

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)  
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE İMMÜNOSTİMULANT OLARAK  
YEŞİL ÇAYIN (*Camellia sinensis*) KULLANIM OLANAKLARI**

**ÖZLEM BİLGİN**

**DOKTORA TEZİ**

**SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE  
İMMÜNOSTİMULANT OLARAK YEŞİL ÇAYIN (*Camellia sinensis*)  
KULLANIM OLANAKLARI**

**HAZIRLAYAN**

**Özlem BİLGİN**

**DOKTORA TEZİ**

**SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL**

**Doç. Dr. Huriye ARIMAN KARABULUT**

**(İkinci Danışman)**

**SİNOP 2017**

T.C.  
SİNOP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 03 / 02 / 2017 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan** : Prof. Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL  
**Üye** : Prof. Dr. Hünkar Avni DUYAR  
**Üye** : Doç. Dr. Nadir BAŞÇINAR  
**Üye** : Yrd. Doç. Dr. M. Orhan ARAL  
**Üye** : Yrd. Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU

ONAY

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

13 / 02 / 2017

Doç. Dr. Turgay KORKUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YETİŞTİRİCİLİĞİNDE  
İMMÜNOSTİMULANT OLARAK YEŞİL ÇAYIN (*Camellia sinensis*)  
KULLANIM OLANAKLARI**

**ÖZET:** Bu çalışma, yeşil çay yaprağının (*Camellia sinensis*) gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine eklenmesinin büyüme performansı, yem değerlendirmesi, vücut kompozisyonu, hematolojik parametreler ile kan serumu biyokimyasal ve immün parametreler üzerine etkisini belirlemek için yürütülmüştür. Ortalama ağırlıkları  $40,4 \pm 0,01$  g olan 546 adet balık 7 gruba 3 tekerrürlü olarak yerleştirilmiştir. Balıklar, ortalama  $\%5,3 \pm 0,04$  epigallokateşin galat-3-gallat (EGCG) içeren kurutulmuş yeşil çay yaprağı (YÇY)  $\%0$  (kontrol/yem 1),  $\%0,25$  (yem 2),  $\%0,5$  (yem 3),  $\%1$  (yem 4),  $\%2$  (yem 5),  $\%3$  (yem 6) oranında eklenerek hazırlanan yemlerle ve ortalama  $\%6,5 \pm 0,07$  oranında EGCG içeren yeşil çay toz atığı (YÇYA)  $\%1$  (yem 7) oranında eklenerek hazırlanan yemle 60 gün beslenmişlerdir. Deneme sonunda, canlı ağırlıkları artışı (CAA), spesifik büyüme oranı (SGR), protein tüketimi (PT), protein değerlendirme oranı (PDR) ve görünür net protein tutma oranı (ANPR) tüm gruplarda kontrol grubu ile benzer ( $P > 0,05$ ) bulunmuştur. Yem 6 ile beslenen grupta CAA, SGR ve PDR kontrol grubuna göre daha düşük ( $P < 0,05$ ), yem değerlendirme sayısı (FCR) ise daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Balıketi ve karaciğerde ham yağ içeriği tüm gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Deneme yemleriyle beslenen gruplarda kan serumu parametreleri: toplam protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), glikoz (GLU), kolesterol (CHO) ve trigliserid (TRIG) ile kan serumu immün parametreleri: lizozim aktivitesi (LYZ), myeloperoksidaz aktivitesi (MPO) ve toplam immunoglobulin (IG) deneme sonunda kontrol grubuna göre önemli bir değişiklik göstermemiştir ( $P > 0,05$ ). Hematolojik parametrelerden beyaz kan hücresi değerleri (WBC); yem 4, yem 5 ve yem 6 ile kırmızı kan hücresi (RBC) değerleri ise yem 5 ve yem 6 ile beslenen gruplarda kontrol grubundan daha düşük ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur. Bu sonuçlar, istatistiki olarak farklı olamamakla beraber ( $\%3$  grubu hariç) gökkuşığı alabalığı yemlerine farklı oranlarda YÇY eklenmesinin (özellikle  $\%0,5$  seviyesinde) büyüme performansı ve yem değerlendirmeyi iyileştirdiğini,  $\%1$  oranında YÇYA ve yüksek oranda YÇY eklenmesinin (örneğin  $\%3$ ) ise hipo-lipidemik etkiye (yağ düşürücü etki) neden olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşığı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, Yeşil Çay, *Camellia sinensis*, İmmünostimulant, Büyüme, Hematoloji, Kan Biyokimyası

## USING POSSIBILITIES OF GREEN TEA (*Camellia sinensis*) AS IMMUNOSTIMULANT IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) CULTURE

**ABSTRACT:** The present study was conducted to evaluate the effect of dietary inclusion of green tea leaves, *Camellia sinensis*, on growth performance, feed utilization, body composition, hematological parameters and serum biochemical immune parameters on rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. A total of 546 rainbow trout with an average body weight of  $40.4 \pm 0.01$  g were divided into seven experimental treatments (three replicates each). The fish were fed diet containing 0% (control/diet 1), 0.25% (diet 2), 0.5% (diet 3), 1% (diet 4), 2% (diet 5), 3% (diet 6) of dried green tea leaves (GTL) containing  $5.3 \pm 0.04\%$  epigallocatechin gallate-3-gallate (EGCG) and 1% green tea leaves dust (GTLD) (diet 7) containing  $6.5 \pm 0.07\%$  EGCG for 60 days. After 60 days of the feeding trial, fish fed diet 2 had higher weight gain (WG), specific growth rate (SGR), apparent net protein retention (ANPR), and protein efficiency ratio (PER) than other groups, had a lower feed conversion ratio (FCR) than other groups, but not significantly changed than control group ( $P > 0.05$ ). At the end of the experiment, WG, SGR, protein consumption (PT), PER and ANPR was calculated statistically similar in all groups and the control group ( $P > 0.05$ ). Fish fed diet 6 had lower WG, SGR and PER than control, and FCR higher than control ( $P < 0.05$ ). Crude lipid content of liver and fillet in all groups were significantly lower than the control group ( $P < 0.05$ ). At the end of the experiment, blood serum parameters: total protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), glucose (GLU), total cholesterol (CHO), triglyceride (TRIG) and the parameters of immune serum: lysozyme activity (LYZ), myeloperoxidase (MPO) and the total immunoglobulin (IG) parameters did not show a significant change in all groups compared to the control group ( $P > 0.05$ ). White blood cell (WBC) values of fish fed with diet 4, 5 and 6 and red blood cell (RBC) values of fish fed with diet 5 and 6 were statically lower than control ( $P < 0.05$ ). These results showed that administration of GTL especially at 0.5% level in rainbow trout diet enhanced the growth performance and feed utilization even though these parameters were not significantly affected by the experimental diets except for 3% GTL group. Administration of 1% dose of GTLD and GTL especially at higher doses (e.g. 3%) in the experimental diets showed hypolipidemic effects for rainbow trout.

**Key Words:** Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Green Tea, *Camellia sinensis*, Immunostimulant, Growth, Hematology, Blood Biochemistry

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamdaki katkılarından dolayı danışman hocama teşekkür ederim. Bu araştırma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi (RTEÜ) Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından: “Gökkuşacağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yetiştiriciliğinde İmmünostimulant Olarak Yeşil Çayın (*Camellia sinensis*) Kullanım Olanakları” adlı ve “2014.103.02.02” numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı RTEÜ BAP birimine teşekkür ederim. Bu çalışmanın projelendirilmesinde desteği olan, ikinci tez danışmanlığımı ve proje yürütücülüğünü yüklenen hocama teşekkür ederim. Doktora yapmam konusunda beni teşvik eden ve aynı zamanda Tez İzleme Komitesi (TİK) üyesi olan hocama teşekkür ederim. Çalışma süresince çay analizlerinde desteklerini gördüğüm ÇAYKUR Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü personeline, ÇAYKUR Genel Müdürlüğü personeline ve ÇAYKUR Cumhuriyet Çay Fabrikası personeline teşekkür ederim. Çay analizleri ve yem analizleri RTEÜ Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Laboratuvarı ile RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Deneme ise RTEÜ İyidere Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi personeline teşekkür ederim. Bu çalışmanın biyokimyasal analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesinde yapılmıştır. Analizlerin yapılmasındaki desteğinden dolayı Fakülte personeline teşekkür ederim. Ayrıca, yemlerde kullandığım çayın teminini sağlayan kayınvalideme, yem yapımı süresince yanımda bulunan ve yem maddelerinin elenmesinde yardım eden canım kızım Zeynep Nehir BİLGİN’e, anneme, babama ve her zaman desteğini gördüğüm eşime teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	S.No
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÖZETİ	8
2.1. GENEL BİLGİLER	8
2.1.1. Balık Bağışıklık (İmmün) Sistemi	8
2.1.1.1. Kazanılan (Spesifik) Bağışıklık Sistemi	9
2.1.1.1.2. Doğuştan Gelen (Spesifik Olmayan) Bağışıklık Sistemi	9
2.1.2. Balık Hematolojisi	11
2.1.2.1. Lökosit (Beyaz Kan Hücresi, WBC)	12
2.1.2.2. Eritrosit (Kırmızı Kan Hücresi, RBC)	14
2.1.3. İmmünostimulantlar (Bağışıklık Uyarıcılar)	16
2.1.3.1. Kimyasal Kökenli İmmünostimulantlar	18
2.1.3.2. Biyolojik Kökenli İmmünostimulantlar	18
2.1.3.2.1. Bitkisel İmmünostimulantlar	19
2.1.3.2.1.1. İmmünostimulant Olarak Çay ( <i>Camellia sinensis</i> ) Bitkisi	29
2.1.3.2.1.1.1. Yeşil Çay Yaprağının İçeriği	33
2.1.3.2.1.1.2. Yeşil Çayın Yapısında Bulunan Kimyasal Bileşikler	34
2.1.3.2.1.1.3. Yeşil Çayın Yapısında Bulunan Kateşinler (Flavanoller)	35
2.2. LİTERATÜR ÖZETİ	39
2.2.1. Balık Yetiştiriciliğinde Yeşil Çayın Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar	39
2.2.2. Diğer Canlılarda Yeşil Çayın Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar	46
2.2.3. Yeşil Çay Dışındaki Bitkisel İmmünostimulantların Balık Yetiştiriciliğinde Kullanımıyla İlgili Çalışmalar	48
2.2.4. Balık Kan Parametrelerini Etkileyen Faktörlerle İlgili Çalışmalar	57
3. MATERYAL VE YÖNTEM	61
3.1. Materyal	61
3.1.1. Deneme Yeri	61
3.1.2. Balık Materyali	61
3.1.3. Tank Materyali	61
3.1.4. Yem Hammaddesi ve Yem Materyali	62
3.1.5. Besin Madde Analizleri İçin Kullanılan Materyal	64
3.1.6. Kan Analizleri İçin Kullanılan Materyal	64
3.2. Yöntem	65
3.2.1. Yem Hammaddesi Olarak Yeşil Çayın Hazırlanması	65
3.2.2. Deneme Yemlerinin Hazırlanması	81
3.2.3. Denemenin Kurulması	83
3.2.4. Besin Madde Analizleri	83
3.2.4.1. Kuru Madde (KM)	84
3.2.4.2. Ham Protein (HP)	84
3.2.4.3. Ham Yağ (HY)	85
3.2.4.4. Ham Kül (HK)	86
3.2.4.5. Ham Selüloz (HS)	87

	S.No
3.2.5. Yeşil Çayın Kateşin Analizleri	89
3.2.6. Büyüme Parametreleri ve Yem Tüketimi Değerlerinin Hesaplanması	91
3.2.6.1. Spesifik Büyüme Oranı (SGR)	91
3.2.6.2. Protein Değerlendirme Randımanı (PDR)	91
3.2.6.3. Görünür Net Protein Tutma (ANPR)	91
3.2.6.4. Yem Değerlendirme Sayısı (FCR)	92
3.2.6.5. Hepatosomatik İndeks (HSI)	92
3.2.6.5. Kondisyon Faktörü (KF)	92
3.2.7. Kan Serumu ve Hematolojik Analizleri	93
3.2.7.1. Kan Serumunda Biyokimyasal Analizler	96
3.2.7.1.1. Toplam Protein (TP)	97
3.2.7.1.1.2. Albumin (ALB)	98
3.2.7.1.3. Globulin (GLB)	98
3.2.7.1.4. Glikoz (GLU)	98
3.2.7.1.5. Kolesterol (CHO)	98
3.2.7.1.6. Trigliserid (TRIG)	98
3.2.7.2. Kan Serumunda İmmünolojik Analizler	100
3.2.7.2.1. Lizozim Aktivitesi (LYZ)	100
3.2.7.2.2. Myleperoksidaz Aktivitesi (MPO)	100
3.2.7.2.3. Toplam İmmüoglobulin (IG) Aktivitesi	101
3.2.7.2. Hematolojik Analizler	101
4. BULGULAR	103
4.1. Büyüme Performansı ve Yem Değerlendirme Bulguları	103
4.2. Yem Değerlendirme Sayısı	106
4.3. Hepatosomatik İndeks (HSI) ve Kondisyon Faktörü (KF) Bulguları	109
4.4. Balık Etinde ve Karaciğerde Kimyasal Besin Madde Bulguları	110
4.5. Hematolojik Parametre Sonuçları	112
4.6. Biyokimyasal Bulgular	121
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	130
5.1. Büyüme Performansı ve Yem Değerlendirme	130
5.1.1. Canlı Ağırlık Artışı (CAA) ve Spesifik Büyüme Oranı (SGR)	132
5.1.2. Yem Değerlendirme Sayısı (FCR)	133
5.1.3. Protein Değerlendirme Randımanı (PDR), Protein Tüketimi (PT) ve Görünür Net Protein Tutma Oranı (ANPR)	134
5.1.4. Kondisyon Faktörü (KF) ve Hepatosomatik İndeks (HSI)	136
5.1.5. Balık Eti ve Karaciğer Besin Madde İçeriği	137
5.2. Hematolojik Parametreler	140
5.3. Biyokimyasal Parametreler	147
5.3.1. Kolesterol (CHO) ve Trigliserit (TRIG)	147
5.3.2. Toplam Protein (TP), Albumin (ALB) ve Globulin (GLB)	149
5.3.3. Glikoz (GLU)	151
5.3.4. Bağışıklık İndeksleri	152
5.3.4.1. Lizozim (LYZ) Aktivitesi	152
5.3.4.2. Myloperoksidaz (MPO) Aktivitesi	153
5.3.4.3. Toplam İmmüoglobulin (IG)	154
6. ÖNERİLER	159
7. KAYNAKLAR	161
ÖZGEÇMİŞ	184



## SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Semboller ve Kısaltmalar	Açıklaması
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
DKİB	: Doğu Karadeniz İhracatçılar Birliği
EGC	: Epigallat kateşin
C	: Kateşin,
EGCG	: Epigallat kateşin gallat,
EC	: Epikateşin,
ECG	: Epikateşin gallat
PT	: Protein tüketimi
PDR	: Protein değerlendirme randımanı
ANPR	: Görünür net protein tutma oranı
FCR	: Yem değerlendirme sayısı
HİS	: Hepatosomatik indeks
KF	: Kondisyon faktörü
TP	: Toplam protein
ALB	: Albumin
GLB	: Globulin
GLU	: Glikoz
CHO	: Kolesterol
TRIG	: Trigliserid
LYZ	: Lizozim aktivitesi
MPO	: Myleperoksidaz aktivitesi
IG	: İmminoglobulin
WBC	: Beyaz kan hücresi (WBC),
LYM	: Lenfosit
MID	: Monosit
GRAN	: Granüllü nötrofil
RBC	: Kırmızı kan hücresi
HGB	: Hemoglobin
HCT	: Hematokrit
MCV	: Ortalama eritrosit hacmi
MCH	: Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin
MCHC	: Ortalama hemoglobin konsantrasyonu
µm	: Mikrometre
µl	: Mikrolitre
dL	: Desilitre
fL	: Femtolitre
g	: Gram

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	S.No
<b>Şekil 1.1.</b> Su ürünleri avcılık ve yetiştiricilik üretiminin yıllara göre değişimi (TUİK, 2015)	2
<b>Şekil 1.2.</b> Avcılık/yetiştiricilik oranının yıllara göre değişimi (TUİK, 2015)	2
<b>Şekil 2.1.1.1.</b> Kemikli balıklarda bağışıklık organları (Bone ve Moore, 2008)	9
<b>Şekil 2.1.2.1.1.</b> Lökosit hücre tipleri. A: Granulosit, B: Lenfosit, C: Monosit, D: Oval trombosit, E: İğne biçimli trombosit, F: Sivri uçlu trombosit, G: parçalanmış (pragmental) trombosit (PESCALEX, 2016)	13
<b>Şekil 2.1.2.2.1.</b> Olgun (a) ve olgun olmayan (b) eritrosit ve eritrosit hücre yapısı (c) (PESCALEX, 2016)	15
<b>Şekil 2.1.3.2.1.1.1.</b> Yeşil çay bitkisi ( <i>Camellia sinensis</i> ). <b>a)</b> çaylık alan, <b>b)</b> çay çiçeği ve tohumu, <b>c)</b> hasata hazır yeşil çay <b>d)</b> hasat edilmiş ve çay alım yerlerinde işlenmeye hazır yeşil çay (Orijinal)	30
<b>Şekil 2.1.3.2.1.1.2.</b> Çaylık alanlara göre illerin dağılımı (%) (DKİB, 2013)	31
<b>Şekil 2.1.3.2.1.1.3.</b> Beyaz, yeşil, oolong ve siyah çay üretim basamakları (Santana-Rios ve ark., 2001'dan uyarlanmıştır)	32
<b>Şekil 2.1.3.2.1.1.4.</b> Polifenol ailesi içindeki flavonoidler/kateşinler (Ruxton, 2008)	36
<b>Şekil 2.1.3.2.1.1.5.</b> Yeşil çay yaprağında bulunan kateşinler ve kimyasal yapısı (Gramza ve ark., 2005)	37
<b>Şekil 2.2.1.1.</b> Yeşil çay ve türevlerinin balık yetiştiriciliğinde kullanımıyla ilgili olarak yayınlanan makalelerin yıllara göre dağılımı	39
<b>Şekil 3.1.3.1.</b> Deneme tankları (Orijinal)	61
<b>Şekil 3.1.4.1.</b> Yem yapımında kullanılan hammaddeler. A: yeşil çay, B: balık unu, C: soya küspesi, D: mısır gluteni, E: Bonkalite (Orijinal)	62
<b>Şekil 3.2.1.1.</b> Yeşil çayın toplandığı çaylık (a), yeşil çay fideleri (b), laboratuara getirilen yeşil çay (c) ve çay bitkisine karışmış olabilecek yabancı ot ve odunların temizlenmesi (d) (Orijinal)	65
<b>Şekil 3.2.1.2.</b> Yeşil çayın kese kâğıtlarına sıkıştırılmadan yerleştirilmesi ve tartımı (Orijinal)	66
<b>Şekil 3.2.1.3.</b> 40°C sıcaklığa ayarlanmış fansız (a) ve fanlı (b) nitelikteki 2 etüve yerleştirilmiş çay içeren kese kâğıtları. 1. girişim sonunda fanlı etüve konulan çayın 45 saat sonraki görünümü (c, d) ile fansız etüve konulan çayın 65 saat sonraki (e,f) görünümleri (Orijinal)	67
<b>Şekil 3.2.1.4.</b> 70°C sıcaklığa ayarlanmış, fansız ve fanlı etüvlere yerleştirilmiş kese kâğıdı içerisindeki çayın 2. girişim sonundaki görünümleri. Fansız etüve konulan çayın 18 saat sonraki görünümleri (a,b,c) ile fanlı etüve konulan çayın 15 saat sonraki (d) görünümü (Orijinal)	68
<b>Şekil 3.2.1.5.</b> 90°C sıcaklığa ayarlanmış fanlı etüv içerisindeki çayın 30 dakika kurutulduktan sonraki yeşilimsi kuru yaprak halini almış görünümü (a, b) (Orijinal)	70
<b>Şekil 3.2.1.6.</b> Kurutulmuş çay yaprağı neminin ölçüldüğü DHAUS MB45 marka nem cihazı (Orijinal)	71

	S.No
<b>Şekil 3.2.1.7.</b> Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş yeşil çayın toplam polifenol miktarları. Dikey çizgiler standart hatayı göstermektedir	72
<b>Şekil 3.2.1.8.</b> Fanlı etüvde ince bir tabaka halinde serilerek 40°C sıcaklıkta 12 saat (a), 70°C’de 1,5 saat bekletilerek (b) yaş çayın uygun özellikte kurutulmuş görünümü (Orijinal)	73
<b>Şekil 3.2.1.9.</b> Fanlı etüvde ince bir tabaka halinde serilerek 80°C sıcaklıkta 1 saat 20 dakika (a) ve 90°C sıcaklıkta 30 dakika (b) bekletilerek uygun özellikte kurutulmuş çayın görünümü (Orijinal)	74
<b>Şekil 3.2.1.10.</b> Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çayın fenolik madde içeriği. A: yeşil çaydaki gallik asit, kafein ve kateşin miktarları (%). B: yeşil çaydaki farklı kateşinlerin oranı (%), <i>EGC</i> : Epigallat kateşin, <i>C</i> : Kateşin, <i>EGCG</i> : Epigallat kateşin gallat, <i>EC</i> : Epikateşin, <i>ECG</i> : Epikateşin gallat	75
<b>Şekil 3.2.1.11.</b> Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çay fenolik bileşiklerinin kromatogramları. <i>EGC</i> : Epigallat kateşin, <i>C</i> : Kateşin, <i>EC</i> : Epikateşin, <i>EGCG</i> : Epigallat kateşin gallat, , <i>ECG</i> : Epikateşin galat	76
<b>Şekil 3.2.1.12.</b> Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çay tozunun (dust) fenolik madde içeriği. A: dusttaki gallik asit, kafein ve kateşin miktarları (%). B: dusttaki kateşin miktarı (%), <i>EGC</i> : Epigallat kateşin, <i>C</i> : Kateşin, <i>EGCG</i> : Epigallat kateşin gallat, <i>EC</i> : Epikateşin, <i>ECG</i> : Epikateşin gallat	77
<b>Şekil 3.2.1.13.</b> Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çay tozu (dust) fenolik bileşiklerinin kromatogramları. <i>EGC</i> : Epigallat kateşin, <i>C</i> : Kateşin, <i>EC</i> : Epikateşin, <i>EGCG</i> : Epigallat kateşin gallat, <i>ECG</i> : Epikateşin galat	78
<b>Şekil 3.2.1.14.</b> 90°C sıcaklığa ayarlanmış fanlı etüvde 30 dakikada kurutulmuş yeşil çay yaprağının BOSH marka 180 W’lık kahve değirmeninde öğütülmesi (a) ile öğütülmüş (b) hali (Orijinal)	79
<b>Şekil 3.2.1.15.</b> 500 µm göz açıklığındaki elekte elenerek deneme yemlerinde kullanıma hazır hale getirilmiş (a) ve plastik bidonlara stoklanmış yeşil çay tozu (b,c) (Orijinal)	80
<b>Şekil 3.2.2.1.</b> Deneme yemlerinin hazırlanışı. A: Kullanılan yem ham maddeleri, B: Ham maddelerin karıştırılması, C: Yemlerin balıkların alacakları büyüklükte kıyma makinesinde hazırlanışı (Orijinal)	82
<b>Şekil 3.2.2.2.</b> Etüvde kurutulan yemler (Orijinal)	82
<b>Şekil 3.2.4.2.1.</b> Ham protein analizinin yapıldığı Kjeldahl yakma ünitesi (a) ile otomatik destilasyon ünitesi (b) (orijinal)	85
<b>Şekil 3.2.4.3.1.</b> Ham yağ tayininin yapıldığı yağ tayin cihazı (Orijinal)	86
<b>Şekil 3.2.4.5.1.</b> Selüloz tayininin yapıldığı Gerhart marka tam otomatik selüloz tayin cihazı (a), fiberbaglerin cihaza yerleştirildiği düzenek (b), süzme krozelerin (c) ve süzme krozelerin kül fırınında yandıktan sonraki görünümü (d) (Orijinal)	88
<b>Şekil 3.2.5.1.</b> HPLC (High Pressure Liquid Chromatografy: yüksek basınçlı sıvı kromatogram) cihazı (Orijinal)	89
<b>Şekil 3.2.7.1.</b> Araştırma balıklarından kan alma (Orijinal)	93
<b>Şekil 3.2.7.2.</b> Kan serumlarının hazırlanışı. A: Balık kanlarının jelli kan tüplerine alınması, B: Jelli kan tüplerinin santrifüj edildiği cihaz (Orijinal)	94
<b>Şekil 3.2.7.3.</b> Kan serumlarının elde edilmesi. A: Jelli kan tüplerinin santrifüj edilmeden ve santrifüj edildikten sonra görünümü, B: Kandan elde edilen şeffaf kan serumunun eppendorf tüplerdeki görünümü, C: Kan serumlarının dondurucuya yerleştirilmesi (Orijinal)	95

	S.No
<b>Şekil 3.2.7.1.1.</b> Balık kanların sağlıklı bir şekilde nakliyesi için kullanılan kuru buz makinesi (a) ve elde edilen kuru buz (b) (Orijinal)	96
<b>Şekil 3.2.7.1.2.</b> İçerisinde buz bulunan bir küvette (a) kan serumu örneklerinin analiz için çözdürülmesi ve çözünen kan serumu örneklerinin analize hazır hale getirilmesi (b) (Orijinal)	97
<b>Şekil 3.2.7.1.3.</b> Kan serumundaki, toplam protein, albumin, glikoz, kolesterol ve trigliserid analizleri için (8×12) 96'lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş kan serumu örneklerinin eklenen kitlerin rengini almış hali (a) ve analizlerin yapıldığı Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazı (Orijinal)	99
<b>Şekil 3.2.7.2.1.</b> Balık kanında hematolojik analizlerde kullanılan PE-6800 VET tam otomatik hematoloji analiz cihazı ve analiz sonuçlarının otomatik olarak alındığı kâğıt (Orijinal)	102
<b>Şekil 4.2.1.</b> Deneme sonunda kontrol, %0,25, %0,5, %1, %2, %3 ve %1D gruplarındaki balıkların yem değerlendirme sayısı (FCR). Parantez içindeki değerler ortalama±standart hata değerlerini, farklı üssel harflerle ifade edilen değerler ise gruplar arasında istatistiki olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ ).	108
<b>Şekil 4.5.1.</b> Deneme sonu balıklardaki beyaz kan hücresi (WBC) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir	112
<b>Şekil 4.5.2.</b> Deneme sonu balıklardaki % lenfosit (%LYM) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın olmadığını ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir	113
<b>Şekil 4.5.3.</b> Deneme sonu balıklardaki % monosit (%MID) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın olmadığını ( $P > 0,05$ ) ifade etmektedir	114
<b>Şekil 4.5.4.</b> Deneme sonu balıklardaki % granüllü nötrofil (%GRAN) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın olmadığını ( $P > 0,05$ ) ifade etmektedir	114
<b>Şekil 4.5.5.</b> Deneme sonu balıklardaki lenfosit (LYM: lymphocytes) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir	115
<b>Şekil 4.5.6.</b> Deneme sonu balıklardaki monosit (MID) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın ( $P > 0,05$ ) olmadığını ifade etmektedir	115
<b>Şekil 4.5.7.</b> Deneme sonu balıklardaki granüllü nötrofil (GRAN) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise gruplar arasında farkın istatistiki olarak önemsiz olduğunu ( $P > 0,05$ ) ifade etmektedir	116
<b>Şekil 4.5.8.</b> Deneme sonu balıklardaki kırmızı kan hücresi (RBC) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir	117
<b>Şekil 4.5.9.</b> Deneme sonu balıklardaki hemogloblin (HGB) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir	117
<b>Şekil 4.5.10.</b> Deneme sonu balıklardaki hematokrit (HCT) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir	118

	S.No
<b>Şekil 4.5.11.</b> Deneme sonunda balıklardaki ortalama eritrosit hacim (MCV) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise gruplar arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz ( $P > 0,05$ ) olduğunu ifade etmektedir	118
<b>Şekil 4.5.12.</b> Deneme sonu balıklardaki eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir	119
<b>Şekil 4.5.13.</b> Deneme sonu balıklardaki eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın ( $P > 0,05$ ) olmadığını ifade etmektedir	119
<b>Şekil 4.6.1.</b> Farklı oranlarda yeşil çay ilaveli yemle beslenen balıkların kan serumundaki toplam protein (TP), albumin (ALB) ve globulin (GLB) değerlerinin zamana göre değişimi	122
<b>Şekil 4.6.2.</b> Farklı oranlarda yeşil çay ilaveli yemle beslenen balıkların kan serumundaki glikoz (GLU) değerlerinin zamana göre değişimi	123
<b>Şekil 4.6.3.</b> Farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen alabalıkların kan serumundaki kolesterol (CHO) ve trigliserid (TRIG) değerlerinin zamana göre değişimi	125
<b>Şekil 4.6.4.</b> Farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen alabalıkların kan serumundaki lizozim (LYZ) aktivitesi, myeloperoksidaz (MPO) aktivitesi ve toplam immünoglobulin (IG) değerlerinin zamana göre değişimi	127

## ÇİZELGELER LİSTESİ

	S.No
<b>Çizelge 1.1.</b> İçsu ve denizlerde yetiştiriciliği yapılan su ürünleri türleri ve yıllara göre yetiştiricilik miktarları (TÜİK, 2015)	3
<b>Çizelge 2.1.2.1.</b> Balık kan bileşenleri (PESCALEX, 2016)	11
<b>Çizelge 2.1.3.1.</b> Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan immünostimulantların sınıflandırılması (Sakai, 1999; Düğenci, 2001; Uluköy ve ark., 2010)	17
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.</b> Balık yetiştiriciliğinde bağışıklık güçlendirici olarak kullanılan bitkiler ve uygulanan balık türleri	22
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.</b> (devam)	23
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.</b> (devam)	24
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.</b> (devam)	25
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.</b> (devam)	26
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.2.</b> Balık türlerine uygulanan bağışıklık güçlendirici bitkiler	27
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.2.</b> (devam)	28
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.1.</b> ÇAYKUR ve özel sektör tarafından 1995 ve 2015 yılları arasında müstahsilden satın alınan yaş çay yaprağı miktarları (Anonim, 2016)	31
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.2.</b> Yeşil çay yaprağının kimyasal bileşimi (Tosun ve Karadeniz, 2005)	34
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.3.</b> Rize’de deniz kenarı (Fener mahallesi) ve denizden yaklaşık 400 m rakımdaki (Muradiye beldesi) iki bölgeden Mayıs ayında hasat edilen yeşil çay yaprağındaki fenolik ve alkaloit bileşikler (g/kg kuru maddede) (Turkmen ve Velioglu, 2007)	38
<b>Çizelge 2.1.3.2.1.1.4.</b> Yeşil çay yaprağın genç yaprak, yaşlı yaprak ve yeşil çay gövdesindeki kateşin içeriği (% kuru maddede) (Lin ve ark., 1996)	38
<b>Çizelge 3.1.4.1.</b> Deneme yemlerinin yapımında kullanılan yem hammaddelerin besin madde içerikleri. KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül, HS: ham selüloz	63
<b>Çizelge 3.1.4.2.</b> Araştırmada kullanılan rasyonları oluşturan yem hammaddelerinin deneme gruplarına göre % oranları. %0,25: %0,25 oranında yeşil çay içeren yem, %0,5: %0,5 oranında yeşil çay içeren yem, %1: %1 oranında yeşil çay içeren yem, %2: %2 oranında yeşil çay içeren yem, %3: %3 oranında yeşil çay içeren yem, %1D: %1 oranında yeşil çay toz atığı (dust) içeren yem	63
<b>Çizelge 3.1.4.3.</b> Deneme için hazırlanan 7 farklı yemin kimyasal kompozisyonu (%). KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül, HS: ham selüloz.	64
<b>Çizelge 4.1.1.</b> Deneme süresince kontrol, farklı oranlarda yeşil çay ve %1 oranında yeşil çay toz atığı içeren yemle beslenen gruplardaki balıkların deneme başı ortalama canlı ağırlıkları (DBOCA), deneme sonu ortalama canlı ağırlıkları (DSOCA), spesifik büyüme oranları (SGR), protein tüketimleri (PT), protein değerlendirme oranları (PDR) ve görünür net protein tutma oranları (ANPR)	105
<b>Çizelge 4.3.1.</b> Deneme başı ile deneme sonunda gruplardaki hepatosomatik indeks ve kondisyon faktörü değerleri	109
<b>Çizelge 4.4.1.</b> Deneme başı ve deneme sonunda balıketi ve karaciğerde kimyasal besin madde içeriği	111
<b>Çizelge 4.5.1.</b> Deneme sonunda (60. gün) kan örneklerinden elde edilen hematolojik parametre sonuçları	120

	S.No
<b>Çizelge 4.6.1.</b> Kan örneklerinden zaman göre elde edilen serumdaki biyokimyasal parametre (BKP) sonuçları. DB: deneme başı	128
<b>Çizelge 4.6.2.</b> Deneme süresince farklı oranlarda yeşil çay içeren yemlerle beslenen balıkların kan serumundan elde edilen biyokimyasal parametre indekslerinin 15 günlük periyotlardaki değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel sonuçları	129
<b>Çizelge 5.1.1.</b> Farklı oranlarda yeşil çay ( <i>Camellia sinensis</i> ) ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine katılmasının deneme sonu ortalama canlı ağırlık (DSOCA), spesifik büyüme oranı (SGR), protein tüketimi (PT), protein değerlendirme randımanı (PDR), görünür net protein tutma oranı (ANPR), yem değerlendirme sayısı (FCR), hepatosomatik indeks (HSI) ve kondisyon faktörüne (KF) etkileri	131
<b>Çizelge 5.1.5.1.</b> Farklı oranlarda yeşil çay ( <i>Camellia sinensis</i> ) ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine uygulanmasının deneme sonu balıketi ve karaciğerde KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül değerlerine etkisi	138
<b>Çizelge 5.3.1.</b> Farklı tıbbi bitki türleri ve türevlerinin gökkuşacağı alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) yemlerine uygulanmasının balık kan serumundaki biyokimyasal parametre indekslerine etkisi	156
<b>Çizelge 5.3.1.</b> (devam)	157
<b>Çizelge 5.3.2.</b> Farklı oranlarda yeşil çay ( <i>Camellia sinensis</i> ) ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine uygulanmasının kan serumundaki biyokimyasal parametre indekslerine etkisi	158

## 1. GİRİŞ

Türkiye, dünyadaki konumu ve üç tarafının denizlerle çevrili bir yarımada olması nedeniyle farklı ekolojik özellikteki 8333 km'lik bir deniz kıyı şeridine, doğal göletlerle birlikte, sayıları her gün artan baraj ve baraj göllerine sahiptir. Türkiye'yi çevreleyen denizlerin birer yarı kapalı ve iç deniz görünümünde olmaları, Türkiye balıkçılığının kıyı ve kıyı ötesi (endüstriyel) balıkçılığı uygulamasına neden olmuştur. Türkiye, su ürünleri yetiştiriciliği bakımından da ideal ortama sahip ülkelerden biridir. Su ürünleri istatistikleri; deniz ürünleri ile içsu ve yetiştiricilik bilgilerinden oluşmaktadır (TÜİK, 2013). İçsu ürünleri ve yetiştiricilik bilgileri Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından İl Müdürlükleri aracılığı ile derlenmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), deniz ürünlerine ait bilgileri her yıl ocak - mayıs aylarında balıkçılara uyguladığı anketler yoluyla, içsu ürünleri ve yetiştiricilik üretimine ait bilgileri ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında doğrudan temin etmektedir (TÜİK, 2013).

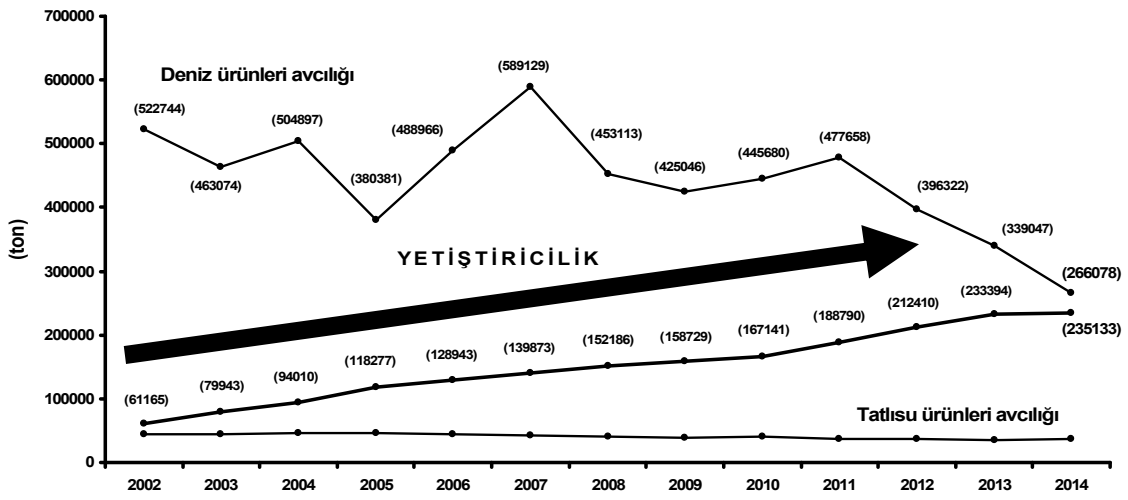
Su ürünleri yetiştiriciliği, 2002 ve 2014 arasında son 13 yıllık sürede değerlendirildiğinde; 2002 yılında 61.165 tondan itibaren sürekli bir artış göstererek 2014 yılında en yüksek değerine (235.133 ton) ulaşmıştır. Bu süre zarfında yıllık ortalama su ürünleri yetiştiriciliği  $151.538 \pm 15.490$  ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2015). Diğer taraftan avcılıkla elde edilen su ürünleri miktarı yıllara göre değişmekle birlikte, 2002 yılından 2014 yılına kadar dalgalanmalar göstermiş olup (ortalama:  $442.471 \pm 23.190$  ton), 2011 yılından sonra düzenli bir azalış göstererek 2014 yılında 266.078 ton değerine kadar gerilemiştir (Şekil 1.1).

2002 yılında deniz ürünleri av miktarının (522.744 ton) 2002 yılındaki yetiştiricilik miktarına (61.165 ton) oranı 8,6 kat iken bu oran 2007 yılından sonra sürekli bir azalma göstererek 2014 yılında 1,1 katına kadar gerilemiştir (Şekil 1.2). Diğer bir ifade ile, TÜİK verilerine göre Türkiye'de su ürünleri yetiştiricilik miktarı günümüzde artık deniz ürünleri av miktarına eşit duruma gelmiştir.

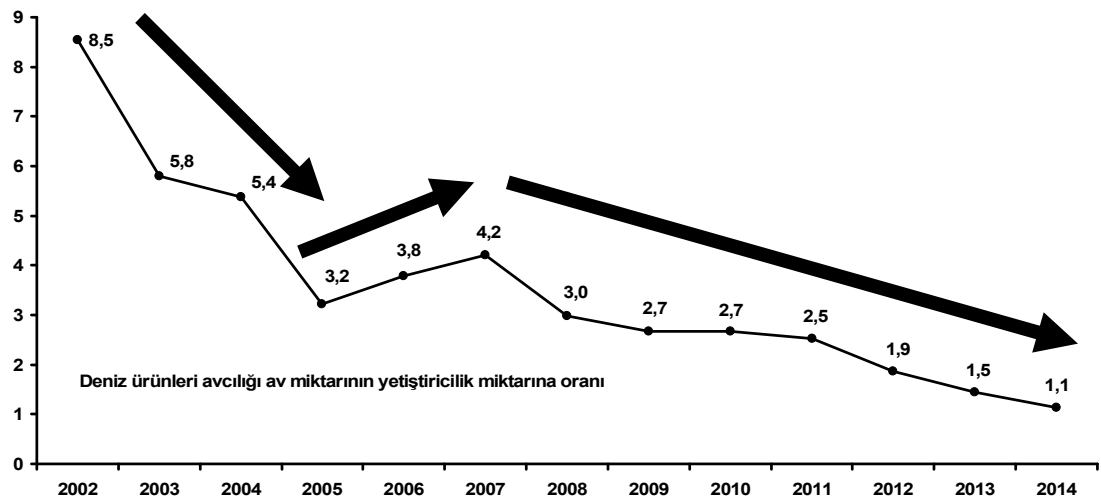
İç sularda yetiştiriciliği yapılan türler; gökkuşağı alabalığı, diğer alabalık türleri (*Salmo sp.*), aynalı sazan, mersin balığı, tilapia ve kurbağa türleridir (TÜİK, 2015). Bu türlerden gökkuşağı alabalığı ve aynalı sazanın (*Cyprinus carpio*) yetiştiricilik miktarları 2013 yılına kadar TÜİK tarafından rapor edilmekte iken 2014 yılında ise diğer alabalık türleri (*Salmo sp.*), mersin balığı, tilapia ve kurbağa türleride rapor edilmeye başlanmıştır. İç sularda gökkuşağı alabalığı yaklaşık 110 bin ton civarındaki üretim miktarıyla en çok yetiştiriciliği yapılan balık türüdür (Çizelge 1.1).



Denizlerde yetiştiriciliği yapılan türler; gökkuşuğu alabalığı, diğer alabalık türleri (Salmo sp.), çipura, levrek, fangri, minekop (kötek), grenyöz (sarıağız), sinagrit, sivri burun karagöz, trança, orkinos, midye ve diğer türlerdir (TÜİK, 2015). Bu türlerden gökkuşuğu alabalığı, çipura, levrek ve midye türlerine 2014 yılı itibari ile diğer alabalık türleri (Salmo sp.), fangri, minekop, grenyüz, sinagrit, sivri burun karagöz, trança ve orkinos türleride ilave edilerek ilk kez rapor edilmiştir. Denizlerde yetiştirilen balık türlerinden levrek balığı yıllık yaklaşık 60 bin ton civarındaki yetiştiricilik miktarıyla birinci sırada olup bunu yaklaşık 30 bin ton civarındaki yetiştiricilik miktarıyla çipura ve yaklaşık 5 bin ton yetiştiricilik miktarıyla ise gökkuşuğu alabalığı takip etmektedir (Çizelge 1.1).



Şekil 1.1. Su ürünleri avcılık ve yetiştiricilik üretiminin yıllara göre değişimi (TÜİK, 2015)



Şekil 1.2. Avcılık/yetiştiricilik oranının yıllara göre değişimi (TÜİK, 2015)

**Çizelge 1.1.** İçsu ve denizlerde yetiştiriciliği yapılan su ürünleri türleri ve yıllara göre yetiştiricilik miktarları (TÜİK, 2015)

Tür/ İçsu-Deniz	Su ürünleri üretim miktarı (ton)									
	Yıllara									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>İçsu</b>										
Alabalık (Gökkuşaağı)	48.033	56.026	58.433	65.928	75.657	78.165	100.239	111.335	122.873	107.533
Alabalık (Salmo sp.)										450
Aynalı sazan	571	668	600	629	591	403	207	222	146	157
Mersin balığı										17
Tilapia										32
Kurbağa										50
<b>Deniz</b>										
Alabalık (Gökkuşaağı)	1.249	1.633	2.740	2.721	5.229	7.079	7.697	3.234	5.186	4.812
Alabalık (Salmo sp.)										798
Çipura	27.634	28.463	33.500	31.670	28.362	28.157	32.187	30.743	35.701	41.873
Levrek	37.290	38.408	41.900	49.270	46.554	50.796	47.013	65.512	67.913	74.653
Fangri										106
Minekop (Kötek)										39
Grenyöz (Sarıağız)										3.281
Sinagrit										113
Sivri burun karagöz										8
Trança										75
Orkinos										1.136
Midye	1.500	1.545	1.100	196	89	340	5			
Diğer	2.000	2.200	1.600	1.772	2.247	2.201	1.442	1.364	1.575	
<b>Toplam (ton)</b>	<b>118.277</b>	<b>128.943</b>	<b>139.873</b>	<b>152.186</b>	<b>158.729</b>	<b>167.141</b>	<b>188.790</b>	<b>212.410</b>	<b>233.394</b>	<b>235.133</b>

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de avcılık yoluyla üretilen su ürünleri miktarı belli sınırlar arasında kalmakta fakat yetiştiricilik yolu ile üretilen su ürünleri miktarı ise yılda yıla artış göstermektedir (Şekil 1.1). Ancak toplam su ürünleri üretimindeki artış dünya nüfus artışının gerisinde kalmaktadır. Dolayısıyla ortaya çıkan açığın kapatılmasında su ürünleri önemli bir kaynak olma özelliğindedir. Su ürünlerinden elde edilen besinleri ele aldığımızda, dünyadaki su ürünleri stok miktarının durumu ve tabii yaşam içerisinde canlıların hayatta kalma durumlarına göre bu açığın ancak su ürünleri yetiştiriciliği yapılarak kapatılmasının mümkün olabileceği rapor edilmektedir (Gültepe, 2007; Düğenci, 2001). Yetiştiricilik şartlarında balıkların yem değerlendirme sayısı 0,8 ile 2,5 arasında değişmekle birlikte, su ürünleri yetiştiriciliğinde işletme giderlerinin yaklaşık %40-60'lık bir kısmını yem giderleri oluşturmaktadır (Gültepe, 2007). Yem hammaddelerinin başında ise balık unu gelmektedir. Yem yapımında balık unu olarak kullanılan hamsi, çaça gibi özellikle küçük pelajik balık stoklarının azalması ve dolayısıyla balık unu maliyetinin artması su ürünleri sektörünü yem yapımı için yetiştiricilik açısından çeşitli pozitif unsurları içeren alternatif hammadde arayışına itmiştir. Ancak yem hammaddesi kullanımında balık türü, balığın fizyolojik özellikleri, alternatif yemin kullanılma oranı, hammaddenin besin madde içeriği, maliyeti ve elde edilme ihtimali, hammaddenin işlenme şekli gibi birçok faktörün dikkate alınması gerektiği de bir gerçektir (Gültepe, 2007).

Yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretim miktarının giderek artması, kaynakların daha yoğun kullanılmasına, yetiştiriciliği yapılan türlerin hastalık ve stok yoğunluğu, uygun olmayan su koşulları, yetersiz besin, boylama ve taşımadan kaynaklanan çeşitli stres faktörlerinin daha da artmasına yol açmaktadır (Yılmaz, 2011). Dolayısıyla balık sağlığı olumsuz etkilenmekte ve balığın özellikle hastalık riskini artırmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde bu durumun önlenmesine yönelik balık bağışıklık sistemini harekete geçirerek kuvvetlendiren, kimyasal ve doğal bazı maddeler kullanılmaktadır (Sakai, 1999; Düğenci, 2001; Uluköy ve ark., 2010; Altınterim, 2011; Bulfon ve ark., 2015, Hai, 2015). Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan immünoestimulantlar (bağışıklık uyarıcılar) balıkların spesifik (kazanılmış bağışıklık) ve spesifik olmayan (doğuştan) bağışıklık sistemlerinin gelişmesine bağlı olarak, balıkların enfeksiyon hastalıklara karşı direncini artırmak, hastalığa yakalanmadan önce hastalıklara karşı direncini artırmak veya hastalıklara karşı korumak, ölüm oranını azaltmak ve büyümesini optimum seviyeye çıkarmak için kullanılan maddelerdir (Sakai, 1999). İmmünoestimulantlar balık yetiştiriciliğinde yemlere katılarak, balığa

enjekte edilerek, suya karıştırılarak (banyo yaptırılarak) ve balığın vücuduna sürülerek kullanılmaktadır (Ergönül ve ark., 2012).

Balıklarda çeşitli bakteriyel hastalıkların engellenmesinde veya tedavisinde kullanılan ilaçların bağışıklık sistemini güçlendirmede başarı oranı sınırlıdır. Bitkisel immüno stimulantlar vücut bariyerlerine (fiziksel bariyerler; mukus, pul ve deri) takılmadan tamamen emilebilen maddelerden oluşmaktadır. İşletmelerde tercih edilen sentetik stimulantların balıklarda ve dolayısıyla insan vücudunda kalıntı bırakma olasılığı yüksektir. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılacak immüno stimulantların tabii olanına yönelmesi gerekmektedir. Bu da ancak besleme ve tedavilerde bitkisel kaynakların kullanımı ile mümkün olacaktır (Altınterim, 2011).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, balıklardaki enfeksiyonları yok etmek için kimyasal immüno stimulantların kullanılması (Altınterim, 2011; Ergönül ve ark., 2012) sonucunda ilaca dirençli bakterilerin arttığı görülmüştür. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda balık hastalıklarının tedavisi ve bağışıklık sistemlerini güçlendirmek için bitkilerde mevcut olan doğal immüno stimulant maddelerin kullanımının etkili olduğu belirlenmiştir (Cho ve ark., 2007; Bilen, 2009; Thawonsuwan ve ark., 2010; Uluköy ve ark., 2010; Altınterim, 2011).

Yetiştiricilikte yeme ilave edilerek kullanılan bitkisel immüno stimulant maddeler, balık boylama, transfer, adaptasyon, aşılama gibi işlemlerin meydana getirdiği stresi azaltırken aynı zamanda balığın patojenlere karşı zayıf kalmasını engelleyerek balığı bulunduğu ortamda korur (Bulfony ve ark., 2015; Hai, 2015). Bu nedenle balık besleme ve tedavilerde bitkisel kaynakların kullanımına ağırlık verilmelidir. Günümüze kadar balık yetiştiriciliğinde bağışıklık güçlendirici olarak yaklaşık 65 civarında tıbbi bitki denenmiştir. Bu bitkiler yaklaşık 24 balık türünde uygulanmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan bitkisel immüno stimulantlarla ilgili detaylı bilgi genel bilgiler başlığı altında sunulmuştur. Bu bitkilerden bir tanesi de ülkemizde potansiyeli oldukça yüksek olan ve antioksidan etkiye sahip yeşil çay bitkisidir.

Yeşil çayın antioksidan etkisi; içerdiği polifenoller, vitaminler ve minerallerden ileri gelir (Tosun ve Karadeniz, 2005). Ülkemizde Doğu Karadeniz’de bol miktarda yeşil çayın üretiliyor olması, yeşil çayın balık yemlerine kullanılabilirliği açısından bir avantaj olarak düşünülebilir. Yeşil çay ile ilgili detaylı bilgi genel bilgiler başlığı altında sunulmuştur.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde yeşil çayın dışında farklı immüno stimulantlar kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Verlhac ve ark., 1996; Düğenci, 2001; Kiron ve ark., 2004; Bilen, 2009; Uluköy ve ark., 2010; Bilen ve ark., 2011; Yılmaz, 2011). Dünyada yeşil çay ve türevlerinin balık yetiştiriciliğinde kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar ise daha yeni olup ilk çalışma 2000 yılında Kono ve ark. tarafından yayımlanmıştır. Bu çalışmadan sonraki 10 yılda: Ishihara ve ark. (2002), Suzuki ve ark. (2006), Cho ve ark. (2007) ve Cho ve Kim (2009) tarafından 4 çalışma daha yayımlanmıştır. 2010 yılından sonra ise konuyla ilgili çalışmalarda önemli bir artış olmuştur (Abdel -Tawwab ve ark., 2010; Noor El-Deen, 2010; Thawonsuwan ve ark., 2010; Harikrishnan ve ark., 2011a; Sheikhzadeh ve ark., 2011; Asadpour ve ark., 2012; Hasumura ve ark., 2012; Hwang ve ark., 2013; Nootash ve ark., 2013; Perez-Jimenez ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2013; Akbary, 2014). Yani yeşil çayın balık yetiştiriciliğinde kullanımıyla ilgili olarak toplamda 17 çalışmanın 12'si 2010 yılından sonra yayımlanmıştır.

Yeşil çay ve türevlerinin balık yetiştiriciliğinde kullanımıyla ilgili olarak günümüze kadar tespit edilen 17 çalışmada elde edilen sonuçların kısa özeti literatür özeti başlığı altında sunulmuştur. Bu çalışmalarda yeşil çayın büyümeye etkisinin yanı sıra, antibakteriyel (Abdel-Tawwab ve ark., 2010; Harikrishnan ve ark., 2011a), antioksidan (Thawonsuwan ve ark., 2010; Sheikhzadeh ve ark., 2011; Hwang ve ark., 2013; Nootash ve ark., 2013), antiparaziter (Suzuki ve ark., 2006; El-Deen, 2010), antiobezite (Bose ve ark., 2008; Hasumura ve ark., 2012), hipokolesterolemik (Pérez-Jiménez ve ark., 2013) ve hipolipidemik (Kono ve ark., 2000; Ishihara ve ark., 2002; Cho ve ark., 2007; Pérez-Jiménez ve ark., 2013) etkileri incelenmiştir.

Balık yetiştiriciliğinde kullanılacak bitkisel kaynakların etkilerinin önceden tespit edilmesi yetiştiricilik faaliyetlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesini, oluşabilecek hastalık ve gelişim bozukluklarının doğurabileceği ekonomik kayıpların önceden giderilmesini sağlayabilecektir (Yılmaz, 2011). Ayrıca hematolojik ve biyokimyasal parametreler balık sağlığı hakkında bilgi sağlayan en önemli fizyolojik göstergelerdendir (Campbell, 2004; Yılmaz, 2011). Çünkü memelilerde olduğu gibi balıklar üzerinde de çeşitli faktörlerin oluşturduğu olumlu ya da olumsuz etkiler kısa sürede kan parametrelerinde değişimlere neden olabilmektedir. Yeşil çayın su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanımının balık immün sistemi ve büyümesi üzerine ülkemizde yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca yeşil çay ve türevlerinin su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanımı ile ilgili yapılmış çalışmalar da oldukça azdır.

Bu tez çalışmasında ise ülkemizde sadece Doğu Karadeniz’de üretilen yeşil çayın (*Camellia sinensis*) gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde immüno stimulant olarak kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, ortalama ağırlıkları yaklaşık 40,4±0,01 g olan gökkuşacağı alabalıkları için hazırlanan yemlerde farklı oranlarda yeşil çay kullanımının;

(i) Gökkuşacağı alabalığı büyümesi, protein tüketimi (PT), protein değerlendirme randımanı (PDR), görünür net protein tutma oranı (ANPR), yem değerlendirme sayısı (FCR), hepatosomatik indeks (HSI), kondisyon faktörü (KF) ile balık eti ve karaciğer besin madde içeriği üzerine etkisinin,

(ii) Kan serumundaki biyokimyasal parametreler: toplam protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), glikoz (GLU), kolesterol (CHO) ve trigliserid (TRIG) üzerine etkisinin,

(iii) Kan serumundaki biyokimyasal parametrelerinden olup balık immün parametreleri olarak değerlendirilen: lizozim aktivitesi (LYZ), myeloperoksidaz aktivitesi (MPO) ve toplam immüno globulin (IG) üzerine etkisinin,

(iv) Hematolojik parametreler: beyaz kan hücresi (WBC), %lenfosit (%LYM), %monosit (%MID), %granüllü nötrofil (%GRAN), lenfosit (LYM), monosit (MID), granüllü nötrofil (GRAN), kırmızı kan hücresi (RBC), hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) ve ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) üzerine etkisinin, belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. GENEL BİLGİLER

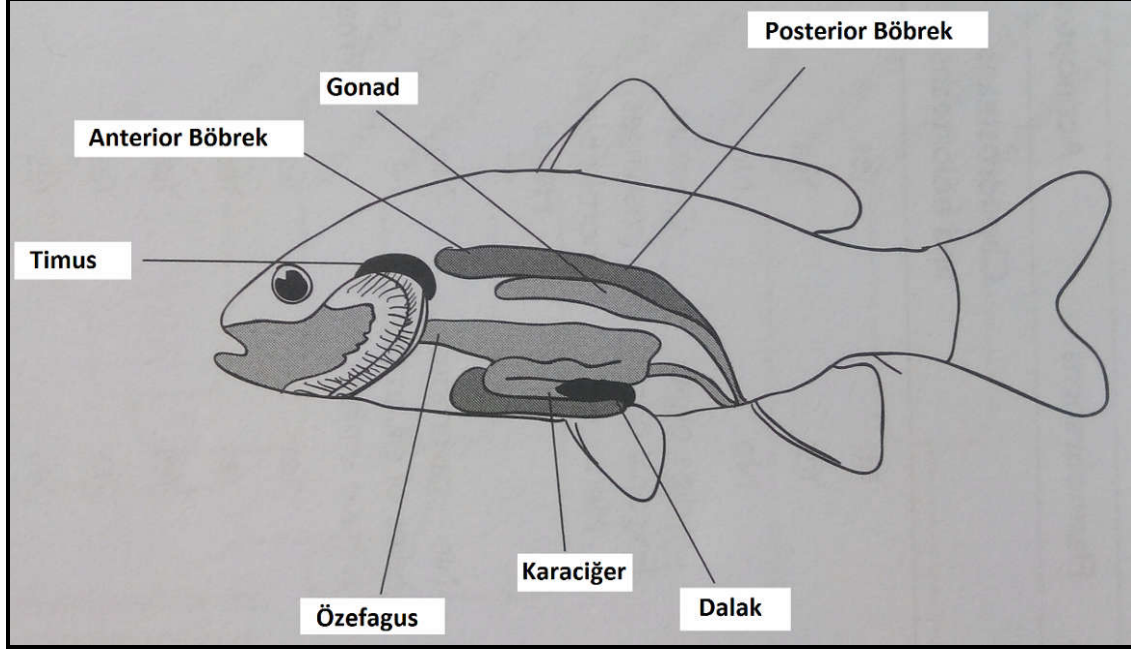
#### 2.1.1. Balık Bağışıklık (İmmün) Sistemi

Balıklarda bağışıklık ve bağışıklık sistemi su ürünleri yetiştiriciliği açısından önemli konulardan biridir. Bu konuda “balık bağışıklık sistemi” başlıklı İngilizce yazılmış bir kitap (organizma, patojen ve çevre konularını ele alan) (Iwama ve Nakanishi, 1996), yine İngilizce yazılmış balık biyolojisi kitabının içerisinde özel bir bölüm olarak “balık bağışıklık sistemi” adıyla (Bone ve Moore, 2008) eserler yayınlanmıştır. Ülkemizde ise balık hastalıkları ders kitabında (Arda ve ark., 2005) “balıklarda bağışıklık ve bağışıklık sistemi” başlığında bir bölüm yazılmıştır. Yine “balıklarda bağışıklık sistemi” başlıklı bir derleme makalesi yayınlanmıştır (Kav ve Erganis, 2008). Ayrıca birçok SCI kapsamındaki dergilerde yayınlanmış makaleler mevcuttur. Burada ise mevcut literatürden yararlanılarak balık bağışıklık sistemi hakkında bazı bilgiler aşağıda sunulmuştur.

İmmünoloji, kendine yabancı maddeleri ayırt edebilecek gelişme düzeyi ve yeteneğindeki organizmaların, bu maddelere karşı göstermiş oldukları tepkimelerin tümü ile ilgilenen bir bilim dalıdır. Bağışıklık, genel anlamda vücuda giren veya verilen yabancı karakterdeki antijenik substanslara (mikroorganizmalar, toksin, toksoid, protein, polisakkarit, glikoprotein, kompleks yapıdaki moleküller vs.) karşı, vücudun bütün genel ve özel savunma mekanizmaları ile karşı koyması, direnç göstermesi, kendini koruması ve zararlı ajanları inaktive ve elimine etmesi olarak tanımlanır (Arda ve ark, 2005). Bağışıklık (immün) sistem ise enfeksiyonlara (konağa yabancı yapılara) karşı direnci sağlayan hücrelerin, dokuların ve moleküllerin oluşturduğu bütüne denir. Bu hücrelerin ve moleküllerin oluşturdukları koordineli reaksiyonlara ise immün yanıt denir (Gülmezoğlu ve Ergüven, 1994).

Balıklar memelilere benzer şekilde bağışıklık organlarına sahiptir. Fakat balıklar memelilerdeki gibi kemik iliği veya lenf sistemine sahip değildir. Ancak kemikli balıkların esas lenfoid organları (haematopietik: kan üreten organlar) böbrek, timus ve dalaktır (Uluköy ve ark., 2010; Vadstein, 1997; Bone ve Moore, 2008; Poulsen ve Escher, 2012). Ayrıca karaciğer, özefagus ve gonad balık bağışıklık sisteminin diğer organlarıdır (Bone ve Moore, 2008; Arda ve ark., 2005) (Şekil 2.1.1.1). Böbrek, dalak ve karaciğer; kan dolaşımında kanın kendisinden kaynaklanmayan zararlı maddelere karşı (örneğin antijenler) fagozitik (yutucu) özelliği olan makrofajların bulunduğu

başlıca boşaltım organlarıdır (Iwama ve Nakanishi, 1996). Memelilerde 5 tip özel antikor (IgG, IgA, IgM, IgD ve IgE) bulunmakta balıklarda ise sadece tek tip antikor olan IgM sentezlenmekte ve bu durum balıklarda sıvısal bağışıklık yönünden memelilere göre zayıflık olarak değerlendirilmektedir (Arda ve ark., 2005).



**Şekil 2.1.1.1.** Kemikli balıklarda bağışıklık organları (Bone ve Moore, 2008)

Balıklarda bağışıklık sistemi: doğuştan gelen bağışıklık sistemi ve kazanılan bağışıklık sistemi olarak ikiye ayrılır (Iwama ve Nakanishi, 1996; Kav ve Erganis, 2008; Arda ve ark., 2005; Bone ve Moore, 2008).

#### **2.1.1.1. Kazanılan (Spesifik) Bağışıklık Sistemi**

Kazanılan bağışıklık sisteminin en belirgin özelliği mükemmel bir hafızaya sahip olmasıdır (Kav ve Erganis, 2008). Doğuştan gelen savunma sisteminin zayıf olan çeşitli faktörlerinin etkinliklerini aşan mikroorganizmalar, bu defa vücut içinde daha güçlü olan hem sıvısal hem de hücrel aktivite gösteren spesifik savunma sisteminin etkinliği ile karşılaşılır. Bu sistem içinde, edinsel bağışıklık ve aynı zamanda non-spesifik etkinliği olan lenfoid sistem organ, doku ve hücreleri ile monosit-makrofaj ve granulositlerin aktiviteleri de bulunmaktadır (Arda ve ark., 2005).

#### **2.1.1.1.2. Doğuştan Gelen (Spesifik Olmayan) Bağışıklık Sistemi**

Doğuştan savunma mekanizmalarına dayanır ve vücuda giren tüm yabancı maddelere karşı spesifik olmayan bir savunma meydana getirir. Spesifik olmayan bağışıklık sistemi vücutta doğal olarak bulunan ve her türlü yabancı faktöre karşı etkinlik gösteren bir mekanizmaya sahiptir (Arda ve ark., 2005). Spesifik olmayan



başışıklık sistemi elemanları: fiziksel parametreler, sıvısal (humoral) ve hücresele (cellular) parametreler olmak üzere üçe ayrılır (Magnadóttir, 2006).

Fiziksel parametreler: balık pulu, deri, solungaç ve mukozadır. Epidermisin mukoza yüzeyleri enfeksiyona karşı ilk engel olarak hareket eden fiziksel parametrelerdir. Mukoz içerdiği lektinler, pentraksinler, lizozim, kompleman proteinler, peptidler ve IgM gibi başışıklık parametreleri sayesinde patojen bakteri ya da mikroorganizmaların etkin bir şekilde balık vücuduna tutunmalarını engeller (Alexander ve Ingram, 1992; Rombout ve ark., 1993; Aranishi ve Nakane, 1997).

Sıvısal başışıklık sistem parametreleri: transferin, interferon, serum ya da diğer vücut sıvılarında bulunan proteaz tutucuları,  $\alpha 2$  - makroglobulin ( $\alpha 2$ -M), komplement aktivitesi, toplam serum anti-proteaz aktivitesi, c-reaktif protein ve lizozim gibi öğelerdir (Magnadóttir, 2006).

Hücresele başışıklık sistem parametreleri: hücresele başışıklık sisteminin önemli elemanları makrofajlar ve fagositik hücrelerdir (granülosit ve monosit). Kan hücrelerinden özellikle granülositler ve monositler dolaşımda bulunan mikropları yok ederler (Magnadóttir, 2006).

### 2.1.2. Balık Hematolojisi

Fizyolojik ve biyokimyasal bir takım değişiklikler ile karşı karşıya kalan balıkların, hematopoetik (kan yapıcı ya da kan yenileyici) sisteminin tamamen değiştiiği kanıtlanmıştır (Başusta, 2005). Hematolojinin değişen çevresel koşullarda ve laboratuvarlarda normal değerlerinin belirlenmesi, popülasyonlar arasındaki tanıda ve su ortamındaki kirleticiler ile ilgili bilgilerin saptanmasına yardımcı olur. Çünkü hematoloji hastalık tanısının yanısıra, beslenme ve çevresel etmenlerin etkilerini de belirleyen bir bilim dalıdır (Başusta, 2005). Bir canlının büyüebilmesi, vücudunda enerji depolayabilmesi, sindirilmiş gıdaları dışarı atabilmesi, vücut içerisindeki bazı kimyasal maddelerin taşınması kan ve kan yolunu oluşturan kan damarları ile sağlanmaktadır (Çelikkale, 1991; Yılmaz, 2015). Kan ve kandaki bozuklukları içeren hematolojik analizler, balık sağlığının belirlenmesinde önemli olup, hemoglobun yıkımı, eritrosit ve hematokrit miktarlarındaki azalmalar kansızlığın göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Arda ve ark., 2005; Yılmaz, 2015). Eritrosit sedimentasyon miktarı hastalıkların varlığı hakkında bilgi vermektedir. Toplam lökosit miktarı ve tipleri hastalıkların teşhisinde kullanılmaktadır (Çelik ve ark., 2006; Hai, 2015; Yılmaz, 2015). Balık kan ve bileşenleriyle ilgili genel tanımlar ve görevleriyle ilgili tanımlayıcı bilgiler, özellikle AB projesi kapsamında yürütölen ve su ürünleri yetiştiriciliği alanındaki terimlerin tanımlarının sunulduğu PESCALEX isimli projenin internet sayfasından (<http://www.pescalex.org/courses/view/2/1/33/>) (PESCALEX, 2016) ve balık histolojisi ve embriyolojisi kitabından (Timur, 2013) yararlanılarak hazırlanmış ve aşağıda sunulmuştur.

Balık kan bileşenleri; kan, plazma, serum ve kan hücreleri olup Çizelge 2.1.2.1’de gösterilmiştir.

