



Farklı Düzeylerde α - tokoferol asetat ve Defne Ekstratı İçeren Antioksidanlı Yemlerin Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Büyüme Parametreleri Ve Fileto Yağ Asitlerine Etkileri

Nihat YEŞİLAYER^{1*} Mahfuz ELMASTAŞ² Şenol AKIN¹ Nusret GENÇ²
Hüseyin AKŞİT²

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Tokat, Türkiye

*: nihatyesisilayer@gmail.com

Alındığı tarih (Received): 22.01.2014

Kabul tarihi (Accepted): 17.02.2014

Online Baskı tarihi (Printed Online): 21.02.2014

Yazılı baskı tarihi (Printed): 21.03.2014

Özet: Bu çalışmada, antioksidan madde olarak artan düzeylerde (250 ve 500 mg/kg) α -tokoferol asetat ve defneyaprağı ekstratı ilave edilen ve kontrol grubu yemlerle iki ay süresince beslenen gökkuşluğu alabalıklarının büyüme parametreleri ve yağ asidi kompozisyonuna etkiler incelendi. Denemede başlangıç ağırlığı ortalama 107,71 g. olan balıklar, deneme yemleri ile beslendikten sonra balıkların en iyi büyümesi α -tokoferol acetate 250 gurbunda ortalama 195,85 g ağırlık elde edildi ve deneme grupları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($P>0,05$). Besleme deneme başlangıcı ve 60 günlük besleme sonundaki balıklarının yağ asitleri arasındaki değişimler karşılaştırıldığında; tekli doymamış yağ asidi (MUFA), çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), C22: 6n-3 (DHA) ve n-3, n-3/n-6 değerlerinde önemli artış görülürken, n-6 değerlerinde önemli bir azalma bulunmuştur ($P<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Gökkuşluğu alabalığı, α -tokoferol asetat, defne ekstratı, yağ asitleri, n-3, n-6, DHA

The effects of various antioxidants diets containing α -tocopherol acetate and daphne leave extract on growth parameters and fatty acid compositions of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Abstract: In this study, the effects of diets on growth parameters and flesh fatty acid compositions of rainbow trouts were studied. The diets used in the experiment were control, 250 and 500 mg/kg α -tocopherol acetate and 250 and 500 mg/kg daphne leaves extract containing antioxidants. The initial and final mean weights of the fish fed with experimental diets were 107,71g and 195,85 (α -tocopherol acetate) respectively. The differences among the final mean weights of experimental groups were not significant ($P>0.05$). MUFA, PUFA, DHA, n-3 and n-3/n-6 final concentrations of fish flesh were significantly increased as compared to the initial concentrations, whereas n-6 concentrations were significantly reduced ($P<0.05$).

Key Words: Rainbow trout, α -tocopherol acetate, daphne extract, fatty acids, n-3, n-6, DHA

1. Giriş

Su ürünleri; besleyici özelliği, yüksek miktarda doymamış yağ asitleri içermesi, mineral madde ve vitamin yönünden oldukça zengin olması, bol olması ucuz elde edilmeleri, sağlık açısından önemli olması ve azalan doğal stokların yetiştiricilik imkânları ile yerine kullanılması

açısından, dünyada gelişen bir sektördür (İnal 1988).

Dünya genelinde toplam su ürünleri üretimi yaklaşık 154 milyon ton civarındadır. Son yıllarda avcılık yolu ile elde edilen üretim miktarı çok büyük değişkenlik göstermez iken yetiştiricilik

yolu ile elde edilen üretimin toplam üretim içerisindeki payı hızla yükselmektedir. 2008 de dünya yetiştiricilik üretimi 52,9 milyon ton iken 2011 de bu rakam 63,6 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (FAO 2012). Günümüzde yaşayan insanların karşılaştıkları birçok hastalığın temelinde besin maddeleri ve beslenme alışkanlıklarına bağlı faktörler neden olmaktadır. Bundan dolayı insanlar beslenmelerine dikkat etmek zorundadırlar. Kardiyovasküler hastalıkların riskinin doğru beslenmeyle azaldığını bildirmiş ve balık yağlarının kalp hastalıklarından korunmada önemli olduğu Amerika Kalp Birliği (AHA), tarafından kanıtlanmıştır. AHA'nın sonuçlarına göre balık yağlarının temel içeriği olan C20:5n-3 (EPA) ve DHA'nın: kalp ritmi bozukluğunu düzenlediği, ani kalp krizi riskini azalttığı, plazma trigliserit seviyesini düşürdüğü, kan yoğunluğunu ayarladığı bildirilmiştir (Hagstrup 2001).

Omega-3 (n-3) yağ asitlerinin faydalı olduğu ilk olarak Eskimolar üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur. Eskimoların tükettikleri yağlı balıklardan dolayı kalp krizi riskinin çok düşük olduğu gözlenmiştir (Gorga 1998).

Çalışmalar sonucunda, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)'nin kalp krizi, kalp-damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile kanser gibi birçok hastalıktan korunmada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Nettleton 2000).

Canlılarda katabolizma sonucu, sigara dumanı, UV ışınları ve stres gibi durumlarda reaktif oksijen ara ürünleri oluşur. Bu ara ürünler canlı vücudundaki diğer bileşik ve moleküllerle kolayca reaksiyona girerek daha zararlı olan bileşikler meydana getirebilir. Bunun sonucunda da hücre ölümü, yaşlanma, kalp ve damar rahatsızlıklar, parkinson, kanser gibi birçok hastalığa yol açmaktadır. Vücuttaki bu tür zararlı bileşikler antioksidan enzim sistemleri ve antioksidan maddelerle daha az zararlı veya tamamen zararsız hale getirirler (Elmastaş ve ark. 2006)

Antioksidanların gıda ve ilaç sanayinde kullanımı yaygın olup neredeyse tükettiğimiz her ürüne antioksidan maddeler katılmakta ve bu maddeler gıdalardaki bozulmayı önlemekle beraber onların daha uzun süreli saklanmasını sağlarlar (Elmastaş ve ark. 2006).

Balık dokuları PUFA'lar bakımından zengin olmasından dolayı lipid peroksidasyonuna karşı hassastır. Hayvanlar; antioksidan enzimler, endogenous antioksidanlar ve besinsel antioksidanların oluşturduğu in vivo peroksidasyona karşı büyük bir savunma mekanizması meydana getirirler (Hamre ve ark. 2004).

