

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

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE ÜRETİMİ YAPILAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) POPULASYONLARININ GENETİK
KARAKTERİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜNEVVER ORAL

**EYLÜL 2011
MUĞLA**




T.C.
MUGLA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Yrd. Doç. Dr. Tülin ARSLAN danışmanlığında Münevver ORAL tarafından hazırlanan “Türkiye’de Üretimi Yapılan Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Populasyonlarının Genetik Karakterizasyonu” başlıklı tez, 30/06/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI

Üye : Yrd. Doç. Dr. Tülin ARSLAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökçen BİLGE

İmza : 
İmza : 
İmza : 

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı gerçekleştirmemde büyük emeği bulunan, tez konusunun seçimi, hazırlanması ve araştırmaların yürütülmesinde her türlü bilgi ve önerileriyle bana yön veren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Tülin ARSLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarında her konuda bana yardım eden, tücrübesi ile gerek laboratuvar gerekse analiz aşamasında yanımda olan Arş.Gör. Sevan AĞDAMAR'a yürekten teşekkür ederim. Çalışmamın istatistiki analizleri sırasında her türlü bilgi, önerileriyle bana yol göstererek destek olan ve tecrübelerini sakınmadan paylaştan Adnan Menderes Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof.Dr. Fevzi BARDAKÇI'ya ve öğrencisi Dr.Can YILMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Son olarak, hayatımın her anında benden desteklerini esirgemeyen, ilgi ve sevgilerini her zaman hissettiğim AİLEM'E ve manevi desteğinden dolayı Araş.Gör. Onur ÇETİNKAYA'ya hep yanımda oldukları ve bana güvendikleri için sonsuz teşekkürler.

MÜNEVVER ORAL
MUĞLA
EYLÜL 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
TABLolar DİZİNİ.....	VI
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	8
2.1. Gökkuşığı Alabalığının Biyolojik Özellikleri ve Dağılımı.....	8
2.2. Gökkuşığı Alabalığı Populasyonlarında Genetik Karakterizasyon Çalışmaları.....	10
3. MATERYAL ve METOT.....	14
3.1. Gökkuşığı Alabalığı Örneklerinin Toplanması.....	14
3.2. Genomik DNA İzolasyonu.....	14
3.3. Genomik DNA'nın Miktar ve Kalite Tayini.....	17
3.4. Mikrosatelit Analizi.....	18
3.5. Veri Analizi.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	25
5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	43
KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	52

TÜRKİYE’DE ÜRETİMİ YAPILAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) POPULASYONLARININ GENETİK
KARAKTERİZASYONU

(Yüksek Lisans Tezi)

MÜNEVVER ORAL

MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2011

ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde yüksek kapasite ile üretim yapan ve/veya uzun süredir kendi anaç stokuyla çalışan 20 farklı işletmeden örneklenen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) populasyonlarının genetik yapısı 7 mikrosatelit lokusunda incelendi. Çalışılan 7 lokusun 20 populasyonun tümünde polimorfik olduğu gözlemlendi. Ülkemiz gökkuşığı alabalığı kültür populasyonlarının 7 lokus bazında gözlenen ortalama allel sayısının 7.83 ± 3.20 , ortalama H_G oranının 0.6936 ± 0.071 , ortalama H_B oranının 0.7237 ± 0.04 ve populasyon içi çeşitliliği gösteren ortalama F_{IS} değerinin 0.052 ± 0.017 ($P < 0.001$) olduğu tespit edildi. Populasyonlar arası farklılaşmayı belirten ortalama F_{ST} değeri 0.061 ± 0.047 ($P < 0.001$) olarak belirlendi. F_{ST} değerleri kullanılarak çizilen dendograma ait bootstrap değerleri ve bu değerler baz alınarak yapılan AMOVA testleri Türkiye'nin değişik bölgelerinde üretilen gökkuşığı alabalığı populasyonların 3 gruba ayrılır şekilde farklılaşmaya başladığını, ama gözlemlenen genetik çeşitliliğin temel nedenin bireyler arası farklılıklar olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: *Oncorhynchus mykiss*, gökkuşığı alabalığı, mikrosatelit, genetik çeşitlilik.

Sayfa adedi : 51

Tez yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Tülin ARSLAN

**GENETIC CHARACTERIZATION OF CULTURED RAINBOW TROUT
(*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792) POPULATIONS IN TURKEY**

(MSc. Thesis)

MUNEVVER ORAL

**MUGLA UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

2011

ABSTRACT

In this study, genetic variation of 20 different rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) populations sampled from established farms of Turkey was investigated in 7 microsatellite loci. All 7 loci studied were polymorphic in all 20 populations. Over the 7 loci, a mean number of 7.83 ± 3.20 alleles was observed, mean H_o was 0.6936 ± 0.071 , mean H_e was 0.7237 ± 0.04 and mean F_{IS} value showing variation within populations was 0.052 ± 0.017 ($P < 0.001$) for the 20 rainbow trout populations cultured in our country. Mean F_{ST} value showing variation among populations was 0.061 ± 0.047 ($P < 0.001$). Bootstrap values of the dendrogram drawn by using F_{ST} values and AMOVA tests based on these values showed that rainbow trout populations cultured in different regions of Turkey are starting to differentiate into 3 groups, yet individual differences still constitute the major source of observed genetic variation.

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, rainbow trout, microsatellite, genetic variation.

Page numbers : 51

Adviser : Assist. Prof. Dr. Tulin ARSLAN

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Ülkemizde avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretim verileri	1
Şekil 1.2. İllere göre yetiştiricilik faaliyetlerinin dağılımı	2
Şekil 1.3. Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği üretim verileri	3
Şekil 2.1.1. Gökkuşuğu alabalığı dişisi (üstte) ve erkeği (altta)	9
Şekil 2.1.2. Gökkuşuğu alabalığının yayılım alanları	9
Şekil 3.3.1. İzole edilen DNA örneklerinin kalitesinin %1'lik agaroz jelde kontrolü	18
Şekil 3.4.1. Bir bireyin OMM1325, OMM1404 ve OMM5177 lokuslarındaki allelleri gösteren Peak Scanner grafiği	23
Şekil 3.4.2. Bir bireyin Omy77DU, Omy207UoG, OmyFGT5TUF ve OmyOGT4TUF lokuslarındaki allelleri gösteren Peak Scanner	23
Şekil 4.1. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının OMM1325, OMM1404, OMM5177, Omy77DU, Omy207UoG, OmyOGT4TUF ve OmyFGT5TUF mikrosatelit lokuslarındaki allel dağılımı	26
Şekil 4.2. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının OMM1325 mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları	28
Şekil 4.3. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının OMM1404 mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları	29
Şekil 4.4. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının OMM5177 mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları	30
Şekil 4.5. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının Omy77DU mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları	31
Şekil 4.6. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının Omy207UoG mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları	32
Şekil 4.7. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının OmyFGT5TUF mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları	33
Şekil 4.8. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının OmyOGT4TUF mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları	34
Şekil 4.9. Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının F_{ST} genetik uzaklıklarını gösteren dendogram	41

TABLULAR DİZİNİ

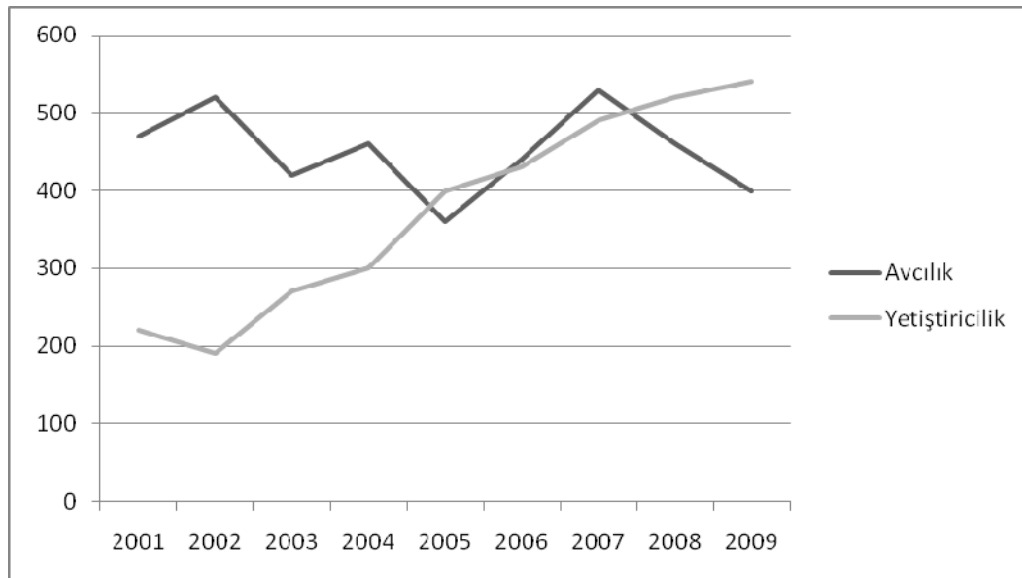
<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1.1. Örneklerin toplandığı gökkuşağı alabalığı işletmelerine ait bilgiler	15-16
Tablo 3.4.1. OMM1325 mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili	19
Tablo 3.4.2. OMM1404 mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili	20
Tablo 3.4.3. OMM5177 mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili	20
Tablo 3.4.4. Omy77DU mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili	21
Tablo 3.4.5. Omy207UoG mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili	21
Tablo 3.4.6. OmyFGT5TUF mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili	22
Tablo 3.4.7. OmyOGT4TUF mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili	22
Tablo 4.1. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda H_G (üst) ve H_B (alt) oranları	37
Tablo 4.2. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusundaki F_{IS} değerleri ...	38
Tablo 4.3. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyon çiftleri arasındaki genetik farklılaşmayı gösteren F_{ST} değerleri	39
Tablo 4.4. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonları arasındaki genetik mesafe değerleri	40
Tablo 4.5. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda gözlemlenen genetik çeşitliliğinin AMOVA testine göre dağılımı. (Grup sayısı=2; Grup 1:TAS ve TKR, Grup 2: Diğer populasyonlar)	42
Tablo 4.6. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda gözlemlenen genetik çeşitliliğinin AMOVA testine göre dağılımı (Grup sayısı=3; Grup 1: TAS, Grup 2:TKR, Grup 3: Diğer populasyonlar)	42
Tablo 4.7. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda gözlemlenen genetik çeşitliliğinin AMOVA testine göre dağılımı (Grup sayısı = 4; Grup 1:TAS; Grup 2:TKR; Grup 3:LMN; Grup 4: Diğer populasyonlar)	42

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A_n	Allel sayısı
bç	Baz çifti
dH₂O	Saf su
DNA	Deoksiribonükleik asit
dNTP	Deoksinükleotid trifosfat
EDTA	Etilen Diamin Tetraasetik Asit
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
F_{IS}	Populasyon içi fiksasyon indeksi
F_{ST}	Populasyonlar arası fiksasyon indeksi
g	Gram
H_B	Beklenen heterozigotluk oranı
H_G	Gözlenen heterozigotluk oranı
lt	Litre
M	Molar
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
nm	Nanometre
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RNA	Ribonükleik asit
rpm	Dakikada devir
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat
SSR	Basit Sekans Tekrarları
Taq	<i>Thermus aquaticus</i>
Tris-HCl	Trizma base - Hidroklorik asit
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole
v/v	Hacimce yüzde
µl	Mikrolitre

1.GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde hızla artan nüfus, gıda gereksinimleri açısından başlı başına sorun yaratan boyutlara ulaşmıştır. Karasal kökenli gıda kaynaklarının sınırlı olması ve farklı birçok sektörün kullanımına açık olması dikkatleri su kaynaklarına yöneltmiştir. Su kaynakları önemli gıda rezervleridir. Özellikle hayvansal protein açığının kapatılması açısından önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Büyük boyutlarda olumsuz müdahaleler olmadığı sürece devamlı olarak kendini yenileyebilen su kaynaklarından ürün 2 ana yöntemle elde edilmektedir. Bunlardan biri avcılık, bir diğeri de yetiştiricilik faaliyetleridir. Bununla birlikte son yıllarda avcılıktan elde edilen su ürünlerinde bir kriz yaşandığı da bilinmektedir. Dünya denizlerinde avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri miktarı yıllık 100 milyon ton civarında olup, bu değerlerde sabitlenmiştir (Anonim, 2009). Endüstriyel ve evsel atıklara bağlı kirlenme, üreme ve yaşam habitatlarının bozulması ve aşırı av baskısı sonucu oluşan bu durum, yetiştiricilik yoluyla üretimin önemini ortaya koymuş ve su ürünleri yetiştiriciliğine olan ilgiyi hızla artırmıştır (Şekil 1.1). Bugün dünyada kültür balıkçılığı yoluyla yaklaşık 11 milyon ton üretim yapılmaktadır ve bu miktarın 20-30 kat artırılma potansiyeli olduğu bildirilmektedir (Aras vd., 1997).



Şekil 1.1. Ülkemizde avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretim verileri (Anonim, 2009).

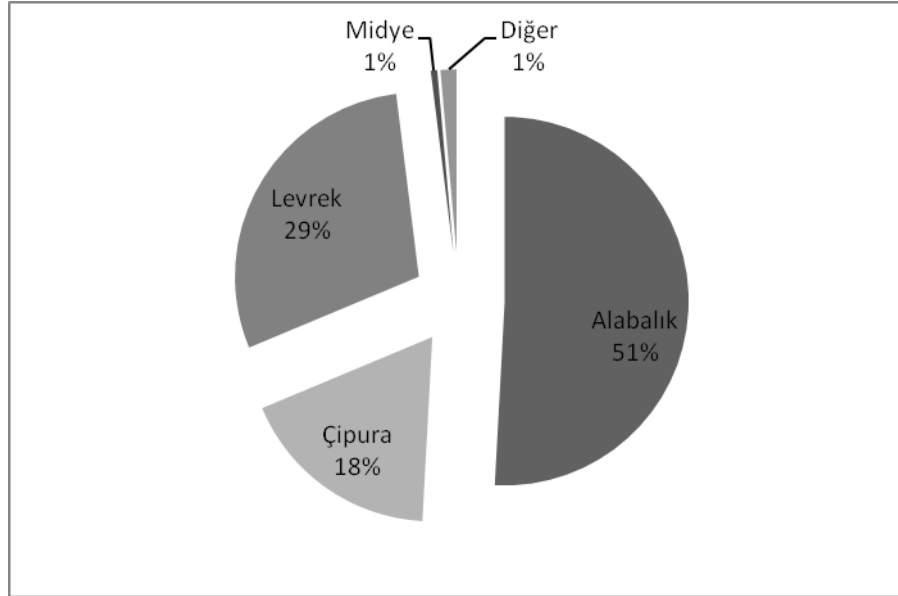
Türkiye, 8,333 km'lik kıyı şeridi, 178,000 km uzunluğunda 36 adet akarsuyu, yaklaşık 9,000 km² alanında 200'den fazla gölü, 15,500 hektar alanında 1,000 göleti ve 227,621 hektar alanında 142 baraj gölü ile su ürünleri üretim kaynakları açısından oldukça yüksek potansiyele sahiptir (Civaner, 2004). Ülkemizin hemen her bölgesinde yetiştiricilik faaliyetleri yürütülmektedir (Şekil 1.2). Gıda kaynakları içinde çok önemli bir yeri olan su ürünleri üretiminin artırılması, doğal kaynaklar için etkili koruma önlemleri ve uzun vadeli çalışmalarla gerçekleştirilebilir. Bunun yanında kısa vadeli üretim artışı için günümüzde gelişen teknolojiye paralel olarak yetiştiricilik yöntemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması en etkin çaredir.



Şekil 1.2. İllere göre yetiştiricilik faaliyetlerinin dağılımı (Anonim, 2009).

Su ürünleri yetiştiriciliği ülkemizde 70'li yılların başında sazan, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) ve gökkuşağı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), yetiştiriciliği ile başlamıştır (Çelikkale vd., 1999). Zaman içerisinde içerisinde, Avrupa deniz levreği, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), ve çipura, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), gibi denizel türlerinde entegre kültürü yapılar hale gelmiştir (Şekil 1.3)

Türkiye'de entegre yetiştiriciliği yapılan tek tatlı su balığı olan gökkuşağı alabalığı 75,657 ton yıllık üretim miktarı ile en fazla yetiştirilen türdür (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği üretim verileri (Anonim, 2009).