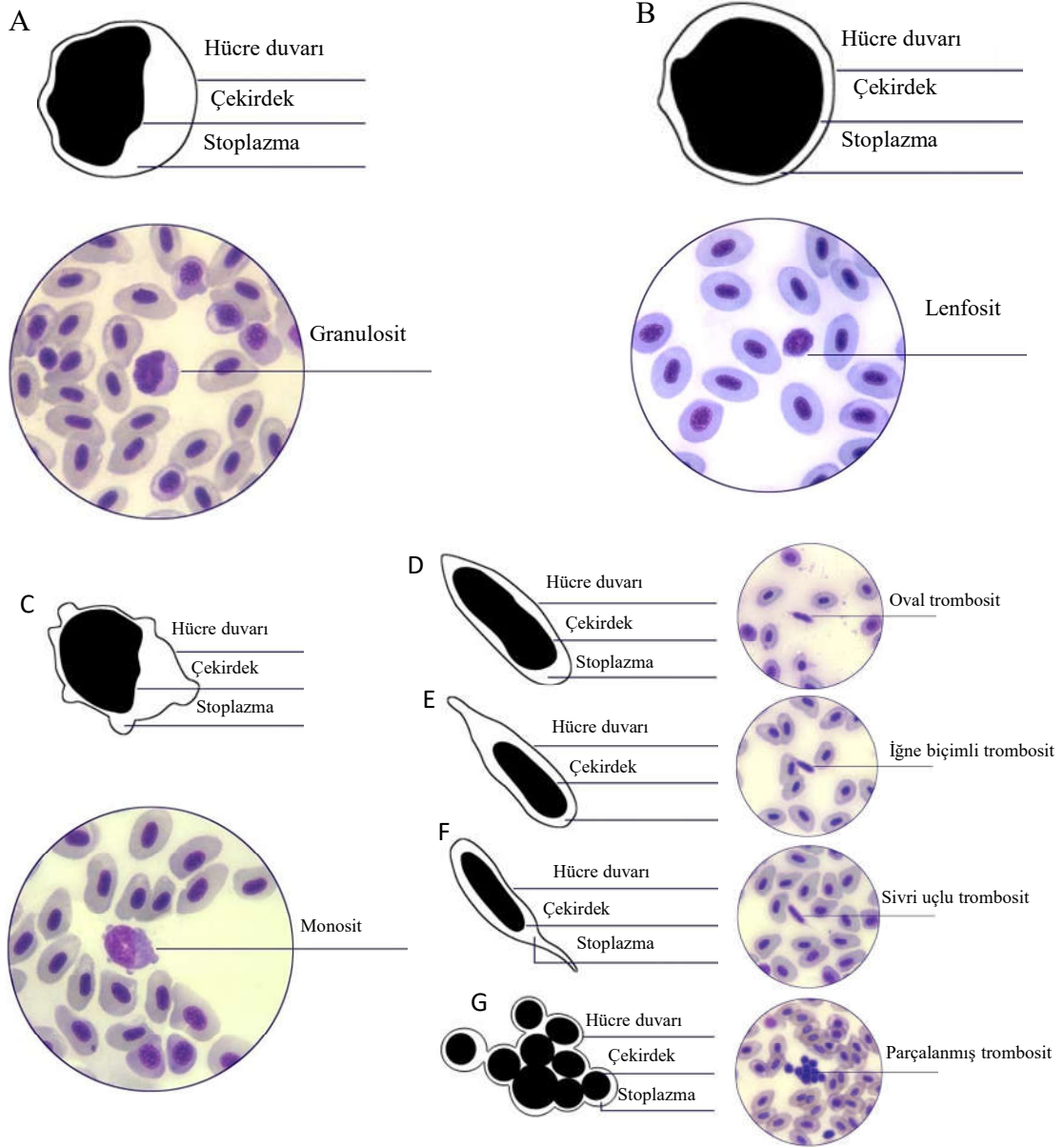
#### Çizelge 2.1.2.1. Balık kan bileşenleri (PESCALEX, 2016)

Kan Bileşenleri	Plazma
	Serum
Kan hücreleri :	Eritrositler
	Lökositler : Monositler
	Lenfositler
	Trombositler
	Granülositler : Nötrofiller
	<u>Eozinofiller</u>
	<u>Bazofiller</u>

Balıklarda kan dolaşımı kapalı bir sistem olup, dolaşım sistemi kalp, solungaçlar, atar damar, toplar damar ve kılcak damarlarından oluşur (Çelikkale, 1991). Kan balık vücudundaki farklı organ ve dokulara oksijen, gıda maddeleri ve boşaltım ürünlerini taşır. Plazma, yaklaşık % 90 su ve % 10 çözülmüş organik ve inorganik bileşiklerden oluşur. Plazmadaki organik bileşikler globulinler (alfa, beta, gamma ve immüoglobulinler), albuminler, pıhtılaşma faktörleri ve antikorlardan oluşur. Balık kanı pıhtılaştıktan sonra kalan sıvı kısmı ise kan serumunu oluşturur. Serum kompozisyonu plazma ile aynı olmakla birlikte, pıhtılaşma faktörlerini içermez. Balıklarda kan hücreleri ise lökositler ve eritrositler olmak üzere başlıca iki ana grupta sınıflandırılırlar. Lökositler ise monositler, lenfositler, trombositler ve granüositlerden oluşur. Granüositler ise nötrofiller, eozinofiller ve bazofillerden oluşur.

#### **2.1.2.1. Lökosit (Beyaz Kan Hücresi, WBC)**

Lökosit (beyaz kan hücresi ya da akyuvar), balık kanında renksiz veya beyaz görünümlü kan hücreleridir. Balık kanında 20 bin - 150 bin/mm<sup>3</sup> arasında bulunur. Lökositler sitoplazmalarında granüllerin bulunmasına göre ikiye ayrılırlar. Bunlar granülü bulunan granüler lökosit ile granülü bulunmayan agranüositlerdir (Timur, 2006). Tüm lökositlerin %4-40'ını oluşturan granüositler hastalıklarla mücadelede rol alır ve enfeksiyon durumunda ise miktarı vücutta artabilir (Çelik, 2004). Balık granüositleri memelilerde olduğu gibi nötrofiller, eosinofiller ve bazofiller olmak üzere 3 tipte sınıflandırılırlar (Timur, 2013). Agronüositler ise lenfosit, monosit, trombosit olmak üzere üçe ayrılırlar. Lenfositlerin görevi antikor oluşturarak hücresel bağışıklık sağlamaktır (Timur, 2013). Balıklardaki lenfositlerin morfolojisi memeli morfolojisi ile aynı olup sayıca memelilerden fazladır (Timur, 2013). Monositlerin görevi vücuda giren bakterileri ve diğer yabancı maddeleri enzimleri ile imha etmektir. Bu nedenle monositlere fagositler de denir (Timur, 2006). Trombositlerin görevi kanın pıhtılaşmasında görev almanın yanı sıra yüzey yaralanmalarında sıvı kaybını kontrol etmektir. Balıklarda lökosit hücre tipleri ve şekilleri Şekil 2.1.2.1.1'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.1.2.1.1.** Lökosit hücre tipleri. A: Granulosit, B: Lenfosit, C: Monosit, D: Oval trombosit, E: İğne biçimli trombosit, F: Sivri uçlu trombosit, G: parçalanmış (pragmental) trombosit (PESCALEX, 2016)

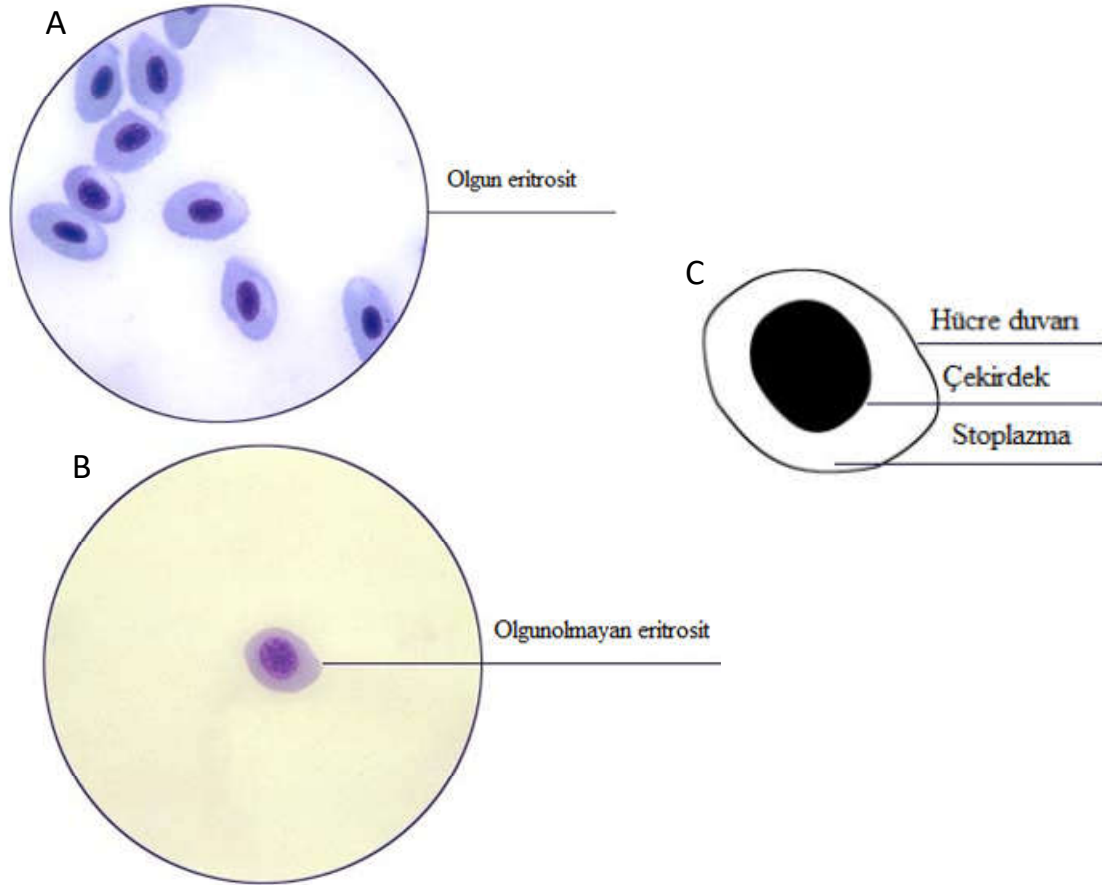
### 2.1.2.2. Eritrosit (Kırmızı Kan Hücresi, RBC)

Eritrosit (kırmızı kan hücresi veya alyuvar), kanda en çok sayıda bulunan hücre türüdür ve omurgalı hayvanlarda akciğer veya solungaçlardan vücut dokularına oksijen taşınmasında başlıca araçtır. Alyuvarları olan çoğu canlıda oksijen taşımakta kullanılan molekül hemoglobin iken yumuşakçalar gibi bazı canlılarda bakır içeren hemosiyanin bulunur (Anonim, 2015a). Eritrositlerin kendine özgü kırmızı rengi, renksiz bir protein olan globulin ile demir içeren sarı-kırmızı renkli hemoglobin pigmentlerinden ileri gelir. Balıklarda görülen eritrosit hücre yapıları şekil 2.1.2.2.1’de gösterilmiştir.

Omurgalı hayvanların neredeyse tümünün alyuvarları çekirdeksiz olup (Anonim, 2015a) balıklarda ise çekirdeklidirler (Timur, 2006). Eritrositler balık kanında 20 bin - 3 milyon/mm<sup>3</sup> arasında olup, çapları 7 – 9 µm arasındadır. Eritrositlerin balıklarda en önemli görevi suda çözülmüş olan oksijeni dokulara, dokularda şekillenen karbondioksiti ise vücut dışına atmaktır (Timur, 2006).

Eritrosit kan hücresinin içerisinde yer alan hemoglobin konsantrasyonu hakkında bilgi sahibi olmayı hedefleyen indeks değerleri, daha çok anemilerin karakterlerinin ve dolayısı ile de sebebinin belirlenmesi amacı ile kullanılır (Anonim, 2015b; Stoskopf, 1993). Bu indeksler ise ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)’dur. Eritrosit indekslerinden kansızlık, osmoregülasyon ve 17 anemi durumunun izlemesinde faydalanılır (Heath, 1987; Stoskopf, 1993; Çelik ve ark., 2006; Yılmaz, 2015).

Eritrositlerin içerisinde yer alan kanda solunum organından dokulara oksijen, dokulardan solunum organına ise karbondioksit ve elektron taşıyan protein ise hemoglobin (HGB)’dir (Brittain, 2002; Anonim, 2015c). Kanda O<sub>2</sub> taşıma kapasitesi eritrositlerin içerisinde yer alan hemoglobin miktarına bağlıdır. Hemoglobin  $\alpha_2$  ve  $\beta_2$  olmak üzere alt birimlere ayrılır (Nekooei ve ark., 2013). Eritrositlerin oluşturduğu hacmin, toplam kan hacmine oranı hematokrit (HCT)’dir (Anonim, 2015d). HCT değerinin düşük olması kansızlık belirtisidir (Anonim, 2015e).



**Şekil 2.1.2.2.1.** Olgun (a) ve olgun olmayan (b) eritrosit ve eritrosit hücre yapısı (c) (PESCALEX, 2016)

Balık hematolojik parametrelerinden lökosit, % lenfosit (%LYM), % monosit (%MID), % granüllü nötrofil (%GRAN), lenfosit (LYM), monosit (MID), granüllü nötrofil (GRAN), alyuvar, hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), ortalama eritrosit hacim (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) ve ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) indeksi gibi hematolojik indekslerin değişimi incelenerek balık bağışıklık sistemi hakkında yorumlar yapılabilmektedir (Sakai, 1999; Düğenci ve ark., 2003; Bulfon ve ark., 2015; Hai, 2015). Yine balıklardan alınan kan örneklerinden elde edilen serumda toplam protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), glikoz (GLU), kolesterol (CHO), trigliserid (TRIG), lizozim aktivitesi (LYZ), myeloperoksidaz aktivitesi (MPO) ve toplam imminoglobulin (IG) gibi indekslerin değişimi incelenerek balık bağışıklık sistemi hakkında yorumlar yapılabilmektedir (Çelik ve Çakıcı, 2005; Çelik ve Bilgin, 2007; Bulfon ve ark., 2015; Hai, 2015).

### 2.1.3. İmmünostimulatlar (Bağışıklık Uyarıcılar)

İmmünostimulant, bağışıklık sistemini harekete geçirerek kuvvetlendiren, kimyasal ve doğal bazı maddeler olup, bu maddeler spesifik olmayan savunma mekanizmalarını veya spesifik immün cevabı yükselten bir kimyasal madde, bitkisel mamül veya hayvansal mamül olarak nitelendirilirler (Sakai, 1999; Düğenci, 2001; Altınterim, 2011). Balıkları birçok hastalıktan korumak ve ölüm oranını azaltmak için doğal veya suni olarak sentezlenen ürünlerden elde edilen immünostimulantlar, tek başlarına verildiklerinde spesifik olmayan immün yanıtın, aşularla beraber uygulandığında ise hem spesifik hem de spesifik olmayan immün yanıtın artmasını sağlarlar (Düğenci, 2001; Sarıhan, 2005; Altınterim, 2011). Düğenci (2001)'ye göre, immün cevabı artıran maddeler adjuvantlar ve immünostimulantlar olmak üzere iki grupta toplanırlar. Adjuvantlar, tek başlarına kullanıldığında immün yanıt oluşturmaz fakat bir antijen ile kullanıldığında antijenin etkisini arttıran maddeler olup, immünostimulantlar ise tek başına verildiğinde spesifik olmayan savunma mekanizmasını uyaran ve güçlendiren maddelerdir (Düğenci, 2001).

Balıklarda kullanılan immünostimulantlar kimyasal kökenli ve biyolojik kökenli olmak üzere ikiye ayrılırlar (Sakai, 1999; Altınterim, 2011). Biyolojik kökenli immünostimulantlar kimyasal kökenli immünostimulantlara göre daha çok tercih edilirler. Bunun başlıca nedenleri; bitkisel immünostimulantların vücut tarafından kolay absorbe edilmesi, tek bir maddeden değil vitaminler, eser elementler, antioksidanlar ve besleyici maddeler içermesi ve sentetik immünostimulantlar gibi kalıntı bırakmamalarıdır (Altınterim, 2011). Bir immünostimulantın etkisini değerlendirmek için iki yöntem kullanılır. Birinci yöntem, balık patojenlerine karşı koruyucu testleri içeren *in vivo*, ikinci yöntem ise hücresel (cellular) ve sıvısal (humoral) immün mekanizmanın etkisinin ölçülmesini içeren *in vitro* yöntemlerdir. *In vitro* yöntemler; serum lizozim aktivitesi, kompleman, toplam lökosit sayısı, monosit/lenfosit/granulosit sayısı, fagositoz ve respiratory burst den oluşur (Düğenci, 2001).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan immünostimulantlar Sakai (1999), Düğenci (2001) ve Uluköy ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmalardan yararlanılarak Çizelge 2.1.3.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.1.3.1.** Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan immüno stimulantların sınıflandırılması (Sakai, 1999; Düğenci, 2001; Uluköy ve ark., 2010)

<b>İmmüno stimulantlar (Bağışıklık uyarıcılar)</b>					
<b>Biyolojik immüno stimulantlar</b>					<b>Kimyasal immüno stimulantlar</b>
<b>Bakteriyel türevler</b>	<b>Hayvansal içerikler</b>	<b>Bitkisel içerikler*</b>	<b>Besinsel faktörler</b>	<b>Hormonlar</b>	
Glukan	Kitin	Quil-A	C vitamini	Büyüme hormonu	Levamisol
Lipopolisakkaritler (LPS)	Kitosan	Glisirizin ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )	E vitamini	Prolaktin	FK-565
Freund's Complent Adjuvant (FCA)	EF203	Tetra ( <i>Cotinus coggyria</i> )		Laktoferrin	Müramil dipeptid (MDP)
<i>Achromobacter stenohalis</i>		Sikleman ( <i>Cyclamen coum</i> )			
<i>Clostridium butyricum</i>		Sarımsak ( <i>Allium sativum</i> )			
		<b>Yeşil çay</b> ( <i>Camellia sinensis</i> )*			

\*: Bitkisel immüno stimulantlar ile yeşil çay ve özellikleri detaylı bir şekilde aşağıda sunulmuştur



### 2.1.3.1. Kimyasal Kökenli İmmünostimulantlar

Yaygın olarak kullanılan sentetik immünostimulantlar; levamisol, FK-565, Müramil dipeptid (MDP)'dir (Sakai, 1999; Uluköy ve ark., 2010; Mastan, 2015). Levamisol: insan ve hayvanlarda görülen nematod enfeksiyonlarında kullanılır. Enjeksiyon, banyo ve yem içerisinde verilir. FK-565: *Streptomyces olivaceagriseus*'dan izole edilen lactoyl tetra peptid ile ilişkili olan heptonoly-D-glutamyl-CL-meso-dramiona pimelyl-(D)-alanine yapısında bir peptiddir (Sakai, 1999). MDP: Mycobacterium'dan elde edilen maromyyl dipeptiddir. MDP'nin bir adjuvantla enjekte edildiğinde spesifik olmayan bağışıklık sistemi parametrelerinden fagositoz aktiviteyi, toplam lökosit sayısını ve respiratory burst aktivitelerini attırdığı bildirilmiştir (Sakai, 1999; Uluköy ve ark., 2010).

### 2.1.3.2. Biyolojik Kökenli İmmünostimulantlar

Biyolojik kökenli immünostimulantlar: bakteriyel türevler (lukan lipopolisakkarit, *Achromobacter stenohalis* ve *Clastridium butyricum* gibi bakteriler), hayvansal içerikler (kitin, kitosan ve tavuk yumurtasından elde edilen fermente ürün olan EF 203 gibi içerikler), besinsel faktörler (örneğin vitamin C ve vitamin E), hormonlar (büyüme hormonu, prolaktin ve laktoferrin gibi hormonlar) ve bitkisel içeriklerden oluşur.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan bitkisel içerikli immünostimulantlar ayrı bir başlık altında detaylandırılarak aşağıda sunulmuştur. Ayrıca bu çalışmada kullanılan bitki türü olmasından dolayı yeşil çay ve özellikleri ile ilgili genel bilgiler yine ayrı bir başlık altında aşağıda sunulmuştur.

### 2.1.3.2.1. Bitkisel İmmunostimulantlar

Yoğun ve stresli yetiştirme koşulları, yetiştiriciliği yapılan balık türlerini yüksek ekonomik kayıplara neden olan bulaşıcı hastalıklara karşı oldukça hassas ve duyarlı duruma getirmiştir. Bunun yanında, balık hastalıklarının kontrolüne karşı antibiyotiklerin kullanımı oldukça yoğun eleştiri almaktadır. Çünkü antibiyotikler oldukça pahalı olup, hastalıklara karşı kullanımı antibiyotiklere dirençli bakteri suşlarının gelişmesine, çevre kirliliğine ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek şekilde balık dokularında kimyasal artıkların birikimine neden olabilmektedir (FAO/WHO/OIE, 2006). Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkelerinde balık yetiştiriciliğinde antibiyotik kullanımının kısıtlanmasıyla ilgili birtakım yasal düzenlemeler yapılmıştır (EC, 2003; EC, 2009).

Yetiştiriciliği yapılan balık türlerinin çeşitli nedenlerden dolayı (örneğin yoğunluk ve diğer stres faktörlerine maruz kalması) bulaşıcı hastalıklara karşı oldukça hassas ve duyarlı duruma gelmesi, ayrıca balık hastalıklarının tedavisinde kullanılan antibiyotiklerin olumsuz etkilerinden dolayı araştırmacıların, yem fabrikalarının ve ilaç firmalarının su ürünleri yetiştiriciliğinde hastalıkların yönetimi için alternatif stratejilerin geliştirilmesine, özellikle de balıkların hastalanmadan önce patojenlere karşı direncinin güçlendirilmesinin önemine ilişkin ilgisi son yıllarda artmıştır.

Balık yetiştiriciliğinde kullanılan sentetik veya doğal bağışıklık uyarıcılar (örneğin: probiyotikler, kompleks karbohidratlar, beslenme faktörleri, hormonlar, sitokinler, hayvan, bitki ve alglerden elde edilen ürünler) yetiştiriciliği yapılan balıklara uygulandığında; balık büyümesini, adaptif/spesifik ve doğuştan/spesifik olmayan bağışıklık yanıtı (örneğin: lizozim, kompleman, fagosit aktivitesi, solunumsal patlama kapasitesi ve fagositlerin mikrobiyal faaliyetleri) etkin bir şekilde teşvik edebilmektedirler. Buna karşın çoğu hormonlar, vitaminler ve kimyasalların kullanımının yan etkilerinden dolayı bağışıklık güçlendirici olarak kullanılmaları genellikle tavsiye edilmemektedir. Bunun yerine bitki türleri ve bitkilerden elde edilen türevlerin (ekstre, tohum, kök vs) balık yetiştiriciliğinde aşı ve geleneksel ilaçları tamamlayıcı olarak ya da özellikle tek başına uygulanmaları, balık yetiştiriciliği açısından umut verici bir yaklaşım olarak gündeme gelmiştir (Bulfony ve ark., 2015; Hai, 2015). Ayrıca, bağışıklık sistemlerinin güçlendirilmelerinde bitkisel kaynakların kimyasal kaynaklara göre tercih edilmelerinin nedenleri; Altınterim (2011) tarafından şu şekilde bildirilmiştir: 1) bitkisel immünostimulantlar vücut tarafından kolay absorbe edilerek vücut bariyerlerine takılmadan büyük oranda emilirler. 2) Bitkisel

immünostimulantlar tek bir maddeden oluşmayıp destekleyici maddeler, vitaminler, eser elementler, antibiyotikler, antioksidanlar ve besleyici maddeler içerirler. 3) Bitkisel, kimyasallar gibi kalıntı bırakmadıkları gibi vücuttan atımı kolay ve hızlı olmaktadır. 4) Bitkilerdeki immünostimulantların molekül ağırlıkları hücre tarafından emilebilecek molekül ağırlığına sahiptir.

Bitkisel ilaçlar; ya bitkinin tohumu, çiçek soğanı ve bitki yaprakları kullanılarak üretilmekte ya da farklı organik çözücüler (etanol, metanol, etil asetat, heksan, bütan, aseton, benzen, petrolyum eter, vs.) veya inorganik çözücüler (esansiyel yağlar vs.) kullanılarak elde edilen bitki özü (ekstresi) kullanılarak üretilmektedir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde tıbbi bitkilerin kullanımı küresel anlamda oldukça ilgi çekmeye başlamış ve son yıllarda aktif bilimsel araştırmaların önemli konularından biri olmuştur. Günümüze kadar balık yetiştiriciliğinde bağışıklık güçlendirici olarak Çizelge 2.1.3.2.1.1'de sunulan 65 civarında tıbbi bitki denenmiştir. Bu bitkiler yaklaşık 24 balık türü (Çizelge 2.1.3.2.1.2) için uygulanmıştır.

Balık yetiştiriciliğinde en çok araştırılan bitkiler, Bulfon ve ark., (2015) tarafından 1) özellikle Çin, Hindistan, Tayland ve Kore gibi ülkelerde halk hekimliğinde kullanılan bitkiler, 2) tüm dünyada tedavi ve insan gıdası olarak kullanılan bitkiler şeklinde sınıflandırılmıştır.

Özellikle Çin, Hindistan, Tayland ve Kore gibi ülkelerde halk hekimliğinde kullanılan bitkiler kapsamında: *Achyranthes aspera*, *Aegle marmelos*, *Andrographis paniculata*, *Angelica sinensis*, *Artemisia capillaries*, *Astragalus membranaceus*, *Azadirachta indica*, *Cnidium officinale*, *Crataegi fructus*, *Cynodon dactylon*, *Echinacea purpurea*, *Eclipta alba*, *Lonicera japonica*, *Massa medicata*, *Nyctanthes arbortristis*, *Punica granatum*, *Scutellaria baicalensis*, *Solanum nigrum*, *Solanum trilobatum*, *Tinospora cordifolia*, *Toona sinensis*, *Whitania somnifera* ve *Zataria multiflora* gibi bitki türleri rapor edilmiştir (Çizelge 2.1.3.2.1.1). Tüm dünyada insan gıdası ve/veya tedavi amaçlı kullanılan bitki türleri kapsamında ise sarımsak (*Allium sativum*), frenk soğanı (*Allium tuberosum*), yeşil çay (*Camellia sinensis*), tarçın (*Cinnamomum verum* ya da *Cinnamomum zeylanicum*), hintsafranı (*Curcuma longa*), güneş saati acı bakla (*Lupinus perennis*), hintkirazı (*Mangifera indica*), nane (*Mentha piperita*), hindistancevizi (*Myristica fragrans*), fesleğen (*Ocimum basilicum* ve *Ocimum sanctum*), kekik otu (*Origanum vulgare*), ışgın (*Rheum officinale*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve zencefil (*Zingiber officinale*) gibi bitki türleri rapor edilmiştir (Çizelge 2.1.3.2.1.1).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde şifalı bitkiler kullanılarak en çok çalışma yapılan balık türleri sırasıyla, tilapia balıkları (*Oreochromis mossambicus* ve *Oreochromis niloticus*), sazangiller (*Cyprinus carpio*, *Labeo rohita* ve *Catla catla*), kırmızı havuz balığı (*Carassius auratus*), orfoz balıkları (*Epinephelus tauvina* ve *Epinephelus bruneus*) ve pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) şeklindedir (Çizelge 2.1.3.2.1.2). Şifalı bitkiler kullanılarak daha az sayıda çalışılan balık türleri ise sarıağz balığı (*Pseudosciaena crocea*), taş balığı (*Sebastes schlegeli*), Japon yılanbalığı (*Anguilla japonica*), çizgili mercan (*Oplegnathus fasciatus*) ve yılanbaş balığı (*Channa punctatus*) türleridir.

Avrupa ülkelerinde yetiştiriciliği yapılan balık türleri içerisinde ise şifalı bitkiler kullanılarak en çok çalışma yapılan balık türü sıralamasında gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) birinci sırada olup, bunu kanal yayın balığı (*Ictalurus punctatus*), keskin burun çipura (*Diplodus puntazzo*), kırmızı çipura (*Pagrus major*) ve levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*) türleri izlemektedir (Çizelge 2.1.3.2.1.2). Çipura (*Sparus aurata*), kalkan (*Scophthalmus maximus*), dil balığı (*Solea* spp.) ve Atlantik salmonu (*Salmo salar*) ile diğer balık türleri için yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

**Çizelge 2.1.3.2.1.1. Balık yetiştiriciliğinde bağışıklık güçlendirici olarak kullanılan bitkiler ve uygulanan balık türleri**

No	Bitki adı	Bitki bölümü	Balık türü	Kaynak
1	<i>Achyranthes aspera</i>	Kök ekstresi (suda)	<i>Labeo rohita</i>	Vasudeva ve ark. (2004); Vasudeva ve Chakrabarti (2004)
		Toplam kök ekstresi (suda)		
		Tohum	<i>Catla catla</i>	Vasudeva ve Sunil (2009)
			<i>Cyprinus carpio</i>	Vasudeva ve Chakrabarti (2005b)
2	<i>Aegle marmelos</i>	Toplam tohum	<i>Labeo rohita</i>	Vasudeva ve ark. (2006)
		Tohum ekstresi (suda)	<i>Catla catla</i>	Vasudeva ve Chakrabarti (2005a)
		Toplam tohum ekstresi (suda)		
		Bitki ekstresi (aseton)	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Immanuel ve ark. (2009)
3	<i>Allium sativum</i>	Toplam bitki ekstresi (aseton)	<i>Catla catla</i>	Pratheepa ve ark. (2011)
		Yaprak ekstresi (suda)	<i>Cyprinus carpio</i>	Pratheepa ve ark. (2010)
		Toplam yaprak ekstresi (suda)		
		Bitki ekstresi	<i>Oreochromis niloticus</i>	Chitmanat ve ark. (2005) Omima (2010)
4	<i>Allium tuberosum</i>	Toplam bitki ekstresi	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Colorni ve ark. (1998)
		Bitki ekstresi (suda)		
		Toplam bitki ekstresi (suda)	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Fazlolahzadech ve ark. (2011)
		Bitki tozu	<i>Oreochromis niloticus</i>	Shalaby ve ark. (2006)
5	<i>Alnus firma</i>	Toplam bitki tozu	<i>Labeo rohita</i>	Sahu ve ark. (2007a)
		Çiçek soğanı	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Nya ve Austin (2009a)
				Nya ve Austin (2011)
			<i>Oreochromis niloticus</i>	Aly ve ark. (2008a)
4	<i>Allium tuberosum</i>	<i>Oreochromis niloticus/Oreochromis aureus</i>		Ndong ve Fall (2007)
		Toplam çiçek soğanı	<i>Oreochromis niloticus</i>	Aly ve Mohamed (2010)
		Yaprak ekstresi (chic. acid)		
		Toplam yaprak ekstresi (chic. acid)	<i>Oreochromis niloticus</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2009a)
5	<i>Alnus firma</i>	Esansiyel yağ	<i>Oreochromis niloticus</i>	
		Toplam esansiyel yağ		
5	<i>Alnus firma</i>	Bitki ekstresi (ethanol)	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Harikrishnan ve ark. (2011b)
		Toplam bitki ekstresi (ethanol)		

**Çizelge 2.1.3.2.1.1. (devam)**

No	Bitki adı	Bitki bölümü	Balık türü	Kaynak
6	<i>Aloe vera</i>	Bitki ekstresi Toplam bitki ekstresi Bitki tozu Toplam bitki tozu	<i>Cyprinus carpio</i> <i>Sebastes schlegeli</i>	Alishahi ve ark. (2010) Kim ve ark. (1999)
7	<i>Andrographis paniculata</i>	Bitki ekstresi (methanol) Toplam bitki ekstresi (methanol) Bitki ekstresi (suda) Toplam bitki ekstresi (suda) Yaprak Toplam yaprak	<i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oreochromis niloticus</i>	Prasad ve Mukthiraj (2011) Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2009b) Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2009b)
8	<i>Artemisia annua</i>	Yaprak ekstresi (ethanol) Toplam yaprak ekstresi (ethanol)	<i>Heterobranchus longifilis</i>	Ekanem ve Brisibe (2010)
9	<i>Artemisia capillaries</i>	Yaprak Toplam yaprak	<i>Pagrus major</i>	Ji ve ark. (2007b)
10	<i>Artemisia cina</i>	Bitki tozu Toplam bitki tozu	<i>Clarias gariepinus</i>	Abdelhadi ve ark. (2010)
11	<i>Astragalus membranaceus</i>	Bitki ekstresi	<i>Cyprinus carpio</i> <i>Oreochromis niloticus</i>	Yin ve ark. (2009) Ardò ve ark. (2008) Yin ve ark. (2006)
12	<i>Azadirachta indica</i>	Toplam bitki ekstresi Yaprak ekstresi (ethanol) Toplam yaprak ekstresi (ethanol) Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda)	<i>Cirrhhina mrigala</i> <i>Cyprinus carpio</i>	Harikrishnan ve ark. (2010a) Harikrishnan ve ark. (2005)
13	<i>Camellia sinensis</i>	Bitki ekstresi (suda) Toplam bitki ekstresi (suda) Yaprak ekstresi Toplam yaprak ekstresi Yaprak ekstresi (eth. acid) Toplam yaprak ekstresi (eth. acid)	<i>Epinephelus bruneus</i> <i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oncorhynchus keta</i> <i>Oncorhynchus masou</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Harikrishnan ve ark. (2011a) Noor El-Deen (2010) Suzuki ve ark. (2006) Suzuki ve ark. (2006) Sheikhzadeh ve ark. (2011)
14	<i>Carica papaya</i>	Tohum ekstresi (petroleum ether) Toplam tohum ekstresi (petroleum ether)	<i>Carassius auratus</i>	Ekanem ve ark. (2004a)
15	<i>Centella asiatica</i>	Bitki ekstresi (suda) Toplam bitki ekstresi (suda)	<i>Oreochromis niloticus</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2010b)

**Çizelge 2.1.3.2.1.1. (devam)**

No	Bitki adı	Bitki bölümü	Balık türü	Kaynak
16	<i>Cinnamomum verum</i>	Esansiyel yağ Toplam esansiyel yağ Kabuk Toplam kabuk Kabuk ekstresi (suda) Toplam kabuk ekstresi (suda)	<i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oreochromis sp.</i> <i>Oreochromis sp.</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2010a) Alsaid ve ark. (2010) Alsaid ve ark. (2010)
17	<i>Cnidium officinale</i>	Kök Toplam kök	<i>Pagrus major</i>	Ji ve ark. (2007b)
18	<i>Cotinus coggyria</i>	Bitki tozu Toplam bitki tozu	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Bilen ve ark. (2011)
19	<i>Crataegi fructus</i>	Meyve Toplam meyve	<i>Pagrus major</i>	Ji ve ark. (2007b)
20	<i>Cratoxylum formosum</i>	Bitki ekstresi (suda) Toplam bitki ekstresi (suda)	<i>Oreochromis niloticus</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2010c)
21	<i>Curcuma longa</i>	Bitki tozu Toplam bitki tozu Köksapı ekstresi (ethanol) Toplam köksapı ekstresi (ethanol)	<i>Labeo rohita</i> <i>Oreochromis niloticus</i>	Sahu ve ark. (2008) Panprommin ve ark. (2011)
22	<i>Cynodon dactylon</i>	Bitki ekstresi (aseton) Toplam bitki ekstresi (aseton) Bitki ekstresi (ethanol) Toplam bitki ekstresi (ethanol)	<i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Catla catla</i>	Immanuel ve ark. (2009) Kaleeswaran ve ark. (2010, 2011a,b)
23	<i>Echinacea purpurea</i>	Yaprak ekstresi (chic. acid) Toplam yaprak ekstresi (chic. acid)	<i>Oreochromis niloticus</i>	Aly ve Mohamed (2010) Aly ve ark. (2008b)
24	<i>Eclipta alba</i>	Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda)	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Christybapita ve ark. (2007)
25	<i>Epilobium hirsutum</i>	Bitki ekstresi (ethanol) Toplam bitki ekstresi (ethanol)	<i>Cyprinus carpio</i>	Pakravan ve ark. (2012)
26	<i>Eriobotrya japonica</i>	Bitki ekstresi (ethanol) Toplam bitki ekstresi (ethanol)	<i>Epinephelus bruneus</i>	Kim ve ark. (2011)
27	<i>Euphorbia hirta</i>	Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda)	<i>Cyprinus carpio</i>	Pratheepa ve Sukumaran (2011)
28	<i>Garcinia kola</i>	Tohum ekstresi (ethanol) Toplam tohum ekstresi (ethanol)	<i>Clarias gariepinus</i>	Dada ve Ikuerowo (2009)

**Çizelge 2.1.3.2.1.1. (devam)**

No	Bitki adı	Bitki bölümü	Balık türü	Kaynak
42	<i>Origanum minutiflorum</i>	Esansiyel yağ Toplam esansiyel yağ	<i>Diplodus puntazzo</i>	Karagouni ve ark. (2005)
43	<i>Origanum vulgare</i>	Esansiyel yağ Toplam esansiyel yağ	<i>Ictalurus punctatus</i>	Zheng ve ark. (2009)
44	<i>Piper guineense</i>	Tohum ekstresi (metanol) Toplam tohum ekstresi (metanol)	<i>Carassius auratus</i>	Ekanem ve ark. (2004b)
45	<i>Prunella vulgaris</i>	Bitki ekstresi (ethanol) Toplam bitki ekstresi (ethanol)	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Harikrishnan ve ark. (2011c)
46	<i>Psidium guajava</i>	Yaprak Toplam yaprak Yaprak ekstresi (ethanol) Toplam yaprak ekstresi (ethanol)	<i>Oreochromis niloticus</i> <i>Oreochromis niloticus</i>	Pachanawan ve ark. (2008) Pachanawan ve ark. (2008)
47	<i>Punica granatum</i>	Yaprak ekstresi (su, ethanol, metanol) Toplam yaprak ekstresi (su, ethanol, metanol)	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Harikrishnan ve ark. (2010b)
48	<i>Rheum officinale</i>	Bitki ekstresi Toplam bitki ekstresi	<i>Cyprinus carpio</i>	Xie ve ark. (2008)
49	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Yaprak Toplam yaprak Yaprak ekstresi (ethyl acetate) Toplam yaprak ekstresi (ethyl acetate)	<i>Oreochromis sp.</i> <i>Oreochromis sp.</i>	Zilberg ve ark. (2010) Abutbul ve ark. (2004)
50	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Bitki ekstresi Toplam bitki ekstresi	<i>Oreochromis niloticus</i>	Yin ve ark. (2006)
51	<i>Solanum nigrum</i>	Yaprak ekstresi (ethyl acetate) Toplam yaprak ekstresi (ethyl acetate)	<i>Channa punctatus</i>	Rajendiran ve ark. (2008)
52	<i>Solanum trilobatum</i>	Yaprak ekstresi (su, hexane) Toplam yaprak ekstresi (su, hexane)	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Divyagnaneswari ve ark. (2007) Divyagnaneswari ve ark. (2008)
53	<i>Stryrax japonica</i>	Çiçek ekstresi (ethanol) Toplam çiçek ekstresi (ethanol)	<i>Epinephelus bruneus</i>	Harikrishnan ve ark. (2011d)
54	<i>Terminalia catappa</i>	Bitki ekstresi Toplam bitki ekstresi	<i>Oreochromis niloticus</i>	Chitmanat ve ark. (2005)
55	<i>Tinospora cordifolia</i>	Yaprak ekstresi (ethanol, petroleum ether) Toplam yaprak ekstresi (ethanol, petroleum ether) Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda)	<i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oreochromis mossambicus</i>	Sudhakaran ve ark. (2006) Alexander ve ark. (2010)



**Çizelge 2.1.3.2.1.1. (devam)**

No	Bitki adı	Bitki bölümü	Balık türü	Kaynak
56	<i>Toona sinensis</i>	Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda)	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Wu ve ark. (2010)
57	<i>Urtica dioica</i>	Yaprak Toplam yaprak Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda)	<i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Awad ve Austin (2010) Awad ve ark. (2011) Dügenci ve ark. (2003)
57	<i>Viscum album</i>	Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda) Yaprak, meyve ekstresi (suda) Toplam yaprak, meyve ekstresi (suda)	<i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>Epinephelus bruneus</i> <i>Anguilla japonica</i>	Dügenci ve ark. (2003) Harikrishnan ve ark. (2011e) Choi ve ark. (2008)
59	<i>Withania somnifera</i>	Bitki ekstresi (aseton) Toplam bitki ekstresi (aseton) Kök Toplam kök Yaprak ekstresi (metanol) Toplam yaprak ekstresi (metanol)	<i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Labeo rohita</i> <i>Epinephelus tauvina</i>	Immanuel ve ark. (2009) Sharma ve ark. (2010) Sivaram ve ark. (2004)
60	<i>Zataria multiflora</i>	esansiyel yağ Toplam esansiyel yağ	<i>Cyprinus carpio</i>	Soltani ve ark. (2010)
61	<i>Zingiber officinale</i>	Bitki ekstresi (aseton) Toplam bitki ekstresi (aseton) Köksapı Toplam köksapı Yaprak ekstresi (suda) Toplam yaprak ekstresi (suda)	<i>Oreochromis mossambicus</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Immanuel ve ark. (2009) Nya ve Austin (2009b) Dügenci ve ark. (2003)
62	<i>Panax ginseng</i>	Kök ekstresi Toplam kök ekstresi	<i>Oreochromis niloticus</i>	Goda (2008)

**Çizelge 2.1.3.2.1.2. Balık türlerine uygulanan bağışıklık güçlendirici bitkiler**

No	Balık türü	Bitki adı	Kaynak		
1	<i>Catla catla</i>	<i>Achyranthes aspera</i>	Vasudeva ve Chakrabarti (2005a) Vasudeva ve Sunil (2009)		
2	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Aegle marmelos</i>	Pratheepa ve ark. (2011)		
		<i>Cynodon dactylon</i>	Kaleeswaran ve ark. (2010, 2011a,b)		
		<i>Achyranthes aspera</i>	Vasudeva ve Chakrabarti (2005b)		
		<i>Aegle marmelos</i>	Pratheepa ve ark. (2010)		
		<i>Aloe vera</i>	Alishahi ve ark. (2010)		
		<i>Astragalus membranaceus</i>	Yin ve ark. (2009)		
		<i>Azadirachta indica</i>	Harikrishnan ve ark. (2005)		
		<i>Epilobium hirsutum</i>	Pakravan ve ark. (2012)		
		<i>Euphorbia hirta</i>	Pratheepa ve Sukumaran (2011)		
3	<i>Labeo rohita</i>	<i>Rheum officinale</i>	Xie ve ark. (2008)		
		<i>Zataria multiflora</i>	Soltani ve ark. (2010)		
		<i>Achyranthes aspera</i>	Vasudeva ve ark. (2004) Vasudeva ve ark. (2006)		
		<i>Allium sativum</i>	Sahu ve ark. (2007a)		
		<i>Curcuma longa</i>	Sahu ve ark. (2008)		
		<i>Mangifera indica</i>	Sahu ve ark. (2007b)		
		<i>Withania somnifera</i>	Sharma ve ark. (2010)		
		4	<i>Oreochromis mossambicus</i>	<i>Aegle marmelos</i>	Immanuel ve ark. (2009)
				<i>Andrographis paniculata</i>	Prasad ve Mukthiraj (2011)
<i>Cynodon dactylon</i>	Immanuel ve ark. (2009)				
<i>Eclipta alba</i>	Christybapita ve ark. (2007)				
<i>Nyctanthes arbortristis</i>	Kirubakaran ve ark. (2010)				
<i>Ocimum sanctum</i>	Logambal ve ark. (2000)				
<i>Solanum trilobatum</i>	Divyagnaneswari ve ark. (2007) Divyagnaneswari ve ark. (2008)				
<i>Tinospora cordifolia</i>	Alexander ve ark. (2010) Sudhakaran ve ark. (2006)				
<i>Toona sinensis</i>	Wu ve ark. (2010)				
5	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Withania somnifera</i>	Immanuel ve ark. (2009)		
		<i>Zingiber officinale</i>	Immanuel ve ark. (2009)		
		<i>Allium sativum</i>	Fazlolahzadech ve ark. (2011) Nya ve Austin (2009a) Nya ve Austin (2011) Sheikhzadeh ve ark. (2011)		
		<i>Camellia sinensis</i>	Bilen ve ark. (2011)		
		<i>Cotinus coggyria</i>	Bilen ve Bulut (2010)		
		<i>Laurus nobilis</i>	Awad ve Austin (2010)		
		<i>Lupinus perennis</i>	Awad ve ark. (2011)		
		<i>Mangifera indica</i>	Awad ve Austin (2010) Awad ve ark. (2011)		
		<i>Nigella sativa</i>	Dorucu ve ark. (2009)		
		<i>Urtica dioica</i>	Awad ve Austin (2010) Awad ve ark. (2011) Dügenci ve ark. (2003)		
		<i>Viscum album</i>	Dügenci ve ark. (2003)		
		<i>Zingiber officinale</i>	Dügenci ve ark. (2003) Nya ve Austin (2009b)		

**Çizelge 2.1.3.2.1.2. (devam)**

<b>No</b>	<b>Balık türü</b>	<b>Bitki adı</b>	<b>Kaynak</b>
6	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Allium sativum</i>	Aly ve Mohamed (2010) Aly ve ark. (2008a) Chitmanat ve ark. (2005) Omima (2010) Shalaby ve ark. (2006)
		<i>Allium tuberosum</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2009a)
		<i>Andrographis paniculata</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2009b)
		<i>Astragalus membranaceus</i>	Ardò ve ark. (2008) Yin ve ark. (2006) Noor El-Deen (2010)
		<i>Camellia sinensis</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2010b)
		<i>Centella asiatica</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2010a)
		<i>Cinnamomum verum</i>	Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn (2010c)
		<i>Cratoxylum formosum</i>	Panprommin ve ark. (2011)
		<i>Curcuma longa</i>	Aly ve Mohamed (2010)
		<i>Echinacea purpurea</i>	Aly ve ark. (2008b)
		<i>Lonicera japonica</i>	Ardò ve ark. (2008)
		<i>Psidium guajava</i>	Pachanawan ve ark. (2008)
		<i>Scutellaria baicalensis</i>	Yin ve ark. (2006)
		<i>Terminalia catappa</i>	Chitmanat ve ark. (2005)
		<i>Panax ginseng</i>	Goda (2008)
		<i>Allium sativum</i>	Ndong ve Fall (2007)
7	<i>Oreochromis aureus</i>	<i>Allium sativum</i>	Ndong ve Fall (2007)
8	<i>Paralichthys olivaceus</i>	<i>Alnus firma</i>	Harikrishnan ve ark. (2011b)
		<i>Prunella vulgaris</i>	Harikrishnan ve ark. (2011c)
		<i>Punica granatum</i>	Harikrishnan ve ark. (2010b)
9	<i>Sebastes schlegeli</i>	<i>Aloe vera</i>	Kim ve ark. (1999)
10	<i>Pagrus major</i>	<i>Artemisia capillaries</i>	Ji ve ark. (2007b)
		<i>Cnidium officinale</i>	Ji ve ark. (2007b)
		<i>Crataegi fructus</i>	Ji ve ark. (2007b)
		<i>Massa medicata</i>	Ji ve ark. (2007b)
11	<i>Clarias gariepinus</i>	<i>Artemisia cina</i>	Abdelhadi ve ark. (2010)
		<i>Garcinia kola</i>	Dada ve Ikurowo (2009)
		<i>Matricaria chamomilla</i>	Abdelhadi ve ark. (2010)
12	<i>Epinephelus bruneus</i>	<i>Camellia sinensis</i>	Harikrishnan ve ark. (2011a)
		<i>Eriobotrya japonica</i>	Kim ve ark. (2011)
		<i>Kalopanax pictus</i>	Harikrishnan ve ark. (2011f)
		<i>Lactuca indica</i>	Harikrishnan ve ark. (2011g)
		<i>Stryrax japonica</i>	Harikrishnan ve ark. (2011d)
		<i>Viscum album</i>	Harikrishnan ve ark. (2011e)
13	<i>Oreochromis sp.</i>	<i>Cinnamomum verum</i>	Alsaid ve ark. (2010)
		<i>Rosmarinus officinalis</i>	Abutbul ve ark. (2004) Zilberg ve ark. (2010)
14	<i>Epinephelus tauvina</i>	<i>Myristica fragans</i>	Sivaram ve ark. (2004)
		<i>Ocimum sanctum</i>	Sivaram ve ark. (2004)
		<i>Withania somnifera</i>	Sivaram ve ark. (2004)
15	<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Origanum vulgare</i>	Zheng ve ark. (2009)
16	<i>Anguilla japonica</i>	<i>Viscum album</i>	Choi ve ark. (2008)
17	<i>Carassius auratus</i>	<i>Carica papaya</i>	Ekanem ve ark. (2004a)
		<i>Macuna pruriens</i>	Ekanem ve ark. (2004a)
		<i>Piper guineense</i>	Ekanem ve ark. (2004b)
18	<i>Cirrhina mrigala</i>	<i>Azadirachta indica</i>	Harikrishnan ve ark. (2010a)
19	<i>Diplodus puntazzo</i>	<i>Origanum minutiflorum</i>	Karagouni ve ark. (2005)
20	<i>Dicentrarchus labrax</i>	<i>Allium sativum</i>	Colomi ve ark. (1998)
21	<i>Heterobranchus longifilis</i>	<i>Artemisia annua</i>	Ekanem ve Brisibe (2010)
22	<i>Oncorhynchus keta</i>	<i>Camellia sinensis</i>	Suzuki ve ark. (2006)
23	<i>Oncorhynchus masou</i>	<i>Camellia sinensis</i>	Suzuki ve ark. (2006)
24	<i>Channa punctatus</i>	<i>Solanum nigrum</i>	Rajendiran ve ark. (2008)

### 2.1.3.2.1.1. İmmünostimulant Olarak Çay (*Camellia sinensis*) Bitkisi

Çay, *Camellia sinensis* olarak (Şekil 2.1.3.2.1.1.1) bilinen bitkinin yapraklarından elde edilen ve dünyada sudan sonra en çok tüketilen ikinci içecektir (Graham, 1992). Dünyada ilk defa Çin ve Hindistan'da yetiştirilmeye başlanmış olup anavatanı Assam (Hindistan'ın Çin'e bakan iç tarafları) dır. Çay bitkisi 1881 yılında Ogust Kuntze adlı botanikçi tarafından *Camellia sinensis* olarak isimlendirildikten sonra sistematikteki yerini almıştır. Çay bitkisinin sistematığı aşağıda sunulmuştur.

Çay bitkisi, yaprağını dökmeyen yaz ve kış yaprağı olan bir bitkidir. Yeterli düzeyde sıcaklık ve nemin bulunduğu bölgelerde yıl boyu sürgün vermektedir. Türkiye'de çay bitkisinde sürgün kesintili bir şekilde oluşur (Kacar, 2010). Çay bitkisi tabiatta 10-15 m kadar boya sahip olabilirken kültüre alındıklarında 0,6-1,5 m yükseklikte kalırlar. Çay bitkisinin yaprakları; eliptik ya da mızrak şeklinde, kısa saplı, açık yeşil renkli, genelde tüysüz olmakla birlikte genç yaprakları tüylüdür (Ross, 2005). Çay, *C. sinensis* bitkisinin yaprak ve tomurcuklarından elde edilir.

Türkiye'de çay tarımı Doğu Karadeniz Bölgesinde Gürcistan sınırından başlayarak Ordu ilinin Fatsa ilçesine kadar olan kuşakta yapılmaktadır. Bu bölge içerisinde başta Rize olmak üzere Trabzon, Artvin, Ordu ve Giresun illerinde 205 bin üretici tarafından yaklaşık 760 bin dekar (ruhsatlı) alanda çay tarımı yapılmaktadır (Şekil 2.1.3.2.1.1.2). Gürcistan sınırından Trabzon ilinin Araklı ilçesine kadar olan alan Türkiye'de çay yetiştirilmesi bakımından en elverişli ve birinci derecede verimli çay üretim alanlarını oluşturmaktadır (DKİB, 2013).

Dünyada her yıl 2,5 milyon ton kuru çay üretilmektedir (Çelik, 2006). Türkiye'de yaş çay yaprağı üretimi yapan müstahsilden satın alınan yaş çay miktarı yıllara göre Çizelge 2.1.3.2.1.1.1'de sunulmuştur. Buna göre son 10 yıllık süre içerisinde Türkiye'de ortalama 1.200.000 ton civarında yaş çay yaprağı üretiminin yapıldığı görülmektedir. Çay randımanı 100 kg yaş çay yaprağından üretilen kuru çay miktarı olup ÇAYKUR tarafından üretilen kuru çayın çay randımanının %18,8 ile %19,0 arasında (ortalama: %18,6±0,14) olduğu rapor edilmiştir (Kacar, 2010). Yani 100 kg yaş çaydan ortalama 18,6±0,14 kg kuru çay elde edilmektedir.



**Şekil 2.1.3.2.1.1.1.** Yeşil çay bitkisi (*Camellia sinensis*). **a)** çaylık alan, **b)** çay çiçeği ve tohumu, **c)** hasata hazır yeşil çay **d)** hasat edilmiş ve çay alım yerlerinde işlenmeye hazır yeşil çay (Orijinal)

**Alem:** Plantea

**Bölüm:** Phanerogamae (çiçekli bitkiler)

**Altbölüm:** *Angiospermae* (kapalı tohumlar)

**Sınıf:** *Dicotyledonea* (iki çenekliler)

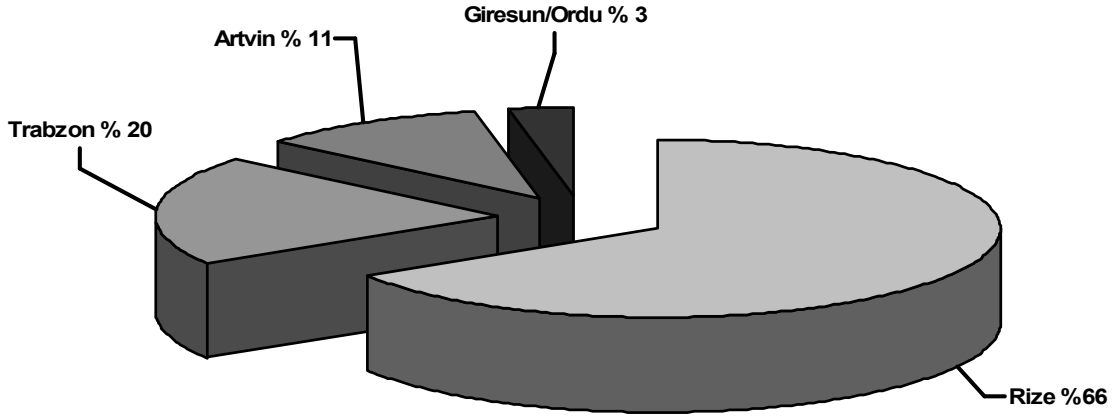
**Takım:** *Theales*

**Aile:** *Theaceae*

**Cins:** *Camellia*

**Tür:** *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze

Türkiye çaylık alanının % dağılımı

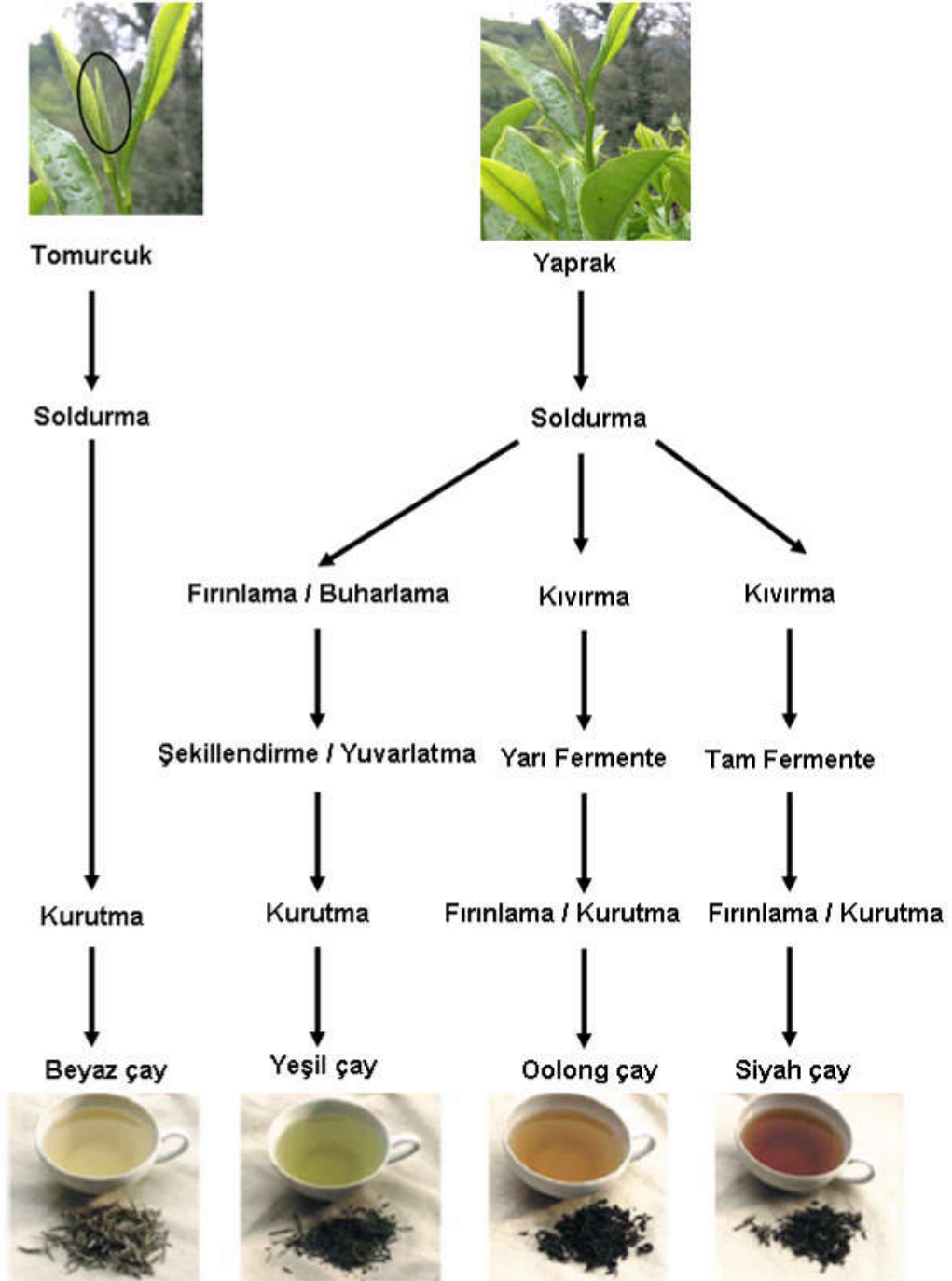


Şekil 2.1.3.2.1.1.2. Çaylık alanlara göre illerin dağılımı (%) (DKİB, 2013)

Çizelge 2.1.3.2.1.1.1. ÇAYKUR ve özel sektör tarafından 1995 ve 2015 yılları arasında müstahsilden satın alınan yaş çay yaprağı miktarları (Anonim, 2016)

Yıllar	Müstahsilden satın alınan (üretilen) yaş çay yaprağı miktarı (x1000 ton)		
	ÇAYKUR	Özel Sektör	Toplam
1995	427	436	863
1996	527	186	713
1997	542	210	752
1998	718	261	979
1999	843	252	1095
2000	499	259	758
2001	547	278	825
2002	552	238	790
2003	517	358	875
2004	587	522	1109
2005	604	592	1196
2006	627	494	1121
2007	659	487	1146
2008	650	467	1117
2009	593	511	1104
2010	590	714	1304
2011	653	580	1233
2012	655	497	1152
2013	672	504	1176
2014	628	636	1264
2015	681	647	1328

Yeşil çay yaprağına farklı işleme yöntemleri uygulanarak siyah, yeşil, oolong ve beyaz çay olmak üzere değişik kalite ve şekillerde üretim yapılmaktadır (Şekil 2.1.3.2.1.1.3). Yeşil çay tüketimi insan sağlığı açısından; antioksidan, antimutajenik, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antibakteriyel, antiviral ve çeşitli kanserlerden koruyucu özelliği ile sağlığa faydalı etkilere sahiptir (Cabrera ve ark., 2006; Kacar, 2010; Thasleema, 2013).



Şekil 2.1.3.2.1.1.3. Beyaz, yeşil, oolong ve siyah çay üretim basamakları (Santana-Rios ve ark., 2001'dan uyarlanmıştır)

### 2.1.3.2.1.1.1. Yeşil Çay Yaprağının İçeriği

Yeşil çay yapısında çok önemli biyoaktif maddeler olan proteinler, tanen ya da 5-N-ethylglutamine, glutamik asit, triptofan, glisin, serin, aspartik asit, tirozin, valin, lösin, treonin, arjinin, lizin gibi aminoasitler, karbonhidratlar, hormonlar, terpenler, karotenoidler, flavonoidler, alkaloidler, glikozidler, kafein, yağ asitleri, B, C ve E vitaminleri, uçucu bileşikler, Ca, Mg, Cr, Fe, Cu, Zn, Mo, Se, Na, P, Co, Sr, Ni, K, F ve Al gibi mineral maddeler bulunur (Liang ve ark., 2001; Cabrera ve ark., 2006; Mahmood ve ark., 2010). Ayrıca, Kacar (2010) tarafından çay bitkisi yaprağının kimyasal ve biyokimyasal içeriği; enzimler, polifenoller, alkaloidler (kafein, teobromin ve teofilin), karbonhidratlar, klorofil ve öteki pigmentler, vitaminler, mineral maddeler ve uçucu maddeler (esansiyel yağlar) olarak sınıflandırılmıştır.

Yeşil çayın içerisinde yer alan fenolik bileşikler antioksidan özelliğe sahip olup bağışıklık sistemini güçlendirici bir etkiye sahiptir. Fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri fenol halkasındaki hidroksil (OH) grubu sayesinde serbest radikalleri etkisiz hale getirmelerinden, glutatyon reduktaz, glutatyon peroksidaz, katalaz gibi hücre içi enzimlerin aktivitelerini arttırmalarından ve metal iyonları ile şelatlar oluşturmalarından ileri gelmektedir (Khan ve ark., 1992; Bravo, 1998; Ou ve ark., 2002; Crespy ve Williamson, 2004). Serbest radikaller, son orbitalinde paylaşılmamış bir elektron taşıyan bileşikler olup ömürleri kısa olan bu yapılar etraflarındaki moleküllerden elektron alarak kararlı duruma geçmeye çalışırlar. Serbest radikaller canlı hücrelerdeki metabolik olaylar sırasında oluşabildiği gibi oksijen metabolizmasının çeşitli etmenler (kirleticiler, radyasyon vs.) tarafından olumsuz etkilenmesinden dolayı da oksijen türevi serbest radikaller oluşabilir (Kaur ve Kapoor, 2001; Gürdöl, 2015). Bu radikallerin başlıcaları; tekli oksijen ( $O_2$ ), süperoksit anyonu ( $O_2^-$ ), hidroksil (OH), peroksil (ROO), ve alkoksil (RO) radikalleridir (Hallwell, 1997; Prior ve Cao, 2000). Serbest radikaller; DNA, protein, karbonhidrat ve lipidlere zarar verir. Oluşan serbest radikallerin bu zararlı etkilerini önleyen maddelere ise antioksidan denir (Elliot, 1999). Antioksidan mekanizması; çeşitli enzimleri, suda ve yağda çözünen radikal tutucularını aynı zamanda da metal iyonlarını bağlayan proteinleri içerir (Gürdöl, 2015). Yeşil çayın içerdiği polifenollerin antioksidan etkisi E ve C vitamininden daha güçlüdür (Jovanovic ve ark., 1996; Higdon ve Balz 2003; Chopade ve ark., 2008).



### 2.1.3.2.1.1.2. Yeşil Çayın Yapısında Bulunan Kimyasal Bileşikler

Çayın kimyasal bileşiklerinde polifenoller, proteinler, lipidler, polisakkaritler, klorofil, mineraller (Fe, Zn, Cu ve Se), uçucu bileşikler, amino ve organik asitler, ligninler ve alkaloidler (kafein, teofilin ve teobromin) bulunmaktadır (Çizelge 2.1.3.2.1.1.2) (Tosun ve Karadeniz, 2005; Kacar, 2010). Yeşil çayın bileşiminde bulunan vitaminler ise A, B-kompleksi, C ve E vitaminidir (Kacar, 2010). Yeşil çay yaprağının kimyasal bileşimini %30-36 oranıyla en fazla polifenoller oluşturur (Çizelge 2.1.3.2.1.1.2).

**Çizelge 2.1.3.2.1.1.2.** Yeşil çay yaprağının kimyasal bileşimi (Tosun ve Karadeniz, 2005)

Bileşik	Miktar (%)
Toplam polifenol	30-36
Kafein	3-4
Aminoasit ve protein	15-19
Basit karbonhidratlar	3-5
Organik asitler	0,5-1,5
Pigmentler	0,5
Selüloz	6-8
Lignin	4-6
Polisakkaritler	13
Lipid	2-3
Kül	5

Flavonoidlerin antiviral, antialerjik, antienflamatuar, antitrombogenik, antikanserojenik, antibakteriyel ve antioksidan özellikleri vardır (Demir, 2011). Yaş çay yaprağının polifenol içeriği; klon çeşidi, toplandığı yer, sürgün dönemi, hasat şekli ve hasattan sonra uygulanan işlemlerden etkilenmektedir (Kacar, 2010). Aynı zamanda işleme yöntemine göre çayın fenolik madde miktarlarıyla birlikte fenolik madde kompozisyonu da değişmektedir. Kuru maddede siyah çay %3-10, oolong çay %8-20, yeşil çay ise %30-42 oranında toplam flavanol içermektedir (Benzie ve Szeto 1999; Tosun ve Karadeniz, 2005). Yeşil çay, siyah ve oolong çaydan daha fazla kateşin içerir. Yeşil çayın güçlü antioksidan özelliği kateşinlerden özellikle Epigallokateşingallat (EPCG)'tan ileri gelir (Cabrera ve ark., 2006). Ayrıca polifenolik bileşikler, *Clostridium botulinum*, *Vibrio fluvialis*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio metschnikovii*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Plesiomonas shigelloides* ve *Aeromonas sobria* gibi patojenik bakterilere karşı güçlü antioksidan etki gösterirler (Bidlack, 2001).

