,27) ve ayçiçeği tohumu küspesi kullanılması (2,16) ile protein etkinlik oranının kontrol rasyonuna göre azalması bu çalışmadaki bulgular ile paralellik göstermektedir. Yukarıda belirtilen değerler ile bu çalışma sonucu belirlenen protein etkinlik oranına ait değerler arasındaki farklılık farklı büyüklükteki balıkların kullanılmasına, araştırma koşullarının birbiriyle uyumlu olmamasına ve kullanılan rasyonların farklı olmasına bağlanabilir.

4.5.3. Protein Değerlendirme İndeksi, Karkas verimi ve Fileto Verimi

Engin (2008) tarafından, başlangıç ağırlığı 82,39 g olan gökkuşacağı alabalığında ham protein oranı %45 olan rasyonla 12±22 °C'de yapılan çalışma sonunda protein değerlendirme indeksi 1,66, olarak belirlenirken, Köprücü (2000) tarafından gökkuşacağı alabalığında ham protein oranı %45 olan rasyonla başlangıç ağırlığı 5±0,10 g olan balıklarla 14,6±0,03 °C'de yapılan çalışma sonunda 1,73 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada protein değerlendirme indeksi kontrol grubunda 1,64, D1 1,58, D2 1,52, D3 1,53 ve D4 1,49 olarak belirlendi. Protein sindiriminin kontrol grubunda yüksek olması ve soya kullanımına paralel olarak azalması nedeniyle protein değerlendirme indeksi de düşmüştür. Kontrol grubunun (1,64) Engin (2008) tarafından bildirilen protein değerlendirme indeksi (1,66) ile paralellik gösterdiği, Köprücü (2000) tarafından bildirilen değer (1,73) ise çalışmada bildirilen değerlerden yüksek olduğu belirlendi. Protein değerlendirme indeksinde belirlenen farklı değerler araştırmalarda kullanılan rasyonlarda protein yapısının farklı olmasına, su sıcaklığının farklı olması ve farklı büyüklükteki balıkların kullanılmasından kaynaklanabilmektedir.

Karkas verimi, Yılmaz Keskin ve Erdem (2005) tarafından gökkuşacağı alabalığında deniz suyunda ortalama 17,5 °C su sıcaklığında başlangıç ağırlığı 274,7 g ve çalışma sonunda 369,25±5,72 g olan balıklarda %69,74 olarak bildirilmiştir. Köprücü (2000) tarafından, başlangıç ağırlığı 5±0,10 g olan gökkuşacağı alabalığında, 14,6±0,03 °C'de yapılan çalışma sonunda 386,0±0,85 g olan balıklarda karkas verimi %83,32 olarak belirlenmiştir. Köprücü ve Özdemir (2003) tarafından Keban Baraj Gölü ve Hazar Gölü'nde yapılan çalışmada *Capoeta capoeta umbla* balığında belirlenen ortalama karkas verimleri %68,7-%69,9 arasında değişmektedir. Ayrıca bu çalışmada diğer araştırmacılar tarafından gökkuşacağı alabalığı için karkas veriminin %64,8 olduğu bildirilmektedir.

Bu çalışmada karkas verimi, kontrol grubu %69,84, D1 68,47, D2 68,71, D3 67,76 ve D4 68,34 olarak belirlendi. Bu değerler Yılmaz Keskin ve Erdem (2005) tarafından

bildirilen karkas verimi (%69,74) ve Köprücü ve Özdemir (2003) tarafından bildirilen karkas verimi (%68,7-%69,9 ve %64,8) ile paralellik gösterirken, Köprücü (2000) tarafından belirlenen değerden (%83,32) düşüktür.

Fileto verimi, Köprücü (2000) tarafından yapılan çalışmada %61,25, Köprücü ve Özdemir (2003) tarafından yapılan çalışmada ise %39,01- %46,7 olarak bildirilmektedir.

Bu çalışmada fileto verimi kontrol grubunda %44,91, D1 44,86, D2 43,92, D3 43,49 ve D4 44,04 olarak belirlendi. Kontrol ve deneme gruplarındaki fileto verimi Köprücü ve Özdemir (2003) tarafından bildirilen değerlerle (%39,01- %46,7) paralellik gösterirken, Köprücü (2000) tarafından bildirilen değerden (%61,25) düşüktür.

Karkas verimi ve fileto veriminde belirlenen değerlerdeki farklılıklar, çalışmalarda kullanılan balık büyüklüğü ve balıkların beslenmelerindeki rasyon yapılarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

4.6. Balık Etindeki Ham Besin Madde ve Toplam Enerji Düzeyleri

4.6.1. Balık Etindeki Ham Protein ve Aminoasitler

Gomes vd. (1993) tarafından yapılan çalışmada ham protein oranı %45 olan rasyonla 18 °C'de yapılan araştırma sonunda balık etindeki ham protein oranı deneme başlangıcında 40 g balıklarda %69,1, deneme sonunda 147,9 g ağırlığındaki balıklarda %57,3 olarak belirlenmiştir.

Kaushik vd. (1995) tarafından yapılan çalışmada, ham protein oranı %46,5 olan rasyonla, 18 °C'de yürütülen araştırma sonucunda başlangıç ağırlığı 83±1 g olan balıklarda balık etindeki ham protein oranı %72,57 deneme sonunda 223 g olan balıklarda balık etindeki ham protein oranı %74,68 olarak belirlenmiştir.

Morris vd. (2005) tarafından 11 °C'de, ham protein oranı %47,3 olan rasyonla yapılan çalışmada deneme sonunda 242,6 g olan balıklarda %74,04 olarak belirlendi.

Engin (2008) tarafından yapılan çalışmada 12±2 °C su sıcaklığında %45 ham protein içeren, rasyonla yapılan çalışmada deneme başlangıcında 82,39 g olan balıklarda balık etindeki ham protein %73,76, deneme sonunda 188,0 g ağırlığındaki balıklarda ham protein oranı %74,68 olarak belirlenmiştir.

Köprücü (2000) tarafından yapılan çalışmada, ham protein oranı %45 olan rasyonla 14,6±0,03 °C'de, yapılan çalışmada 386,0 g olan balıklarda balık etinde ham protein oranı %77,11 olarak belirlenmiştir.

Unusan (2007) tarafından Konya ilinden doğadan yakalanan $380\pm 3,21$ g ağırlığındaki gökkuşuğu alabalığında ham protein oranı %70,44 olarak bildirilmiştir.

Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) tarafından yapılan çalışmada, ham protein oranı %50-52 olan rasyonla ortalama $13,4$ °C'de yapılan araştırma sonunda balık etindeki ham protein oranı deneme başlangıcında (ikinci periyotta) $90,70$ g olan balıklarda %86,89, deneme sonunda $265,11$ g ağırlığındaki balıklarda %87,01 olarak belirtilmiştir.

Bu çalışmada balık etindeki ham protein oranı deneme başlangıcında %77,51, deneme sonunda, kontrol grubunda %81,79, D1 %80,60, D2 %79,76, D3 %78,14 ve D4 %74,58 olarak belirlendi. Balık etindeki protein oranının rasyondaki protein sindirime paralel olarak azaldığı görüldü. Soya küspesinde protein sindirim oranının yüksek olmasına paralel olarak balık etindeki proteininde tam yağlı soyadan daha yüksek olduğu görüldü.