Balık türevi gıda ürünlerinde kalite kaybını önlemek için, balık kasındaki lipidlerinde mevcut olan yüksek doymamış yağ asitlerinden dolayı etkili bir antioksidana ihtiyaç duyulur. Vitamin E (α -tokoferol) gibi yağda çözünen antioksidanlar, balık kasındaki doymamış lipidlerin oksidasyonunu önlemede önemli bir rol oynar. α -tokoferol en büyük antioksidan aktiviteye sahip olanıdır. Bu nedenle, α - tokoferol asetat, Vitamin E türevi olup gıdalara lipit oksidasyonu azaltmak için bir antioksidan olarak kullanılır (Yıldız ve ark. 2006). Son yıllarda yapılan araştırmalarda doğal antioksidan kaynağı olarak birçok bitkisel kaynakların mevcut olduğu bulunmuştur. Bunlardan bir tanesi de Defne ağacının yaprağıdır (*Laurus nobilis* L.). Akdeniz ve Karadeniz bölgesinde yetiştirilen ve halk tarafından yemeklerde (özellikle çorbalarda) baharat ve bazen de içecek olarak tedavi edici özelliklerinden faydalanılmaya çalışılmıştır. Antioksidan maddeler üzerine son yıllarda yeni defne yaprağı gibi daha güvenli ve ucuz antioksidan maddelerin bulunması için doğal ürünler üzerinde yaygın çalışmalar yapılmaktadır (Elmastaş ve ark. 2006).

Bu çalışma ile α -tokopherol asetat ile defneyaprağından elde edilen ekstrakt kaynaklarının farklı oranlardaki miktarlarının (250- 500 mg/kg) yemlere ilavesi ile beslenen balıkların büyümeye parametrelerine, yaşama oranına ve balık filetosundaki yağ asidi kompozisyonuna etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Deneme Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür. Özel bir işletmeden temin edilmiş olan Gökkuşuğu alabalıkları 100-150 g ağırlığında olup toplam 1000 adet balık 4000 L'lik stoklama tanklarına yerleştirilmiş ve ticari alabalık yemleri verilerek 15 gün süreyle yeni ortamlarına adaptasyonları sağlanmıştır. Başlangıç ağırlıkları ortalama $107,71 \pm 0,719$ g olan 375 adet balık 1000 adetlik ana stok tankından rastgele seçilmiş, deneme tanklarına 25'er adet olarak üç tekerrürlü 5 gruba ayrılarak her gruba toplam 75 adet balık olacak şekilde yerleştirilmiştir. Denemede, 15 adet, 445 L hacimli, yuvarlak fiberglas tanklar kullanılmıştır. Deneme tanklarının toplam su hacmi 400 L'ye ayarlanmıştır.

Ticari olarak üretilen α - tokoferol asetat ile biyokimya laboratuvarında Sinop bölgesinden toplanan ve kurutulmuş defne yapraklarından elde edilen defne ekstraktı Elmastaş ve ark. (2006) belirttikleri metoda göre elde edilmiş ve farklı oranlarda yemlere ilavesi yoluyla karşılaştırmaları yapılmıştır.

5 farklı grup oluşturulmuş ve yem rasyonları temelde aynı olup; kontrol yemi, 500 mg/kg oranında yüksek antioksidan içeren α - tokoferol asetat, 250 mg/kg oranında düşük antioksidan içeren α - tokoferol asetat, 500 mg/kg oranında yüksek antioksidan içeren defne ekstraktı ve son grup ise; 250 mg/kg antioksidan içeren defne ekstraktı ilavesi katılarak hazırlanmıştır.

Çizelge 1' de deneme yemlerinin besin madde içerikleri verilmiştir. Deneme yemleri laboratuvar

şartlarında hazırlanmış olup, yemlerin besin madde ve yağ asit içerikleri analizleri (Çizelge 1. ve Çizelge 2.) Fen edebiyat fakültesi Kimya ve Ziraat fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan yemlerin kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül içerikleri Weende analiz yöntemine göre saptanmıştır (Bulgurlu ve Ergül 1978). Gaz Kromatografik Analizler Kimya bölüm laboratuvarlarında yapılmıştır. Metil esteri (ME) haline getirilen balık eti örneklerinin yağ asidi bileşimi tayini için Perkin Elmer Clarus 500 GC sistem FID detektörü kullanılmıştır. Kolon özelliği; BPX 70 60 m (70% Cyanopropyl Polysilphenylene-siloxane) (ID:0.25 mm, Film Thickness:0.25).

Deneme 20 Mayıs 2010 ile 20 Temmuz 2010 tarihleri arasında yürütülmüştür. 60 günlük deneme süresince balıkların tamamı deneme başlangıcından itibaren 15 gün arayla canlı ağırlıkları bireysel olarak 0.1g hassasiyetteki terazide tartılmıştır (Kern, Germany). Deneme başlangıcında, balık popülasyonunu temsilen 8 adet, deneme sonunda ise; her tanktan 3'er adet balık örneği alınmış ve örnek balıklar alüminyum folyo ile ışık ve hava almayacak şekilde şeffaf naylon ile paketlenip derin dondurucuda -20 °C' de gerekli analizler yapılmaya kadar muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Deneme yemlerinin besin madde içerikleri

Table 1. Proximate composition (g/kg) of experimental diets

Yem Grupları	Kontrol	α - tokoferol 500	α - tokoferol 250	Defne 500	Defne 250
Ham protein %	45,22	45,26	45,65	45,91	46,15
Ham Yağ %	21,78	22,73	22,12	22,33	21,00
Ham Selüloz %	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
Ham Kül	10,81	9,82	10,68	9,71	9,63
Nitrojensiz Öz Madde	16,39	17,74	16,75	16,85	18,04
Kuru Madde	92,85	92,25	91,76	91,56	92,41
GEkcal/g	5,29	5,43	5,36	5,39	5,33
G kJ/g	22,12	22,73	22,41	22,57	22,31
P/E (mgHP/kcal)	85,56	83,30	85,22	85,10	86,56
PE/TE	0,48	0,47	0,48	0,48	0,49

Deneme sonunda, grupların kondüsyon faktörünü tespit etmek amacıyla örneklenen balıkların total boy uzunlukları 1 mm bölmeli ölçüm tahtasında bireysel olarak ölçülmüş ve formülde yerine konularak hesaplanmıştır (Kondüsyon Faktörü = [balık ağırlığı, (W, g) / balık uzunluğu³ (L³, cm)] x 100). Deneme süresince suyun oksijen, pH değerleri haftalık ve su sıcaklığı ise; sabah ve akşam yem verilmeden

önce ölçülmüş ve ortalama değerler °C olarak tespit edilmiştir (WTW 340i/Set, Weilheim, Germany).