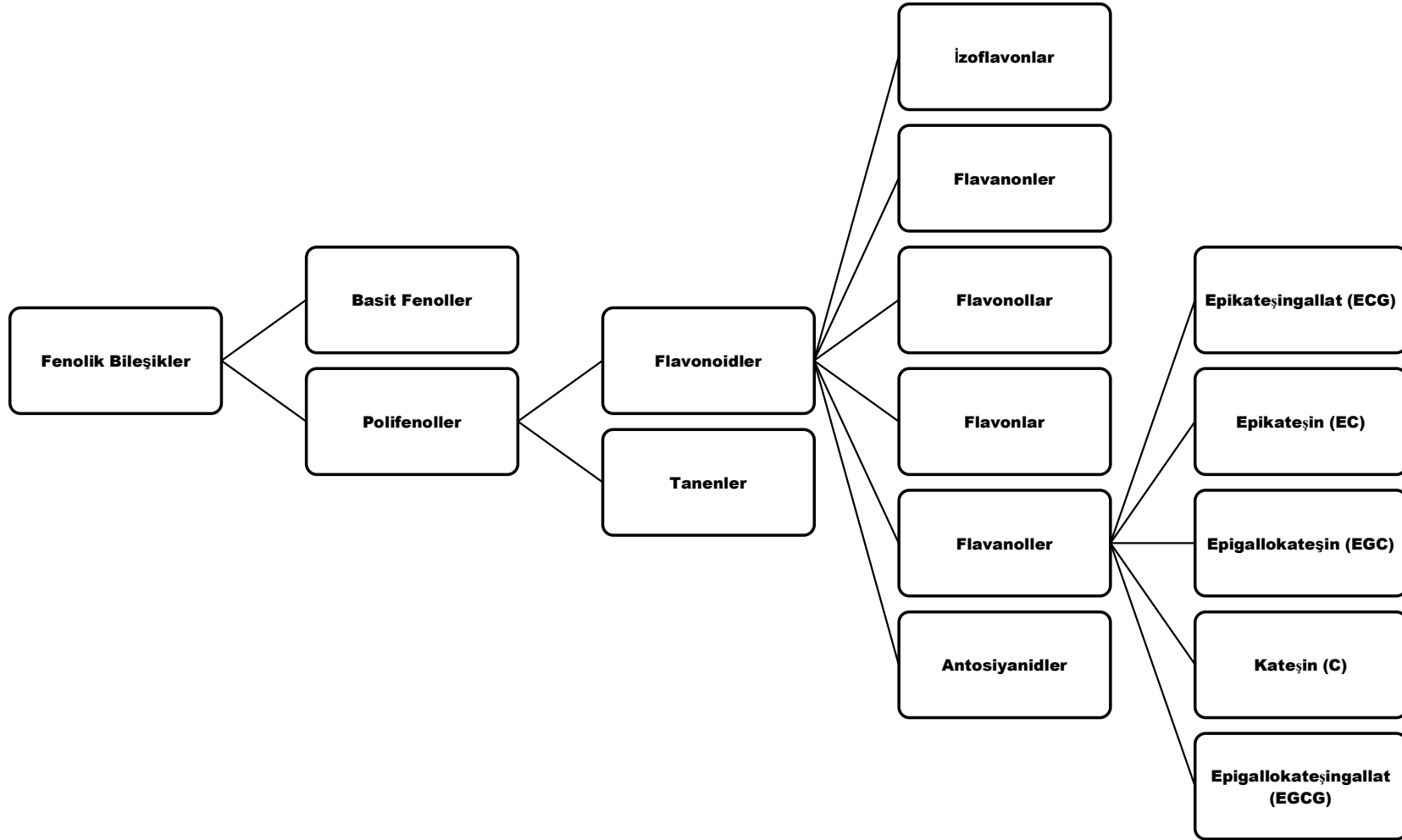
### 2.1.3.2.1.1.3. Yeşil Çayın Yapısında Bulunan Kateşinler (Flavanoller)

Yeşil çayda bulunan fenolik bileşikler, basit fenoller ve polifenoller olmak üzere 2 ana bölüme ayrılır. Polifenoller; fenolik bileşiklerden (gallik asit, kumarik asit, klorojenik asit ve kafeik asit) ve flavonoidlerden oluşmaktadır. Polifenolik bileşiklerin en önemli grubunu flavonoidler oluşturur. Flavonoidler; flavanoller (kateşin olarak isimlendirilir), flavonoller, flavonlar, flavanonlar, izoflavonlar, antosiyanidlerden oluşmaktadır (Şekil 2.1.3.2.1.1.4). Flavanoller ya da diğer bir adıyla kateşinler taze çay yaprağında kuru maddede %16-30 oranında bulunur. Yeşil çayın içerdiği ana kateşinler: kateşin (C), epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epikateşin gallate (ECG), epigallokateşin gallate (EGCG), kateşin gallat (GC), gallokteşin (GC) ve gallokteşin gallat (GCG) olarak rapor edilmiştir (Graham, 1992; Balentine ve ark., 1997; Gramza ve ark., 2005; Sağlam ve Türkyılmaz, 2007; Ruxton, 2008). Bu kateşinlerin kimyasal yapısı Şekil 2.1.3.2.1.1.5’de sunulmuştur.

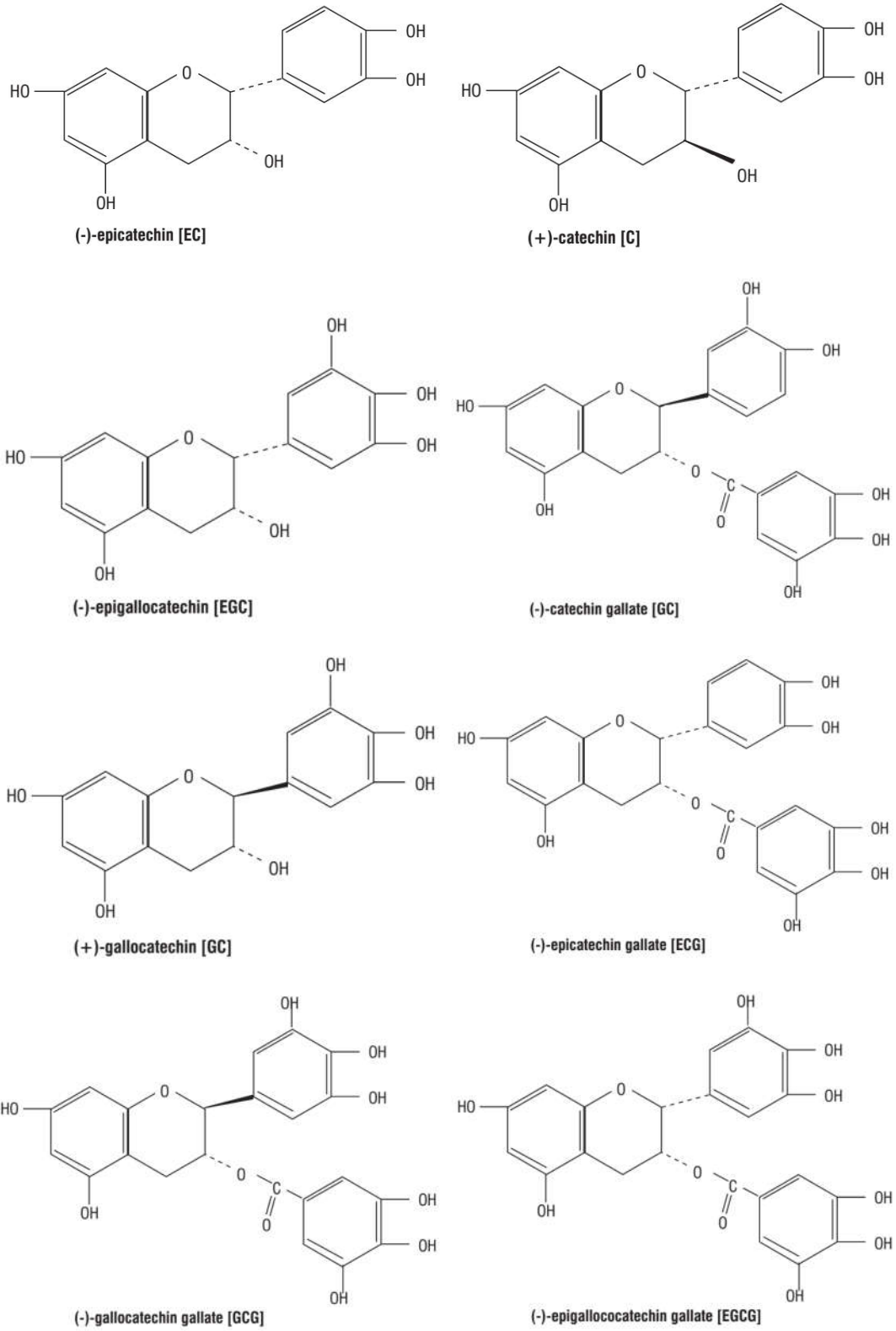
Polifenoller içerisinde yer alan biyoaktif maddelerden olan kateşinlerin sağlığa faydalı etkileri olup (Graham, 1992; Cabrera ve ark., 2006) antioksidan kapasiteleri de buldukları hidroksil grubu (OH) sayısına bağlıdır (Abdullin ve ark. 2001). Yeşil çayın içerdiği polifenoller, serbest radikalleri bağlama ve demiri indirgeme gücüne sahiptir. Bu durum polifenoller içerisinde yer alan özellikle kateşinlerden ileri gelmektedir. Çay kateşinleri P vitamini diye adlandırılır (Kao ve ark., 2006).

Polifenolik bileşikler iki veya daha fazla hidroksil gruba sahip fonksiyonel bileşikler olup yapılarındaki C iskeletinin yapısına göre bölümlere ayrılır. Polifenollerin en yaygın grubu C6 -C3 -C6 flavon iskeleti üzerine kurulmuş olan flavonoidlerdir (Iwashina, 2000; Wickzkowski ve Piskula, 2004).

Yaş çay yaprağının polifenol içeriği üzerine çeşitli etmenler etki yapar. Bunlar: 1) hasat sonrası çay yaprağının fabrikaya taşınması ve fabrikadaki ön uygulamalar, 2) hasat mevsimi ve zamanı, 3) çay yaprağının yaşı ve yükselti ya da konumu, 4) hasatta uygulanan yöntem ve 5) çay bitkisinin çeşididir (Kacar, 2010). Çaylıkların bulunduğu yükselti ve yaprakların genç ya da yaşlı olması çay yaprağının kateşin içeriğini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Polifenol miktarı genç yapraklardan yaşlı yapraklara doğru giderek azalır. Yine çaylıkların bulunduğu konumun yükseltisi arttıkça çayın içeriğindeki kateşin miktarı da artmaktadır. Yani çayın hasat edildiği yükselti de çay içeriğine etki eden önemli faktörlerdendir.



Şekil 2.1.3.2.1.1.4. Polifenol ailesi içindeki flavonoidler/kateşinler (Ruxton, 2008)



**Şekil 2.1.3.2.1.1.5.** Yeşil çay yaprağında bulunan kateşinler ve kimyasal yapısı (Gramza ve ark., 2005)

Çizelge 2.1.3.2.1.1.3'den de görüleceği üzere yeşil çay yaprağında fenolik ve alkoloit bileşikler yönünden çayın hasat edildiği bölgenin önemli seviyede etkisinin olduğu söylenebilir. Yine yeşil çay bitkisinin: genç yaprağı, yaşlı yaprağı ve yeşil çay gövdesindeki kateşin içeriğinin bitkinin genç yapraklarında daha yüksek olup, yeşil çay bitkisi yaprağının tazelik durumu da kateşin içeriğini etkileyen önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 2.1.3.2.1.1.4). Dolayısıyla yapılan çalışmalarda kateşin içeriğinin verilmesi önemli bir faktördür. Sadece yeşil çay yaprağı kullanıldığının ifade edilmesi doğru bir yaklaşım değildir.

**Çizelge 2.1.3.2.1.1.3.** Rize'de deniz kenarı (Fener mahallesi) ve denizden yaklaşık 400 m rakımdaki (Muradiye beldesi) iki bölgeden Mayıs ayında hasat edilen yeşil çay yaprağındaki fenolik ve alkoloit bileşikler (g/kg kuru maddede) (Turkmen ve Velioglu, 2007)

Bileşikler	~ 400 m rakım	Deniz kenarı
(+)-gallokateşin (GC)	0,74	0,22
Teobromin	0,20	0,11
(-)-epigallokateşin (EGC)	47,11	29,62
(+)-kateşin (C)	2,58	1,64
Kafein	29,12	37,40
(-)-epikateşin (EC)	16,01	14,68
(-)-epigallokateşingallat (EGCG)	130,46	87,69
(-)-epikateşingallat (ECG)	21,60	16,82
Quersetin-3-ramnosilglikozid (Q3RG)	3,21	4,42
(-)-kateşingallat (CG)	-	-
Gallik asit (GA)	5,93	5,32

**Çizelge 2.1.3.2.1.1.4.** Yeşil çay yaprağının genç yaprak, yaşlı yaprak ve yeşil çay gövdesindeki kateşin içeriği (% kuru maddede) (Lin ve ark., 1996)

Çay bitkisi bölümü	Toplam kateşin	Kateşin çeşitleri					Gallik asit	Kafein
		EGCG	EGC	ECG	EC	C		
	5,86±0,28	3,00±0,10	1,27±0,17	1,05±0,13	0,42±0,11	0,13±0,01	0,16±0,04	3,22±0,57
Genç yaprak	6,01-5,33	2,83-3,17	1,29-1,54	0,87-1,31	0,21-0,60	0,11-0,14	0,08-0,22	2,50-4,35
	2,15±0,40	0,86±0,23	0,63±0,14	0,35±0,06	0,26±0,04	0,05±0,008	0,04±0,01	1,53±0,54
Yaşlı yaprak	1,36-2,60	0,41-1,16	0,36-0,84	0,23-0,42	0,18-0,31	0,04-0,07	0,02-0,06	0,73-2,55
	0,85±0,09	0,31±0,03	0,27±0,06	0,10±0,01	0,15±0,05	0,02±0,006	0,03±0,006	0,35±0,05
Gövde	0,78-1,04	0,26-0,35	0,20-0,38	0,07-0,11	0,06-0,20	0,01-0,03	0,02-0,04	0,25-0,42

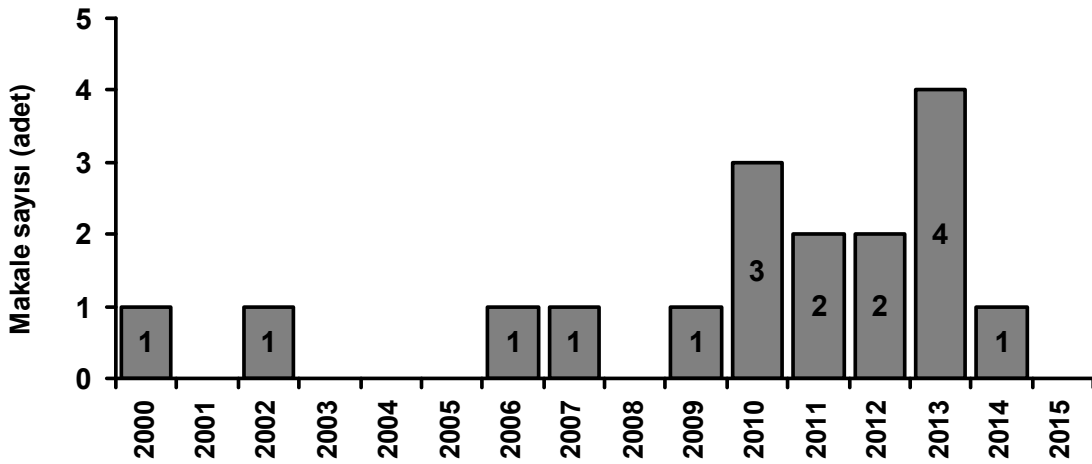
## 2.2. LİTERATÜR ÖZETİ

Çalışmamızda ele alınan konuyla bağlantılı olarak; balık yetiştiriciliğinde yeşil çayın kullanımı, diğer canlılar için yeşil çayın kullanımı, yeşil çay dışındaki bitkisel immünostimulantların balık yetiştiriciliğinde kullanımı ve balık kan parametrelerini etkileyen faktörleri içeren çalışmaların kısa özeti aşağıda sunulmuştur.

### 2.2.1. Balık Yetiştiriciliğinde Yeşil Çayın Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar

Yeşil çay ve türevlerinin balık yetiştiriciliğinde kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar daha yeni olup ilk çalışma 2000 yılında Kono ve ark. (2000) tarafından yayınlanmıştır. Kono ve ark. (2000) tarafından yayınlanan çalışmadan sonraki 10 yılda (2000 – 2009 yılları arasında) 4 çalışma daha yayınlanmıştır (Ishihara ve ark., 2002; Suzuki ve ark., 2006; Cho ve ark., 2007; Cho ve Kim, 2009). 2010 yılından sonra günümüze kadar (2016 yılının başına kadar) konuyla ilgili çalışmalarda ise önemli bir artış olup 12 adet çalışma daha yayınlanmıştır (Abdel -Tawwab ve ark., 2010; Noor El-Deen, 2010; Thawonsuwan ve ark., 2010; Harikrishnan ve ark., 2011a; Sheikzadeh ve ark., 2011; Asadpour ve ark., 2012; Hasumura ve ark., 2012; Hwang ve ark., 2013; Nootash ve ark., 2013; Perez-Jimenez ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2013; Akbary, 2014).

Buradan da görüldüğü üzere yeşil çayın balık yetiştiriciliğinde kullanımıyla ilgili olarak toplam 17 çalışmanın 12'si son 5 yıl içerisinde (2010 yılından sonra) yayınlanmıştır (Şekil 2.2.1.1). Bu çalışmalardan “SCI expended” kapsamındaki önemli 5 makale (Hwang ve ark., 2013; Nootash ve ark., 2013; Perez-Jimenez ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2013; Akbary, 2014) bu çalışmanın planlandığı 2013 yılından sonra yayınlanmıştır.



Şekil 2.2.1.1. Yeşil çay ve türevlerinin balık yetiştiriciliğinde kullanımıyla ilgili olarak yayınlanan makalelerin yıllara göre dağılımı

Kono ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada yeşil çay ekstresi ve yeşil çay yaprağının sarıkuyruk (*Seriola quinqueradiata*) ve ayu balığı (*Plecoglossus altivelis*) yemlerine kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Bu çalışma balık yetiştiriciliğinde yeşil çayın kullanımı konusunda yapılmış ilk çalışmadır. Yeme %3,6 oranında yeşil çay yaprağı katılarak hazırlanan birinci yem ile %3,6 oranında yeşil çay yaprağına tekabül edecek oranda (%0,7 oranında) ekstre kullanılarak hazırlanan ikinci yemin yanında yeşil çay içermeyen kontrol yemi ile balıklar beslenmiştir. Başlangıç ağırlıkları; 399±14 g olan sarıkuyruk balığı 56 gün, 33,9±0,5 g olan ayu balığı ise 36 gün boyunca beslenmiştir. Deneme sonunda yeşil çay ekstresi ile beslenen ayu balığının vücut yağ oranı diğer gruplara göre önemli seviyede düşmüş, sarı kuyruk balığında ise hem ekstre hem de yeşil çay yaprağı ile beslenen gruplarda vücut yağ oranı önemli seviyede düşmüştür. %0,7 oranında yeşil çay ekstresinin sarıkuyruk balığının kondisyon faktörü (KF) değerini etkilemediğini ancak ayu balığının KF değerini kontrol grubuna göre artırdığını rapor etmişlerdir.

Ishihara ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada sarıkuyruk balığı (*S. quinqueradiata*)'nın yem değerlendirmesi, büyüme performansı ve vücut besin madde içeriğine yeşil çay ekstresinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada sıfır yaşındaki balıklar kontrol, %0,02 ve %0,2 oranında yeşil çay ekstresi içeren yemlerle 4 hafta boyunca beslenmişlerdir. Deneme sonunda yeşil çay ekstresinin yem değerlendirme, büyüme performansı ve vücut besin madde içeriğini kontrol grubuna göre önemli seviyede etkilemediği rapor edilmiştir.

Suzuki ve ark. (2006), ağırlıkları 0,2–0,9 g arasında olan iki alabalık türü (*Oncorhynchus keta* ve *O. masou*) bireylerine dış parazit filagellatlardan *Ichthyobodo necator* enfekte etmişler ve bu parazite karşı yeşil çay ekstre banyosunun etkisini incelemişlerdir. Sonuçta, yeşil çay ekstre banyosunun parazitleri her iki balık türünden de uzaklaştırdığı ve koruduğu bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada yeşil çay ekstre banyosunun bir havuzda bulunan çok sayıdaki (yaklaşık 500 bin birey) yavru bireylerin *I. necator* dış parazitine karşı uygulanabileceği vurgulanmıştır.

Cho ve ark. (2007), başlangıç ağırlıkları 52,5 g olan juvenil pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) yemlerine, yaş çay yaprağı (raw leaves), kuru çay yaprağı (dry leaves), yeşil çay (by-product) ve yeşil çay ekstresi (extract) kullanımının, balıkların kan parametreleri, büyümesi ve yaşama oranına olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, işlenmemiş yaş çay yaprağı, kuru çay yaprağı, işlenmiş yeşil çay, %5 oranında yeşil çay ekstresi içeren yem (içeriği %5 yeşil çaya tekabül eden miktar kadarı

yeşil çay ekstresi eklenerek hazırlanmış yem) ve kontrol yemi olmak üzere 5 farklı yem hazırlanmıştır. Balıklar bu yemlerle ortalama  $21,6 \pm 1,46^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında doyuncaya kadar 49 gün beslenmişlerdir. Sonuçta, yeşil çayla (by-product) hazırlanan yemle beslenen pisi balıklarının, diğer gruplara göre daha iyi büyüme ve yem değerlendirme performansı gösterdiği belirlenmiştir. Balıketi ham protein, ham yağ ve ham kül değerleri tüm gruplarda benzer olarak hesaplanmıştır. Karaciğerde ham yağ değerleri by-product grubunda kontrol grubu ile benzer bulunurken diğer bütün gruplar kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Kan serumunda; toplam protein, kolesterol ve trigliserid değerleri tüm gruplarda benzer hesaplanmıştır. Yaşama oranı bakımından da gruplar arasında farkın oluşmadığı bildirilmiştir.

Cho ve Kim (2009), başlangıç ağırlıkları 12,9 g olan yavru pisi balıklarının (*Paralichthys olivaceus*) büyümesi ve vücut kompozisyonuna, yeşil çay ve yeşil çay ekstresinin etkisini incelenmişlerdir. Çalışmada kontrol yemi ile beraber 6 farklı yem hazırlanmıştır. Deneme yemlerinde ticari antioksidan (AT), yeşil çay ekstresi (GE), incir ekstresi (FG), Haeroc üretimi yeşil çay (HR) ve by-product yeşil çay (BG) kullanılmıştır. Balıklar, günde 2 kez olmak üzere 56 gün boyunca beslenmiştir. Sonuçta, pisi balıklarının büyüme performansının geliştirilmesinde yeşil çay ekstresinin uygulanmasının uygun olduğu belirtilmiştir.

Abdel-Tawwab ve ark. (2010), başlangıç ağırlıkları 1,5–2 g olan nil tilapiası (*Oreochromis niloticus*) yemlerine farklı oranlarda ilave edilen yeşil çayın; *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisi ile nil tilapialarının yaşama oranı ve büyümesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada; yemlere 0,00 g/kg (kontrol), 0,125 g/kg, 0,25 g/kg, 0,50 g/kg, 1,0 g/kg ve 2,0 g/kg oranında yeşil çay eklenerek 6 farklı yem hazırlanmıştır. Başlangıç ağırlıkları 1,5–2 g olan 20 adet balık 100 litrelik akvaryuma yerleştirilmiş ve 84 gün boyunca deneme yemleriyle günde iki kez beslenmişlerdir. Sonuçta yapılan kan analizlerinde spesifik olmayan bağışıklık parametrelerinden lökosit (WBC), eritrosit (RBC) ve lenfosit değerlerinin yemlerdeki yeşil çay miktarlarının artışına paralel olarak arttığı belirlenmiştir. Ayrıca en iyi büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı (1,20) 0,5 g/kg oranında yeşil çay eklenen yemle beslenen grupta elde edilmiştir. *A. hydrophila* enfeksiyonuna karşı optimum koruma yeme 0,50 g/kg oranında yeşil çay eklenen grupta beslenen balıklarda tespit edilmiştir.

Elsayed ve El- Deen (2010), yaptığı çalışmada Nil tilapia balıklarındaki (*O. niloticus*) Trichodina sp parazitlerinin azaltılması amacıyla balıkları yeşil çay ekstresi



banyosunda 5 dakika (%0,9 yeşil çay ekstresinde) ve 15 dakika ((%0,05 yeşil çay ekstresinde) bekletilmiş ve bu uygulamanın neticesinde yeşil çay ekstre banyosunun parazitleri balık vücudundan önemli seviyede azalttığı belirtilmiştir.

Thawonsuwan ve ark. (2010), başlangıç ağırlıkları  $145 \pm 3,8$  g olan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) yemlerine epigallokateşingallat (EGCG) ve vitamin-E ilavesinin antioksidan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, 20 mg/kg ve 100 mg/kg EGCG eklenen iki yemin yanı sıra, 100 mg/kg vitamin-E içeren yem ve kontrol yemi olmak üzere 4 farklı yem kullanılmıştır. Bu yemlerle balıklar günde iki kez olmak üzere 63 gün süreyle beslenmişlerdir. Sonuçta, büyüme ve yem değerlendirme sayısı EGCG'ın düşük (20 mg/kg) ve yüksek (100 mg/kg) dozlarında, vitamin-E ve kontrol yemine göre istatistiksel olarak iyi bulunmuştur. Spesifik olmayan bağışıklık parametrelerinden fagositik aktivite ve hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) seviyelerinin 100 mg/kg vitamin-E içeren yem ve 100 mg/kg EGCG içeren yem ile beslenen gruplarda arttığı bildirilmiştir. Antioksidan özelliğinin belirlenmesinde kullanılan parametrelerde plazmada lipid hidroperoxide (LOOH) seviyeleri tüm gruplarda benzer, plazmada superoxide dismutase (SOD) kontrol yemiyle beslenen grupta ise en yüksek seviyede hesaplanmıştır. Yapılan bu çalışma ile yeşil çayın kimyasal bileşimindeki polifenollerin içerisinde bulunan kateşinlerden epigallokateşingallatın, ortalama ağırlıkları  $145 \pm 3,8$  g olan gökkuşığı alabalıklarının beslenmesinde antioksidan olarak kullanım potansiyelinin olduğu vurgulanmıştır.

Harikrishnan ve ark. (2011a), başlangıç ağırlığı  $14,5 \pm 2,1$  g olan lahoz balığı (*Epinephelus bruneus*) yemlerine farklı oranlarda ekledikleri yeşil çay ekstresinin *Vibrio harveyi* enfeksiyonuna karşı etkisi ile sıvısal (humoral) ve hücrel (cellular) bağışıklıktaki etkisini incelemişlerdir. Kontrol ile %0,01, %0,1 ve %1 oranında yeşil çay ekstresi eklenen 4 farklı yemle balıklar 28 gün boyunca beslenmiş ve balıklardan 1., 2. ve 4. haftalar sonunda kan örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır. Deneme sonunda spesifik olmayan bağışıklık parametrelerinden, serum lizozim aktivitesi 1. 2. ve 4. haftalarda yeşil çay ekstresi kullanılan bütün gruplarda kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. Ayrıca, yemlere %0,01 ve %0,1 oranında yeşil çay ekstre ilavesinin lahoz balıklarında spesifik olmayan sıvısal (humoral) ve hücrel (cellular) bağışıklık sistemini güçlendirdiği, ayrıca yeşil çay ekstresinin balıkları *Vibrio harveyi* enfeksiyonuna karşı koruduğu rapor edilmiştir.

Sheikhzadeh ve ark. (2011), başlangıç ağırlıkları  $35 \pm 3$  g olan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) yemlerine 0 mg/kg (kontrol), 20 mg/kg, 100 mg/kg ve 500 mg/kg

oranlarında ekledikleri kafeinsiz yeşil çay ekstresinin balık bağışıklık sistemine etkisini incelemişlerdir. 4 farklı yemle balıklar 30 gün boyunca beslenmişler ve sonuçta 100 mg/kg kafeinsiz yeşil çay ekstresi içeren yemle beslenen grupta lizozim aktivitesinin en yüksek düzeye ulaştığı, düşük seviyede (20 mg/kg) kafeinsiz yeşil çay ekstresi içeren yemle beslenen gruptaki balıkların bağışıklık seviyesinin ise diğer gruplara göre daha iyi olduğu rapor edilmiştir.

Hasumura ve ark. (2012), farklı oranlarda (%0,0025 ve %0,0050) yeşil çay ekstresi içeren yemlerle zebra balığı (*Danio rerio*)'nı 40 gün boyunca günde üç kez beslemişlerdir. Deneme sonunda yeşil çay ekstresinin zebra balığında yağ oluşumunu azalttığı rapor edilmiştir.

Asadpour ve ark. (2012), kafeinsiz yeşil çay ekstresi eklenmiş yemlerin gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) anaçlarında üreme ve yumurta kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada yemlere 0 mg/kg, 100 mg/kg oranında kafeinsiz yeşil çay ekstresi eklenmiş ve 2 farklı yemle başlangıç ortalama ağırlığı  $2475,5 \pm 64,4$  g olan gökkuşuğu alabalığı anaçları  $10-12^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında vücut ağırlıklarının %0,83'ü oranında 30 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışmada 20. ve 30. günde anaç balıklardan yumurtalar alınmış çeşitli büyüme ve yem değerlendirme parametreleri ile kan serumunda toplam protein, trigliserid ve glikoz değerleri incelenmiştir. 20. ve 30. günde: yumurta çapı, yumurta sayısı ve total protein değerleri bakımından kontrol grubu ile kafeinsiz yeşil çay ekstresi eklenen yemle beslenen anaç balıklar arasında önemli bir farkın oluşmadığı bildirilmiştir. 20. günde yumurta trigliserid değeri kafeinsiz yeşil çay ekstresi içeren yemle beslenen anaç balıklarda kontrol grubuna göre düşük, 30. günde ise kontrol grubu ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

Hwang ve ark. (2013), yeşil çay ethanol ekstresi (GTE) eklenmiş yemlerin Güneykore'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan siyah kaya balığının (*Sebastes schlegeli*) büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve strese direnç üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, %0 (kontrol), %1, %3 ve %5 oranında yeşil çay ekstresi eklenmiş 4 farklı yemle başlangıç ağırlıkları  $8,1 \pm 2,0$  g olan kaya balığı yavruları  $20,2 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında 56 gün boyunca doyuncaya kadar beslenmişlerdir. Deneme sonunda spesifik büyüme oranı değerleri %1 ve %3 gruplarında kontrol grubu ile benzer %5 grubunda ise kontrol grubundan düşük, protein değerlendirme randımanı ise tüm gruplarda birbiriyle benzer bulunmuştur. Hepatosomatik indeks (HSI) değeri %1 grubunda kontrol grubuna benzer, %3 ve %5 grubunda ise kontrol grubundan düşük bulunmuştur. Kondisyon faktörü (KF) bakımından tüm gruplarda benzer sonuçlar

bulunmuştur. Deneme sonunda balık eti ve karaciğerde kuru madde değerleri tüm gruplarda benzer, balık etinde ham protein değeri ise %1 ve %3 gruplarında kontrol grubu ile benzer %5 grubunda ise kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Çalışma sonunda, kontrol yemiyle beslenen balıklarda, vücut ve karaciğer yağ kompozisyonu diğer yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek bulunmuştur. Kan plazmasındaki lizozim aktivitesinin ise yemlerdeki GTE oranının artışıyla arttığı belirlenmiştir. Toplam kolesterol ve HDL kolesterol seviyeleri kontrol grubuna göre doza bağlı olarak artış göstermiştir. %1 oranında GTE içeren yemlerle beslenen balıkların kan serumunda glikoz seviyeleri kontrol ve diğer gruplardaki balıklara göre daha yüksek bulunmuştur. Kanda hematokrit seviyeleri kontrol grubunda diğer gruplara göre yüksek, hemoglobin seviyeleri ise %5 GTE içeren yemlerle beslenen gruplardaki balıklarda diğer gruplardaki balıklara göre düşük bulunmuştur. Ayrıca, %3 ve %5 oranında GTE içeren yemlerle beslenen balıkların kontrol grubuna göre daha az strese maruz kaldıkları yani balık bağışıklık sisteminin yemlerdeki GTE oranının artmasıyla güçlendiği belirtilmiştir. Ayrıca yemlerdeki GTE oranının artışına bağlı olarak balıkların toplam kolesterol seviyesinin de düştüğü rapor edilmiştir.

Nootash ve ark. (2013), yeşil çay ekstresi eklenmiş yemlerin gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularının bağışıklık sistemine ve biyokimyasal kan parametrelerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada yemlere 0 (kontrol), 20, 100 ve 500 mg/kg<sup>-1</sup> oranında yeşil çay ekstresi eklenmiş ve 4 farklı yemle başlangıç ağırlıkları ortalama 23,5±2,6 g olan gökkuşuğu alabalığı yavrularını 35 gün boyunca ortalama 13±1°C su sıcaklığında vücut ağırlıklarının %2,5 oranında beslemişlerdir. Deneme sonu ağırlık artışı, spesifik büyüme ve yem değerlendirme sayısı bakımından gruplar arasında fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışma sonunda, serumda immünolojik parametrelerden olan superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPX), malondialdehyde (MDA) ve total protein değerleri; 100 mg/kg<sup>-1</sup> oranında yeşil çay ekstresi eklenmiş yemle beslenen balıklarda optimum seviyede tespit edilmiştir.

Pérez-Jiménez ve ark. (2013), çipura (*Sparus aurata*) yemlerine beyaz çay ve metiyonin (aminoasit) ilavesinin yağ metabolizmasına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada %0 beyaz çay %0 metiyonin içeren 1. yem (kontrol yemi), %0 beyaz çay, %0,3 metiyonin içeren 2. yem, %2,9 beyaz çay, %0 metiyonin içeren 3. yem, %2,9 beyaz çay, %0,3 metiyonin içeren 4. yemi kullanmışlardır. Deneme yemleri ile ortalama ağırlığı 35 g olan çipura yavrularını ortalama 20,2±2,3°C su sıcaklığında 30 gün boyunca doyuncaya kadar yemlemişlerdir. Balıklardan 20. ve 30. günlerde kan örnekleri

alınmış ve kan serumunda glikoz, HDL kolesterol, LDL kolesterol, trigliserid analizleri yapılmıştır. Deneme sonunda balık eti ve karaciğerde besin madde analizleri yapılmış ve beyaz çay ilave edilen yemle beslenen balıklarda balık etinde kuru madde, ham protein ve ham kül miktarları kontrol grubu ile benzer bulunmuştur. Ham yağ değeri ise hem balık etinde hem de karaciğerde kontrol grubundan düşük bulunmuştur. Ayrıca hepatosomatik indeks değeri de çay ilave edilen yemle beslenen balıklarda kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Büyüme performansı bakımından beyaz çay ilave edilen yemle beslenen gruptaki balıklarda spesifik büyüme oranı kontrol grubuna göre düşerken, yem değerlendirme sayısı ve protein değerlendirme oranı tüm gruplarda benzer bulunmuştur. Kan serumunda LDL kolesterol ve trigliserid değerleri beyaz çay ilave edilen yemle beslenen balıklarda kontrol grubu ile benzer bulunmuştur.

Zhang ve ark. (2013), yeşil çay ekstresi olan epigallocatechin-3-gallat (EGC-3-G) 10 µg/l, 100 µg/l ve 1000 µg/l oranlarında Japon balığı (*Carassius auratus*) nodüllerine in vitro uygulandığında, epigallocatechin-3-gallat'ın nodüller üzerine azaltıcı yönde etki yaptığını rapor etmişlerdir.

Akbary, (2014), yaptığı çalışmada, in vitro ortamda gökkuşağı alabalığından izole edilen *Lactococcus garvieae* and *Aeromonas hydrophila* bakterilerine karşı yeşil çay metanol ekstresinin antibakteriyel özelliğini araştırmıştır. Çalışmada bakterilere karşı farklı konsantrasyonlarda yeşil çay ekstresi ve standart bir antibiyotik (tetracycline) kullanmıştır. Yeşil çay ekstresi 10 mg/ml, 20 mg/ml, 30 mg/ml, 40 mg/ml, 100 mg/ml, 200 mg/ml ve 250 mg/ml konsantrasyonlarında uygulanmıştır. Çalışma sonunda en iyi sonuçlar *Lactococcus garvieae* bakterisi için 100 mg/ml grubunda, *Aeromonas hydrophila* bakterisi için ise 250 mg/ml grubunda tespit edilmiştir.

### 2.2.2. Diğer Canlılarda Yeşil Çayın Kullanılmasıyla İlgili Çalışmalar

İmİK ve ark. (2002), beş aylık 40 baş erkek Akkaraman kuzusunu; %0 siyah çay atığı, %100 yulaf hasılı içeren kontrol yemi, %10 siyah çay atığı, %90 yulaf hasılı içeren 1. yem, %20 siyah çay atığı, %80 yulaf hasılı içeren 2. yem, %40 siyah çay atığı, %60 yulaf hasılı içeren 3. yem ile 56 gün boyunca beslemişler. Deneme sonunda %20 ve %40, siyah çay atığı içeren yemlerle beslenen gruptaki kuzularda yem tüketimi ve ağırlık artış değerleri kontrol grubuna göre düşük, %10 çay atığı içeren yemlerle beslenen gruptaki kuzularda ise kontrol grubu ile benzer olduğu bildirilmiştir.

Uganbayar ve ark. (2006), Kore, Japon ve Çin yeşil çayı ilave edilen yemlerle beslenen tetran brown tavuklarının yumurtlama performansı ve yumurta kalitesini incelemişlerdir. Araştırmada toplam kateşin içeriği kuru maddede; %15.73 Kore, %15.60 Japon ve %14.05 olan Çin yeşil çayları kullanılmıştır. Çalışmada yemlere; %0 (kontrol), %1 ve %2 Kore yeşil çayı, %1 ve %2 Japon yeşil çayı, %1 ve %2 Çin yeşil çayı ilave edilerek hazırlanan 7 farklı yemle 168 adet tavuk 8 hafta boyunca beslenmiştir. %1 ve %2 Kore yeşil çayı içeren yemlerle beslenen tavuklarda yumurta kolesterol seviyesi diğer yemlerle beslenen gruptaki tavuklardan düşük olup fark istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Araştırma sonunda kontrol grubu yumurtlama performansı diğer gruptan düşük olup farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu bildirilmiştir.

Bose ve ark. (2008), yeşil çay kateşinlerinden olan (-)-Epigallocateşin-3-gallatın yüksek oranda yağ içeren yemlere ilavesinin farelerde karaciğer yağlanmasına ve obeziteye karşı etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada yüksek yağ içeren yemlere %0,32 oranlarında EGCG ilave edilmiş ve fareler 112 gün boyunca bu yemlerle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda EGCG ilave edilen yemle beslenen farelerde kan serumunda; glikoz (GLU), kolesterol (CHOL) ve trigliserid (TRİG) değerleri kontrol grubundan düşük bulunmuştur. Yapılan analiz sonucuna göre EGCG farelerde vücut ve karaciğer yağ miktarını kontrol grubuna göre düşürmüştür.

Tsai ve ark. (2009), obez bir grup erkek ve kadında yeşil çay tozunun diyetle alımının kilo kaybına etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda yeşil çay tozu yedirilen gruptaki insanlarda kilo kaybının kontrol grubundaki insanlara göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. Yapılan kan serum analizlerinde; toplam kolesterol ve LDL kolesterol seviyeleri deneme grubunda kontrol grubuna göre düşük, HDL kolestol seviyesi ise deneme grubunda daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Abdo ve ark. (2010), doğal antioksidan olan yeşil çay ve yeşil çay ekstresi ilave edilen yemlerle beslenen yumurta tavuklarında; yumurta üretimine, yumurtlama performansına ve yumurtaların depolama süresi boyunca kolesterol içeriğine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada %0 (kontrol), %1, %3, %5 yeşil çay yaprağı ve 0,5 kg/l, 1,5 kg/l, 2,5 kg/l yeşil çay ekstresi eklenmiş 7 farklı yemle 168 adet tavuk ve 21 adet horoz 34 hafta boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, hem yeşil çay hem de yeşil çay ekstresi ilave edilen yemlerle beslenen gruplardaki yumurta üretimi ve yumurta yoğunluğu kontrol grubundan yüksek, yem değerlendirme sayısı ise kontrol grubundan düşük çıkmıştır. Kan serumunda ve yumurtada toplam kolesterol değeri %1 yeşil çay yaprağı ilave edilen yemle beslenen grup hariç diğer gruplarda kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Kan serumunda albümin değeri ise tüm gruplarda benzer bulunmuştur.

Gad ve ark. (2013), yeşil çay ekstresinin ratların karaciğer, böbrek serum yağ profili ile bazı hematolojik parametrelerine etkilerini inceledikleri çalışmada 2 yaşındaki 20 adet albino rat kullanmışlardır. Ratları 10'arlı iki gruba ayırmışlar ve 14 hafta boyunca %0 (kontrol) ve 300 mg/kg yeşil çay ekstraktı ilave ettikleri yemlerle beslemişlerdir. Yaptıkları kan analizlerinde lökosit (WBC), eritrosit (RBC), hemoglobin (Hb) değerleri deneme yemi ile beslenen gruplardaki ratlarda kontrol grubu yemi ile beslenen ratlara göre yüksek bulunmuş olup fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Toplam eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) tüm gruplarda kontrol grubu ile benzer bulunmuştur. Çalışma sonunda serumda toplam yağ, kolesterol, trigliserid seviyelerinde kontrol grubuna göre bir düşüş toplam protein, albumin, seviyelerinde ise kontrol grubuna göre bir artış tespit edilmiş olup bu farklılık istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Globulin değeri ise tüm gruplarda benzer olup fark istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Saraee ve ark. (2015), balık yağı ve yeşil çay tozunun tavuklarda üreme performansına ve büyüme parametrelerine etkilerini incelemişler. Çalışmada; kontrol, %1 ve %1,5 yeşil çay tozu içeren yemlerle tavukları 42 gün boyunca beslemişlerdir. Çalışma sonunda ağırlık artışı, protein tüketimi ve protein değerlendirme randımanı %1,5 yeşil çay tozu içeren yemle beslenen tavuklarda diğer gruplara göre yüksek hesaplanmış olup farklılık istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur.

### 2.2.3. Yeşil Çay Dışındaki Bitkisel İmmünostimulantların Balık Yetiştiriciliğinde Kullanımıyla İlgili Çalışmalar

Düğenci (2001), gökkuşığı alabalıklarında bazı immünostimulantların spesifik olmayan bağışıklık sistemine etkilerini incelemiştir. İmmünostimulant olarak *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe* maya türleri ve türevleri kullanılmıştır. Başlangıç ortalama ağırlıkları 54 g olan gökkuşığı alabalığı yemlerine %0 kontrol yemi, *Saccharomyces cerevisiae* hücre duvarlarında elde edilen (%0,1-%1) MacroGard, (%0,1-%1) *Schizosaccharomyces pombe* ve (%0,1-%1) *S. pombe* P450 maya türlerini eklemiştir. Hazırladığı 7 farklı yemle balıkları 11–12°C su sıcaklığında vücut ağırlıklarının %2'si oranında 3 hafta boyunca beslemiştir. Çalışmada, lizozim aktivitesi (LYZ) ve toplam protein (TP) seviyeleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda LYZ %0,1 ve %1 MacroGard içeren yemlerle beslenen balıklarda diğer yemlerle beslenen balıklara göre yüksek bulunmuştur. Toplam protein seviyeleri bakımından %0,1 *S. pombe* P450 ve %1 MacroGard ilave edilmiş yemlerle beslenen gruplarda yüksek bulunmuş olup diğer gruplarla aralarında fark istatistiki olarak da önemli bildirilmiştir.

Düğenci ve ark. (2003), içeriğine %0,1 ve %1 oranında ökseotu (*Viscum album*), ısırgan otu (*U. dioica*) ve zencefil (*Z. officinale*) ekstresi eklenen yemlerle başlangıç ağırlığı 41 g olan gökkuşığı alabalıklarını 12,8°C su sıcaklığında vücut ağırlığının % 2'si oranında 21 gün boyunca beslemişlerdir. Çalışma sonunda balıklardan kan örnekleri alınmış olup kanda; lökosit (WBC), kan serumunda ise toplam protein (TP) analizleri yapılmıştır. WBC değeri %1 zencefil içeren yemle beslenen gruptaki balıklarda kontrol grubu balıklarına göre yüksek bulunmuştur. Kan serumu örneklerinde ise deneme gruplarında toplam protein kontrol grubuna göre yüksek bulunurken en yüksek değer %0,1 zencefilli yem ile beslenen grupta elde edilmiştir. Büyüme performansı parametrelerinden; spesifik büyüme, yem değerlendirme sayısı ve protein değerlendirme randıman değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşmamıştır.

Kiron ve ark. (2004), gökkuşığı alabalığı yemlerine; morina yağı (100 mg/kg ve 1000 mg/kg vitamin E), keten tohumu yağı (100 mg/kg ve 1000 mg/kg vitamin E), ve aspir yağı (100 mg/kg ve 1000 mg/kg vitamin E) ilavesinin antioksidan olarak etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 6 farklı yemle başlangıç ağırlıkları ortalama 17 g olan gökkuşığı alabalıkları 9 hafta boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda kan serum örneklerinde spesifik olmayan bağışıklık sistemi parametrelerinden, lizozim aktivitesi (LYZ) ve toplam immüoglobulin (IG) değerleri incelenmiş olup gruplar arasında bir farklılığın oluşmadığı bildirilmiştir.

Bilen (2009), başlangıç ağırlığı ortalama  $89,25 \pm 0,12$  g olan gökkuşağı alabalığı yemlerine defne (*Laurus nobilis*) ve tetra (*Cotinus coggyria*) bitkileri ilavesinin spesifik olmayan bağışıklık sistemi üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada, %0 kontrol, %0,5 defne, %1 defne, %0,5 tetra, %1 tetra ilave edilen beş farklı deneme yemi kullanmıştır. Deneme yemleri ile balıkları 3 hafta boyunca beslemiş ve 3 hafta sonunda balıklardan kan örnekleri almıştır. Daha sonra tüm deneme gruplarını kontrol grubu yemi ile 42 gün boyunca beslemeye devam edip 3 haftada bir kan alımını gerçekleştirmiştir. Çalışmada bağışıklık sisteminde meydana gelen değişimleri; hücre içi ve dışı solunuma etkisi, lizozim aktivitesi (LYZ) ve toplam protein (TP) seviyelerini inceleyerek ortaya koymuştur. Çalışma sonunda defne ve tetra bitkilerinin büyümeye herhangi bir olumlu ya da olumsuz etkisinin olmadığını bildirmiştir. Bitkisel hammadde uygulamasının ardından tüm gruplar karşılaştırıldığında özellikle tetra bitkisi içeren yemlerle beslenen balıklarda hücre içi ve dışı solunumunu, lizozim aktivitesi ve toplam protein seviyelerini arttırarak olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir.

Nya ve Austin (2009a), başlangıç ortalama ağırlığı ortalama 15 g olan gökkuşağı alabalıkları yemlerine farklı oranlarda eklenen sarımsağın (*Allium sativum*) immüno-stimulant olarak kullanımının *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisini araştırmışlardır. Çalışmada sarımsak yemlere %0 kontrol, %0,05, %0,1, %0,5 ve %1 olarak ilave edilmiş olup deneme yemleri ile balıklar  $12^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında 14 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda balıklardan kan alınarak kanda; eritrosit (RBC), lökosit (WBC), hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), toplam eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), lenfosit (LYM), monosit (MID) ve granüllü nötrofil (GRAN), kan serumunda ise toplam protein (TP), albumin (ALB) ve globulin (GLB) parametreleri incelenmiştir. Kan parametrelerinden; HGB değeri bakımından gruplar arasında fark oluşmamış, RBC ve HCT değerleri bakımından kontrol grubu deneme gruplarından düşük, MCV ve MCH değerleri bakımından kontrol grubu deneme gruplarından yüksek, WBC değeri bakımından kontrol grubu % 0,05 grubundan yüksek diğer gruplardan ise düşük belirlenmiştir. En yüksek LYM değeri % 1 grubunda, en yüksek MID ve GRAN değerleri ise % 0,5 grubunda tespit edilmiştir. Serumda LYZ aktivitesi için 15. ve 30. dakikalarda yapılan ölçümlerde % 0,1 grubu, 60. dakikada yapılan ölçümde ise % 1 grubunda en yüksek değer tespit edilmiştir. Kan serumunda; TP ve GLB değerleri bakımından kontrol grubu %0,05 ve %0,5 gruplarından yüksek %0,1 ve %1 gruplarından düşük çıkmıştır. ALB değeri bakımından



ise kontrol grubu ile deneme grupları arasında fark oluşmamıştır. Çalışma sonunda sarımsağın balık yetiştiriciliğinde hastalıklardan koruma amaçlı kullanılabileceği önerilmiştir.

Nya ve Austin (2009b), başlangıç ortalama ağırlığı ortalama 14 g olan gökkuşağı alabalıkları yemlerine farklı oranlarda eklenen zencefilin (*Zingiber officinale*) immüno stimulant olarak kullanımının *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisini araştırmışlardır. Çalışmada zencefil yemlere %0 kontrol, %0,05, %0,1, %0,5 ve %1 olarak ilave edilmiş olup deneme yemleri ile balıklar 12°C su sıcaklığında 14 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda balıklardan kan alınarak kanda; eritrosit (RBC), lökosit (WBC), hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), toplam eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), lenfosit (LYM), monosit (MID) ve granüllü nötrofil (GRAN), kan serumunda ise toplam protein (TP), albumin (ALB) ve globulin (GLB) parametreleri incelenmiştir. Kan parametrelerinden; HGB, MCH ve MCHC değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşmazken MCV değerleri bakımından deneme gruplarının hepsinde kontrol grubuna göre bir düşüş bildirilmiştir. RBC değeri kontrol grubunda deneme gruplarından düşük bulunmuştur. WBC değeri bakımından, kontrol grubu %0,05 grubundan yüksek diğer gruplardan ise düşük bulunmuştur. HCT ve GRAN değerleri deneme gruplarında kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. LYM değeri bakımından en yüksek değer %1 grubuna ait olup MID değeri bakımından ise en yüksek değer %0,5 grubunda tespit edilmiş olup bu değerler kontrol grubundan farklı bulunmuştur. Kan serumunda; TP ve GLB değerleri bakımından kontrol grubu %0,1 ve %1 gruplarından düşük olup fark istatistiki olarak önemli bildirilmiştir, ALB değeri bakımından ise kontrol grubu ile deneme grupları arasında fark oluşmamıştır. Zencefil ilave edilen yemlerle gökkuşağı alabalıklarını beslemenin *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Altınterim (2010), başlangıç ortalama ağırlıkları 102,30 g olan gökkuşağı alabalıklarında çörekotu yağının (*Nigella sativa*, L.) immün sisteme etkilerini araştırmıştır. Çörekotu yağı balıklara yeme karıştırma (%0, %0,1, %1,0, %10) interperitoneal enjeksiyonla (i.p.) (%0, %0,1, %1,0, %10) ve deriden sürme (%0, %0,1, %1,0, %10) olmak üzere üç farklı şekilde uygulama yapmıştır. Balıklardan, 3., 7., 14. ve 21. günlerde kan örnekleri alınmış olup kanda eritrosit (RBC), lökosit (WBC), hemotokrit (HCT), kan serumunda ise toplam protein (TP) ve toplam immüno globulin

(IG) değerlerine bakılmıştır. Üç farklı çörekotu uygulamasında da balıklarda lökosit değerleri kontrol grubuna göre yüksek, hematokrit ve toplam protein değerleri ise düşük bulunmuştur. Yeme ilave edilerek ve i.p. enjeksiyon yapılarak çörekotu uygulanan gruplarda eritrosit değerleri kontrol grubuna göre düşük, deriden sürme uygulaması yapılan balıklarda ise kontrol grubuna göre yüksek bulunmuş fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Çalışma sonunda eritrosit ve lökosit değerlerinin deriden sürme uygulaması yapılan balıklarda en fazla artışı gösterdiği, yeme ilave edilerek verilen balıklarda toplam protein ve toplam immünoglobulin değerlerinin kontrol grubuna göre en yüksek seviyelere ulaştığı ayrıca i.p. enjeksiyon uygulaması yapılan balıklarda toplam immünoglobulin değerlerinin diğer uygulamalara göre en yüksek seviyelere ulaştığı bildirilmiştir.

Nya ve ark. (2010), başlangıç ortalama ağırlığı 14 g olan gökkuşağı alabalıkları yemlerine farklı oranlarda sarımsak etken maddesi olan allicin ilavesinin *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 0 mL/100 g, 0,5 mL/100 g ve 1 mL/100 g oranlarında allicin ilave edilen yemlerle balıklar  $12\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında 14 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda (14.gün) balıklardan kan örnekleri alınmış olup kanda; eritrosit (RBC), lökosit (WBC) ve hemoglobin (HGB) ve kan serumunda; toplam protein (TP), albumin (ALB) ve globulin (GLB) parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonunda; ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü ve yem değerlendirme değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşmamıştır. Hemoglobin (HGB) değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşmazken, eritrosit (RBC) ve lökosit (WBC) değerleri bakımından deneme grupları kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Albumin (ALB) değeri bakımından gruplar arasında fark oluşmazken, toplam protein (TP) ve globulin (GLB) değerleri 1 mL/100 g oranında allicin içeren yemle beslenen gruptaki balıklarda yüksek bulunmuştur. Çalışma sonunda sarımsak türevinin *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Sicuro ve ark. (2010), başlangıç ağırlıkları  $44,2\pm 0,01$  g olan gökkuşağı alabalıkları yemlerine farklı oranlarda ekledikleri fabrikasyon zeytinyağı atık suyunun alabalıkların fizyolojik durumlarına etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada yemlere %0, %1 ve %5 oranında fabrikasyon zeytinyağı atık suyu eklenmiş olup bu yemlerle balıklar 94 gün boyunca vücut ağırlıklarının %1,5 oranında beslenmişlerdir. Deneme sonunda balıklardan kan örnekleri alınmış olup kanda; eritrosit (RBC), hemoglobin (HGB) ve hematokrit (HCT), kan serumunda; toplam protein (TP) ve glikoz (GLU) parametreleri

değerlendirilmiştir. Kan parametrelerinden RBC ve HCT değerleri deneme gruplarında kontrol grubuna göre yüksek, HGB değeri ise düşük çıkmıştır. Kan serumunda GLU değerleri kontrol grubuna göre artış gösterirken TP değeri %0,5 grubunda yüksek bulunmuştur. Zeytinyağı atık suyunun balık beslemede kullanımının olumlu etkilerinden dolayı bu durumun zeytin üretimi yapan Akdeniz ülkelerinin ekonomilerine bir katkı sağlayacağı bildirilmiştir.

Uluköy ve ark. (2010), gökkuşacağı alabalığı, çipura ve avrupa deniz levreğinin spesifik olmayan immün sistemi üzerine bazı geofit (yumru kök) bitki ekstrelerinin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada ekstreleri kullanılan geofit bitkiler; *Urginea maritima* (adasoğanı), *Muscari comosum* (arap sümbülü), *Lilium candidum* (beyaz zambak), *Cyclamen coum* (siklamen süs bitkisi), *Sternbergia clusiana* (vahvah çiğdem, tavuk çiçeği), *Cyclamen mirabile* (domuz turpu, domuz topalağı) *Sternbergia candida* (çakalnergis), *Crocus cancellatus* (mathew-çiğdem) *Gynandris sisyrrinchium* (yumrulu süsen bitkisi), *Narcissus tazetta* (nergis)'dir. Çipura balığına; arap sümbülü, adasoğanı, tavuk çiçeği, levrek balığına; arap sümbülü, adasoğanı, domuz turpu ve gökkuşacağı alabalığına ise; adasoğanı, arap sümbülü, beyaz zambak, siklamen süs bitkisi, tavuk çiçeği, domuz turpu, çakalnergis, mathew-çiğdem, yumrulu süsen bitkisi, nergis bitki ekstreleri denenmiştir. Bitkilerden elde ettikleri ekstreleri balıklara 0,25 mg/balık, 0,5 mg/balık, 2 mg/balık veya 1 mg/balık şeklinde interperitoneal enjeksiyonla verilmiştir. Enjeksiyonlardan sonra 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerde kan örnekleri bazı gruplarda kuyruk sapı kesilerek bazı gruplarda ise enjeksiyon yapılarak alınmış olup kanda; hematokrit (HCT) ve lökosit (WBC) değerleri, serumda ise toplam protein (TP) ve lizozim aktivitesi (LYZ) belirlenmiştir. Çalışma sonunda, kullanılan bitki ekstrelerinin farklı dozlarının farklı türlerde ve farklı haftalarda kanda ve serumda balıklan parametreleri yükselttiği genel olarak 2mg/balık dozajı uygulanan balıklarda immün sistem üzerine baskı oluşturmayıp, büyüme ve gelişme performansını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Mehrabi ve ark. (2011), başlangıç ortalama ağırlığı 4,59±0,2 g olan gökkuşacağı alabalığı yemlerine farklı oranlarda sinbiyotik (probiyotik + prebiyotik) ilavesinin büyüme performansına, kimyasal kompozisyonuna ve bazı kan serum parametrelerine etkilerini incelemiştir. Yemlere 0 g/kg (kontrol), 0,5 g/kg sinbiyotik, 1 g/kg sinbiyotik ve 1,5 g/kg sinbiyotik ilavesi yapılmış ve balıklar bu yemlerle 60 gün boyunca ortalama 13,14±0,79°C su sıcaklığında vücut ağırlıklarının %3-5 oranında beslenmişlerdir. Deneme sonunda büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve kan

serumunda toplam protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), glikoz (GLU) ve trigliserit (TRIG) parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonunda deneme yemleri ile beslenen gruptaki balıklarda ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve kondisyon faktörü kontrol grubu balıklarından yüksek yem değerlendirme sayısı ise düşük bulunmuş olup farklılık istatistiki olarak da önemli bildirilmiştir. Vücut kompozisyonu incelendiğinde ham yağ ve kuru madde değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşmazken ham protein değeri kontrol grubunda deneme gruplarına göre düşük, ham kül değeri ise kontrol grubunda deneme gruplarına göre yüksek olup fark istatistiki olarak da önemli bildirilmiştir. Kan serumunda; GLB ve TRIG değerleri tüm gruplarda benzer, TP değeri ise 1 g/kg ve 1,5 g/kg sinbiyotik içeren yemlerle beslenen balıklarda kontrol ve 0,5 g/kg sinbiyotik içeren yemle beslenen balıklara göre yüksek bulunmuş olup fark istatistiksel olarak da önemli bildirilmiştir. Kan serumunda GLU değeri bakımından deneme grupları ile kontrol grubu arasında fark oluşmamıştır.

Nya ve Austin (2011), başlangıç ortalama ağırlığı ortalama 14 g olan gökkuşuğu alabalıkları yemlerine farklı oranlarda eklenen sarımsağın *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisini araştırmışlardır. Çalışmada sarımsak yemlere 0 g/kg kontrol, 0,5 g/kg ve 1 g/kg olarak ilave edilmiş olup balıklar deneme yemleri ile 28 gün boyunca beslenmişlerdir. Kan örnekleri balıklardan 14., 21. ve 28. günlerde alınmış olup kanda; hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), eritrosit (RBC), lökosit (WBC), monosit (MID), lenfosit (LYM), nötrofil (GRAN) ve kan serumunda; toplam protein (TP) ve lizozim aktivitesini (LYZ) incelenmiştir. Çalışma sonunda, yem ve protein değerlendirme oranları bakımından gruplar arasında fark oluşmamıştır. Toplam protein (TP), hematokrit (HCT) ve hemoglobin (HGB) değerleri bakımından da gruplar arasında fark oluşmamıştır. Serum lizozim seviyeleri (LYZ) deneme gruplarında kontrol grubuna göre 21. güne kadar artış göstermiş olup daha sonra ise kontrol grubu ile benzerlik arz etmiştir. Eritrosit (RBC) değeri 14. günde 1 g/kg sarımsak içeren yemlerle beslenen balıklarda, 21. günde kontrol grubuna göre diğer iki deneme yemi ile beslenen balıklarda, 28. günde ise kontrol grubunda yüksek olup farklılıklar istatistiksel olarak da önemli bildirilmiştir. Kan parametrelerinden lökosit (WBC) değeri ise 14. günde 0,5 g/kg sarımsak içeren yemlerle beslenen balıklarda diğer gruptaki balıklara göre düşük, 21.günde ise 1 g/kg sarımsak içeren yemlerle beslenen gruptaki balıklarda 0,5 g/kg sarımsak içeren yemlerle beslenen balıklara göre yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak sarımsak ilavesi yapılmış yemlerle gökkuşuğu alabalıklarını 28 gün boyunca

beslemenin *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Yılmaz (2011), başlangıç ağırlıkları ortalama  $20,43 \pm 0,03$  g olan levrek balıklarının (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) %0 kontrol, %1 kekik, %1 biberiye ve %1 çemen bitkisi ilave ettiği dört farklı yemle 45 gün boyunca beslemiş ve balıkların büyüme performansına, yem kullanımına ve kan parametrelerine etkilerini incelemiştir. Balıkların kanında; lökosit (WBC), hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), eritrosit (RBC), toplam eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), fagositik aktivite, nitroblue tetrazolium (NBT), ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi kan serumunda ise; lizozim aktivitesi (LYZ), myeloperoksidaz aktivitesi (MPO), glikoz, albumin, globulin, bilirubin, toplam protein, kreatinin, üre, ürik asit, amilaz, lipaz, trigliserit, kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein, yüksek yoğunluklu lipoprotein, çok düşük yoğunluklu lipoprotein, alkalen fosfataz, glutamik oksaloasetik transaminaz, glutamik pirüvik transaminaz, glutamik pirüvik transaminaz, kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz, kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor ve klor analizleri gerçekleştirildi. Çalışma sonunda besin değeri ve büyüme performansı analizlerinde yeme kekik ilavesinin olumlu biberiye ve çemenin ise herhangi değişikliğe yol açmadığı tespit edilmiştir. Kanda RBC, HCT, HGB, MCV, MCHC miktarlarında bir değişimin olmadığı WBC miktarının ise kekik, biberiye ve çemen bitkisi ile beslenen balıklarda kontrol grubuna göre önemli miktarda arttığı bildirilmiştir. Bütün deneme gruplarının kan serumunda LYZ ve MPO kontrol grubuna göre artış, TRIG ve CHO ise bir azalış göstermiştir. Biyokimyasal analiz sonuçları bakımından deneme yemleri ile beslenen balıklarda kontrol yemi ile beslenen balıklara göre GLU değerinde azalma, TP ve GLB değerlerinde bir artış ve ALB değerinde ise bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir.

Keleştemur ve ark. (2012), başlangıç ağırlığı  $35,5 \pm 1,13$  g ve boyu  $12,3 \pm 0,21$  cm olan gökkuşağı alabalıklarında hipoksik (oksijen yetersizliği) şartlar altında farklı oranlarda propolis içeren yemlerle beslemenin bazı kan parametrelerine etkilerini incelemiştir. Balıklar  $4,5$  mg/l oksijen düzeyinde hipoksik şartlara bir hafta adapte edildikten sonra deneme başlatılmıştır. Balıklar  $0$  g/kg propolis içeren kontrol yemi,  $10$  g/kg propolis içeren P10 yemi ve  $30$  g/kg içeren P3 olmak üzere 3 farklı yemle  $9,5^\circ\text{C}$  su sıcaklığında vücut ağırlıklarının %3'ü kadar yem verilerek 28 gün beslenmişlerdir. Çalışma sonunda yeme propolis ilavesinin serum kolesterol (CHOL), trigliserid (TRIG) değerlerini hipoksik stres altındaki yem alımındaki azalmaya rağmen arttırarak olumlu

bir etki yaptığını, toplam protein (TP) değerlerini ise kontrol grubuna göre düşürdüğü bildirilmiştir.

Oskoi ve ark. (2012), başlangıç ağırlığı ortalama  $8\pm 0,1$  g olan gökkuşağı alabalığı yavrularının yemlerine farklı oranlarda eklenen ekinezya çiçeğinin (*Echinacea purpurea*) büyüme, kan ve kan serumunda bazı parametrelere etkisini incelemişlerdir. Çalışmada ekinezya ekstresi yemlere 0 g/kg, 0,25 g/kg, 0,5 g/kg, 1 g/kg ve 2 g/kg oranlarında ilave edilmiş olup deneme yemleri ile balıklar ortalama  $11,22\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında 56 gün boyunca beslenmişlerdir. Alınan kan örneklerinde eritrosit (RBC), hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), lökosit (WBC), % lenfosit (%LYM) ve % granüllü nötrofil (%GRAN), kan serumunda ise toplam protein (TP), albumin (ALB) ve globulin (GLB) analizleri gerçekleştirilmiştir. Kanda; RBC, WBC, %LYM ve %GRAN değerleri ile kan serumunda; TP, ALB ve GLB değerleri deneme gruplarının hepsinde kontrol grubuna göre yüksek bulunmuş olup farklılık istatistiksel olarak da önemli çıkmıştır. Kanda HCT ve HGB değerleri kontrol grubu ile 0,25 grubu arasında benzer diğer gruplardan ise düşük bulunmuştur. Büyüme parametreleri bakımından ağırlık artışı ve spesifik büyüme parametre değerleri kontrol grubunda diğer tüm gruplardan düşük yem değerlendirme sayısı ise diğer tüm gruplardan yüksek bulunmuştur. Yeme 0,5 g/kg oranında ekinezya ilavesinin büyüme, kan ve kan serumu parametrelerine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Haghighi ve Rohani (2013), başlangıç ortalama ağırlığı  $46\pm 1$  g olan gökkuşağı alabalığı yemine zencefil (*Z. officinale*) köksapının ilave edilmesinin bazı hematolojik ve immünolitik parametrelere etkisini incelemişlerdir. Çalışmada zencefil yemlere %0 ve %1 ilave edilmiş olup deneme yemleri ile balıklar  $15\pm 1^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında 84 gün boyunca beslenmişlerdir. Deneme sonunda balıklardan kan örnekleri alınmış olup kanda; eritrosit (RBC), lökosit (WBC), hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), toplam eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), lenfosit (LYM), monosit (MID) ve granüllü nötrofil (GRAN), kan serumunda ise lizozim aktivitesi (LYZ) incelenmiştir. Kan parametrelerinden; RBC, WBC, HCT, HGB, MCHC ve GRAN değerleri deneme grubunda kontrol grubuna göre yüksek olup MCH, LYM ve MID değerleri bakımından ise farklılık oluşmamıştır ( $P > 0,05$ ). Kan serumunda LYZ aktivitesi deneme grubunda kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. Zencefilin, gökkuşağı alabalığının bağışıklık sistemini güçlendirici özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir.