Gökkuşığı alabalığına ait ilk bireyler 1874 yılında Kuzey Kaliforniya'daki McCloud Nehri'nden Seith Green tarafından toplanarak Kaledonya'daki (NewYork) özel bir kuluçkaneye transfer edilmiştir (McCrimmon, 1972). Sonraki yıllarda, sırasıyla 1877'de Japonya'ya, 1885'te İngiltere'ye ve İskoçya'ya tanıtılarak özel kuluçkahanelerde yetiştiricilik çalışmalarına başlanılmıştır (McCrimmon, 1972). Tüm bu tanıtımlar ve kültür faaliyetleri sonucu Kuzey Amerika'daki doğal populasyonlardan ve birbirlerinden genetik olarak farklılıklar gösteren pek çok değişik hat gelişmiştir (Cross ve Challanain, 1991; Kincaid vd., 1997; Gajardo vd., 1998; Gregg vd., 2001). Ülkemize gökkuşığı alabalığı kültür çalışmaları için ilk yumurtalar Almanya'dan getirilmiştir (Okumuş, 2002). Daha sonraki yıllarda diğer Avrupa ülkelerinden, Avustralya ve Kuzey Amerika'dan da yumurta ithal edilmiştir (Okumuş, 2002). Günümüzde büyük üreticiler stoklarını yenilemek amacıyla ara sıra yurt dışından yumurta ithal etmeye devam etseler de, pek çok üretici kendi yumurta ve yavrusunu ülkemizde oluşan stoklardan üretmektedir. Bu durum ülkemize has gökkuşığı alabalığı hatlarının geliştiğini ifade etmektedir. Fakat hemen her yerde olduğu gibi, Türkiye'de de gelişen gökkuşığı alabalığı hatlarının kökeni ve başlangıç populasyonlarının büyüklüğü ile ilgili detaylı kayıtlar tutulmamıştır. Ayrıca Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşığı alabalığı populasyonlarının genetik yapısı üzerine şimdiye kadar birkaç lokal çalışma yapılmıştır. Ulupınar ve Okumuş (2002),

Doğu Karadeniz’de yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarının kromozomal farklılıklarını incelemiştir. Örs (2001), benzer bir çalışmayı Ege bölgesinde üretim yapan bir çiftlikte gerçekleştirmiştir. Moleküler düzeydeki dört çalışmalardan birinde, Berkman (2001) Batı Akdeniz ve İç Anadolu’daki 4 çiftlikten toplanan örneklerde RFLP belirteçleri yardımı ile 4 gen bölgesindeki farklılıkları araştırmıştır. Diğer bir çalışmada, Akhan ve Canyurt (2005) Ege Bölgesi’nde üretim yapan üç farklı kuluçkahanenin anaç stokları arasındaki genetik çeşitliliği RAPD belirteçler yardımı ile çalışmış ve beklenin aksine populasyon içi ve populasyonlar arası genetik çeşitlilik için benzer değerler bulmuştur. Aksakal (2009), aynı yetiştirme koşullarında bulunan 8 aylık gökkuşağı alabalığı gruplarında yüksek ve düşük canlı ağırlığa sahip bireyler arasındaki genetik varyasyon düzeyini on üç mikrosatelit lokusunda ortaya koymuşlardır. Moleküler düzeyde gerçekleştirilen son çalışmada, Ağdamar (2010) Türkiye’de üretilen gökkuşağı alabalığı populasyonlarının genetik çeşitliliğini sadece 3 mikrosatelit lokusu bazında çalışmış ve ortalama allel sayısını 8.90 ± 1.72 , ortalama H_G oranını 0.61 ± 0.20 , ortalama H_B oranını 0.78 ± 0.08 , populasyon içi çeşitliliği gösteren ortalama F_{IS} değerini 0.2203 ± 0.2331 ($P < 0.001$) ve populasyonlar arası farklılaşmayı gösteren ortalama F_{ST} değerini 0.0609 ± 0.1852 ($P < 0.001$) olarak hesaplamıştır. Tüm bu çalışmalarda, gerekli olan kapsamlı bilgilere ulaşamamış ve ülkemiz gökkuşağı alabalığı populasyonlarının genetik yapısı ile ilgili detaylı bilgiler sağlanamamıştır.

Tarımsal üretimin tüm dallarında olduğu üzere, su ürünleri yetiştiricilik sistemlerinde de üretimdeki başarı; birim zamanda birim alandan maksimum üretim sağlanmasına dayanır. Üretimin artırılabilmesi ve yaşam oranı yüksek yavrular elde edilebilmesi, bunların elde edileceği damızlık stokun özelliklerine, bakım-beslenmesine ve en önemlisi stoku oluşturan canlıların genetik yapısına bağlıdır. Balıklar fekonditesi (döl verimi) yüksek canlılar olduğundan, tek bir aileden bile damızlık stok oluşturmak mümkün olabilmektedir. Dolayısıyla balık yetiştiriciliğinde soy içi eşleşmenin olumsuz etkileri ve nadir rastlanan değerli alellerin kaybı yaygın olarak görülebilmektedir. Az sayıda anaçla üretim yapılmasının yanında, evcilleştirme ve kullanılan eşleştirme dizaynları da soy içi eşleşmeyi arttırmaktadır. Soy içi eşleşmenin arttığı populasyonlarda, bireyler arası genotipik çeşitliliğin azalmasının yanında, çevresel şartlara uyumda birtakım problemler ortaya

çıkabilmekte; aynı zamanda üretim verimliliğinde düşüşler, deformasyonlar ve hastalıklar gibi nedenlerden dolayı ekonomik kayıplar görülebilmektedir (Kincaid, 1976; Gjerde vd., 1983; Su vd., 1996). Yapılan çalışmalar soy içi eşleşmenin gökkuşağı alabalığında büyüme ve üreme ile ilgili ekonomik karakterler üzerinde orta ve yüksek derecelerde olumsuz etkileri olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Kincaid (1976) gökkuşağı alabalığında bir jenerasyon kardeş eşleşmesinin ($F=0.25$) deformasyonlu yavru oranını %37.6 artırdığını, yem dönüşüm oranını %5.6 azalttığını, yavruların yaşam oranını %19 oranında ve 147. ve 364. güne kadar olan büyüme oranını %11 ve %23.2 oranında azalttığını gözlemlemiştir. Su vd. (1996) soy içi eşleşmenin büyüme oranında yaşla artan azalmalara ve yumurta veriminde düşmelere sebep olduğunu rapor etmiştir. Gjerde vd. (1983) soy içi eşleşme oranında her %10'luk artışın gökkuşağı alabalığında büyüme hızını %4.5-6.1 oranında azalttığını tespit etmişlerdir. Pante vd. (2001), eğer bilinçli seleksiyon yapılmazsa, yaygın kuluçkahane uygulamalarında soy içi eşleşme oranındaki her %10'luk artışın büyüme oranında teorik olarak %0.8-3.3 oranında bir yavaşlamaya sebep olacağını hesaplamışlardır. Tüm bu bilgiler ışığında, ülkemiz koşullarına adapte olan gökkuşağı alabalığı popülasyonlarının genetik iyileştirilmesine yönelik ulusal bir ıslah çalışması yapabilmek için öncelikle ülkemiz popülasyonların genetik yapısının belirlenmesi ve elde edilen genetik veriler üzerinden bilinçli bir ıslah politikasının hayata geçirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Yavru üretiminde kullanılacak damızlık stokun genetik olarak iyileştirilmesi, yani ıslah, başlangıç popülasyonlarında (kurucu popülasyon) yeterli genetik çeşitliliğin varlığına bağlıdır. Bu sebeple, ıslah amaçlı bir seleksiyon çalışması yapılmadan önce, var olan genetik çeşitliliğin belirlenmesi ilk basamaktır. Gelişen teknolojiyle birlikte genetik çeşitliliğin belirlenmesinde en sık kullanılan araçlar, genetik belirteçler olmuştur (Estoup vd., 1998; Liu ve Cordes, 2004). Balıklarda genetik çeşitliliği saptamada ilk zamanlar biyokimyasal bir belirteç olan allozimler sıklıkla kullanılmıştır (Liu ve Cordes, 2004). DNA teknolojisinin gelişmesi ile yapılan yeni çalışmalar, DNA belirteçlerinin genetik çeşitliliği saptamakta biyokimyasal belirteçlerden daha etkili olduğunu göstermiştir (Estoup vd., 1998; Liu ve Cordes, 2004). Benzer şekilde, Togan vd. (2002)'da, Batı Akdeniz ve İç Anadolu'daki 4 çiftlikten örnekledikleri gökkuşağı alabalığı popülasyonlarını

karakterize etmede RFLP belirteçlerinin allozimlerden daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. RFLP belirteçleri genetik çeşitliliği saptamakta allozimlerden daha etkili olmakla birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar SSRs (Simple Sequence Repeats = Basit Dizilim Tekrarları) ya da mikrosatelit denilen çok yüksek varyasyona sahip yeni bir DNA belirtecinin, özellikle kültür populasyonları gibi doğal olmayan yollarla seleksiyon yapılmış canlılarda çok daha etkili bir ayırt edici olduğunu göstermektedir (O'Connell ve Wright, 1997; Liu ve Cordes, 2004). Bir türün populasyonları gibi yakın canlı gruplarının karşılaştırmalı olarak çalışılacağı ya da populasyonlarda yakın zamanda oluşmuş bir farklılaşmanın izlerinin aranacağı durumlarda en çok kullanılan genetik belirteçlerden biri mikrosatellitlerdir (Togan vd., 2002)

Mikrosatellitler genom içerisinde mono, di, tri ya da tetra nükleotid permutasyonların herhangi biri şeklinde rastgele olarak tekrarlanan kısa DNA sekanslarıdır (Tautz, 1989). Mikrosatellitlerin önemli bir özelliği polimorfik olmalarıdır. Mikrosatellitler temel olarak bir türün bireyleri arasında benzer özellikler göstermesine rağmen, bireyden bireye küçük farklılıklar gösterebilirler. Bu yüksek polimorfizm özellikleri ve kodominant kalıtım göstermeleri mikrosatellitleri populasyon genetiği çalışmalarında tercih edilen DNA belirteçleri konumuna getirmiştir (Oliviera vd., 2006).

Amacı, ileride başlatılacak ulusal ve/veya bölgesel ıslah çalışmaları için ülkemiz koşullarına adapte olmuş gökkuşağı alabalığı populasyonlarının mevcut genetik yapısını belirlemek olan bu çalışmada, ülkemizin değişik bölgelerinde üretilen gökkuşağı alabalığı populasyonları 7 mikrosatelit lokusu bazında taranmıştır. Bu lokuslardan Omy77DU (Morris vd., 1996) yüksek sıcaklık toleransı kantitatif karakter lokusu (Quantitative Trait Locus veya QTL) ile bağlantılı iken (Danzmann vd., 1999), OmyOGT4TUF lokusu alabalıklarda sıklıkla görülen bulaşıcı ve yüksek ölüm oranıyla seyreden sistemik IPNV hastalığı QTL'i ile bağlantılıdır (Ozaki, 2001). Populasyonların taranmasında kullanılan diğer lokuslardan Omy207UoG (McConnell vd., 1995) yumurtlama zamanı QTL'i ile bağlantılıyken (Sakamoto vd., 1999), OmyFGT5TUF (Sakamoto vd., 1994) büyüme hızı QTL'i ile bağlantılıdır (O'Malley vd. 2003). OMM1325 (Palti vd., 2002), OMM1404

(Rodriguez vd., 2003) ve OMM5177 (Coulibaly vd., 2005) lokusları ise yüksek polimorfizm göstermeleri sebebiyle populasyonların taranmasında kullanılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Gökkuşığı Alabalığının Biyolojik Özellikleri ve Dağılımı

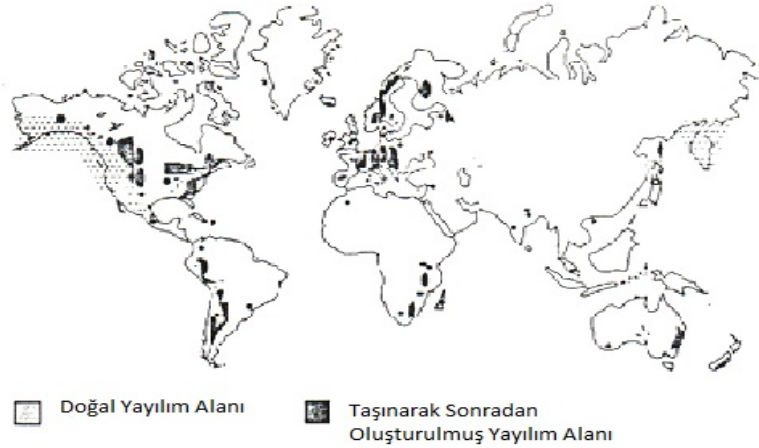
Kuzey Amerika ve Sibirya'nın Pasifik sahiline endemik bir tür olan gökkuşığı alabalığı (Anonim, 2011), Salmonidae familyasının bir üyesidir. Gökkuşığı alabalığının taksonomik sınıflandırılması ile ilgili olarak 30'un üzerinde tür ismi kullanılmış olup, uzun yıllar *Salmo gairdneri* ismiyle anılmıştır. Ancak 1988'de "Amerika Balıkçılık Derneği (American Fisheries Society), Balık İsimlendirme Komitesi", bütün Pasifik alabalık ve salmonları için *Oncorhynchus* cins ismi kullanılarak, Atlantik alabalık ve salmonlarından ayırt edilmelerini kararlaştırmıştır (Emre, 2004). Böylece gökkuşığı alabalığı için *Oncorhynchus mykiss* tür ismi uluslararası düzeyde kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde yoğun yetiştiriciliği yapılan diğer türler ile kıyaslandığında, gökkuşığı alabalığının en karakteristik özelliği, birçok farklı rengi bünyesinde barındıran derisidir ve bu sebeple gökkuşığı ismini almıştır (Şekil 2.1.1). Vücudun dorsal kısmında yer alan ve kuyruk yüzgecine kadar uzanan benekler ile diğer alabalık türleri arasından kolaylıkla ayırt edilebilir. Vücut, uzamış ve az basık olup, sırtta bir yağ yüzgeci mevcuttur. Sırt yüzgeci 10-12, anal yüzgeci ise 8-12 yumuşak ışına sahiptir. Pulları, sikloit yapıda ve küçüktür. Yanal çizgi tam, az öne doğru 100-150 pulla kaplanmıştır. Kafanın üst kısmı ile arkası çelik mavisi, mavi-yeşil, sarı-yeşil ve kahverengimsidir. Vücut kenarları gümüşü, beyaz veya soluk sarı-yeşilden griye eğilimli olan bir renktedir. Karın kısmı gümüşü beyaz ya da sarıdır. Yine vücut kenarlarında bulanık pembe renkte birçok küçük leke mevcuttur. Anaçlarda yumurtlama zamanı renk koyulaşırken, yanal çizgi üzerinde kırmızı bir bant oluşur (Emre, 2004).

Pasifik alabalığı türleri içerisinde tüm dünyada en yaygın olarak bulunan tür gökkuşığı alabalığıdır. Esasında bu türün doğal yayılım alanı Kuzey Amerika ve Sibirya'nın Pasifik sahilleri ile sınırlıyken, türün yetiştiricilik potansiyelinin keşfi ile dünyanın çeşitli yerlerine tanıtılması, doğal olmayan yayılım alanlarını ortaya çıkarmıştır. Günümüzde tür Şekil 2.1.2.'de gösterildiği gibi Antarktika dışında tüm kıtalarda gözlemlenebilmektedir.



Şekil 2.1.1. Gökkuşığı alabalığı dişisi (üstte) ve erkeği (altta).



Şekil 2.1.2. Gökkuşığı alabalığının yayılım alanları (McCrimmon, 1972).

Gökkuşığı alabalığının yetiştiricilik türü olarak tercih edilmesinin çok sayıda sebebi vardır. Gözlü yumurta naklinin kolaylığı sebebiyle dünyanın birçok bölgesine taşınabilmesi en önemli özelliklerindedir. Yüksek adaptasyon kabiliyetine ve yüksek yemden yararlanma kabiliyetine sahiptir. Formula yemleri aktif olarak ilk beslenmeden itibaren alması nedeniyle yemlenmesi kolaydır. Tüm bunların yanına,

yapay yöntemlerle yumurta alımının kolaylığı da eklenince gökkuşuğu alabalığının gerek ülkemizde gerekse dünyada yaygın olarak yoğun yetiştiriciliği yapılan bir tür olması şaşırtıcı değildir.