Balıklar elle yemleme yöntemi ile günde iki kere (09⁰⁰ ve 16⁰⁰ saatlerinde) yem alma isteği kriteri ve yemleme esnasında balıkların hareketleri gözlenerek doyuncaya kadar yem verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme yemlerinin yağ asidi içerikleri

Table 2. Fatty acid compositions (%) of experimental diets

Simge	İsim*	Kontrol	α- tokoferol		Defne 500	Defne 250
			500	250		
C12:0	Laurik asit	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06
C13:0	Tridecanoik asit				0,06	
C14:0	Myristik asit	4,90	4,61	4,81	4,83	4,84
C14:1	Myristoleik asit	0,13	0,05	0,03	0,03	0,03
C16:0	Palmitik asit	17,42	17,01	17,74	17,49	17,90
C16:1	Palmitoleik asit	4,99	4, 70	4,66	4,61	4,80
C17:0	Heptadecanoik asit	0,41	0,31	0,33	0,32	0,32
C17:1	Heptadecenoik asit	0,25	0,22	0,18	0,17	0,17
C18:0	Stearik asit	3,33	1,93	3,04	2,88	2,93
C18:1n9c	Oleik asit	22,26	23,00	23,91	23,80	23,96
-	Unknown	1,96	1,63	2,16	2,13	2,09
C18:2n6c	Linoleik asit	10,99	10,54	10,85	10,84	10,96
C18:3n6	γ-Linoleik asit	0,12	0,04	0,02	0,03	0,03
C18:3n3	Linolenik asit	3,21	3,23	3,24	3,21	3,28
C20:0	Arachidik asit	1,29	1,26	1,22	1,35	1,37
C20:1	cis-11-eicosenoik asit	2,90	2,47	2,22	2,18	2,03
C21:0	Heneicosanoik asit	0,20	0,19	0,16	0,16	0,13
C20:3n6	cis-8,11,14-eicosatrienoik asit	0,55	0,49	0,42	0,63	0,31
C20:3n3	cis-11,14,17-eicosatrienoik asit	0,61	0,73	0,49	0,40	0,30
C22:0	Behenik asit	2,00	1,94	1,51	1,35	1,20
C22:1n9	Erurik asit	6,78	7,59	7,31	7,31	7,45
C20:5n3	cis-5,8,11,14,17-eicosapentanoik asit	0,42	0,35	0,36	0,30	0,32
C22:2	cis-13,16-Docosadienoik asit	0,43	0,61	0,49	0,45	0,41
C24:1	Nervonik asit	1,87	2,07	1,92	1,98	1,93
C22:6n3	cis-4,7,10,13,16,19-docosaheksanoik asit	10,03	11,63	10,58	11,12	11,01
	Diğerleri	2,89	3,35	2,29	2,32	2,17

*ME: Metil Ester

Bir haftada 6 gün olacak şekilde yemleme yapılmış olup, Pazar günleri ve tartımlardan 1 gün öncesinde ve tartım günlerinde yemleme yapılmamıştır. Doğal aydınlatma ortamında yaklaşık 49 gün süreyle yemleme yapılmıştır. Yem tüketimi her gün sabah ve akşam olmak üzere kaydedilmiştir.

Gaz Kromatografik Analizler Kimya bölüm laboratuvarlarında yapılmıştır. Metil esteri haline getirilen balıketi örneklerinin yağ asidi bileşimi tayini için Perkin Elmer Clarus 500 GC sistem FID detektörü kullanılmıştır. Kolon; BPX 70 60 m (70% Cyanopropyl Polysilphenylene-siloxane) (ID:0.25 mm, Film Thickness:0.25).

Denemede elde edilen sonuçlar arasındaki farkların belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Tukey testi uygulanmıştır. Minitab 14 istatistik programından faydalanılmıştır (Minitab Inc., Chicago, Illinois, USA).

3. Bulgular ve Tartışma

Deneme süresince tesis suyu sıcaklığı sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez ölçülmüştür. Günlük tesis suyu sıcaklığı bu iki değer ortalama alınarak belirlenmiş ve ortalama su sıcaklığı $17,53 \pm 0,14$ °C olarak saptanmıştır. Çözünmüş oksijen ve pH değerleri deneme boyunca 10 gün arayla ölçülmüş olup, ortalama pH $8,00 \pm 0,02$ ve Oksijen (O_2) $6,31 \pm 0,26$ mg/Lt olarak bulunmuştur.

Büyüme performansına ilişkin bulguların ilk olarak ağırlık artışına baktığımızda, α - tokoferol 250 grubunda (89,41g) ağırlık artışının en yüksek olduğu, kontrol ve defne 500 gruplarından ağırlık artış miktarlarının farklı olduğu yapılan istatistik analiz sonucunda tespit edilmiştir ($P < 0,05$).

Canlı ağırlık artışı (CAA %) bakımından deneme gruplarında, 60 günlük periyot sonunda bulunan değerler Çizelge 3'de gösterilmiştir. CAA (%) olarak en iyi büyüme α - tokoferol 250 (% 82,90) elde edilmiş olup bunu sırasıyla, Defne 250, α - tokoferol 500, Kontrol ve Defne 500, grubu takip etmiştir. Yapılan istatistikî analiz sonucunda CAA (%) gruplar arasında istatistikî olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P < 0,05$).

Spesifik büyüme oranı (SBO) α - tokoferol 250 ve Defne 500 gruplarında yüksek tespit edilmiş (Çizelge 3) olup bu grupların Defne 500 grubundan farklarının istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$).

Bir gram canlı ağırlık artışı için tüketilen yem miktarlarından yem yararlanma oranı sayıları hesaplanmış ve Çizelge 4'de verilmiştir. Yem yararlanma oranı (YYO) kuru maddede gruplar arasında en düşük α - tokoferol 250 ve Defne 250 de sırasıyla 1.235 ve 1.280 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasında yapılan istatistikî analiz sonucunda aralarındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür ($P > 0,05$).

Deneme süresince, deneme gruplarında ölen balıklar günlük olarak kontrol edilmiş ve ölü balıkların ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Her grupta ölen balık adedi ve yüzde olarak ölüm ve yaşam oranları hesaplanarak Çizelge 5.'de verilmiştir.