Yılmaz ve ark. (2015), başlangıç ortalama ağırlığı  $10,79 \pm 0,57$  g olan gökkuşuğu alabalığı yemlerine farklı oranlarda carvacrol katarak 60 gün beslemişlerdir. Denemenin 30. ve 60. günlerinde balıkların kan örnekleri alınmıştır. Çalışma sonunda carvacrolun; büyüme performansı, spesifik olmayan bağışıklık sistemi, kan ve kan serumunda biyokimyasal parametrelere etkilerini incelemişlerdir. Ticari yeme carvacrolu; 0 g/kg kontrol yemi, 1 g/kg C1 yemi, 3 g/kg C3 ve 5 g/kg C5 yemi olmak üzere 4 farklı oranda eklemişler ve ortalama  $7^{\circ}\text{C}$  derece su sıcaklığında vücut ağırlıklarının %2'si oranında beslemişlerdir. Sonuçta ağırlık artışı, yem değerlendirme ve spesifik büyüme oranları bakımından gruplar arasında fark bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). Yaptıkları kan analizlerinde; hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), eritrosit (RBC), toplam eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşmamıştır. Kan serumunda myeloperoksidaz aktivitesi 30. gün C1 ve C3 gruplarında, 60. gün ise C5 grubunda yüksek, lizozim aktivitesi ise 30. günde C3 ve C5 gruplarında diğer gruplara göre yüksek olup 60. günde ise gruplar arasında fark oluşmamıştır ( $P > 0,05$ ).

#### 2.2.4. Balık Kan Parametrelerini Etkileyen Faktörlerle İlgili Çalışmalar

Gündüz ve ark. (2002), yaklaşık ağırlıkları 2-3 kg olan gökkuşacağı alabalığı yemlerine A vitamini ve E vitamini ilavesinin seminal plazmalarında (sperme sıvısı) biyokimyasal bileşimine etkisini araştırmışlardır. Alabalıklar 60 gün boyunca 0 IU A vitamin, 0 mg/kg E vitamin içeren 1. yem (kontrol grubu), 50 mg/kg vitamin E, 0 IU vitamin A içeren 2. yem, 50 mg/kg, 15000 IU vitamin A içeren 3. yem, 100 mg/kg vitamin E, 0 IU vitamin A içeren 4. yem, 100 mg/kg vitamin E, 15000 IU vitamin A içeren 5. yem, 150 mg/kg vitamin E, 0 IU vitamin A içeren 6. yem ve 150 mg/kg vitamin E, 15000 IU vitamin A içeren 7 farklı yemle beslenmişlerdir. Deneme sonunda spermaları elle sağılmış ve seminal plazmaları elde edilmiştir. Seminal plazma örneklerinde; toplam protein, vitamin C, toplam kolesterol, vitamin E, vitamin A ve glikoz tayinlerini yapmışlardır. Vitamin E, A ve  $\beta$ -karoten, değerleri vitamin ilave edilmiş gruplarda yüksek iken; vitamin C düzeyleri değişken bulunmuştur. Toplam protein değeri hariç toplam kolesterol ve glikoz değerlerinde hafif yükselmeler olduğu bildirilmiştir.

Kubilay ve Uluköy (2002), başlangıç ağırlıkları ortalama 147 gr olan gökkuşacağı alabalığına uygulanan stresin serum kortizol, glikoz ve lizozim aktivitelerine etkilerini incelemişlerdir. Akut stres (balıkların taşınması, sıkıştırılması, yakalanması) uygulanan ve uygulanmayan 30'ar adet balık üzerinde yapılmıştır. Araştırmada stres uygulanmayan balıklarda serum kortizol, glikoz düzeyleri sırasıyla ortalama 31,50  $\mu$ /dl, 26,23  $\mu$ /dl stres uygulanan balıklarda ise sırasıyla ortalama 45,1650  $\mu$ /dl ve 58,53  $\mu$ /dl olarak belirlenmiştir. Lizozim aktiviteleri minimum 140 unit/ml, maksimum 900 unit/ml olarak stres uygulanmayan balıklarda ortalama 315,33 unit/ml, stres uygulanan balıklarda ise ortalama 554,67 unit/ml olarak bildirilmiştir.

Atamanalp ve ark. (2003), başlangıç ortalama ağırlıkları  $140 \pm 35$  g olan gökkuşacağı alabalığını kuru yem, kuru yem+karaciğer ve sadece karaciğer olmak üzere 3 farklı yemle 8 hafta boyunca besleyerek kan parametrelerinden olan hemoglobin ve hematokrit değerlerindeki değişimi tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda kuru yem ile beslenen gruptaki balıklarda hemoglobin değeri  $7,5 \pm 0,398$  g/100ml, hematokrit değeri  $30,4 \pm 1,522$  g/100ml, kuru yem+karaciğer ile beslenen balıklarda hemoglobin değeri  $8,3 \pm 0,398$  g/100ml, hematokrit değeri  $36,0 \pm 1,522$  g/100ml, ve sadece karaciğerle beslenen balıklar da ise hemoglobin değeri  $9,5 \pm 0,398$  g/100ml, hematokrit değeri  $40,4 \pm 1,522$  g/100ml olarak tespit edilmiştir. Sadece kuru yem ile beslenen balıkların hemoglobin ve hematokrit değerleri kuru yem+karaciğer ve sadece karaciğerle beslenen



gruplardaki balıklardan düşük olup istatistiksel olarak da farklı olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ). Kuru yem+karaciğer ve sadece karaciğerle beslenen gruplardaki balıklar arasında ise hemoglobin ve hematokrit değerleri arasından istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $P > 0,05$ ).

Çelik ve Çakıcı (2005), Çanakkale Boğazı'nın Güzelyalı Mevkii'nden 5-30 m arasındaki derinlikten avlanan 312 adet iskorpit balığının bazı biyokimyasal kan parametrelerini incelemiştir. Çalışma sonunda sırasıyla minimum, maksimum ve ortalama glikoz değerleri; 6,0, mg/dl, 367 mg/dl, 120,4±4,3200mg/dl, kolesterol değerleri; 18 mg/dl, 378 mg/dl, 46,1±1,979, trigliserid değerleri; 17 mg/dl, 513 mg/dl, 65,0±2,5467, toplam protein değerleri; 1,5 g/dl, 6,4 g/dl, 3,1±0,0464 g/dl, albumin değerleri; 0,3 g/dl, 3,1 g/dl, 1,1±0,0238 g/dl, globulin değerleri; 0,4 g/dl, 4,1 g/dl, 1,98±0,0415 g/dl olarak bildirilmiştir.

Charoo ve ark. (2013), ortalama ağırlıkları 1,950±50 g olan 10'ar adet dişi ve erkek gökkuşağı alabalığında cinsiyetin kan serum değerlerine etkilerini incelemiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği suyun sıcaklık, oksijen ve pH değerleri sırasıyla; 9-10°C, 8-9 mg/l, 6.8-7.5'dur. Çalışma sonunda kan serumunda toplam protein, albumin ve glikoz değerleri dişilerde sırası ile 4,4±0,8 g/dl, 0,35±0,2 mg/dl, 4,14±0,5 mg/dl erkeklerde ise 6,8±2,1 g/dl, 0,52±0,1 mg/dl, 5,8±0,3 mg/dl olarak bulunmuştur. Toplam protein, albumin ve glikoz değerleri dişilerde erkeklere göre düşük olup istatistiksel olarak da farklı bulunmuştur. Kolesterol değerleri dişilerde 48,5±2,8 mg/dl, erkeklerde ise 54,2±2,8 olarak bulunmuş olup farkın istatistiki olarak önemli olmadığı bildirilmiştir ( $P > 0,05$ ).

Ural ve ark. (2013), çalışmalarında Keban ilçesinde havuz, kafes ve doğal olmak üzere üç farklı ortamda yetişen gökkuşağı alabalığında bazı kan parametrelerini belirlemiştir. Çalışmada başlangıç ortalama ağırlıkları 102,6±58,1 g olan balıklar kullanılmış olup temin edildikleri su sıcaklıkları havuzda 14,5°C, kafeste ve doğal ortamda ise 16°C olarak bildirilmiştir. Balıklardan kan örnekleri hafif anestezi uygulandıktan sonra kuyruk saplarının kesilmesi sureti ile alınmıştır. Çalışmada biyokimyasal kan parametrelerinden; glikoz, kolesterol, trigliserit, toplam protein, albumin, globulin, kreatinin, ürik asit, üre, kan üre nitrojeni, alanin aminotransferaz, aspartat aminotransferaz incelenmiştir. Çalışma sonunda glikoz değeri; doğal, kafes ve havuzda yetişen balıklarda sırası ile ortalama 161,35±21,20 (min 34,0-max 461,0) mg/dl, 330,75±19,39 (min 131-max 465,0) mg/dl, 116,05±6,85 (min 76-max 172) mg/dl olarak bildirilmiştir. Kolesterol; doğal, kafes ve havuzda yetişen balıklarda sırası



26,8±3,40 %, 25,0±3,4 %, 22,7±3,29 %, 23,3±2,6 % olarak, bildirilmiştir. Biyokimyasal analiz sonuçları 6, 9, 12, 15 ve 18 aylık alabalıklarda toplam protein değerleri sırasıyla; 3,3 g/dl, 3,2 g/dl, 3,1 g/dl, 3,5 g/dl, 3,6 g/dl olarak, albumin değerleri sırasıyla; 1,2 g/dl, 1,2 g/dl, 1,3 g/dl, 1,3 g/dl, 1,4 g/dl olarak, globülin değerleri sırasıyla; 2,2 g/dl, 1,8 g/dl, 1,8 g/dl, 2,1 g/dl, 2,2 g/dl, glikoz değerleri sırasıyla; 168 mg/dl, 141 mg/dl, 86 mg/dl, 109 mg/dl, 110 mg/dl olarak, kolesterol değerleri ise sırasıyla; 148 mg/dl, 159 mg/dl, 162 mg/dl, 179 mg/dl, 184 mg/dl olarak bildirilmiştir. Hematolojik kan parametreleri; MCV, MCH, MCHC, %LYM, %GRAN değerleri 6, 9, 12, 15 ve 18. aylarda değişmezken WBC, RBC ve Hgb değerleri 6. ve 9. aylarda diğer aylara göre düşük tespit edilmiş olup farklılık istatistiksel olarak da farklı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneme Yeri

Çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait İyidere Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezinde yürütülmüştür.

##### 3.1.2. Balık Materyali

Çalışmada balık materyali olarak, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İyidere Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezinde üretilen ve ağırlıkları ortalama  $40,4 \pm 0,01$  g olan balıklardan rastgele yöntemle seçilen 546 adet gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır.

##### 3.1.3. Tank Materyali

Çalışmada 21 adet fiberglas tank kullanılmıştır (Şekil 3.1.3.1). Yüz (100) litrelik hacme sahip olan tankların yaklaşık 80 litrelik kısmı denemede kullanılmıştır.



Şekil 3.1.3.1. Deneme tankları (Orijinal)

### 3.1.4. Yem Hammaddesi ve Yem Materyali

Çalışmada yem hammaddesi olarak; balık unu, yeşil çay bitkisi, yeşil çay toz atığı (dust), bonkalite, mısır gluteni, soya küspesi, balık yağı, vitamin karması, mineral karması ve bağlayıcı olarak da melas kullanılmıştır. Balık unu ve yağı, mısır gluteni, buğday unu, dekstrin, vitamin ve mineral maddeler KAGSAN Karadeniz Gıda ve Tarım Sanayi A.Ş. Trabzon Yem Sanayinden temin edilmiştir. Yeşil çay toz atığı Rize ÇAYKUR Cumhuriyet Çay Fabrikasından alınmıştır. Yeşil çay ise Rize İli Merkeze bağlı Elmalı Köyünden mayıs ayının ilk haftası toplanarak elde edilmiştir.

Yem yapımında kullanılan balık unu, mısır gluteni, soya küspesi ve bonkalite hammaddelerin (Şekil 3.1.4.1) öğütülmesi için boğaziçi marka 300–500 W güce sahip 1 kg kapasiteli öğütme cihazı ve öğütülen hammaddelerin elendiği 500 µm göz açıklığına sahip elek kullanılmıştır. Kurutulmuş yeşil çay yapraklarının öğütülmesi için BOSH marka 180 W'lık kahve değirmeni kullanılmıştır. Yem hammaddelerinden elde edilen homojen karışımın, balıkların yiyebileceği şekil ve boyuttaki uygun pelet büyüklüğüne (3 mm çapında) getirilmesi işlemi için kıyma makinesi kullanılmıştır. Yeşil çayın yem hammaddesi olarak hazırlanması aşamasında kurutma işleminde fanlı nitelikteki etüv, yemlerin kurutulmasında ise fansız etüv kullanılmıştır. Kurutulmuş çay yaprağının ve hazırlanan deneme yemlerinin neminin ölçülmesinde DHAUS MB45 marka nem tayin cihazı kullanılmıştır.



**Şekil 3.1.4.1.** Yem yapımında kullanılan hammaddeler. A: yeşil çay, B: balık unu, C: soya küspesi, D: mısır gluteni, E: Bonkalite (Orijinal)

Yem yapımında kullanılan hammaddelerin besin madde içeriği Çizelge 3.1.4.1'de sunulmuştur. Yem yapımında kullanılan ham maddelerin besin madde içeriklerinin % oranları Çizelge 3.1.4.2'de, deneme için hazırlanan 7 farklı yemin kimyasal kompozisyonu ise Çizelge 3.1.4.3'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1.4.1.** Deneme yemlerinin yapımında kullanılan yem hammaddelerin besin madde içerikleri. KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül, HS: ham selüloz

Hammadde	Hammaddelerin besin madde içeriği (%)				
	KM	HP	HY	HK	HS
Balık unu	93,0	70,5	11,5	10,9	0,5
Yeşil çay	95,6	25,2	5,4	4,6	11,3
Bonkalite	90,0	14,3	2,5	1,3	1,3
Mısır gluteni	92,9	65,0	2,3	3,9	4,7
Soya küspesi	89,6	46,5	2,9	6,3	3,5
Dust	97,2	25,8	3,5	4,6	11,9

**Çizelge 3.1.4.2.** Araştırmada kullanılan rasyonları oluşturan yem hammaddelerinin deneme gruplarına göre % oranları. %0,25: %0,25 oranında yeşil çay içeren yem, %0,5: %0,5 oranında yeşil çay içeren yem, %1: %1 oranında yeşil çay içeren yem, %2: %2 oranında yeşil çay içeren yem, %3: %3 oranında yeşil çay içeren yem, %1D: %1 oranında yeşil çay toz atığı (dust) içeren yem

Yem Hammaddeleri (%)	Gruplar						
	Kontrol	%0,25	%0,5	%1	%2	%3	%1D
Balık unu	30	30	30	30	30	30	30
Yeşil çay	-	0,25	0,5	1	2	3	-
Dust	-	-	-	-	-	-	1
Bonkalite	18	17,75	17,5	17	16	15	17
Mısır gluteni	18	18	18	18	18	18	18
Soya küspesi	20	20	20	20	20	20	20
Balık yağı	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Vitamin karması*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mineral karması**	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Melas	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
<b>Toplam</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\*: Vitamin karması (mg/kg karışım): vitamin D3, 2500000 IU; vitamin A, 12500000 IU; vitamin K3, 125000 mg; vitamin E, 200000 mg; vitamin C mono, 250000 mg; vitamin B6, 20000 mg; vitamin B2, 25000 mg; vitamin B12, 30 mg; vitamin B1, 20000 mg; niacin, 150000 mg; inositol, 250000 mg; folic asit, 8000 mg; d-biotin, 600 mg; calcium-d-pantothenate, 50000 mg; antioksidan, 150000 mg. \*\*: Mineral karması (mg/kg karışım): Selenyum, 300 mg, Manganez, 20000 mg; Kobalt, 3500 mg; İyot, 2500 mg; Çinko, 10000 mg; Bakır, 6000 mg.

**Çizelge 3.1.4.3.** Deneme için hazırlanan 7 farklı yemin kimyasal kompozisyonu (%).  
KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül, HS: ham selüloz.

Deneme yemleri	Yemin kimyasal kompozisyonu (%)				
	KM	HP	HY	HK	HS
Kontrol	93,7±0,04	44,5±0,13	17,6±0,06	7,4±0,03	1,94±0,01
%0,25	93,8±0,10	44,5±0,05	17,5±0,02	7,3±0,05	2,0±0,01
%0,5	90,8±0,11	44,4±0,06	17,2±0,04	7,3±0,01	2,0±0,03
%1	93,8±0,13	44,6±0,09	17,6±0,04	7,4±0,13	2,05±0,01
%2	94,0±0,02	44,7±0,07	17,7±0,05	7,4±0,03	2,1±0,03
%3	95,0±0,08	44,8±0,07	17,7±0,09	7,4±0,03	2,3±0,05
%1D	93,7±0,02	44,7±0,03	17,5±0,07	7,7±0,02	2,3±0,02

%0,25: %0,25 oranında yeşil çay içeren yem, %0,5: %0,5 oranında yeşil çay içeren yem, %1: %1 oranında yeşil çay içeren yem, %2: %2 oranında yeşil çay içeren yem, %3: %3 oranında yeşil çay içeren yem, %1D: %1 oranında dust içeren yem.

### 3.1.5. Besin Madde Analizleri İçin Kullanılan Materyal

Kuru madde analizleri etüvde, ham protein analizleri Kjeldahl yakma ünitesi ve otomatik destilasyon ünitesinde, ham yağ analizleri yağ tayin cihazında, ham kül analizleri ham kül fırınında, ham selüloz analizleri Gerhart marka tam otomatik selüloz tayin cihazında, kateşin analizleri yüksek basınçlı sıvı kromatografi (HPLC: High Pressure Liquid Chromatography) cihazında yapılmıştır.

### 3.1.6. Kan Analizleri İçin Kullanılan Materyal

Kan serumunda biyokimyasal ve immünolojik analizleri gerçekleştirmek üzere balıklarından kan örneklerinin alınması için 2,5 ml'lik 21 numaralı enjeksiyon, alınan kan örneklerinin muhafazası için jelli tüpler (Vacutaineer) ve kanın santrifuj için HERMLE Z 206 A marka santrifuj cihazı kullanılmıştır. Kan serumları ayrıldıktan sonra serum eppendorf tüplerinde muhafaza edilmiştir. İçerisinde kan serumu bulunan eppendorf tüpler -73°C sıcaklıktaki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Kan serumunda biyokimyasal analizler için Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazı kullanılmıştır. Deneme sonunda balıklardan alınan kanlardan hematolojik analizlerin gerçekleştirilmesi için alınan kan antikoagülant EDTA (Etilen daimin tetra asetik asit)'li tüplere konmuştur. Balık kanında hematolojik analizler için PE-6800 VET tam otomatik hematoloji analiz cihazı kullanılmıştır.



## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Yem Hammaddesi Olarak Yeşil Çayın Hazırlanması

Çalışmada kullanılan yeşil çay tozunun elde edilmesi için Rize İli Merkez ilçeye bağlı Elmalı Köyünden mayıs ayının ilk haftası toplanan yeşil çay, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Laboratuvarına getirilmiş (Şekil 3.2.1.1a,b,c) ve çaya karışmış olabilecek yabancı ot ve odunlardan temizlenmiştir (Şekil 3.2.1.1d). Daha sonra, denemede kullanılacak yeşil çayın yemlerde kullanıma hazır hale getirilmesi çalışmalarına başlanmıştır.



**Şekil 3.2.1.1.** Yeşil çayın toplandığı çaylık (a), yeşil çay fideleri (b), laboratuara getirilen yeşil çay (c) ve çay bitkisine karışmış olabilecek yabancı ot ve odunların temizlenmesi (d) (Orijinal)

Yaş çay yaprağının araştırmada kullanılacak hale getirilmesi için, yaş çay yaprağının etüvde kurutulması gerekmektedir. Ancak yaş çay yaprağının hangi sıcaklıkta ve ne kadar sürede kurutulması gerektiği konusunda net bir bilgi olmadığı için yaş çay yaprağının kurutulması için gerekli olan etüv sıcaklığı, etüv niteliği (fanlı



veya fansız etüv) ve yaş çay yaprağının etüvde bekletilme süresinin belirlenmesi için üç farklı girişim (uygulama) yapılmıştır.

1. girişim: Literatürde balık yemlerinde kullanılan bitkisel hammaddelerin (kekik, biberiye ve çemen) etüvde kurutulması için 40°C sıcaklığın uygun olduğu belirtilmiştir (Yılmaz, 2011; Sözlü görüşme S. Yılmaz, 2014). Bunun üzerine yaş çay yaprakları yaklaşık 80–90 g olacak şekilde kese kâğıtlarına sıkıştırılmadan yerleştirilip tartıldıktan sonra (Şekil 3.2.1.2), 40°C sıcaklığa ayarlanmış, fanlı ve fansız nitelikteki 2 etüve yerleştirilmiştir (Şekil 3.2.1.3a,b). Etüvlere yerleştirilen çay yaprakları 6 saatte bir kontrol edilmiştir. Fanlı etüve konulan çayın, 45 saat sonra, fansız etüve konulan çayın ise 65 saat sonra yapraklarının bir kısmının karardığı (bozulduğu), bir kısmının ise hala yeşilliğini koruduğu ve yeterli derecede kurumanın sağlanamadığı belirlenmiştir (Şekil 3.2.1.3c,d,e,f). Yani, kese kâğıtlarına konulan yeşil çay bitkisinin, 40°C sıcaklığa ayarlanmış fanlı etüvde 45 saat, fansız etüvde ise 65 saat bekletildikten sonra, deneme yemlerinde kullanılabilir özellik ve görünümünde olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 3.2.1.2. Yeşil çayın kese kâğıtlarına sıkıştırılmadan yerleştirilmesi ve tartımı (Orijinal)



**Şekil 3.2.1.3.** 40°C sıcaklığa ayarlanmış fansız (a) ve fanlı (b) nitelikteki 2 etüve yerleştirilmiş çay içeren kese kağıtları. 1. girişim sonunda fanlı etüve konulan çayın 45 saat sonraki görünümü (c, d) ile fansız etüve konulan çayın 65 saat sonraki (e,f) görünümleri (Orijinal)



2. girişim: Kacar (1990) yaş çay yapraklarının 65–70°C sıcaklıkta uygun bir şekilde kurutulabileceğini, kurutma dolabının (etüvün) niteliğine bağlı olarak bu işin 24 ya da 48 saat içerisinde tamamlanabileceğini belirtmiştir. Bunun için, yaş çay yaprakları yaklaşık 80–90 g olacak şekilde kese kâğıtlarına sıkıştırılmadan yerleştirilip tartıldıktan sonra, 70°C sıcaklığa ayarlanmış, fanlı ve fansız nitelikteki 2 etüve yerleştirilmiş ve kurumaları 3–5 saat aralıklarla kontrol edilmiştir. Fanlı etüvde 15 saat sonunda, fansız etüvde ise 18 saat sonunda çay yapraklarının tamamının karardığı (Şekil 3.2.1.4a,b,c,d) ve yanık kokusu saldığı belirlenmiştir. İkinci girişim sonunda da, yani 70°C sıcakta ve kese kâğıtlarında, fanlı etüvde 15 saat, fansız etüvde ise 18 saat bekletildikten sonra çay yaprağının yemlerde kullanılabilir özelliklerini ve görünümünü yitirdiği belirlenmiştir.



**Şekil 3.2.1.4.** 70°C sıcaklığa ayarlanmış, fansız ve fanlı etüvlere yerleştirilmiş kese kâğıdı içerisindeki çayın 2. girişim sonundaki görünüşleri. Fansız etüve konulan çayın 18 saat sonraki görünüşleri (a,b,c) ile fanlı etüve konulan çayın 15 saat sonraki (d) görünüşü (Orijinal)

3. girişim: ÇAYKUR Genel Müdürlüğü bünyesinde üretilen yeşil çayın eldesinde ise aşağıdaki aşamalar uygulanmaktadır (Kacar, 2010; Sözlü görüşme H. Çebi, 2014).

1. aşama: toplanan çay yaprakları, plastik kasalarda çay fabrikasına getirilir ve taşıyıcı bantlarla şoklama ünitesine aktarılır. 2. aşama: bu aşama buhar verme (steaming) ya da şoklama işlemi olarak isimlendirilir. Çay yapraklarına 1–3 dakika boyunca 100–110°C sıcak buhar verilmesi ile şoklama işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemin amacı yaş çay yaprağında bulunan ve oksidasyonu gerçekleştiren tüm enzimleri etkisiz hale getirmektir. 3. aşama: bu aşama soğutma işlemi olarak isimlendirilir. Şoklanan yaş çay yapraklarını soğutmak ve yüzeylerindeki suyun kısmen buharlaşmasını sağlamak amacı ile yapılır. Şoklanan çay yaprakları hızlı bir şekilde soğutulur ve sıcaklık 20–25°C'ye düşürülür. 4. aşama: bu aşama ilk kurutma işlemi olarak adlandırılır. Bu işlem 60–65°C sıcaklıkta 15–20 dakika boyunca uygulanır ve çayın kıvrılması sırasında yaprak özsuyunun akıp gitmesini önlemek için uygulanır. 5. aşama: Çay yapraklarına kıvrım kazandırmak için gerçekleştirilen birinci kıvrım işlemidir. Uygulama süresi 40–45 dakikadır. 6. aşama: Oluşan çay topaklarının ayrılması ve çay yapraklarının yeterli düzeyde havalandırılması için uygulanan eleme işlemidir. 7. aşama: yapılan son kurutma işlemi olup 60–90 dakika sürer. Uygulanan sıcaklık 100–120°C'dir. Bu işlem sırasında son şekillendirme ve kurutma sağlanmış olur.

1. ve 2. girişimde yaş çay yaprağının araştırmada hazırlanacak yemlerde kullanılabilir hale getirilmesi için, gerekli kurutmanın sağlanamaması üzerine ÇAYKUR Genel Müdürlüğü bünyesinde üretilen ve yukarıda işlem basamakları belirtilen kıvrım esaslı yeşil çay üretim aşamaları dikkate alındığında, yeşil çay üretiminde yüksek sıcaklığın yaş çay yaprağına zarar vermediği, yeşil rengini koruduğu ve içerisindeki mevcut polifenollerin yapısını korumuş olabileceği düşünülmüştür. Bunun üzerine; yaş çay yaprakları 90°C sıcaklığa ayarlanmış, fanlı etüv içerisine kurutma kâğıtları üzerine 2–3 cm kalınlığında serilerek yerleştirilmiş ve çayın kuruması izlenmiştir. Etüvdeki yaş çay yapraklarının 30 dakika sonunda oldukça yeşilimsi kuru yaprak halini aldığı (Şekil 3.2.1.5), avuç içerisinde sıkıldığında yaprakların kırılma çıtırtısının duyulduğu ve DHAUS MB45 marka nem cihazında (Şekil 3.2.1.6) ölçüm yapıldığında ise kurutulan çay yaprağının neminin %10'un altında (yaklaşık %8–9 civarında) olduğu belirlenmiştir. Böylece son girişimin, yaş çay yaprağının kurutulması ve balık yemlerinin hazırlanmasında kullanılması amacıyla uygun yöntem olduğu belirlenmiştir.



a



b

**Şekil 3.2.1.5.** 90°C sıcaklığa ayarlanmış fanlı etüv içerisindeki çayın 30 dakika kurutulduktan sonraki yeşilimsi kuru yaprak halini almış görünümü (a, b) (Orijinal)



**Şekil 3.2.1.6.** Kurutulmuş çay yaprağı neminin ölçüldüğü DHAUS MB45 marka nem cihazı (Orijinal)

Yukarıda çay yaprağının uygun şekilde kurutulmasını belirlemek için yapılan 3 girişim neticesinde farklı kurutma sıcaklığının, kurutulmuş çay yaprağının toplam polifenol içeriğine etkisinin olup olmadığı sorusu ortaya çıkmıştır (H. Çebi, 2014 sözlü görüşme). Bu soruya cevap olabilecek herhangi bir uygulama ve literatür bilgisine de ulaşılammıştır.

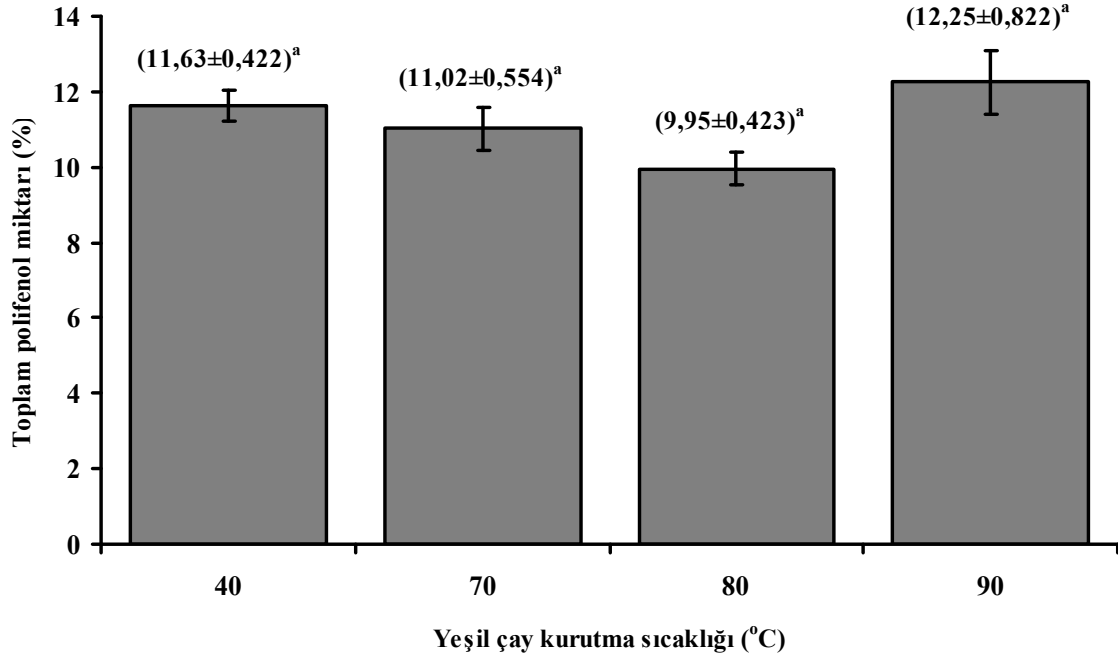
Karşımıza çıkan sıcaklığın polifenol miktarına etkisi olabilir mi? sorusuna yanıt bulmak için farklı sıcaklıklarda (40°C, 70°C, 80°C ve 90°C) kurutulan yaş çay yaprağının toplam polifenol içeriği analizlerinin yapılması planlanmıştır.

Çayın toplandığı yer ve yükselti çayın polifenol içeriğini etkilediği (Sakakibara ve ark., 2003; Kacar, 2010) için aynı mevkiden toplanan yeşil çay yaprakları, fanlı etüvde ince bir şekilde serilerek 40°C sıcaklıkta 12 saat, 70°C’de 1,5 saat, 80°C’de 1 saat 20 dakika ve 90°C sıcaklıkta ise 30 dakika bekletilerek yaş çayın uygun özellikte kurutulması sağlanmıştır. (Not: farklı sıcaklıkta kurutularak istenilen özellikte kuru çayın elde edilmesi için çayın fanlı etüvde ve ince bir şekilde serilmesi gerektiği tecrübe ile tespit edilmiştir).



Toplam polifenol analizleri ÇAYKUR Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında, ISO 14502-1:2005(E)'ya göre 3 paralelli olarak yapılmıştır (Anonim, 2005a). Sonuçlar Şekil 3.2.1.7'de gösterilmiştir.

Sıcaklık grupları arasında yapılan varyans analizi (One-way ANOVA) sonuçları, 4 farklı sıcaklıkta kurutulmuş yeşil çay yaprağının toplam polifenol miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı ( $P = 0,1049$ ) belirlenmiştir.



**Şekil 3.2.1.7.** Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş yeşil çayın toplam polifenol miktarları. Dikey çizgiler standart hatayı göstermektedir

Toplam polifenol analizi yapılmak üzere hazırlanan kurutulmuş çay yapraklarının görüntüleri Şekil 3.2.1.8 ve Şekil 3.2.1.9'da gösterilmiştir.



a



b

**Şekil 3.2.1.8.** Fanlı etüvde ince bir tabaka halinde serilerek 40°C sıcaklıkta 12 saat (a), 70°C'de 1,5 saat bekletilerek (b) yaş çayın uygun özellikte kurutulmuş görünümü (Orijinal)





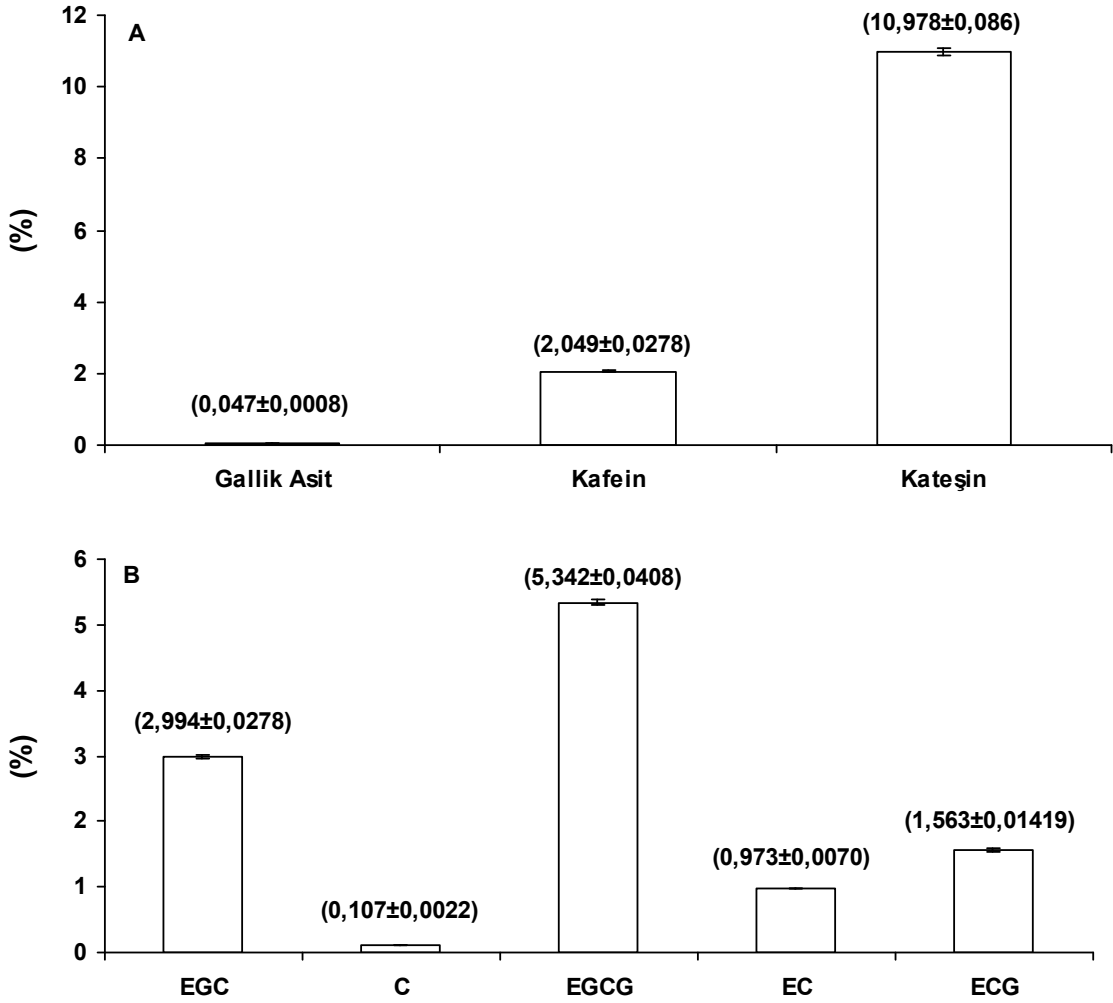
a



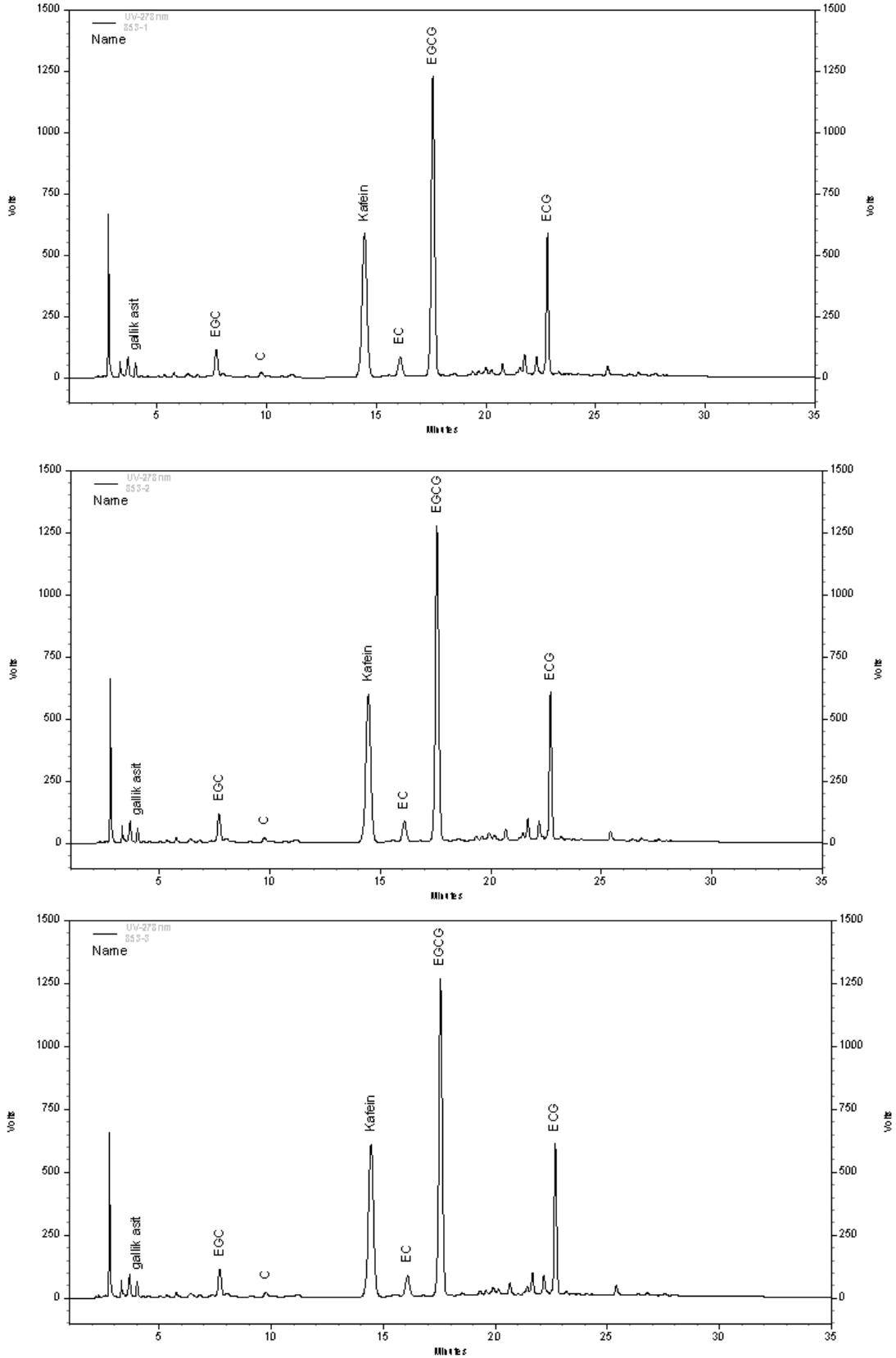
b

**Şekil 3.2.1.9.** Fanlı etüvde ince bir tabaka halinde serilerek 80°C sıcaklıkta 1 saat 20 dakika (a) ve 90°C sıcaklıkta 30 dakika (b) bekletilerek uygun özellikte kurutulmuş çayın görünümü (Orijinal)

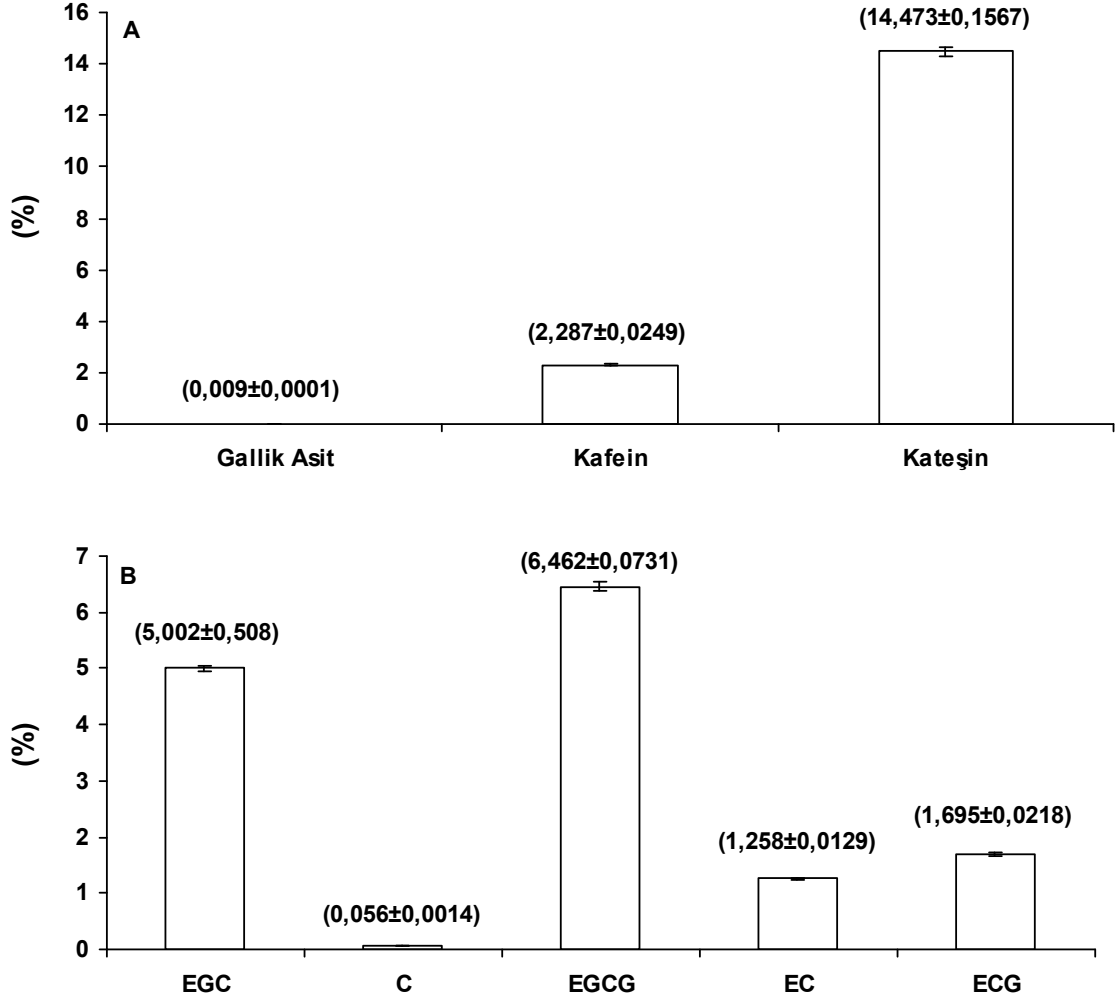
Yem hazırlanmasında kullanılan yeşil çay tozu için elde edilen fenolik madde miktarlarının % değerleri Şekil 3.2.1.10'da, fenolik bileşik kromatogramları ise Şekil 3.2.1.11'de sunulmuştur. Yeşil çay tozu için elde edilen fenolik madde miktarlarının % değerleri Şekil 3.2.1.12'de fenolik bileşik kromatogramları ise Şekil 3.2.1.13'de sunulmuştur.



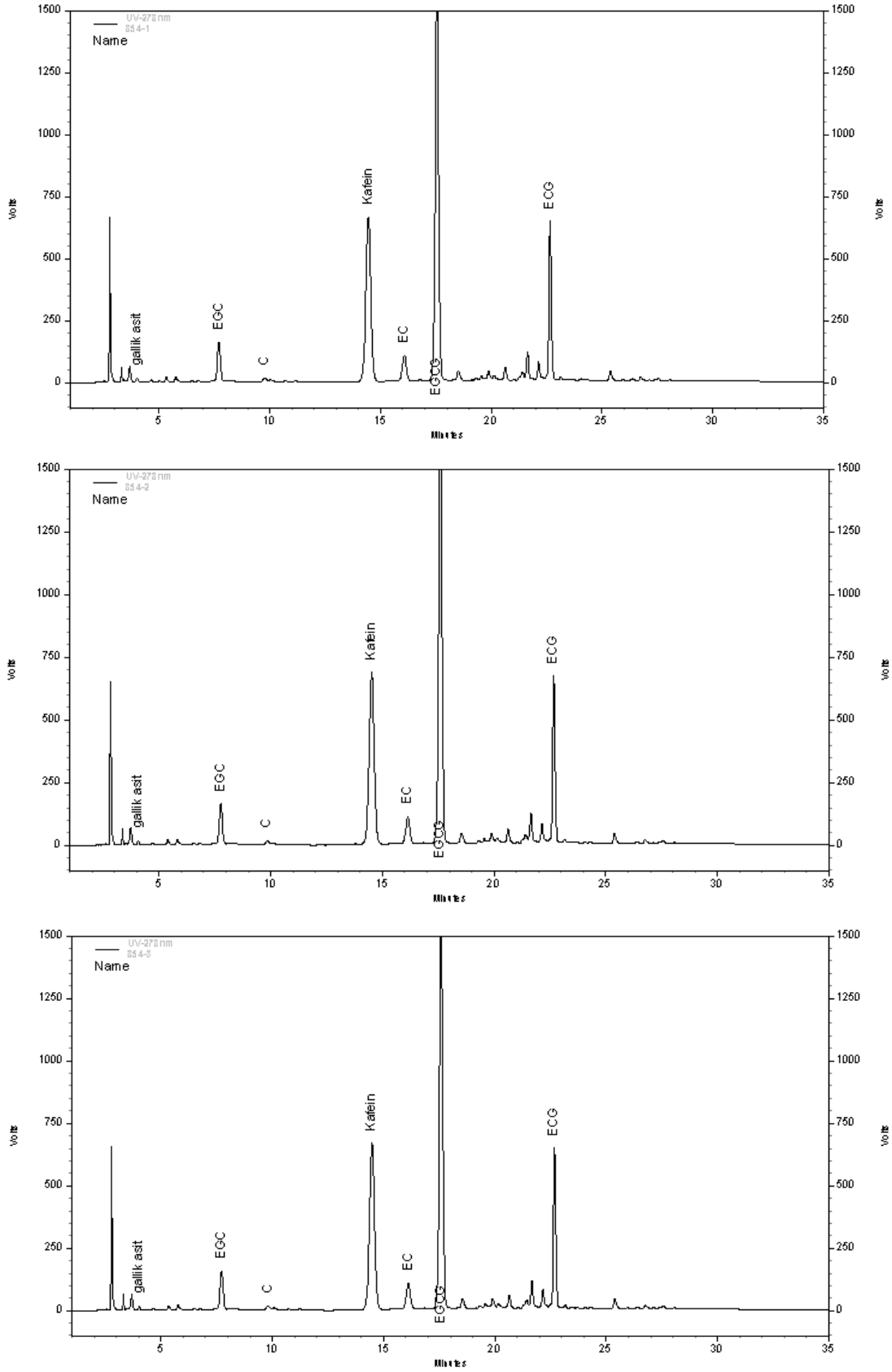
**Şekil 3.2.1.10.** Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çayın fenolik madde içeriği. A: yeşil çaydaki gallik asit, kafein ve kateşin miktarları (%). B: yeşil çaydaki farklı kateşinlerin oranı (%), *EGC*: Epigallat kateşin, *C*: Kateşin, *EGCG*: Epigallat kateşin gallat, *EC*: Epikateşin, *ECG*: Epikateşin gallat



**Şekil 3.2.1.11.** Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çay fenolik bileşiklerinin kromatogramları. *EGC*: Epigallat kateşin, *C*: Kateşin, *EC*: Epikateşin, *EGCG*: Epigallat kateşin gallat, *ECG*: Epikateşin galat



**Şekil 3.2.1.12.** Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çay tozunun (dust) fenolik madde içeriği. A: dusttaki gallik asit, kafein ve kateşin miktarları (%). B: dusttaki kateşin miktarı (%), *EGC*: Epigallat kateşin, *C*: Kateşin, *EGCG*: Epigallat kateşin gallat, *EC*: Epikateşin, *ECG*: Epikateşin gallat



**Şekil 3.2.1.13.** Yem hammaddesi olarak kullanılan yeşil çay tozu (dust) fenolik bileşiklerinin kromatogramları. *EGC*: Epigallat kateşin, *C*: Kateşin, *EC*: Epikateşin, *EGCG*: Epigallat kateşin gallat, *ECG*: Epikateşin galat

Yukarıda sunulan 3. girişimde belirtilen yönteme göre yapılan kurutma işlemi ile yeşil çay yaprağında uygun kurutma sağlandıktan sonra, deneme yemlerinin hazırlanmasında kullanılan yeterli miktardaki kurutulmuş yeşil çay yaprağının üretimi yapılabilmektedir. Üçüncü girişimde belirtilen yönteme göre elde edilen kuru çay yaprağı BOSH marka 180 W'lık kahve değirmeninde öğütülmüş (Şekil 3.2.1.14) ve daha sonra 500 µm göz açıklığındaki elekten geçirilerek deneme yemlerinde kullanıma hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.2.1.15). Bu şekilde yaklaşık 3 kg yeşil çay tozu üretilmiştir (Şekil 3.2.1.15).



**Şekil 3.2.1.14.** 90°C sıcaklığa ayarlanmış fanlı etüvde 30 dakikada kurutulmuş yeşil çay yaprağının BOSH marka 180 W'lık kahve değirmeninde öğütülmesi (a) ile öğütülmüş (b) hali (Orijinal)



Şekil 3.2.1.15. 500 µm göz açıklığındaki elekte elenerek deneme yemlerinde kullanıma hazır hale getirilmiş (a) ve plastik kaplara stoklanmış yeşil çay tozu (b,c) (Orijinal)



### 3.2.2. Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Yem yapımında kullanılan hammaddelerin besin madde analizleri yapıldıktan sonra deneme balığının besin madde ihtiyaçları göz önüne alınarak, deneme yemlerinin ham proteini %44,5 ve ham yağ içeriği %17,5 olacak şekilde hazırlanmıştır. Deneme yemlerinin hazırlanmasında yeşil çay ilave edilen yemlerde yeşil çayın katıldığı oranda bonkaliteden eksiltilmiş ve diğer hammaddelerin oranları sabit tutulmuştur (Çizelge 3.1.4.2).

Yem yapımına başlamadan önce ilk olarak balık unu, mısır gluteni, soya küspesi, bonkalite öğütücü (Boğaziçi marka 300–500 W güce sahip 1 kg kapasiteli) ile öğütülmüş ve göz açıklığı 500 µm olan elekten geçirilmiştir.

Yem hammaddeleri Çizelge 3.1.4.2’de belirtilen oranlarda tartılarak birbirleriyle iyice karıştırılacakları yem hazırlama kabına konulmuş (Şekil 3.2.2.1A) ve homojenite sağlanıncaya kadar iyice karıştırılmışlardır (Şekil 3.2.2.1B). Bu karışımın üzerine balık yağı eklendikten sonra yağla iyice karıştırılan hammaddelere daha sonra vitamin, mineral karmaları ile birlikte pelet bağlayıcı da eklenerek homojenite sağlanıncaya kadar iyice karıştırılmaya devam edilmiştir. Yapılacak yemin toplam ağırlığının %35’i kadar su ilavesi yapıldıktan sonra homojen karışım elde edilinceye kadar yoğurma işlemine devam edilmiştir. Elde edilen homojen karışımın, balıkların yiyebileceği şekle ve boyuta getirilmesi pelet büyüklüğünü sağlayacak göz açıklığına (3 mm çapında) sahip kıyma makinesinden üçer kez çekilerek hazırlanmıştır (Şekil 3.2.2.1C). Daha sonra kıyma makinesinden çıkarılarak hazırlanan yemlerin nem içeriğinin %10’un altına düşürülmesi için yemler 60°C sıcaklığa ayarlanmış etüvde (kurutma dolabı) 12 saat kurutulmuştur (Şekil 3.2.2.2). Kurutulan yemler balıkların alabilecekleri uygun boyutlarda kırılarak hazırlanmış ve -20°C’de sıcaklığa sabitlenmiş derin dondurucuda muhafaza edilmişlerdir. Daha sonra yemlerin besin madde analizleri yapılmıştır.





**Şekil 3.2.2.1.** Deneme yemlerinin hazırlanışı. A: Kullanılan yem ham maddeleri, B: Ham maddelerin karıştırılması, C: Yemlerin balıkların alacakları büyüklükte kıyma makinesinde hazırlanışı (Orijinal)



**Şekil 3.2.2.2.** Etüvde kurutulan yemler (Orijinal)

### 3.2.3. Denemenin Kurulması

Araştırmanın yapıldığı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İyidere Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezinde yetiştirilmiş olan, gözle görülür bir sağlık sorunu olmayan ve ortama uyumları sağlanmış gökkuşağı alabalıkları, 100 litre su hacmine sahip sürekli su akışı sağlanan yuvarlak fiberglas tankların her birine 26 adet olacak şekilde stoklanmıştır. Çalışmada ortalama canlı ağırlıkları  $40,4 \pm 0,01$  g olan 546 adet balık kullanılmıştır. Yedi grup ve her bir grup üç tekrerrürlü olarak planlanan araştırmada 21 adet yuvarlak fiberglas tank kullanılmıştır. Gruplar arasında ortalama canlı ağırlık bakımından görülen farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı Varyans Analizi (ANOVA: Analysis of Variance) ile tespit edilmiştir. Deneme başında gruplar arasında ortalama balık ağırlıkları bakımından görülen farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (ANOVA:  $P > 0,05$ ).

Balıkların stres vb. etkiler nedeniyle tank dışına atılmalarını önlemek için tankların üzeri ince gözlü ağ ile kapatılmıştır. Tanklara eşit miktarda ve yeterli düzeyde su akışı sağlanmıştır. Tankların bulunduğu ortam normal gün ışığı ile aydınlatılmış, fakat geceleri ışıklandırma yapılmamıştır. Araştırma yemleri olarak: kontrol, %0,25, %0,5, %1, %2, %3 oranında yeşil çay ve %1 oranında dust içeren yemler hazırlanmıştır. Denemede balıklar vücut ağırlıklarının %2'si oranında günde iki kez elle yemlenmiştir.

Deneme başı balık eti ve karaciğerde besin madde analizlerinin yapılabilmesi ve büyüme performansı parametrelerinin belirlenmesi için stoktaki balıklardan 30 adet deneme sonunda ise her gruptan 15 adet balık alınarak  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Deneme başı 30 adet balıktan kan örnekleri alınmış olup bu işlem 15 günde bir her gruptan 9 adet balıktan alınarak devam edilmiştir. Elde edilen kan örnekleri santrifuj edilerek kan serumları çıkarılmış ve serum örnekleri analizlerin yapılacağı süreye kadar  $-73^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### 3.2.4. Besin Madde Analizleri

Denemede kullanılmak üzere homojen hale getirilerek hazırlanan yem hammaddeleri, deneme yemleri ile balık eti ve karaciğer örneklerinde besin madde analizleri kapsamında: kuru madde, ham protein, ham yağ, ham kül ve ham selüloz analizleri aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır. Ayrıca balık eti ve karaciğer analizleri kuru maddede gerçekleştirilmiş olup sonuçlar yağ ağırlığına çevrilerek hesaplanmıştır.

### 3.2.4.1. Kuru Madde (KM)

Kuru madde analizi AOAC (1995)' da açıklanan yöntem dikkate alınarak aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır. Sabit tartıma getirilerek daraları alınan petri kaplarının içerisine homojen hale getirilmiş yem hammaddeleri, deneme yemleri ve balık eti örneklerinden 3–5 g konulmuştur. Örnekler 105°C sıcaklığa ayarlanmış etüvde sabit tartım sağlanana kadar yaklaşık 12 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler oda sıcaklığına gelene kadar desikatörde soğutulmuştur. Soğuyan krozeler tekrar tartıldıktan sonra kuru madde oranı aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$KM = \left[ \frac{(Dara + KM) - (Dara)}{ÖM} \right] * 100 \quad [3.2.1]$$

Formülde,  $KM$  = Kuru madde (%) ve  $ÖM$  = Örnek miktarı (g) dır.

### 3.2.4.2. Ham Protein (HP)

Ham protein analizleri Kjeldahl metoduna göre (AOAC, 1980a) yapılmıştır. Bunun için homojenize edilmiş yem hammaddeleri, deneme yemleri ve balık eti örneklerinden 0,5 g örnek hassas terazide tartılarak Kjeldahl yakma tüplerine konulmuştur. Daha sonra her bir Kjeldahl yakma tüpünün içerisine katalizör olarak 1 tablet (potasyum sülfat ( $K_2SO_4$ ) + bakır sülfat ( $Cu_2SO_4$ )) ve 25 ml derişik sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) eklenmiştir. Böylece örnekler analiz için Kjeldahl yakma ünitesine (Şekil 3.2.4.2.1a) yerleştirilecek hale getirilmiştir. Kjeldahl yakma tüpleri 420°C sıcaklığa ayarlanmış Kjeldahl yakma ünitesine yerleştirilmiş ve tüplerin içerisindeki sıvı yeşil-sarı saydam renge dönüşüncüye kadar yaklaşık 5–6 saat yakma işlemi yapılmıştır (Bher, InKjel M 12'li yakma ünitesi). Bu süre sonunda yakılan örnekler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan tüpler Bher distillation ünit S5 (Otomatik titratör titrohine easy, TB1) marka otomatik destilasyon ve titrasyon cihazının (Şekil 3.2.4.2.1b) içerisine tek tek yerleştirilmiş, destilasyon ve titrasyonları yapılmıştır.

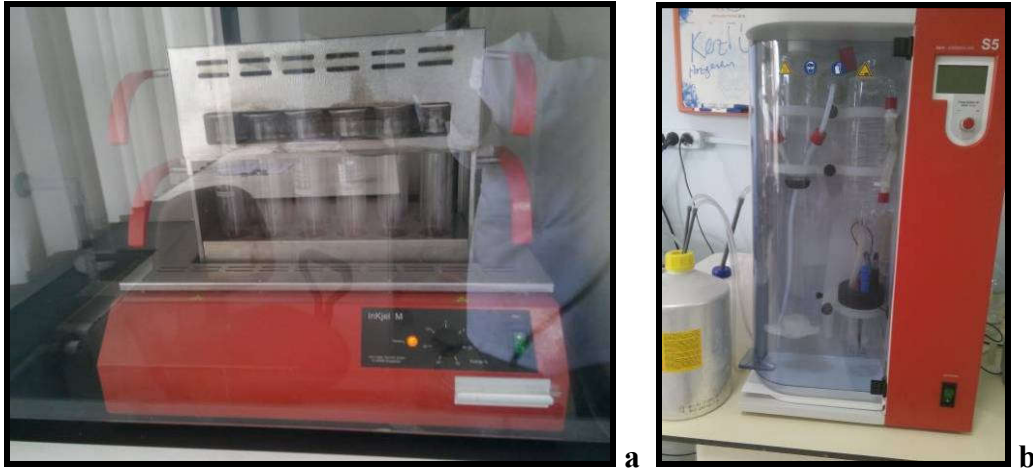
Bu işlem cihaza yerleştirilen tüpün içerisine belirli sürelerde belirli kimyasalların çekilmesi ile gerçekleşir. Cihaz ham protein analizinin yapılabilmesi için önceden ayarlanmış olup çalışma prensibi aşağıda belirtilmiştir.

Saf su çekimi 5,2 saniye, sodyum hidroksit çekimi 4 saniye olup destilasyon zamanı 240 saniye olarak ayarlanmıştır. Destilatın toplanması için destilasyon ünitesinin çıkışına %4'lük borik asit 2,3 saniye çekildikten sonra set point pH'sı 4,6 olarak ayarlanmıştır. Destilasyon sonunda otomatik titratör devreye girerek önceden ayarlanan pH noktasına gelene kadar 0,1 N sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) ile titre edilmiştir.

Sarfiyata bağı olarak % ham protein miktarını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$HP = \frac{S * N * 0,14 * 6,25}{\text{ÖM}} * 100 \quad [3.2.2]$$

Burada,  $HP$  = ham protein (%),  $S$  = sarfiyat = 0,1 N  $H_2SO_4$  miktarı (ml),  $N$  = titrasyonda kullanılan  $H_2SO_4$  çözeltisi normalitesi (0,1N) ve  $\text{ÖM}$  = örnek miktarı (g) dir.



Şekil 3.2.4.2.1. Ham protein analizinin yapıldığı Kjeldahl yakma ünitesi (a) ile otomatik destilasyon ünitesi (b) (orijinal)

### 3.2.4.3. Ham Yağ (HY)

Ham yağ analizi Soxhlet yöntemiyle Velp SER 148/6 (Velp Scientifica, Milano, Italy) marka cihazda, 130°C sıcaklıkta çözücü olarak petrolium eter kullanılarak yapılmıştır. Ham yağ analiz tayini yapılacak olan yem hammaddeleri, deneme yemleri, balık eti ve karaciğer örnekleri homojen hale getirildikten sonra hassas terazide 3'er g tartılarak yağ tayin cihazı içerisindeki ekstraksiyon kartuşlarına konulmuştur. Bu kartuşlar yağ tayin cihazındaki (Şekil 3.2.4.3.1) darası alınmış cam krozelere yerleştirilmiştir. Daha sonra ekstraksiyon için krozelerin içerisine petrol eteri ilave edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi, sırasıyla daldırma (30 dakika), yıkama (60 dakika) ve geri kazanım (20 dakika) olmak üzere 3 aşamada gerçekleşmiştir. Toplam 110 dakikalık yağ ekstraksiyonu işlemi sonunda örnek içeriğindeki ham yağ cam krozelerde toplanmıştır. Krozelerde muhtemelen kalmış olabilecek petrol eterini uçurmak için 30 dakika daha etüvde bekletmiştir. Daha sonra, krozeler içerisindeki yağ örnekleri tartılmış ve ham yağ miktarı aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$HY = \left[ \frac{(ST + YM) - (IT)}{\ddot{O}M} \right] * 100 \quad [3.2.3]$$

Burada,  $HY$  = ham yağ (%),  $ST$  = son tartım (g),  $YM$  = yağ miktarı (g),  $IT$  = ilk tartım (g) ve  $\ddot{O}M$  = örnek miktarı (g) dır.



Şekil 3.2.4.3.1. Ham yağ tayininin yapıldığı yağ tayin cihazı (Orijinal)

#### 3.2.4.4. Ham Kül (HK)

Ham kül analizi AOAC (1980b) tarafından açıklanan yöntem dikkate alınarak yapılmıştır. Ham kül tayini için kullanılacak porselen krezeler, 550°C sıcaklığa ayarlanmış kül fırınında yaklaşık 1 saat yakma/kurutma işlemi için bekletilmiştir. Bu süre sonunda porselen krezeler desikatörde soğutulmuş ve 0,0001 g hassas terazide darası alınmıştır. Darası alınan porselen krezelerin içerisine homojen hale getirilen örneklerden (yem hammaddesi, deneme yemleri ve balık etlerinden) 2 g tartılarak konulmuştur. Yakma işlemi için porselen krezeler kül fırınında 550°C sabit sıcaklıkta yaklaşık 12 saat bekletilmiştir. Yakma işleminden sonra, porselen krezeler desikatörde soğutulup tartımı yapılmıştır. Ham kül miktarı aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$HK = \left[ \frac{(Dara + HK) - (Dara)}{ÖM} \right] * 100. \quad [3.2.4]$$

Burada,  $HK$  = ham kül miktarı (%),  $HK$  = ham kül (g) ve  $ÖM$  = örnek miktarını (g) ifade etmektedir.

### 3.2.4.5. Ham Selüloz (HS)

Ham selüloz analizi, yem hammaddeleri ve deneme yemlerinde yapılmıştır. Bu analizler ÇAYKUR Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır. Ham selüloz tayini TS ISO 15598:2003 standardına göre Gerhart marka tam otomatik selüloz tayin cihazında gerçekleştirilmiştir. Analiz yapılacak örnek 1 mm göz açıklığındaki elekten geçecek şekilde öğütölmüş ve 1'er gram tartılarak önceden darası alınmış fiberbaglere konulmuştur. Fiberbagler cihaza düzenek yardımı ile yerleştirildikten sonra cihaz çalıştırılmıştır (Şekil 3.2.4.5.1a,b). Cihaz ham selüloz analizini 3 aşamada gerçekleştirmektedir. Birinci aşamada 0,255 N de  $H_2SO_4$  ile muamele etmekte, sonra sıcak su ile asitten arıncaya kadar yıkama yapmakta. İkinci aşamada 0,313 N NaOH ile 30 dk boyunca örneklere muamele etmekte. Üçüncü aşamada ise cihaz  $H_2SO_4$  ve NaOH tabii tutulan örneklere sıcak su ve HCl uygulaması yapmaktadır. Cihaz analizi sonlandırdıktan sonra içinden örneklerin yerleştirildiği düzenek çıkarılmıştır. Düzenekteki örnekler tek tek saf su ile yıkanmışlardır. Örneklerin içinde bulunduğu fiberbagler önceden numaralandırılmış olan göz açıklığı 100–160 mm, taban çapı 40 mm ve hacmi 70 ml olan süzme krozelere (gooch krozelere) yerleştirilmişlerdir (Şekil 3.2.4.5.1c). Fiberbagli süzme krozeler  $105^{\circ}C$ 'ye ayarlanmış etüvde 16 saat boyunca kurumaya bırakılmışlardır. Süzme krozeler desikatöre alınarak soğutulmuş ve tartımları gerçekleştirilmiştir. Bu işlemden sonra süzme krozeler  $550^{\circ}C$ 'ye ayarlanan kül fırınına yerleştirilmişlerdir. Süzme krozeler kül fırınının da 1 saat yakıldıktan sonra soğumaları için desikatöre alınmıştır. Kül fırınından çıkarılan süzme krozelerin içinde sadece örneğin külü kalmış olup fiberbagler tamamen yok olmuştur (Şekil 3.2.4.5.1d). Fırın çıkışı süzme krozelerin son tartımları yapılmış olup etüv ve fırın çıkışı tartım arasındaki fark ham selüloz olup HS değeri kuru madde ilkesine bağılı olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.



$$HS = \left( \frac{(A - B - C) * 100}{\text{ÖM} * KM} \right) * 100 \quad [3.2.5]$$

Burada,  $HS$  = ham selüloz miktarı (%),  $A$  = örnek ağırlığı (ÖM) (g) + süzme kroze etüv çıkış ağırlığı (g),  $B$  = örnek ağırlığı (ÖM) (g) + süzme kroze kül fırını çıkış ağırlığı (g),  $C$  = fiberbag ağırlığı (g),  $KM$  = kuru madde miktarı (%),  $\text{ÖM}$  = örnek miktarı (g)



**Şekil 3.2.4.5.1.** Selüloz tayininin yapıldığı Gerhart marka tam otomatik selüloz tayin cihazı (a), fiberbaglerin cihaza yerleştirildiği düzenek (b), süzme krozelerin (c) ve süzme krozelerin kül fırınında yandıktan sonraki görünümü (d) (Orijinal)

### 3.2.5. Yeşil Çayın Kateşin Analizleri

Yeşillere katılmak üzere hazırlanan yeşil çayın ve fabrikadan temin edilen dustın (yeşil çay tozu) kateşin analizleri ÇAYKUR Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır. HPLC (High Pressure Liquid Chromatografy) yani yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (Şekil 3.2.5.1) ile çay bitkisinin kateşin analizleri 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Analizler aşağıda belirtilen (ISO 14502-2:2005(E) metoduna göre yapılmıştır (Anonim, 2005b).