2.2. Gökkuşuğu Alabalığı Populasyonlarında Genetik Karakterizasyon Çalışmaları

Moleküler yöntemlerin su ürünleri yetiştiriciliğinde en sık kullanıldığı alanlardan bir tanesi de genetik iyileştirme ve belirtece dayalı seleksiyonun (Marker Assisted Selection veya MAS) temelini oluşturmaktadır. MAS yardımı ile populasyon içi ve populasyonlar arası yüksek genetik çeşitliliğe sahip bireyler belirlenebilir, birtakım biyoteknolojik metotlara (Örn. transgenik teknoloji) ihtiyaç duyulmadan gelecek nesillerin daha üstün özelliklere sahip bireylerden oluşturulması sağlanabilmektedir. Gerçekleştirilen birçok çalışmada, moleküler belirteçler yardımıyla seleksiyonun geleneksel yöntemlerden çok daha başarılı sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Moreau vd., 2003 ve oradaki çalışmalar).

Balık ıslah ve genetiğinde, populasyon içi ve populasyonlar arası genetik farklılıkların belirlenmesinde en yaygın kullanılan genetik belirteçler allozim ve mikrosatelitlerdir. Özellikle salmonlarda, genetik farklılıkların belirlenmesinde allozimler yaygın olarak kullanılmıştır (Utter vd., 1987). Çünkü, allozimler direkt gen ürünleri olduklarından, günümüzde sıklıkla kullanılan ve genetik çeşitliliği belirlemede etkin olan DNA belirteçlerine kıyasla genotip ve fenotip arasındaki bağlantıyı kurmakta daha avantajlı bulunmuşlardır (Danzmann vd., 1986; Danzmann ve Ferguson, 1988; Ferguson ve Draushchak, 1990; Ferguson, 1992; Thelen ve Allendorf, 2001). Fakat allozimlerin, spesifik dokularda ve belli gelişim evrelerinde gözlenmeleri, sayılarının az olması ve tüm genomu tarama özelliklerinin bulunmaması, populasyonların genetik çeşitliliğini belirlemede DNA belirteçlerinin tercih edilmesine sebep olmuştur (Tautz, 1989). DNA belirteçlerinden mikrosatelitler, kodominant kalıtım göstermeleri, lokusa özgü olmaları, heterozigotluk oranlarının ve polimorfizm düzeylerinin yüksek olması nedeniyle populasyonların genetik çeşitliliği hakkında daha detaylı bilgiler sağlayabilmektedirler (Wolfus vd., 1997, Liu ve Cordes, 2004). Mikrosatelitler,

ökaryotik genom içerisinde mono, di, tri veya tetra nükleotid permutasyonlarının herhangi bir formu şeklinde birbiri ardına tekrarlanan ve polimorfik özellik gösteren kısa (2-6 bazlık) DNA dizileridir (Ellegren, 1993). SSR (Simple Sequence Repeats = Basit Tekrar Dizileri) şeklinde de ifade edilen mikrosatelitler, tekrar sayısındaki varyasyonların bireyden bireye hayli değişken olması nedeniyle yüksek derecede polimorfizm gösterirler. Ayrıca nesiller boyunca devamlılıklarını korumaları, bu yapıların yoğun bir şekilde araştırılmasına neden olmuş ve özellikle genetik haritalamada, ırkların tespitinde, genetik çeşitliliğin belirlenmesinde, akrabalık derecesinin belirlenmesinde, ebeveynlerin tayininde en uygun ve en çok kullanılan DNA belirteçleri haline gelmelerine yol açmıştır (O'Connell ve Wright, 1997; Liu ve Cordes, 2004).

Biyoteknolojide yaşanan gelişmeleri modern sistemler ile birleştirip yetiştiricilik tesislerine entegre eden ülkelerde, kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyonlarının genetik yapısı üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Örneğin allosim belirteçleri kullanılarak yapılan çalışmaların birinde (Thompson, 1985), Danimarka, Yeni Zelanda, ABD ve İngiltere'den toplanan 10 değişik çiftlik populasyonu 37 lokusta değerlendirilmiş ve bu lokuslardan 11'inin polimorfik olduğunu, populasyonlarda gözlenen ortalama allel sayısının (A_n) 1.68 ± 0.08 , gözlenen ortalama heterozigotluk oranının (H_G) 0.12 ± 0.03 ve populasyon içi çeşitliliği gösteren ortalama F_{IS} değerinin -0.26 ± 0.13 olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca, incelenen populasyonların 3 gruba ayrıldığı görülmüş, fakat gruplar arasındaki genetik farklılaşmanın düşük olduğu ($F_{ST} = 0.04 \pm 0.12$) rapor edilmiştir (Thompson, 1985). Ferguson vd. (1993), Kanada'nın Ontario eyaletinde faaliyet gösteren 7 farklı çiftlikten örnekledikleri 17 populasyonu 37 allosim lokusunda değerlendirdikleri çalışmada, 37 lokustan 15'inin polimorfik olduğunu, ortalama A_n değerinin 1.34 ± 0.07 ve ortalama H_G oranının 0.08 ± 0.04 olduğunu tespit etmiş ve 3 gruba ayrılan populasyonlar arasındaki genetik farklılaşmanın düşük olduğunu ($F_{ST} = 0.06 \pm 0.03$) bildirmiştir. Gajardo vd. (1998)'nin 32 allosim lokusunu inceledikleri çalışmada, Şili'deki 3 farklı çiftlik populasyonunda ortalama A_n değeri 1.27 ± 0.06 , ortalama H_G oranı 0.07 ± 0.01 , ortalama F_{IS} değeri -0.32 ± 0.11 olarak bulunmuştur. İncelenen populasyonların 2 gruba ayrıldığı, fakat gruplar arasındaki genetik farklılaşmanın düşük olduğu ($F_{ST} = 0.05 \pm 0.04$) bildirilmiştir. Gregg vd.

(2001), Londra yapay popülasyonu ile ABD’de daha önce çalışılan 11 kültür popülasyonunu 10 farklı allosim lokusunda karşılaştırdıklarında, ortalama A_n değerinin 1.27 ± 0.41 , ortalama H_G değerinin 0.05 ± 0.02 olduğunu ve popülasyonlar arasındaki genetik farklılaşmanın ($F_{ST}=0.23 \pm 0.08$) önemli düzeyde olduğunu bildirmiştir. Silverstein vd. (2003), ABD’nin 3 farklı eyaletinde faaliyet gösteren 3 büyük işletmede yetiştirilen 21 gökkuşuğu alabalığı popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmada, 9 mikrosatellit lokusunu incelemişler ve ortalama A_n değerinin 8.77 ± 0.76 , ortalama H_G oranının 0.73 ± 0.14 , ortalama F_{IS} değerinin 0.07 ± 0.03 olduğunu ve popülasyonlar arasında genetik farklılaşmanın başladığını ($F_{ST}=0.09 \pm 0.05$) bildirmişlerdir. Ward vd. (2003)’nin Batı Avustralya’daki 4 farklı çiftlik popülasyonunu 10 mikrosatellit lokusu bazında değerlendirdikleri çalışmada, ortalama A_n değerinin 3.95 ± 0.38 , ortalama H_G oranının 0.63 ± 0.11 , ortalama H_B oranının 0.63 ± 0.04 , ortalama F_{IS} değerinin -0.12 ± 0.22 ve popülasyonlar arasında genetik farklılaşmanın ihmal edilemeyecek düzeyde ($F_{ST}=0.19 \pm 0.26$) olduğu bildirilmiştir. Spies vd. (2005) ABD’deki 25 farklı gökkuşuğu alabalığı çiftlik popülasyonunu 40 mikrosatellit lokusunda değerlendirdikleri çalışmada, incelenen 40 lokustan sadece 5 tanesinin polimorfik olduğu görülürken, ortalama A_n değerinin 16.40 ± 4.39 , ortalama H_B oranının 0.87 ± 0.06 ve ortalama H_G oranının 0.88 ± 0.07 olduğu bildirilmiştir. Lulla vd. (2006)’nin Danimarka, Finlandiya ve Norveç’teki 8 farklı gökkuşuğu alabalığı kültür popülasyonu 10 mikrosatellit lokusu bazında değerlendirdikleri çalışmada, ortalama A_n değerinin 6.6 ± 0.87 , ortalama H_B oranının 0.69 ± 0.18 , ortalama H_G oranının 0.71 ± 0.23 olduğunu saptanmış ve popülasyon arasındaki genetik farklılaşmanın ihmal edilemeyecek düzeyde ($F_{ST}=0.10 \pm 0.02$) olduğu bildirilmiştir.

Doğal popülasyonlarda yürütülen çalışmalara bakıldığında, Beacham vd. (2004) Kanada’nın British Columbia eyaleti ile ABD’nin Washington eyaletindeki 47 doğal popülasyonu 13 mikrosatellit lokusu bazında inceledikleri çalışmada, ortalama A_n değerinin 16.60 ± 3.46 , ortalama H_B değerinin 0.72 ± 0.15 , ortalama H_G değerinin 0.71 ± 0.14 olduğunu ve popülasyonlar arasında genetik farklılaşmanın başladığını ($F_{ST}=0.07 \pm 0.01$) bildirmişlerdir. Benzer şekilde Narum vd. (2004), ABD’nin Columbia Nehri’ndeki 14 farklı bölgeden örneklenen gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarında 6 mikrosatellit lokusunu incelemiş ve ortalama A_n değerinin

13.30±2.83, ortalama H_B değerinin 0.79±0.22, ortalama H_G değerinin 0.72±0.18 ve populasyonlar arasındaki genetik farklılaşmanın düşük olduğunu ($F_{ST}=0.02±0.03$) bildirilmiştir. Hauser vd. (2006) Amerika'daki derelerde yaşayan gökkuşuğı alabalığı populasyonlarının genetik karakterizasyonunu ortaya koymak amacıyla mikrosatellit belirteç kullanarak gerçekleştirdiği çalışmada, H_B oranlarını 0.88-0.90, F_{IS} değerlerini -0,003-0,045 arasında bulmuştur. Aguilar ve Garza (2006) ABD'nin Kaliforniya eyaletindeki 24 farklı nehirden örneklenen gökkuşuğı alabalığı populasyonlarını 16 mikrosatellit lokusu bazında incelemişt, ortalama A_n değerinin 5.46±1.57, ortalama H_B oranının 0.72±0.25, ortalama H_G oranının 0.74±0.20 ve populasyonlar arasında genetik farklılaşmanın başladığını ($F_{ST}=0.08±0.04$) bildirmiştir.

Sonuç olarak, doğal ve kültür populasyonlarında yapılan allozim ve mikrosatellit çalışmaları beklenen şekilde, doğal populasyonlarda genetik çeşitliliğin kültür populasyonlarından daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Kültür populasyonlarında allel çeşitliliği azalırken, homozigotluk oranının arttığı rapor edilmiştir. Diğer yandan yapılan çalışmalar ABD ve Kanada gibi gökkuşuğı alabalığının doğal olarak bulunduğu ülkelerdeki kültür populasyonlarında genetik çeşitliliğin azalmakla birlikte, gökkuşuğı alabalığının kültür faaliyetleriyle taşındığı Avustralya, Romanya, Japonya, Danimarka, Finlandiya, İngiltere, İskoçya, Norveç ve Şili gibi ülkelerdeki kültür populasyonlarına oranla daha yüksek kaldığını göstermektedir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Gökkuşığı Alabalığı Örneklerinin Toplanması

Çalışmada kullanılan gökkuşığı alabalıkları, 2006 yılı Temmuz-Ağustos aylarında Türkiye'nin çeşitli illerinde uzun zamandır (en az 10 yıl) kendi anaç stoku ile üretim yapan ve/veya çevre işletmelere yavru satan 19 farklı işletmeden ve yurt dışındaki ticari bir firmadan aldığı gözlü yumurtalarla üretim yapan 1 işletmeden olmak üzere, toplam 20 işletmeden toplandı (Tablo 3.1.1). Örneklenen balıkların aynı dönem (2005-2006 sonbahar-kış dönemi) üretilen balıklar olmasına özen gösterildi. Her işletmeden ağırlıkları 150-300 g arasında değişim gösteren toplam 24 balık örneklendi.

Üretim havuzlardan örneklenen balıklar fazla strese maruz kalmalarına müsaade edilmeden önce yüksek dozda anestetik (2-fenoksi etanol) maddeye maruz bırakılarak öldürüldü. Buzlu suda şoklandıktan sonra, yine buz üzerinde kas, karaciğer ve kalp örnekleri toplandı. Toplanan örnekler ya kısa süre buz içerisinde muhafaza edilerek ya da örneklemeden hemen sonra sıvı azot (-196°C) içerisinde dondurularak laboratuara getirildi ve DNA izolasyonuna kadar -80°C'de derin dondurucuda saklandı.

3.2. Genomik DNA İzolasyonu

Farklı populasyonlarda yer alan her bir bireye ait genomik DNA, derin dondurucuda saklanan kas veya karaciğer dokularından Bender vd. (1983)'nin standart DNA izolasyon protokolünde bazı değişiklikler yapılarak elde edildi. Kısaca, izole edilecek doku örnekleri tartılarak (50-100 mg), mikrosantrifüj tüpleri içerisine konuldu, üzerlerine 500-700 µl tampon çözelti (0.3 M Tris-HCl, 0.1 M EDTA, pH=9.1) ilave edildi ve steril bir makas yardımıyla dokular iyice parçalandı. Parçalanmış doku örneklerinin üzerine 100 µl SDS (%0.5) ilave edildikten sonra, örnekler 65°C su banyosunda 30 dk. inkübe edildi. Su banyosundan alınan örneklerin üzerine 2 µl proteinaz K (20 mg/ml) ilave edilerek, 37°C su banyosunda ya da etüvde 60 dk. inkübe edildiler. İnkübasyon sonrası üzerlerine 250 µl potasyum asetat (0.6 M) ilave edilip, buz içerisinde 60 dk. inkübasyona tabii tutuldular. Sonrasında,

Tablo 3.1.1. Örneklerin toplandığı gökkuşuğu alabalığı işletmelerine ait bilgiler.

İşletme (Populasyon) adı	Populasyon kodu	İşletmenin lokasyonu	Anaçların kökeni
Baldıran	BAL	Ilgaz Dağı, Kastamonu	Gürsu (Çameli-Denizli)
Kirazlı	KRZ	Ağlasun, Burdur	-
Baysallar	BAY	Çandır Köyü-Sütçüler, Isparta	Güney Afrika, Milas (Merkez-Isparta)
Baturlar	BAT	Taşçılar Köyü, Çameli-Denizli	Önder (Fethiye-Muğla)
Keskin	KES	Ayazma Mevkii, Evciler Köyü- Bayramiç, Çanakkale	Nif Dağı (İzmir), Yedigöller (Bolu)
Biberoğlu	BİB	Pazar-Akmescit Köyü, Rize	Gürhan (Fındıklı-Rize)
Papilla	PAP	Arhavi, Artvin	ABD
Şimşek	SMS	Kayseri	ABD, Avustralya, Güney Afrika, Gürün (Sivas), Elbistan (K.Maraş), Akar (Fethiye-Muğla)
Liman	LMN	Bozüyük, Bilecik	-
Çağlayan	CAG	Çağlayan Köyü-Fındıklı, Rize	ABD, Almanya, Danimarka, İtalya Papilla (Arhavi-Artvin)
Nur	NUR	Başpınar Köyü-Korkuteli, Antalya	Fethiye (Muğla), Çameli (Denizli)
Dişçioğlu	DIS	Yılanlıdağ mevkii, Merkez-Muğla	Milas (Merkez-Isparta)

Tablo 3.1.1. (Devam) Örneklerin toplandığı gökkuşuğu alabalığı işletmelerine ait bilgiler.