Çalışmada deneme başlangıcında balık etindeki ham protein oranı (%77,51), deneme başlangıcında Gomes vd. (1993) (%69,1), Kaushik vd. (1995) (%74,68), Morris vd. (2005) (%74,04), Engin (2000) (%73,76) tarafından bildirilen oranlardan yüksek, Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) tarafından bildirilen ham protein oranından (%86,89) düşüktür. Kaushik vd. (1995) (%74,68), Morris vd. (2005) (%74,04), Engin (2008) (%74,68), Unusan (2007) tarafından bildirilen ham protein oranı (%70,44), deneme sonunda D4 (74,58) grubu ile paralellik gösterirken, Köprücü (2000) tarafından bildirilen protein oranı (%77,11), D2 (79,76) ve D3 (78,14) ile paralellik göstermektedir. Gomes vd. (1993) tarafından bildirilen protein oranı (%57,3), kontrol ve deneme gruplarında belirlenen oranlardan düşüktür. Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) tarafından belirlenen oran ise (%87,01), kontrol ve deneme gruplarında belirlenen oranlardan yüksektir. Bu farklılıklar kullanılan rasyonların farklı rasyon yapısına sahip olmasına, farklı büyüklükteki balıkların kullanılmasına ve farklı fiziksel ve kimyasal sularda araştırmanın yapılmasına bağlanabilir.

Balık etindeki aminoasit miktarları, Köprücü (2000) tarafından gökkuşuğu alabalığında % 45 ham protein içeren rasyonla (%47,20 balık unu, %12,60 et -kemik unu, %20,00 soya küspesi, %13,00 buğday unu, %6 bitkisel yağ) yürütülen çalışma sonunda, bildirilen miktar, valin %0,96, lösin %1,85, isolösin %0,94, treonin %1,04, metiyonin %0,56, fenilalanin %0,66, liysin %1,55, histidin %0,75, tyrosin %0,27, alanin %0,79, glisin %0,84, serin %0,92, prolin %0,22, aspartik asit %2,55, glutamik asit %2,99 olarak belirlenmiştir.

Unusan (2007) tarafından, doğadan yakalanan gökkuşağı alabalığında valin %0,60, lösin %1,16, isolösin %0,53, treonin %0,74, metiyonin %0,27, fenilalanin %0,65, liysin %1,40, histidin %0,90, tyrosin %0,50, alanin %1,03, glisin %0,90, serin %0,64, aspartik asit %1,49, glutamik asit %1,90 olarak belirlenmiştir.

Davies ve Morris (1997) tarafından, %45 ham protein içeren rasyonla (%58,30 balık unu, % 30,29 buğday unu, %55,70 balık yağı) yapılan çalışma sonunda valin %1,03, lösin %1,54, isolösin %0,94, treonin %0,92, metiyonin %0,61, fenilalanin %0,88, liysin %1,61, histidin %0,71 olarak bildirilmiştir.

Bu çalışmada balık etindeki aminoasit miktarları valin, deneme başlangıcında %1,40, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,15, %1,29, %1,12, %1,08, %1,09, lösin, deneme başlangıcında %1,87, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,59, %1,43, %1,69, %1,32, %1,50, isolösin, deneme başlangıcında %1,41, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,06, %1,08, %0,97, %0,91, %0,99, treonin, deneme başlangıcında %0,95, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,93, %1,02, %0,97, %0,96, %0,99, metiyonin, deneme başlangıcında %0,93, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,63, %0,67, %0,60, %0,66, %0,64, fenilalanin, deneme başlangıcında %1,54, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,08, %1,10, %0,86, %0,80, %0,91, liysin, deneme başlangıcında %1,42, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %2,04, %1,66, %1,50, %1,51, %1,43, histidin, deneme başlangıcında %0,25, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,03, %0,16, %0,08, %0,06, %0,15, tyrosin deneme başlangıcında 1,01, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,65, %0,68, %0,60, %0,56, %0,62, alanin, deneme başlangıcında %1,08, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %1,11, %1,13, %1,17, %1,13, %1,11, glisin, deneme başlangıcında %1,06, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,99 %0,94, %0,95, %0,97, %0,92, serin deneme başlangıcında %0,54, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,63 %0,62, %0,71, %0,71, %0,69, prolin, deneme başlangıcında %0,86, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,62 %0,76, %0,67, %0,49, %0,55, aspartik asit, deneme başlangıcında %1,54, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %2,28, %2,12, %2,60, %2,49, %2,27, glutamik asit, deneme başlangıcında %1,75, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %2,53, %2,69, %2,75, %2,66, %2,47 olarak belirlendi. Bu çalışmada kontrol ve deneme grupları içerisinde en düşük oranda sindirilen aminoasit, kontrol rasyonundaki balık ununun %30'u yerine tam yağlı soya ilave edilen D4 grubunda liysin'in sindiriminde belirlenirken, balık etinde de liysin'in D4 grubunda belirlenen miktarının diğer gruplara göre daha düşük olduğu görüldü. Gökkuşağı

alabalığında rasyondaki liysin düzeyi NRC (1993)'de %2,9 olarak bildirilmektedir. Tam yağlı soya ilave edilen D3 grubunda bu miktar %2,47, D4 grubunda ise %1,49 olarak belirlendi. Sindirim oranının düşmesi ve balık etindeki liysin oranlarının azalmasına paralel olarak rasyona liysin aminoasitinin ilave edilmesinin uygun olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, balık etinde tespit edilen valin miktarı (deneme başı ve deneme sonunda sırası ile %1,40, %1,15, %1,29, %1,12, %1,08, %1,09), Unusan (2007)'in bildirdiği mevcut değerden (%0,60) yüksektir. Köprücü (2000) tarafından bildirilen miktar (%0,96), çalışmada deneme başlangıcında belirlenen miktardan (%1,40) düşüktür. Çalışmada kontrol ve deneme gruplarında tespit edilen valin miktarları (%1,15, %1,29, %1,12, %1,08, %1,09), Davies ve Morris (1997), (%1,03) ve Köprücü (2000) tarafından bildirilen miktar ile (%0,96) paralellik göstermektedir.

Balık etindeki lösin miktarı, Köprücü (2000) (%1,85), Unusan (2007) (%1,16), Davies ve Morris (1997) (%1,54), tarafından bildirilen miktarlar bu çalışmada belirlenen miktarlarla (%1,87, %1,59, %1,43, %1,69, %1,32, %1,50) paralellik göstermektedir.

Balık etindeki isolösin miktarı, Köprücü (2000) (%0,94) ve Davies ve Morris (1997) %0,94 tarafından belirlenen miktar deneme başlangıcında belirlenen miktardan (%1,41) düşük, kontrol ve deneme grupları (%1,06, %1,08, %0,97, %0,91, %0,99) ile paralellik göstermektedir. Unusan (2007) tarafından belirlenen miktar (%0,53) bu çalışmada belirlenen miktardan düşüktür.

Balık etindeki treonin miktarı, Köprücü (2000) (%1,04), Davies ve Morris (1997) (%0,92) ve Unusan (2007) tarafından bildirilen miktarlar (%0,74) bu çalışmada belirlenen miktarlarla (deneme başlangıcında %0,95, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,93, %1,02, %0,97, %0,96, %0,99) paralellik göstermektedir.