Gökkuşluğu alabalıklarının deneme yemleri ile beslenme öncesi ve sonrası etlerinin yağ asitleri kompozisyonları incelenerek Çizelge 6,7,8 ve 9'da verilmiştir. Örneklerin SAFA miktarları ortalama % 24 civarında bulunmuş (Çizelge 6) ve bu sonuçlar arasında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$). Doymuş yağ asitleri (SAFA) içerisinde, C16:0 (Palmitik asit) Gökkuşluğu alabalıkları içerisinde en fazla bulunan yağ asididir. Bunu sırasıyla C18:0, C14:0, C:21, C22:0 ve C20:0 doymuş yağ asitleri izlemektedir (Çizelge 6).

MUFA değerleri grupların hepsinde % 30'un üzerinde tespit edilmiş ve MUFA içerisinde en fazla bulunan C18:1n9c (Oleik asit) ve bunu sırasıyla C16:1, C22:1n9, C20:1, C24:1, C17:1, C18: 1n9t, C14:1 ve C15:1 olarak izlemektedir (Çizelge 7) ($P < 0,05$).

Deneme başı ile deneme sonu toplam PUFA ve n-6 miktarları arasında mukayese yapıldığında bir azalma tespit edilmiştir (Çizelge 9) ($P < 0,05$). n-6 yağ asit türleri içerisinde C18:2n-6c (Linoleik asit) en fazla olduğu, aynı zamanda linoleik asit yüzdesinin deneme sonunda deneme başına göre oldukça yüksek bulunmuştur (Çizelge 8) ($P < 0,05$).

Çizelge 3. Gruplar arasında deneme başı, deneme sonu, ağırlık artışı (g), canlı ağırlık artışları (CAA %), spesifik büyüme oranları (SBO %), kondisyon Faktörü (KF)

Table 3. *Weight gain (g), weight gain (CAA %), specific growth rates (SBO) and condition factor (KF) in experimental groups at the start and end of the experiment*

Grup No	Canlı Ağırlık (g)			CAA (%)	SBO (%)	KF
	Deneme Başı	Deneme Sonu	Ağırlık Artışı			
Kontrol	108,31 ^a	178,12 ^a	69,58 ^a	64,11 ^{ac}	0,83 ^{ac}	1,325 ^a
α - tokoferol 500	107,65 ^a	188,69 ^a	81,62 ^{ab}	75,81 ^{abc}	0,94 ^{abc}	1,333 ^a
α - tokoferol 250	107,40 ^a	195,85 ^a	89,41 ^b	82,90 ^b	1,01 ^b	1,345 ^a
Defne 500	107,81 ^a	175,56 ^a	66,86 ^a	61,58 ^c	0,80 ^c	1,324 ^a
Defne 250	107,36 ^a	189,47 ^a	84,35 ^{ab}	78,56 ^{ab}	0,97 ^{ab}	1,369 ^a

Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Çizelge 4. Gruplardan elde edilen yem yararlanma oranı (YYO), protein tüketimi (PT) ve protein değerlendirme randımanı (PDR)

Table 4. *Feed Conversion Ratio (YYO), protein consumption (PT), protein assessment ratio (PDR) in experimental groups*

Gruplar	YYO*	PT*	PDR*
Kontrol	1,35 ^{ab}	1189,40 ^a	1,50 ^a
α - tokoferol 500	1,31 ^{ab}	1136,10 ^a	1,68 ^a
α - tokoferol 250	1,24 ^a	1222,00 ^a	1,79 ^a
Defne 500	1,49 ^b	1150,70 ^a	1,46 ^a
Defne 250	1,28 ^{ab}	1139,70 ^a	1,69 ^a

Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinde farklıdır (P<0.05).

* Kuru maddede % olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Deneme başlangıcı gruplarındaki balık sayısı (DBBS adet), ölen balık sayısı (ÖBS, adet), ölüm oranları (ÖBO, %), yaşama oranları (YO, %) ve kondisyon faktörleri.

Table 5. *The Initial and dead number of fish, death and survival ratio and condition factor in experimental groups*

Gruplar	DBBS (Adet)	ÖBS (Adet)	ÖBO (%)	YO (%)
Kontrol	75	3	4,00	96,00
α - tokoferol 500	75	8	10,67	89,33
α - tokoferol 250	75	2	2,67	97,33
Defne 500	75	1	1,33	98,70
Defne 250	75	4	5,33	94,67

Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinde farklıdır (P<0.05).

Deneme sonunda n-3 oranının deneme başı ile karşılaştırılmasında α - tokoferol 250- 500 gruplarından önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Aynı şekilde deneme sonunda n-3/n-6 ve DHA miktarlarının deneme başı balık yağ asidi profillerine göre α - tokoferol 250- 500 ve defne 500 gruplarından istatistiksel olarak önemli (P<0,05) olduğu görülmüştür (Çizelge 9).

Denemede, 60 günlük yemleme periyodu süresince günlük yüzde canlı ağırlık artışı (%) elde edilen değerler Aral ve ark. (1996) (%1,89-1,99) ile Erdem ve Ergün (2000)'nün (%2,49-2,72) bildirdikleri değerden düşük, ancak Ergün (1998)'nün (%0,52- 0,90) belirttikleri değerlerden yüksek çıkmıştır. Elde edilen SBO değerlerinden daha iyi değerleri Ingle de la Mora ve ark. (2006)

1,5- 1,6; Erdem ve Ergün (2000) 1,79- 1,91 bulmuşlardır. Köprücü ve ark. (1998)'nın yaptıkları denemede buldukları 0.46- 0.54 değerinden yüksek saptanmıştır. Güler ve Yıldız (2011)'in aynı tür balık üzerine yaptıkları yağ ikamesi çalışması (0,82-0,92) ile bu çalışmanın sonuçları benzer olduğu görülmüştür.

Araştırmada YYO değerleri (1,24- 1,49) farklı araştırmacıların buldukları değerlerle karşılaştırması yapıldığında; Buttle ve ark. (2001) 0,95 ile 1,02; Wathne ve ark. (1998) 0,71; Büyükhatipoğlu ve ark. (1996) 0.97 buldukları sonuçlardan yüksek saptanmıştır. Fakat yüksek

olan değerler bakımından Erdem ve Ergün (2000) 2,11- 2,64 (pelet yem); Ergün (1998) 2,06- 3,18 değerlerinden düşük, Yiğit (1996) 1,20- 1,21, değerleriyle benzer sonuçlar bulunmuştur. Balıkların YYO' nını etkileyen faktörler; balık büyüklüğü, ortam faktörleri, deneme süresi ve yemleme teknikleri olarak açıklamışlardır (Büyükhatipoğlu ve ark. 1996). Bu faktörlerin yanı sıra, denemelerde kullanılan yem hammaddeleri ve yem yapım tekniği (pelet veya ekstrude) etkileyen faktörleri oluşturmaktadır.