İşletme (Populasyon) adı	Populasyon kodu	İşletmenin lokasyonu	Anaçların kökeni
Dont	DNT	Esenköy, Fethiye-Muğla	Abant-Bolabant (Bolu)
Gülaçar	GUL	Gülaçar Köyü-Torul, Gümüşhane	-
Şeremed	SER	Sümela Yolu-Maçka, Trabzon	Güney Afrika, Musalla Deresi-İkizsu (Gümüşhane)
Gürün	GUR	Gürün, Sivas	ABD, Gülpınar (Sivas)
Taşatan	TAS	Alanya, Antalya	Almanya, Hollanda, Gündoğmuş (Antalya)
Önder	OND	Söğütlüdere Köyü, Fethiye-Muğla	Dişçioğlu (Merkez-Muğla), ABD, Kanada, Milas (Merkez-Isparta), Danimarka, İngiltere, Avustralya
Tekir	TKR	Değirmenönü Mevkii-Tekir, K.Maraş	Avustralya, Güney Afrika, Fırat (Elazığ), Andırın (K.Maraş)
Yavuzlar	YVZ	Sakızcılar Köyü, Çal-Denizli	-

+4°C’de, 14.000, rpm’de 10 dk. santrifüj edilen örnekler 2 faza ayrıldı. Santrifüj sonucunda oluşan bu iki fazdan üstteki supernatant denen faz yeni tüpe aktarılırken, alt faz (pelet) atıldı. Supernatantların üzerine 500 µl fenol ile 10 µl izoamilalkol eklendi ve tüpler 15-20 defa ters-düz edildi. Ardından, +4°C’de, 14.000, rpm’de 10 dk. santrifüj edildiler ve ayrışan supernatant kısmı tekrar yeni tüplere aktarıldı. Supernatantların üzerine 250 µl fenol ile 250 µl kloroform-izoamilalkol karışımı (24:1, v/v) eklenerek, tüpler 15-20 defa ters düz edildi. Bir kez daha +4°C’de, 14.000, rpm’de 10 dk. santrifüj edildikten sonra, supernatant kısmı tekrar yeni tüplere aktarıldı. Supernatantların üzerine 2 µl RNAz (10 mg/ml) ilave edilerek, örnekler 37°C su banyosunda 60 dk. inkübe edildiler. İnkübasyonun ardından üzerlerine 750 µl soğuk etanol (%100) ilave edildi ve 1 dakika oda sıcaklığında bekletilerek DNA yumaklarının oluşumu gözlemlendi. Son olarak, +4°C’de, 14.000, rpm’de 15 dk. santrifüj edilen örneklerin bu sefer supernatant fazı atılarak, dipte kalan peletlerin üzerlerine 750 µl soğuk etanol (%70) ilave edildi ve tüpler +4°C’de, 14.000, rpm’de 15 dk. santrifüj edilerek, DNA peletlerinin yıkanması sağlandı. Santrifüj sonrası oluşan supernatant faz tekrar atılırken, DNA peletlerinin bulunduğu tüpler ağızları açık bir şekilde oda sıcaklığında bekletilerek içerlerindeki alkolden arındırıldı. Daha sonra, DNA peletlerinin üzerine 75 µl dH₂O eklendi ve birkaç parmak hareketiyle dH₂O içerisinde çözünmeleri sağlandı. Son basamakta +4°C’de 12 saat inkübe edilen DNA örnekleri analizlere kadar derin dondurucuda (-80°C) saklandı.

3.3. Genomik DNA’nın Miktar ve Kalite Tayini

Doku izolatlarındaki DNA miktarı ve kalitesi spektrofotometrik yöntemle belirlendi. Bunun için bir UV/VIS spektrofotometre kullanılarak, dH₂O içersinde çözdürülen DNA örneklerinin 260 ve 280 nm dalga boylarındaki absorpsiyonları ölçüldü. Örneklerdeki çift zincirli DNA miktarı 260 nm dalga boyundaki absorpsiyon değerleri ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı.

$$C_{DNA} = OD_{260} \times SK \times 50$$

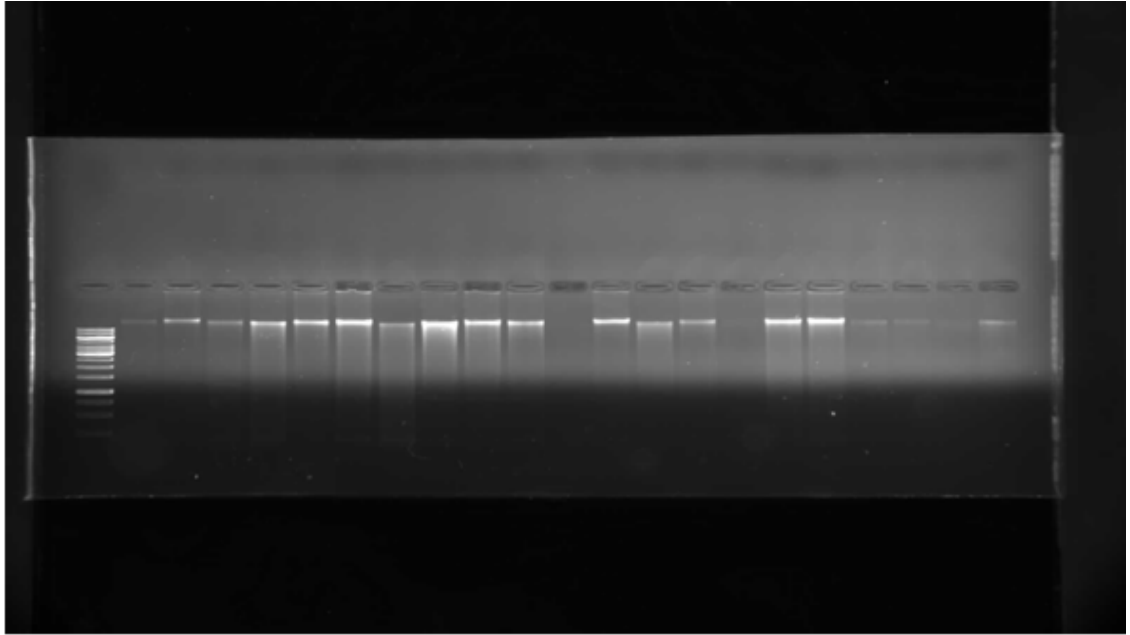
OD₂₆₀ - Optik Dansite (260 nm'de okunan absorbans değeri).

SK - Sulandırma Katsayısı.

50 - 260 nm'de 1 OD, çift iplikli DNA'nın 50 mg/ml'sine denk gelir.

Ölçüm yapılan iki dalga boyundaki OD oranı (OD_{260}/OD_{280}) kullanılarak, örneklerdeki DNA kalitesi tespit edildi. İki dalga boyundaki OD oranı 1.5 ile 1.8 arasında olan örneklerin izolasyonu başarılı kabul edildi.

İzole edilen DNA örneklerinin kalitesi ayrıca elektroforez yöntemiyle de kontrol edildi. DNA örneklerinden 5 µl alındı, 2 µl bromfenol mavisi ile karıştırıldı ve 1 kilobaz DNA belirteciyle birlikte % 1'lik agaroz jelde yürütüldü. Elektroforez sonrası DNA jelleri bir UV görüntüleme sistemi yardımıyla görüntülendi (Şekil 3.3.1).



Şekil 3.3.1. İzole edilen DNA örneklerinin kalitesinin %1'lik agaroz jelde kontrolü.

3.4. Mikrosatelit Analizi

İzole edilen DNA örnekleri 7 mikrosatelit lokusuna ait 5' ucu floresans işaretli forward ve işaretsiz reverse primerler kullanılarak, PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yöntemiyle çoğaltıldı. Çalışılan mikrosatelit lokuslarına ait tekrar

bölgeleri, literatürde verilen ürün uzunlukları, primer dizileri ve primerlerin işaretlendiği floresans boyalar ve PZR döngü profilleri ile ilgili bilgiler Tablo 3.4.1-3.4.7’de verilmiştir.

DNA örneklerinin PZR yöntemiyle çoğaltılmasında 25 µl’lik toplam reaksiyon hacmi kullanıldı. Bu hacim içerisinde her bir reaksiyon 50-100 ng kalıp DNA, 1x *Taq* tamponu [10x *Taq* Buffer; 750 mM Tris-HCl (pH 8.8), 200 mM (NH₄)₂SO₄, %0.1 (v/v) Tween 20], 2 mM MgCl₂, 0.4 mM dNTP karışımı, 2.5 U *Taq* polimeraz, primer çiftinin her birinden 5 pmol olacak şekilde karışım yapıldı (Palti vd., 2002). Her bir mikrosatelit primerine ait verilen PZR döngü profili kullanılarak çoğaltılan mikrosatelit allelleri agaroz jelde (%1.5) yürütülerek kontrol edildi.

PZR yöntemiyle çoğaltılan mikrosatelit allelleri ticari bir firma tarafından (Macrogen Inc., Güney Kore) ABI3730 otomatik DNA sekans cihazı kullanılarak ayrıştırıldı. Ayrıştırılan mikrosatelit allellerinin büyüklükleri Peak Scanner programının (Applied Biosystems) 1.0 versiyonu yardımıyla tespit edildi (Şekil 3.4.1 ve Şekil 3.4.2). OmyOGT4TUF lokusunda birkaç örnekte tetrasomi’ye rastlandı. Bu bireylerde tespit edilen 3 veya 4 allelden sadece en yüksek pik veren 2 allel değerlendirmeye alındı.

Tablo 3.4.1. OMM1325 mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili.

GenBank Erişim Numarası	G73562				
Kaynak	Palti vd., 2002				
Tekrar dizilimi	(GATG)				
Ürün uzunluğu (bp)	253-297				
Primer dizilimi	F: 5'FAM-TCTCTGCCAATGTGACATGCCT-3' R: 5'-TAACTATCACTGCCACTCCTCGTG-3'				
PZR Profili	Ön Denaturasyon	Denaturasyon	Bağlanma	Uzama	Son Uzama
	95°C	95°C	54°C	72°C	72°C
	5 dk.	1 dk.	1 dk.	1 dk.	10 dk.
Döngü Sayısı	1				

Tablo 3.4.2. OMM1404 mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili.

GenBank Erişim Numarası	BV078089				
Kaynak	Rodriguez vd., 2003				
Tekrar dizilimi	(CT) ₂₁				
Ürün uzunluğu (bç)	300-326				
Primer dizilimi	F: 5'HEX-TAACTATCACTGCCACTCCTCGTG-3' R: 5'-ACGGGTAGCCTACTCTCATCA-3'				
PZR Profili	Ön Denaturasyon	Denaturasyon	Bağlanma	Uzama	Son Uzama
	95°C	95°C	54°C	72°C	72°C
	5 dk.	1 dk.	1 dk.	1 dk.	10 dk.
Döngü Sayısı	1			35	

Tablo 3.4.3. OMM5177 mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili.

GenBank Erişim Numarası	BV211903				
Kaynak	Coulibaly vd., 2005				
Tekrar dizilimi	(TGA) ₉				
Ürün uzunluğu (bç)	112-151				
Primer dizilimi	F: 5'NED-GCTGTCTGCGCTAGAATC-3' R: 5'-CAGAGCCCTATGCCAAAC-3'				
PZR Profili	Ön Denaturasyon	Denaturasyon	Bağlanma	Uzama	Son Uzama
	95°C	95°C	54°C	72°C	72°C
	5 dk.	1 dk.	1 dk.	1 dk.	10 dk.
Döngü Sayısı	1			35	

Tablo 3.4.4. Omy77DU mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili.

GenBank Erişim Numarası	-				
Kaynak	Morris vd., 1996				
Tekrar dizilimi	(GA) _n				
Ürün uzunluğu (bp)	98-142				
Primer dizilimi	F: 5'FAM-CGTTCTCTACTGAGTCAT-3' R: 5'-GTCTTTAAGGCTTCACTGCA-3'				
PZR Profili	Ön Denaturasyon	Denaturasyon	Bağlanma	Uzama	Son Uzama
	95°C	95°C	54°C	72°C	72°C
	5 dk.	1 dk.	1 dk.	1 dk.	10 dk.
Döngü Sayısı	1			35	

Tablo 3.4.5. Omy207UoG mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili.

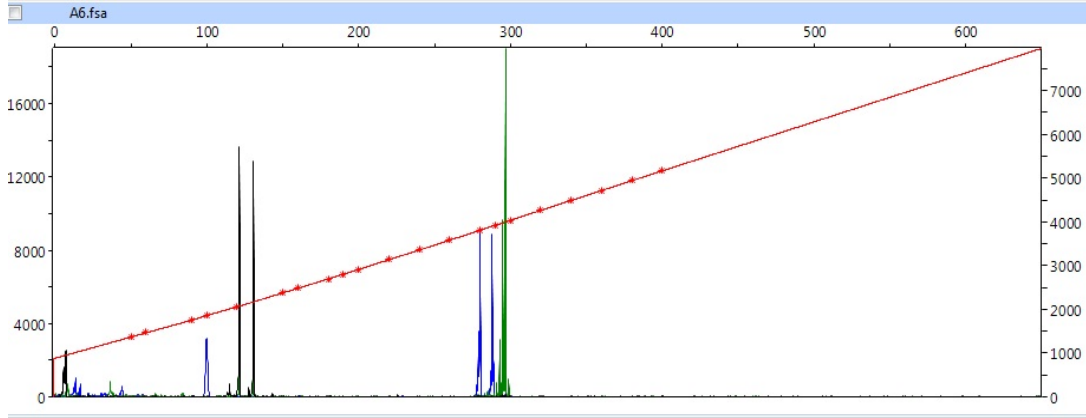
GenBank Erişim Numarası	-				
Kaynak	McConnell vd., 1995				
Tekrar dizilimi	(GT) ₃₁				
Ürün uzunluğu (bp)	105-178				
Primer dizilimi	F: 5'NED-ACCCTAGTCATTCAGTCAGG-3' R: 5'-GATCACTGTGATAGACATCG-3'				
PZR Profili	Ön Denaturasyon	Denaturasyon	Bağlanma	Uzama	Son Uzama
	95°C	95°C	54°C	72°C	72°C
	5 dk.	1 dk.	1 dk.	1 dk.	10 dk.
Döngü Sayısı	1			35	

Tablo 3.4.6. OmyFGT5TUF mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili.

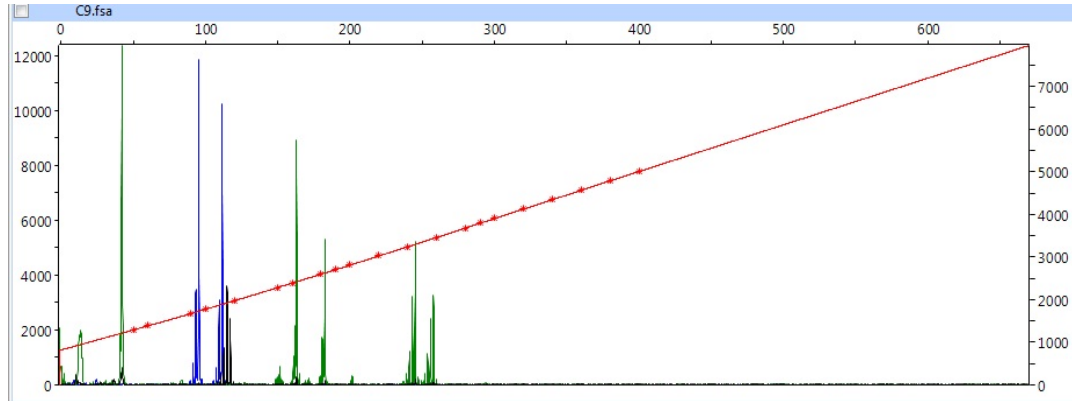
GenBank Erişim Numarası	-				
Kaynak	Sakamoto vd., 1994				
Tekrar dizilimi	(GT)				
Ürün uzunluğu (bç)	164-184				
Primer dizilimi	F: 5'HEX- TCCTTTTCTTCCCTTTCTTTCC-3' R: 5'- TCCAGCCAGACACACACG-3'				
PZR Profili	Ön Denaturasyon	Denaturasyon	Bağlanma	Uzama	Son Uzama
	95°C	95°C	54°C	72°C	72°C
	5 dk.	1 dk.	1 dk.	1 dk.	10 dk.
Döngü Sayısı	1			35	

Tablo 3.4.7. OmyOGT4TUF mikrosatelit lokusuna ait bilgiler ve PZR döngü profili.