Balık etindeki metiyonin miktarı, Köprücü (2000) tarafından belirlenen miktar (%0,56) ile Davies ve Morris (1997)'in belirlediği miktar (%0,61) kontrol ve deneme gruplarıyla (%0,63, %0,67, %0,60, %0,66, %0,64) uyumludur. Unusan (2007) tarafından bildirilen miktar ise (%0,27) bu çalışmada belirlenen miktarlardan düşüktür.

Balık etindeki fenilalanin miktarı, Köprücü (2000) (0,66) ve Unusan (2007) tarafından belirlenen miktar (0,65) bu çalışmada belirlenen miktarlardan düşüktür. Davies ve Morris (1997) tarafından bildirilen miktar (0,88) deneme başlangıcında belirlenen miktardan (%1,54) düşük, deneme sonunda kontrol ve deneme gruplarında belirlenen miktarlarla (%1,08, %1,10, %0,86, %0,80, %0,91) paralellik göstermektedir.

Balık etindeki liysin miktarı, Köprücü (2000) (%1,55), Davies ve Morris (1997) (1,61) ve Unusan (2007) (1,40) tarafından bildirilen miktarlar kontrol grubundan düşük (%2,04) deneme başlangıcı (%1,42) ve deneme grupları (%1,66, %1,50, %1,51, %1,43) ile paralellik göstermektedir.

Balık etindeki histidin miktarı, Köprücü (2000) (%0,75), Davies ve Morris (1997) (%0,71) ve Unusan (2007) (%0,90) tarafından bildirilen miktarlar bu çalışmada belirlenen miktarlardan (deneme başlangıcında %0,25, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,03, %0,16, %0,08, %0,06, %0,15) yüksektir.

Balık etindeki tyrosin miktarı, Unusan (2007) tarafından belirlenen miktar (%0,50) kontrol ve deneme grupları ile (%0,65, %0,68, %0,60, %0,56, %0,62), paralellik gösterirken deneme başlangıcında (1,01) belirlenen miktardan düşüktür. Köprücü (2000) tarafından belirlenen miktar (%0,27) bu çalışmada belirlenen miktarlardan düşüktür.

Balık etindeki alanin miktarı, Unusan (2007) tarafından bildirilen miktar (%1,03) deneme başlangıcında (%1,08), kontrol ve deneme gruplarında (%1,11, %1,13, %1,17, %1,13, %1,11) paralellik gösterirken, Köprücü (2000) tarafından belirlenen miktar (%0,79) bu çalışmada belirlenen miktarlardan düşüktür.

Balık etindeki glisin miktarı , Unusan (2007) (%0,90) ve Köprücü (2000) tarafından bildirilen miktar (0,84) bu çalışmada belirlenen miktarlarla (deneme başlangıcında %1,06, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,99, %0,94, %0,95, %0,97, %0,92) paralellik göstermektedir.

Balık etindeki serin miktarı, Unusan (2007) (0,64) ve Köprücü (2000) tarafından bildirilen miktar (%0,92) bu çalışmada belirlenen miktarlarla (deneme başlangıcında %0,54, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,63 %0,62, %0,71, %0,71, %0,69) paralellik göstermektedir.

Balık etindeki prolin miktarı, Köprücü (2000) tarafından bildirilen miktar (%0,22) çalışmada belirlenen miktarlardan (deneme başlangıcında %0,86, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %0,62 %0,76, %0,67, %0,49, %0,55) düşüktür.

Balık etindeki aspartik asit miktarı, Unusan (2007) tarafından bildirilen miktar (%1,49), deneme başlangıcında belirlenen (%1,54) miktar ile paralellik göstermektedir. Köprücü (2000) tarafından bildirilen miktar (%2,55) kontrol ve deneme grupları ile (%2,28, %2,12, %2,60, %2,49, %2,27) paralellik göstermektedir.

Balık etindeki glutamik asit miktarı, Unusan (2007) (%1,90) ve Köprücü (2000) tarafından bildirilen miktar (%2,99), bu çalışmada belirlenen miktarlarla (deneme

başlangıcında %1,75, kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla %2,53, %2,69, %2,75, %2,66, %2,47) paralellik göstermektedir.

Balık etinde belirlenen aminoasit miktarlarındaki farklılıklar bu çalışmada kontrol ve deneme rasyonlarında kullanılan hayvansal ve bitkisel proteinlerin esansiyel aminoasit düzeylerindeki farklılıklar ile diğer araştırmacılar tarafından kullanılan rasyonların proteinlerinde bulunan esansiyel aminoasit düzeylerindeki farklılıklardan ve bu protein ve aminoasitlerin sindirim katsayılarındaki farklılıklardan kaynaklanabilmektedir.

4.6.2. Balık Etindeki Ham Yağ ve Yağ Asitleri

Balık etindeki ham yağ oranı, Cheng vd. (2003) tarafından yapılan araştırmada, ham yağ oranı %20,8 olan rasyon kullanılarak 14,5 °C'de belirlenen miktar %11,4'tür. Kaushik vd. (1995), tarafından 18 °C'de ham yağ oranı %12,2 olarak belirlenen rasyonla yapılan çalışma sonunda balık etinde belirlenen miktar %13,03'tür. Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) tarafından ham yağ oranı %13,7 olan rasyonla, 13,4 °C'de belirlenen miktar %8,41'dir. Köprücü (2000) tarafından 14,6±0,03 °C'de %11,55 ham yağ ihtiva eden rasyonla yapılan çalışma sonunda %13,92 olarak belirlemiştir.

Bu çalışmada araştırma gruplarındaki balıkların deneme başlangıcında balık etindeki ham yağ oranı %10,05 olarak belirlendi. Çalışma sonunda ise balık etindeki ham yağ oranı, kontrol grubu %10,37, D1 %11,40, D2 %11,97, D3 %10,97 ve D4 %9,91 olarak belirlendi. Balık etinde belirlenen ham yağ oranları yukarıda belirtilen araştırmacıların belirledikleri oranlarla paralellik göstermektedir.

NRC (1993)'de gökkuşağı alabalığının esansiyel yağ asidi ihtiyacı, yağ asitlerinden eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5 n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n-3) miktarının rasyondaki yağların %10'u oranında olması gerektiği bildirilmektedir. Bu çalışmada rasyonların EPA (20:5 n-3) miktarı kontrol grubunda %11,29 ve D1 grubunda ise %10,58 olarak belirlendi. Bu belirlenen oranların NRC (1993) tarafından bildirilen ihtiyaç düzeyine uygun olduğu tespit edildi. Ancak, D2 (%6,89), D3 (2,26) ve D4 (0,65) rasyonlarında bu miktarlar, bildirilen ihtiyaç düzeyinden düşüktür. DHA (22:6 n-3) yağ asidi ise kontrol (%16,96), D1 (16,74) ve D2 (10,96) rasyonlarında bildirilen sınırlar içerisinde belirlenirken, D3 (%2,55) ve D4 (%0,97) rasyonlarında bildirilen ihtiyaç düzeyinden düşük olduğu belirlendi. Balık etindeki EPA miktarı ise kontrol grubunda %6,34, D1 %5,95, D2 %5,73, D3 %5,64 ve D4 %5,54 olarak belirlendi. Kontrol grubundaki EPA miktarı ile deneme gruplarındaki miktarlar arasındaki fark önemli

bulundu. Balık etindeki DHA miktarları arasındaki farkın ise önemsiz olduğu görüldü. Bu nedeninin soya da yüksek oranda bulunan linolenik asitin (18:3 n-3) metabolizmada uzun zincirli n-3 yağ asitlerine dönüşerek, oluşan reaksiyonlar sonucunda dokosaheksaenoik asitin oluşmasıdır.