Çizelge 6. Deneme yemleriyle beslenen Gökkuşaağı alabalığı grupların deneme başı ve deneme sonunda doymuş yağ asidi (SAFA) kompozisyonlarındaki değişimler

Table 6. Saturated fatty acid (SAFA) compositions (%) of rainbow trout flesh fed with experimental diets at the start and end of feeding experiments

Yağ Asitleri %	SAFA*	Deneme Başı	Kontrol	α- tokoferol 500	α- tokoferol 250	Defne 500	Defne 250
C8:0	Caprylik asit	0,48±0,05 ^a	0,38±0,042 ^{ab}	0,32±0,11 ^{ab}	0,48±0,33 ^{ab}	0,13±0,02 ^b	0,24±0,13 ^{ab}
C10:0	Caprik asit	0,05±0,01	0,06±0,01	0,41±0,35	0,40±0,34	0,05±0,02	0,05±0,01
C12:0	Lauric asit	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,12±0,16	0,03±0,01
C13:0	Tridecanoik asit	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,11±0,16	0,02±0,01	0,030±0,01
C14:0	Myristik asit	2,77±0,11 ^a	3,04±0,21 ^{ab}	3,24±0,11 ^b	3,17±0,14 ^b	3,19±0,04 ^b	3,02±0,20 ^{ab}
C15:0	Pentadecanoik asit	1,41±0,53	1,05±0,91	0,39±0,02	0,39±0,01	0,39±0,01	0,89±0,87
C16:0	Palmitik asit	14,34±0,59	14,42±0,56	14,82±0,21	15,30±0,42	14,74±0,41	14,44±0,59
C17:0	Heptadecanoik asit	0,27±0,05	0,32±0,11	0,36±0,02	0,37±0,02	0,38±0,01	0,34±0,10
C18:0	Stearic asit	3,71±0,58	3,82±0,62	3,72±0,49	3,78±0,16	3,74±0,19	3,68±0,30
C20:0	Arachidik asit	0,17±0,05	0,20±0,09	0,27±0,05	0,24±0,01	0,23±0,01	0,22±0,08
C21:0	Heneicosanoik asit	0,81±0,18 ^a	0,68±0,38 ^{ab}	0,31±0,02 ^b	0,29±0,02 ^b	0,32±0,04 ^b	0,54±0,33 ^{ab}
C22:0	Behenik asit	0,23±0,03	nd	nd	nd	nd	nd
C23:0	Tricosanoik asit	0,08±0,01 ^a	0,08±0,01 ^{ab}	0,08±0,01 ^{ab}	0,08±0,01 ^{ab}	0,07±0,01 ^{ab}	0,06±0,02 ^b
C24:0	Lignoceric asit	0,09±0,06 ^a	0,26±0,01 ^b	0,24±0,02 ^b	0,23±0,04 ^b	0,24±0,02 ^b	0,18±0,06 ^{ab}
Total SAFA		24,48±1,25	24,24±0,38	23,84±0,61	24,89±1,08	23,95±0,84	23,72±0,17

Her değer, üç tekerrürün ortalaması ± standart sapmayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05). Aynı satırda istatistiksel olarak birbirinden farksız olan değerler (P>0.05) üstel harflerle ifade edilmemişlerdir. nd : tespit edilemedi. *ME: Metil Ester

Çizelge 7. Deneme yemleriyle beslenen Gökkuşluğu alabalığı gruplarının deneme başı ve deneme sonunda Tekli doymamış yağ asidi (MUFA) kompozisyonlarındaki değişimler

Table 7. Monounsaturated fatty acids (MUFA) compositions (%) of rainbow trout flesh fed with experimental diets at the start and end of feeding experiments

Yağ Asitleri %	MUFA	Deneme Başı	Kontrol	α - tokoferol 500	α - tokoferol 250	Defne 500	Defne 250
C14:1	Myristoleik asit	0,12±0,01	0,12± 0,01	0,12± 0,01	0,12± 0,01	0,157± 0,060	0,12± 0,02
C15:1	cis-10-pentadecenoik asit	0,08±0,02	0,08± 0,01	0,07± 0,01	0,07± 0,01	0,077± 0,010	0,05± 0,02
C16:1	Palmitoleik asit	3,10±0,24 ^a	3,55± 0,47 ^{ab}	4,06± 0,09 ^b	3,67± 0,34 ^{ab}	3,990± 0,130 ^b	3,60± 0,41 ^{ab}
C17:1	Heptadecenoik asit	0,28±0,03	0,26± 0,05	0,25± 0,01	0,25± 0,01	0,240± 0,010	0,23± 0,03
C18:1n9t	Elaidic asit	0,18±0,03 ^a	0,15± 0,02 ^{ab}	0,09± 0,02 ^b	0,13± 0,02 ^b	0,143± 0,010 ^{ab}	0,14± 0,01 ^{ab}
C18:1n9c	Oleik asit	22,72±1,52	22,25± 1,92	24,54± 0,17	23,93± 0,89	24,127± 0,820	23,07± 1,48
C20:1	cis-11-eicosenoik asit	1,63±0,50 ^a	1,98± 0,71 ^{ab}	3,08± 0,66 ^{ab}	3,34± 0,07 ^b	3,260± 0,180 ^b	1,64± 1,31 ^{ab}
C22:1n9	Eruric asit	2,50±0,37	2,85± 0,57	2,53± 0,32	2,44± 0,51	2,827± 0,6900	3,01± 0,54
C24:1	Nervonik asit	0,34±0,09 ^a	0,45± 0,04 ^{ab}	0,54± 0,02 ^b	0,55± 0,02 ^b	0,497± 0,030 ^{ab}	0,46± 0,11 ^{ab}
Total MUFA		30,95±1,86 ^a	31,67± 3,66 ^{ab}	35,29± 0,32 ^b	34,50± 0,84 ^{ab}	35,317± 1,245 ^b	32,32± 0,72 ^{ab}

Her değer, üç tekerrürün ortalaması ± standart sapmayı ifade etmektedir. *ME: Metil Ester

Aynı satırda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Aynı satırda istatistiksel olarak birbirinden farklı olan değerler (P>0.05) üstel harflerle ifade edilmemişlerdir.