GenBank Erişim Numarası	-				
Kaynak	Ozaki, 2001				
Tekrar dizilimi	-				
Ürün uzunluğu (bç)	222-228				
Primer dizilimi	F: 5'HEX- TAAATGCATCGTTGGTAAGGG-3' R: 5'- ACTCACCCCTCACCCAAACTG-3'				
PZR Profili	Ön Denaturasyon	Denaturasyon	Bağlanma	Uzama	Son Uzama
	95°C	95°C	54°C	72°C	72°C
	5 dk.	1 dk.	1 dk.	1 dk.	10 dk.
Döngü Sayısı	1			35	



Şekil 3.4.1. Bir bireyin OMM1325, OMM1404 ve OMM5177 lokuslarındaki allellerini gösteren Peak Scanner grafiği.



Şekil 3.4.2. Bir bireyin Omy77DU, Omy207UoG, OmyFGT5TUF ve OmyOGT4TUF lokuslarındaki allellerini gösteren Peak Scanner grafiği.

3.5. Veri Analizi

Mikrosatelit verilerinin analizinde FSTAT v 2.9.3.2 (Goudet, 2002), GenePop v 4.0 (Rousset, 2008), Arlequin v 3.1 (Excoffier vd., 2006) ve TFPGA (Miller, 1997) programları kullanıldı. GenePop programı kullanılarak populasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olup olmadığı test edildi, F_{IS} ve F_{ST} (Weir and Cockerham, 1984) değerleri ve Markov chain randomization (Guo ve Thompson, 1992) yoluyla F_{ST} 'lere ait P değerleri hesaplandı. FSTAT programı kullanılarak populasyon ve lokuslara ait A_n değerleri, H_B ve H_G oranları hesaplandı. F_{ST} değerleri kullanılarak UPGMA yöntemiyle dendrogram çiziminde TFPGA (Miller, 1997) programı

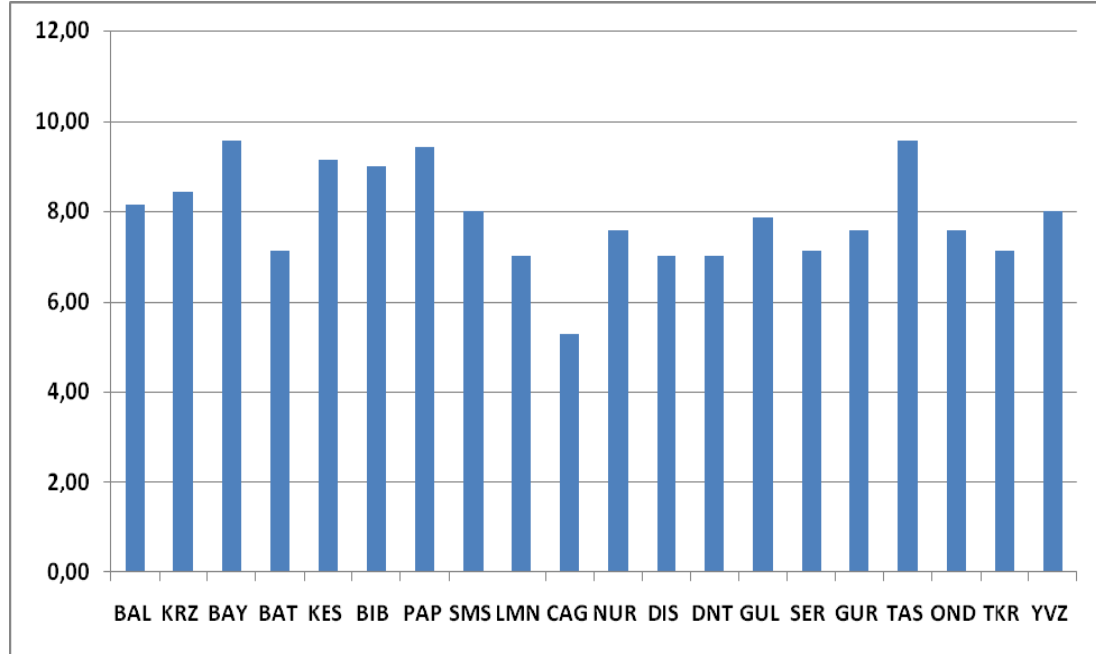
kullanıldı. UPGMA yöntemiyle çizilen dendogramdaki dallanmalar baz alınarak, Arlequin programı yardımıyla moleküler varyans analizi (AMOVA) yapıldı.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Türkiye'nin farklı bölgelerinde yüksek kapasite ile faaliyet gösteren 20 işletmeden örneklenen toplam 480 gökkuşuğu alabalığına 7 farklı mikrosatelit lokusu çalışıldı. Çalışılan 7 lokusun, 20 populasyonun tümünde polimorfik olduğu görüldü. Polimorfik OMM1325 lokusunda toplam 13 allel, OMM1404 lokusunda 25 allel, OMM5177 lokusunda ise 18 allel tespit edilirken, farklı QTL'lerle bağlantılı olan Omy77DU lokusunda 23 allel, Omy207UoG lokusunda 30 allel, OmyFGT5TUF lokusunda 14 allel ve OmyOGT4TUF lokusunda ise 37 allel tespit edildi. Yedi lokus genelinde ortalama A_n değeri 7.88 ± 3.21 olarak tespit edilirken, Baldıran, Kirazlı, Baysallar, Keskin, Biberöđlü, Papilla, Şimşek, Taşatan ve Yavuzlar populasyonlarında allel çeşitliliğinin genel ortalamanın üzerinde olduğu görüldü (Şekil 4.1). Bununla birlikte, incelenen 7 lokus genelinde en yüksek allel çeşitliliğine sahip populasyonların Taşatan ve Baturlar populasyonları, en düşük allel çeşitliliğine sahip populasyonunda Çağlayan populasyonu olduğu belirlendi (Şekil 4.1). Lokus bazında ortalama allel sayıları, 4.20 ile 10.60 arasında değişirken; OMM1325 lokusunda Baysallar ve Papilla populasyonlarının, OMM1404 lokusunda Baldıran, Kirazlı, Baysallar, Biberöđlü, Papilla, Şimşek, Liman, Çağlayan, Nur, Dont, Gülaçar, Şeremed, Taşatan, Önder, Tekir ve Yavuzlar populasyonlarının, OMM5177 lokusunda ise Papilla, Şimşek ve Nur populasyonlarının ortalamanın üstünde allel çeşitliliğine sahip olduğu belirlendi (Şekil 4.1). Omy77DU lokusunda Önder populasyonu hariç diğeri 19 populasyon ortalamasının üzerinde allel çeşitliliğine sahipken, Omy207UoG lokusunda Şimşek ve Çağlayan populasyonları dışında diğeri 18 populasyonun ortalamasının üzerinde allel çeşitliliği sahip olduğu görüldü. OmyFGT5TUF lokusunda populasyonların tamamının ortalamasının altında allel çeşitliliğine sahip olduğu belirlendi. Çalışılan lokuslar arasında toplam 37 allel ile en yüksek allel çeşitliliği gösteren OmyOGT4TUF lokusu, Çağlayan, Nur ve Dont populasyonları dışında diğeri 17 populasyonun tamamında ortalamasının üzerinde allel çeşitliliği gösterdi (Şekil 4.1).

Çalışılan yedi mikrosatelit lokusunun allel sıklıkları (Şekil 4.2-4.8) ülkemiz populasyonlarında bazı allellerin yaygınlaştığını, bazı allellerin ise oldukça nadirleşerek kaybolma noktasına geldiğini ortaya koydu. Sırasıyla, OMM1325 lokusuna ait 280 ve 288 allelleri, OMM1404 lokusuna ait 285 ve 297 allelleri, OMM5177 lokusuna ait 115, 121, 131 allelleri, Omy77DU lokusuna ait 93 ve 105

allelleri, Omy207UoG lokusuna ait 104,115 ve 119 allelleri, OmyFGT5TUF lokusuna ait 163, 173 ve 183 allelleri ve OmyOGT4TUF lokusuna ait 245, 247 ve 297 allellerinin incelenen populasyonların hemen hepsinde ortak



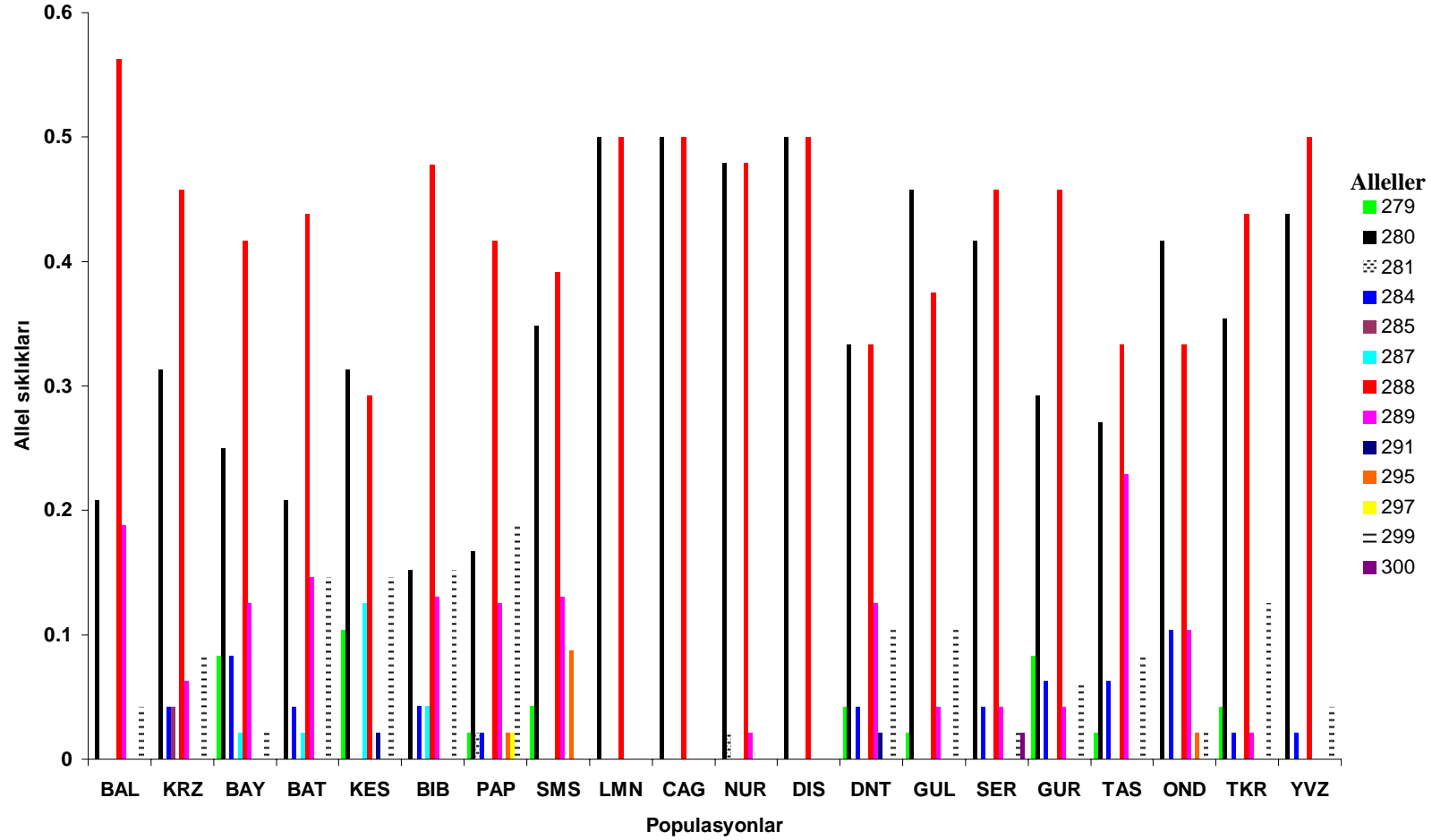
Şekil 4.1. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının OMM1325, OMM1404, OMM5177, Omy77DU, Omy207UoG, OmyOGT4TUF ve OmyFGT5TUF mikrosatelit lokuslarındaki allel dağılımı. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.

alleller olduğu belirlendi. OMM1325 lokusuna ait 281, 285, 287, 291, 295, 296 ve 300 allellerinin, OMM1404 lokusuna ait 276, 286, 287, 288, 294 ve 300 allellerinin, OMM5177 lokusuna ait 132, 134, 136, 138, 144 ve 145 allellerinin, Omy77DU lokusuna ait 97, 100, 108, 121, 123, 128 ve 136 allellerinin, Omy207UoG lokusuna ait 122, 123, 129 ve 138 allellerinin, OmyFGT5TUF lokusuna ait 161, 170, 175, 177, 180, 181 ve 184 allellerinin ve OmyOGT5TUF lokusuna ait 201, 233 ve 255 allellerinin ise nadir alleler olduğu görüldü. OMM1325 lokusuna ait 281 alleleline sadece Papilla ve Nur populasyonlarında, 285 alleleline Kirazlı populasyonunda, 287 alleleline Baysallar, Baturlar, Keskin ve Biberöglü populasyonlarında, 291 alleleline sadece Dont populasyonunda, 295 ve 296 allellerine ise sadece Papilla populasyonunda ve 300 alleleline de sadece Şeremed populasyonunda düşük sıklıklarda (%2.1-6.45) rastlandı (Şekil 4.2). OMM1404 lokusuna ait 276 alleli sadece Baysallar populasyonunda, 288 alleli Biberöglü, Dont ve Yavuzlar populasyonlarında, 287 ve 300 allelleri ise sadece Yavuzlar populasyonunda görüldü

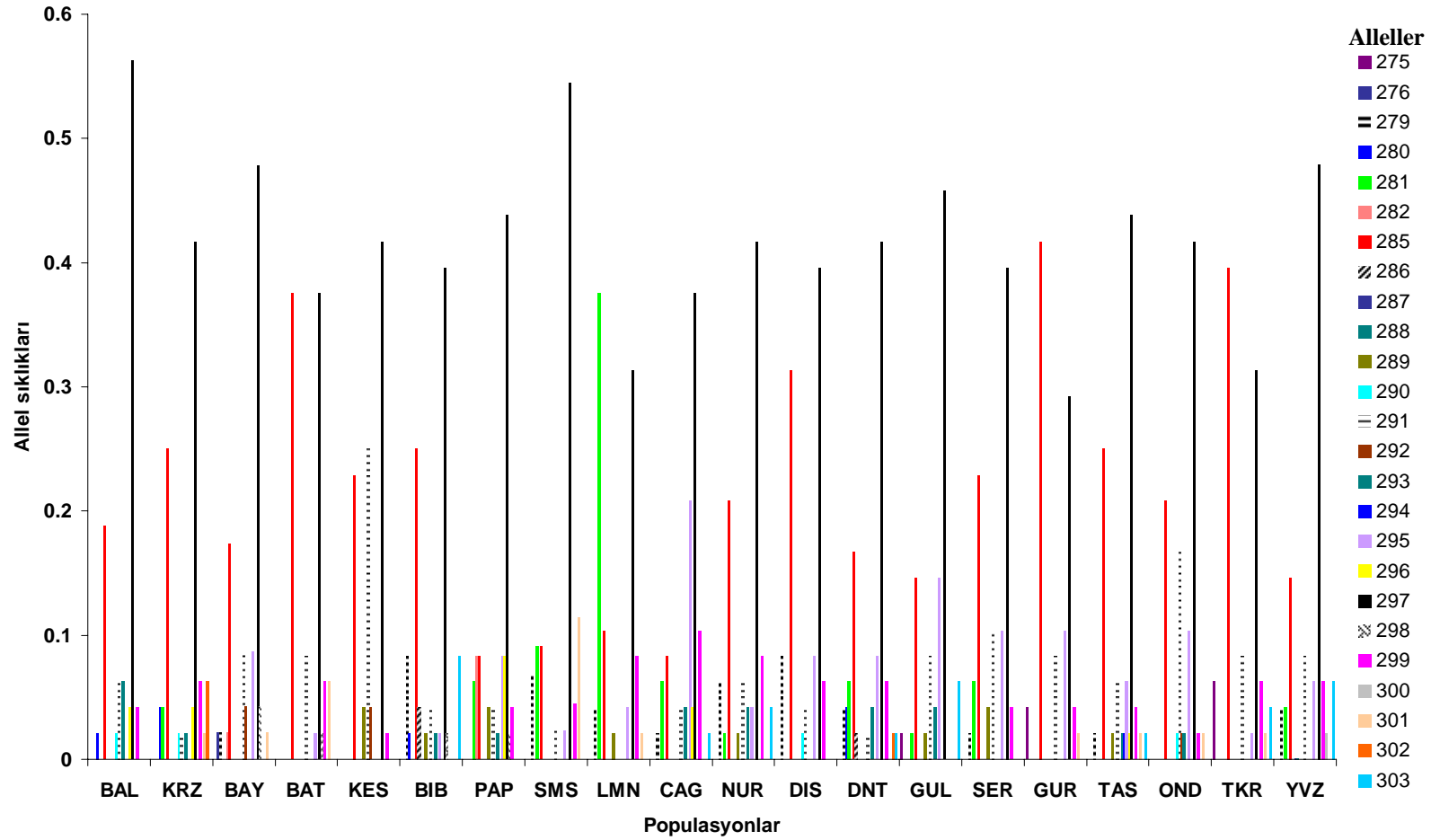
(Şekil 4.3). OMM5177 lokusuna ait 132 allelinin Taşatan populasyonunda, 134 allelinin Şimşek populasyonunda, 138 allelinin ise Baysallar populasyonunda bulunan nadir alleller olduğu belirlendi (Şekil 4.4). Omy77DU lokusuna ait 97 alleleline sadece Taşatan populasyonunda, 100 ve 108 allellerine Biberöglu populasyonunda, 121 alleleline Baturlar populasyonunda, 136 alleleline Gürün populasyonunda düşük sıklıklarda (%2.0-2.1) rastlandı (Şekil 4.5). Omy207UoG lokusuna ait 122 ve 123 allelleri sadece Baysallar populasyonunda tespit edilirken; aynı lokusa ait 129 alleli sadece Gürün populasyonunda, 138 alleli ise Dişçioğlu populasyonunda görüldü (Şekil 4.6). OmyFGT5TUF lokusuna ait 161 ve 194 allellerinin Şimşek populasyonunda, 175 ve 180 allellerinin Baldıran populasyonunda, 181 allelinin ise Nur populasyonunda bulunan nadir alleller olduğu belirlendi (Şekil 4.7). OmyOGT4TUF lokusuna ait 201 alleleline sadece Şeremed populasyonunda, 233 alleleline Baldıran populasyonunda ve 255 allelline de sadece Baysallar populasyonunda düşük sıklıklarda (%1.05-1.5) rastlandı (Şekil 4.8).