Francesco vd. (2007) tarafından, balık etinde linoleik asit (18:2 n-6) miktarının rasyonda bitkisel protein kullanımına bağlı olarak arttığı bildirilmektedir. Bu çalışmada balık etinde, kontrol grubunda %4,83, D1 %4,36, D2 %4,81, D3 %7,03 ve D4 %7,47 olarak belirlendi. Balık yağı ilavesinin yüksek oranda olması nedeniyle D1 ve D2 rasyonları arasında fark yoktur. Ancak balık unu yerine tam yağlı soya ilave edilen ve enerji oranlarını dengelemek amacıyla çok az miktarda (%2 ve %1,05) balık yağı ilavesi yapılan D3 ve D4 gruplarına ait balık etinde linoleik asit miktarının, Francesco vd. (2007) tarafından bildirilen bulguya paralel olarak arttığı belirlenmiştir.

Balık etindeki SFA (doymuş yağ asitleri) yağ asitleri miktarı (%), Dönmez ve Tatar (2001) 30,04, Çelik vd. (2008) 27,65, Morris vd. (2005) 22,0, Gomes vd. (1993) 39,1, Unusan (2007) 38,75, Drew vd. (2007) 34,8, Konar ve Köprücü (2002) 33,58 ve Engin (2008) 21,29 Francesco vd. (2007) 26,58 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada deneme başlangıcında balık etindeki SFA yağ asitleri miktarı (%), 27,08, deneme sonunda (%) kontrol grubunda 29,51, D1 28,22, D2 27,65, D3 27,99 ve D4 27,53 olarak belirlendi. Kontrol grubundaki SFA miktarının balık unununun yüksek olması nedeniyle deneme gruplarından daha yüksek olduğu, deneme gruplarında ise bu miktarın azaldığı görüldü. En düşük sonuç ise rasyonda %30 tam yağlı soya ve %1,02 balık yağı kullanılan D4 (27,53) gurubunda belirlendi.

Dönmez ve Tatar (2001) (30,04) ve Çelik vd. (2008) tarafından bildirilen SFA (27,65) kontrol grubu (29,51) ve D1 (28,22), D2 (27,65), D3 (27,99) ve D4 (27,53) deneme grupları ile paralellik göstermektedir. Morris vd. (2005) (22,0) ve Engin (2008) tarafından bildirilen miktar (21,29) bu çalışmada belirlenen miktarlardan düşüktür. Yukarıda diğer araştırmacılar tarafından bildirilen değerler kontrol ve deneme gruplarında bildirilen değerlerden yüksektir. Francesco vd. (2004) tarafından ham protein oranı %50, ham yağ oranı %19,7 olarak eşit protein ve enerji düzeyine sahip, sırası ile %100'ü balık unu ve %100'ü bitkisel proteinlerden oluşan iki farklı rasyonda balık etinde belirlenen SFA miktarı 1. grupta %26,58 belirlenirken 2. grupta %25,25 olarak belirlenmiş ve bitkisel protein kullanımına bağlı olarak SFA'nın azaldığı ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da bitkisel protein kullanımına bağlı olarak SFA'nın

azaldığı ve bulguların Francesco vd. (2004) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Balık etindeki MUFA (Tekli doymamış yağ asitleri) yağ asitleri miktarı (%), Dönmez ve Tatar (2001) 28,44, Çelik vd. (2008) 35,56, Morris vd. (2005) 48,0, Gomes vd. (1993) 29,7 Unusan (2007) 34,82, Drew vd. (2007) 29,5, Konar ve Köprücü (2002) 32,63, Engin (2008) 29,8 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada deneme başlangıcında balık etindeki MUFA yağ asitleri miktarı (%), 27,02 deneme sonunda kontrol grubunda 21,80, D1 22,81, D2 23,57, D3 21,71, D4 22,53 olarak belirlendi. Rasyonda MUFA oranı yüksek olarak belirlenen D2 rasyonu (Rasyondaki MUFA miktarı %35,26) ile beslenen balıkların etindeki MUFA oranının kontrol ve deneme gruplarından daha yüksek oranda olduğu bulundu. Ancak bu farklılığın istatistiksel olarak diğer gruplardan önemli olmadığı görüldü. Yapılan araştırmalarda, Çelik vd. (2008) (35,56), Morris vd. (2005) (48,0), Unusan (2007) (34,82), ve Konar ve Köprücü (2002) tarafından bildirilen miktar (32,63), kontrol ve deneme gruplarından yüksektir. Dönmez ve Tatar (2001) (28,44), Drew vd. (2007) (29,5) ve Gomes vd. (1993) (29,7), Engin (2008) (29,8) tarafından bildirilen MUFA miktarı deneme başlangıcında balık etindeki miktarı (27,02) ile uyum göstermektedir. Çelik vd. (2008) (35,56), Morris vd. (2005) (48,0), Unusan (2007) (34,82) ve Konar ve Köprücü (2002) tarafından bildirilen miktar (32,63), kontrol ve deneme gruplarından yüksektir.

Balık etindeki PUFA (çoklu doymamış yağ asitleri) yağ asitleri miktarı (%), Dönmez ve Tatar (2001) 29,99, Çelik vd. (2008) 23,09 Morris vd. (2005) 25,50, Gomes vd. (1993) 35,8 Unusan (2007) 26,44, Drew vd. (2007) 35,6 , Konar ve Köprücü (2002) 32,75, Engin (2008) 46,48 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada deneme başlangıcında balık etindeki PUFA yağ asitleri miktarı (%), 45,53, deneme sonunda kontrol grubunda 48,04, D1 48,18, D2 48,15, D3 50,28, D4 49,86 olarak belirlendi. Tam yağlı soya kullanılan D3 ve D4 gruplarında bitkisel yağ nedeniyle balık etindeki PUFA miktarı daha yüksek bulunmuştur. Engin (2008) tarafından bildirilen miktar (46,48), bu çalışmada belirlenen miktarlarla paralellik gösterirken, yukarıdaki diğer araştırmacılar tarafından belirlenen miktarlar çalışmada belirlenen miktarlardan düşüktür.

Balık etindeki $\Sigma n-3$ yağ asitleri miktarı (%), Çelik vd. (2008) 15,64, Morris vd. (2005) 20,05, Gomes vd. (1993) 31,6, Unusan (2007) 17,46, Engin (2008) 21,59 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada $\Sigma n-3$ yağ yağ asitleri miktarı (%), deneme başlangıcında 36,92, deneme sonunda kontrol grubunda 41,92, D1 42,54, D2 41,48, D3 41,28, D4 39,82 olarak belirlendi. Bu değerler yukarıdaki araştırmacıların bulgularından yüksektir.