Doğada yaşayan balığın etinin temel öğelerinden biri olan yağ oranı ve içeriğini; mevsim, coğrafik bölge, yaş, cinsi olgunluk ve beslenme gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yağ içeriği balık türlerine göre farklılık gösterdiği gibi, aynı türün yaş, biyolojik durum, beslenme şekli, üreme, gelişim durumu ve suyun sıcaklığı da etkili olmaktadır (Dönmez ve Tatar 2001). Kültür ortamında yetiştirilen bir balığın yağ oranını ve yağ asidi profilini yediği yem, yemin içindeki hammaddeler, yağ kaynağı ve yemin yapım şekli belirleyici rol oynamaktadır (Yıldız ve ark. 2006; Güler ve Yıldız 2011)). Araştırma başında elde edilen toplam SAFA, toplam MUFA, toplam PUFA, n-3, n-6 ve n-3/n-6 yağ asidi kompozisyonlarındaki değişimler Çizelge 6, 7, 8 ve 9 da verilmiştir.

Toplam SAFA içeriği tüm gruplarda yaklaşık %24 civarında bulunmuş olup bu sonuçlar kültür ortamında yetiştirilen balıklar için normal bir durum oluşturmaktadır (Alaşalvar ve ark. 2002; Güler ve Yıldız 2011). Geriye kalan yağ asitleri

ise (MUFA+ PUFA) %75 civarında bulundu. Genelde, balıklarda SAFA oranı % 30 dan düşük bulunması diğer araştırmacılar ile paralellik oluşturmaktadır (Ackman ve ark. 1989).

Balıkların büyük çoğunluğunda toplam SAFA içerisinde palmitik asitin (C16:0) en fazla olduğu bunu sırasıyla stearik asit (C18:0), myristik asit (C14:0) ve Pentadecanoik asit (C15:0) bulunduğu bildirilmektedir. Mevcut araştırmada da total SAFA miktarları (Çizelge 6) diğer araştırmacıların tespit ettikleri değerlerle benzerlik göstermektedir (Alaşalvar ve ark. 2002, Aras ve ark. 2003, Yıldız ve ark. 2006, Kaya ve Erdem 2009, Özoğul ve ark. 2011; Güler ve Yıldız 2011).

Çizelge 8. Deneme yemleriyle beslenen Gökkuşuğu alabalığı gruplarının deneme başı ve deneme sonundaki n-6 yağ asidi kompozisyonlarındaki değişimler

Table 8. n-6 fatty acid compositions (%) of rainbow trout flesh fed with experimental diets at the start and end of feeding experiments

Yağ Asitleri %	Omega -6	Deneme Başı	Kontrol	α- tokoferol 500	α- tokoferol 250	Defne 500	Defne 250
C18:2n6c	Linoleik asit	21,20±3,79 ^a	19,00± 5,69 ^{ab}	13,413± 0,190 ^b	12,68± 0,46 ^b	12,41± 0,99 ^b	17,24± 5,35 ^{ab}
C18:2n6t	Linoelaidik asit	0,09±0,03	0,10± 0,04	0,090± 0,020	0,14± 0,03	0,14± 0,01	0,11± 0,04
C18:3n6	γ-Linoleik asit cis-8,11,14- eicosatrienoik asit	0,15±0,08	0,17± 0,06	0,167± 0,010	0,16± 0,01	0,17± 0,02	0,19± 0,06
C20:3n6	Arachidonik asit	0,31±0,06 ^a	0,41± 0,11 ^{ab}	0,443± 0,020 ^b	0,45± 0,01 ^b	0,46± 0,01 ^b	0,43± 0,08 ^{ab}
C20:4n6	cis-11,14- eicosadienoik asit	0,26±0,05	0,28± 0,09	0,367± 0,010	0,37± 0,03	0,37± 0,01	0,31± 0,09
C20:2	cis-13,16- Docosadienoik asit	1,43±0,26	0,97± 1,00	0,817± 0,470	1,02± 0,02	1,09± 0,08	1,25± 0,29
C22:2		0,26±0,48	0,08± 0,010	0,047± 0,0300	0,04± 0,02	0,02± 0,010	0,05± 0,03
Total n-6		23,701±3,971 ^a	21,005± 6,399 ^{ab}	15,343± 0,527 ^b	14,86± 0,46 ^b	14,66± 1,08 ^b	19,57± 5,40 ^{ab}

Her değer, üç tekerrürün ortalaması ± standart sapmayı ifade etmektedir. *ME: Metil Ester

Aynı satırda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Aynı satırda istatistiksel olarak birbirinden farklı olan değerler (P>0.05) üstel harflerle ifade edilmemişlerdir.

Çizelge 9. Deneme yemleriyle beslenen Gökkuşuğu alabalığı gruplarının deneme başı ve deneme sonundaki n-3, Total PUFA, n-3/n-6, EPA ve DHA yağ asidi kompozisyonlarındaki değişimler

Table 9. n-3, Total PUFA, n-3/n-6, EPA and DHA fatty acid compositions (%) of rainbow trout flesh fed with experimental diets at the start and end of feeding experiments

Yağ Asitleri %	Omega- 3	Deneme Başı	Kontrol	α - tokoferol 500	α- tokoferol 250	Defne 500	Defne 250
C18:3n3	Linolenic asit cis-11,14,17- eicosatrienoik asit	3,17±0,28 ^a	2,73± 0,35 ^{ab}	2,54± 0,28 ^b	2,60± 0,11 ^b	2,62± 0,09 ^b	2,75± 0,04 ^{ab}
C20:3n3		0,16±0,06	0,13± 0,01	0,11± 0,01	0,12± 0,01	0,11± 0,01	0,12± 0,01
C20:5n3	EPA	2,57±0,33	2,12± 0,77	2,02± 0,07	2,19± 0,08	2,02± 0,04	2,25± 0,26
C22:6n3	DHA	5,49±2,38 ^a	8,16± 4,01 ^{ab}	11,38± 0,23 ^b	11,57± 0,11 ^b	11,15± 0,25 ^b	9,06± 3,90 ^{ab}
Total n-3		11, 40±2,22 ^a	13,13± 2,87 ^{ab}	16,06± 0,48 ^b	16,48± 0,11 ^b	15,90± 0,24 ^{ab}	14,18± 3,62 ^{ab}
Total PUFA		35,10±2,18 ^a	34,14± 3,53 ^{ab}	31,40± 1,00 ^{ab}	31,34± 0,36 ^{ab}	30,56± 1,22 ^b	33,753± 1,85 ^{ab}
Unknown 1		2,74±0,50	3,17± 0,40	3,04± 0,03	2,96± 0,07	3,00± 0,05	3,03± 0,48
Unknown 2		1,49±0,36	1,91± 0,11	1,87± 0,11	1,71± 0,05	1,81± 0,06	1,73± 0,15
Diğerleri		5,24±1,62	4,70± 0,27	4,57± 0,95	4,59± 0,49	5,37± 0,73	5,38± 0,35
n-3/n-6		0,51±0,24 ^a	0,68± 0,34 ^{ab}	1,047± 0,006 ^b	1,11± 0,04 ^b	1,09± 0,08 ^b	0,79± 0,35 ^{ab}
Total FA		100	100	100	100	100	100

Her değer, üç tekerrürün ortalaması ± standart sapmayı ifade etmektedir. *ME: Metil Ester

Aynı satırda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Aynı satırda istatistiksel olarak birbirinden farklı olan değerler (P>0.05) üstel harflerle ifade edilmemişlerdir.