Ülkemizde üretilen gökkuşaağı alabalığı populasyonları 7 lokus genelinde değerlendirildiğinde, ortalama H_G oranının (0.693 ± 0.071) ortalama H_B oranının (0.723 ± 0.04) altında olduğu görüldü. Örneklenen populasyonlar tek başına ele alındığında, H_G oranlarının 0.530 ile 0.833 arasında, H_B oranlarının 0.610 ile 0.791 arasında değiştii ve populasyonların çoğunda genele benzer bir durumun varlığı tespit edildi (Şekil 4.9). Bununla beraber, Biberöglu, Çağlayan, Dont, Gülaçar, Gürün, Kirazlı, Liman, Papilla, Şeremed, Şimşek ve Yavuzlar populasyonlarında ortalama H_G oranlarının genel ortalamasının üzerinde olduğu saptandı. Dont dışındaki diğer 19 populasyonda, H_G-H_B oranları arasındaki farkın istatistiki belirgin olduğu tespit edildi (Tablo 4.1).

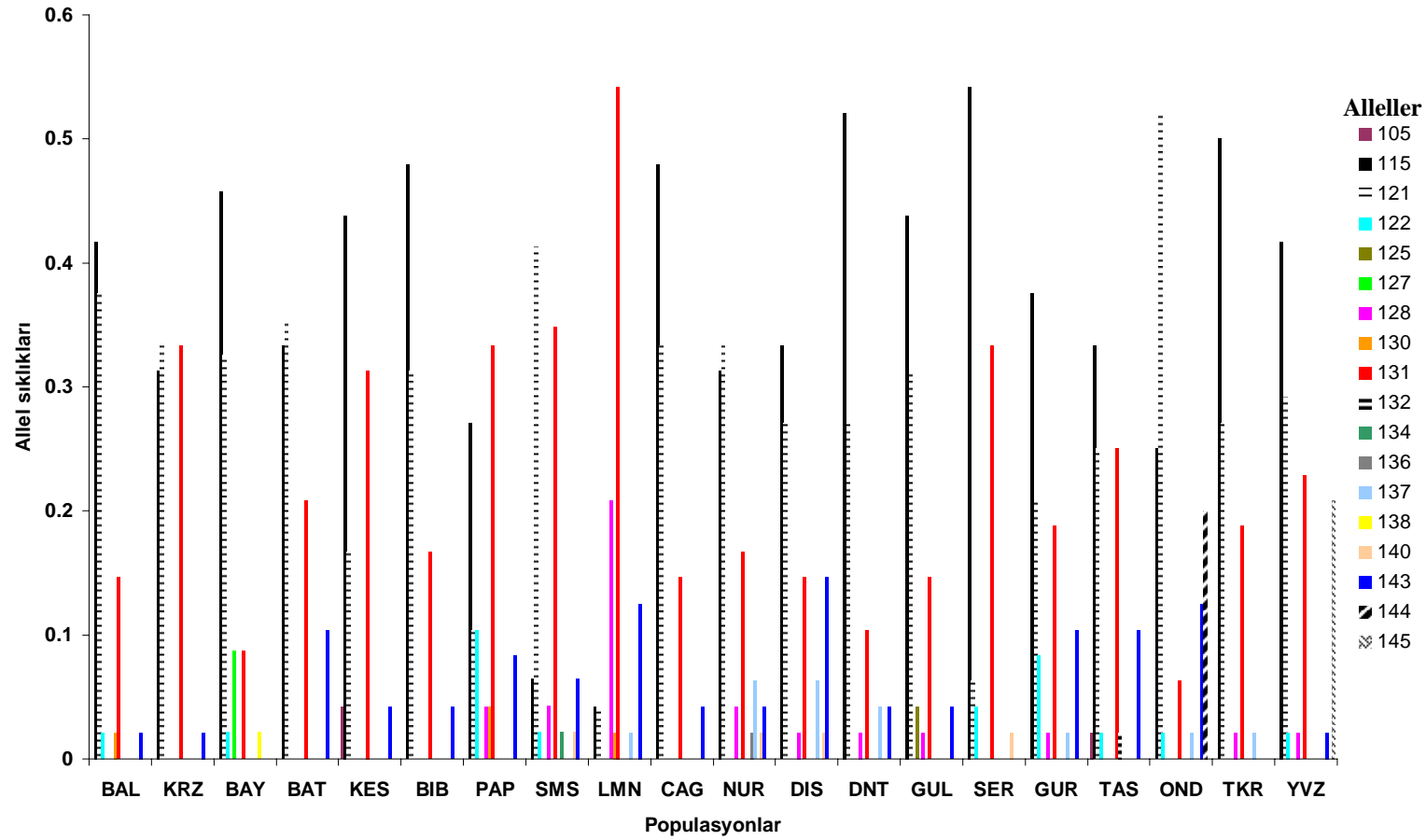
Çalışılan 7 lokus sırasıyla incelendiğinde, OMM1325 lokusunda Liman, Çağlayan, Nur ve Dişçioğlu populasyonlarının tamamı heterozigot bireylerden oluştuğu, Şeremed, Gürün, Taşatan, Önder ve Tekir populasyonlarında da H_G oranlarının ortalamasının üzerinde olduğu gözlemlendi. Kirazlı, Papilla, Şimşek, Dont ve Gülaçar dışındaki diğer 15 populasyonda H_G ve H_B oranları arasındaki farkın istatistiki olarak belirgin olduğu tespit edildi (Tablo 4.1). OMM1404 lokusunda, Liman populasyonu tamamı heterozigot bireylerden oluşurken, ülkemize ait 10 populasyonda da H_G oranlarının H_B oranlarının üzerinde olduğu, ama geri kalan 9 populasyonda ise tam tersi bir durumun söz konusu olduğu görüldü. Yüksek heterozigot birey oranına sahip Liman, Dişçioğlu, Şeremed ve Önder popusyonları



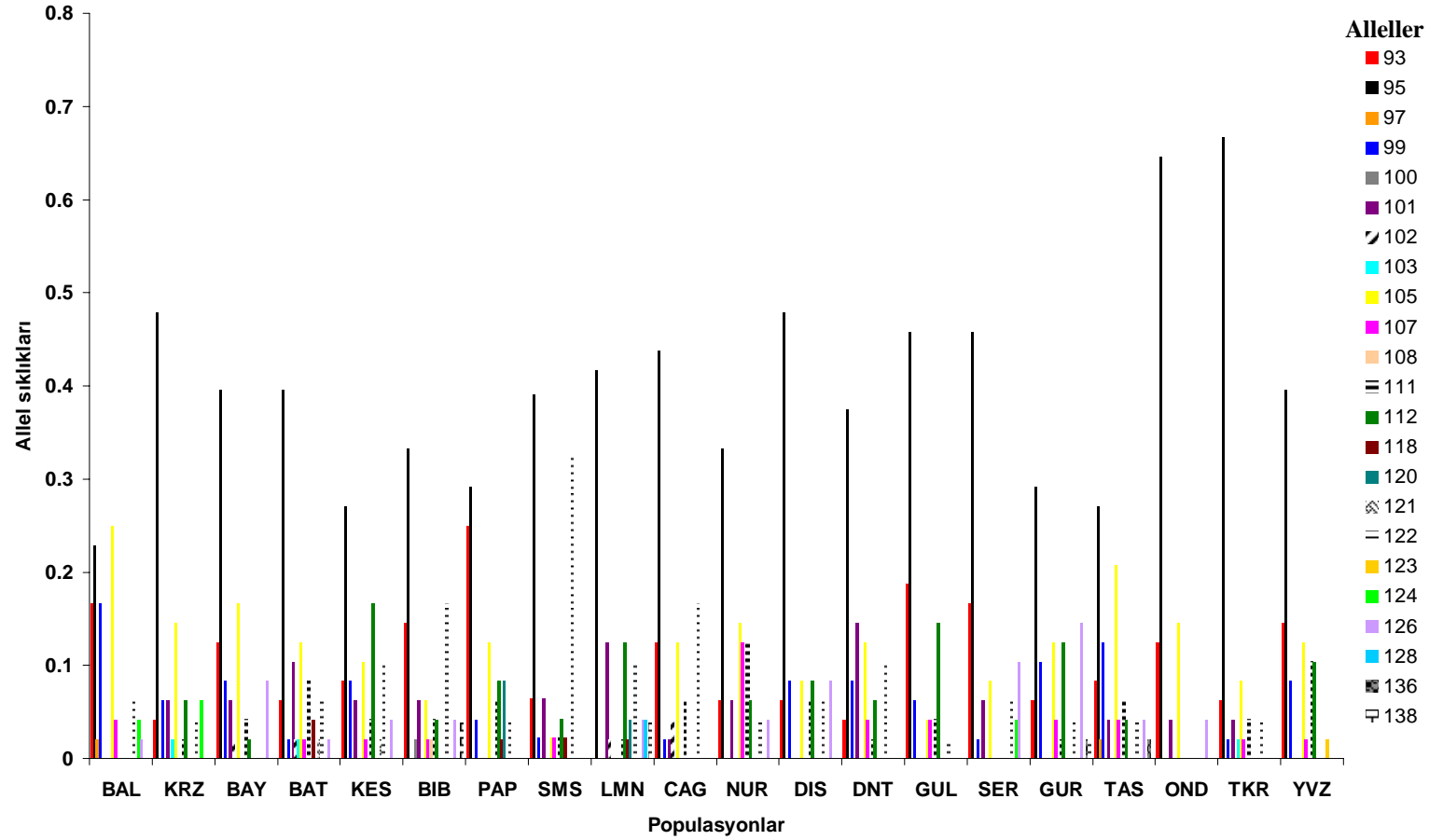
Şekil 4.2. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının OMM1325 mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.



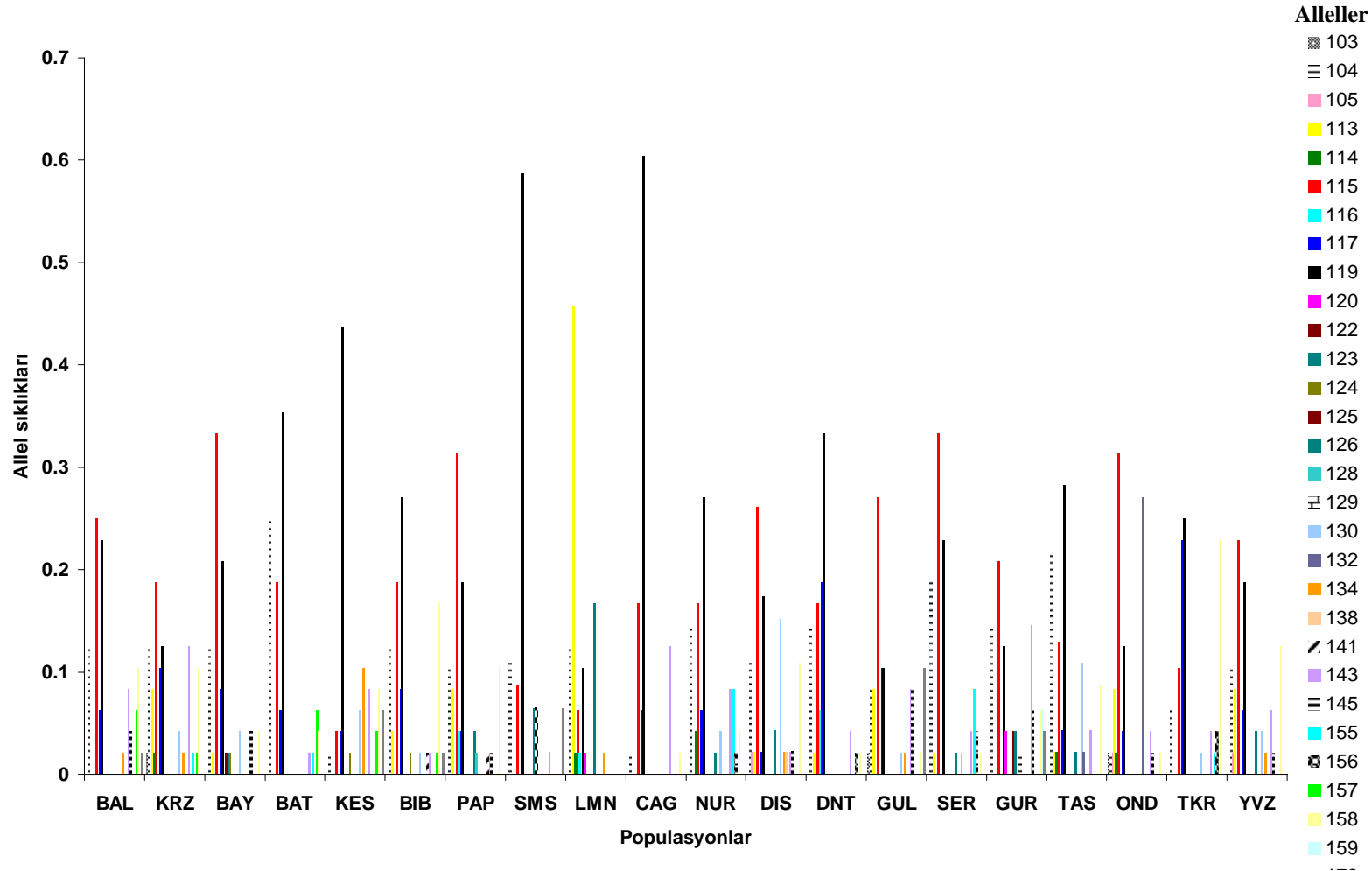
Şekil 4.3. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının OMM1404 mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.