Balık etindeki $\Sigma n-6$ yağ asitleri miktarı (%), Çelik vd. (2008) 7,45, Morris vd. (2005) 5,45, Gomes vd. (1993) 4,2, Unusan (2007) 8,98, Engin (2008) 24,89 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada deneme başlangıcında balık etinde $\Sigma n-6$ yağ yağ asitleri miktarı (%), 8,20, deneme sonunda kontrol grubunda 6,36, D1 5,63, D2 6,31, D3 8,71, D4 9,75 olarak belirlendi. Engin (2008) tarafından belirlenen miktar (24,89), bu çalışmada belirlenen miktarlardan yüksektir. Yukarıdaki diğer araştırmacıların bulguları ile bu çalışmadaki $\Sigma n-6$ yağ yağ asitleri miktarı paralellik göstermektedir. Francesco vd. (2007) tarafından da bitkisel proteinlerin balık etindeki $n-6$ yağ asitleri miktarını artırdığı bildirilirken, bu çalışmada da tam yağlı soya kullanımına paralel olarak balık etindeki $n-6$ yağ asitleri miktarının arttığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada SFA, MUFA, PUFA, $\Sigma n-3$ yağ asitleri, $\Sigma n-6$ yağ asitlerinde belirlenen değerler ile yukarıdaki araştırmacılar tarafından belirlenen değerler arasında paralellığın yanı sıra bazı farklılıkların da olduğu belirlenmiştir. Balık etindeki yağların yağ asitlerindeki kompozisyonların farklı olması bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörler beslenme şekli, suyun özellikleri, mevsimlere göre avlanma, balık büyüklüğü, cinsiyet ve rasyon yapısı olarak sayılabilir. Francesco vd. (2007), Çelik vd. (2008), Dönmez ve Tatar (2001), Unusan (2007) tarafından yapılan çalışmalarda, balıkların doğadan avlanması nedeni ile farklılıklar gösterebilir. Yukarıda belirtilen diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da farklı bitkisel proteinlerin rasyona ilave edilmesi, (kolza, kanola, bezelye) ve rasyona ilave edilen bitkisel yağların farklı olması (kanola yağı, keten tohumu yağı), su özelliklerindeki farklılıklar ve rasyonların ham yağ oranlarındaki farklılıklar nedeniyle balık etinde belirlenen yağ asidi kompozisyonunda farklılıklar görülebilir.

4.6.3. Balık Etindeki Ham Kül, Lif, Azotsuz Öz Madde, Kuru Madde ve Toplam Enerji Değerleri

Balık etindeki ham kül oranını Morris vd. (2005) %5,34, Luo vd. (2006) %7,8, Cheng vd. (2003) %3,0, Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) deneme başlangıcında %4,88, deneme sonunda %4,58, Gomes vd. (1993) %10, Unusan (2007) %5,31 olarak bildirmiştir.

Bu çalışmada balık etindeki ham kül oranı deneme başlangıcında, %4,59 olarak belirlendi. Bu değer deneme başlangıcında Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) tarafından bildirilen (%4,88) değerle uyumludur. Deneme sonunda ise ham kül kontrol grubu %4,05, D1 %4,24, D2 %3,71, D3 %4,82 ve D4 %4,34 olarak belirlendi. Belirlenen ham kül oranları yukarıda belirtilen araştırmacıların belirledikleri ham kül oranları ile paralellik göstermektedir.

Balık etindeki lif oranı Engin (2008) tarafından deneme başlangıcında %2,10, deneme sonunda %1,80, Sertel (2005) tarafından ise, deneme başlangıcında %0,75, deneme sonunda %0,82 olarak bildirilmiştir.

Bu çalışmada balık etindeki lif oranı deneme başlangıcında %0,87, deneme sonunda kontrol grubu %0,89 D1 %0,77, D2 %0,91, D3 %0,83 ve D4 %0,72 olarak belirlendi. Bu değerler Engin (2008) tarafından bildirilen oranlardan düşük (%2,10 ve %1,80), Sertel (2005) tarafından bildirilen oranlarla (%0,75 ve %0,82) uyumludur.

Balık etindeki azotsuz öz madde Köprücü (2000) tarafından %3,99, Engin (2008) tarafından deneme başlangıcında %3,10, deneme sonunda %2,44 olarak bildirilmiştir.

Bu çalışmada balık etindeki azotsuz öz madde deneme başlangıcında %7,02, deneme sonunda kontrol grubu %2,90 D1 %2,99, D2 %3,65, D3 %5,82 ve D4 %10,45 olarak belirlendi. Köprücü (2000) tarafından bildirilen oran (%3,99), D2 (3,65) ile uyum gösterirken kontrol grubu (%2,90) ve D1'den (%2,99) yüksek, D3 (%5,82) ve D4'den (%10,45) düşüktür. Engin (2008) tarafından bildirilen oran (%3,10) deneme başlangıcında belirlenen orandan (%7,02) düşüktür, deneme sonunda bildirilen oran ise (%2,44) kontrol grubu (%2,90) ve D1 (%2,99) ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmada balık etindeki azotsuz öz madde oranları ile diğer bulgular arasındaki farklılıklar balık etinde belirlenen ham protein, ham yağ, kül, lif ve balık etinde bulunan su miktarındaki farklılıklardan kaynaklanabilmektedir.

Balık etindeki kuru maddeyi Gomes vd. (1993) %23,4, Cheng vd. (2003) %29,1 Luo vd. (2006) %26,3 Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) %25,1, Okumuş ve Mazlum (2002) %26,8, Yılmaz Keskin ve Erdem (2005) %22,60 ve %26,53 olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada balık etindeki kuru madde deneme başlangıcında %22,74, deneme sonunda kontrol grubu %22,15 D1 %22,17, D2 %22,54, D3 %22,97 ve D4 %22,42 olarak belirlendi. Balık etinde belirlenen kuru madde oranları diğer araştırmacılar tarafından bildirilen oranlarla paralellik göstermektedir.

Balık etindeki toplam enerji miktarı Engin (2008) tarafından deneme başlangıcında 5926 kkal/kg, olarak belirlenirken toplam enerji değeri 5049 kkal/kg, olan rasyonla yürütülen çalışma sonunda 5957 kkal/kg, Kaushik vd. (1995) deneme başlangıcında 5138 kkal/kg olarak belirlenirken 4995,21 olan rasyonla deneme sonunda 6166 kkal/kg olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada balık etindeki toplam enerji miktarı deneme başlangıcında 5595 kkal/kg, deneme sonunda kontrol grubu 5640 kkal/kg, D1 5671 kkal/kg, D2 5318, D3 5666 kkal/kg ve D4 5115 kkal/kg olarak belirlendi. Deneme gruplarında sindirilebilir enerjinin soya küspesi ve tam yağlı soya oranlarına bağlı olarak düşmesi nedeniyle, deneme gruplarındaki balık etine ait değerlerde düştüğü görüldü. Soya küspesinde belirlenen sindirilebilir enerjinin ve buna paralel olarak balık etindeki enerji miktarının tam yağlı soyadan daha yüksek olduğu belirlendi. Deneme başlangıcında balık etinde belirlenen toplam enerji miktarı (5595 kkal/kg), Engin (2008) tarafından deneme başlangıcında bildirilen miktar (5926 kkal/kg) ile paralellik gösterirken, Kaushik vd. (1995) tarafından bildirilen miktardan (5138 kkal/kg) yüksektir. Engin (2008) tarafından deneme sonunda bildirilen enerji miktarı (5957 kkal/kg) kontrol, (5640 kkal/kg), D1 (5671 kkal/kg) ve D3 (5666 kkal/kg) grupları ile paralellik gösterirken, bu miktar D2 (5318 kkal/kg) ve D4 (5115 kkal/kg) gruplarından yüksektir. Kaushik vd. (1995) tarafından deneme sonunda bildirilen enerji miktarı (6166 kkal/kg) kontrol ve deneme gruplarından yüksektir.