Toplam MUFA miktarı α - tokoferol 500, Defne 500 gruplarında sırasıyla en yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Oleik asit (C18:1n9c) tüm gruplarda % 22 nin üzerinde en fazla bulunan MUFA yağ asididir (Çizelge 7). Bu sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından aynı tür, farklı balıklar ve ortamlar arasında yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir (Haliloğlu ve ark. 2002, Akpınar ve ark. 2009, Kaya ve Erdem 2009, Alaşalvar ve ark. 2002, Özoğul ve ark. 2011).

Oleik asiti, Palmitoleik asit (C16:1), Eruric asit (C22:1n9) ve cis-11-eicosenoik asit (C20:1) sırasıyla takip etmiş olup diğer araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermiştir (Akthar ve ark. 1999, Alasalvar ve ark. 2002, Özoğul ve ark. 2011, Kayım ve ark. 2011).

α - tokoferol ve defne yaprağı ekstratı ilave edilen antioksidan gruplarda deneme başı ve kontrol grubuna göre n-3 daha yüksek fakat bunun tam tersi durumda n-6 antioksidan ilave edilmeyen gruplar olan deneme başı ve kontrol grubunda yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Linoleik asit (C18:2n6c) toplam n-6 içerisinde en fazla bulunan yağ asidi çeşididir (Çizelge 8). Bu değer farklı araştırmacılar tarafından da tespit edilmiş (Alasalvar ve ark. 2002, Akpınar ve ark. 2009, Kayım ve ark. 2011).

İnsan beslenmesi ve sağlığı açısından büyük önem taşıyan n-3 yağ asitlerinden DHA, Linolenik asit ve EPA yüksek olduğu görülmüştür ve bu oranlar diğer çalışmalarla benzerlik taşımaktadır (Özoğul ve ark. 2011, Johansson ve ark. 2000, Yeşilayer ve Genç 2013).

Balıkların beslendiği yemin yağ asidi profili balığın yağ asidi profilinin şekillenmesinde oldukça önemlidir (Yıldız ve ark. 2006). Toplam PUFA tüm gruplarda % 30'un üzerinde tespit edilmiş olmasının yanında, en yüksek PUFA oranı deneme başında görülmüştür. Deneme başı balıklar ile deneme sonu Defne 500 grubundaki balıkların PUFA yağ asidi miktarları karşılaştırıldığında farkın istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Çizelge 9).

Deneme başında PUFA'nın yüksek çıkmasının sebebi n-6 yağ asitlerinden Linoleik asit miktarının yüksek olmasından

kaynaklanmaktadır. Bu sonuç ise; araştırma öncesi balıkların hayvansal proteinden çok bitkisel protein (Soya fasulyesi küspesi) kaynaklı diyetlerle beslendiğini göstermektedir (Chanmugam ve ark. 1986).

n-3/n-6 oranının yüksek olması istenir ve doğal ortamda yakalanan balıklar kültür ortamında yakalananlara göre bu oran daha yüksek bulunmuştur. Bu oran ne kadar 1 den yüksek ise et kalitesi yönünden maksimumdur ve beslenme ve insan sağlığı açısından ürün iyi kalitededir (Kaya ve Erdem 2009, Özoğul ve ark. 2011). Yapılan çalışmada ortalama n-3/n-6 oranı sırasıyla en yüksek α - tokoferol 250 (1,11), Defne 500 (1,09) ve α - tokoferol 500 (1,05) Gökkuşacağı alabalıklarında bulunmuştur (Çizelge 9).

Akpınar ve ark. (2009) n-3/n-6 oranını doğal dere alabalıklarının kaslarında 2,59 bulmuş bu oranın bizim tespit ettiğimizden daha yüksek olduğu ve aynı zamanda n-3/n-6 oranının kültür balıklarında doğallardan daha düşük olduğu yapılan çalışma ile ortaya konmuştur.

Aynı şartlar altında yetiştirilen farklı üç sofralık alabalık türünün (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) kas dokusu yağ asidi profilleri n-3/n-6 oranını en yüksek gökkuşacağına 1,58 ile diğer alabalıklardan ve bizim sonuçlarımızdan yüksek bulunmuştur (Haliloğlu ve ark. 2002). Johansson ve ark. (2000) ve Yeşilayer ve Genç (2013) gökkuşacağı alabalığı üzerine yaptıkları çalışmada bu oranı sırasıyla 0,20 ve 0,50 olarak bizim sonuçlarımızdan çok daha düşük bulmuşlardır.

4. Sonuç

Araştırma sonunda farklı antioksidanların gökkuşacağı balıklarının yağ asidi profillerinin farklı olmasının en önemli sebeplerinden birisinin balıkların diyetlerine katılan antioksidan maddelerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda kültür ortamında yetiştirilen gökkuşacağı alabalığının yemlerine katılan antioksidan maddelerin n-3 miktarını özellikle insan beslenmesi ve sağlığında önemli bir yere sahip DHA oranını artırdığı ve iyi bir PUFA kaynağı olduğu görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. (Proje No: 2009/048)