Öğütölmüş örneklerden 0,2 g ( $\pm 0,001$ ) tartılıp tüplere konulmuştur. Üzerlerine 5 ml sıcak ekstraksiyon çözeltilisi (%70'lik metanol) ilave edilmiştir. Tüpler 10 dakika sıcak su banyosunda bekletilerek örnekler ekstrakte edilmişlerdir. Ekstraksiyon işleminden sonra tüpler santrifüj cihazında 10 dakika 3500 devir/dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden çıkan tüplerin alt kısmında tortulu üst kısmında ise berrak sıvı kısım oluşmuştur. Santrifüj cihazından çıkan tüplerin üst kısımlarındaki berrak ekstrakt kısımdan 2'şer ml koyu renkli 10 ml'lik balon jojelere konulmuştur. Balona alınan ekstraktlar ekstraksiyon çözeltilisi (%70'lik metanol) ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Ekstrakt 1/5 oranında stabilize çözeltili (500 ppm EDTA ve 500 ppm L-askorbik asit içeren %10'luk asetonitril çözeltilisi) ile seyreltilmiştir. Seyreltilen örnek 0,45 µm membran filtreden HPLC vialine süzölmüş olup örnekler HPLC cihazında okunmaya hazır hale getirilmişlerdir.



Şekil 3.2.5.1. HPLC (High Pressure Liquid Chromatografy: yüksek basınçlı sıvı kromatogram) cihazı (Orijinal)



HPLC’de analiz sırasında örneklere cihazın kendisinin karıştırdığı çözeltiler vardır. Bu çözeltilere mobil faz denilmektedir (Mobil faz A: %9 ACN, %2 asetik asit ve 20 ppm EDTA, Mobil faz B: %80 ACN,%2 asetik asit ve 20 ppm EDTA). HPLC cihazı bu çözeltileri belirli % ve sürelerde örnekle karıştırır. HPLC’de kateşin analizinin işleyiş mekanizması; Pompanın çalışma süresi 45 dakika akış hızı 1ml/dk, kolon olarak Phenil-Hexil veya C18, kolonun fırın sıcaklığı 35°C (±0,5), enjeksiyon miktarı 10µl, dedektör tipi DAD, kullanılan dalga boyu 278 nm ve çalışma süresi 45 dakikadır. ISO 14502:2 fenolik (kateşin) bileşikler analiz hesabı aşağıdaki formüle göre yapılmıştır (Anonim, 2005).

$$FMM(\%) = \frac{(A_{\text{örnek}} - A_{\text{egim}}) * V * d * 100}{Egim_{std} * m * 10000 * DM} \quad [3.2.6]$$

*FMM*: fenolik madde miktarı (%)

$A_{\text{örnek}}$  = örnekteki bileşenin pik alanı (area)

$A_{\text{egim}}$  = kalibrasyon eğrisinde x eksenindeki konsantrasyona karşılık gelen y eksenindeki pik alanını gösteren nokta (area)

$V$  = ekstrakt hacmi (10 mL)

$d$  = dilüsyon; seyreltme faktörü (5)

$Egim_{std}$  = kalibrasyon grafiğinin eğimi

$m$  = örnek miktarı (0,2 g)

10000 = sabit katsayı (% hesabı için bulunan değer)

$DM$  = örneğin kuru madde miktarı

### 3.2.6. Büyüme Parametreleri ve Yem Tüketimi Değerlerinin Hesaplanması

Araştırmada yer alan tüm gruplar için spesifik büyüme oranı (SGR), yem değerlendirme sayısı (FCR), protein değerlendirme randımanı (PDR), hepatosomatik indeks (HSİ) ve kondisyon faktörü (KF) değerleri aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

#### 3.2.6.1. Spesifik Büyüme Oranı (SGR)

Balığın bir günde kendi ağırlığının yüzde kaçını kadar büyüdüğünü ifade eden spesifik büyüme oranı (SGR) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Hopkins, 1992).

$$SGR(\%) = ((LnW_{2ort} - LnW_{1ort}) / t * 100) \quad [3.2.7]$$

SGR = Spesifik büyüme oranı (%)

$LnW_{2ort}$  = Ln araştırma sonu ortalama bireysel balık ağırlığı (g)

$LnW_{1ort}$  = Ln araştırma başı ortalama bireysel balık ağırlığı (g)

$t$  = Araştırma süresini (gün)

#### 3.2.6.2. Protein Değerlendirme Randımanı (PDR)

Protein değerlendirme randımanı (PDR), balıkların ağırlık artışı ile tükettikleri protein arasındaki oran olup aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Hepher, 1989).

$$PDR = \frac{\sum CAK}{\sum PT} \quad [3.2.8]$$

PDR = Bireysel protein değerlendirme randımanı

$\sum CAK$  = Bireysel canlı ağırlık kazancı (g)

$\sum PT$  = Bireysel toplam protein tüketimi (g)

#### 3.2.6.3. Görünür Net Protein Tutma (ANPR)

Görünür net protein tutma (ANPR) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$ANPR(\%) = \frac{(DSOCA * DSBEHP) - (DBOCA * DBBEHP)}{(TYT / n) * (YHP)} * 100 \quad [3.2.9]$$

ANPR: Görünür net protein tutma (%),

DSOCA: Deneme sonu ortalama canlı ağırlık (g)

DSBEHP: Deneme sonu balık eti ham proteini (%)

*DBOCA*: Deneme başı ortalama canlı ağırlık (g)

*DBBEHP*: Deneme başı balıketi ham proteini (%)

*TYT*: Toplam yem tüketim (g)

*YHP*: Yem ham proteini (%)

*n*: Balık sayısı

#### 3.2.6.4. Yem Değerlendirme Sayısı (FCR)

Yem değerlendirme sayısı (FCR), araştırma boyunca balıklar tarafından tüketilen bireysel toplam yem miktarının (g), balıkların kazandığı bireysel toplam canlı ağırlığa (g) oranı olup aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Hepher, 1989).

$$FCR = \frac{\sum TYM}{\sum CAA}, \quad [3.2.10]$$

*FCR* = Bireysel yem değerlendirme sayısı

$\sum TYM$  = Bireysel toplam tüketilen yem miktarı (g)

$\sum CAA$  = Bireysel toplam canlı ağırlık artışı (g)

#### 3.2.6.5. Hepatosomatik İndeks (HSİ)

Hepatosomatik indeks (HSİ), karaciğer ağırlığının canlı ağırlığa yüzde oranı olup aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Brown, 1957; Sparre ve Venema, 1998).

$$HSI = \frac{KA}{CA} * 100 \quad [3.2.11]$$

*HSİ* = Hepatosomatik indeks (%)

*KA* = Karaciğer ağırlığı (g)

*CA* = Canlı ağırlık (g)

#### 3.2.6.5. Kondisyon Faktörü (KF)

Büyümenin bir göstergesi olan kondisyon faktörü (*KF*), deneme başı ve deneme sonunda her bir grup için ayrı ayrı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Brown, 1957; Jobling, 2004).

$$KF = \frac{W}{L^3} * 100 \quad [3.2.12]$$

*KF* = Kondisyon faktörü

*W* = Ağırlık (g)

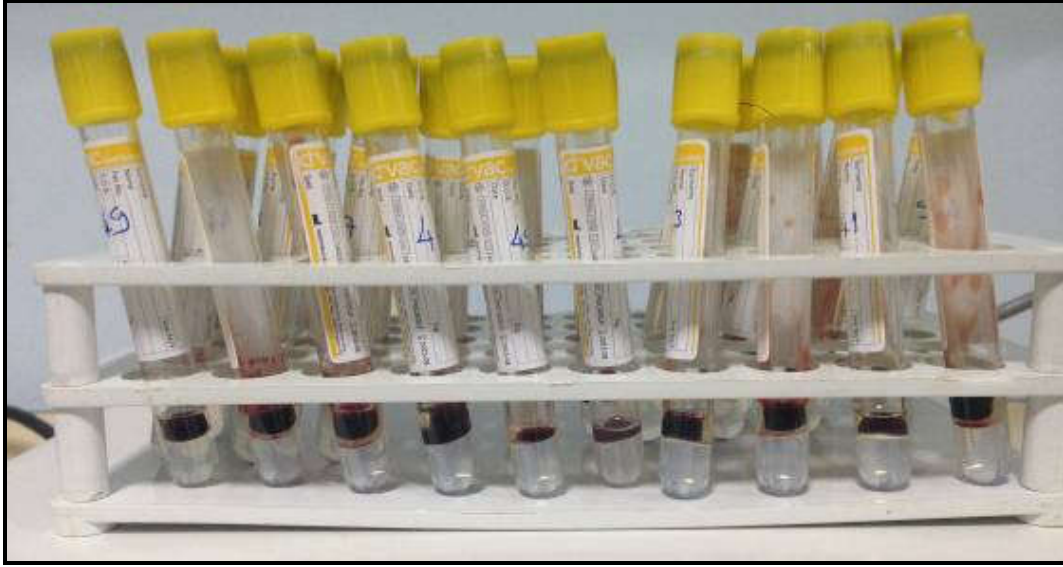
*L* = Toplam boy (cm)

### 3.2.7. Kan Serumu ve Hematolojik Analizleri

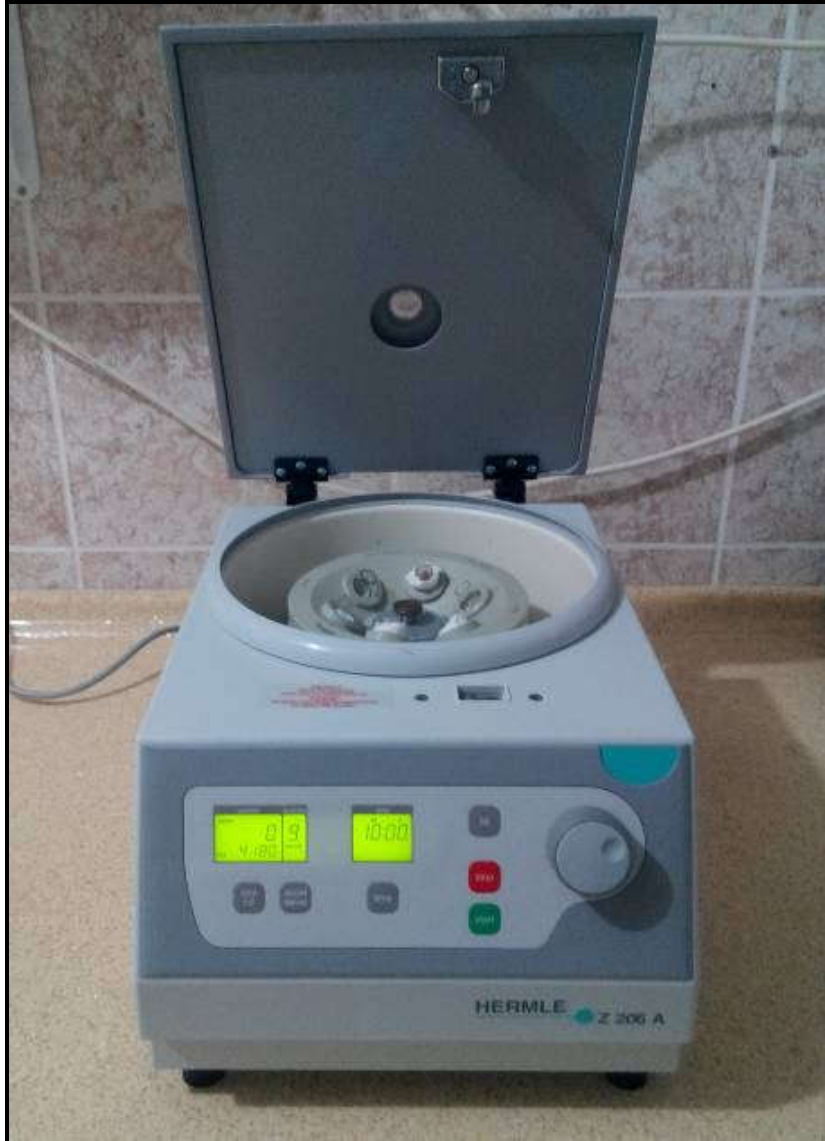
Kan serumunda, biyokimyasal ve immünojik analizleri gerçekleştirmek üzere kan örnekleri deneme başında balıklarından 2,5 ml'lik 21 numaralı plastik enjektör kullanılarak kaudal venadan alınmıştır (şekil 3.2.7.1) (Val ve ark., 1998). Alınan kan örnekleri jelli tüplere konulmuş ve 60 dk bekletildikten sonra HERMLE Z 206 A marka santrifüj cihazında 4000 devirde 10 dk boyunca santrifüjlenmiştir (şekil 3.2.7.2A,B) (Bricknell ve ark., 1999). Kan serumları ayrıldıktan sonra serum kısmı eppendorf tüplere alınmıştır (şekil 3.2.7.3 A,B,C). Bu işlem 15 günlük periyotlar (15., 30., 45. ve 60. gün) halinde deneme sonuna kadar balıklardan alınan kan örnekleriyle tekrarlanmıştır.



şekil 3.2.7.1. Araştırma balıklarından kan alma (Orijinal)

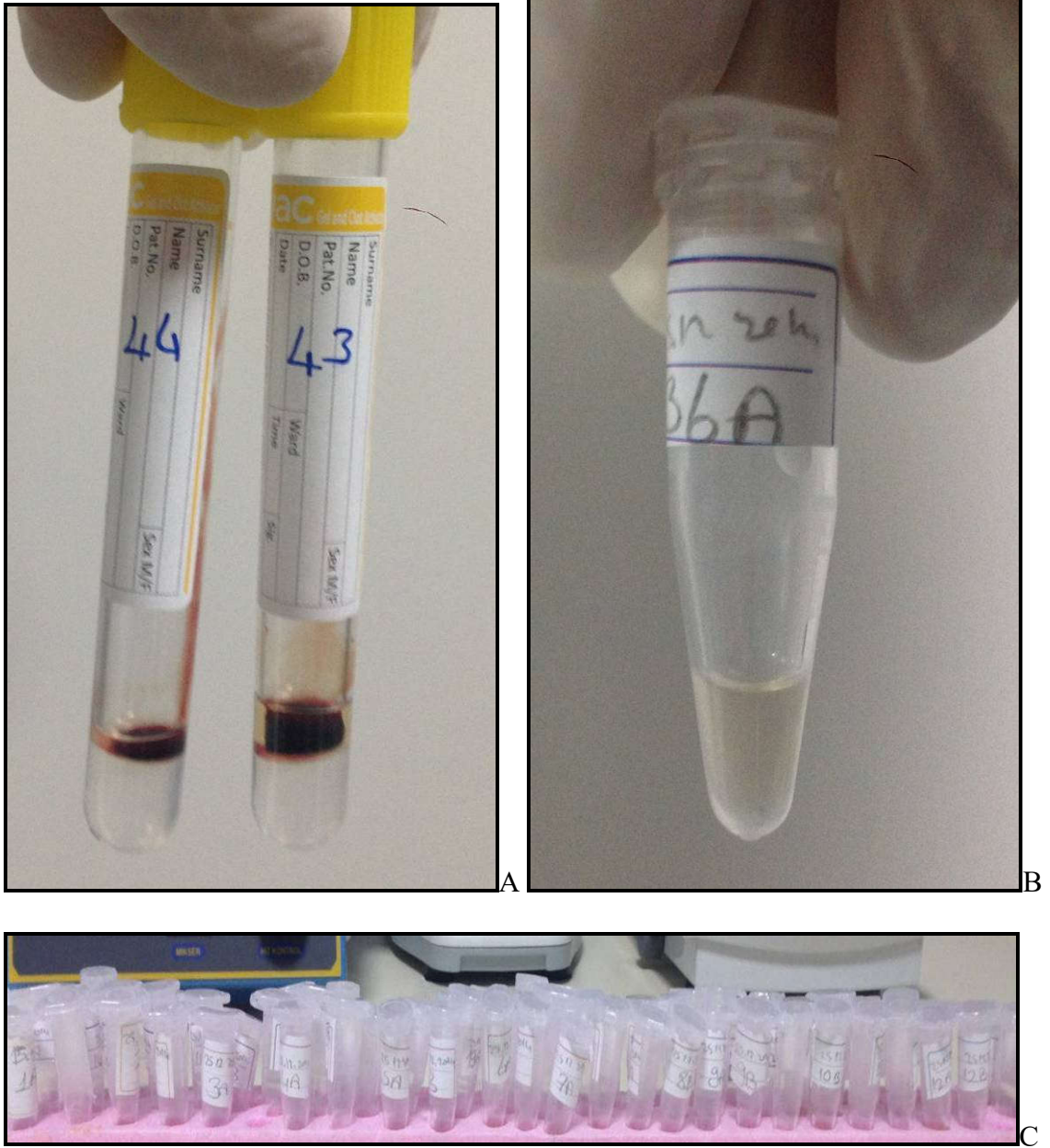


A



B

Şekil 3.2.7.2. Kan serumlarının hazırlanışı. A: Balık kanlarının jelli kan tüplerine alınması, B: Jelli kan tüplerinin santrifüj edildiği cihaz (Orijinal)



**Şekil 3.2.7.3.** Kan serumlarının elde edilmesi. A: Jelli kan tüplerinin santrifüj edilmeden ve santrifüj edildikten sonra görünümü, B: Kandan elde edilen şeffaf kan serumunun eppendorf tüplerdeki görünümü, C: Kan serumlarının dondurucuya yerleştirilmesi (Orijinal)



### 3.2.7.1. Kan Serumunda Biyokimyasal Analizler

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesinde  $-73^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurucuda eppendorf tüplerin içerisinde depolanan kan serumlarının biyokimyasal analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesinde yapılmıştır. Kan serum analizlerinin yapılabilmesi için analizin yapılacağı ana kadar örneklerin çözünmemiş olması gerekmektedir (Sözlü görüşme S. Yılmaz, 2014). Bunun için, içerisinde kan serumu bulunan eppendorf tüpleri, kuru buz konulan strafor kutu içerisine yerleştirilerek Çanakkale'ye nakledilmiştir. Kuru buz, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait İyidere Uygulama ve Araştırma Merkezindeki kuru buz makinesinden temin edilmiştir (Şekil 3.2.7.1.1).



**Şekil 3.2.7.1.1.** Balık kanlarının sağlıklı bir şekilde nakliyesi için kullanılan kuru buz makinesi (a) ve elde edilen kuru buz (b) (Orijinal)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesine çözülmemiş halde ulaştırılan kan serum örnekleri  $-20^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış derin dondurucuya yerleştirilmiş ve yaklaşık 6 saat bekletilmiştir. Daha sonra derin dondurucudan çıkartılan kan serumu örnekleri laboratuvar şartlarında içerisinde buz bulunan bir küvetin içerisine yerleştirilerek yavaşça çözünmesi sağlanmış ve çözünen kan serumu örneklerinden analizler yapılmıştır (Şekil 3.2.7.1.2).



**Şekil 3.2.7.1.2.** İçerisinde buz bulunan bir küvette (a) kan serumu örneklerinin analiz için çözdürülmesi ve çözünen kan serumu örneklerinin analize hazır hale getirilmesi (b) (Orijinal)

Balıklardan alınan kan örneklerinden elde edilen serumda toplam protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), glikoz (GLU), kolesterol (CHO), trigliserid (TRIG), lizozim aktivitesi (LYZ), myeloperoksidaz aktivitesi (MPO) ve toplam imminoglobulin (IG) indeks değerleri analizleri yapılmıştır (Şekil 3.2.7.1.3a).

Kan serumundaki, toplam protein, albumin, glikoz, kolesterol ve trigliserid analizleri, Bioanalitik firmasına ait albumin, cholestrol, glucose, total protein ve triglycerides biyokimya kitler kullanılarak “Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa” cihazında (Şekil 3.2.7.1.3b) analizler aşağıda belirtilen işlemler uygulandıktan sonra kan serumu sonuçlarını belirleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.7.1.1. Toplam Protein (TP)**

Serum örneğinden 4 µl alınarak (8×12) 96’lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş ve üzerine 200 µl total protein kitinden ilave edilmiştir. Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazına yerleştirilmiş ve okumalar kolorimetrik olarak 37°C sıcaklığa ayarlanmış cihazda 540 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.



#### **3.2.7.1.1.2. Albumin (ALB)**

Serum örneğinden 1 µl alınarak (8×12) 96'lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş ve üzerine 200 µl albumin kitinden ilave edilmiştir. Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazına yerleştirilmiş ve okumalar kolorimetrik olarak oda sıcaklığında 628 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.7.1.1.3. Globulin (GLB)**

Globulin analizi total protein değerinden albumin değerinin çıkarılması ile matematiksel hesaplama yolu ile hesaplanmıştır.

#### **3.2.7.1.1.4. Glikoz (GLU)**

Serum örneğinden 2 µl alınarak (8×12) 96'lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş ve üzerine 200 µl glikoz kitinden ilave edilmiştir. Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazına yerleştirilmiş ve okumalar kolorimetrik olarak 37°C sıcaklığa ayarlanmış cihazda 500 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

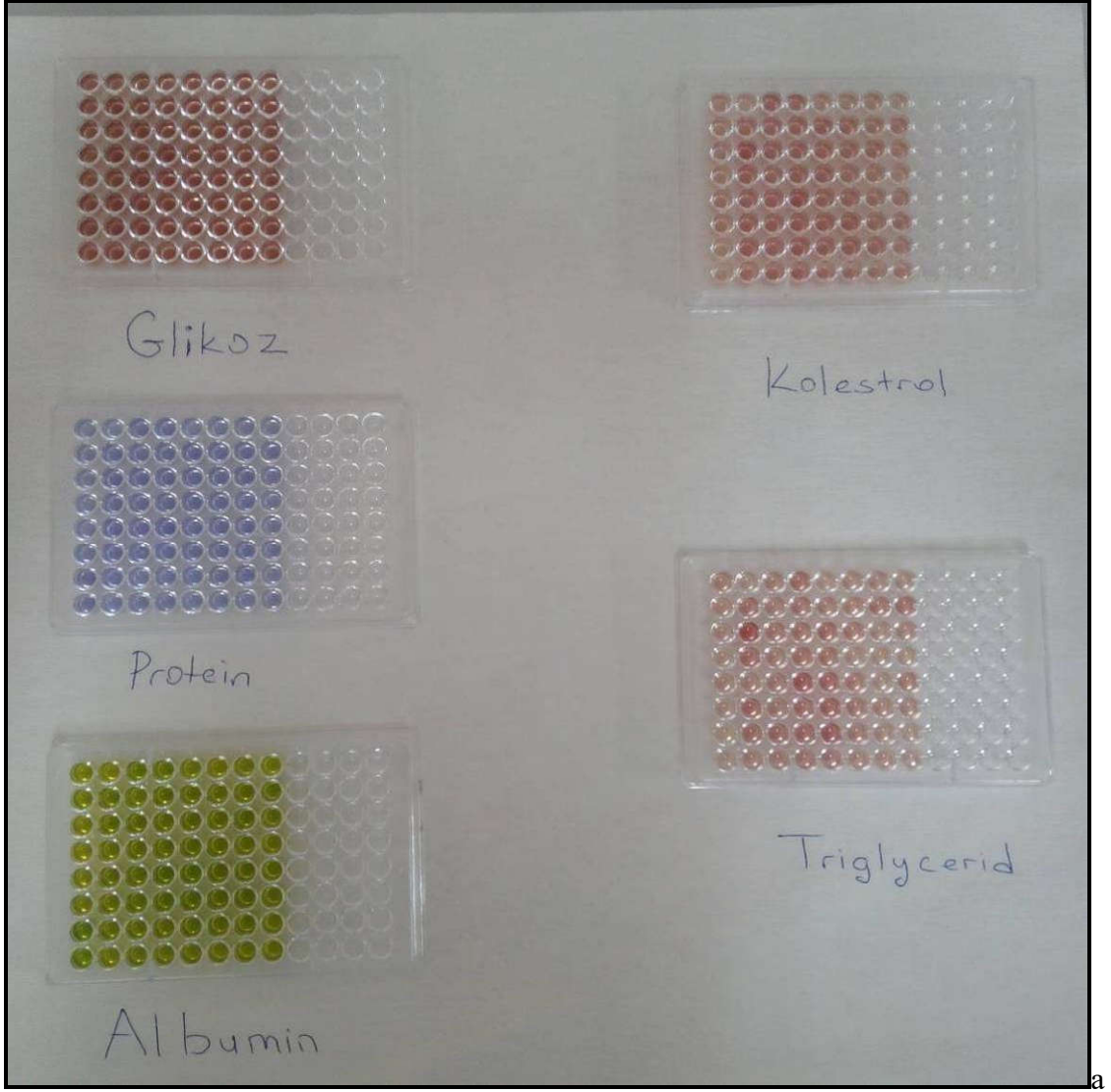
#### **3.2.7.1.1.5. Kolesterol (CHO)**

Serum örneğinden 2 µl alınarak (8×12) 96'lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş ve üzerine 200 µl kolesterol kitinden ilave edilmiştir. Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazına yerleştirilmiş ve okumalar kolorimetrik olarak 37°C sıcaklığa ayarlanmış cihazda 510 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.7.1.1.6. Trigliserid (TRIG)**

Serum örneğinden 2 µl alınarak (8×12) 96'lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş ve üzerine 200 µl trigliserid kitinden ilave edilmiştir. Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazına yerleştirilmiş ve okumalar kolorimetrik olarak 37°C sıcaklığa ayarlanmış cihazda 500 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

Kan serumundaki, total protein, albumin, glikoz, kolesterol ve trigliserid analizleri için (8×12) 96'lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş kan serumu örneklerine gerekli miktarda kitler (200 µl) eklendiğinde kan serumu örnekleri eklenen kitlerin rengini almaktadır. Bu kitler “Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa” cihazına yerleştirildikten sonra cihaz çalıştırılarak otomatik olarak örneklerdeki değerler bilgisayar ekranına aktarılmıştır ve daha sonra bilgisayardan alınarak hesaplamaları yapmak üzere Excel dosyasına aktarılmıştır.



**Şekil 3.2.7.1.3.** Kan serumundaki, toplam protein, albumin, glukoz, kolesterol ve trigliserid analizleri için (8×12) 96'lık kuyucuklu plaka içerisine konulmuş kan serumu örneklerinin eklenen kitlerin rengini almış hali (a) ve analizlerin yapıldığı Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazı (b) (Orijinal)

### 3.2.7.2. Kan Serumunda İmmünolojik Analizler

Kan serumunda bağışıklık parametreleri kapsamında lizozim aktivitesi (LYZ), myeloperoksidaz (MPO) aktivitesi ve toplam immünoglobulin (IG) aktivite analizleri, aşağıda belirtilen işlemler uygulandıktan sonra “Plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa” cihazında otomatik olarak yapılmıştır.

#### 3.2.7.2.1. Lizozim Aktivitesi (LYZ)

Lizozim aktivitesi microtitre plate metodu Nudo ve Catap (2011)’e göre yapılmıştır. Analiz öncesi yapılan ön hazırlıklar; buffer çözeltisi (NaHBO<sub>4</sub>) ve sitrik asit çözeltisi hazırlanmıştır. Buffer çözeltisi hazırlamak için 1,781 g buffer tartılmış ve 100 ml saf su ile tamamlanmıştır. Sitrik asit çözeltisi; 2,1 g sitrik asit 100 ml saf su ile tamamlanarak hazırlanmıştır. Hazırlanan buffer çözeltisinden 70 ml behere alınmış ve homojenitenin sağlanması için beherin içine magnetik balık atılmıştır. Beher içerisine pH metre daldırılmış ve çözeltinin pH’sı 5,8 olana kadar daha önce hazırlanan sitrik asitten ilave edilmiştir. Çözeltinin pH’sı 5,8 olduğunda serum fizyoloji ile 100 ml’ye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin içerisine 0,15 g *Micrococcus luteus* (Sigma-Aldrich, lot no. # 4698) ilave edilmiştir. Analiz için 25 µl serum örneği alınmış, (8×12) 96’lık plaka içerisine konulmuş ve üzerine daha önce hazırlanan buffer çözeltisinden 175 µl ilave edilmiş ve 30 dakika inkübasyon için bekletilmiştir. Standart olarak tavuk beyaz lizozimi kullanılmıştır. Hazırlanan plaka daha sonra Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazına yerleştirilmiş ve 450 nm’de 3 dakikada 10 okuma yapacak şekilde ayarlanmıştır. Bu süre sonunda yapılan okumalar otomatik olarak Excel’e aktarılmıştır. Analiz sonunda 1. ve 10. okumalar arasındaki fark alınarak mg/ml olarak LYZ aktivitesi hesaplanmıştır (Nudo ve Catap, 2011).

#### 3.2.7.2.2. Myleperoksidaz Aktivitesi (MPO)

Toplam myeloperoksidaz aktivitesi Quade ve Roth (1997)’dan modifiye eden Sahoo ve ark. (2005)’nin önerdiği şekilde yapılmıştır. Analiz öncesi yapılan ön hazırlıklar; 100ml saf suya 1 tablet Phosphate-Citrate Buffer (0,05 M ve pH 5,0 ) eklenmiş ve çözüleneye kadar beklenmiştir. Hazırlanan çözeltiden 20 µl alınmış ve üzerine 0,1 mg/mL 3,3’, 5,5’- Tetramethylbenzidine dihydrochloride’den (Sigma-Aldrich,lot no.#T3405) 2 tablet atılmış, daha sonra kabın ağzı parafin ile kapatılarak erimesi için bir müddet bekletilmiştir. Karışıma %0,006’lık 4 µl sülfirik asit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ilave edilmiş ve karışımın sarılaşarak ışık görmesi engellenmiştir. Hazırlanan karışımın etkinliğini kaybetmemesi için 30–60 dakika içinde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle analize hızlı bir şekilde başlanmış ve bu süre içerisinde tamamlanmıştır. Analiz

için 10 µl serum örneği alınmış (8×12) 96'lık plaka içerisine konulmuş ve üzerine HBSS solüsyonundan 90 µl konulmuştur. İki dakika sonra hazırlanan karışımdan 35 µl 4M sülfürik asit ilave edilmiş ve reaksiyon durdurulmuştur. Bu şekilde otomatik olarak okunmaya hazırlanan plaka Thermo marka (Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer) elisa cihazına yerleştirilmiş ve 450 nm'de MPO aktivitesi analiz okuması yapılmıştır.

### 3.2.7.2.3. Toplam İmmünoglobulin (IG) Aktivitesi

Toplam immünoglobulin analizleri Siwicki ve Anderson (1993)'a göre yapılmıştır. Toplam immünoglobulin analizleri iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama: serum örneklerinden 4 µl (8×12) 96'lık plaka içerisine konulmuş ve total protein kitinden (Bioanalitik firması) 200 µl ilave edilerek daha önce verilen metoda göre (toplam protein analiz yöntemi) total protein analizi yapılmıştır. İkinci aşama: bir başka plakaya 50 µl serum örneği alınmış ve üzerine 50 µl polyethylene glycol (lot no.# P1458, Alrich, St. Louis, MO) ilave edilmiş ve plaka 2 saat inkübasyon için ağzı kapatılarak bekletilmiştir. İnkübasyon için beklemeye alınan plaka 2 saat sonunda 2010 rcf devirde 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından serumların üst şeffaf (süpernat) kısımlarından 4'er µl alınmış ve yeni bir plakaya konulmuştur. İkinci aşama sonunda da santrifüjlanan örnekler için de total protein analizi yine belirtilen metoda göre (toplam protein analiz yöntemi) yapılmıştır.

Kan serumundaki toplam immünoglobulin miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Siwicki ve Anderson, 1993).

$$IG = \frac{TP}{SüpernatTP} \cdot \quad [3.2.13]$$

Burada, *IG*: toplam immünoglobulin miktarı (mg/ml), *TP*: serumdaki toplam protein, *SüpernatTP*: santrifüj işleminin ardından serumların şeffaf üst kısmındaki (süpernat) toplam protein miktarıdır.

### 3.2.7.2. Hematolojik Analizler

Bu çalışma planlanırken tez önerisinde farklı gruplardaki balıkların hematolojik parametre analizlerinin yapılıp, kan parametrelerinde değişimin olup olmadığının araştırılması gibi bir amaç yoktu. Çalışma sonlanmadan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi bünyesinde hayvan hematolojik analizlerinde kullanılan "PE-6800 VET tam otomatik hematoloji analiz cihazı" (Şekil 3.2.7.2.1) alımı yapılmıştır. Deneme sonunda gruplar arasında çeşitli kan parametreleri bakımından bir

farkın var olup olmadığının tespit için 15 günlük periyotlar kaçırılmış olmasına rağmen deneme sonunda balıklardan alınan kanlarda hematolojik parametre indeks analizleri yapılmıştır.



**Şekil 3.2.7.2.1.** Balık kanında hematolojik analizlerde kullanılan PE-6800 VET tam otomatik hematoloji analiz cihazı ve analiz sonuçlarının otomatik olarak alındığı kâğıt (Orijinal)

PE-6800 VET tam otomatik hematoloji analiz cihazı (Şekil 3.2.7.2.1) kullanılarak balık hematolojik parametrelerinden akyuvar (lökosit) ya da beyaz kan hücresi (WBC: white blood cell), %LYM (% lenfosit), %MID (% monosit), %GRAN (% granüllü nötrofil), lenfosit (LYM), monosit (MID), granüllü nötrofil (GRAN), alyuvar (eritrosit) ya da kırmızı kan hücresi (RBC: red blood cell), hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), ortalama eritrosit hacim (MCV: mean corpuscular volume), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH: mean corpuscular haemoglobin) ve ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC: mean corpuscular haemoglobin concentration) indekslerinin hesaplaması otomatik olarak yapılabilmektedir. Analizler için kan örnekleri otomatik olarak cihaza enjekte edilmiş, cihaz tarafından otomatik olarak okuma yapılmış ve sonuçların kâğıt üzerinde çıktısını vermiştir. Bu sonuçlar Excel’de değerlendirilerek her bir parametre için gruplara göre hesaplamalar yapılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Büyüme Performansı ve Yem Değerlendirme Bulguları

Deneme süresince kontrol, %0,25, %0,5, %1, %2 ve %3 oranında yeşil çay ve %1 oranında yeşil çay toz atığı içeren yemlerle beslenen gruplardaki balıkların: deneme başı ortalama canlı ağırlığı (DBOCA), deneme sonu ortalama canlı ağırlığı (DSOCA), spesifik büyüme oranı (SGR), protein tüketimi (PT), protein değerlendirme oranı (PDR) ve görünür net protein tutma (ANPR) sonuçları Çizelge 4.1.1’de sunulmuştur.

Deneme başında gruplardaki balıkların canlı ağırlıkları; kontrol grubunda  $40,47 \pm 0,043$  g, %0,25 grubunda  $40,37 \pm 0,141$  g, %0,5 grubunda  $40,43 \pm 0,041$  g, %1 grubunda  $40,38 \pm 0,050$  g, %2 grubunda  $40,49 \pm 0,045$  g, %3 grubunda  $40,41 \pm 0,054$  g ve %1D grubunda ise  $40,47 \pm 0,030$  g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.1). Gruplar arasında görülen fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $P < 0,8696$ ). Deneme sonunda balıklar kontrol grubunda  $99,27 \pm 1,545$  g, %0,25 grubunda  $98,84 \pm 1,139$  g, %0,5 grubunda  $104,49 \pm 0,443$  g, %1 grubunda  $96,02 \pm 0,706$  g, %2 grubunda  $95,33 \pm 1,109$  g, %3 grubunda  $89,24 \pm 1,944$  g ve %1D grubunda ise  $95,92 \pm 0,863$  g ağırlığa ulaşmışlardır (Çizelge 4.1.1). En yüksek değer %0,5 grubunda ( $104,49 \pm 0,443$  g), en düşük değer ise %3 grubunda ( $89,24 \pm 1,944$  g) elde edilmiştir. Canlı ağırlık artışı bakımından gruplar arasında görülen fark; kontrol grubu ile %0,25, %0,5, %1, %2 ve %1D grupları arasında istatistiksel olarak önemli bulunmazken ( $P > 0,05$ ) %3 grubu diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1).

Spesifik büyüme oranı (SGR) bakımından da gruplar arasında canlı ağırlık artışına benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek spesifik büyüme oranı %0,5 grubunda ( $1,58 \pm 0,007$ ) elde edilirken en düşük olarakta %3 grubunda ( $1,32 \pm 0,036$ ) görülmüştür. Spesifik büyüme oranı yemde yeşil çay oranı arttıkça genel olarak azalma göstermiştir. Gruplar arasında görülen fark istatistiki olarak incelendiğinde kontrol grubu ile %0,25, %0,5, %1, %2 ve %1D grupları benzer çıkarken ( $P > 0,05$ ), %3 grubu diğer tüm gruplardan farklı çıkmıştır ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1).

Deneme sonunda protein tüketimi (PT) sonuçları bakımından en yüksek değer %0,5 grubunda ( $31,95 \pm 0,367$  g), en düşük değer ise %3 grubunda ( $29,76 \pm 0,399$  g) tespit edilmiştir. Protein tüketimi sonuçlarının en yüksek olduğu %0,5 grubu ile kontrol grubu ( $31,06 \pm 0,306$  g) arasında farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $P = 2,956$ ). Diğer taraftan %0,5 oranında yeşil çay içeren yemle beslenen gruptaki balıkların protein tüketimi, daha yüksek oranda yeşil çay içeren yemlerle beslenen

gruplara göre (%1, %2 ve %3 grupları) daha yüksek değerde olup bu farklılık istatistikî olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1).

**Çizelge 4.1.1.** Deneme süresince kontrol, farklı oranlarda yeşil çay ve %1 oranında yeşil çay toz atığı içeren yemle beslenen gruplardaki balıkların deneme başı ortalama canlı ağırlıkları (DBOCA), deneme sonu ortalama canlı ağırlıkları (DSOCA), spesifik büyüme oranları (SGR), protein tüketimleri (PT), protein değerlendirme oranları (PDR) ve görünür net protein tutma oranları (ANPR)

Özellik	Gruplar						
	Kontrol	0,25	0,5	1	2	3	1D
<b>DBOCA (g)</b>	40,47±0,043 <sup>a</sup>	40,37±0,141 <sup>a</sup>	40,43±0,041 <sup>a</sup>	40,38±0,050 <sup>a</sup>	40,49±0,045 <sup>a</sup>	40,41±0,054 <sup>a</sup>	40,47±0,030 <sup>a</sup>
<b>DSOCA (g)</b>	99,27±1,545 <sup>ac</sup>	98,84±1,139 <sup>ac</sup>	104,49±0,443 <sup>c</sup>	96,02±0,706 <sup>a</sup>	95,33±1,109 <sup>a</sup>	89,24±1,944 <sup>b</sup>	95,92±0,863 <sup>a</sup>
<b>SGR (%)</b>	1,50±0,028 <sup>ab</sup>	1,49±0,014 <sup>ab</sup>	1,58±0,007 <sup>b</sup>	1,44±0,014 <sup>a</sup>	1,43±0,021 <sup>a</sup>	1,32±0,036 <sup>c</sup>	1,44±0,015 <sup>a</sup>
<b>PT (g)</b>	31,06±0,306 <sup>ab</sup>	30,62±0,318 <sup>ab</sup>	31,95±0,367 <sup>a</sup>	30,33±0,190 <sup>b</sup>	30,47±0,291 <sup>b</sup>	29,76±0,399 <sup>b</sup>	30,65±0,146 <sup>ab</sup>
<b>PDR (%)</b>	1,89±0,035 <sup>ab</sup>	1,91±0,017 <sup>ab</sup>	2,01±0,010 <sup>a</sup>	1,83±0,032 <sup>b</sup>	1,80±0,020 <sup>b</sup>	1,64±0,045 <sup>c</sup>	1,81±0,022 <sup>b</sup>
<b>ANPR (%)</b>	31,55±0,535 <sup>d</sup>	35,00±0,336 <sup>ab</sup>	36,75±0,615 <sup>b</sup>	33,72±0,881 <sup>ad</sup>	34,38±0,530 <sup>abc</sup>	32,22±0,580 <sup>cd</sup>	34,40±0,304 <sup>abc</sup>

Aynı satırdaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler gruplar arasında istatistiki olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ ).



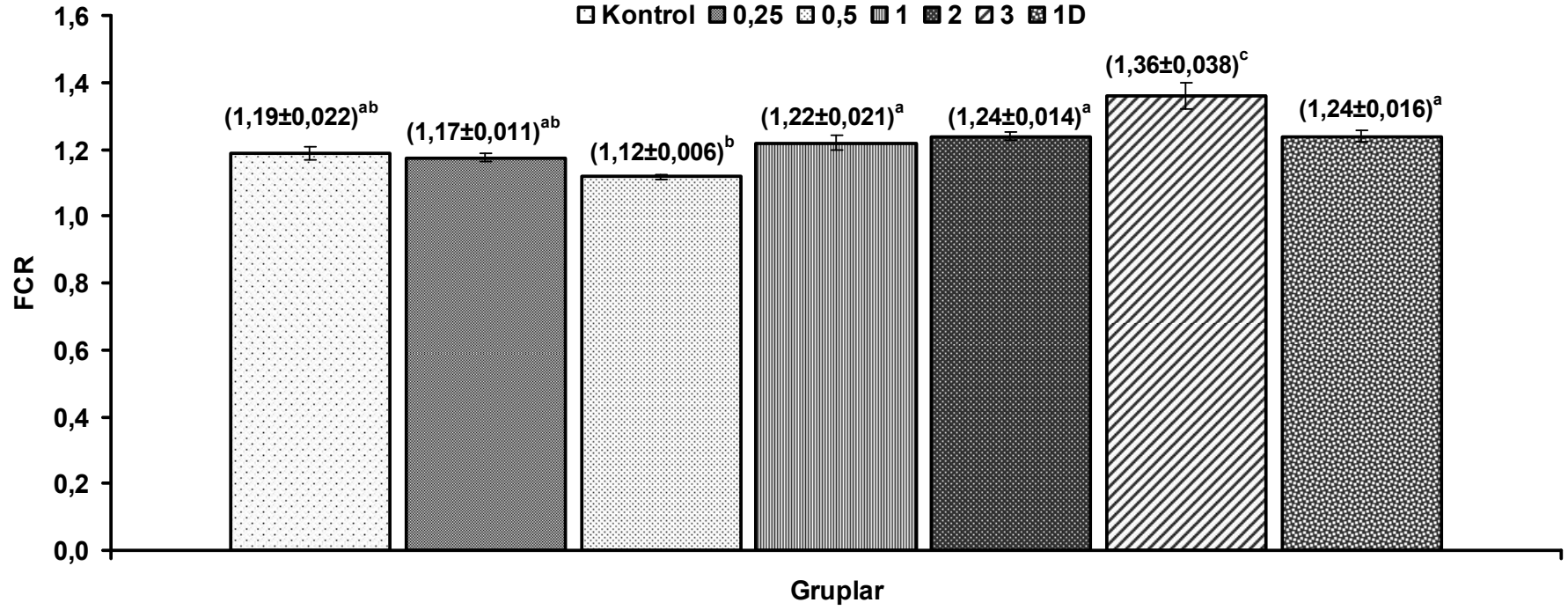
Deneme sonunda protein değerlendirme randımanı (PDR) sonuçları bakımından en yüksek değer %0,5 grubunda ( $2,01\pm 0,010$ ), en düşük değer ise %3 grubunda ( $1,64\pm 0,045$ ) tespit edilmiştir. Protein değerlendirme randımanı sonuçlarının en yüksek olduğu %0,5 grubu ile kontrol grubu ( $1,89\pm 0,035$ ) arasında farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $P = 0,1368$ ). Ayrıca yüksek oranda (%3 oranında) yeşil çay içeren yemle beslenen %3 grubundaki balıkların protein değerlendirme randımanı diğer tüm gruplara göre en düşük değerde olup bu farklılık istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yani yemdeki yeşil çay oranının artışı protein değerlendirme randımanını önemli seviyede düşürmüştür (Çizelge 4.1.1).

Deneme sonunda görünür net protein tutma oranı (ANPR) sonuçları bakımından en yüksek değer %0,5 grubunda ( $36,75\pm 0,615$ ), en düşük değer ise kontrol grubunda ( $31,55\pm 0,535$ ) tespit edilmiştir. Görünür net protein tutma sonuçlarının en yüksek olduğu %0,5 grubu ile kontrol grubu arasında görülen farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $P = 0,0004$ ). Ayrıca yüksek oranda (%3 oranında) yeşil çay içeren yemle beslenen gruptaki balıkların görünür net protein tutma oranının ( $32,22\pm 0,580$ ), kontrol grubu hariç diğer tüm gruplardan daha düşük değerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.1). Bu değer düşük oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen %0,25 ve %0,5 gruplarına göre farklı olup istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1).

#### **4.2. Yem Değerlendirme Sayısı**

Deneme süresince kontrol grubu, farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen gruplar (%0,25, %0,5, %1, %2 ve %3 grupları) ve %1 oranında yeşil çay toz atığı içeren yemle beslenen gruptaki (%1D grubu) balıkların yem değerlendirme sayısı değerleri Şekil 4.2.1'de sunulmuştur. Yem değerlendirme sayısı; kontrol grubunda  $1,19\pm 0,022$ , %0,25 grubunda  $1,17\pm 0,011$ , %0,5 grubunda  $1,12\pm 0,006$ , %1 grubunda  $1,22\pm 0,021$ , %2 grubunda  $1,24\pm 0,014$ , %3 grubunda  $1,36\pm 0,038$  ve %1D grubunda ise  $1,24\pm 0,016$  olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2.1). Gruplar arasında görülen bazı farklar istatistiki olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yüksek oranda (%3 oranında) yeşil çay içeren yemle beslenen %3 grubundaki balıkların yem değerlendirme sayısı ( $1,36\pm 0,038$ ) kontrol grubunda dahil olmak üzere diğer tüm gruplara göre daha yüksek değerde hesaplanmıştır. Bu değer diğer gruplardan istatistiksel olarak da önemli derecede yüksek bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.2.1). Diğer bir ifadeyle yeşil çayın %3 gibi yüksek bir oranda alabalık yemlerine ilave edilmesi yem

değerlendirme sayısını önemli seviyede olumsuz olarak etkilemiştir. Diğer taraftan deneme sonunda %0,5 oranında yeşil çay içeren yemle beslenen gruptaki balıkların yem değerlendirme sayısı ( $1,12 \pm 0,006$ ) kontrol ve %0,25 grubu hariç olmak üzere yüksek oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen %1D, %1, %2 ve %3 gruplarına göre daha düşük değerlerde hesaplanmıştır. Ayrıca %0,5 grubu için hesaplanan yem değerlendirme sayısı ile kontrol ( $1,19 \pm 0,022$ ) ve %0,25 ( $1,17 \pm 0,011$ ) grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ( $P < 0,05$ ) bulunurken, %0,5 grubu ile %1, %2, %3 ve %1D grupları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Buradan da anlaşılacağı üzere düşük oranlarda (%0,25 ve %0,5 oranında) yeşil çayın yeme eklenmesi yem değerlendirme sayısını olumsuz bir şekilde etkilememiştir. Diğer bir ifadeyle alabalık yemlerine %0,5 oranına kadar yeşil çayın katılması yetiştiricilik açısından tavsiye edilebilir.



**Şekil 4.2.1.** Deneme sonunda kontrol, %0,25, %0,5, %1, %2, %3 ve %1D gruplarındaki balıkların yem değerlendirme sayısı (FCR). Parantez içindeki değerler ortalama±standart hata değerlerini, farklı üssel harflerle ifade edilen değerler ise gruplar arasında istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ ).

### 4.3. Hepatosomatik İndeks (HSI) ve Kondisyon Faktörü (KF) Bulguları

Büyümenin bir göstergesi olan kondisyon faktörü (KF) ile karaciğerin vücut ağırlığına yüzde oranı şeklinde ifade edilen hepatosomatik indeks (HSI) değerleri, deneme başı ve deneme sonunda her bir grup için ayrı ayrı hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.3.1’de gösterilmiştir.

Deneme sonunda en düşük kondisyon faktörü %1D grubu ( $1,17\pm 0,023$ ) ile %2 ( $1,17\pm 0,027$ ) gruplarında, en yüksek kondisyon faktörü ise %0,25 ( $1,32\pm 0,028$ ) grubunda belirlenmiştir. Deneme sonunda kondisyon faktörü bakımından kontrol grubu ile diğer tüm gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ). Bununla beraber en düşük oranda yeşil çay içeren yemle beslenen %0,25 grubu ile %1D, %0,5 ve %2 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

Deneme başında ortalama  $1,64\pm 0,034$  olarak belirlenen HSI değeri, deneme sonunda en yüksek kontrol grubunda ( $1,63\pm 0,024$ ), en düşük ise %2 ( $1,36\pm 0,043$ ) ve %3 ( $1,36\pm 0,053$ ) gruplarında belirlenmiştir. Deneme sonunda kontrol grubuna kıyasla diğer tüm grupların HSI değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca HSI değerleri bakımından deneme sonunda kontrol grubu ile %2 ( $P = 0,0264$ ) ve %3 ( $P = 0,0188$ ) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle yemlere eklenen yeşil çay oranı arttıkça karaciğerin vücut ağırlığına oranı azalmıştır.

**Çizelge 4.3.1.** Deneme başı ile deneme sonunda gruplardaki hepatosomatik indeks ve kondisyon faktörü değerleri

Süre	Gruplar	Hepatosomatik İndeks (HSI) ve Kondisyon Faktörü (KF)	
		HSI (%)	KF (%)
D. B.	D. B.	$1,64\pm 0,034$	$1,22\pm 0,037$
D. S.	Kontrol	$1,63\pm 0,024^a$	$1,23\pm 0,033^{ab}$
	0,25	$1,55\pm 0,075^{ab}$	$1,32\pm 0,028^a$
	0,5	$1,54\pm 0,082^{ab}$	$1,20\pm 0,027^b$
	1	$1,49\pm 0,052^{ab}$	$1,22\pm 0,024^{ab}$
	2	$1,36\pm 0,043^b$	$1,17\pm 0,027^b$
	3	$1,36\pm 0,053^b$	$1,21\pm 0,015^{ab}$
	1D	$1,40\pm 0,048^{ab}$	$1,17\pm 0,023^b$

D.B: deneme başı, D.S: deneme sonu. 0,25: %0,25 oranında; 0,5: %0,5 oranında; 1: %1 oranında; 2: %2 oranında; 3: %3 oranında yeşil çay içeren gruplar. 1D: %1 oranında yeşil çay toz atığı (dust) içeren grup. Aynı sütunlardaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler gruplar arasında istatistiki olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ ).

#### 4.4. Balık Etinde ve Karaciğerde Kimyasal Besin Madde Bulguları

Çalışmada balık etinin kimyasal besin madde içeriği kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül analizleri yapılarak incelenmiştir. Karaciğerin kimyasal besin madde içeriği ise (karaciğer örnek miktarının balık etinde yapılan dört analiz için yeterli miktarda olmamasından dolayı) sadece kuru madde ve ham yağ miktarı yönünden incelenmiştir. Deneme başı ve deneme sonunda balık eti ve karaciğerde kimyasal besin madde içeriği sonuçlar Çizelge 4.4.1’de gösterilmiştir.

Deneme sonunda balık etinde, kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm gruplar arasında kuru madde ( $P = 0,9852$ ) ve ham kül ( $P = 0,0632$ ) yönünden fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4.1). Deneme sonu en yüksek balık eti protein miktarı %3 grubunda ( $18,53 \pm 0,090$ ) en düşük ise kontrol grubunda ( $16,88 \pm 0,070$ ) belirlenmiştir. Bununla beraber, yeşil çay miktarının artışına paralel olarak balık eti ham protein miktarının da arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca gruplar arasında görülen fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Ancak, ham protein miktarının tersine yeşil çay miktarının artışına paralel olarak balık eti ham yağ miktarının ise azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubu balık eti ham yağ miktarı ( $4,28 \pm 0,038$ ) diğer tüm gruplardan daha yüksek tespit edilmiş ve bu fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (bak: Çizelge 4.4.1). Diğer bir ifadeyle yemdeki yeşil çay miktarı artışına bağlı olarak balık eti ham yağ miktarı önemli seviyede azalmıştır.

Deneme sonunda karaciğerde, kontrol grubu da dahi olmak üzere tüm gruplar arasında kuru madde yönünden fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P = 0,1027$ ) (bak: Çizelge 4.4.1). Deneme sonunda karaciğerde en yüksek ham yağ miktarı kontrol grubunda ( $2,64 \pm 0,010$ ), en düşük ham yağ miktarı ise %2 ( $2,06 \pm 0,031$ ) ve %3 ( $2,06 \pm 0,045$ ) gruplarında belirlenmiştir. Ayrıca karaciğerdeki ham yağ miktarı diğer tüm gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük miktarda tespit edilmiştir. Kontrol grubunun ham yağ miktarı ile diğer tüm grupların ham yağ miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P = 0,0017$ ). Yani yeme yeşil çay ilavesi karaciğer ham yağ miktarını dolayısıyla karaciğer yağlanmasını önemli seviyede düşürmüştür.

**Çizelge 4.4.1.** Deneme başı ve deneme sonunda balık eti ve karaciğerde kimyasal besin madde içeriği

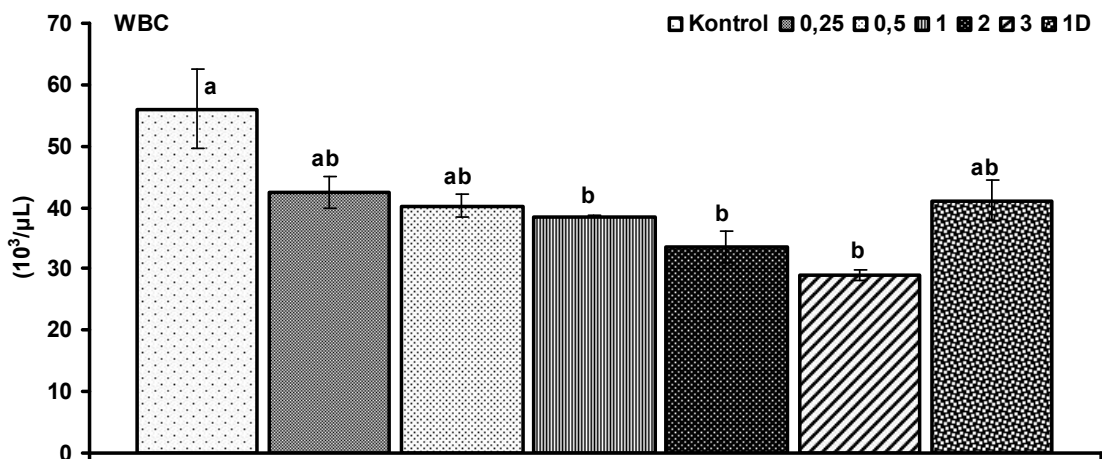
Süre	Gruplar	Balık Eti Kimyasal İçeriği (%)			
		Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül
D. B.	D. B.	22,33±0,422	17,17±0,108	3,62±0,016	1,16±0,011
D. S.	Kontrol	22,59±0,287 <sup>a</sup>	16,88±0,070 <sup>a</sup>	4,28±0,038 <sup>a</sup>	1,08±0,023 <sup>a</sup>
	0,25	22,63±0,584 <sup>a</sup>	17,86±0,089 <sup>b</sup>	3,30±0,027 <sup>b</sup>	1,17±0,037 <sup>a</sup>
	0,5	22,71±0,508 <sup>a</sup>	17,88±0,138 <sup>b</sup>	3,31±0,004 <sup>b</sup>	1,20±0,037 <sup>a</sup>
	1	22,89±0,730 <sup>a</sup>	17,87±0,191 <sup>b</sup>	3,35±0,018 <sup>b</sup>	1,23±0,025 <sup>a</sup>
	2	22,78±0,725 <sup>a</sup>	18,28±0,070 <sup>bc</sup>	3,28±0,027 <sup>b</sup>	1,22±0,031 <sup>a</sup>
	3	22,36±0,283 <sup>a</sup>	18,53±0,090 <sup>c</sup>	2,68±0,005 <sup>c</sup>	1,15±0,039 <sup>a</sup>
	1D	22,31±0,496 <sup>a</sup>	18,24±0,044 <sup>b</sup>	2,80±0,002 <sup>c</sup>	1,22±0,034 <sup>a</sup>
Süre	Gruplar	Karaciğer Kimyasal içeriği (%)			
		Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül
D. B.	D. B.	22,52±0,281	-	1,78±0,118	-
D. S.	Kontrol	22,73±0,161 <sup>a</sup>	-	2,64±0,010 <sup>a</sup>	-
	0,25	22,92±0,266 <sup>a</sup>	-	2,21±0,087 <sup>b</sup>	-
	0,5	23,31±0,311 <sup>a</sup>	-	2,16±0,083 <sup>b</sup>	-
	1	23,12±0,141 <sup>a</sup>	-	2,22±0,065 <sup>b</sup>	-
	2	22,34±0,099 <sup>a</sup>	-	2,06±0,031 <sup>b</sup>	-
	3	22,97±0,175 <sup>a</sup>	-	2,06±0,045 <sup>b</sup>	-
	1D	22,59±0,159 <sup>a</sup>	-	2,15±0,065 <sup>b</sup>	-

**D.B:** deneme başı, **D.S:** deneme sonu. **0,25:** %0,25 oranında; **0,5:** %0,5 oranında; **1:** %1 oranında; **2:** %2 oranında; **3:** %3 oranında yeşil çay içeren gruplar. **1D:** %1 oranında yeşil çay toz atığı (dust) içeren grup. Aynı sütunlardaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler gruplar arasında istatistiki olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ ).

#### 4.5. Hematolojik Parametre Sonuçları

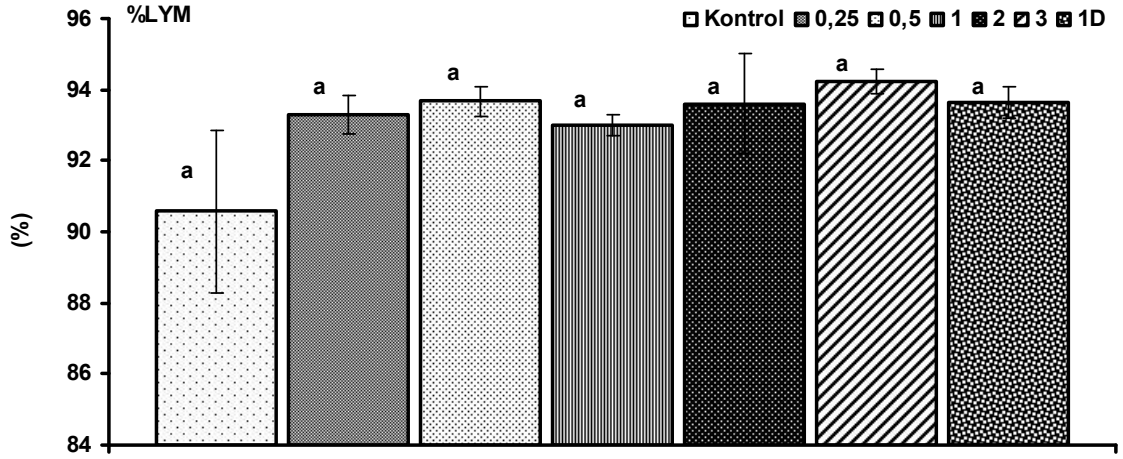
Kontrol, %0,25, %0,5, %1, %2 ve %3 oranında yeşil çay ve %1 oranında yeşil çay toz atığı içeren yemle beslenen gruptaki balıklardan deneme sonunda (60. gün) elde edilen kanda; beyaz kan hücresi (WBC), %LYM (%lenfosit), %MID (%monosit), %GRAN (%granüllü nötrofil), lenfosit (LYM), monosit (MID), granüllü nötrofil (GRAN), kırmızı kan hücresi (RBC), hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) ve ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerlerinin değişimi kandaki hematolojik parametreler olarak incelenmiş ve sonuçlar Şekil 4.5.1 – 4.5.13 ve Çizelge 4.5.1’de sunulmuştur.

Deneme sonunda yemdeki yeşil çay miktarı artışına paralel olarak WBC miktarında bir azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.5.1, Çizelge 4.5.1). Şöyleki, WBC değeri %0,25 grubunda  $42,4 \pm 2,49 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$  iken %0,5 grubunda  $40,3 \pm 1,86 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$ , %1 grubunda  $38,5 \pm 0,20 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$ , %2 grubunda  $33,6 \pm 2,60 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$  ve %3 grubunda ise  $29,0 \pm 0,80 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$  değerine kadar düşmüştür. WBC değeri %1D grubunda ise  $41,2 \pm 3,24 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$  olarak belirlenmiştir. WBC değerleri bakımından gruplar arasında görülen fark istatistiki olarak önemli tespit edilmiştir (One-way ANOVA,  $P = 0,0033$ ). Ayrıca kontrol grubu ile %1 ( $P = 0,0477$ ), %2 ( $P = 0,0094$ ) ve %3 ( $P = 0,0022$ ) grupları arasında WBC değerleri bakımından farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ). Lökosit miktarı en yüksek kontrol grubunda bulunmakla beraber, kontrol ile %0,25, %0,5 ve %1D grupları benzer bulunmuştur ( $P > 0,05$ ).



Şekil 4.5.1. Deneme sonu balıklardaki beyaz kan hücresi (WBC) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir

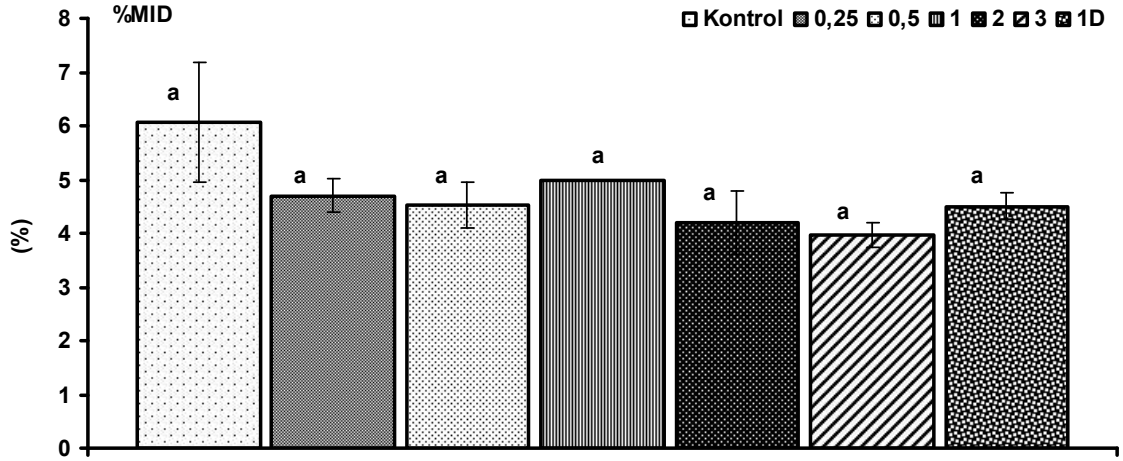
%LYM (% lenfosit) değerleri kontrol grubu hariç diğer gruplar arasında birbirleriyle benzer bulunmuştur (Şekil 4.5.2, Çizelge 4.5.1). %LYM değerleri kontrol grubunda en düşük seviyede ( $90,6 \pm 2,28$ ), %3 grubunda ise en yüksek değerde ( $94,2 \pm 0,33$ ) hesaplanmasına rağmen, gruplar arasında %LYM değerleri bakımından görülen farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (One-way ANOVA,  $P = 0,3364$ ).



**Şekil 4.5.2.** Deneme sonu balıklardaki % lenfosit (%LYM) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın olmadığını ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir

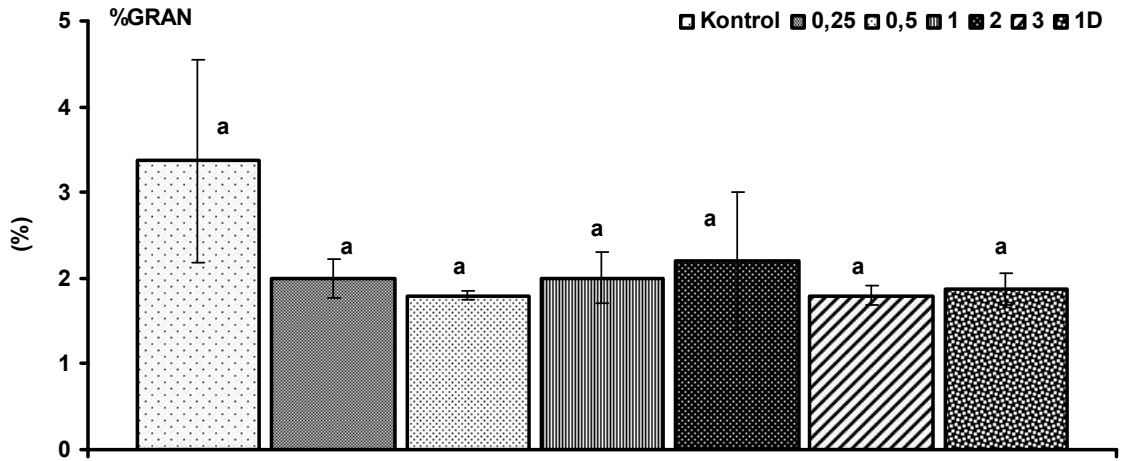
%MID (% monosit) değeri (Şekil 4.5.3) en yüksek kontrol grubunda ( $6,1 \pm 1,12$ ), en düşük ise %3 grubunda ( $4,0 \pm 0,22$ ) hesaplanmasına rağmen, gruplar arasında %MID değerleri bakımından görülen farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (One-way ANOVA,  $P = 0,252$ ).