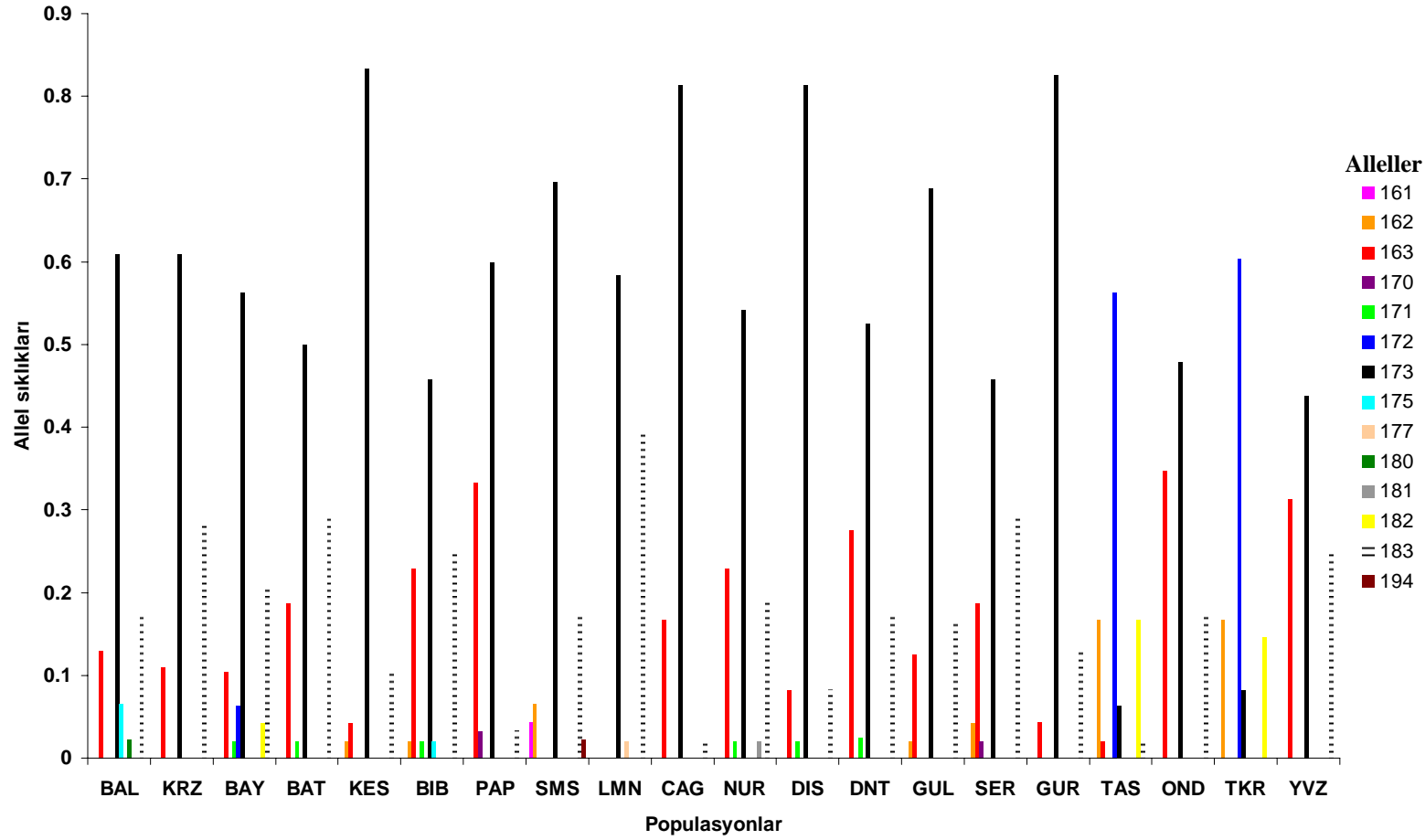
Şekil 4.4. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının OMM5177 mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.



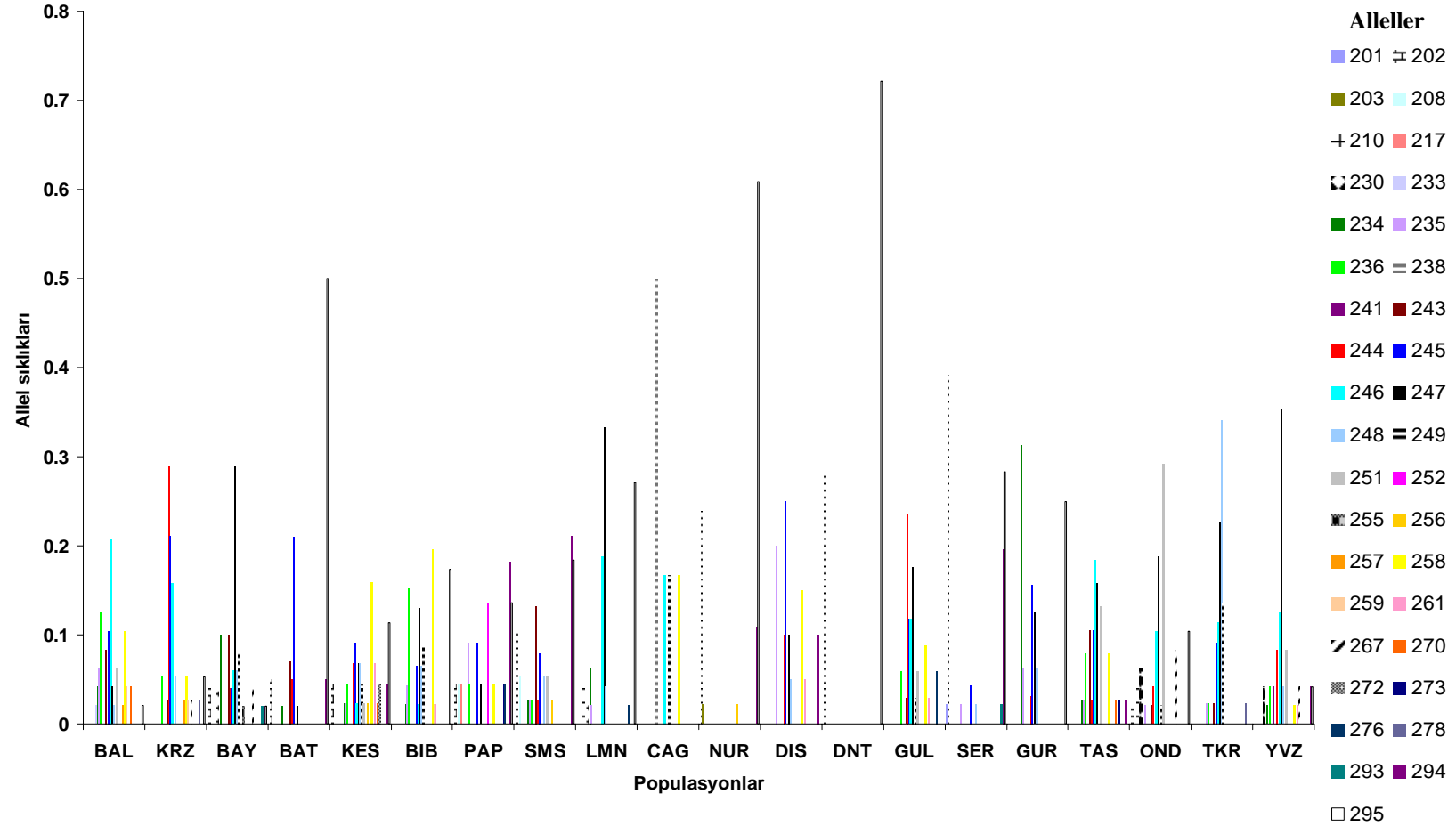
Şekil 4.5. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının Omy77DU mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.



Şekil 4.6. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının Omy207UoG mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyonlarının OmyFGT5TUF mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının OmyOGT4TUF mikrosatelit lokusundaki allelleri ve allel sıklıkları. Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.

ve düşük heterozigot birey oranına sahip Kirazlı, Baysallar, Baturlar, Keskin ve Papilla populasyonlarında H_G ve H_B oranları arasındaki fark istatistiki belirgin bulundu (Tablo 4.1). OMM5177 lokusunda, sadece yüksek heterozigot birey oranına sahip Tekir ve düşük heterozigot birey oranlarına sahip Baysallar ve Keskin populasyonlarında Hardy-Weinberg dengesinden istatistiki belirgin sapmalar olduğu tespit edildi (Tablo 4.1). Omy77DU lokusunda, Şimşek ve Dont populasyonları tamamı heterozigot bireylerden oluşurken, Baysallar, Baturlar, Keskin, Papilla, Liman, Çağlayan, Nur ve Gürün populasyonlarında H_G oranlarının H_B oranlarının üzerinde olduğu görüldü. Fakat sadece Şimşek, Baldıran, Kirazlı, Keskin, Biberöglü ve Taşatan populasyonları için iki oran arasındaki farkın istatistiki belirgin olduğu tespit edildi (Tablo 4.1). Omy207UoG lokusunda, Baysallar, Biberöglü, Dişçioğlu, Gülaçar, Gürün, Önder, Tekir ve Yavuzlar populasyonlarının heterozigot dengesindeki sapmalar istatistiki açıdan anlamlı ($P<0.05$) bulundu. OmyFGT5TUF lokusunda, Baysallar, Baturlar, Nur ve Tekir populasyonlarındaki heterozigot oranlarının Hardy-Weinberg dengesinden saptığı tespit edildi (Tablo 4.1). OmyOGT4TUF lokusunda, Baldıran, Keskin, Biberöglü, Liman, Çağlayan, Nur, Dişçioğlu, Şeremed ve Önder populasyonlarında H_G oranlarının ortalamasının üzerinde olduğu saptandı (Tablo 4.1). Bu lokusta populasyonların tamamına yakınında H_G ve H_B oranları arasında farkın istatistiki yönden anlamlı olduğu ($P<0.05$) tespit edildi. Yalnızca Keskin, Biberöglü, Çağlayan ve Dont populasyonlarında H_G ve H_B oranları arasındaki farkın istatistiki yönden anlamlı olmadığı ($P>0.05$) saptandı.

Tüm populasyonlar 7 lokus genelinde değerlendirildiğinde, populasyonlar için homozigot-heterozigot birey oranlarının dengesini gösteren ortalama F_{IS} değerinin 0.052 ± 0.017 olduğu ve örneklenen 480 birey genelinde homozigot birey oranlarının fazla olduğu ($P<0.001$) tespit edildi. Tüm populasyonlar lokus bazında incelendiğinde, ortalama F_{IS} değerinin OMM1325 lokusunda heterozigot bireylerin fazlalığını ifade eder şekilde negatif değer aldığı (-0.176 ± 0.123 , $P<0.001$) görüldü. OMM1404 lokusunda ortalama F_{IS} değeri 0.000 ± 0.054 ile populasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olduğunu ($P>0.05$) gösterirken, OMM5177 (0.031 ± 0.067), Omy77DU (0.007 ± 0.043), Omy207UoG (0.064 ± 0.031) lokuslarında homozigot bireylerin oranlarının arttığını, OmyOGT4TUF lokusunda (0.319 ± 0.27) ise

homozigot birey oranlarının istatistiki belirgin bir şekilde fazlalaştığını ($P<0.001$) gösterdi. Alt populasyonlarda akrabalı yetiştirme katsayısı olarak adlandırılan F_{IS} değerleri 7 lokus genelinde sadece Liman, Çağlayan, Nur, Dont, Şeremed, Taşatan, Önder ve Yavuzlar populasyonlarında heterozigot birey oranlarının fazlalığını ifade eder şekilde negatif değerler aldı (Tablo 4.2).

Populasyonlar arası genetik farklılaşmayı gösteren ortalama F_{ST} değeri (0.061 ± 0.047 , $P<0.001$), çalışılan 7 mikrosatelit lokusu genelinde ülkemiz populasyonları arasında genetik farklılaşmanın başladığını işaret eder şekilde 0.05'in üzerinde bir değer aldı. Lokuslar bazında değerlendirildiğinde ise, OMM1325, OMM1404 ve Omy77DU lokuslarına göre populasyonlar arası önemli bir farklılaşma işaret etmezken (sırasıyla 0.028, 0.023, 0.027), OMM5177 (0.049) ve Omy207UoG (0.051) lokuslarına göre populasyonlar arasında genetik farklılaşmanın başladığını, çeşitli QTL'lerle bağlantılı olan OmyFGT5TUF (0.149) ve OmyOGT4TUF (0.101) lokuslarına göre ise ülkemiz populasyonları arasında belirgin bir farklılaşma olduğunu gösterdi (Tablo 4.3). Ayrıca, Weir ve Cockerham (1984)'a göre hesaplanan F_{ST} değerlerinin, Nei (1978)'ye göre hesaplanan populasyonlar arasındaki genetik uzaklık değerleriyle de örtüştüğü görüldü (Tablo 4.4).

Populasyon çiftleri arasındaki genetik uzaklığı gösteren F_{ST} değerleri Nur ile Dont populasyonlarının ($F_{ST}=0.0568$), Baysallar ile Yavuzlar populasyonlarının ($F_{ST}=0.0813$), Kirazlı ile Gülaçar populasyonlarının ($F_{ST}=0.0822$) birbirine en yakın populasyonlar olduğunu gösterdi. Öte yandan Şimşek ($F_{ST}=0.1537$), Liman ($F_{ST}=0.1769$), Çağlayan ($F_{ST}=0.1450$) ve Nur ($F_{ST}=0.1313$) populasyonlarının Tekir populasyonuna en uzak populasyonlar olduğu tespit edildi. Yurtdışından aldığı gözlü yumurtalar ile üretim yapan Liman populasyonunun Baldıran ($F_{ST}=0.1246$), Şimşek ($F_{ST}=0.1041$) ve Keskin ($F_{ST}=0.1114$) populasyonlarından en uzak populasyonlar olduğu saptandı.

F_{ST} değerleri kullanılarak UPGMA yöntemiyle oluşturulan dendogramın gösterdiği dallanmalar ve dendogram dalları üzerinde bulunan bootstrap değerleri baz alınarak yapılan AMOVA testi (Tablo 4.5-6-7), Türkiye'de kültürü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonları arasında büyük çaplı bir farklılaşma olmadığını ve varyasyonun asıl kaynağının bireyler arası çeşitlilik olduğunu gösterdi

Tablo 4.1. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı popülasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda H_G (üst) ve H_B (alt) oranları. H_G oranlarını takip eden a, b ve c harfleri χ^2 testine göre Hardy-Weinberg dengesinden sapmaları (sırasıyla P<0.05, P<0.01, P<0.001) göstermektedir.

Lokuslar	Popülasyonlar*																			
	BAL	KRZ	BAY	BAT	KES	BIB	PAP	SMS	LMN	CAG	NUR	DIS	DNT	GUL	SER	GUR	TAS	OND	TKR	YVZ
OMM1325	0.250c	0.583	0.541a	0.708b	0.541b	0.521c	0.625	0.521	1.000c	1.000c	1.000c	1.000c	0.916	0.782	0.958c	0.916a	0.875a	0.916b	0.958c	0.958c
	0.621	0.694	0.753	0.736	0.790	0.724	0.764	0.719	0.500	0.500	0.541	0.500	0.760	0.636	0.617	0.698	0.765	0.702	0.673	0.559
OMM1404	0.541	0.708a	0.478c	0.541a	0.416c	0.875	0.541c	0.681	1.000b	0.791	0.791	0.833a	0.791	0.956	0.958a	0.750	0.875	0.791b	0.791	0.833
	0.652	0.766	0.742	0.721	0.729	0.775	0.792	0.680	0.750	0.805	0.778	0.739	0.793	0.748	0.773	0.734	0.746	0.757	0.742	0.740
OMM5177	0.583	0.666	0.304c	0.666	0.541b	0.750	0.791	0.739	0.708	0.708	0.791	0.750	0.666	0.521	0.750	0.666	0.791	0.750	0.666a	0.750
	0.679	0.694	0.692	0.725	0.697	0.654	0.799	0.711	0.655	0.648	0.770	0.785	0.654	0.702	0.598	0.780	0.780	0.657	0.654	0.701
Omy77DU	0.750a	0.625a	0.875	0.833	0.916a	0.750c	0.875	1.000c	0.916	0.875	0.875	0.666	1.000	0.652	0.708	0.791	0.666a	0.500	0.500	0.708
	0.840	0.747	0.794	0.814	0.872	0.843	0.831	0.730	0.789	0.756	0.837	0.748	0.809	0.757	0.750	0.862	0.869	0.555	0.550	0.795
Omy207UoG	0.833	0.791	0.625a	0.833	0.916	0.750c	0.958	0.625	0.791	0.458	0.916	0.695a	0.958	0.695c	0.750	0.791a	0.826	0.666c	0.875a	0.541c
	0.859	0.906	0.836	0.781	0.783	0.856	0.846	0.617	0.744	0.602	0.870	0.872	0.811	0.882	0.807	0.900	0.849	0.820	0.829	0.892
OmyFGT5TUF	0.608	0.565	0.500a	0.708a	0.333	0.583	0.466	0.583	0.625	0.250	0.500a	0.291	0.550	0.521	0.458	0.347	0.583	0.521	0.416c	0.666
	0.589	0.549	0.639	0.631	0.298	0.690	0.547	0.471	0.510	0.319	0.634	0.333	0.635	0.485	0.686	0.304	0.637	0.636	0.595	0.662
OmyOGT4TUF	0.750c	0.315c	0.375c	0.263c	0.772	0.869	0.545c	0.473c	0.791b	0.666	0.565b	0.600b	0.555	0.562c	0.869c	0.437b	0.473c	0.666c	0.227c	0.500c
	0.918	0.869	0.897	0.720	0.947	0.891	0.959	0.910	0.788	0.833	0.571	0.900	0.416	0.897	0.738	0.829	0.921	0.864	0.822	0.856
Genel Ort.	0.616c	0.617c	0.530c	0.662c	0.632c	0.728c	0.712c	0.666c	0.833c	0.680c	0.778c	0.699c	0.805	0.675c	0.778c	0.685c	0.734c	0.688c	0.638c	0.708c
	0.738	0.744	0.765	0.735	0.728	0.776	0.791	0.684	0.677	0.610	0.715	0.677	0.727	0.722	0.710	0.727	0.789	0.713	0.693	0.743

*Popülasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusundaki F_{IS} değerleri. F_{IS} değerlerini takip eden a, b ve c harfleri χ^2 testine göre istatistiki anlamlılık derecelerini (sırasıyla $P<0.05$, $P<0.01$ ve $P<0.001$) göstermektedir.