Kaynaklar

- Ackman RG, Ratnayake WMN, Macpherson EJ (1989). EPA and DHA contents of encapsulated fish oil products. *JAOCS*, 66(8): 1162-1164.
- Akhtar P, Gray JI, Cooper TH, Garling DL, Booren AM (1999). Dietary pigmentation and deposition of α - tokoferol and carotenoids in rainbow trout muscle and liver tissue. *Journal of Food Science*, 64: 234-239.
- Akpınar MA, Görgün S, Akpınar, AE (2009). A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*. *Food Chemistry*, 112: 6- 8.
- Alaşalvar C, Taylor KDA, Zubcov E, Shahidi F, Alexis M (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acids and trace mineral composition. *Food Chemistry*. 79 (2): 145-150.
- Aral O, Büyükhatoğlu Ş, Erdem M, Ağırağaç C (1996). İki farklı yemin Karadeniz'de ağ kafeslerde yetiştirilen alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) büyümesine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 20(2): 121-126.
- Aras NM, Haliloğlu Hİ, Bayır A, Atamanalp M, Sirkecioğlu AN (2003). Karasu Havzası Yeşildere Çayı olgun dere alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumerill, 1858)'nda farklı dokularda yağ asidi kompozisyonunun karşılaştırılması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27: 887-892.
- Bulgurlu Ş, Ergül M (1978). Yemlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik analiz metodları. Ege Üniv., Ziraat Fakültesi Yayın No: 127. Bornova, İzmir.
- Buttle LG, Crampton VO, Williams PD, (2001). The effect of feed pigment type on flesh pigment deposition and colour in farmed Atlantic Salmon *Salmo salar* L. *Aquaculture research*. 32: 103-111.
- Büyükhatoğlu Ş, Erdem M, Aral O, Tarakçı Y, Ağırağaç C (1996). Karadeniz'de ağ kafeslerde farklı stoklama yoğunluklarının gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) büyümesi üzerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 20(2): 137-142.
- Canyurt MA, Kırkpınar F, Erkek R, Taluğ AM (1997). Gökkuşığı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss* W.) et rengi üzerine kırmızı biber unu ve kantaksantin'in etkileri. Ege üniversitesi su ürünleri dergisi, 14(3-4): 243-250.
- Chanmugam P, Boudreau M, Hvang DH (1986). Differences in the ω -3 fatty acids contents in pond reather and wild fish and shellfish. *Journal of Food Science*, 51(6).
- Dönmez M, Tatar O (2001). Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişmelerin araştırılması. Ege üniversitesi. Su Ürünleri Dergisi, 18(1-2): 125-134.
- Elmastaş M, Gülçin İ, Işildak Ö, Küfrevioğlu Ö.İ., İbaoglu K and Aboul-Eneinc HY, 2006. Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extracts. *Journal of Iranian Chemical society*, 3(3): 258-266.
- Erdem M, Ergün S (2000). Yeme farklı oranlarda katılan sentetik astaksantin gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) et rengi üzerine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24: 577-583.
- Ergün S (1998). Doğal ve sentetik karotenoid kaynaklarının Gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) pigmentasyona etkisi. Doktora tezi, O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri yetiştiriciliği, Sinop.
- FAO (2012). The state of world fisheries and aquaculture 2012. ISSN 1020- 5489.pp: 230.
- Gorga C (1998). Quality Assurance of Seafood. An avi Book, Published by Van Nostrand Rainhold, New York, 245 pp.
- Güler M, Yıldız M (2011). Effect of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35(3): 157-167.
- Hagstrup IP (2001). Marine n-3 fatty acids, wine intake, and heart rate variability in patients referred for coronary angiography. *Curculation*, 103: 651-657.
- Haliloğlu Hİ, Aras NM, Yetim H, (2002). Composition of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the some condition. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26: 1097-1102.
- Hamre K, Christiansen R, Waagbo R, Maage A, Torstensen BE, Lygren Lie O, Wathne E, Albrektsen S (2004). Antioksidant vitamini mineraller ve lipid seviyeleri diyetler için Atlantik salmone (*Salmo salar*) : etkileri büyüme performansı ve filetle kalitesi. *Aquaculture Nutrition*, 10: 113-123.
- İnal T (1988). Balıkların Muhafaza Usulleri, Besin Hijyeni. İ.Ü. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, 356-442.
- Ingle de la Mora G, Arredondo-Figueroa JL, Ponce-Polofox JT, Delos Angeles Barriga-Soca I, Vernon-Carter JE (2006). Comparison of red chili (*Capsicum annuum*) oleoresin and astaxanthin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet pigmentation. *Aquaculture*, 258: 487-495.
- Johansson L, Kiessling A, Kiessling K-H, Berglund L (2000). Effect of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Quality and Preference*. 11: 247-254.

- Kaya Y, Erdem ME (2009). Seasonal comparison of wild and farmed brown trout (*Salmo trutta forma fario* L., 1758): crude lipid, gonadosomatic index and fatty acids. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(5): 413- 423.
- Kayım M, Öksüz A, Özyılmaz A, Kocabas M, Can E, Kızak V (2011). Proximate composition, fatty acid profile and mineral content of WBT(*Salmo trutta* sp.) from Munzur River in Tunceli, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 23(8): 3533- 3537.
- Köprücü K, Harlıoğlu MM, Konar V (1998). Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) rasyonlarında protein, amino asit ve pigment kaynağı olarak *Gammarus kischineffensis* Schellenberg 1937'in kullanılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 15(3-4): 199-210.
- Nettleton JA (2000). Seafood Nutrition in The 1990's Issues for The Consumer. *Seafood Science and Technology*, Chapter 4, Ed. By Graham Bligh Can. Inst. Of Fish Tech., 32-39 pp.
- Nettleton J, Exler J (1992). Nutrients in wild and farmed shellfish. *Journal of Food Science*, 57: 257-260.
- Özogul Y, Polat A, Ucak İ, Özogul F (2011). Seasonal fat and fatty acids variations of seven marine fish species from the Mediterranean Sea. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* 113: 1491- 1498.
- Storebakken T, Choubert G (1991). Flesh pigmentation of rainbow trout fed astaxanthin or canthaxanthin at different feeding rates in freshwater and saltwater. *Aquaculture*, 95(3-4): 289-295.
- Wathne E, Bjerkeng B, Storebakken T, Vassvik V, Odland AB (1998). Pigmentation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed astaxanthin in all meals or in alternating meals. *Aquaculture*, 159: 217-231.
- Yanar Y, Büyükçarpur H, Yanar M, Göçer M (2007). Effect of carotenoids from red pepper and marigold flower on pigmentation, sensory properties and fatty acid composition of rainbow trout. *Food Chemistry*, 100: 326-330.
- Yeşilayer N, Genç N (2013). Comparison of proximate and fatty acid compositions of Wild Brown trout and Farmed Rainbow trout. *South African journal of Animal Science*, 43(1): 89-97.
- Yıldız M, Şener E, Gün H (2006). Effect of refrigerated storage on fillet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) fed a diet containing different levels of DL α -tocophrol acetate. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30: 143-150.
- Yiğit M (1996). Gökkuşluğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) denizsuyu ve tatlısudaki büyüme farklılıklarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, O.M.Ü., Fen Bil. Enst., Su ürünleri yetiştiriciliği ABD., Sinop.