Bu araştırmada balık etinde belirlenen toplam enerji miktarı ile diğer araştırmacıların belirlediği miktarlar arasındaki fark, farklı büyüklükteki balıkların kullanılmasına, su sıcaklığına, rasyonların besin maddeleri ve enerji düzeylerinin ve bunların sindirilme oranlarının farklı olmasına bağlanabilir.

Bu çalışmada “Gökkuşuğu Alabalığının Tam Yağlı Soya ve Soya Küspesi Proteinlerini Değerlendirmesi” araştırıldı. Bu amaçla oluşturulan kontrol rasyonundaki hayvansal kökenli protein kaynağı olan balık ununun %15 ve %30’u yerine bitkisel protein kaynağı olan soya küspesi ilave edilerek D1 ve D2 deneme rasyonları, yine kontrol rasyonundaki balık ununun %15 ve %30’u yerine, yine bitkisel kökenli protein kaynağı olan tam yağlı soya ilave edilerek D3 ve D4 deneme rasyonları oluşturuldu. Hazırlanan bu 5 rasyonla 5 ay süre ile besleme sonucunda ham besin maddeleri ve enerji sindirim oranları ile büyüme parametre değerleri Tablo 3.20’de incelendiğinde en iyi sonuçların kontrol rasyonu ile beslenen gruptan alındığı, bunu D1 ve D3 grubunun izlediği görüldü. Yem dönüşüm oranında ise en iyi sonuç kontrol rasyonu ile beslenen gruptan elde edilirken,

bunu D1 ve D3 grupları izledi. Protein etkinlik oranı ve protein değerlendirme indeksinde en iyi sonuç kontrol rasyonu ile beslenen gruptan alınırken, bunu D1 ve D3 grubunun izlediği görüldü.

Bitkisel proteinlerden tam yağlı soya (%37,61 oranında ham protein içeren) ile soya küspesi (%48,12 oranında ham protein içeren) karşılaştırıldığında, tam yağlı soya ile beslenen balıklarda protein sindiriminin ve bazı esansiyel aminoasitlerin sindirilme oranlarının istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) derecede azaldığı görüldü.

Araştırma rasyonlarının, 1 kg balık elde etmek için yem maliyeti bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi. Araştırma rasyonlarının birim fiyatlarının belirlenmesi sonucunda D1 rasyonunun birim fiyatının kontrol rasyonundan düşük olduğu belirlenirken, D1 rasyonunun 1 kg balık elde etmek için yem maliyetinin kontrol rasyonundan düşük olduğu bulundu. Bunu sırasıyla kontrol, 3, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, gökkuşacağı alabalığı büyütme rasyonlarında soya küspesinin %40 oranına kadar kullanılabileceği sonucuna varıldı.

KAYNAKLAR

- Adelizi, P.D., Rosati, R.R., Warner, K., Wu, Y.V., Muench, T.R., White, M.R. and Brown, P.B.**, 1998. Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout. *Aquacult Nutr*, **4**., 255-262.
- Alexis, M.N., Papaparaskeva-papoutsoglou, E. and Theochari, V.**, 1985. Formulation of practical diets for rainbow trout made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by-products and certain plant by-products, *Aquaculture*, **50**, 61-73.
- APHA**, 1985. Standart methods for the examination of water and waste water. *American Public Health Association* 16th. Edition, Washington.
- Anaç, H. ve Ertürk, Y.E.**, 2003. Soya fasulyesi. *Tarımsal Ekonomi ve Araştırma Enstitüsü Yayınları*, **2**, 6, 4s.
- AOAC**, 1995. Official Methods of Analysis. *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) 16 th Edn., Arlington, V.A.
- Aras, N. M., Haliloğlu, H. and Ayık, Ö.**, 2001. Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature trout (*Salmo trutta labrax*, Palas, 1811) caught from Kazandere Creek in the Çoruh region, Erzurum, Turkey, *Türk J Vet Anim Sci* 311-316.
- Barrows, F.T., Stone, D. A. J. and Hardy, R.W.**, 2007. The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture* **265**, 244-252.
- Boonyaratpalin, M., Suraneiranat, P. and Tunpibal, T.**, 1998. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Lates calcarife*, *Aquaculture*, **161**, 67-78.
- Carter, C.G. and Hauler R.C.**, 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, **185**, 299-311.
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W. and Blair, M.**, 2003. Effects of supplementing methionine hydroxy analogue in soybean meal and distillers dried grain-based diets on the performance and nutrient retention of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss* W.), *Aquac Res*, **34**, 1303-1310.
- Cho, C.Y. and Slinger, S.J.**, 1979. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: J. Halver and K. Tiews (Editors). Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fish feed Technology. Vol. II. Heenemann, Berlin, 239-247.
- Cho, C.Y., Cowey, C.B. and Watanabe, T.**, 1985. Finfish Nutrition in Asia: *Methodological Approaches to Research and Development*, Ottawa, Ont., IDRC.

- Çelik, M., Gökçe, M.A., Başusta, N., Küçükgülmez, A., Taşbozan, O. and Tabakoğlu, Ş.S.,** 2008. Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Atatürk Dam Lake in Turkey, *J Muscle Foods* **19**, 50-61.
- Çelikkale, M.S.,** 1994. İç su Balıkları ve Yetiştiriciliği I. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Yayın no, 124.
- Çetinkaya, O.,** 1995. Balık Besleme, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Van, Yayın no, 9.
- Dabrowska, H., and Wojno, T.,** 1977. Studies on the utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri*, R.) of feed mixtures containing soya bean meal and addition of aminoacids, *Aquaculture*, **10**, 297-310.
- Davies, S.J. and Morris, P.C.,** 1997. Influence of multiple aminoacid supplementation on the performance of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss* W.), fed soya based diets, *Aquac Res*, **28**, 65-74.
- Dersjant-Li, Y.,** 2002. The use of soy protein in aquafeeds, Avances en Nutricion Avances en nutricion acuicola VI. Memoras de VI. Simposium Internacional de nutricion Acuicola 3 al 6 de., 541-558.
- Doğan, G. ve Erdem, M.,** 2008. Balıklarda protein metabolizması. *Turk J Fish Aquat Sci*, **2**, 1, 30-40.
- Dönmez, M. ve Tatar, O.,** 2001. Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişmelerin araştırılması, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **18** (1-2): 125-134.
- Drew, M. D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M. and Van Kessel, A.G.,** 2007. Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate and vegetable oils on growth performance fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **267**, 260-268.
- Elangovan, A. and Shim, K.F.,** 2000. The influence of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*), *Aquaculture*, **189**, 133-144.
- Engin, V.,** 2008. Yeme katılan farklı bitkisel lipit kaynaklarının gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W, 1792)'nın büyüme, yem değerlendirme ve et kalitesine etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, Ş., Yalçın, S., Küçükersan, M.K. ve Şehu, A.,** 2004. Yemler ve Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.
- Espe, M., Lemme, A., Petri, A. and Mowafi, A.E.,** 2006. Can Atlantic salmon (*Salmo salar*) grow on diets devoid of fish meal? *Aquaculture*, **255**, 255-262.