**Şekil 4.5.3.** Deneme sonu balıklardaki % monosit (%MID) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın olmadığını ( $P > 0,05$ ) ifade etmektedir

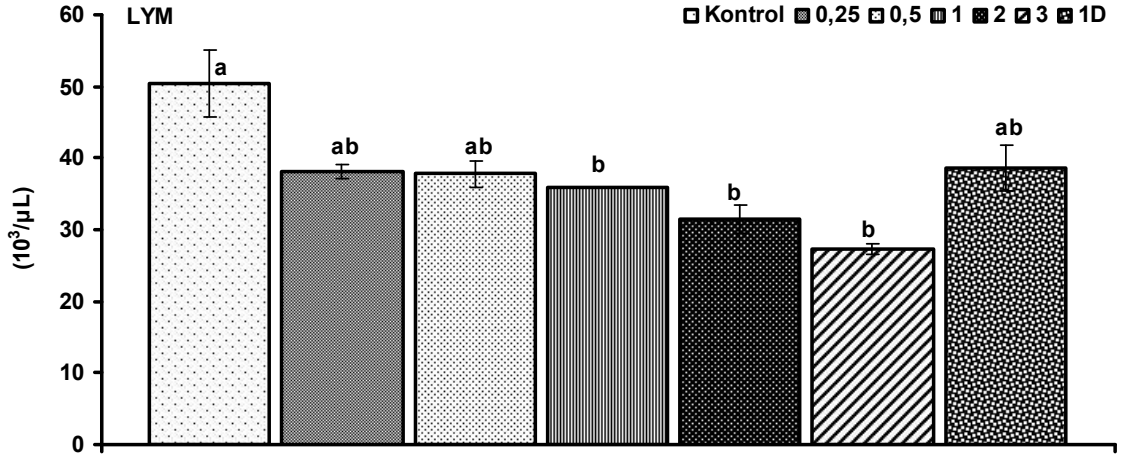
%GRAN (% granüllü nötrofil) değeri (Şekil 4.5.4) en yüksek kontrol grubunda (%3,4±1,18), en düşük ise %0,5 (%1,8±0,05) ve %3 (%1,8±0,12) gruplarında çıkmasına rağmen, gruplar arasında %GRAN değerleri bakımından görülen farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $P = 0,436$ ).



**Şekil 4.5.4.** Deneme sonu balıklardaki % granüllü nötrofil (%GRAN) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın olmadığını ( $P > 0,05$ ) ifade etmektedir

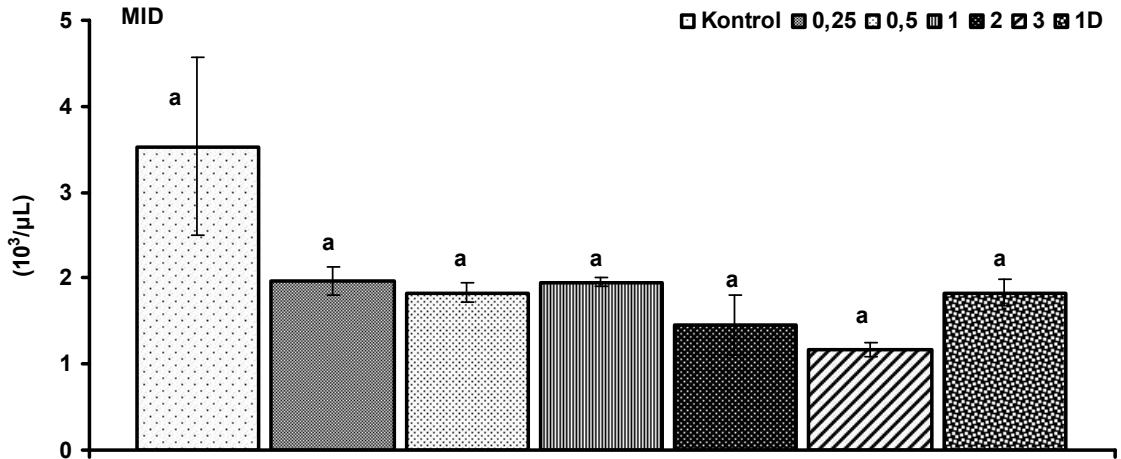
Lenfosit (LYM) değerleri (Şekil 4.5.5) bakımından gruplar arasında farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (One-way ANOVA,  $P = 0,00127$ ). Bu farklılık, kontrol grubu ile %1 ( $P = 0,02751$ ), %2 ( $P = 0,00419$ ) ve %3 ( $P = 0,00089$ ) grupları arasında hesaplanmıştır. En yüksek lenfosit değeri kontrol grubu için hesaplanmasına ( $50,5 \pm 4,65 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) rağmen, kontrol grubuyla %0,25 grubu ( $38,2 \pm 0,96$

$10^3/\mu\text{L}$ ), %0,5 grubu ( $37,8 \pm 1,91 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) ve %1D grubu ( $38,6 \pm 3,12 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $P > 0,05$ ).



**Şekil 4.5.5.** Deneme sonu balıklardaki lenfosit (LYM: lymphocytes) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir

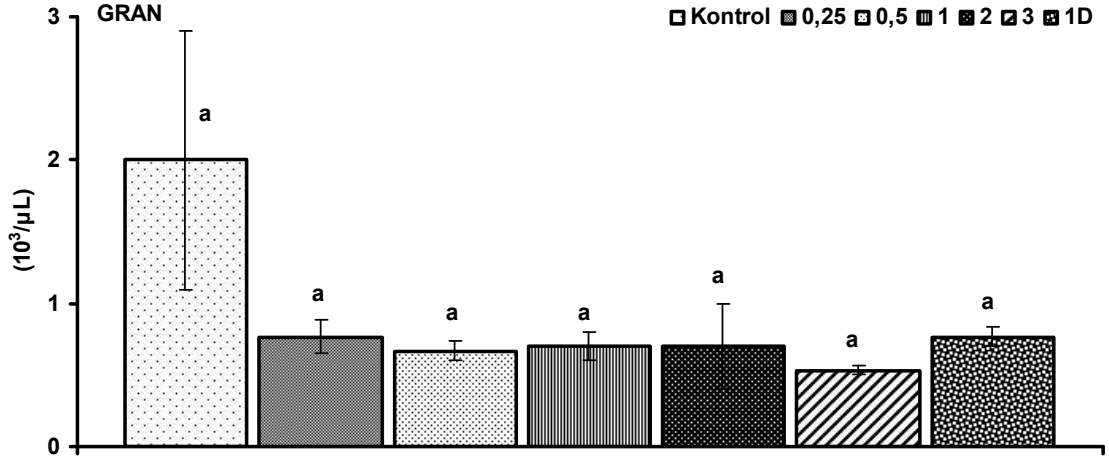
Monosit (MID) değeri (Şekil 4.5.6) kontrol grubunda diğer gruplara göre daha yüksek (ortalama:  $3,5 \pm 1,04 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) hesaplanmasına rağmen, gruplar arasında MID değerleri bakımından görülen fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P = 0,06296$ ). En düşük MID değeri ise %3 (ortalama:  $1,2 \pm 0,09 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) grubunda tespit edilmiştir.



**Şekil 4.5.6.** Deneme sonu balıklardaki monosit (MID) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın ( $P > 0,05$ ) olmadığını ifade etmektedir

Granüllü nötrofil (GRAN) değeri (Şekil 4.5.7) kontrol grubunda diğer gruplara göre daha yüksek ( $2,0 \pm 0,91 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) hesaplanmasına rağmen, gruplar arasında GRAN değerleri bakımından farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir

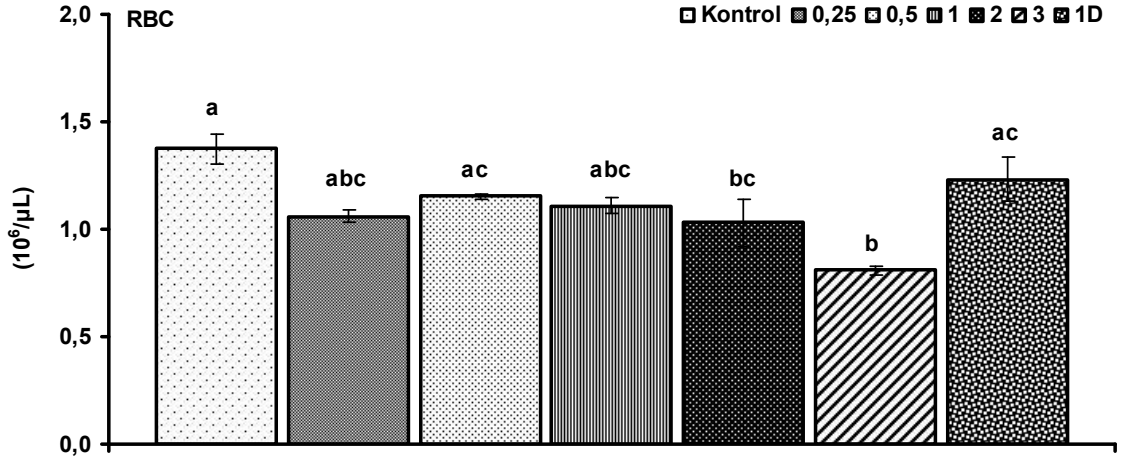
( $P = 0,2071$ ). En düşük GRAN değeri ise %3 ( $0,5 \pm 0,03 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) grubunda tespit edilmiştir.



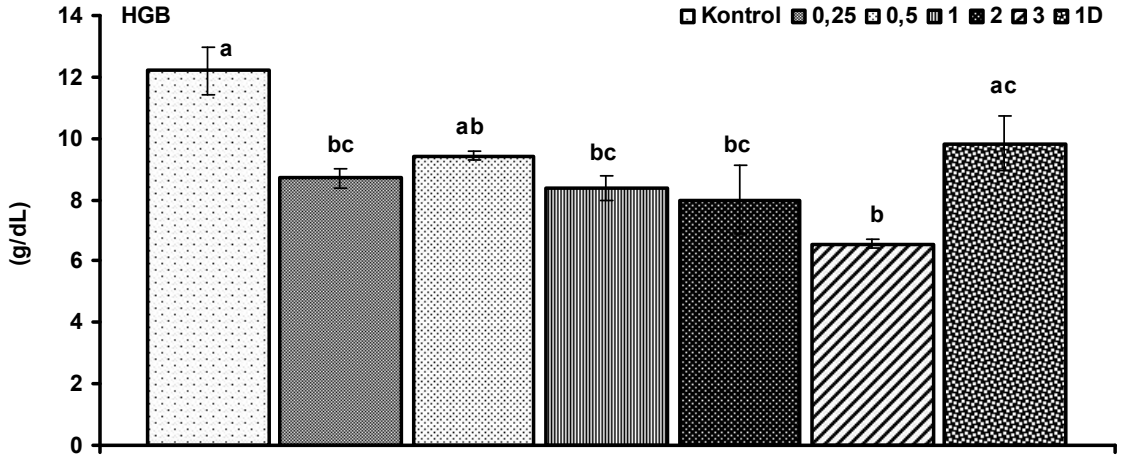
**Şekil 4.5.7.** Deneme sonu balıklardaki granüllü nötrofil (GRAN) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise gruplar arasında farkın istatistiki olarak önemsiz olduğunu ( $P > 0,05$ ) ifade etmektedir

Alyuvar (RBC) değerleri (Şekil 4.5.8) bakımından gruplar kıyaslandığında genel olarak yemdeki yeşil çay oranı arttıkça RBC değerinde küçük düzeyde de olsa bir düşüşün olduğu tespit edilmiştir. En düşük RBC değeri %3 grubunda ( $0,8 \pm 0,02 \cdot 10^6/\mu\text{L}$ ), en yüksek RBC değeri ise kontrol grubunda ( $1,4 \pm 0,07 \cdot 10^6/\mu\text{L}$ ) tespit edilmiştir. RBC değerleri bakımından gruplar arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (One-way ANOVA,  $P = 0,00114$ ). Bu farklılık %3 grubu ile %0,5 ( $P = 0,03545$ ), %1D ( $P = 0,00853$ ) ve kontrol grubu ( $P = 0,00092$ ) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Ayrıca kontrol grubu ile %2 grubu arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P = 0,03545$ ).

En düşük hemogloblin (HGB) değeri en yüksek oranda yeşil çay içeren %3 grubunda ( $6,6 \pm 0,13 \text{ g/dL}$ ) hesaplanmıştır. En yüksek HGB değeri ise (Şekil 4.5.9) sırasıyla kontrol ( $12,2 \pm 0,78 \text{ g/dL}$ ), %1D ( $9,8 \pm 0,90 \text{ g/dL}$ ) ve %0,5 grubunda ( $9,4 \pm 0,15 \text{ g/dL}$ ) belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede ise HGB değerleri bakımından bazı gruplar arasında fark önemli bulunmuştur (One-way ANOVA,  $P = 0,00074$ ). Kontrol grubuna kıyasla %1D ( $P = 0,1781$ ) ve %0,5 grubu ( $P = 0,08706$ ) hariç diğer gruplar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Ayrıca %3 ile %1D grubu arasında da HGB değerleri bakımından farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P = 0,03403$ ).

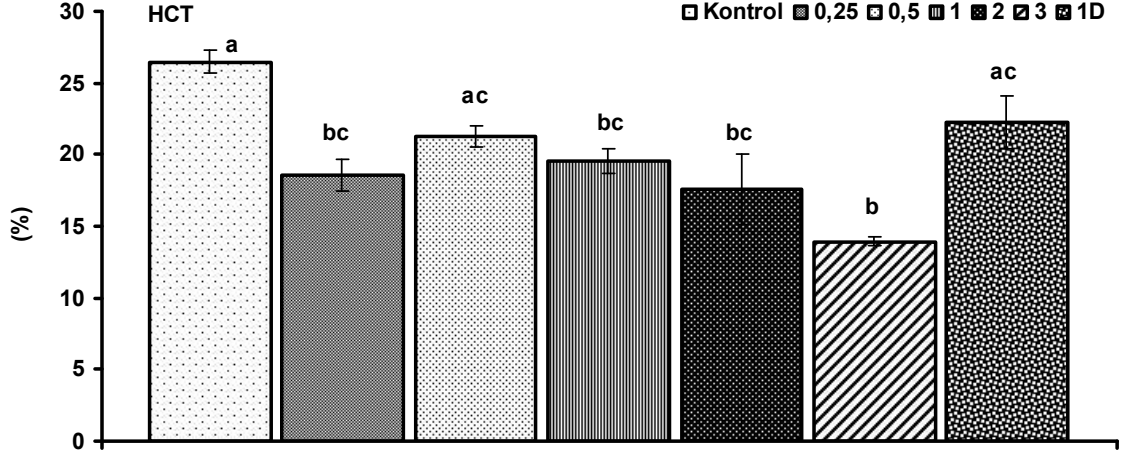


**Şekil 4.5.8.** Deneme sonu balıklardaki kırmızı kan hücresi (RBC) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir



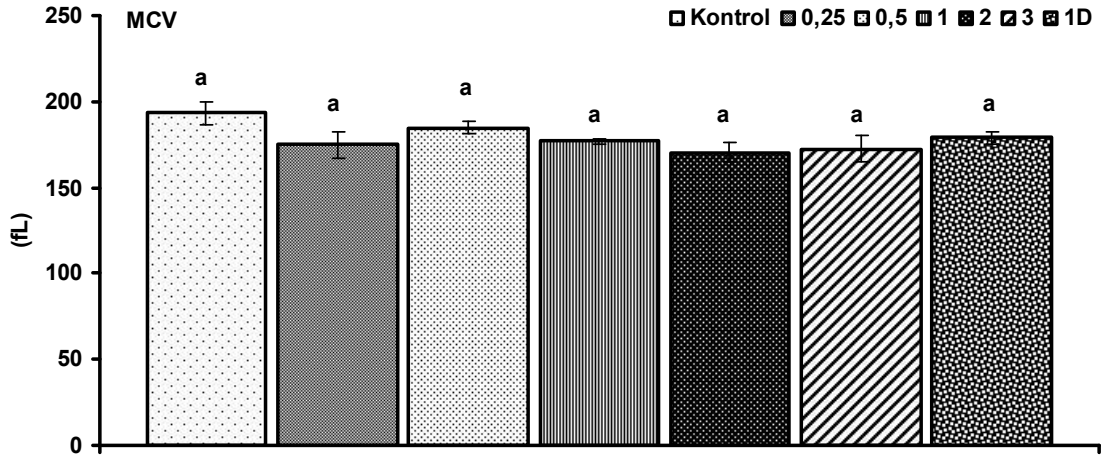
**Şekil 4.5.9.** Deneme sonu balıklardaki hemogloblin (HGB) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir

Gruplar arasında hematokrit (HCT) değerleri bakımından HGB değerinin seyrine benzer şekilde bir değişim tespit edilmiştir (Şekil 4.5.10). Şöyleki, gruplar arasında en yüksek HCT değeri sırasıyla kontrol ( $26,5 \pm 0,82$ ), %1D ( $22,2 \pm 1,82$ ) ve %0,5 grubunda ( $21,3 \pm 0,72$ ) belirlenmiştir. En düşük HCT değeri ise %3 grubunda ( $13,9 \pm 0,31$ ) hesaplanmıştır. HCT değerleri bakımından bazı gruplar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (One-way ANOVA,  $P = 0,00023$ ). %3 grubu ile kontrol ( $P = 0,00031$ ), %0,5 ( $P = 0,01541$ ) ve %1D grubu ( $P = 0,00628$ ) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



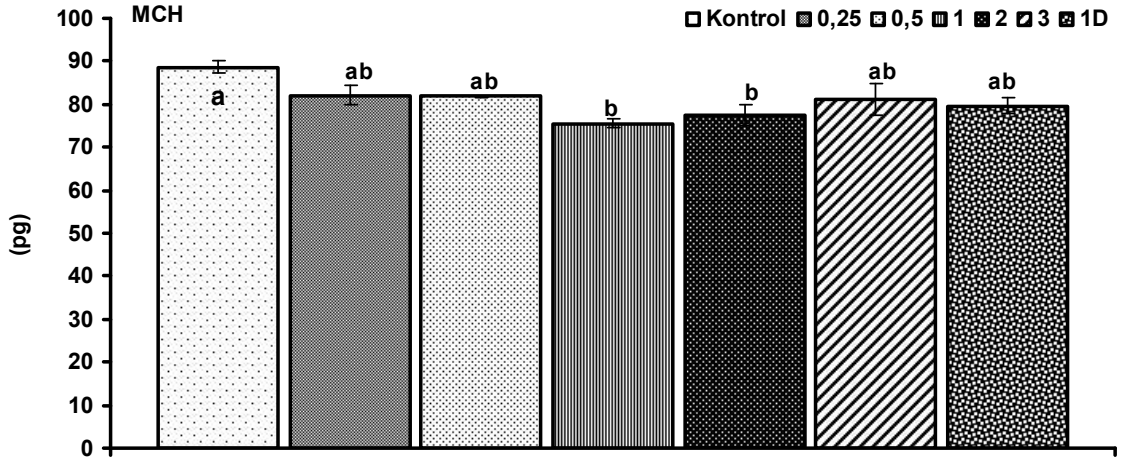
**Şekil 4.5.10.** Deneme sonu balıklardaki hematokrit (HCT) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir

Gruplar arasında ortalama eritrosit hacmi (MCV) en düşük %2 grubunda ( $170,4 \pm 5,45$  fL), en yüksek ise kontrol grubunda ( $193,5 \pm 6,68$  fL) hesaplanmıştır (Şekil 4.5.11). MCV değerleri bakımından gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P = 0,1884$ ).



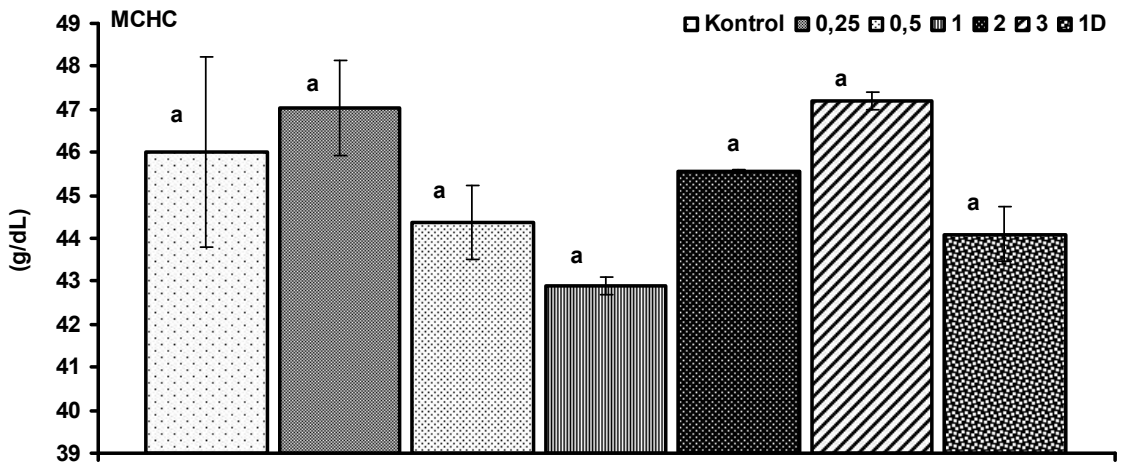
**Şekil 4.5.11.** Deneme sonunda balıklardaki ortalama eritrosit hacim (MCV) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise gruplar arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz ( $P > 0,05$ ) olduğunu ifade etmektedir

Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) değerleri (Şekil 4.5.12) bakımından bazı gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (One-way ANOVA,  $P = 0,03265$ ). MCH değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak MCH değeri en yüksek olan kontrol grubu ( $88,7 \pm 1,30$  pg) ile MCH değeri en düşük olan %1 ( $75,6 \pm 0,90$  pg) ( $P = 0,01716$ ) ve %2 grubu ( $77,4 \pm 2,40$  pg) ( $P = 0,04426$ ) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



**Şekil 4.5.12.** Deneme sonu balıklardaki eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, farklı harfler ise istatistiki olarak farklılığı ( $P < 0,05$ ) ifade etmektedir

Gruplar arasında ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerleri (Şekil Şekil 4.5.13) en düşük %1 grubu ( $42,9 \pm 0,20$  g/dL), en yüksek ise %3 grubu için ( $47,2 \pm 0,21$  g/dL) hesaplanmıştır. MCHC değerleri bakımından gruplar arasında görülen fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P = 0,1794$ ).



**Şekil 4.5.13.** Deneme sonu balıklardaki eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) miktarı. Dikey çubuklar standart sapmayı, aynı harfler ise istatistiki olarak gruplar arasında farkın ( $P > 0,05$ ) olmadığını ifade etmektedir

**Çizelge 4.5.1.** Deneme sonunda (60. gün) kan örneklerinden elde edilen hematolojik parametre sonuçları

Parametre	Gruplar						
	Kontrol	%0,25	%0,5	%1	%2	%3	%1D
WBC	56,0±6,46 <sup>a</sup>	42,4±2,49 <sup>ab</sup>	40,3±1,86 <sup>ab</sup>	38,5±0,20 <sup>b</sup>	33,6±2,60 <sup>b</sup>	29,0±0,80 <sup>b</sup>	41,2±3,24 <sup>ab</sup>
%LYM	90,6±2,28 <sup>a</sup>	93,3±0,53 <sup>a</sup>	93,7±0,42 <sup>a</sup>	93,0±0,30 <sup>a</sup>	93,6±1,40 <sup>a</sup>	94,2±0,33 <sup>a</sup>	93,6±0,44 <sup>a</sup>
%MID	6,1±1,12 <sup>a</sup>	4,7±0,31 <sup>a</sup>	4,5±0,43 <sup>a</sup>	5,0±0,00 <sup>a</sup>	4,2±0,60 <sup>a</sup>	4,0±0,22 <sup>a</sup>	4,5±0,25 <sup>a</sup>
%GRAN	3,4±1,18 <sup>a</sup>	2,0±0,23 <sup>a</sup>	1,8±0,06 <sup>a</sup>	2,0±0,30 <sup>a</sup>	2,2±0,80 <sup>a</sup>	1,8±0,12 <sup>a</sup>	1,9±0,19 <sup>a</sup>
LYM	50,5±4,65 <sup>a</sup>	38,2±0,96 <sup>ab</sup>	37,8±1,91 <sup>ab</sup>	35,9±0,05 <sup>b</sup>	31,5±1,95 <sup>b</sup>	27,3±0,73 <sup>b</sup>	38,6±3,12 <sup>ab</sup>
MID	3,5±1,04 <sup>a</sup>	2,0±0,17 <sup>a</sup>	1,8±0,12 <sup>a</sup>	2,0±0,05 <sup>a</sup>	1,5±0,35 <sup>a</sup>	1,2±0,09 <sup>a</sup>	1,8±0,15 <sup>a</sup>
GRAN	2,0±0,91 <sup>a</sup>	0,8±0,12 <sup>a</sup>	0,7±0,07 <sup>a</sup>	0,7±0,10 <sup>a</sup>	0,7±0,30 <sup>a</sup>	0,5±0,03 <sup>a</sup>	0,8±0,07 <sup>a</sup>
RBC	1,4±0,07 <sup>a</sup>	1,1±0,03 <sup>abc</sup>	1,2±0,01 <sup>ac</sup>	1,1±0,04 <sup>abc</sup>	1,0±0,11 <sup>bc</sup>	0,8±0,02 <sup>b</sup>	1,2±0,11 <sup>ac</sup>
HGB	12,2±0,78 <sup>a</sup>	8,7±0,32 <sup>bc</sup>	9,4±0,15 <sup>ab</sup>	8,4±0,40 <sup>bc</sup>	8,0±1,10 <sup>bc</sup>	6,6±0,13 <sup>b</sup>	9,8±0,90 <sup>ac</sup>
HCT	26,5±0,82 <sup>a</sup>	18,5±1,10 <sup>bc</sup>	21,3±0,72 <sup>ac</sup>	19,6±0,85 <sup>bc</sup>	17,6±2,45 <sup>bc</sup>	13,9±0,31 <sup>b</sup>	22,2±1,82 <sup>ac</sup>
MCV	193,5±6,68 <sup>a</sup>	175,0±7,54 <sup>a</sup>	184,8±3,86 <sup>a</sup>	177,0±1,25 <sup>a</sup>	170,4±5,45 <sup>a</sup>	172,3±7,82 <sup>a</sup>	179,0±3,67 <sup>a</sup>
MCH	88,7±1,30 <sup>a</sup>	82,1±2,31 <sup>ab</sup>	81,8±0,23 <sup>ab</sup>	75,6±0,90 <sup>b</sup>	77,4±2,40 <sup>b</sup>	81,2±3,60 <sup>ab</sup>	79,6±1,96 <sup>ab</sup>
MCHC	46,0±2,21 <sup>a</sup>	47,0±1,11 <sup>a</sup>	44,4±0,86 <sup>a</sup>	42,9±0,20 <sup>a</sup>	45,6±0,05 <sup>a</sup>	47,2±0,21 <sup>a</sup>	44,1±0,62 <sup>a</sup>

WBC: beyaz kan hücresi ya da lokosit ( $10^3/\mu\text{L}$ ), %LYM: %lenfosit, %MID: % monosit, %GRAN: % granüllü nötrofil, LYM: lenfosit ( $10^3/\mu\text{L}$ ), MID: ( $10^3/\mu\text{L}$ ), GRAN ( $10^3/\mu\text{L}$ ), RBC: kırmızı kan hücresi ya da eritrosit ( $10^6/\mu\text{L}$ ), HGB: hemogloblin (g/dL), HCT: hematokrit (%), MCV: ortalama eritrosit hacmi (fL: femtolitre), MCH: eritrosit başına düşen ortalama hemogloblin (pg: pikogram), MCHC: eritrosit başına düşen ortalama hemogloblin konsantrasyonu (g/dL). Aynı satırlardaki farklı üssel harflerle ifade edilen değerler gruplar arasında istatistiki olarak farklılığı ifade etmektedir ( $P < 0,05$ ).

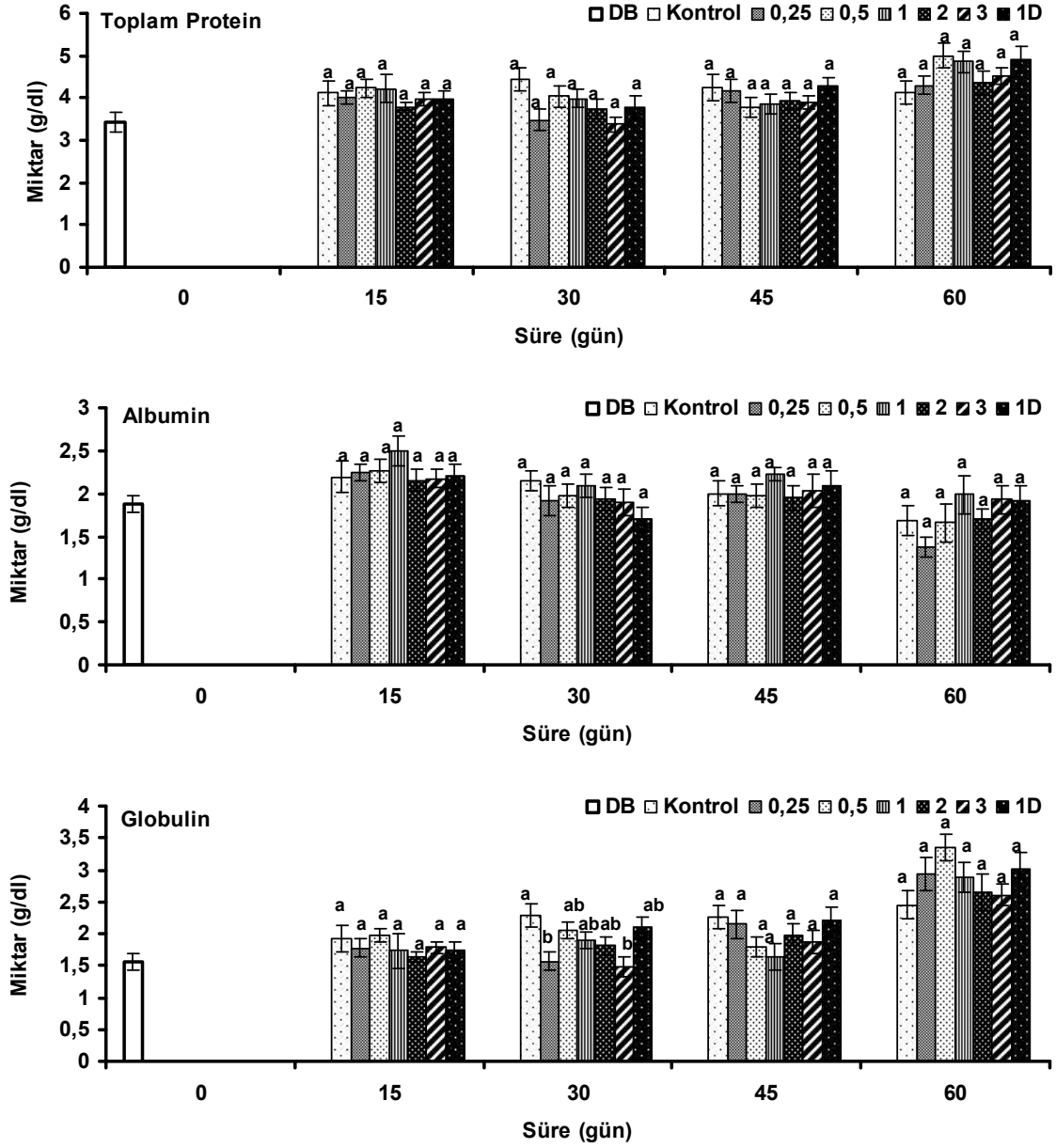
#### 4.6. Biyokimyasal Bulgular

Deneme süresince gruplardaki balıklardan 15 günlük periyotlarla (deneme başı: 0. gün, 15., 30., 45. ve 60. gün) alınan kan örneklerinden elde edilen kan serumunda: toplam protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), glikoz (GLU), kolesterol (CHO), trigliserid (TRIG), lizozim aktivitesi (LYZ), myleperoksidaz aktivitesi (MPO) ve toplam imminoglobulin (IG) değerlerinin değişimi incelenmiş ve sonuçlar şekillerle (Şekil 4.6.1 – 4.6.4) ve Çizelge 4.6.1’de sunulmuştur.

Kan örneklerinden elde edilen serumdaki toplam protein, albumin ve globulin miktarlarının toplamına eşit olup, deneme süresince 15 günlük periyotlarda (deneme başı: 0. gün, 15., 30., 45. ve 60. gün) gruplar kendi içerisinde incelendiğinde gruplar arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $P > 0,05$ ) (Şekil 4.6.1, toplam protein). Benzer şekilde kan serumda yapılan analiz sonuçlarına göre, albumin (ALB) miktarı bakımından da 15 günlük periyotlarda gruplar arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ) (Şekil 4.6.1, albumin). Ancak, globulin (GLB) miktarı bakımından çalışmanın 30. gün periyotunda %0,25 grubu ( $1,6 \pm 0,14$  g/dl) ve %3 grubunun ( $1,5 \pm 0,15$  g/dl) globulin miktarları kontrol grubuna göre ( $2,3 \pm 0,18$  g/dl) daha düşük değerlerde hesaplanmış olup (Şekil 4.6.1, globulin) görülen farkın istatistiki olarak da önemli olduğu belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ).

Araştırma süresince gruplardaki balıklardan elde edilen serumdaki toplam protein (TP) miktarı incelendiğinde kontrol grubu da dahil olmak üzere bütün deneme gruplarında TP değerinin deneme başı değerine göre ( $3,4 \pm 0,23$  g/dL) bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Deneme süresince, en yüksek TP miktarı 60. gün periyotunda %0,5 grubunda ( $5,0 \pm 0,29$  g/dL), en düşük TP değeri ise yine denemenin 60. gün periyodunda ve kontrol grubunda ( $4,1 \pm 0,27$  g/dL) tespit edilmiştir.

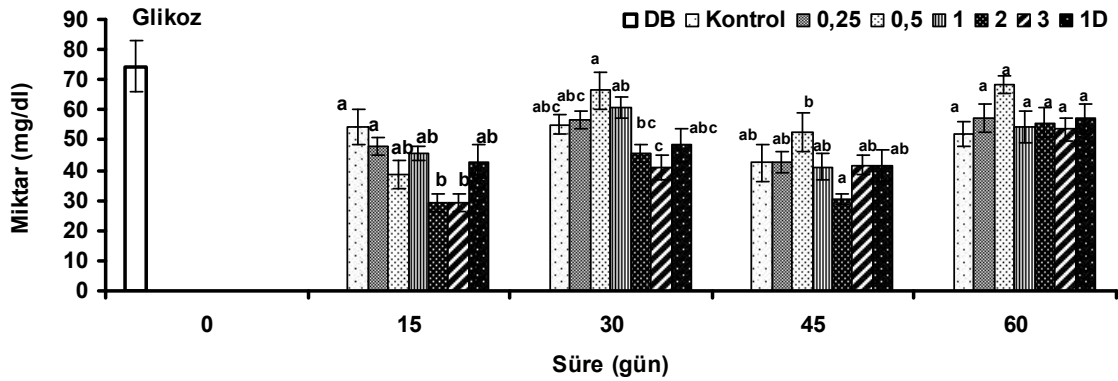




**Şekil 4.6.1.** Farklı oranlarda yeşil çay ilaveli yemle beslenen balıkların kan serumundaki toplam protein (TP), albumin (ALB) ve globulin (GLB) değerlerinin zamana göre değişimi

Araştırma süresince gruplardaki balıklardan elde edilen serumdaki glikoz (GLU) miktarı incelendiğinde, kontrol grubu da dahil olmak üzere bütün deneme gruplarında GLU değerinin deneme başı değerine ( $74,3 \pm 8,42$  mg/dL) göre bir azalış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6.1). Ayrıca her bir grubun glikoz değerleri tek başına 15 günlük periyotlar halinde değerlendirildiğinde ise kontrol grubu da dahil olmak üzere her bir grubun glikoz değerinde 15. günden 30. güne bir artış, 30. günden 45. güne bir azalış ve 45. günden 60. güne tekrar bir artışın olduğu gözlenmiştir. Ancak bu değerler hiçbir zaman deneme başındaki glikoz değerinin üzerine çıkmamıştır (Çizelge 4.6.1).

GLU miktarları deneme süresince 15 günlük periyotlarda gruplar kendi içinde incelendiğinde 60. gün hariç 15. gün, 30. gün ve 45. gün periyotlarında gruplar arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.6.2). Şöyleki, denemenin 15. gününde %2 (glikoz değeri:  $29,1 \pm 2,97$  mg/dl) ve %3 (glikoz değeri:  $29,3 \pm 3,02$  mg/dl) gruplarının GLU değerleri kontrol grubuna (glikoz değeri:  $54,1 \pm 5,91$  mg/dl) göre daha düşük hesaplanmış olup fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yani 15. günde yemdeki yeşil çay oranının artışı kan serumdaki GLU miktarını önemli seviyede azaltmıştır. Denemenin 30. gününde GLU değerleri bakımından kontrol grubu ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ). Denemenin 30. gününde %0,5 grubunun GLU değeri ( $66,4 \pm 6,31$  mg/dl) %2 ( $45,6 \pm 2,76$  mg/dl) ve %3 ( $40,7 \pm 4,10$  mg/dl) gruplarından daha yüksek hesaplanmış olup fark istatistiki olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yine %3 (glikoz değeri:  $40,7 \pm 4,10$  mg/dl) ve %1 (glikoz değeri:  $61,0 \pm 3,49$  mg/dl) grupları arasında GLU değerleri bakımından da fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Denemenin 45. gününde ise %0,5 grubunun GLU değeri ( $52,7 \pm 6,51$  mg/dl) %2 grubunun GLU değerinden ( $30,3 \pm 1,89$  mg/dl) daha yüksek hesaplanmış olup fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



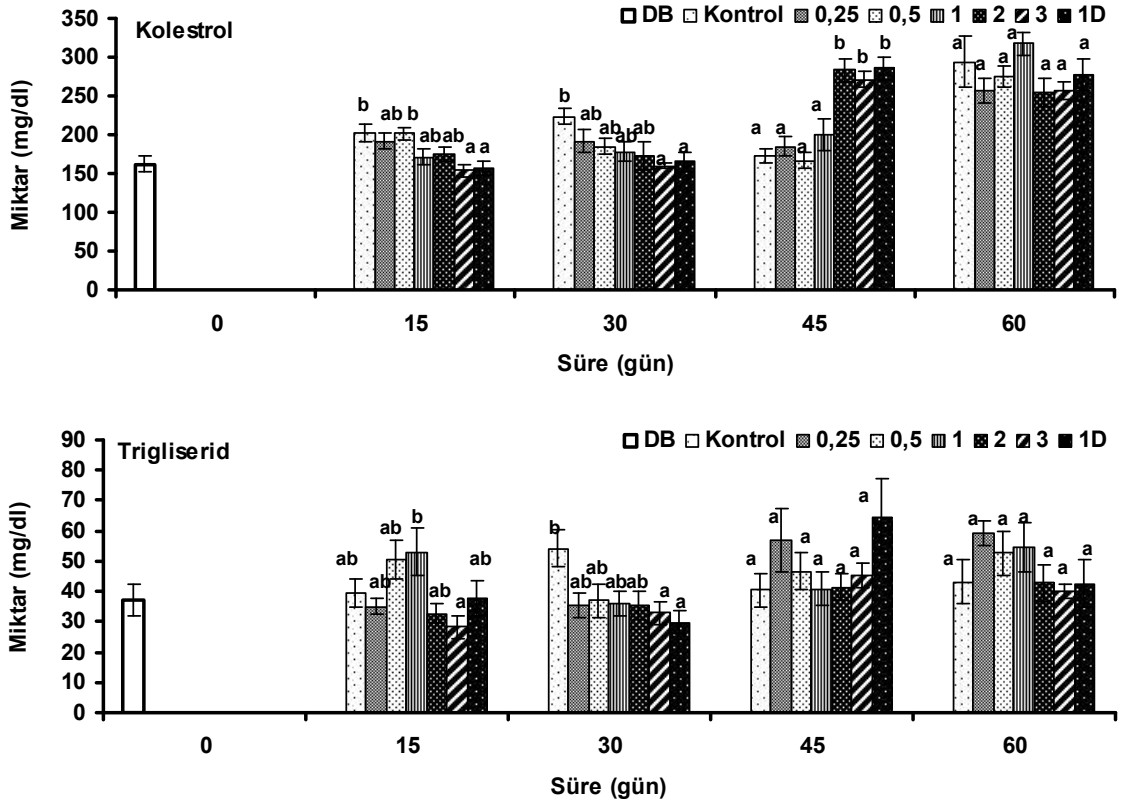
Şekil 4.6.2. Farklı oranlarda yeşil çay ilaveli yemle beslenen balıkların kan serumundaki glikoz (GLU) değerinin zamana göre değişimi

Farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen alabalıkların kan serumundaki kolesterol (CHO) ve trigliserid (TRIG) değerlerinin 15 günlük periyotlarda (15. gün, 30. gün, 45. gün ve 60. gün) değişimi Şekil 4.6.3’de sunulmuştur.

Kan örneklerinden elde edilen serumdaki kolesterol miktarları incelendiğinde 60. gün hariç diğer periyotlarda gruplar arasında farkın istatistiksel olarak önemli

olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ) (şekil 4.6.3, kolesterol). şöyleki, denemenin 15. günde %3 grubu ( $154,2 \pm 7,89$  mg/dl) ve %1D grubu ( $157,0 \pm 9,49$  mg/dl) CHO değerleri kontrol grubu CHO değerinden ( $202,8 \pm 11,66$  mg/dl) daha düşük hesaplanmıştır. şöz konusu fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Aynı şekilde denemenin 30. günde de %3 grubu (kolesterol değeri:  $159,3 \pm 3,37$  mg/dl) ve %1D (kolesterol değeri:  $164,8 \pm 12,39$  mg/dl) grubu ile kontrol grubu (kolesterol değeri:  $223,5 \pm 10,16$  mg/dl) arasında CHO değerleri bakımından fark istatistiki olarak yine önemli çıkmıştır ( $P < 0,05$ ). Denemenin 45. günde ise %2 grubu (kolesterol değeri:  $283,1 \pm 15,47$  mg/dl), %3 grubu (kolesterol değeri:  $271,2 \pm 10,78$  mg/dl) ve %1D grubu (kolesterol değeri:  $286,1 \pm 14,87$  mg/dl) ile kontrol grubu (kolesterol değeri:  $173,4 \pm 9,19$  mg/dl) arasında CHO değerleri bakımından fark önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yani, denemenin 15. ve 30. gün periyotlarında %3 grubu ve %1D grubunun CHO değerleri kontrol grubunun CHO değerlerine göre azalmış ve görölen fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Diğer bir ifadeyle yemdeki yeşil çay oranı arttıka 15. ve 30. gün periyotlarında balıkların serumundaki CHO yani yağ mekanizması önemli derecede azalmıştır.

Kan örneklerinden elde edilen serumdaki trigliserid (TRIG) miktarları incelendiğinde (Çizelge 4.6.1) 60. gün hariç diğer periyotlarda gruplar arasında fark istatistiki olarak önemli tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ) (şekil 4.6.3, trigliserid). 15. günde kan serumundan elde edilen TRIG analiz sonuçlarına göre %1 (trigliserid değeri:  $53,0 \pm 7,74$  mg/dl) ve %3 (trigliserid değeri:  $28,2 \pm 3,74$  mg/dl) grupları arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). 30. günde ise %3 (trigliserid değeri:  $32,8 \pm 3,57$  mg/dl) grubu ve %1D (trigliserid değeri:  $29,8 \pm 3,85$  mg/dl) grubunun TRIG değerleri kontrol (trigliserid değeri:  $54,3 \pm 5,86$  mg/dl) grubuna göre daha düşük değerde olup bu fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).



Şekil 4.6.3. Farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen alabalıkların kan serumundaki kolesterol (CHO) ve trigliserid (TRIG) değerlerinin zamana göre değişimi

Farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen alabalıkların bağışıklık sisteminin uyarılmasına ilişkin olarak kan serumunda immünolojik analizler de yapılmıştır. Bu kapsamda kan serumunda; lizozim aktivitesi (LYZ), myeloperoksidaz (MPO) ve toplam immünoglobulin (IG) değerlerinin zamana göre (15. gün, 30. gün, 45. gün ve 60. gün) değişimi incelenmiş ve sonuçlar Şekil 4.6.4'te ve Çizelge 4.6.1 ve Çizelge 4.6.2'de sunulmuştur.

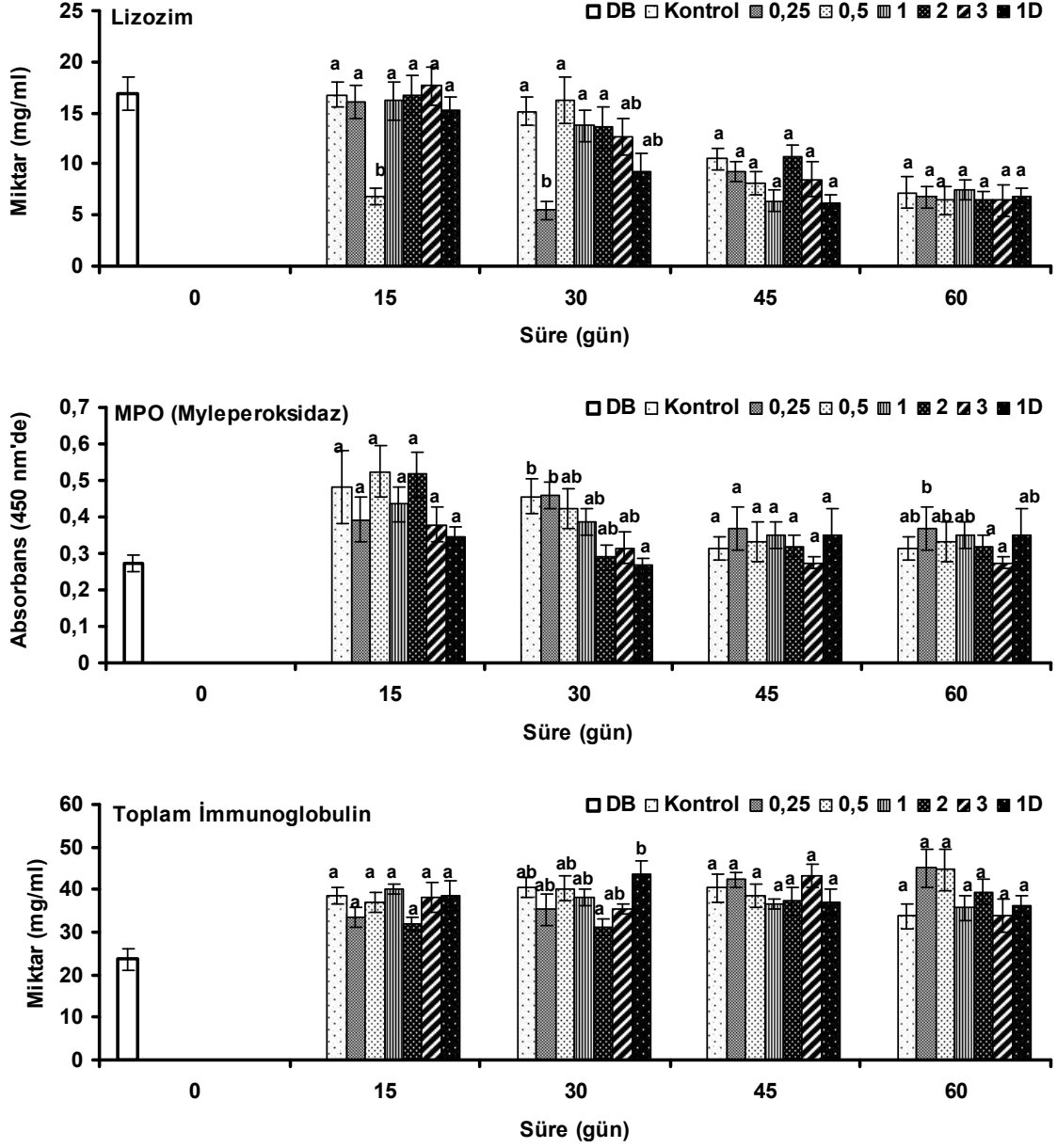
Kan örneklerinden elde edilen serumdaki lizozim miktarları deneme süresince 15 günlük periyotlarda (15., 30.,45. ve 60. gün) gruplar kendi içerisinde incelendiğinde 45. ve 60. gün hariç diğer periyotlarda gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.6.4, lizozim). Şöyleki, denemenin 15. gününde %0,5 grubunun LYZ değeri ( $6,8 \pm 0,83$  mg/ml) kontrol ve diğer gruplara göre daha düşük değerde hesaplanmış olup (Çizelge 4.6.1, Çizelge 4.6.2) bu fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.6.4). Denemenin 30. gününde ise %0,25 grubunun LYZ değeri ( $5,5 \pm 0,92$  mg/ml) en düşük seviyede hesaplanmış olup bu değer ile kontrol ( $15,2 \pm 1,44$  mg/ml), %0,5 ( $16,2 \pm 2,29$  mg/ml), %1 ( $13,8 \pm 1,58$  mg/ml) ve %2

(13,6±2,06 mg/ml) gruplarının LYZ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.6.4, lizozim).

450 nm'de absorban miktarları ölçülerek hesaplanan myeloperoksidaz (MPO) aktivitesi değerleri incelendiğinde denemenin 30. gününde %1D (MPO absorban değeri: 0,3±0,02) grubu ile kontrol (MPO absorban değeri: 0,5±0,05) ve %0,25 grubu (MPO absorban değeri: 0,5±0,04) arasında MPO değerleri bakımından fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yine denemenin 60. gününde %0,25 grubu (MPO absorban değeri: 0,4±0,06) ile %2 (MPO absorban değeri: 0,3±0,03) ve %3 (MPO absorban değeri: 0,3±0,02) grupları arasında MPO değerleri bakımından fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.6.4, MPO).

Kan örneklerinden elde edilen serumdaki toplam immünoglobulin (IG) miktarları deneme süresince 15 günlük periyotlarda (15., 30., 45. ve 60. gün) incelendiğinde 30. gün hariç diğer periyotlarda gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Şekil 4.6.4, IG). Kan serumundan elde edilen IG miktarı 30. günde %1D grubunda en yüksek (43,6±3,28 mg/ml), %2 grubunda ise en düşük (31,3±2,03 mg/ml) seviyede tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.1). Denemenin 30. gününde tespit edilen en yüksek ve en düşük bu iki değer arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

Deneme süresince farklı oranlarda yeşil çay içeren yemlerle beslenen balıkların kan serumundan elde edilen biyokimyasal parametre indeksleri 15 günlük periyotlarda kontrol grubuna göre değerlendirildiğinde elde edilen istatistiksel sonuçlar toplu halde Çizelge 4.6.2'de özetlenmiştir. Buna göre: denemenin 60. gününde hiçbir parametre etkilenmemiştir. 45. gününde %2, %3 ve %1D gruplarında CHO değeri artış gösterirken diğer tüm grupların CHO değerleri etkilenmemiştir. Araştırmanın 15. ve 30. gününde ise hiçbir biyokimyasal parametre indeksinde artış olmamıştır. Bu sonuçlar yeşil çayın ortalama ağırlığı yaklaşık 40,4±0,01 g olan gökkuşuğu alabalığının beslenmesinde %0,25 - %3 oranları arasında kullanımının kan biyokimyasal parametre indekslerini olumsuz anlamda etkilemediğini göstermiştir.



**Şekil 4.6.4.** Farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen alabalıkların kan serumundaki lizozim (LYZ) aktivitesi, myleperoksidaz (MPO) aktivitesi ve toplam immünoglobulin (IG) değerlerinin zamana göre değişimi

**Çizelge 4.6.1.** Kan örneklerinden zaman göre elde edilen serumdaki biyokimyasal parametre (BKP) sonuçları. DB: deneme başı

BKP	Gün	Gruplar						
		Kontrol	%0,25	%0,5	%1	%2	%3	%1D
Protein (TP)	DB	3,4±0,23						
	15	4,1±0,30	4,0±0,17	4,2±0,21	4,2±0,32	3,8±0,09	4,0±0,16	4,0±0,22
	30	4,4±0,27	3,5±0,25	4,0±0,26	4,0±0,23	3,7±0,25	3,4±0,18	3,8±0,26
	45	4,3±0,31	4,2±0,27	3,8±0,23	3,9±0,23	3,9±0,20	3,9±0,16	4,3±0,21
	60	4,1±0,27	4,3±0,22	5,0±0,29	4,9±0,25	4,4±0,27	4,5±0,20	4,9±0,30
Albumin (ALB)	DB	1,9±0,10						
	15	2,2±0,18	2,2±0,09	2,3±0,13	2,5±0,17	2,2±0,12	2,2±0,11	2,2±0,12
	30	2,1±0,12	1,9±0,18	2,0±0,14	2,1±0,13	1,9±0,13	1,9±0,16	1,7±0,14
	45	2,0±0,14	2,0±0,09	2,0±0,14	2,2±0,08	1,9±0,15	2,0±0,19	2,1±0,17
	60	1,7±0,17	1,4±0,11	1,7±0,25	2,0±0,22	1,7±0,12	1,9±0,17	1,9±0,18
Globulin (GLB)	DB	1,6±0,14						
	15	1,9±0,22	1,8±0,13	2,0±0,10	1,7±0,26	1,6±0,07	1,8±0,09	1,7±0,13
	30	2,3±0,18	1,6±0,14	2,1±0,13	1,9±0,13	1,8±0,13	1,5±0,15	2,1±0,17
	45	2,3±0,19	2,2±0,22	1,8±0,15	1,6±0,21	2,0±0,16	1,9±0,18	2,2±0,22
	60	2,5±0,21	2,9±0,26	3,4±0,20	2,9±0,23	2,7±0,29	2,6±0,18	3,0±0,26
Glikoz (GLU)	DB	74,3±8,42						
	15	54,1±5,91	48,0±2,75	38,7±4,68	45,6±2,44	29,1±2,97	29,3±3,02	42,9±5,67
	30	55,2±3,07	56,5±2,88	66,4±6,31	61,0±3,49	45,6±2,76	40,7±4,10	48,2±5,58
	45	42,4±5,94	42,7±3,53	52,7±6,51	41,2±4,15	30,3±1,89	41,8±3,29	41,5±5,27
	60	52,1±3,89	57,4±4,59	68,3±3,05	54,3±5,39	55,7±4,85	53,6±3,91	57,0±4,77
Kolesterol (CHO)	DB	162,5±10,43						
	15	202,8±11,66	191,6±10,43	201,1±8,76	171,6±10,75	175,1±8,54	154,2±7,89	157,0±9,49
	30	223,5±10,16	191,8±14,61	184,5±10,19	178,2±13,00	172,8±17,96	159,3±3,37	164,8±12,39
	45	173,4±9,19	185,2±11,48	166,8±10,90	200,5±19,99	283,1±15,47	271,2±10,78	286,1±14,87
	60	293,8±32,78	255,9±15,91	275,1±12,61	317,2±13,82	254,4±17,32	257,5±11,36	277,3±19,42
Trigliserid (TRIG)	DB	37,1±5,13						
	15	39,5±4,58	35,1±2,72	50,5±6,36	53,0±7,74	32,7±3,34	28,2±3,74	37,7±6,03
	30	54,3±5,86	35,5±3,93	36,9±5,76	35,9±4,17	35,3±4,59	32,8±3,57	29,8±3,85
	45	40,4±5,43	57,1±10,47	46,6±4,28	40,8±5,63	41,5±4,07	45,4±4,18	64,6±12,31
	60	43,2±7,28	59,2±4,03	52,7±7,25	54,6±8,04	42,7±6,15	40,2±2,21	42,6±7,83
Lizozim (LYZ)	DB	16,9±1,59						
	15	16,8±1,21	16,1±1,64	6,8±0,83	16,2±1,83	16,8±1,91	17,7±1,83	15,3±1,31
	30	15,2±1,44	5,5±0,92	16,2±2,29	13,8±1,58	13,6±2,06	12,7±1,79	9,3±1,67
	45	10,5±1,03	9,3±0,95	8,1±1,13	6,4±1,02	10,7±1,12	8,5±1,68	6,2±0,88
	60	7,2±1,57	6,8±1,05	6,5±1,39	7,4±1,01	6,5±0,87	6,4±1,56	6,9±0,77
Myleperok. (MPO)	DB	0,3±0,02						
	15	0,5±0,10	0,4±0,06	0,5±0,07	0,4±0,05	0,5±0,06	0,4±0,05	0,3±0,02
	30	0,5±0,05	0,5±0,04	0,4±0,06	0,4±0,04	0,3±0,03	0,3±0,04	0,3±0,02
	45	0,3±0,03	0,4±0,06	0,3±0,06	0,4±0,04	0,3±0,03	0,3±0,02	0,3±0,07
	60	0,3±0,03	0,4±0,06	0,3±0,06	0,4±0,04	0,3±0,03	0,3±0,02	0,3±0,07
T.im.globulin (IG)	DB	23,6±2,53						
	15	38,5±1,96	33,4±2,37	37,1±2,32	40,0±1,21	31,9±1,45	38,1±3,53	38,6±3,63
	30	40,5±2,32	35,3±3,68	40,2±2,87	38,1±1,89	31,3±2,03	35,5±1,19	43,6±3,28
	45	40,4±3,40	42,3±1,79	38,7±2,81	36,6±1,31	37,4±3,30	43,3±2,74	37,0±3,10
	60	33,8±2,86	45,1±4,53	44,7±4,95	35,8±2,97	39,5±2,96	33,8±3,91	36,2±2,50

**Çizelge 4.6.2.** Deneme süresince farklı oranlarda yeşil çay içeren yemlerle beslenen balıkların kan serumundan elde edilen biyokimyasal parametre indekslerinin 15 günlük periyotlardaki değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel sonuçları

Gruplar	Süre	Biyokimyasal parametre indeksleri								
		TP	ALB	GLB	GLU	CHO	TRIG	LYZ	MPO	IG
% 0,25	15. gün	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 0,50		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↓	↔	↔
% 1		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 2		↔	↔	↔	↓	↔	↔	↔	↔	↔
% 3		↔	↔	↔	↓	↓	↔	↔	↔	↔
% 1D		↔	↔	↔	↔	↓	↔	↔	↔	↔
% 0,25	30. gün	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↓	↔	↔
% 0,50		↔	↔	↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 1		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 2		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 3		↔	↔	↓	↔	↓	↓	↔	↔	↔
% 1D		↔	↔	↔	↔	↓	↓	↔	↓	↔
% 0,25	45. gün	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 0,50		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 1		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 2		↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔	↔	↔
% 3		↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔	↔	↔
% 1D		↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔	↔	↔
% 0,25	60. gün	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 0,50		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 1		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 2		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 3		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
% 1D		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

TP: toplam protein, ALB: albumin, GLB: globulin, GLU: glikoz, CHO: kolesterol, TRIG: trigliserid, LYZ: lizozim aktivitesi, MPO: myeloperoksidaz aktivitesi ve IG: toplam imminoglobulin. [↔]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemsiz, [↑]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede yüksek, [↓]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede düşük.



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1. Büyüme Performansı ve Yem Değerlendirme

Su ürünleri yetiştiriciliğinde kaliteli, ucuz ve Avrupa Birliği standartlarında ürünler elde edebilmek için maliyetin önemli bir kısmını oluşturan balık yemlerinin kullanılması ve balıkların yemden en iyi şekilde yararlanmasını sağlamak oldukça önemlidir (Korkut ve ark., 2007). Su ürünleri yetiştiriciliğinde balıkların yemi değerlendirmesinin ölçülmesinde bir takım modellerden yararlanılarak balıkların gelişimi ve büyüme indeksleri gibi parametreler elde edilmekte ve bu parametreler kullanılarak kaliteli yem içeriği, balıkların azami gelişim eğrileri ve sağlıklı formların oluşturulmasına olanak sağlanabilmektedir (Korkut ve ark., 2007). Bu kapsamda bu çalışmanın amacı, gökkuşuğu alabalığı yemlerine %0,25, %0,5, %1, %2 ve %3 oranında yeşil çay ve %1 oranında yeşil çay toz atığının eklenmesinin balıkların büyüme ve yem değerlendirme üzerine etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla deneme sonunda canlı ağırlık artışı, protein tüketimi, protein değerlendirme randımanı, yem değerlendirme sayısı ve spesifik büyüme oranı indeks parametreleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla kıyaslanarak tartışılmıştır. Bunun için önceki çalışmalardan elde edilen sonuçların çalışmamızla kıyaslanması amacıyla Çizelge 5.1.1 hazırlanmıştır. Farklı oranlarda yeşil çay ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine katılmasının; deneme sonu ortalama canlı ağırlığa (DSOCA), spesifik büyüme oranına (SGR), protein tüketimine (PT), protein değerlendirme randımanına (PDR), görünür net protein tutma oranına (ANPR), yem değerlendirme sayısına (FCR), hepatosomatik indeks (HSI) ve kondisyon faktörü (KF)'ne etkileri Çizelge 5.1.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.1.1.** Farklı oranlarda yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine katılmasının deneme sonu ortalama canlı ağırlık (DSOCA), spesifik büyüme oranı (SGR), protein tüketimi (PT), protein değerlendirme randımanı (PDR), görünür net protein tutma oranı (ANPR), yem değerlendirme sayısı (FCR), hepatosomatik indeks (HSI) ve kondisyon faktörüne (KF) etkileri

Balık türü	Çay bölümü	Uygulanan Konsant.	Uygulama özelliği	Başlangıç Ağırlığı (g)	Sıcaklık (°C)									Kaynak
						DSOCA	SGR	PT	PDR	ANPR	FCR	HSI	KF	
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Gökkuşuğu alabalığı)	Öğütülmüş yaprak	%0,002	35 gün %2,5 VA	23,5±2,6	13±1	↔	↔				↔			[1]
		%0,01				↔	↔			↔				
		%0,05				↔	↔			↔				
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	EGCG ekstre	%0,002	48 gün	145±3,8	15	↔	↔				↔	↔		[2]
		%0,01				↔	↔			↔	↔			
<i>Sebastes schlegeli</i> (Siyah kaya balığı)	Etanol ile ekstre	%1	56 gün DK	8,1±2	20,2±2,3	↔	↔		↔			↔	↓	[3]
		%3				↔	↔			↔	↓	↓		
		%5				↓	↓			↔	↓	↓		
<i>Sparus aurata</i> (Çipura)	Öğütülmüş yaprak (ÖY) ÖY+ metiyonin (M)	%2,90	30 gün DK	35	22,0±1,0	↓	↓		↔		↔	↓		[4]
		%2,9 ÖY+%0,3 (M)				↔	↔			↔	↓			
<i>Oreochromis niloticus</i> (Nil tilapiası)	Öğütülmüş yaprak	%0,0125	84 gün %5 – 10 VA	1,2 – 2	27 – 31	↔	↔		↔		↔			[5]
		%0,025				↑	↑		↑					
		%0,05				↑	↑		↑		↓			
		%0,10				↔	↔		↔		↔			
		%0,20				↔	↔		↔		↔			
<i>Paralichthys olivaceus</i> (Japon pisi balığı)	Yaş yaprak Kuru yaprak Atık çay Ekstre	%5	49 gün	52,5	21,6±1,5	↓	↓		↓			↔		[6]
		%5				↓	↓		↔		↔			
		%5				↓	↓		↓		↓			
		%5 çaya tekabül				↔	↔		↔		↔			
<i>Seriola quinqueradiata</i> (Sarıkuyruk balığı)	Ekstre Yaprak	%0,70	56 gün	399±14	22 – 28	↓	↓						↔	[7]
		%3,60				↓	↓					↔		
<i>Plecoglossus altivelis</i>	Ekstre Yaprak	%0,70	28	33,9±0,5	23±0,5	↓	↓						↑	
		%3,60				↓	↓					↔		
<i>Plecoglossus altivelis</i> (Ayu balığı)	Ekstre	%0,02 ve %0,2				↔	↔		↔		↔	↔	↔	[8]
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Yaş yaprak	%0,25	60 gün %2 VA	40,4±0,02 (40,2–40,7)	10,9±0,14 (9–14)	↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔	↔	Bu çalışma
		%0,5				↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔	↔	
		%1				↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	
		%2				↔	↔	↔	↔	↑	↔	↓	↔	
		%3				↓	↓	↔	↓	↔	↑	↓	↔	
		Yaş çay tozu atığı				%1D	↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔	↔

1: Nootash ve ark. (2013), 2: Thawonsuan ve ark. (2010), 3: Hwang ve ark. (2013), 4: Pérez-Jiménez ve ark. (2013), 5: Abdel-Tawwab ve ark. (2010), 6: Cho ve ark. (2007), 7: Kono ve ark. (2000). 8: Ishihara ve ark. (2002). VA: vücut ağırlığı, DK: doyuncaya kadar. [↔]: kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemsiz, [↑]: kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli seviyede yüksek, [↓]: kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli seviyede düşük.

### 5.1.1. Canlı ağırlık artışı (CAA) ve Spesifik Büyüme Oranı (SGR)

Bu çalışmada, deneme sonu en yüksek canlı ağırlık %0,5 grubunda (104,49±0,443 g), en düşük ise %3 grubunda (89,24±1,944 g) elde edilmiştir. Canlı ağırlık artışı bakımından gruplar arasında görülen fark; kontrol grubu ile %0,25, %0,5, %1, %2 ve %1D grupları arasında istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $P > 0,05$ ) %3 grubu diğer tüm gruplardan istatistiki olarak önemli derecede düşük bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1). Spesifik büyüme oranı bakımından da gruplar arasında canlı ağırlık artışına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Şöyle ki; spesifik büyüme oranı bakımından gruplar arasında görülen fark istatistiki olarak incelendiğinde kontrol grubu ile %0,25, %0,5, %1, %2 ve %1D grupları benzer çıkarken ( $P > 0,05$ ), %3 grubu diğer tüm gruplardan daha düşük oranda hesaplanmıştır ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1).

Çalışmamıza benzer olarak, farklı büyüklükteki gökkuşağı alabalığı yemlerine farklı oranlarda (%0,002; %0,01; %0,05 oranlarında) öğütülmüş yeşil çay yaprağı (Nootash ve ark., 2013) ve EGCG (Epigallocateşingallat) ekstresi (%0,002 ve %0,01 oranlarında) (Thawonsuwan ve ark., 2010) eklendiğinde deneme sonunda canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranının kontrol grubuna göre değişmediği rapor edilmiştir. Benzer durum %1 ve %3 oranında yeşil çay ekstresi ile beslenen siyah kaya balığı (Hwang ve ark., 2013), %2,9 öğütülmüş yeşil çay yaprağı + %0,3 metiyonin ilave edilmiş yemle beslenen çipura balığı (Pérez-Jiménez ve ark. 2013), %0,0125, %0,10 ve %0,20 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ilave edilmiş yemle beslenen Nil tilapısı (Abdel-Tawwab ve ark., 2010) ve %5 yeşil çay oranına tekabül eden yeşil çay ekstresi ilave edilmiş yemle beslenen Japon pisi balığı için (Cho ve ark., 2007) de rapor edilmiştir. Yani farklı oranda yeşil çay yaprağı ve türevlerini içeren yemle beslenen, farklı büyüklükteki, farklı balık türlerinin canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranının kontrol grubuna göre değişmediği söylenebilir.