- Fagbenro, O.A. and Davies, S.J.**, 2001. Use of soybean flour (dehulled, solvent-extracted soybean) as a fish meal substitute in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1882) growth, feed utilization and digestibility. *J. Appl. Ichtyol.*, **17**, 64-69.
- FAO/UNDP**, 1985. Fish feed technology, Aquaculture Development and coordination Programme, Rome.
- Forde-Skjaervik, O., Refstie, S., Aslaksen, M.A. and Skrede, A.**, 2006. Digestibility of diets containing different soybean meals in Atlantic cod (*Gadus morhua*); comparison of collection methods and mapping of digestibility in different sections of the gastrointestinal tract, *Aquaculture*, **261**, 241-258.
- Francesco, M. De., Parisi, G., P., Medale, F., Lupi, P., Kaushik, M. and Poli, B.M.**, 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.), *Aquaculture*, **236**, 413-429.
- Francesco, M. De. Parisi, G., Perez-Sanchez, J., Gomez-Requeni, P., Medale, F. Kaushik, S.J. Mecatti, M. and Poli, B.M.**, 2007. Effect of high-level fish meal replacement by plantproteins in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growthand body/filet quality traits, *Aquacult Nutr* **13**, 361-372.
- Francis, G., Harinder, P., Makkar, S. and Becker, K.**, 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish., *Aquaculture*, **199**, 197-227.
- Furukawa, A. and Tsukahara, H.**, 1966. On the acid digestion of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **32**, 86, 502-506.
- Glencross, B.D., Carter, C.G., Duijster, N., Evans, D.R., Dods, K., Mccafferty, P., Hawkins, W.E., Maas, R. and Sipsas, S.**, 2004. A comparison of the digestibility of a range of lupin and soybean protein products when fed to either Atlantic salmon (*Salmo salar*) or rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **372**, 333-346.
- Gomes, E.F., Corraze, G. and Kaushik, S.**, 1993. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **113**, 339-353.
- Gomes, E.F., Rema, P. and Kaushik, S.J.**, 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) digestibility and growth performance, *Aquaculture*, **1130**, 177-186.
- Gözükara, E.M.**, 1994. *Biyokimya 2*. Evin Matbaası, Malatya.

- Gündoğdu, H.**, 2007. Gökkuşuğı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) farklı çinko kaynaklarının büyüme, sindirim ve doku çinko düzeyleri üzerine etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Hajen, W.E., Higgs, D.A., Beames, R.M. and Dosanjih, B.S.**, 1993. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water, 2. Measurement of digestibility, *Aquaculture*, **112**, 333-348.
- Halver, J.E.**, 1972. Fish Nutrition, Academic Press Inc., New York.
- Halver, J.E.**, 1989. Fish Nutrition, Second Ed., Academic Press Inc., New York.
- Halver, J.E. and Hardy, R.W.**, 2002. Fish Nutrition. Academic Press, Elsevier Science (USA).
- Hara, A. and Radin, N.S.**, 1978. Lipid extraction of tissues with a low- toxicity, *Anal Biochem*, **90**, 1, 420-426.
- Harmantepe, F. B. ve Büyükhatipoğlu, Ş.**, 2007. İki farklı yemin gökkuşuğı alabalıklarının büyüme performansı ve yem maliyeti üzerine etkisi, *Turk J Fish Aquat Sci*, **1**, 4, 168-175.
- Haşimoğlu, S. ve Aksoy, A.**, 1977. Rasyon Hesaplama Metotları ve Yemleme Prensipleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 224, Erzurum.
- Higuera, M., Garcia-Gallego, M., Sanz, A., Cardenete, G., Suarez, M.D. and Moyano, F.J.**, 1988. Evaluation of lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Aquaculture*, **71**, 37-50.
- Hilton, J.W. and Slinger, S.J.**, 1986. Digestibility and utilization of canola meal in practical type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Can J Fish Aquat Sci*, **43**, 1149-1155.
- Hossain, M.A. and Jauncey, K.**, 1989. Studies on the protein, energy, and aminoacid digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio* L.), *Aquaculture*, **83**, 59-72.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y. ve Fırat Kop, A.**, 2005. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I. Ege Üniversitesi Yayınları, No 50.
- Kaushik, S.J., Cravedi, J.P., Laqlles, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B. and Laroche, M.**, 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenetic or antigenic effects cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **133**, 257-274.
- Kaya, Y., Duyar, H.A. ve Erdem, M.E.**, 2004. Balık yağ asilerinin insan sağlığı için önemi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* **3**, 4, 365-370.
- Kim, K.I., Kayes, T.B. and Amundson, C. H.**, 1987. Effects of dietary tryptophan levels on growth, feed/gain, carcass composition and liver glutamate dehydrogenase

activity in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Comp. Biochem. Physiol.*, 88B, **3**, 737-741.

Konar, V. ve Köprücü, K., 2002. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) etindeki yağ asidi miktarlarının araştırılması, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **14**, 1, 73-78.

Korkut, A.Y. ve Hoşsu, B., 1998. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi II. Ege Üniversitesi basımevi, No 54.

Korkut, A.Y. ve Yıldırım, Ö. 2003. Türkiye’de su Ürünleri yetiştiricilikte alternatif yem kaynakları, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* **20**, 1-2, 247-255.

Köprücü, K., Harhoğlu, M.M. ve Konar, V. 1998. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) rasyonlarında protein aminoasit ve pigment kaynağı olarak *Gammarus kischinffensis* Schellenberg 1937’in kullanılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **15**, 3-4, 199-210.

Köprücü, K., 2000. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.) rasyonlarına farklı oranlarda sentetik esansiyel aminoasitlerin katılmasının büyüme performansına etkisi, *Doktora Tezi.*, F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Elazığ.

Köprücü, K. ve Özdemir Ö., 2003. *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)’nın Keban Baraj Gölü ve Hazar Gölü’nde yaşayan populasyonlarının et verimi ve bazı büyüme özelliklerinin karşılaştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **20**, 3-4, 337-343.

Lovell, T. R., 1998. Nutrition and Feeding of Fish, An. AVI Book, Published by Van Nostrand Reinhold, New York.

Lovell, T.R., 2002. Diet and Fish Husbandry, In: J.E. Halver and R.W. Hardy (eds), Fish nutrition, Third Edition, Elsevier Science (USA), 703-754.

Luo, L., Xue, M., Wu, X., Cai, X., Cao, H. and Liang, Y., 2006. Partial or total replacement of fishmeal by solvent-extracted cottonseed meal in diets for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquacul Nutr*, **12**, 418-424.

Mambrini, M., Roem, A.J., Cravedi, J.P., Lalles J.P. and Kaushik, S.J. 1999. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate and of DL-methionin supplementation in high-energy, extruded diets on the growth and nutrient utilization of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*), *J Anim Sci*, **77**, 2990-2999.