Çalışmamızda sadece %3 oranında yeşil çay içeren yemle beslenen grupta deneme sonu canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı kontrol grubuna göre daha düşük değerde hesaplanmıştır ( $P < 0,05$ ). Benzer durum %5 oranında yeşil çay ekstresi ile beslenen siyah kaya balığı (Hwang ve ark., 2013), %2,9 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ilave edilmiş yemle beslenen çipura balığı (Pérez-Jiménez ve ark. 2013) ve %5 oranda yeşil çay ve türevlerini içeren yemle beslenen Japon pisi balığı için (Cho ve ark., 2007) de rapor edilmiştir. Yani yüksek oranda yeşil çay yaprağı ve türevlerini içeren yemle beslenen farklı büyüklükteki farklı balık türlerinin canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranının kontrol grubuna göre düştüğü söylenebilir.

Ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı ile ilgili yukarıda ifade edilen literatür bildirilişlerinin aksine, sadece Abdel-Tawwab ve ark., (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada %0,025 ve %0,05 oranında yeşil çay yaprağı ilave edilen yemle beslenen Nil tilapiyası balıklarının deneme sonu canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranının kontrol grubuna göre önemli seviyede bir artış gösterdiği bildirilmiştir.

Yeşil çayın gökkuşağı alabalığı ve farklı balık türlerinin canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranına olan etkisi incelendiğinde (Çizelge 5.1.1), canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranının genelde kontrol grubuna kıyasla değişmediği ( $P > 0,05$ ), bazı çalışmalarda azaldığı ( $P < 0,05$ ), sadece bir çalışmada ise arttığı görülmektedir ( $P < 0,05$ ) (bak: Çizelge 5.1.1).

Yeşil çay ve türevlerinin balık yetiştiriciliğinde uygulanmasının canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı üzerine olan farklı etkisi balık türü ve büyüklüğünün farklılığı ile yeşil çay ve türevlerinin uygulama dozu ve süresinin farklılığından kaynaklanmış olabilir (Hwang ve ark 2013; Nootash ve ark 2013).

### **5.1.2. Yem Değerlendirme Sayısı (FCR)**

Çalışmamızda, yem değerlendirme sayısı; kontrol, %0,25, %0,5, %1, %2, %3 ve %1D gruplarında sırasıyla;  $1,19 \pm 0,022$ ,  $1,17 \pm 0,011$ ,  $1,12 \pm 0,006$ ,  $1,22 \pm 0,021$ ,  $1,24 \pm 0,014$ ,  $1,36 \pm 0,038$ ,  $1,24 \pm 0,016$  olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2.1). En yüksek oranda yeşil çay içeren yemle beslenen %3 grubundaki balıkların yem değerlendirme sayısı ( $1,36 \pm 0,038$ ) kontrol grubu da dahil olmak üzere diğer tüm gruplara göre daha yüksek değerde hesaplanmıştır ( $P < 0,05$ ). Diğer bir ifadeyle yeşil çayın %3 oranında alabalık yemlerine ilave edilmesi yem değerlendirme sayısını önemli seviyede olumsuz olarak etkilemiştir. Diğer taraftan %0,5 grubu için hesaplanan yem değerlendirme sayısı ile kontrol ( $1,19 \pm 0,022$ ) ve %0,25 ( $1,17 \pm 0,011$ ) grubu arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz ( $P > 0,05$ ) bulunurken, %0,5 grubu ile %1, %2, %3 ve %1D grupları arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Diğer bir ifadeyle düşük oranlarda yeşil çayın yeme katılması yem değerlendirme sayısını olumsuz bir şekilde etkilememiştir.

Çalışmamıza benzer olarak farklı büyüklükteki ( $23,5 \pm 2,6$  g ve  $145 \pm 3,8$  g) gökkuşağı alabalığı yemlerine %0,002, %0,01 ve %0,05 oranlarında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ile %0,002 ve %0,01 oranlarında yeşil çayın önemli antioksidan özelliğe sahip etken maddelerinden biri olan EGCG ekstresi eklendiğinde yem değerlendirme sayısının kontrol grubuna göre değişmediği rapor edilmiştir (Çizelge 5.1.1) (Thawonsuwan ve ark., 2010; Nootash ve ark., 2013). Benzer durum %2,9 oranında

öğütülmüş yeşil çay yaprağı ve %2,9 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı + %0,3 metiyonin ilave edilmiş yemle beslenen çipura balığı (Pérez-Jiménez ve ark. 2013) ile %0,0125, %0,025, %0,10 ve %0,20 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ilave edilmiş yemle beslenen Nil tilapiası için de ifade edilmiştir (Abdel-Tawwab ve ark., 2010). Buradan da anlaşılacağı üzere yeşil çay ve türevlerinin farklı oranlarda ve farklı balık türlerinin yemlerine eklenmesinin yem değerlendirme sayısını etkilememiştir. Bu sonuçların aksine, Abdel-Tawwab ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada yeme %0,05 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ilavesinin Nil tilapiasında yem değerlendirme sayısını kontrol grubuna (yem değerlendirme sayısı  $1,37 \pm 0,135$ ) göre önemli seviyede düşürdüğü (yem değerlendirme sayısı  $1,20 \pm 0,038$ ) rapor edilmiştir. Bu sonucun aksine bizim çalışmamızda yeme yüksek oranda (%3 oranında) yeşil çay ilavesinin yem değerlendirme sayısını arttırdığı belirlenmiştir. Ancak çalışmamızda yeme %0,25 ve %0,5 oranlarında yeşil çayın eklenmesi yem değerlendirme sayısını olumsuz bir şekilde etkilememiştir. Yani alabalık yemlerine %0,5 oranına kadar yeşil çayın katılması yetiştiricilik açısından tavsiye edilebilir.

Yeşil çayın yem değerlendirme sayısına etkisiyle ilgili yukarıda tartışılan sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde yeşil çay ve türevlerinin düşük dozlarda yeme ilave edilmesinin yem değerlendirme sayısını olumsuz yönde etkilemediği söylenebilir. Alabalıklarda canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme sayısına ilişkin elde edilen sonuçlar araştırmalara göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılıkların sebebinin; alabalıkların büyümesi ve yem değerlendirmesi üzerine balıkların genotipik yapısı, buldukları ortamın özellikleri, balık büyüklüğü, deneme süresi, yem kalitesi, yemleme şekli gibi faktörlerin etkili olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca değişik ortamlarda yapılan denemelerde aynı büyüklükte alabalıklar kullanılmış olsa bile canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme sayısı bakımından farklı sonuçların elde edilmesinin mümkün olabileceği de bildirilmiştir (Ustaoglu ve Bircan, 1998).

### **5.1.3. Protein Değerlendirme Randımanı (PDR), Protein Tüketimi (PT) ve Görünür Net Protein Tutma Oranı (ANPR)**

Bu çalışmada elde edilen protein değerlendirme randımanı (PDR) bakımından gruplar arasında mukayese yapıldığından %3 grubu hariç diğer gruplar ile kontrol grubu arasındaki farkın önemsiz olduğu ( $P > 0,05$ ) belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle yeme %3'den daha düşük oranda yeşil çay ilavesi gökkuşağı alabalığında PDR değerini değiştirmemiştir.

Benzer sonuçlar %1, %3 ve %5 oranında yeşil çay ekstresi ile beslenen siyah

kaya balığı (Hwang ve ark., 2013), %2,9 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ilave edilmiş yem ve %2,9 öğütülmüş yeşil çay yaprağı + %0,3 metiyonin ilave edilmiş yemle beslenen çipura balığı (Pérez-Jiménez ve ark. 2013), %0,0125, %0,10 ve %0,20 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ilave edilmiş yemle beslenen Nil tilapiası (Abdel-Tawwab ve ark., 2010) ile %5 oranda kuru yeşil çay yaprağı ve %5 oranda yeşil çaya tekabül eden oranda ekstre içeren yemle beslenen Japon pisi balığı (Cho ve ark., 2007) için de tespit edilmiştir (Çizelge 5.1.1). Çalışmamızda %3 grubu ( $1,64 \pm 0,045$ ) ile kontrol grubu ( $1,89 \pm 0,035$ ) arasındaki protein değerlendirme randımanı sonuçları bakımından fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1). Yani yemdeki yeşil çay oranının artışı protein değerlendirme randımanını önemli seviyede düşürmüştür. Bu bulgulara benzer sonuçlar %5 oranda yeşil çay yaprağı ile %5 oranda yeşil çay atığı içeren yemle beslenen Japon pisi balığı için de rapor edilmiştir (Cho ve ark., 2007).

Çalışmamızda protein tüketiminin (PT) en yüksek olduğu %0,5 grubu ( $31,95 \pm 0,367$  g) ile kontrol grubu ( $31,06 \pm 0,306$  g) arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $P = 2,956$ ). Ayrıca %0,5 grubunun protein tüketimi, %1, %2 ve %3 gruplarına göre daha yüksek değerlerde hesaplanmıştır ( $P < 0,05$ ) (Çizelge 4.1.1). Ancak, protein tüketimi tüm gruplarda kontrol grubuna göre istatistiki olarak farksız bulunmuştur ( $P > 0,05$ ). Bu bulgulara göre yeme %0,5 oranına kadar yeşil çay ilavesinin balık protein tüketimini olumsuz olarak etkilemediği sonucu çıkarılabilir. Yeşil çayın balık protein tüketimine olan etkisi ilk kez bu çalışma ile belirlenmiş olup elde ettiğimiz sonuçları kıyaslayabileceğimiz herhangi bir literatüre rastlanılamamıştır. Protein tüketiminin aksine, görünür net protein tutma oranı (ANPR) sonuçlarının en yüksek olduğu %0,5 grubu ( $36,75 \pm 0,615$ ) ile kontrol grubu ( $31,55 \pm 0,535$ ) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P = 0,0004$ ). Yani balık yemine %0,5 oranında yeşil çay ilavesi ANPR değerini balığın büyümesi açısından olumlu yönde etkilemiştir (Çizelge 4.1.1). Yeşil çayın su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanımı neticesinde protein tüketimi ve görünür net protein tutma oranına olan etkisi ilk olarak bu çalışmada belirlenmiş olup elde ettiğimiz sonuçları kıyaslayabileceğimiz herhangi bir çalışmaya rastlanılamadığından dolayı yeşil çayın PT ve ANPR üzerine olan etkisi için kıyaslama yapılamamıştır.

#### 5.1.4. Kondisyon Faktörü (KF) ve Hepatosomatik İndeks (HSI)

Kondisyon faktörü balık ağırlığının balık uzunluğunun küpü değerine yüzde oranını, hepatosomatik indeks ise balık karaciğer ağırlığının vücut ağırlığına yüzde oranını, ifade etmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği açısından HSI parametresi balığın beslenmesine bağlı olarak karaciğer büyümesinin yorumlanması için, KF değeri ise balığın beslenmesinin büyüme üzerine etkisinin yorumlanması için kullanılabilen parametrelerdendir.

Çalışmamızda deneme başı KF değeri  $1,22 \pm 0,037$  iken, deneme sonunda en düşük %2 ( $1,17 \pm 0,027$ ) ve %1D ( $1,17 \pm 0,023$ ) grubunda, en yüksek ise %0,25 ( $1,32 \pm 0,028$ ) grubunda tespit edilmiştir. Deneme sonunda gruplar için hesaplanan KF değerleri kontrol grubuna göre önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.3.1). Kono ve ark. (2000), %0,7 oranında yeşil çay ekstresinin sarıkuyruk balığının KF değerini etkilemediğini ancak ayu balığının KF değerini kontrol grubuna göre artırdığını rapor etmişlerdir. Yine aynı çalışmada %3,6 oranında yeşil çay ve %3,6 oranında yeşil çaya tekabül eden yeşil çay ekstresinin (%0,7 yeşil çay ekstresi) sarıkuyruk ve ayu balığının KF değerini etkilemediği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise etanol ile elde edilen yeşil çay ekstresinin %1, %3 ve %5 oranlarının siyah kaya balığının KF değerini önemli seviyede düşürdüğü rapor edilmiştir (Hwang ve ark., 2013). Buradan da anlaşılacağı üzere su ürünleri yetiştiriciliğinde; balık türü, yeşil çay ile türevleri ve uygulanan dozunun KF üzerine etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. Balığın KF değeri ile beslenme dereceleri ya da ağırlık artışları arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (Bircan, 1981). Ayrıca kondisyon faktörü üzerine balığın yetiştirildiği tank şeklinin etkili olduğu, ancak günlük yemleme sayısı ile yemleme düzeyinin ise etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Bircan, 1981). Diğer taraftan KF değerinin balığın yaşı, cinsiyeti, üreme mevsimi, olgunlaşma dönemi, bağırsakların doluluğu, tüketilen besinin cinsi, yağ rezervi miktarı ve kas yapısının gelişim derecesine bağlı olarak da değiştiği rapor edilmiştir (Korkut ve ark., 2007).

Çalışmamızda deneme başı HSI değeri  $1,64 \pm 0,034$  iken deneme sonunda en düşük, yüksek oranda yeşil çay içeren %2 ( $1,36 \pm 0,043$ ) ve %3 ( $1,36 \pm 0,053$ ) grubunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3.1). Deneme sonunda %2 ve %3 grupları için hesaplanan HSI değerleri bir birlerine benzer olup kontrol grubuna göre önemli seviyede bir azalma göstermiştir. Yani yeme yüksek oranda (%2 ve %3 oranında) yeşil çay ilavesi gökkuşağı alabalığının karaciğer büyümesini balık ağırlığına oranla önemli seviyede azaltmıştır. Benzer şekilde yüksek oranda (%3 ve %5 oranında) yeşil çay

etanol ekstresinin siyah kaya balığı (Hwang ve ark., 2013), yine yüksek oranda (%2,9) yeşil çayın çipura balığı (Pérez-Jiménez ve ark., 2013) ve %5 oranında atık çayın ise Japon pisi balığının (Cho ve ark., 2007) HSI değerini düşürdüğü rapor edilmiştir (Çizelge 5.1.1).

Çalışmamızda düşük oranlarda yeşil çay ilavesinin HSI değerini kontrol grubuna göre önemli seviyede etkilemediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.1). Yani düşük oranlarda yeşil çay ilavesi gökkuşuğu alabalığının karaciğer büyümesini önemli seviyede etkilememiştir. Benzer şekilde düşük oranda (%0,002 ve %0,01) EGCG ekstresinin gökkuşuğu alabalığı (Thawonsuwan ve ark., 2010), %1 oranında yeşil çay etanol ekstresinin ise siyah kaya balığının (Hwang ve ark., 2013) HSI değerini önemli seviyede etkilemediği rapor edilmiştir. Bu sonuçlara göre yeşil çayın su ürünleri yetiştiriciliğinde HSI değerini artırıcı bir etkisinin olmadığı, ancak yeşil çay türevleri ile uygulanan doz ve balık türü ile büyüklüğüne bağlı olarak HSI değerinin azaldığı ya da değişmediği söylenebilir (bak: Çizelge 5.1.1).

#### **5.1.5. Balık Eti ve Karaciğer Besin Madde İçeriği**

Bu çalışmada, yeme %0,25, %0,5, %1, %2 ve %3 oranında yeşil çay ve %1 oranında yeşil çay toz atığı eklenmesinin balıkların besin madde içerikleri üzerine etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla besin madde analizleri yapılmıştır. Deneme sonunda balık etinde; kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül, karaciğerde ise numune miktarındaki azlık sebebi ile kuru madde ve ham yağ analizleri yapılmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile daha önce farklı oranlarda yeşil çay ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine uygulanması neticesinde elde edilen sonuçların kıyaslanması için Çizelge 5.1.5.1 düzenlenmiştir.

Çalışmada balık etindeki KM ve HK oranları ile karaciğerdeki KM oranlarında kontrol grubuna göre önemli bir değişiklik belirlenmemiştir (Çizelge 4.4.1). Balık etindeki HP değerleri ise kontrol grubuna göre önemli seviyede artış göstermiştir. Ancak balık eti ve karaciğerdeki HY oranları kontrol grubuna göre önemli seviyede azalmıştır. Bu sonuçlar, gökkuşuğu alabalığı yemlerine farklı oranlarda yeşil çay bitkisinin eklenmesi neticesinde, balık eti ve karaciğerin yağ oranını düşürdüğünü göstermiştir.



**Çizelge 5.1.5.1.** Farklı oranlarda yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine uygulanmasının deneme sonu balık eti ve karaciğerde KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HK: ham kül değerlerine etkisi

Balık türü	Çay bölümü	Uygulanan Konsantrasyon	Uygulama özelliği	Başlangıç Ağırlığı (g)	Sıcaklık (°C)	Balık eti				Karaciğer		Kaynak
						KM	HP	HY	HK	KM	HY	
<i>Sebastes schlegeli</i> (Siyah kaya balığı)	Etanol ile ekstre	%1	56 gün DK	8,1±2	20,2±2,3	↔	↔	↔	↔	↔	↔	[1]
		%3				↔	↔	↔	↔	↔	↓	
		%5				↔	↔	↓	↑	↔	↔	
<i>Sparus aurata</i> (Çipura)	Öğütülmüş yaprak (ÖY)	%2,90	30 gün DK	35	22,0±1,0	↔	↔	↓	↔		↓	[2]
	ÖY+ metiyonin (M)	%2,9 ÖY+%0,3(M)				↓	↑	↓	↔	↔		
<i>Oreochromis niloticus</i> (Nil tilapiası)	Öğütülmüş yaprak	%0,0125	84 gün %5 – 10 VA	1,2 – 2	27 – 31	↔	↑	↔	↓			[3]
		%0,025				↔	↑	↔	↓			
		%0,05				↔	↑	↔	↓			
		%0,10				↔	↑	↑	↓			
		%0,20				↔	↑	↑	↓			
<i>Paralichthys olivaceus</i> (Japon pisi balığı)	Yaş yaprak	%5	49 gün	52,5	21,6±1,5	↑	↔	↔	↔	↑	↓	[4]
	Kuru yaprak	%5				↑	↔	↔	↔	↑	↓	
	Atık çay	%5				↑	↔	↔	↔	↑	↓	
	Ekstre	%5 çaya tekabül				↔	↔	↔	↔	↔	↔	
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Gökkuşluğu alabalığı)	Yaş yaprak	%0,25	60 gün %2 VA	40,4±0,02	10,9±0,14							Bu çalışma
		%0,5				↔	↑	↓	↔	↔	↓	
		%1				↔	↑	↓	↔	↔	↓	
		%2				↔	↑	↓	↔	↔	↓	
		%3				↔	↑	↓	↔	↔	↓	
	Yaş çay toz atığı	%1D	↔	↑	↓	↔	↔	↓				

1: Hwang ve ark. (2013), 2: Pérez-Jiménez ve ark. (2013), 3: Abdel-Tawwab ve ark. (2010), 4: Cho ve ark. (2007). VA: vücut ağırlığı, DK: doyuncaya kadar. [↔]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemsiz, [↑]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede yüksek, [↓]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede düşük.

Yukarıda da değinildiği üzere çalışmamızda farklı oranlarda yeşil çay içeren yemlerle beslenen balıklarda balık eti ve karaciğer ham yağ oranları kontrol grubuna göre düşük çıkmış, farklılık ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Gökkuşuğu alabalığının balık eti ve karaciğer yağ oranına yeşil çayın etkisi konusunda herhangi bir literatüre rastlanılamamıştır. Ancak elde edilen bu sonuçlara benzer sonuçlar: yüksek oranda (%5 oranında) yeşil çay yaprağı ilave edilen yemle beslenen Japon pisi balıklarının karaciğeri için (Cho ve ark., 2007), %5 oranında yeşil çay etanol ekstresi ilave edilen yemle beslenen siyah kaya balığı eti ile %3 oranında yeşil çay etanol ekstresi ilave edilen yemle beslenen siyah kaya balığı karaciğeri için (Hwang ve ark., 2013), %2,9 oranında öğütülmüş yeşil çay yaprağı ilave edilmiş yemle beslenen çipura balığı eti ve karaciğeri için (Pérez-Jiménez ve ark. 2013) tespit edilmiştir (Çizelge 5.1.5.1). Yani yeşil çayın balık vücudaki yağ oluşumunu azaltıp, yağ düşürücü etkiye neden olduğu yukarıda değinilen farklı balık türleri için ortaya konmuştur. Diğer taraftan, yeşil çay kateşinlerinin (özellikle EC, EGC, ECG ve EGCG gibi kateşinler) memelilerde yağ mekanizmasına etki eden enzimleri etkileyerek vücuttaki yağ oluşumunu azalttıkları, dolayısıyla hipolipidemik etkiye (yağ düşürücü etki) neden oldukları çeşitli araştırmalarda bildirilmiştir (Sajilata ve ark., 2008; Kao ve ark., 2000). Memelilere benzer sonuçlar bu çalışma ile gökkuşuğu alabalığı için bildirilmiş olup ayrıca çipura, Japon pisi balığı, siyah kaya balığı ile zebra balığı (*Danio rerio*) içinde de rapor edilmiştir (Cho ve ark., 2007; Hwang ve ark., 2013; Pérez-Jiménez ve ark. 2013; Hasumura ve ark., 2012).

## 5.2. Hematolojik Parametreler

Bu çalışmada, farklı oranlarda (%0,25, %0,5, %1, %2, %3 oranında) yeşil çay içeren yemle beslenen gruptaki balıklar ile %1 oranında atık yeşil çay tozu (dust) içeren yemle beslenen gruptaki balıkların hematolojik parametreleri üzerine yeşil çayın etkisini belirlemek amacıyla 13 hematolojik parametre incelenmiştir. Bu parametreler; WBC: beyaz kan hücresi ya da lökosit ( $10^3/\mu\text{L}$ ), %LYM: %lenfosit, %MID: % monosit, %GRAN: % granüllü nötrofil, LYM: lenfosit ( $10^3/\mu\text{L}$ ), MID: monosit ( $10^3/\mu\text{L}$ ), GRAN: granüllü nötrofil ( $10^3/\mu\text{L}$ ), RBC: kırmızı kan hücresi ya da eritrosit ( $10^6/\mu\text{L}$ ), HGB: hemoglobin (g/dL), HCT: hematokrit (%), MCV: ortalama eritrosit hacmi (fL: femtolitre), MCH: eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (pg: pikogram) ve MCHC: eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (g/dL) parametreleridir.

Araştırma gruplarındaki balıklardan elde edilen hematolojik parametreler değerlendirildiğinde, %LYM ve MCHC değerleri hariç incelenen diğer hematolojik parametre değerleri, kontrol grubunda, farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen gruplara göre istatistiki olarak daha yüksek hesaplanmıştır. Ancak düşük oranda yeşil çay içeren yemlerle beslenen gruplarla (%0,25 ve %0,5) kontrol grubu arasında HGB (kontrol grubu ile %0,25 grubu arasında fark önemli) ve HCT (kontrol grubu ile %0,25 grubu arasında fark önemli) değerleri hariç incelenen parametreler arasında fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ). Yani, balık yemlerine %0,5 oranında yeşil çay ilave edilerek yapılan 60 günlük besleme neticesinde hematolojik parametrelerde kontrol grubuna göre bir değişiklik oluşmamıştır (Çizelge 4.5.1).

Diğer taraftan yemlere yüksek oranda yeşil çay ilave edildiğinde (örneğin %2 ve %3 oranında) ise hematolojik değerlerde bir düşme gerçekleşmiştir. WBC ve LYM değerleri bakımından kontrol grubuyla yüksek oranda (%1, %2 ve %3) yeşil çay içeren yemlerle beslenen gruplar arasında görülen fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). RBC değerleri bakımından ise kontrol grubunda %2 ve %3 gruplarından elde edilen değerlere göre daha yüksek olup fark istatistiksel olarak ta önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yine HGB değerleri bakımından gruplar arasında kıyaslama yapıldığında kontrol grubuyla; %0,25, %1, %2 ve %3 grupları arasında fark istatistiki olarak önemli ( $P < 0,05$ ) iken, kontrol grubu ile %0,5 ve %1D grupları arasındaki fark önemsiz ( $P > 0,05$ ) bulunmuştur. Diğer taraftan HCT değerleri bakımından da kontrol grubu ile %0,25, %1, %2 ve %3 grupları arasında ve %3 grubu ile %1D grubu arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca MCH değerleri

bakımından da kontrol grubu ile %1 ve %2 grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ). Yani, gökkuşuğu alabalığı yemine yüksek oranlarda yeşil çay ilavesinin (%1, %2 ve %3 oranlarında) 60 günlük bir besleme neticesinde hematolojik parametrelerden WBC, LYM, RBC, HGB, HCT ve MCH değerlerinde kontrol grubuna göre önemli derecede bir düşüşe sebep olduğu görülmektedir.

Yeşil çay ve türevlerinin balıkların gelişmesine etkisi üzerine yapılmış 8 çalışmaya rastlanılmıştır (Nootash ve ark., 2013; Sheikhzadeh ve ark., 2011; Thawonsuwan ve ark., 2010; Hwang ve ark., 2013; Pérez-Jiménez ve ark., 2013; Harikrishnan ve ark., 2011a; Abdel-Tawwab ve ark., 2010; Cho ve ark., 2007). Bu çalışmalardan sadece 2 tanesi (Nootash ve ark., 2013; Sheikhzadeh ve ark., 2011) gökkuşuğu alabalığı üzerine yapılmıştır. Gökkuşuğu alabalığının HCT değeri hariç diğer hematolojik parametreleri üzerine yeşil çayın etkisi ilk kez bu çalışmada rapor edilmiştir.

Farklı oranlarda yeşil çay içeren (kontrol, 0,125 g/kg, 0,25 g/kg, 0,5 g/kg, 1 g/kg ve 2 g/kg) yemlerle, ağırlığı 1,5 – 2 g arasında olan Nil tilapiası (*Oreochromis niloticus*) balıklarının 86 gün beslendiği bir çalışmada (Abdel-Tawwab, 2010), balık kanındaki RBC, WBC ve %MID değerleri yeşil çay oranının artmasıyla artmış, bu artış 0,125 g/kg oranında yeşil çay içeren yemle beslenen grup hariç yüksek oranda (0,5 g/kg, 1 g/kg ve 2 g/kg oranında) yeşil çay içeren yemle beslenen gruplarda kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli seviyede gerçekleşmiştir. Bunun tersine % GRAN değeri ise kontrol grubuna göre yüksek oranda yeşil çay içeren yemle beslenen gruplarda azalmıştır (Abdel-Tawwab, 2010). Yeşil çay yerine yeşil çayın en etkin antioksidan maddesi olan epigallocateşin-3-gallat (EGCG) ekstresi yeme düşük (20 mg/kg) ve yüksek (100 mg/kg) oranlarda katılmasıyla hazırlanan yemlerle, ortalama ağırlıkları  $145 \pm 3,8$  g olan gökkuşuğu alabalıklarının (*O. mykiss*) 63 gün beslendiği bir çalışmada ise (Thawonsuwan ve ark., 2010), HCT değerinin (çalışmada hematolojik parametrelerden sadece HCT incelenmiş) iki dozda da kontrol grubu ile benzer olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızda ise yeşil çayın yüksek dozlarda uygulanması, gökkuşuğu alabalığı kan parametrelerinden HCT miktarını kontrol grubuna göre önemli seviyede düşürmüştür. Ancak bu çalışmada %0,5 ve %1D gruplarındaki balıklardan elde edilen HCT değerinin deneme sonunda etkilenmemiş olması Thawonsuwan ve ark. (2010) tarafından rapor edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Hwang ve ark., (2013) ise yeşil çay yerine farklı oranlarda (%1, %3 ve %5) yeşil çay ekstresini kullanarak hazırladıkları yemlerle, başlangıç ortalama ağırlığı  $8,1 \pm 2,0$  g olan siyah kaya balığını

(*Sebastes schlegeli*) 56 gün beslemişler ve hematolojik parametrelerden HCT ve HGB değerlerinin değişimini incelemişlerdir. Çalışma sonunda HCT ve HGB değerlerinin kontrol grubuna göre azaldığı, ancak sadece %5 oranında yeşil çay ekstresi içeren yemle beslenen grupta HCT ve HGB değerlerinin kontrol grubundan istatistiksel olarak daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Hwang ve ark. (2013) tarafından rapor edilen sonuçlara benzer olarak bizim çalışmamızda da gökkuşacağı alabalığı yemlerine eklenen yeşil çay oranının artmasına bağlı olarak HCT ve HGB miktarının yanında WBC, LYM, RBC MCH değerlerinin de düştüğü görülmüştür.

Yeşil çay ve türevlerinin balıkların hematolojik parametrelerine etkisinin belirlenmesine ilişkin yukarıda değinilen sadece üç çalışma (Abdel-Tawwab, 2010; Thawonsuwan ve ark., 2010; Hwang ve ark., 2013) tespit edilebilmiştir. Bu çalışma ile gökkuşacağı alabalığı için HCT hariç diğer hematolojik parametrelerin üzerine yeşil çayın etkisi ilk kez rapor edilmiştir.

Yetiştiriciliği yapılan balıkların hematolojik parametrelerine yeşil çayın etkisi konusunda oldukça az sayıda çalışmaya rastlanılmasına rağmen, gökkuşacağı alabalığının bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi amacıyla farklı immüno stimulantlar (özellikle zencefil, sarımsak, ısırgan otu, acıbakla, hintkirazı, ökseotu ve ekinezya çiçeği gibi tıbbi bitkiler) kullanılarak yapılan çalışmalar ise yeşil çaya göre oldukça fazladır. Dolayısıyla, farklı immüno stimulantlarla yapılan çalışmalara bir fikir vermesi amacıyla yer verilmiştir.

Farklı oranlarda (%0,05, %0,1 ve %1) sarımsak (*Allium sativum*) eklenen yemlerle 15 g ağırlığındaki gökkuşacağı alabalığı yavrularının 14 gün beslenmesi neticesinde, balıkların RBC, WBC, %HCT, MCV ve MCH değerlerinin bir artış gösterdiği, ancak %HGB, %MCHC, lenfosit, monosit, netrofil ve trombosit değerlerinin ise kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermediği belirtilmiştir (Nya ve Austin, 2009a). Nya ve Austin (2009b) tarafından yapılan bir başka çalışmada farklı oranlarda (%0,05, %0,1 ve %1) zencefil (*Z. officinale* Roscoe) eklenen yemlerle 14 g ağırlığındaki gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*) yavrularının 14 gün beslenmesi neticesinde, zencefilin balıkların RBC, WBC, %HCT, lenfosit, monosit ve netrofil miktarını kontrol grubuna göre önemli derecede artırırken, %HGB, MCV, MCH, %MCHC ve trombosit değerlerini ise kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli derecede etkilemediği rapor edilmiştir. Yine Nya ve ark. (2010) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise ortalama ağırlıkları 14 g olan gökkuşacağı alabalığı yavrularını 14 gün süreyle sarımsakta bulunan allicin ekstratı (antibakteriyel özelliği

olan, keskin kokulu, yağsı sıvı) içermeyen kontrol yemi, 0,5 ve 1 mL/100 g oranında allacin içeren deneme yemleriyle beslemişler ve deneme sonunda hematolojik parametrelerden %MID, %LYM ve %HGB değerleri bakımından gruplar arasında bir fark tespit edilememiştir. Ancak, RBC değerleri bakımından düşük dozda allacin içeren grup ile kontrol grubu arasında fark tespit edilememişken yüksek dozda allacin içeren grupta ise RBC değeri kontrol grubuna göre daha yüksek değerde seyretmiş olup bu değer (RBC:  $13,6 \pm 0,3 \times 10^6 \mu\text{L}$ ) ile kontrol grubu (RBC:  $12,5 \pm 0,2 \times 10^6 \mu\text{L}$ ) arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubuyla düşük (0,5 mL/100 g) ve yüksek oranda (1,0 mL/100 g) allacin içeren yemle beslenen balıkların WBC değerleri kontrol grubuna göre bir düşüş göstermiş ve bu düşüş istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Yani beyaz kan hücre sayısı yeme eklenen allacin miktarına bağlı olarak azalmıştır. Bu çalışmaya benzer şekilde bizim çalışmamızda da RBC ve WBC değerleri yüksek dozlarda yeşil çay içeren yemlerle beslenen gruplarda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha düşük değerde hesaplanmıştır. Gökkuşacağı alabalığı yavrularının bağışıklık sistemi üzerine acıbakla (*Lupinus perennis*), hintkirazı (*Mangifera indica*) ve ısırgan (*Urtica dioica*) etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada (Awad ve Austin, 2010) ise kontrol grubunun dışında söz konusu üç bitkinin her birinden deneme yemlerine %1 oranında eklenerek üç farklı deneme yemi oluşturulmuştur. Ortalama 15 g olan gökkuşacağı alabalığı yavruları bu yemlerle 14 gün beslenmişler ve deneme sonunda hematolojik parametrelerden HGB, MCV, MCH, MCHC, LYM, MID değerleri bakımından gruplar arasında fark bulunamamıştır. Ancak deneme yemleriyle beslenen grupların HCT değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede artış gösterirken, %1 oranında ısırgan otu eklenen yemle beslenen balıkların RBC ve WBC değerleri kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olmayan bir değere ulaşmıştır. Yani ısırgan otu, kırmızı ve beyaz kan hücrelerinin sayısını değiştirmemiştir. Bu çalışmanın bulguları ile bizim çalışmamızda düşük oranlarda yeşil çay içeren yemlerle beslenen gruplar için bulduğumuz hematolojik sonuçların benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Dügenci ve ark. (2003) içeriğine %0,1 ve %1 oranında ökseotu (*Viscum album*), ısırgan otu (*U. dioica*) ve zencefil (*Z. officinale*) ekstresi eklenen yemlerle başlangıç ağırlığı 41 g olan gökkuşacağı alabalıklarını 21 gün beslemişlerdir. Deneme sonunda %1 oranında zencefil ekstresi eklenerek hazırlanan yemle beslenen grubun lökosit (WBC) miktarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede etkilendiği (yükselttiği) tespit edilmiş ve gökkuşacağı alabalığının bağışıklık sisteminin sadece %1

oranında zencefil ekstresi eklenerek hazırlanan yemle beslenen grupta güçlendiği rapor edilmiştir. Zencefil (*Z. officinale*) köksapının toz haline getirilip %1 oranında yeme eklenerek oluşturulan deneme yemiyle, ortalama ağırlıkları  $46\pm 1$  g olan gökkuşığı alabalığının 84 gün beslendiği bir çalışma da (Haghighi ve Rohani, 2013), hematolojik parametrelerden HCT, HGB, RBC, MCHC miktarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede arttığı, MCH değerinin önemli seviyede düştüğü, MCV değerini ise değiştirmedeği rapor edilmiştir (Haghighi ve Rohani, 2013). Yani yaklaşık 40 g ağırlığındaki gökkuşığı alabalıklarına %1 oranında zencefil köksapının 81 gün uygulanması (Haghighi ve Rohani, 2013) ile yine aynı oranda (%1 oranında) zencefil ekstresinin daha kısa sürede (21 gün) uygulanması (Dügenci ve ark., 2003) gökkuşığı alabalığı bağışıklık sisteminin uyarılmasına benzer bir etki göstermiştir. Bizim çalışmamız ile Dügenci ve ark. (2003) ve Haghighi ve Rohani, (2013) tarafından yapılan çalışma sonuçları kıyaslandığında bağışıklık uyarıcı bitkinin türü, türevleri ile uygulanma süresinin de özellikle gökkuşığı alabalığının bağışıklık sistemi üzerine etkili olduğu sonucu çıkarılabilir.

Ekinezya çiçeğinin (*Echinacea purpurea*) 0,25 g/kg, 0,5 g/kg, 1 g/kg ve 2 g/kg oranında ilave edilerek hazırlanan yemlerle, ortalama  $8\pm 0,1$  g ağırlığında olan gökkuşığı alabalığı yavruları 56 gün beslendiğinde balıkların RBC, HCT, HGB, WBC, %LYM ve %GRAN değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak artırdığı ve bağışıklık sistemini olumlu yönde harekete geçirdiği rapor edilmiştir (Oskoi ve ark., 2012).

Sicuro ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada başlangıç ağırlıkları  $44,2\pm 0,01$  g gökkuşığı alabalıklarını %1 ve %5 oranında fabrikasyon zeytinyağı atık suyu ekleyerek hazırladıkları yemlerle 94 gün beslemişler ve deneme sonunda zeytinyağının incelenen balık hematolojik parametrelerinden RBC ve HGB değerlerini kontrol grubuna göre etkilemediği, HCT değerini ise kontrol grubuna göre önemli derecede yükselttiği belirlenmiştir. Çalışmada gökkuşığı alabalığı yemlerine %1 ve %5 oranında zeytinyağı atık suyunun eklenerek yapılan uzun süre (3 ay) besleme neticesinde, balıkların bağışıklık sisteminin azda olsa olumlu yönde etkilendiği rapor edilmiştir.

İmmunostimulantların uygulanma süresinin balık yetiştiriciliğinde örneğin gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğinde bağışıklık sistemi üzerinde etkisinin önemli olduğu gösterilmiştir. Yapılan bir çalışmada 14, 21 ve 28 gün %0,5 ve %1 oranında sarımsak içeren yemle beslenen 14 g ağırlığındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının hematolojik parametre değerlerinde çalışma periyotları arasında farklılıkların olduğu belirtilmiştir

(Nya ve Austin, 2011). Örneğin RBC değeri 14. günde kontrol, %0,5 ve %1 oranında sarımsak içeren yemle beslenen gruplarda sırasıyla  $6,2 \pm 2,4 \times 10^6$ ,  $4,2 \pm 2,0 \times 10^6$  ve  $9,1 \pm 3,0 \times 10^6$  iken, %1 oranında sarımsak içeren yemle beslenen grup diğer iki gruptan istatistiksel olarak yüksek hesaplanmıştır. 21. günde kontrol, %0,5 ve %1 oranında sarımsak içeren yemle beslenen grubun RBC değeri sırasıyla  $5,9 \pm 0,2 \times 10^6$ ,  $10,8 \pm 0,8 \times 10^6$  ve  $14,0 \pm 1,4 \times 10^6$  olarak tespit edilmiş olup kontrol grubu diğer iki gruptan istatistiksel olarak daha düşük hesaplanmıştır. 28. günde ise kontrol grubunun RBC değeri ( $15,8 \pm 0,6 \times 10^6$ ), %0,5 ( $6,2 \pm 0,8 \times 10^6$ ) ve %1 ( $6,7 \pm 0,8 \times 10^6$ ) oranında sarımsak içeren yemle beslenen grupların RBC değerlerinden kontrol grubunun RBC değeri daha yüksek çıkmıştır. Yani deneme süresine göre RBC değerleri incelendiğinde 14. günden 21. güne geçerken artmış, 21. günden 28. güne geçerken ise azalmıştır. Benzer dalgalanmalar WBC, MID, LYM ve netrofil değerlerinde de meydana gelmiştir. Nya ve Austin, (2011) bu durumu: bağışıklık uyarıcıların uzun süre uygulanmalarının balık immün sistemini baskıladığına ve immüno stimulantların etkilerinde bir azalmaya yol açtıklarına atıf yaparak (Bagni ve ark., 2000), gökkuşuğu alabalığında sarımsak uygulamasının benzer bir etkiye neden olup olmadığı spekülatif (tahmin niteliğinde) bir durum olarak değerlendirilmiştir.

Dügenci ve ark., 2003; Nya ve Austin, 2009a; Nya ve Austin, 2009b; Awad ve Austin, 2010; Nya ve ark., 2010; Sicuro ve ark., 2010; Thawonsuwan ve ark., 2010; Nya ve Austin, 2011; Oskoi ve ark., 2012; Haghghi ve Rohani, 2013 tarafından özellikle bitkinin ve etken maddenin miktarı, etken madde türü örneğin yeşil çay için epigallokateşin-3-gallat (EGCG), balık büyüklüğü ve uygulama süresi gibi faktörlere bağlı olarak kullanıldığı, yeşil çay, ısırğan otu, sarımsak ve zencefil gibi tıbbi ya da şifalı bitki türlerinin balık yemlerine eklenmesiyle hazırlanan yemlerle yapılan çalışmalar neticesinde gökkuşuğu alabalığı kanındaki özellikle eritrosit ve lökosit sayısını etkilediği (çoğunlukla artma yönünde harekete geçirdiği), balık bağışıklık sistemini genelde güçlendirdiği sonucu çıkarılabilir.

1998 ile 2011 yılları arasında yapılan çalışmalarda 60 civarında tıbbi bitki türünün balık yetiştiriciliğinde bağışıklık güçlendirici olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Bulfony ve ark., 2015; Hai, 2015). Bu şifalı bitkilerin balık yemlerine eklenmesiyle ilgili olarak yaklaşık 105 çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların %30'u tilapia (*O. mossambicus* ve *O. niloticus*), %25'i sazan (*Cyprinus carpio*, *Labeo rohita* ve *Catla catla*), %10'u gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*), %8'i altın balık (*Carassius auratus*), %7'si lahoz balıkları (*Epinephelus tauviva* ve *E. bruneus*), %6'sı Japon dil



balığı (*Paralichthys olivaceus*) ve geri kalanı da çipura, mercan, kalkan gibi balıklar üzerinde yapılmıştır. Yetiştiriciliği yapılan balık türlerinin yemlerine eklenen tıbbi bitkilerin balık hematolojik parametreleri üzerine etkisinin ne olduğu konusunda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar bir bütün halinde Bulfon ve ark. (2015) tarafından hazırlanarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlarda balık hematolojik parametrelerinin: balık türü ve balık başlangıç ağırlığı, bitki türü, bitki bölümü (bitkinin tümünün öğütülerek uygulanması, kabuğunun soyularak uygulanması, bitki çiçeği, bitki yaprağı, bitki tohumu, bitki kökü ve bitki meyvesinin kullanılması), bitki ekstresinin elde edilme şekli (su, aseton, kloroform, etanol, petrol eteri ve esansiyel yağda çözülmesi), yeme uygulanan konsantrasyon miktarı, günlük yeme miktarı (vücut ağırlığının yüzdesi) ve deneme süresine bağlı olarak, kontrol grubuna göre çoğu çalışmada istatistiksel olarak önemli seviyede yükseldiği, daha az sayıda çalışmada kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemsiz olduğu ve çok az sayıda çalışmada ise hematolojik parametrelerin kontrol grubuna göre önemli seviyede düştüğü belirtilmiştir. Yine son yıllarda yapılan derleme çalışmalarından çıkan sonuç; balıklara bağışıklık güçlendirici olarak uygulanan tıbbi bitkilerin, balık bağışıklık sistemini çoğunlukla güçlendirdiği yönündedir (Sakai, 1999; Harikrishnan ve ark., 2011h; Bulfon ve ark., 2015; Hai, 2015).

Bitki ya da bitki türevlerinin (örneğin bitki özü, yağ vs, elde edilme şekli ve kimyasal kompozisyonu) balık bağışıklık sistemini baskı altına alıp almaması genellikle uygulanan doza bağlı olup yüksek dozlarda daha belirgindir (Sakai, 1999; Hai, 2015). Ancak, yukarıda detayları verilen çalışmalarda da değinildiği gibi bazen balıklara uygulanan yüksek dozların düşük dozlar kadar etkili olmadığı ve balık bağışıklık sistemini baskı altına alabildiği rapor edilmiştir (Bulfon ve ark., 2015). Bunun yanında, bitkisel bağışıklık güçlendiricilerin balıklara uygulanmasından sonra bitki içeriğindeki kimyasal maddeler ön görülemeyen kombinasyonlar oluşturarak, beraber tepkimeye girme ve bunun sonucunda da tek başına sahip olduklarından belirgin bir şekilde daha güçlü ya da bütünüyle farklı bir etki gösterme (sinerjistik etki) ya da birbirinin etkisini nötr hale getirme etkisi (antagonistik etki) gösterebilirler (Ji ve ark., 2007a; Bulfon ve ark., 2015). Dolayısıyla çalışmalarda balık yemlerine katılan bitkilerin kimyasal içeriğinin de verilmesi önerilmektedir. Diğer taraftan, balık sağlığı açısından hematolojik parametreler önemli olup, özellikle hemoglobin yıkımı, eritrosit (RBC) ve hematokrit (HCT) miktarlarındaki azalmalar aneminin yani kansızlığın göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Iwama ve Nakanishi, 1996; Sakai, 1999; Camcıoğlu ve Deniz, 2007; Singh ve Srivastava, 2010; Timur, 2013). Ayrıca lökosit (WBC)

hücrelerinin bol miktarda bulunması balıkların sağlıklı olduğunun göstergesidir (Iwama ve Nakanishi, 1996; Morgan ve Iwama, 1997; Sakai, 1999; Singh ve Srivastava, 2010; Timur, 2013).

Bu çalışmada balık yemine yüksek oranlarda (%1, %2 ve %3) yeşil çay ilave edilerek hazırlanan yemlerle balıkların 60 gün beslenmesi neticesinde, incelenen hematolojik parametre değerlerinin düştüğü, diğer bir ifadeyle balık bağışıklık sistemini olumsuz yönde önemli derecede etkilediği düşünülmektedir. Yani balık yemlerine yeşil çayın bütün halde uygulanmasının balık hematolojik indeks parametrelerine baskılayıcı bir etki yapmış olabilir. Balık yemlerine yeşil çayın bütün halde düşük dozlarda (%0,25 ve %0,5) uygulanmasının ise balık hematolojik indeks parametrelerini sağlık açısından kötüleştirmediği ve dolayısıyla yeşil çayın %0,25 ve %0,5 oranında gökkuşuğu alabalığı yemlerine eklenmesinin uygun olabileceği düşünülmektedir.

### **5.3. Biyokimyasal Parametreler**

#### **5.3.1. Kolesterol (CHO) ve Trigliserit (TRIG)**

Kolesterol (CHO), hayvanların vücut dokularındaki hücre zarlarında bulunan ve kan plazmasında taşınan bir sterol, yani bir steroid ve alkol birleşimidir. Eğer kanda fazla miktarda kolesterol varsa kan damarlarında birikir ve sertleşmeye ve daralmaya (ateroskleroz veya arteriyoskleroz: damar sertliği veya damar kireçlenmesi) yol açar. Kolesterol karaciğerden hücrelere ve hücrelerden tekrar karaciğere kan yoluyla taşınır. Kolesterol ve diğer yağlar kanda erimedikleri için lipoprotein denen paketler halinde taşınırlar. Bunlardan kolesterolü taşıyanlar iki cinstir, bunlar kötü kolesterol olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (low density lipoproteins: LDL) ve iyi kolesterol olarak bilinen yüksek yoğunluklu lipoprotein (high density lipoproteins: HDL) kolesteroldür (Anonim, 2015f). Trigliseritler (TRIG) enerji kaynağı olarak metabolizmada önemli rol oynarlar. Kanda, gliserit ve yağ asitlerinin bir araya gelmesiyle trigliseritler yeni baştan oluşurlar ve lipoproteinlere katılırlar. Kolesterol ve trigliserid isimli kan yağlarının yükselmesi alınan gıdalarla ilişkilidir (Anonim, 2015g). Balık vücudundaki yağ asitlerinin parçalanması neticesinde protein birikimi ve büyüme meydana gelir (Bulfony ve ark., 2015).

Kafeinsiz yeşil çay ekstresi eklenen yemle beslenen anaç gökkuşuğu alabalığı yumurtalarının trigliserit (TRIG) değerleri 20. günde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede düşmesine rağmen 30. günde ise yumurtalardaki TRIG değerleri kontrol grubuna göre önemli derecede değişmemiştir (Asadpour ve ark., 2012). Yani

kafeinsiz yeşil çay ekstresi eklenen yemle beslenen anaç gökkuşuğu alabalığının yumurtalarındaki trigliserit oranını, ekstrenin uygulanma süresi etkilemiştir. Cho ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada %5 oranında işlenmemiş yeşil çay yaprağı, kuru yeşil çay yaprağı, üretilmiş yeşil çay (by-product) ve %5 oranında yeşil çaya tekabül edecek şekilde yeşil çay ekstresi içeren yemler ile ortalama ağırlıkları 52,5 g olan Japon pisi balığını (*Paralichthys olivaceus*) 7 hafta süresince beslemişler ve deneme sonunda kan serumundaki toplam protein (TP) ve kolesterol (CHO) değerlerinin etkilenmediğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada (Hwang ve ark., 2013) ise %1, %3 ve %5 oranında yeşil çay ekstresi içeren yemlerle ortalama ağırlığı 8,1±2,0 g olan siyah kayabalığı yavruları (*Sebastes schlegeli*) 8 hafta beslenmiş ve deneme sonunda yeşil çay ekstresi içermeyen kontrol grubu ile %1 ve %3 oranında yeşil çay ekstresi içeren yemlerle beslenen gruplardaki balıkların kan serumundaki CHO değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede değişmediği, ancak yüksek oranda (%5) yeşil çay ekstresi içeren yemle beslenen gruptaki balıkların CHO değerinin ise önemli seviyede azaldığı belirtilmiştir. Thawonsuwan ve ark. (2010) yeşil çaydan çözücü kimyasal olarak etanol kullanılmasıyla elde edilen epigallocatechin-3-gallat (EGCG) ekstresinin gökkuşuğu alabalığının (ortalama ağırlığı 145±3,8 g) yemlerine %0,002 ve %0,01 oranlarında eklenmesinin deneme sonunda (48 gün sonunda) CHO değerlerini değiştirmedini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise kullanılan balık türü ve büyüklüğü farklı olmasına rağmen, Cho ve ark. (2007) tarafından yürütülen çalışmanın sonuçlarıyla benzer şekilde denemenin 60. gününde kan serumundaki toplam protein ve trigliserit değerlerinin farklı olmadığı belirlenmiştir. Ancak, denemenin 15. ve 30. gün periyotlarında yemdeki yeşil çay oranının artmasıyla (örneğin %3) balıkların kan serumundaki kolesterol değerleri kontrol grubunun kolesterol değerlerine göre istatistiksel olarak önemli derecede azaldığı ( $P < 0,05$ ), 45. günde ise önemli derecede arttığı yani balıkların yağ mekanizmasını önemli derecede değiştirdiği belirlenmiştir.

Bu bulgulara göre balık türü ve besleme süresi ile yeşil çayın uygulama şeklinin (ekstresi ya da yeşil çay türevleri) balıkların kolesterol seviyesi üzerine etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. Bununla beraber, balıkların beslenmesinde (örneğin Japon pisi balığı, *Paralichthys olivaceus*) birçok tıbbi ya da şifalı bitkinin kullanılmasının (örneğin: *Massa medicata fermentata*, *Crataegi fructus*, *Artemisia capillaries*, *Cnidium officinale*), balık vücut yağ metabolizmasını harekete geçirdiği, böylece balık vücudundaki yağ asitlerinin parçalanmasının sağlandığı ve bunun neticesinde de balık vücudunda protein

birikimi ve büyüme performansının olumlu yönde etkilendiği rapor edilmiştir (Ji ve ark., 2007a).

Farklı şifalı bitkilerin balık kan serumundaki yağ birikimine etkisinin ne olduğu konusundaki bilgi birikiminin oldukça kısıtlı olmasına rağmen, yapılan çalışmalarda: balık türü ve büyüklüğü, yeme katılan bitki türü, bölümü (yaprak, tohum, ekstre vs.) ve miktarı, uygulama süresi gibi faktörlere bağlı olarak balık kan serumundaki lipoprotein miktarının (CHO) yükseldiği (Harikrishnan ve ark., 2011b; Kaleeswaran ve ark., 2012; Kaleeswaran ve ark., 2011a, b), azaldığı (Immanuel ve ark., 2009) ya da etkilenmediği (Ji ve ark., 2007b; Thawonsuwan ve ark., 2011) rapor edilmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da elde edilen sonuçlara göre, gökkuşuğu alabalığı yağ mekanizması (serumundaki lipoprotein miktarı) üzerine yeşil çayın kullanım süresinin (15 ya da 30 gün) ve yeme ilave edilen yeşil çay miktarının (%3 oranında yeşil çay ya da %1 oranında yeşil çay toz atığının 15. ve 30. günde düşürdüğü, 45. günde artırdığı, 60. günde ise etkilemediği) yağ düşürücü bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

### **5.3.2. Toplam Protein (TP), Albumin (ALB) ve Globulin (GLB)**

Kan serumundaki protein; albumin ve globulin haricinde transferrin (demirli globulin), presipitan (çökeltiyeye sebep olan madde ya da çökeltici madde), aglütinin (serumda meydana gelen antikor), antimikrobiyal peptid (geniş etkili bir antibiyotik) ve lizozim gibi spesifik olmayan bağışıklık sisteminin (non-specific immune system) bir çok sıvısal elemanını içerir (Helmy ve ark. 1974; Magnadottir, 2006). Balık kan serumundaki protein miktarının artışına, balık anabolizmasının katabolizmasından fazla olması (yani büyümesi) ve balığın artan metabolik ihtiyaçlarının karşılanması için vücutta rezerve edilmiş olan proteinin kullanılmasının sebep olabileceği rapor edilmiştir (Helmy ve ark., 1974; Goda, 2008). Ayrıca balık vücudunda katabolik faaliyetlerin hızının artması, kan serumundaki protein miktarının azalmasıyla açıklanmaktadır (Helmy ve ark., 1974; Goda, 2008).

Kan serumundaki albumin; kan ile doku arasındaki sıvı dengesini yani osmotik basıncı sağlar ve kanda moleküllerin taşınması işlevini görür. Albumin konsantrasyonunun düşmesi sonucu, sıvı damarlardan dokuya hareket eder ve ödeme neden olur (Camcıoğlu ve Deniz, 2007). Yani balık kanında albumin miktarının düşmesi bağışıklık sisteminin zayıfladığı anlamına gelmektedir (Iwama ve Nakanishi, 1996; Sakai, 1999). Bağışıklık sistemini destekleyici ya da koruyucu proteinlerin kaynağı olan alfa globulinler (Alfa-1 globulinler: transkortin, tiroksin bağlayan protein,

lipoprotein, glikoprotein, antitripsin. Alfa-2 globulinler: glikoprotein, makroglobulin, haptoglobulin, seruloplazmin), beta globulinler (lipoprotein, glikoprotein, transferrin) ve gama globulinlerden (IgG, IgM, IgA, IgE, IgD) oluşan kan serumundaki globulinin (alfa, beta ve gama globulinler) kandaki seviyesi, antikorların konsantrasyonunu (antikorlar, gama globulin fraksiyonudur ve bağışıklığı sağlarlar) ve balığın (örneğin Nil tilapiası, *O. niloticus* ) bağışıklık durumunu yansıtır (Goda, 2008). Balık yetiştiriciliğinde uygulanan tıbbi bitkilerin balık kan serumundaki TP, ALB ve GLB indeks değerlerini genellikle artırdığı, dolayısıyla balık hümorale immün yanıtını ve balık sağlığını geliştirdiği rapor edilmiştir (Bulfony ve ark., 2015). Yeşil çay ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan balıklara uygulanması neticesinde TP, ALB ve GLB indeks değerlerinde meydana getirdiği değişim incelendiğinde (Çizelge 5.3.1) TP, ALB ve GLB indeks değerlerinin yeşil çay ve türevlerinin uygulandığı miktara (yüksek doz, düşük doz v.s.), balık büyüklüğü ve uygulama süresine göre arttığı ya da değişmediği görülmektedir (Cho ve ark., 2007; Abdel-Tawwab ve ark., 2010; Nootash ve ark., 2013). Diğer tıbbi bitkilerin gökkuşacağı alabalığı yemlerine uygulanması ile TP, ALB ve GLB indeks değerlerinin değişimi incelendiğinde (Çizelge 5.3.1); GLB değerlerinin %0,05 ve %0,5 oranında sarımsak (Nya ve Austin, 2009a) ve %0,05 ve %0,5 oranında zencefil uygulanmasıyla (Nya ve Austin, 2009a) düştüğü, TP değerinin ise yine %0,05 ve %0,5 oranında sarımsak (Nya ve Austin, 2009a) ve %0,5 oranında zencefil (*Z. officinale*) uygulanmasıyla (Nya ve Austin, 2009b) düştüğü rapor edilmiştir. Diğer bitki türleri ve uygulanan dozlara bağlı olarak ise TP ve GLB değerlerinin genelde yükseldiği az sayıda çalışmada ise etkilenmediği, ALB değerinin ise değişmediği (Nya ve Austin, 2009a; Nya ve Austin, 2009b; Nya ve ark., 2010) görülmektedir. Bu çalışmada ise yeşil çayın uygulanmasıyla TP ve ALB değerlerinin zamana ve uygulanan doza bağlı olarak değişmediği, GLB değerinin ise sadece 30. günde %0,25 ve %3 oranında yeşil çay içeren yemlerle beslenen gruplarda düştüğü diğer zaman periyotlarında ve gruplarda ise değişmediği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre farklı dozlarda ve sürede uygulanan yeşil çayın gökkuşacağı alabalığının kan serumundaki TP, ALB ve GLB değerlerini değiştirmediği yani bu parametrelere göre balık bağışıklık sisteminin etkilenmediği düşünülmektedir.

### 5.3.3. Glikoz (GLU)

Basit bir şeker (veya monosakkarit) olan glikoz yaşam için en önemli karbonhidratlardan biri olup, proteinlerin üretiminde ve lipit metabolizmasında önemli bir rol oynar. Hücreler glikozu bir enerji kaynağı ve metabolik reaksiyonlarda bir ara ürün olarak kullanırlar. Hücresel solunum fotosentezin ana ürünlerinden biri olan glikozla başlar (Anonim, 2015h). Çelik ve ark., (2008) yaptığı derleme çalışmasında: balık türü, popülasyon, üreme ve cinsiyet gibi biyolojik faktörler ile suyun özellikleri, sudaki toksik ve kirlenici maddeler, mevsim ve yıllık döngü gibi çevresel faktörlerin balıklarda kan glikoz düzeyini önemli şekilde etkilediğini rapor etmişlerdir. Yine, balıkların kan glikozunun değişimi balıkların streste olup olmadığının bir göstergesi olup, GLU değerinin birçok stres faktörlerine bağlı olarak değişim gösterebileceği de rapor edilmiştir (Sakai, 1999; Singh ve Srivastava, 2010; Satheeshkumar ve ark., 2012; Bulfon ve ark., 2015).

Bermuda çimi (*Cynodon dactylon*) ekstresinin %0,05, %0,5 ve %5 oranlarında yeme eklenmesiyle ortalama ağırlıkları  $88,05 \pm 4,75$  g olan sazan balığı 60 gün beslenmiş ve 10'ar günlük periyotlarda GLU değerlerinin düşük konsantrasyonlarda (%0,05) değişmediği, yüksek konsantrasyonlarda (%0,5 ve %5) ise arttığı rapor edilmiştir (Kaleeswaran ve ark., 2011b). Hint leylağı, Margosan ağacı ya da Neem ağacı olarak bilinen *Azadirachta indica* yaprak ekstresinin sazan balıklarına (*Cyprinus carpio*) (ortalama:  $40 \pm 10$  g) banyo şeklinde uygulanması sonucunda, balıkların GLU değerlerinin 10. ve 20. günlerde düştüğü, 30. günde ise değişmediği rapor edilmiştir (Harikrishnan ve ark., 2003). Immanuel ve ark. (2009), dört farklı tıbbi bitkinin (bermuda çimi, Hint ayvası: *Aegle marmelos*, kış kirazı: *Withania somnifera* ve zencefil: *Zingiber officinale*) etanol ekstresi, ortalama ağırlığı  $7,46 \pm 0,11$  g olan tilapia (*Oreochromis mossambicus*) balıklarının yemlerine %1 oranında ekleyerek hazırladıkları yemlerle 45 gün balıkları beslenmişler ve sonuçta dört bitkininde GLU değerlerini kontrol grubuna göre önemli seviyede düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Benzer şekilde lohoz balığı (*Epinephelus bruneus*) yemlerine malta eriği diğer adıyla yenedünya yaprağı etanol ekstresi %0,1, %1, %2 oranlarında eklenerek 4 hafta beslendiğinde (1., 2. ve 4. haftalarda GLU değerleri belirlenmiştir) 2. hafta hariç GLU değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede azaldığı rapor edilmiştir (Kim ve ark., 2011). Bu çalışmalardan da görüldüğü üzere GLU değerinin balık yemlerine bitkisel bağışıklık güçlendiricilerin katılmasıyla genel olarak düştüğü

sonucuna varılabilir. Benzer durum Bulfon ve ark. (2015) ve Hai (2015) tarafından yapılan derleme çalışmalarında rapor edilmiştir.

Balık yemlerine çay bitkisi uygulamasının balık kan GLU değerine etkisi konusunda sadece bir çalışma tespit edilebilmiştir (Abdel-Tawwab ve ark., 2010) (bak: Çizelge 5.3.2). Bu çalışmada farklı oranlarda (%0,0125, %0,0025, %0,05, %0,10 ve %0,20) yeşil çay yaprağının öğütülerek Nil tilapiasının (*O. niloticus*) yemlerine uygulanması neticesinde, yeşil çayın balıkların GLU değerlerini kontrol grubuna göre önemli seviyede artırdığı rapor edilmiştir. Bunun aksine, bizim çalışmamızda ise gökkuşacağı alabalığına yüksek dozlarda (%2 ve %3) uygulanan yeşil çayın 15. günde GLU değerini düşürdüğü, düşük dozların değiştirmedığı, ilerleyen zamanda ise (30, 45 ve 60. günlerde) GLU değerini değiştirmedığı belirlenmiştir. Bu durum (GLU değerini etkileyebilecek başka faktörlerin de olabileceği düşünülerek) başta uygulanan yeşil çay oranının bizim çalışmamızda çok yüksek oluşu ve balık türü ve büyüklüğünün farklı olmasıyla açıklanabilir.

#### **5.3.4. Bağışıklık İndeksleri**

##### **5.3.4.1. Lizozim (LYZ) Aktivitesi**

Kan serumu, mukus, lökosit (WBC) gibi vücut salgıları ile dalak, karaciğer gibi organlarda bulunan ve bakteri hücre duvarını parçalayan bir enzim olan lizozim, bağışıklık sisteminin de bir unsuru olup, özellikle bakteriyel enfeksiyon riskini azaltır (Sakai, 1999; Bulfon ve ark., 2015). Doğal ortamda yaşayan 13, yetiştiriciliği yapılan 2 alabalık türü (*O. mykiss* ve *Salmo salar*) üzerinde yürütülen bir çalışmada (Lie ve ark., 1989) lizozim aktivitesi büyükten küçüğe sırasıyla böbrek, sindirim sistemi, dalak, mukus, kan serumu, solungaçlar, karaciğer ve kaslar şeklinde sıralanmıştır (Lie ve ark., 1989). Benzer şekilde gökkuşacağı alabalığında lizozim aktivitesi büyükten küçüğe sırasıyla, böbrek, karaciğer, kan serumu ve dalak olarak rapor edilmiştir (Karaaslan ve ark., 2007). Yani balık kan serumunda lizozim aktivitesi balık bağışıklık sistemi için önemli bir unsurdur.

Farklı tıbbi bitki türleri ve türevlerinin gökkuşacağı alabalığına uygulanmasının LYZ aktivitesine olan etkisinin sonuçları Çizelge 5.3.1'de sunulmuştur. Buradan da görüleceği üzere gökkuşacağı alabalığının LYZ aktivitesinin uygulanan tıbbi bitkinin türü ve türü, uygulanma oranı ve süresi ile balık büyüklüğüne göre değiştiği ancak bu etkinin genelde artma yönünde olduğu söylenebilir. Bununla beraber gökkuşacağı

alabalığının beslenmesinde yemlerdeki protein eksikliğinin de lizozim aktivitesini düşürdüğü bildirilmiştir (Kiron ve ark., 1995).

Balık yemlerine yeşil çay ve türevlerinin uygulanmasıyla LYZ aktivitesinin değişimi gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) ve lahoz (*E. bruneus*) balıklarında çalışılmıştır (Sheikhzadeh ve ark., 2011; Harikrishnan ve ark., 2011a) (bak: Çizelge 5.3.2). Bu çalışma sonuçlarına göre; %0,01, %0,1 ve %1 oranında yeşil çay ekstresinin lahoz balıklarının yemlerine uygulanması sonucunda LYZ aktivitesini artırdığı (Harikrishnan ve ark., 2011a), yine yeme %0,002 ve %0,05 oranlarında kafeini alınmış yeşil çay ekstresi eklenen yemle beslenen gökkuşığı alabalığının LYZ değerinin arttığı, ancak %0,01 oranında uygulanmasının ise gökkuşığı alabalığının LYZ aktivitesini değiştirmediği belirlenmiştir (Sheikhzadeh ve ark., 2011). Bu çalışmanın sonuçlarına göre ise %0,5 oranında yeşil çay içeren yemle beslenen gökkuşığı alabalığının LYZ aktivitesinin 15. günde önemli seviyede düştüğü ve yine benzer şekilde %0,25 oranında yeşil çay içeren yemle beslenen gökkuşığı alabalığının LYZ aktivitesinin de 30. günde düştüğü belirlenmiştir. Ancak diğer zaman dilimlerinde ve gruplarda ise kontrol grubuna göre balıkların LYZ aktivitesinde önemli bir değişim olmamıştır. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, yeşil çayın daha düşük oranlarda ve özellikle ekstresinin gökkuşığı alabalığı yemlerine uygulanmasının LYZ aktivitesini artıracığı söylenebilir.

#### **5.3.4.2. Myeloperoksidaz (MPO) Aktivitesi**

Lökosit yapısındaki nötrofillerin içerisinde bulunan ve antibakteriyal özelliğe sahip bir enzim olan myeloperoksidaz (MPO) değerinin ya da aktivitesinin değişimi, balık bağışıklığının değerlendirilmesinde başvurulan önemli bir indekstir. Balık yetiştiriciliğinde bağışıklık uyarıcı olarak tıbbi bitkilerin uygulanmasıyla, MPO indeksinin çoğunlukla arttığı ve bu artışın balıkların bağışıklık sistemine olumlu yönde uyarıcı etki yaptığı şeklinde rapor edilmiştir (Pratheepa ve ark., 2010; Sheikhzadeh ve ark., 2011; Harikrishnan ve ark., 2011d; Harikrishnan ve ark., 2011f). Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre: MPO indeksinin, Hint ayvası (*Aegle marmelos*) bitkisinin yaprak ekstresi eklenen yemle beslenen *C. carpio* türü için (Pratheepa ve ark., 2010), %0,002, %0,01 ve %0,05 oranlarında kafeini alınmış yeşil çay ekstresi (*C. sinensis*) eklenen yemle beslenen gökkuşığı alabalığı için (Sheikhzadeh ve ark., 2011), %0,1, %1 ve %2 oranlarında kalponoks ya da dikenli hint yağı ağacı olarak bilinen *Kalopanax pictus* (Harikrishnan ve ark., 2011f) bitkisinin etanol ekstresi eklenen yemle beslenen



*Epinephelus bruneus* balık türü için, %1 ve %2 oranlarında Japon taçyaprak (*Styrax japonica*) (Harikrishnan ve ark., 2011d) bitkisinin yaprak ekstresi eklenen yemlerle beslenen *E. bruneus* balık türü için arttığı rapor edilmiştir. Diğer taraftan düşük oranda (%0,1) *S. japonica* (Harikrishnan ve ark., 2011d) bitkisinin ekstresi eklenen yemle beslenen *E. bruneus* için myeloperoksidaz aktivitesinin ise değişmediği rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen gökkuşağı alabalığının myeloperoksidaz aktivitesinin değişmediği, ancak 30. günde %1 oranında yeşil çay toz atığı içeren yemle beslenen balıkların MPO değerlerinin kontrol grubuna göre önemli seviyede düştüğü görülmüştür. Bu sonuçlar: yemlere uygulanan bitki türü, uygulanma süresi, uygulanan doz ve balık türüne göre değişmekle beraber, gökkuşağı alabalığı yemlerine yeşil çayın yerine düşük oranlarda yeşil çay ekstresinin uygulanmasıyla, MPO aktivitesinin olumlu yönde etkileneceği şeklinde yorumlanabilir.

#### **5.3.4.3. Toplam İmmüoglobulin (IG)**

Diğer bir adı antikor olan immüoglobulin (IG) kendi içerisinde IgG, IgM, IgA, IgD ve IgE şekilde gruplara ayrılır. Bağışıklık sistemini koruyucu, vücuttaki enfekte olmuş yabancı cisimleri belirleyici ve etkisiz hale getirme özelliği vardır (Camcıoğlu, 2009; Baskın ve ark., 2010). Çalışmamızda kan serumundaki immüoglobulinlerin toplam değerinin (IG) değişimi incelenmiştir.

Literatürde tıbbi bitkilerin yetiştiriciliği yapılan balık türlerine uygulanması konusunda yapılan çalışmalarda toplam immüoglobulin indeksinin değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Ardó ve ark., 2008; Dorucu ve ark., 2009; Sharma ve ark., 2010).

Gökkuşağı alabalığı yemlerine %1, %2,5 ve %5 oranlarında öğütülmüş kimyon (*Nigella sativa*) bitkisi tohumu eklenerek yapılan yemlerle, ortalama ağırlıkları  $34,43 \pm 3,56$  g olan balıklar 21 gün beslendiklerinde kan serumundaki toplam immüoglobulin değerinin kontrol grubuna göre önemli seviyede arttığı rapor edilmiştir (Dorucu ve ark., 2009). Kış kirazı (*Withania somnifera*) kökünün öğütülerek %0,1, %0,2 ve %0,3 oranlarında katılarak hazırlanan yemler, ortalama  $18,43 \pm 0,5$  g olan sazan balığına (*Labeo rohita*) uygulandığında serumdaki toplam immüoglobulin değerinin 2., 4. 6. ve 8. haftalarda (8. haftada kontrol grubuyla %0,2 oranında kış kirazı eklenen yemle beslenen balıkların IG değeri benzerdir) kontrol grubuna göre önemli seviyede arttığı bildirilmiştir (Sharma ve ark., 2010). Geven (*Astragalus membranaceus*) ve hanımeli bitkisinin (*Lonicera japonica*) ekstresi ile bor elementi farklı oranlarda

katılarak hazırlanan yemler (1. yem: %0,1 oranında geven ekstresi + %0,05 oranında bor ekleyerek hazırlanan yem, 2. yem: %0,1 oranında hanımeli ekstresi + %0,05 oranında bor ekleyerek hazırlanan yem ve 3. yem: %0,1 oranında geven ekstresi + %0,1 oranında hanımeli ekstresi + %0,05 oranında bor ekleyerek hazırlanan yem) Nil tilapiası (*O. niloticus*) balıklarına uygulandığında serumdaki toplam immünglobulin değerinin 1., 2., 3. ve 4. haftalarda kontrol grubuna göre değişmediği bildirilmiştir (Ardó ve ark., 2008).

Bu çalışmada ise farklı oranlarda yeşil çay içeren yemle beslenen gökkuşuğu alabalığının kan serumundaki IG değerlerinin kontrol grubuna göre değişmediği görülmüştür. Yukarıda belirtilen üç çalışma ile bizim çalışmamız kıyaslandığında, Ardó ve ark., (2008) tarafından rapor edilen sonuçların bizim çalışmamızla benzer olduğu, ancak diğer iki çalışmanın sonuçlarının ise farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılığın özellikle uygulanan tıbbi bitki türü, balık türü ve büyüklüğünün farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 5.3.1.** Farklı tıbbi bitki türleri ve türevlerinin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine uygulanmasının balık kan serumundaki biyokimyasal parametre indekslerine etkisi

Bitki tür	Bitki bölümü	Uygulanan Konsant.	Uygulama özelliği	Başlangıç Ağırlığı (g)	Kan serumundaki biyokimyasal parametre indeksleri								Kaynak	
					TP	ALB	GLB	GLU	CHO	TRIG	LYZ	MPO		IG
<i>Allium sativum</i> (Sarımsak)	Öğütülmüş çiçek soğanı	%0,05	14 gün DK	14	↓	↔	↓					↑		[1]
		%0,10			↑	↔	↑				↑			
		%0,50			↓	↔	↓				↑			
		%1			↑	↔	↑				↑			
<i>Zingiber officinale</i> (Zencefil)	Öğütülmüş kök sapı	%0,05	14 gün DK	14	↔	↔	↓					↑		[2]
		%0,10			↑	↔	↑				↑			
		%0,50			↓	↔	↓				↑			
		%1			↑	↔	↑				↓			
<i>Camellia sinensis</i> (Yeşil çay)	Öğütülmüş yaprak	%0,002	35 gün %2,5 VA	23,5±2,6	↔									[3]
		%0,01			↑									
		%0,05			↑									
<i>Camellia sinensis</i>	Kefeini alınmış ekstre	%0,002	30 gün	35±3								↔	↑	[4]
		%0,01									↑	↑		
		%0,05									↔	↑		
<i>Camellia sinensis</i>	EGCG ekstre	%0,002	48 gün	145±3,8					↔	↔				[5]
		%0,01								↔	↔			
<i>Cotinus coggyria</i> (Kotinus / Tetra)	Öğütülmüş bitki	%0,50	21 gün DK	89,3±0,1	↑							↑		[6]
		%1			↑							↑		
		%0,50	42 gün DK		↑							↑		
		%1			↑							↑		
		%0,50	62 gün DK		↑							↑		
		%1			↑						↑			

**Çizelge 5.3.1. (devam)**

Bitki tür	Bitki bölümü	Uygulanan Konsant.	Uygulama özelliği	Başlangıç Ağırlığı (g)	Kan serumundaki biyokimyasal parametre indeksleri									Kaynak	
					TP	ALB	GLB	GLU	CHO	TRIG	LYZ	MPO	IG		
<i>Laurus nobilis</i> (Defne)	Öğütülmüş bitki	%0,50	21 gün DK	89,3±0,1	↔							↔			[7]
		%1			↔							↔			
		%0,50	42 gün DK		↔							↔			
		%1			↔							↔			
		%0,50	62 gün DK		↔							↔			
		%1			↔							↔			
<i>Lupinus perennis</i> (Acıbakla)	Öğütülmüş bitki	%1	14 gün %3VA	15	↔							↑			[8]
		<i>Magnifera indica</i> (Hintkirazı)	%1	14 gün %3VA	15	↑							↑		
		<i>Urtica dioica</i> (Isırgan otu)	%1	14 gün %3VA	15	↔							↑		
<i>Allium sativum</i> (Sarımsak)	Allicin ekstre	%0,50	14 gün DK	14	↔	↔	↔								[9]
		%1			↑	↔	↑								
<i>Nigella sativa</i> (Kimyon)	Tohum	%1	21 gün %2VA	34,4±3,6	↑								↑		[10]
		%2,50			↑								↑		
		%5			↑								↑		
<i>Viscum album</i> (Ökse otu)	Yaprak ekstre	%0,10	21 gün %2VA	41	↑										[11]
		%1			↑										
<i>Urtica dioica</i> (Isırgan otu)	Yaprak ekstre	%0,10	21 gün %2VA	41	↑										
		%1			↑										
<i>Zingiber officinale</i> (Zencefil)	Yaprak ekstre	%0,10	21 gün %2VA	41	↑										
		%1			↔										

1: Nya ve Austin (2009a), 2: Nya ve Austin (2009b), 3: Nootash ve ark. (2013), 4: Sheikhzadeh ve ark. (2011), 5: Thawonsuwan ve ark. (2011), 6: Bilen ve ark. (2011), 7: Bilen ve Bulut (2010), 8: Awad ve Austin (2010), 9: Nya ve ark. (2010), 10: Dorucu ve ark. (2009), 11: Düğenci ve ark. (2003). DK: doyuncaya kadar, VA: vücut ağırlığı, TP: toplam protein, ALB: albumin, GLB: globulin, GLU: glikoz, CHO: kolesterol, TRIG: trigliserid, LYZ: lizozim aktivitesi, MPO: myeloperoksidaz aktivitesi ve IG: toplam imminoglobulin. [↔]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemsiz, [↑]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede yüksek, [↓]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede düşük.

**Çizelge 5.3.2.** Farklı oranlarda yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve türevlerinin yetiştiriciliği yapılan farklı balık türlerinin yemlerine uygulanmasının kan serumundaki biyokimyasal parametre indekslerine etkisi

Balık türü	Çay bölümü	Uygulanan Konsant.	Uygulama özelliği	Başlangıç Ağırlığı (g)	Kan serumundaki biyokimyasal parametre indeksleri								Kaynak		
					TP	ALB	GLB	GLU	CHO	TRIG	LYZ	MPO		IG	
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Gökkuşluğu alabalığı)	Öğütülmüş yaprak	%0,002 %0,01 %0,05	35 gün %2,5 VA	23,5±2,6	↔ ↑ ↑										[1]
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Kafeini alınmış ekstre	%0,002 %0,01 %0,05	30 gün	35±3							↔ ↑ ↔	↑ ↑ ↑			[2]
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	EGCG ekstre	%0,002 %0,01	48 gün	145±3,8					↔ ↔	↔ ↔					[3]
<i>Sebastes schlegeli</i> (Siyah kaya balığı)	Etanol ile ekstre	%1 %3 %5	56 gün DK	8,1±2				↑ ↔ ↔	↔ ↔ ↓		↔ ↔ ↔				[4]
<i>Sparus aurata</i> (Çipura)	Öğütülmüş yaprak (ÖY) ÖY+ metiyonin (M)	%2,90 %2,9 ÖY+%0,3 (M)	30 gün DK	35				↓ ↔	↑ ↔	↔ ↔					[5]
<i>Epinephelus bruneus</i> (Lahoz)	Suyla ekstre	%0,01 %0,10 %1	15 gün	14,5±2,1								↑ ↑ ↑			[6]
<i>Oreochromis niloticus</i> (Nil tilapiası)	Öğütülmüş yaprak	%0,0125 %0,0025 %0,05 %0,10 %0,20	84 gün %5–10 VA	1,2 – 2	↔ ↔ ↑ ↑ ↑	↔ ↔ ↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↔ ↔ ↑ ↑ ↑						[7]
<i>Paralichthys olivaceus</i> (Japon pisi balığı)	Yaş yaprak Kuru yaprak Atık çay Ekstre	%5 %5 %5 %5 çaya tekabül	49 gün	52,5	↔ ↔ ↔ ↔				↔ ↔ ↔ ↔	↔ ↔ ↔ ↔					[8]

1: Nootash ve ark. (2013), 2: Sheikhzadeh ve ark. (2011), 3: Thawonsuwan ve ark. (2010), 4: Hwang ve ark. (2013), 5: Pérez-Jiménez ve ark. (2013), 6: Harikrishnan ve ark. (2011a), 7: Abdel-Tawwab ve ark. (2010), 8: Cho ve ark. (2007). DK: doyuncaya kadar, VA: vücut ağırlığı, TP: toplam protein, ALB: albumin, GLB: globulin, GLU: glikoz, CHO: kolesterol, TRIG: trigliserid, LYZ: lizozim aktivitesi, MPO: myleperoksidaz aktivitesi ve IG: toplam imminoglobulin. [↔]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemsiz, [↑]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede yüksek, [↓]: kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede düşük.

## 6. ÖNERİLER

Bu çalışmada, yemde farklı oranlarda yeşil çay yaprağı (YÇY) ve yeşil çay toz atığı ya da dust (YÇYA) kullanımının, yaklaşık  $40,4 \pm 0,01$  g olan gökkuşağı alabalığının spesifik olmayan bağışıklık sistemini etkileyerek harekete geçirdiği anlaşılmıştır. Düşük dozlarda (özellikle %0,5 oranında) kullanılan yeşil çay, balık bağışıklık sistemi üzerinde baskı oluşturmayıp, büyüme performansı, yem değerlendirme, bağışıklık sistemi parametreleri, kan biyokimyası ve hematolojik parametreler üzerine olumsuz bir etki yapmamıştır. Yeşil çayın hipolipidemik etkisi (yağ düşürücü etki) yeme eklenen yeşil çay oranının artmasıyla doğru orantılı olarak artmıştır. Bu bağlamda, yeşil çayın balık yetiştiriciliğinde immüno stimulant olarak kullanılabilmesi konusunda; yeşil çayın etken maddesi örneğin EGCG miktarı, dozajı, uygulanma süresi, veriliş şekli örneğin yeme eklenme ve püskürtme, banyo ve uygulanan balık türüne ve hayat safhasına göre (larvadan anaç büyüklüğe kadar) farklı çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yeşil çayın içerisinde yer alan fenolik bileşiklerin antioksidan özelliğe sahip olup bağışıklık sistemini güçlendirici bir etkisi olduğu bilinmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde immüno stimulant ya da yem hammaddesi olarak taze yeşil çayın kullanım potansiyelinin, içerdiği polifenollerin miktarıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde balık yemlerine katılabilecek taze çay miktarı yanında, yeme katılan çayın içerisindeki polifenol miktarının da belirtilmesi önemlidir. Örneğin aynı şartlarda yürütülen besleme ya da stres faktörleriyle ilgili bir çalışmada, farklı bölgelerden, farklı mevsimlerde ya da farklı yükseltilerden toplanan çay bitkisi aynı miktarlarda kullanıldığında bile etken maddesi farklı olacağı için aynı sonucu vermeyebilir. Çayın türü, hasat zamanı ya da mevsimi, yaprağın toplanma konumu (1. yaprak, 2. yaprak, 3. yaprak, vs), iklimsel faktörler, toplandığı bölgenin yükseltisi gibi faktörler çayın polifenol içeriğini etkileyen önemli faktörler olarak bildirilmiştir (Lin ve ark., 1996; Turkmen ve Velioğlu, 2007; Ertürk ve ark., 2010; Tounekti ve ark., 2013).

Çay tarımının ülkemizde yapılıyor olmasının yanında kimyasal içeriğinin antioksidan özellik göstermesi nedeniyle, kurutulmuş yeşil çay yaprağı ununun su ürünleri yetiştiriciliğinde hammadde olarak kullanılabilme potansiyeli yüksektir. Yeşil çayın kurutulmuş ya da etken maddesi veya ekstresi [kateşinler, özellikle de (-)-epigallokateşingallat (EGCG)] çıkarılarak su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılması konusunda araştırmaların geliştirilmesinin; hem su ürünleri sektörüne katkı sağlaması

açısından, hem de taze yeşil çayın katma değer kazanması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Çay üretimi sırasında ortaya çıkan yeşil çay toz atığının (dust) da, içerdiği kateşin miktarından dolayı bağışıklık sistemini güçlendirici olarak balık yemlerinde kullanılma potansiyelinin olduğu düşünülmektedir. Söz konusu ürünün özellikle ekstresinin çıkarılarak su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe kullanım olanaklarının araştırıldığı başka bilimsel çalışmaların yapılmasının, hem çaya katma değer kazandırılması hem de su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılması açısından yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, gökkuşuğu alabalığı yemlerine %0,5 seviyesine kadar yeşil çay yaprağı eklenmesinin büyüme performansı ve yem değerlendirmeyi iyileştirici yönde etkilediğini, %1 oranında yeşil çay toz atığı ve yüksek oranda yeşil çay yaprağı eklenmesinin (örneğin %3) ise hipolipidemik etkiye (yağ düşürücü etki) neden olduğunu göstermiştir.

## 7. KAYNAKLAR

- Abdelhadi, Y.M., Saleh, O.A., Sakr, S.F. 2010. Study on the effect of wormseed plants *Artemisia cina* L. and chamomile *Matricaria chamomilla* L. on growth parameters and immune response of African catfish, *Clarias gariepinus*. Journal of Fisheries International, 5: 1–7.
- Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Seden, M.E.A., Sakr, S.F.M. 2010. Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. Journal of the World Aquaculture Society, 41: 203–213.
- Abdo, Z.M.A., Hassan, R.A., El-Salam, A.A., Helmy, S.A. 2010. Effect of adding green tea and its aqueous extract as natural antioxidants to laying hen diet on productive reproductive performance and egg quality during storage and its content of cholesterol. Egyptian Poultry Science, 30 (4): 1121-1149.
- Abdullin, I.F., Turova, E.N., Budnikov, G.K. 2001. Coulometric determination of the antioxidant capacity of tea extracts using electrogenerated bromine. Journal of Analytical Chemistry. 56(6): 557-559.
- Abutbul, S., Golan-Goldhirsh, A., Barazani, O., Zilberg, D. 2004. Use of *Rosmarinus officinalis* as a treatment against *Streptococcus iniae* in tilapia (*Oreochromis* sp.). Aquaculture, 238: 97–105.
- Akbary, P. 2014. In vitro inhibitory activity of the leaf methanol extract of green tea (*Camellia sinensis*) against *Lactococcus garvieae* and *Aeromonas hydrophila* isolated of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Advances in Microbiology, 4: 829–834.
- Alexander, J.B., Ingram, G.A. 1992. Noncellular nonspecific defense mechanisms of fish. Annual Review of Fish Diseases, 2:249 - 279.
- Alexander, C.P., Kirubakaran, C.J.W., Michael, R.D. 2010. Water soluble fraction of *Tinospora cordifolia* leaves enhanced the non-specific immune mechanisms and disease resistance in *Oreochromis mossambicus*. Fish and Shellfish Immunology, 29: 765–772.
- Alishahi, M., Ranjbar, M.M., Ghorbanpour, M., Peyghan, R., Mesbah, M., Razijalali, M. 2010. Effects of dietary Aloe vera on some specific and nonspecific immunity in the common carp (*Cyprinus carpio*). International Journal of Veterinary Research, 4: 189–195.



- Alsaid, M., Daud, H., Bejo, S.K., Abuseliana, A. 2010. Antimicrobial activities of some culinary spice extracts against *Streptococcus agalactiae* and its prophylactic uses to prevent streptococcal infection in red hybrid tilapia (*Oreochromis sp.*). World Journal of Fish and Marine Sciences, 2: 532–538.
- Altınterim, B. 2010. Çörekotu (*Nigella sativa*, L.) yağının gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın immün sistemine etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 115 s.
- Altınterim, B. 2011. Balık immünolojisi, bitkisel ve kimyasal immüностimulantlar. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1 (4): 69-76.
- Aly, S.M., Atti, N.M.A., Mohamed, M.F. 2008a. Effect of garlic on the survival, growth, resistance and quality of *Oreochromis niloticus*. Proceedings of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, pp. 277–296.
- Aly, S.M., Mohamed, M.F., John, G. 2008b. Echinacea as immunostimulatory agent in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) via Earthen Pond Experiment. Proceedings of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, pp. 1033–1041.
- Aly, S.M., Mohamed, M.F. 2010. *Echinacea purpurea* and *Allium sativum* as immunostimulants in fish culture using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 94: 31–39.
- Anonim, 2005a. Content of total polyphenols in tea colorimetric method using folin-ciocalteu reagent. ISO 14502-1:2005(E).
- Anonim, 2005b. Content of catechins in green tea method using high-performance liquid chromatography, ISO 14502-2:2005(E).
- Anonim, 2015a. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Alyuvar> (Erişim tarihi: 08.07.2015)
- Anonim, 2015b. [https://www.guventip.com.tr/panel/r\\_dosya/hemogram\(tam\\_kan\\_sayimi\).pdf](https://www.guventip.com.tr/panel/r_dosya/hemogram(tam_kan_sayimi).pdf) (Erişim tarihi 29.07.2015).
- Anonim, 2015c. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin> (Erişim tarihi: 09.07.2015)
- Anonim, 2015d. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Hematokrit> (Erişim tarihi: 09.07.2015)
- Anonim, 2015e. <https://www.saglikbilgisi.net/kan-sonuclarindaki-degerlerin-anlamlari/> (Erişim tarihi: 24.07.2015)
- Anonim, 2015f. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kolesterol> (Erişim tarihi: 20.08.2015)
- Anonim, 2015g. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Trigliserit> (Erişim tarihi: 20.08.2015)
- Anonim, 2015h. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Glukoz> (Erişim tarihi: 18.08.2015)
- Anonim, 2016. <http://biriz.biz/cay/cayalimmiktari.htm> (Erişim tarihi: 22.02.2016).

- AOAC, 1980a. Official Methods of Analysis (13th Ed.). Association of Analytical Chemists, Washington, DC. Official Methods 2.507.
- AOAC, 1980b. Official Methods of Analysis (13th Ed.). Association of Analytical Chemists, Washington, DC. Official Methods 7.009.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis. Association of Analytical Chemists, Gaithersburg, MD: Official Methods, 985.14.
- Aranishi, F., Nakane, M. 1997. Epidermal proteases of the Japanese eel. *Fish Physiol Biochem*, 16:471 – 478.
- Arda, M., Seçer, S., Sarıeyyüpoğlu, M. 2005. Balık Hastalıkları. Medisan Yayınevi, Ankara, 230 s.
- Ardó, L., Yin, G., Xu, P., Váradi, L., Szigeti, G., Jeney, Z., Jeney, G. 2008. Chinese herbs (*Astragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 275: 26–33.
- Asadpour, R., Panchah, F.K., Sheikhzadeh, N., Tayefi-Nasrabadi, H. 2012. Effects of decaffeinated green tea (*Camellia sinensis*) on reproductive characteristics and egg quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 15(4): 246–253.
- Atamanalp, M., Bayır, A. Sirkecioğlu, A.N., Yanık, T., Yılmaz, M., Cengiz, M. 2003. Farklı yemlerle beslemenin gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda hematokrit ve hemoglobin miktarı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(3): 229–232.
- Awad, E., Austin, B. 2010. Use of lupin, *Lupinus perennis* mango, *Mangifera indica*, and stinging, *Urtica dioica*, as feed additives to prevent *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 33: 413–420.
- Awad, E., Dawood, Z., Austin, B. 2011. The garlic component, allicin, prevents disease caused by *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 33: 293–3000.
- Bagni, M., Archetti, L., Amadori, M., Marino, G. 2000. Effect of long - term oral administration of an immunostimulant diet on innate immunity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Veterinary Medicine, seri B*, 47(10): 745–751.

- Balentine, D.A., Wiesman, A.S., Bouwens, L.C:M. 1997. The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(8): 693-704.
- Baskın, Y., Yiğitbaşı, T., Afacan, G., Akgün, F., Dere, R. 2010. Sağlıklı bireylerde immunoglobulin (IGA, IGG, IGM) ve IGG alt grupları referans aralıkları. *Türk Biyokimya Dergisi*, 35(4): 325–332.
- Başusta, A.G. 2005. Balık hematolojisi ve hematolojik metotları. In: M. Karataş (Editör), balık biyolojisi araştırma yöntemleri. Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul, Türkiye, 275 - 300 s.
- Benzie, I.F.F., Szeto, Y.T. 1999. Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 47: 633-636.
- Bidlack, W.R. 2001. Green tea: Health Benefits and Applications. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(6): 656-658.
- Bilen, S. 2009. Bazı doğal bitkilerin gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) spesifik olmayan bağışıklık sistemi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 75 s.
- Bilen, S., Bulut, M. 2010. Effects of laurel (*Laurus nobilis*) on the non-specific immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 1275–1279.
- Bilen, S., Bulut, M., Bilen, A.M. 2011. Immunostimulant effects of *Cotinus coggyria* on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 30: 451–455.
- Bircan, R., 1981. Erzurum yöresindeki bir arteziyen suyunda, entansif olarak yetiştirilen gökkuşuğu (*Salmo gairdnerii*) alabalığının büyüme hızı ve yemden yararlanmasına kap şekli, yemleme sayısı ve günlük yem düzeyinin etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 118 s.
- Bone, Q., Moore, R.H. 2008. *Biology of Fishes*. Taylor and Francis Group, New York, 478s.
- Bose, M., Lambert, J.D., Ju, J., Reuhl, K.R., Shapses, S.A., Yang, C.S. 2008. The major green the polyphenol, (-)-epigallocatechin-3-gallat, inhibits obesity, metabolic syndrome and fatty liver disease in high-fat-fed mice. *The Journal of Nutrition*, 138: 1677–1683.
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56(11): 317-333.

- Bricknell, I.R., Bowden, T.J., Bruno D. W., Maclachlan, P., Johntone, R., Ellis, A.E. 1999. susceptibility of Atlantic Halibut, *Hippoglossus hippoglossus* to infection with typical and atypical *Aeromonas salmonicida*. *Aquaculture*, 175: 1-13.
- Brittain, T. 2002. Molecular aspects of embryonic hemoglobin function. *Molecular Aspects of Medicine*, 23(4): 293 - 342.
- Brown, M.E., 1957. Experimental studies on growth. In: M.E. Brown (Editor), the physiology of fishes. Academic Press., New York, USA, pp. 361-400.
- Bulfon, C., Volpatti, D., Galeotti, M. 2015. Current research on the use of plant-derived products in farmed fish. *Aquaculture Research*, 46: 513–551.
- Cabrera, C., Artacho, R., Giménez, R. 2006. Benefical effects of green tea-Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2): 79-99.
- Camcıoğlu, Y. 2009. İmmünoglobulin tedavisi. *Çocuk Enfeksiyonları Dergisi*, 3: 69–74.
- Camcıoğlu, Y., Deniz, G. 2007. Temel İmmünoloji, İmmünsistemin İşlev ve Bozuklukları. İstanbul Medikal Yayıncılık, ISBN: 975–6395–61–3, İstanbul, 317 s.
- Campbell T.W., 2004. Clinical Chemistry of Fish and Amphibians. In: M.A. Thrall, D.C. Baker, T.W. Campbell, D. DeNicola, M.J. Fettman, E.D. Lassen, A. Rebar, G. Weiser (Editor). *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. Lippincott Williams ve Wilkins, Pennsylvania, USA, 499–517 p.
- Cabrera, C., Artacho, R., Giménez, R. 2006. Benefical effects of green tea. *Journal of the American Collage of Nutrition*, 25, (2):79-99.
- Charoo, S.Q., Chalkoo, S.R., Qureshi, T.A. 2013. Sexual differentiation in blood biochemistry of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Advanced Fisheries and Aquatic Science*, 1(1): 32-38.
- Charoo, S.Q., Chalkoo, S.R., Qureshi, T.A. 2014. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) blood profile alterations. *E-Journal of Science and Technology*, (2):29 - 35.
- Chitmanat, C., Tongdonmuan, K., Nunsong, W. 2005. The use of crude extracts from traditional medicinal plants to eliminate *Trichodina* sp. in tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 27 (Suppl. 1): 359–364.
- Cho, S.H., Lee, S.M., Park, B.H., Ji, S.C., Lee, J., Bae, J., Oh, S.Y. 2007. Effect of dietary inclusion of various sources of green tea on growth, body composition and

- blood chemistry of the juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Fish Physiology and Biochemistry, 33: 49–57.
- Cho, S.H., Kim, C.I. 2009. Effect of dietary inclusion of various sources of additives on growth and body composition of the juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Research, 40: 625–629.
- Choi, S., Park, K., Yoon, T., Kim, J., Jang, Y., Choe, C. 2008. Dietary Korean mistletoe enhances cellular non-specific immune responses and survival of Japanese eel (*Anguilla japonica*). Fish and Shellfish Immunology, 24: 67–73.
- Chopade, V., Phatak, A., Upaganlawer, A., Tankar, A. 2008. Green tea (*Camellia sinensis*): chemistry, traditional, medicinal uses and its pharmacological activities- a review. Pharmacog Review, 2(3): 157-162.
- Christyapita, D., Divyagnaneswari, M., Michael, R.D. 2007. Oral administration of *Eclipta alba* leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis mossambicus*. Fish and Shellfish Immunology, 23: 840–852.
- Colorni, A., Avtalion, R., Knibb, W., Berger, E., Colorni, B., Timan, B. 1998. Histopathology of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) experimentally infected with *Mycobacterium marinum* and treated with streptomycin and garlic (*Allium sativum*) extract. Aquaculture, 160: 1–17.
- Crespy, V., Williamson, G. 2004. A review of the health effects of green tea catechins in in vivo animal models. International the Journal of Nutrition, 134: 3431-3440.
- Çebi, H. 2014, Sözlü görüşme, ÇAYKUR Genel Müdürlüğü, Kalite Kontrol Şube Müdürü, Rize.
- Çelik, Ş.E. 2004. Çanakkale Boğaz’ında bulunan iskorpit balığının (*Scorpaena porcus* Linneaus, 1758) hematolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine üremenin ve mevsimlerin etkisi. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, XX+171 s.
- Çelik, Ş.E., Çakıcı, H. 2005. Çanakkale Boğazı’ndaki iskorpit balığı (*Scorpaena porcus* Linneaus, 1758)’nın bazı biyokimyasal kan parametrelerinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 15–23.
- Çelik, F. 2006. Çay (*Camellia sinensis*); içeriğini, sağlık üzerine koruyucu etkisi ve önerilen tüketimi. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences, 26: 642-648.

- Çelik, E.Ş., Akbulut, M., Odabaşı, S.S., Odabaşı, D.A. 2006 Farklı tür balıklarda hematolojik indekslerin referans değerleri. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(2): 277-293.
- Çelik, E.Ş., Bilgin, S. 2007. Bazı balık türleri için kan protein ve lipidlerinin standardizasyonu. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(1-2): 215 - 229.
- Çelik, E.Ş., Aslan, A., Alpaslan, M. 2008. Balıklarda kan glikozunu etkileyen başlıca faktörler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24(1-2): 364–379.
- Çelikkale, M.S. 1991. Balık Biyolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu. Fakülte yayın no:1, genel yayın no: 101, Trabzon, 387 sayfa.
- Dada, A.A., Ikuero, M. 2009. Effects of ethanolic extracts of *Garcinia kola* seeds on growth and haematology of catfish (*Clarias gariepinus*) broodstock. African Journal of Agricultural Research, 4: 344–37.
- Demir, A. 2011. Siyah ve yeşil çay ile atıklarının antioksidan özelliklerinin karşılaştırması. Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 79 s.
- Divyagnaneswari, M., Christyapita, D., Michael, R.D. 2007. Enhancement of non-specific immunity and disease resistance in *Oreochromis mossambicus* by *Solanum trilobatum* leaf fractions. Fish and Shellfish Immunology, 23: 249–259.
- Divyagnaneswari, M., Christyapita, D., Michael, R.D. 2008. Immunomodulatory activity of *Solanum trilobatum* leaf extracts in *Oreochromis mossambicus*. Diseases in Asian Aquaculture, 6: 221–234.
- DKİB, 2013. Doğu Karadeniz İhracatçılar Birliği Genel Sekreterliği, Dünya’da ve Türkiye’de Çay Sektörü ve Dünya’da Çay Sektöründeki Son Gelişmeler. Rapor, Trabzon, 46 s.
- Dorucu, M., Colak, O., Ispir, U., Altinterim, B., Celayir, Y. 2009. The effect of black cumin seeds, *Nigella sativa*, on the immune response of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Mediterranean Aquaculture Journal, 2: 1–7.
- Düğenci, S.K. 2001. Gökkuşluğu alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum)’larında bazı immunostimulan’ların spesifik olmayan bağışıklık sistemi üzerine etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 69 s.

- Düğenci, S.K., Arda, N., Candan, A. 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. *Journal of Ethnopharmacology*, 88: 99–106.
- EC Regulation, 2003. Regulation No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council - 22 September 2003 - on additives for use in animal nutrition.
- EC Regulation, 2009. Commission No 710/2009 of 5 August 2009 amending Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007, as regards laying down detailed rules on organic aquaculture animal and seaweed production.
- Ekanem, A.P., Obiekezie, A., Kloas, W., Knopf, K. 2004a. Effects of crude extracts of *Mucuna pruriens* (Fabaceae) and *Carica papaya* (Caricaceae) against the protozoan fish parasite *Ichthyophthirius multifiliis*. *Parasitology Research*, 92: 361–366.
- Ekanem, A.P., Wang, M., Simon, J.E., Obiekezie, A.I., Morah, F. 2004b. In vivo and in vitro activities of the seed extract of *Piper guineense* Schum. and Thonn. against skin and gill monogenean parasites of goldfish (*Carassius auratus auratus*). *Phytotherapy Research*, 18: 793–797.
- Ekanem, A.P., Brisibe, E.A. 2010. Effects of ethanol extract of *Artemisia annua* L. against monogenean parasites of *Heterobranchus longifilis*. *Parasitology Research*, 106: 1135–1139.
- Elliot, J.G. 1999. Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technology*, 53(2): 46-48.
- Elsayed, A.I., El- Deen, N. 2010. Green tea extract role in removing the *Trichodina* sp. on *Oreochromis niloticus* fry in the Egyptian fish hatcheries. *Report and Opinion*, 2: 77–81.
- Ergönül, M.B., Yavuzcan, H., Altındağ, A. 2012. Balık sağlığı ve immunostimulanların kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences*, 6(3): 188–202.
- FAO/WHO/OIE, 2006. Expert Consultation on Antimicrobial Use in Aquaculture and Antimicrobial Resistance. Republic of South Korea, Seoul. 13 - 16 June 2006.
- Fazlolahzadeh, F., Keramati, K., Nazifi, S., Shirian, S., Seifi, S. 2011. Effect of garlic (*Allium sativum*) on hematological parameters and plasma activities of ALT and AST of rainbow trout in temperature stress. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5: 84–90.

- Gad, S.B., Zaghloul, D.M. 2013. Beneficial effect of green tea extract liver and kidney functions, ultrastructure, lipid profile and hematological parameters in aged male rats. *Global Veterinaria*, 11(2): 191-205.
- Goda, A.M.A.S. 2008. Effect of dietary ginseng herb (Ginsana ® G115) supplementation on growth, feed utilization, and hematological indices of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(2): 205–214.
- Graham, H.N. 1992. Green tea composition, consumption and polyphenol chemistry. *Preventive Medicine*. 21(3): 334-350.
- Gramza, A., Korczak, J., Amarowicz, R. 2005. Tea polyphenols - their antioxidant properties and biological activity - a review. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 14/55(3): 219-235.
- Gülmezoğlu, E., Ergüven, S. 1994. İmmünoloji. Hacettepe Taş. Ankara, 308 s
- Gültepe, N. 2007. Çipura (*Sparus aurata*) beslemede alternatif yem katkı maddesi kullanımı üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, XIX+81 s.
- Gündüz, H., Doğan, İ., Ekin, S. 2002. Yemlerine vitamin A ve B ilave edilen alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) seminal plazmanın biyokimyasal bileşiminin saptanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(1): 64–68.
- Gürdöl, F. 2015. Tıbbi Biyokimya. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 661s.
- Hallwell, B. 1997. Antioxidants and human disease: a general introduction. *Nutrition Reviews*, 55(1): 44-52.
- Hai, N.V. 2015. The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: a review. *Aquaculture*, 446: 88–96.
- Haghighi, M., Rohani, M.S. 2013. The effects of powdered ginger (*Zingiber officinale*) on the haematological and immunological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Medicinal Plant and Herbal Therapy Research*, 1: 8-12.
- Harikrishnan, R., Rani, M.N., Balasundaram, C. 2003. Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. *Aquaculture*, 221: 41–50.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Bhuvaneshwari, R. 2005. Restorative effect of *Azadirachta indica* aqueous leaf extract dip treatment on haematological



- parameter changes in *Cyprinus carpio* (L.) experimentally infected with *Aphanomyces invadans* fungus. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 410–413.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.S. 2010a. Supplementation diet containing probiotics, herbal and azadirachtin on hematological and biochemical changes in *Cirrhina mrigala* against *Aphanomyces invadans*. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 4: 1–11.
- Harikrishnan, R., Heo, J., Balasundaram, C., Kim, M.C., Kim, J.S., Han, Y.J., Heo, M.S., 2010b. Effect of *Punica granatum* solvent extracts on immune system and disease resistance in *Paralichthys olivaceus* against lymphocystis disease virus (LDV). *Fish and Shellfish Immunology*, 29: 668–673.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.S., 2011a. Influence of diet enriched with green tea on innate humoral and cellular immune response of kelp grouper (*Epinephelus bruneus*) to *Vibrio carchariae* infection. *Fish and Shellfish Immunology*, 30: 972–979.
- Harikrishnan R., Kim M.C., Kim J.S., Kim D.H., Hong S.H., Heo M.S. 2011b. *Alnus firma* supplementation diet on haematology and innate immune response in olive flounder against *Tenacibaculum maritimum*. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 55, 649–655.
- Harikrishnan, R., Kim, J.S., Kim, M.C., Balasundaram, C., Heo, M.S. 2011c. *Prunella vulgaris* enhances the non-specific immune response and disease resistance of *Paralichthys olivaceus* against *Uronema marinum*. *Aquaculture* 318, 61–66.
- Harikrishnan R., Kim J.S., Kim M.C., Balasundaram C., Heo M.S. 2011d. *Styrax japonica* supplementation diet enhances the innate immune response in *Epinephelus bruneus* against bacterial and protozoan infections. *Experimental Parasitology*, 129: 260–265.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.S. 2011e. Korean mistletoe enriched diet enhances innate immune response in kelp grouper, *Epinephelus bruneus* against *Philasterides dicentrarchi*. *Veterinary Parasitology*, 183: 146–151.
- Harikrishnan R., Kim J.S., Kim M.C., Balasundaram C., Heo M.S. 2011f. *Kalopanax pictus* as feed additive controls bacterial and parasitic infections in kelp grouper, *Epinephelus bruneus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 31: 801–807.
- Harikrishnan, R., Kim, J.S., Kim, M.C., Balasundaram, C., Heo, M.S. 2011g. *Lactuca indica* extract as feed additive enhances immunological parameters and disease

- resistance in *Epinephelus bruneus* to *Streptococcus iniae*. *Aquaculture*, 318: 43–47.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.S., 2011h. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, 317: 1–15.
- Hasumura, T., Shimada, Y., Kurayanagi, J., Nishimura, Y., Meguro, S., Takema, Y., Tanaka, T. 2012. Green tea extract suppresses adiposity and affects the expression of lipid metabolism genes in diet-induced obese zebrafish. *Nutrition and Metabolism*, 9: 73–79.
- Heath, A.G., 1987. *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Press Inc. Florida. 198–205.
- Helmy, A.M., Badawi, H.K., El-Bishry, A. 1974. Seasonal variations in the protein composition of blood serum of *Anguilla vulgaris* and *Mugill cephalus*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 4: 369–375.
- Hepher, B., 1989. *Nutrition of pond fishes*. Cambridge University Pres., Cambridge, UK, 388 p.
- Higdon, J.V., Balz, F. 2003. Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(1):89-103.
- Hopkins, K.D. 1992. Reporting fish growth: a review of the basics. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(3): 173-179.
- Hwang, J.H., Lee, S.W., Rha, S.J., Yoon, H.S., Park, E.S., Han, K.H., Kim, S.J. 2013. Dietary green tea extract improves growth performance, body composition, and stress recovery in the juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture International*, 21: 525-538.
- Immanuel, G., Uma, R.P., Iyapparaj, P., Citarasu, T., Punitha, P.S.M., Michael, B.M., Palavesam, A. 2009. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Journal of Fish Biology*, 74: 1462–1475.
- Ishihara, N., Araki, T., Tamaru, Y., Inoue, M., Nishimura, A., Aoi, N., Chu, D.C., Juneja, L.R., Morishita, T. 2002. Influence of green tea polyphenols on feed performance, growth performance, and fish body component in yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). *Japanese Journal of Food Chemistry*, 9 (1): 1–8.

- Iwashina, T. 2000. The Structure and Distribution of the Flavonoids in Plants. *Journal of Plant Research*, 113: 287-299.
- Iwama, G., Nakanishi, T. 1996. *The Fish Immune System, Organism, Pathogen, and Environment*. 76–84233, Academic Pres, California USA and London UK, 380 p.
- İmik, H., Tuncer, Ş.D., Aylanç, A., Aytaç, M., Erdoğan, İ. 2002. Akkaraman kuzu rasyonlarına farklı oranlarda katılan çay atıklarının bazı verim özelliklerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 49: 51-57.
- Ji, S.C., Takaoka, O., Jeong, G.S., Lee, S.W., Ishimaru, K., Seoka, M., Takii, K. 2007a. Dietary medicinal herbs improve growth and some non-specific immunity of red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*, 73: 63–69.
- Ji, S.C., Jeong, G.S., Im, G.S., Lee, S.W., Yoo, J.H., Takii, K. 2007b. Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. *Fisheries Science*, 73: 70–76.
- Jobling, M. 2004. Environmental factors and rates of development and growth: Length - weight relationships, and indices of condition and growth 97 - 122. . In: *Handbook of Fish Biology and Fisheries*. Edited by Paul J.B. Hart and John D. Reynolds, Volume 2 Fisheries 2004, Blackwell Publishing, p 413.
- Jovanovic S.V., Steenken S., Simic M.G. 1996. Reduction potentials of flavonoid and model phenoxyl radicals. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions*, 1(2): 2497–2503.
- Kacar, B. 1990. Çay ve Çay Topraklarının Kimyasal Analizleri. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. ÇAYKUR Yayını No: 14, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 331 s.
- Kacar, B. 2010. Çay Bitkisi Biyokimyası Gübrenmesi İşleme Teknolojisi. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 64, Ankara, 355 s.
- Kaleeswaran, B., Ilavenil, S., Ravikumar, S. 2010. Screening of phytochemical properties and antibacterial activity of *Cynodon dactylon* L. *International Journal of Current Research*, 3:83-88.
- Kaleeswaran, B., Ilavenil, S., Ravikumar, S. 2011a. Dietary supplementation with *Cynodon dactylon* (L.) enhances innate immunity and disease resistance of Indian major carp, *Catla catla* (Ham.). *Fish and Shellfish Immunology*, 31: 953–962.

- Kaleeswaran, B., Ilavenil, S., Ravikumar, S. 2011b. Growth response, feed conversion ratio and antiprotease activity of *Cynodon dactylon* (L.) mixed diet in *Catla catla* (Ham.). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10: 511–517.
- Kaleeswaran, B., Ilavenil, S., Ravikumar, S. 2012. Changes in biochemical, histological and specific immune parameters in *Catla catla* (Ham.) by *Cynodon dactylon* (L.). *King Saud University Journal of King Saud University – Science*, 24: 139–152.
- Kao, Y.H., Hiipakka, R.A., Liao, S. 2000. Modulation of endocrine systems and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinology*, 141(3): 980-987.
- Kao Y.H., Chang, H.H, Lee, M.J, Chen C.L. 2006. Tea, obesity, and diabetes. *Molecular Nutrition and Food Research*, , 50: 188 – 210.
- Karaarslan, G., Kabak, T., Çakır, B., Kubilay, A. 2007. Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın iç organ, kan serumu ve döllenen yumurtalarında lizozim aktivitesi. *Ulusal Su Günleri*, 16–18 Mayıs, 2007, Antalya, s: 755–760.
- Karagouni, E., Athanassopoulou, F., Lytra, A., Komis, C., Dotsika, E. 2005. Antiparasitic and immunomodulatory effect of innovative treatments against *Myxobolus* sp. infection in *Diplodus puntazzo*. *Veterinary Parasitology*, 134: 215–228.
- Kaur, C., Kapoor, H.C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 703-725.
- Kav, K., Erganis, O. 2008. Balıklarda bağışıklık sistemi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 24(1): 97-106.
- Keleştemur, G.T, Seven, İ., Seven, P.T. 2012. Hipoksik stres uygulanan gökkuşacağı alabalığı yavrularının (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) rasyonlarına antioksidan etkili propolis katkısının bazı kan parametre değerlerine etkisi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1): 83–86.
- Khan, S.G., Katiyar, S.K., Agarwal, R., Mukhtar, H., 1992. Enhancement of antioxidant and phase II enzymes by oral feeding of green tea polyphenols in drinking water to SKH-1 hairless mice: possible role in cancer chemoprevention. *Cancer Research*. 52: 4050 – 4052.
- Kim, K.H., Hwang, Y.J., Bai, S.C. 1999. Resistance to *Vibrio alginolyticus* in juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*) fed diets containing different doses of aloe. *Aquaculture*, 180: 13–21.

- Kim, J.S., Harikrishnan, R., Kim, M.C., Jang, I.S., Kim, D.H., Hong, S.H., Balasundaram, C., Heo, M.S., 2011. Enhancement of *Eriobotrya japonica* extracts on non-specific immune response and disease resistance in kelp grouper *Epinephelus bruneus* against *Vibrio carchariae*. *Fish and Shellfish Immunology*, 31: 1193–1200.
- Kiron, V., Watanabe, T., Fukuda, H., Okamoto, N., Takeuchi, T. 1995. Protein nutrition and defence mechanisms in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 111A(3): 351–359.
- Kiron, V., Puangkaew, J., Ishizaka, K., Satoh, S., Watanabe, T. 2004. Antioksidant status and nonspecific immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two levels of vitamin E along with three lipid source. *Aquaculture*, 234: 361–379.
- Kirubakaran, C.J.W., Alexander, C.P., Michael, R.D. 2010. Enhancement of non-specific immune responses and disease resistance on oral administration of *Nyctanthes arbortristis* seed extract in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Aquaculture Research*, 41: 1630–1639.
- Kono, M., Furukawa, K., Sagesaka, Y.M., Nakagava, K., Fujimoto, K. 2000. Effect of green tea extracts and green tea grounds as dietary supplements on cultured yellowtail and ayu. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 47(12): 932–937.
- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A. 2007. Balık beslemede gelişim performansının izlenme yöntemleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1–2): 201–205.
- Kubilay, A., Uluköy, G. 2002. The effects of acut stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Zoology*, 26: 249-254.
- Liang, Y., Ma, W., Lu, J., Wu, Y. 2001. Comparison of chemical compositions of *Ilex latifolia* Thumb and *Camellia Sinensis* L. *Food Chemistry*, 75: 339-343.
- Lie, Ø., Evensen, Ø., Sørensen, A., Frøysadal, E. 1989. Study on lysozyme activity in some fish species. *Diseases of Aquatic Organisms*, 6(1–5): 1–5.
- Lin, Y.L., Juan, I.M., Chen, Y.L., Liang, Y.C., Lin, J.K. 1996. Composition of Polyphenols in Fresh Tea Leaves and Associations of Their Oxygen-Radical-Absorbing Capacity with Antiproliferative Actions in Fibroblast Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 1387-1394.

- Logambal, S.M., Venkatalakshmi, S., Michael, R.D. 2000. Immunostimulatory effect of leaf extract of *Ocimum sanctum* Linn. in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Hydrobiologia*, 430: 113–120.
- Magnadóttir, B. 2006. Innate immunity of fish (overview). *Fish and Shellfish Immunology*, 20: 137 – 151.
- Mahmood, T., Akhtar, N., Khan, B.A. 2010. The morphology, characteristics, and medicinal properties of *Camellia sinensis*' tea. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(19): 2028-2033.
- Mastan, S.A. 2015. Use of immunostimulants in aquaculture disease management. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2 (4): 277-280.
- Mehrabi, Z., Firouzbakhsh, F., Jafarpour, A. 2011. Effect of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96: 474–481.
- Morgan, J.D., Iwama, K.G. 1997. Measurements of stressed states in the field. In: G.K. Iwama, A.D. Pickering, J.P. Sumpter, C.B. Schreck (Editors), *Fish Stress and Health in Aquaculture*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 247–270.
- Ndong, D., Fall, J. 2007. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune response of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* and *Oreochromis aureus*). *Document Scientifique du CRODT*, 1-22.
- Nekooei, M., Dayer, M.R., Laame-Rad, B., Dayer, M.S. 2013. Temperature tolerant hemoglobin variant of *Barbus sharpeyi*. *Journal of Medical Sciences*, 13(5): 379-384.
- Nootash, S., Sheikhzadeh, N., Baradaran, B., Oushani, A.K., Moghadam, M.Z.M., Nofouzi, K., Monfaredan, A., Aghebati, L., Zare, F., Shabanzadeh, S. 2013. Green tea (*Camellia sinensis*) administration induces expression of immune relevant genes and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 35(6): 1916–1923.
- Nudo, L.P., Catap, E.S. 2011. Immunostimulatory effects of *Uncaria perrottetii* (A. Rich.) Merr. (Rubiaceae) vinebark aqueous extract in Balb/C mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 133(2): 613 - 620.
- Nya, E.J., Austin, B. 2009a. Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 32: 963–970.

- Nya, E.J., Austin, B. 2009b. Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 32: 971–977.
- Nya, E.J., Dawood, Z., Austin, B. 2010. The garlic component, allicin, prevents disease caused by *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 33: 293–300.
- Nya, E.J., Austin, B. 2011. Development of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) to *Aeromonas hydrophila* after the dietary application of garlic. *Fish and Shellfish Immunology*, 30: 845–850.
- Omima, A.E.A. 2010. Application of some Egyptian medicinal plants to eliminate *Trichodina* sp. and *Aeromonas hydrophila* in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Researcher*, 2: 12–16.
- Oskoi, S.B., Kohyani, A.T., Parseh, A., Salat, A.P., Sadeghi, E. 2012. Effects of dietary administration of *Echinacea purpurea* on growth indices and biochemical and hematological indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38: 1029–1034.
- Ou, B., Huang, D., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J.A., Deemer, E.K. 2002. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3122–3128.
- Pachanawan, A., Phumkhachorn, P., Rattanachaiakunsopon, P. 2008. Potential of *Psidium guajava* supplemented fish diets in controlling *Aeromonas hydrophila* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 5: 419–424.
- Pakravan, S., Hajimoradloo, A., Ghorbani, R. 2012. Effect of dietary willow herb, *Epilobium hirsutum* extract on growth performance, body composition, haematological parameters and *Aeromonas hydrophila* challenge on common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture Research*, 43: 861–869.
- Panprommin, D., Vanichkul, K., Panprommin, N., Areechon, N. 2011. Effects of turmeric (*Curcuma longa* Linn.) extract on the expression of cytokine genes in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn). *Proceedings of the 49th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand*, 3, 416–425.

- Pérez-Jiménez, A., Peres, H., Rubio, V.C., Oliva-Teles, A. 2013. Effects of diet supplementation with white tea and methionine on lipid metabolism of gilthead sea bream juvenile (*Sparus aurata*). *Fish Physiol Biochem*, 39: 661-670.
- PESCALEX, 2016. <http://www.pescalex.org/courses/view/2/1/33/> (Erişim tarihi: 02.02.2016).
- Poulsen, A., Escher, B. 2012. Chemically induced immunosuppression and disease susceptibility in marine wildlife: A literature review. National Research Centre for Environmental Toxicology, St. Lucia, p. 110.
- Prasad, G., Mukthiraj, S. 2011. Effect of methanolic extract of *Andrographis paniculata* (Nees) on growth and haematology of *Oreochromis mossambicus* (Peters). *World Journal of Fish and Marine Science*, 3: 473–479.
- Pratheepa, V., Ramesh, S., Sukumaran, N. 2010. Immunomodulatory effect of *Aegle marmelos* leaf extract on freshwater fish *Cyprinus carpio* infected by bacterial pathogen *Aeromonas hydrophila*. *Pharmaceutical Biology*, 48: 1224–1239.
- Pratheepa, V., Sukumaran, N. 2011. Specific and nonspecific immunostimulation study of *Euphorbia hirta* on *Pseudomonas fluorescens*-infected *Cyprinus carpio*. *Pharmaceutical Biology*, 49: 484–491.
- Pratheepa, V., Madasamy, D., Sukumaran, N. 2011. Immunomodulatory activity of *Aegle marmelos* in freshwater fish (*Catla catla*) by non-specific protection. *Pharmaceutical Biology*, 49: 73–77.
- Prior, R.L., Cao, G. 2000. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. *Hortscience*, 35(4): 588-592.
- Rajendiran, A., Natarjan, E., Subramanian, P. 2008. Control of *Aeromonas hydrophila* infection in spotted snakehead *Channa punctatus*, by *Solanum nigrum* L., a medicinal plant. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39: 375–383.
- Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P. 2009a. Potential of Chinese chive oil as a natural antimicrobial for controlling *Flavobacterium columnare* infection in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fisheries Science*, 75: 1431–1437.
- Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P. 2009b. Prophylactic effect of *Andrographis paniculata* extracts against *Streptococcus agalactiae* infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107: 579–582.



- Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P. 2010a. Use of Asiatic pennywort *Centella asiatica* aqueous extract as a bath treatment to control columnaris in Nile tilapia. *Journal of Aquatic Animal Health*, 22: 14–20.
- Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P. 2010b. Potential of cinnamon (*Cinnamomum verum*) oil to control *Streptococcus iniae* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fisheries Science*, 76: 287–293.
- Rattanachaikunsopon, P., Phumkhachorn, P. 2010c. Effect of *Cratoxylum formosum* on innate immune response and disease resistance against *Streptococcus agalactiae* in tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fisheries Science*, 76: 653–659.
- Rombout, J.H.W.M., Taverne, N., van de Kamp, M. Ve Taverne-Thiele, A.J. 1993. Differences in mucus and serum immunoglobulin of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Developmental and Comparative Immunology*, 17:309 - 317.
- Ross, I.A. 2005. Medicinal plants of the world. Chemical constituents, traditional and modern medicinal uses. Humana press, Totowa, New Jersey, USA, 629 p.
- Ruxton, C.H.S. 2008. Black tea and health. *British nutrition foundation*, 33: 91-101.
- Quade, M.J., Roth J.A. 1997. A rapid, direct assay to measure degranulation of bovine neutrophil primary granules. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 58: 239–248.
- Sağlam, N., Türkyılmaz, K. 2007. Ticari olarak piyasada satılan Türk ve yabancı kökenli çayların bazı fenolik madde ve kafein içeriklerinin belirlenmesi. *Çaykur, Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları*, 42 s.
- Sahoo, P.K., Kumari, J., Mishra, B.K., 2005. Non-specific immune responses in juveniles of Indian major carp. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 151–155.
- Sahu, S., Das, B.K., Mishra, B.K., Pradhan, J., Sarangi, N. 2007a. Effect of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 80–86.
- Sahu, S., Das, B.K., Pradhan, J., Mohapatra, B.C., Mishra, B.K., Sarangi, N. 2007b. Effect of *Mangifera indica* kernel as a feed additive on immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* in fingerlings. *Fish and Shellfish Immunology*, 23: 109–118.
- Sahu, S., Das, B.K., Mishra, B.K., Pradhan, J., Samal, S.K., Sarangi, N. 2008. Effect of dietary *Curcuma longa* on enzymatic and immunological profiles of rohu, *Labeo rohita* (Ham.), infected with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*, 39: 1720–1730.

- Sajilata, M.G., Bajaj, P.R., Singhal, R.S., 2008. Tea polyphenols as nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7: 229-254.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172: 63–92.
- Sakakibara, H., Honda, Y., Nakagawa, S., Ashida, H. 2003. Simultaneous determination of all polyphenols in vegetables, fruits and teas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 571-581.
- Santana-Rios, G., Orner, G.A., Amantana, A., Provost, C., Wu, S.Y., Dashwood, R.H. 2001. Potent antimutagenic activity of white tea in comparison with green tea in the *Salmonella* assay. *Mutation Research*, 495: 61-74.
- Saraee, M.H.A., Seidavi, A., Dadashbeiki, M., Laudadio, V., Tufarelli, V. 2015. Supplementing fish oil and green tea (*Camellia sinensis*) powder in broiler diet: effect on productive performance. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 5(2): 99-104.
- Sarıhan, F. 2005. Tilapia (*Oreochromis niloticus*)’larda levamisol ve *Streptococcus iniae* uygulamasından sonra oluşan immün yanıtın izlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 88 s.
- Satheeshkumar, P., Ananthan, G., Senthilkumar, D., Jagadeesan, 2012. Hematology and biochemical parameters of different feeding behavior of teleost fishes from Vellar estuary, India. *Comparative Clinical Pathology*, 21: 1187–1191.
- Shalaby, A.M., Khattab, Y.A., Abdel Rahman, A.M. 2006. Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 12: 172–201.
- Sharma, A., Deo, A.D., Riteshkumar, S.T., Chanu, T.I., Das, A. 2010. Effect of *Withania somnifera* (L. Dunal) root as a feed additive on immunological parameters and disease resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Fish and Shellfish Immunology*, 29: 508–512.
- Sheikhzadeh, N., Nofouzi, K., Delazar, A., Oushani, A.K. 2011. Immunomodulatory effects of decaffeinated green tea (*Camellia sinensis*) on the immune system of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 31: 1268–1269.
- Sicuro, B., Badino, P., Dapra, F., Gai, F., Galloni, M., Odore, R., Palmegiano, G.B., Macchi, E. 2010. Physiological effects of natural olive oil antioxidants

- utilization in rainbow trout (*Onchorhynchus myk*) feeding. *Aquaculture International*, 18: 415–431.
- Singh, N.N., Srivastava, A.K. 2010. Hematological parameters as bioindicators of insecticide exposure in teleosts. *Ecotoxicology*, 19: 838–854.
- Sivaram, V., Babu, M.M., Immanuel, G., Murugadass, S., Citarasu, T., Marian, M.P. 2004. Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, 237: 9–20.
- Siwicki, A.K., Anderson, D.P., 1993. Immunostimulation in Fish: Measuring the Effects of Stimulants by Serological and Immunological Methods. U.S. Fish and Wildlife Service, IFI, Poland, 124 pp.
- Soltani, M., Sheikhzadeh, N., Ebrahimzadeh-Mousavi, H.A., Zargar, A. 2010. Effects of *Zataria multiflora* essential oil on innate immune responses of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 5: 191–199.
- Sparre, P., Venema, S.C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Review. 2. Rome, FAO. 1998. 407 p.
- Stoskopf, M. 1993. Fish Medicine (1st Ed.). Saunders Company, Philadelphia. 882 p.
- Sudhakaran, D.S., Srirekha, P., Devasree, L.D., Premsingh, S., Michael R.D. 2006. Immunostimulatory effect of *Tinospora cordifolia* Miers leaf extract in *Oreochromis mossambicus*. *Indian Journal of Experimental Biology*, 44: 726–732.
- Suzuki, K., Misaka, N., Sakai, D.K. 2006. Efficacy of green tea extract on removal of the ectoparasitic flagellate *Ichthyobodo necator* from chum salmon, *Oncorhynchus keta*, and masu salmon, *O. masou*. *Aquaculture*, 259: 17-27.
- Thasleema, S.A. 2013. Green tea as an antioxidant-a short review. *Journal of Farmaceutical Sciences and Research*, 5(9): 171-173.
- Thawonsuwan, J., Kiron, V., Satoh, S., Panigrahi, A., Verlhac, V. 2010. Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) affects the antioxidant and immune defense of the rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 36: 687–697.
- Timur, M. 2006. Balık Fizyolojisi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi No: 34, Ankara, 192 s.

- Timur, G. 2013. Balık Histolojisi ve Embriyolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları No:15, İstanbul, 275 s.
- Tosun, İ., Karadeniz, B. 2005. Çay ve çay fenoliklerinin antioksidan aktivitesi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 1: 78-83.
- Tsai, C.H., Chiu, W.C., Yang, N.C., Ouyang, C.M., Yen, Y.H. 2009. A novel green tea meal replacement formula for weight loss among obese individuals: a randomized controlled clinical trial. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 60 (S6): 151-159.
- TS EN ISO 15598:2003. TSE, Ankara.
- Turkmen, N., Velioglu, Y.S. 2007. Determination of alkaloids and phenolic compounds in black tea processed by two different methods in different plucking seasons. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87:1408–1416.
- TÜİK, 2013. Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, XIV+61 s.
- TÜİK, 2015. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005) (Erişim tarihi: 22.02.2016)
- Uluköy, G., Mammadov, R., Diler, Ö., Kubilay, A., Altun, S., Afacan, A.M., Didinen B.I., Ekici, S., Akınlar S.Y., Özdemir Baba, E., Dulluç, A.K. 2010. Gökkuşığı alabalığı, çipura ve Avrupa deniz levreğinin spesifik olmayan immün sistemi üzerine geofit bitki ekstraktlarının etkilerinin araştırılması. Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu (TOVAG), Kariyer Proje No: 104V126. 81 s.
- Ural, M.Ş., Parlak, A.E., Alayunt, N.Ö. 2013. Farklı ortamlarda yetişen gökkuşığı alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) bazı kan parametrelerinin karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 25(1): 19–26.
- Ustaoğlu, S., Bircan, R. 1998. Karadeniz'deki (Sinop) Ağ kafeslerde yetiştirilen gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme ve yem değerlendirmesine farklı yemleme oranlarının etkileri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 22: 285–291.
- Uganbayar, D., Shin, S. I., Yang, J. C. 2006. Comparative performance of hens fed diets containing Korean, Japanese and Chinese green tea. Asian-Aust. Journal of Animal Science, 19 (8): 1190-1196.
- Vadstein, O. 1997. The use of immunostimulation in marine larvaculture: Possibilities and challenges. Aquaculture, 155: 401-417.

- Val A.L., De Menezes, G.C., Wood, C.M. 1998. Red blood cell adrenergic responses in amazonian teleost. *Journal Fish Biology*, 52:83-93.
- Vasudeva, R.Y., Chakrabarti, R. 2004. Enhanced anti-proteases in *Labeo rohita* fed with diet containing herbal ingredients. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 19: 132–134.
- Vasudeva, R.Y., Romesh M., Singh A., Chakrabarti R. 2004. Potentiation of antibody production in Indian major carp *Labeo rohita*, rohu, by *Achyranthes aspera* as a herbal feed ingredient. *Aquaculture* 238: 67–73.
- Vasudeva, R.Y., Chakrabarti, R. 2005a. Stimulation of immunity in Indian major carp *Catla catla* with herbal feed ingredients. *Fish and Shellfish Immunology*, 18: 327–334.
- Vasudeva, R.Y., Chakrabarti, R. 2005b. Dietary incorporation of *Achyranthes aspera* seed influences the immunity of common carp *Cyprinus carpio*. *Indian Journal Animal Sciences*, 75: 1097–1102.
- Vasudeva, R.Y., Das, B.K., Jyotirmayee, P., Chakrabarti, R. 2006. Effect of *Achyranthes aspera* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immunology*, 20: 263–273.
- Vasudeva, R.Y., Sunil, G.B. 2009. Enhancement of disease resistance by indigenous plants. *Assam University Journal of Sciences and Technology: Biological Sciences*, 4: 40–45.
- Verlhac, C., Gabaudan, J., Engstad, R., Raa, J. 1996. Influence of dietary glucan and vitamin C on non-specific and specific immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 143: 123-133.
- Wiczowski, W., Piskula, M.K. 2004. Food flavonoids. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 13(54): 101–114.
- Wu, C.C., Liu, C.H., Chang, Y.P., Hsieh, S.L. 2010. Effects of hot-water extract of *Toona sinensis* on immune response and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Oreochromis mossambicus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 29: 258–263.
- Xie, J., Liu, B., Zhou, Q., Su, Y., He, Y., Pan, L., Ge, X., Xu, P. 2008. Effects of anthraquinone extract from rhubarb *Rheum officinale* bail on the crowding stress response and growth of common carp *Cyprinus carpio* var. Jian. *Aquaculture*, 281: 5–11.
- Yılmaz, S. 2011. Yeme eklenen bazı tıbbi bitkilerin levrek balığında (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) büyüme performansı, yem kullanımı ve kan parametrelerine

- etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 197 s.
- Yılmaz, S. 2014, Sözlü görüşme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Çanakkale, [sevdanyilmaz@comu.edu.tr](mailto:sevdanyilmaz@comu.edu.tr)
- Yılmaz, E. 2015. Balık hematolojisi ve yeme eklene bazı tıbbi bitkilerin balıkların kan parametrelerine etkisi üzerine bir derleme. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 36 (2): 37 – 50.
- Yılmaz, E., Ergün, S., Yılmaz, S. 2015. Influence of carvacrol on the growth performance, hematological, non-specific immune and serum biochemistry parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food and Nutrition Sciences, 6: 523-531.
- Yin, G., Jeney, G., Racz, T., Xu, P., Jun, X., Jeney, Z. 2006. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on non-specific immune response of tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 253: 39–47.
- Yin, G., Ardò, L., Thompson, K.D., Adams, A., Jeney, Z., Jeney, G. 2009. Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Ganoderma lucidum*) enhance immune response of carp, *Cyprinus carpio*, and protection against *Aeromonas hydrophila*. Fish and Shellfish Immunology, 26: 140–145.
- Zhang, H., Shao, D., Wu, Y., Dai, B., Cai, C., Fang, W., Ye, B., Zhang, Y., Liu, J., Jia, X. 2013. Regulation of nodularin-induced apoptosis by epigallocatechin-3-gallate on fish lymphocytes in vitro. Fish and Shellfish Immunology, 34: 1085-1093.
- Zheng, Z.I., Tan, J.Y.W., Liu, H.Y., Zhou, X.H., Xiang, X., Wang, K.Y. 2009. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 292: 214–218.
- Zilberg, D., Tal, A., Froyman, N., Abutbul, S., Dudai, N., Golan-Goldhirsh, A. 2010. Dried leaves of *Rosmarinus officinalis* as a treatment for streptococcosis in tilapia. Journal of Fish Diseases, 33: 361–369.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Özlem BİLGİN 1979 yılında Samsun'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Samsun'da tamamladı. 1997 yılında girdiği Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi'nden 2001 yılında mezun oldu. 2002-2005 yılları arasında, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2015 yılında Sinop Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Mekezin'de (SÜBİTAM) uzman olarak göreve başladı ve halen devam etmektedir. 2011-2016 yılları arasında ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda Doktora öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir. Evli ve bir çocuk annesidir.