Mattson, N.S. and Rippe, T.H., 1989. Metomidate, a better anaesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocain, MS-222, choloro butanol and phenoxyethanol, *Aquaculture*, **83**, 89-94.

Morris, P.C., Gallimore, P., Handley, J., Hide, G., Haughton, P. and Black, A., 2005. Full-fat soya rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in freshwater, Effect on performance, composition and flesh fatty acid profile in absence of hind-gut enteritis, *Aquaculture*, **248**, 147-161.

- Noble, E., Demael, A., Garin, D., Moulin, C. and Barre, H., 1998.** Effects of hypoproteic soybean based diet on the energy stores and growth of carp (*Cyprinus carpio* L.), *Comp. Biochem. Physiol., Part A*, **120**, 157-161.
- NRC, 1990.** Nutrient Requirement of Coldwater Fishes. National Research Council (NRC) National Academy Press, Third Printing, Washington D.C.
- NRC, 1993.** Nutrient Requirements of Fish. National Research Council (NRC), National Academy Press, Washington, D.C.
- Okumuş, İ. ve Mazlum, D.M., 2002.** Evaluation of commercial trout feeds: feed consumption, growth, feed conservation, carcass composition and big-economic analysis, *Turk J Fish Aquat Sci*, **2**, 101-107.
- Opstvedt, J., Aksnes, A., Hope, B. and Pike, I.H., 2003.** Efficiency of feed utilization in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture*, **221**, 365-379.
- Ostaszewska, T., Dabrowski K., Palacios, M.E., Olejniczak, M. and Wieczorek, M., 2005.** Growth and morphological changes in the digestive tract of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*) due to caseinreplacement with soybean proteins, *Aquaculture*, **245**, 273-286.
- Özdemir, Y. ve Köprücü, K., 1999.** Yavru gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.) başlangıç rasyonlarında balık ununun bir kısmı ve tamamı yerine sığır karaciğerinin kullanılması üzerine araştırmalar, *İ. Ü. Su Ürünleri Dergisi Özel Sayı*, 483-493.
- Özlüer Hunt, A., Özkan, F. ve Altun, T., 2007.** Balık yemlerinde beslenmeyi sınırlandırıcı maddeler ve etkileri, *Ulusal Su Günleri 16-18 Mayıs 2007 Antalya*, 634-642.
- Refsit, S., Helland, S.J. and Storebakken T., 1997.** Adaptation to Soybean in Diets for Rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **153**, 263-272.
- Refsit, S., Korsoen, O.J., Storebakken T., Baeverfjord, G., Lein, I. and Roem, A.J., 2000.** Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic Salmon (*Salmo Salar*), *Aquaculture*, **190**, 49-63.
- Sağlam, N., Özdemir, Y. ve Sarıyüpeoğlu, M., 2008.** Elazığ Su Ürünleri Sektörü (Bugünü, Geleceği ve Bazı Fizibiliteler), Elazığ Valiliği.
- Sağlık Aslan, S., Güven K., Gezgin, T., Alpaslan, M. and Tekinay, A., 2007.** Comparison of fatty acid contents of wild and cultured rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in Turkey, *Fisheries Sci*, **73**, 1195-1198.
- Sanz, A., Morales, A. E., Higuera, M. De la. and Cardenete, G., 1994.** Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rainbow trout

- (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization, *Aquaculture*, **128**, 287-300.
- Sargent, J. R., Tocher, D.R. and Bell, J.G.**, 2002. The Lipids. In: J.E. Halver and R.W. Hardy (eds), *Fish Nutrition*, Third Edition, Elsevier Science (USA), 181-256.
- Sarı, M. ve Çerçi, İ. H.**, 1993. *Yemler, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*, Tolga Ofset Elazığ.
- Sarı, M. ve Çakmak, M. N.**, 1996. *Balık Besleme*, Fırat Üniversitesi Yayınları, 37.
- Sertel, E.**, 2005. Ot balığı (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844)'nın çeşitli bitkisel proteinleri değerlendirmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Spyridakis, P., Metailler, R., Gabaudan, J. and Riazza, A.**, 1989. Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Methodological aspects concerning faces collection, *Aquaculture*, **77**, 61-70.
- Tacon, A.G.J.**, 1994. *Feed Ingredients for Carnivorous Fish Species Alternatives to Fish Meal and Other Fishery Resources*, FAO Fisheries Circular, Rome, 881.
- Tarhan, F.A.**, 1991. (Çeviren, American Soybean Association Türkiye Danışmanı) Gerekli aminoasitlerin ve soya küspesinin kullanımına dayanan pratik kanatlı yemi formülleri. Graduate Research Professor and Nutritionists Department of Florida Gainsville, Florida U.S.A.
- Unusan, N.**, 2007. Change in proximate, aminoacid and fatty acid contents in muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after cooking, *Int J Food Sci Tech*, **47**, 1087-1093.
- Ustaoglu, S. and Rennert, B.**, 2002. The apparent nutrient digestibility of diets containing fish meal or isolated soy protein in starlet (*Acipenser ruthenus*), *Internat. Rev. Hydrobiol.*, **87**, 577-584.
- Viola, S., Mokady, S. and Arielli, Y.**, 1983. Effects of soybean processing methods on the growth of carp (*Cyprinus carpio*), *Aquaculture*, **32**, 27-38.
- Yamamoto, T., Suzuki, N., Furuita, H., Sugita, T., Tanaka, N. and Goto, T.**, 2007. Supplemental effect of bile salts to soybean meal-based diet on growth and feed utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Fisheries Sci*, **73**, 73-131.
- Yıldız, M. ve Şener, E.**, 2004. Farklı bitkisel yağlar iave edilen diyetlerin levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) yavrularında büyüme performansı ve vücut kompozisyonuna etkileri. *İ.Ü.Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **30**, 1, 75-88.
- Yılmaz Keskin, E. ve Erdem, M.**, 2005. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde farklı oranlarda ekstrüde yem kullanımının balıkların gelişimine etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **1 (1)**, 49-57.

- Yiğit, M. ve Ustaoglu, S.,** 2003. Total ve besin maddesi sindirilme oranlarının su ürünleri yetiştiriciliğindeki önemi, *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **1-2**, 287-294.
- Yiğit, M. ve Aral, O.,** 1999. Gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) tatlı su ve deniz suyundaki büyüme farklılıklarının karşılaştırılması, *Turk J Vet Anim Sci*, **23**, 53-59.
- Wilson, R. P.,** 2002. Aminoacids and proteins, In: J.E. Halver and R.W. Hardy (eds), *Fish Nutrition*, Third Edition, Elsevier Science (USA), 143-175.
- Xie, S., Zhu, X., Cui, Y. and Yang, Y.,** 2001. Utilization of several plant proteins by gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), *J Appl Ichthyol*, **17**, 70-76.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ'da 1971 yılında doğdum. İlk, orta okulu ve liseyi Elazığ'da bitirdim. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde 1988-1992 yılları arasında lisans eğitimi yaptım ve dönem birincisi olarak mezun oldum. Yüksek lisans eğitimimi 2000-2002 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde tamamladım. Doktora eğitimime ise 2002 yılında başladım. Halen, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.

Ayşe Gül HARLIOĞLU