Lokuslar	Populasyonlar*																			
	BAL	KRZ	BAY	BAT	KES	BIB	PAP	SMS	LMN	CAG	NUR	DIS	DNT	GUL	SER	GUR	TAS	OND	TKR	YVZ
OMM1325	0.599b	0.160	0.281b	0.038	0.315b	0.280a	0.182	0.275a	-1.00c	-1.00c	-0.846c	-1.00c	-0.206	-0.224	-0.551b	-0.313b	-1.00c	-0.846b	-1.00	-0.206c
OMM1404	0.169	0.076a	0.356c	0.25b	0.429c	-0.129	0.317c	-0.002c	-0.333	0.017	-0.017	-0.127	0.002	-0.287c	-0.239	-0.021	0.017	-0.017	-0.127	0.002
OMM5177	0.141	0.04	0.561c	0.081	0.223b	-0.145	0.01	-0.039	-0.08	-0.092	-0.027	0.045	-0.019	0.23	-0.253	0.146	-0.092	-0.027	0.045	-0.019
Omy77DU	0.108	0.164	-0.101	-0.023	-0.051	0.111b	-0.052	-0.355c	-0.161a	-0.157	-0.044	0.109	-0.235b	0.158	0.057	0.082	-0.157	-0.044	0.109	-0.235
Omy207UoG	0.031	0.127	0.252	-0.066	-0.17	0.125a	-0.132	-0.025	-0.063	0.239	-0.053	0.203a	-0.181	0.201a	0.071	0.121c	0.239	-0.053	0.203a	-0.181
OmyFGT5TUF	-0.032	-0.029	0.218a	-0.105	-0.119	0.155	0.148	-0.249	-0.223	0.218	0.211	0.125	0.135	-0.099	0.332a	-0.143	0.218a	0.211	0.125a	0.135
OmyOGT4TUF	0.183a	0.637c	0.582c	0.635c	0.184c	0.024	0.431c	0.48c	-0.005	0.2	0.012	0.333c	-0.333	0.413b	-0.178	0.472c	0.2c	0.012c	0.333c	-0.333
Genel Ort.	0.164a	0.186a	0.309c	0.114b	0.133b	0.062a	0.133b	0.042b	-0.231a	-0.064a	-0.087a	0.008a	-0.114	0.083a	-0.097a	0.08a	-0.064b	-0.087a	0.008b	-0.114a

*Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyon çiftleri arasındaki genetik farklılaşmayı gösteren F_{ST} değerleri (Weir ve Cockerham, 1984).

	Populasyonlar*																		
	BAL	KRZ	BAY	BAT	KES	BIB	PAP	SMS	LMN	CAG	NUR	DIS	DNT	GUL	SER	GUR	TAS	OND	TKR
KRZ	0.0141	-																	
BAY	0.0058	0.0158	-																
BAT	0.0343	0.0209	0.0288	-															
KES	0.0373	0.0331	0.0353	0.0452	-														
BIB	0.0100	0.0187	0.0093	0.0119	0.0304	-													
PAP	0.0227	0.0257	0.0224	0.0333	0.0372	0.0184	-												
SMS	0.0604	0.0542	0.0625	0.0486	0.0444	0.0597	0.0606	-											
LMN	0.1246	0.0789	0.1032	0.1078	0.1114	0.1057	0.0918	0.1041	-										
CAG	0.0505	0.0543	0.0437	0.0627	0.0402	0.0549	0.0643	0.0510	0.1498	-									
NUR	0.0556	0.0454	0.0493	0.0124	0.0573	0.0388	0.0429	0.0578	0.1037	0.0449	-								
DIS	0.0325	0.0143	0.0214	0.0436	0.0322	0.0370	0.0392	0.0620	0.1041	0.0377	0.0416	-							
DNT	0.0469	0.0426	0.0332	0.0104	0.0503	0.0234	0.0411	0.0696	0.1231	0.0469	0.0042	0.0574	-						
GUL	0.0211	0.0084	0.0047	0.0503	0.0307	0.0254	0.0276	0.0713	0.1008	0.0376	0.0503	0.0106	0.0455	-					
SER	0.0572	0.0420	0.0371	0.0338	0.0586	0.0379	0.0323	0.0788	0.1046	0.0671	0.0264	0.0491	0.0289	0.0487	-				
GUR	0.0336	0.0262	0.0215	0.0297	0.0273	0.0347	0.0355	0.0755	0.1013	0.0616	0.0436	0.0135	0.0486	0.0290	0.0517	-			
TAS	0.0607	0.0715	0.0536	0.0752	0.0950	0.0600	0.0637	0.1086	0.1455	0.1312	0.1001	0.1021	0.0884	0.0864	0.0936	0.0980	-		
OND	0.0530	0.0431	0.0281	0.0564	0.0865	0.0497	0.0597	0.0920	0.1268	0.0802	0.0649	0.0513	0.0636	0.0319	0.0740	0.0718	0.0916	-	
TKR	0.1108	0.0922	0.0776	0.1076	0.1233	0.0817	0.1098	0.1537	0.1769	0.1450	0.1313	0.1162	0.1132	0.1065	0.1156	0.1236	0.0342	0.1122	-
YVZ	0.0214	0.0167	0.0027	0.0421	0.0474	0.0150	0.0225	0.0753	0.0785	0.0497	0.0439	0.0282	0.0415	0.0055	0.0395	0.0448	0.0642	0.0265	0.0856

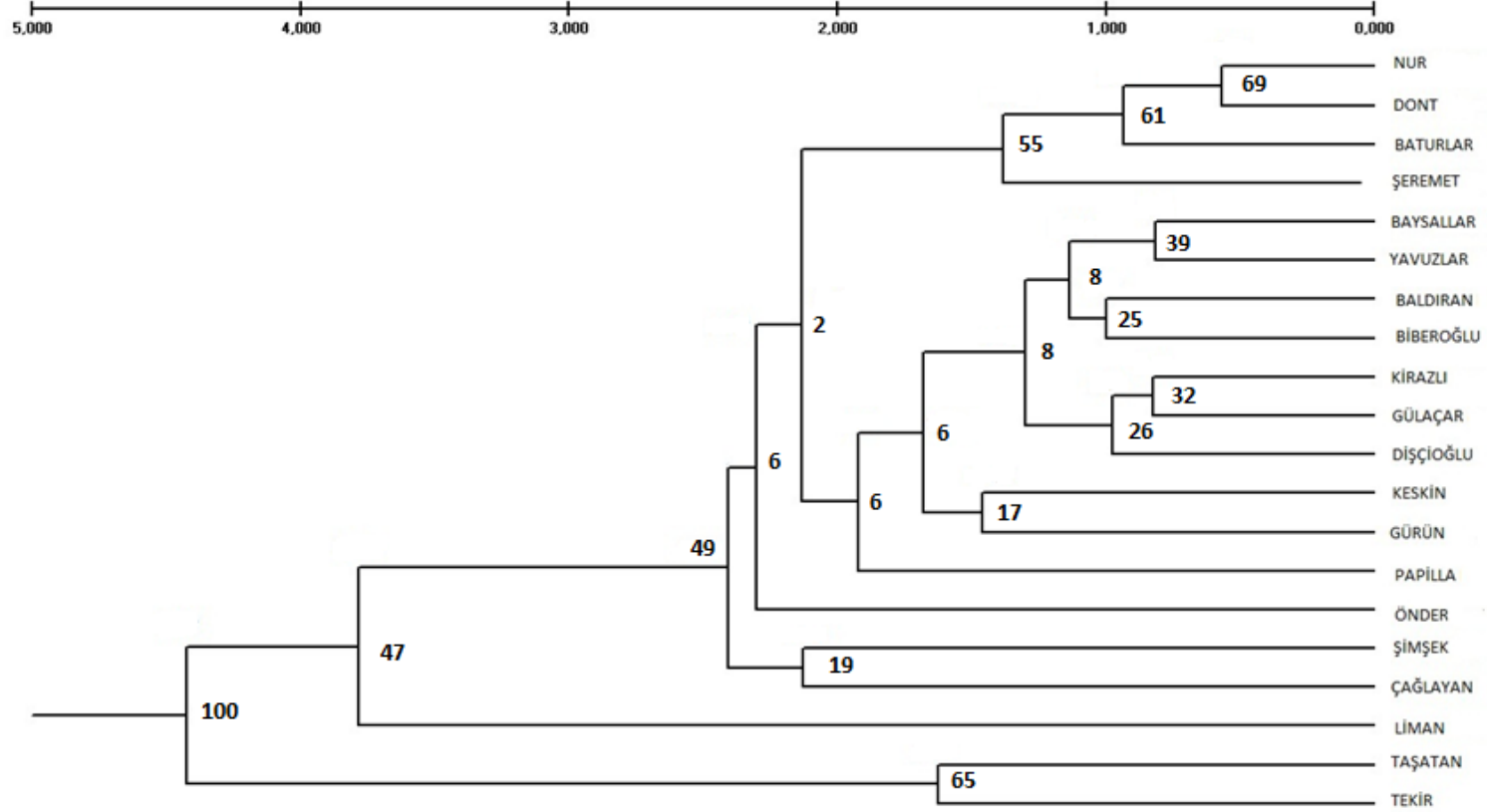
*Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyonları arasındaki genetik mesafe değerleri (Nei, 1978).

+	Populasyonlar*																			
	BAL	KRZ	BAY	BAT	KES	BIB	PAP	SMS	LMN	CAG	NUR	DIS	DNT	GUL	SER	GUR	TAS	OND	TKR	YVZ
BAL	****	0.8932	0.9122	0.8370	0.8374	0.9051	0.8401	0.8042	0.6282	0.8187	0.7960	0.8604	0.7632	0.8820	0.7951	0.8415	0.7372	0.8039	0.6454	0.8773
KRZ	0.1130	****	0.8735	0.8652	0.8434	0.8696	0.8212	0.8065	0.7508	0.7905	0.8081	0.8989	0.7621	0.9211	0.8248	0.8515	0.6879	0.8225	0.6909	0.8803
BAY	0.0919	0.1353	****	0.8385	0.8293	0.8935	0.8170	0.7824	0.6688	0.8101	0.7997	0.8729	0.7831	0.9157	0.8382	0.8646	0.7384	0.8611	0.7291	0.9219
BAT	0.1779	0.1448	0.1761	****	0.8126	0.8956	0.8065	0.8280	0.6791	0.7421	0.9137	0.8139	0.9076	0.7996	0.8570	0.8534	0.6794	0.7902	0.6513	0.8098
KES	0.1774	0.1704	0.1872	0.2075	****	0.8481	0.8064	0.8402	0.6728	0.8398	0.7933	0.8683	0.7746	0.8615	0.7943	0.8642	0.6275	0.7119	0.6176	0.8051
BIB	0.0997	0.1397	0.1126	0.1102	0.1647	****	0.8437	0.7902	0.6613	0.8026	0.8324	0.8442	0.8362	0.8659	0.8390	0.8390	0.7108	0.8010	0.7152	0.8885
PAP	0.1743	0.1970	0.2022	0.2150	0.2152	0.1700	****	0.7727	0.6896	0.7556	0.7894	0.8266	0.7644	0.8321	0.8348	0.8046	0.6214	0.7526	0.5649	0.8358
SMS	0.2179	0.2150	0.2454	0.1887	0.1741	0.2354	0.2579	****	0.7159	0.8082	0.8181	0.8068	0.7644	0.7784	0.7709	0.7585	0.6362	0.7313	0.5681	0.7568
LMN	0.4649	0.2866	0.4023	0.3869	0.3963	0.4136	0.3716	0.3343	****	0.6211	0.7069	0.7093	0.6379	0.7121	0.7075	0.7040	0.5152	0.6419	0.5102	0.7566
CAG	0.2000	0.2351	0.2106	0.2983	0.1746	0.2198	0.2803	0.2129	0.4763	****	0.7669	0.8321	0.7364	0.8307	0.7536	0.7638	0.6071	0.7493	0.6188	0.8025
NUR	0.2282	0.2131	0.2235	0.0902	0.2315	0.1835	0.2364	0.2008	0.3469	0.2654	****	0.8090	0.9447	0.7943	0.8899	0.8226	0.6138	0.7849	0.6028	0.8275
DIS	0.1504	0.1065	0.1359	0.2060	0.1412	0.1693	0.1904	0.2146	0.3435	0.1838	0.2119	****	0.7315	0.9153	0.8148	0.8951	0.6500	0.8142	0.6680	0.8633
DNT	0.2703	0.2716	0.2445	0.0970	0.2554	0.1789	0.2686	0.2687	0.4496	0.3060	0.0568	0.3127	****	0.7598	0.8666	0.7809	0.5924	0.7449	0.5919	0.7724
GUL	0.1256	0.0822	0.0880	0.2236	0.1491	0.1439	0.1839	0.2505	0.3395	0.1855	0.2303	0.0885	0.2747	****	0.8174	0.8555	0.6713	0.8617	0.6763	0.9215
SER	0.2292	0.1926	0.1765	0.1543	0.2303	0.1756	0.1806	0.2602	0.3460	0.2829	0.1166	0.2048	0.1432	0.2016	****	0.8046	0.6483	0.7634	0.6553	0.8413
GUR	0.1726	0.1608	0.1454	0.1585	0.1460	0.1855	0.2175	0.2764	0.3510	0.2695	0.1953	0.1109	0.2474	0.1561	0.2174	****	0.6072	0.7494	0.6103	0.8066
TAS	0.3048	0.3741	0.3032	0.3865	0.4660	0.3414	0.4758	0.4523	0.6632	0.4990	0.4881	0.4307	0.5236	0.3986	0.4334	0.4988	****	0.6555	0.8500	0.7195
OND	0.2183	0.1954	0.1496	0.2354	0.3398	0.2220	0.2842	0.3129	0.4433	0.2886	0.2422	0.2055	0.2945	0.1489	0.2700	0.2885	0.4223	****	0.6612	0.8777
TKR	0.4379	0.3698	0.3160	0.4288	0.4819	0.3352	0.5711	0.5655	0.6730	0.4799	0.5062	0.4034	0.5244	0.3911	0.4226	0.4938	0.1626	0.4138	****	0.7185
YVZ	0.1309	0.1275	0.0813	0.2109	0.2167	0.1182	0.1793	0.2786	0.2790	0.2200	0.1894	0.1470	0.2583	0.0818	0.1728	0.2150	0.3293	0.1304	0.3306	****

* Populasyon kodları Tablo 3.3.1’de verilmiştir.

+ Diagonalin alt kısmı genetik uzaklığı, üst kısmı ise genetik benzerliği göstermektedir.



Şekil 4.9. Türkiye’de kültürlü yapılan gökkuşağı alabalığı populasyonlarının F_{ST} genetik uzaklıklarını gösteren dendrogram.

Tablo 4.5. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda gözlemlenen genetik çeşitliliğinin AMOVA testine göre dağılımı. (Grup sayısı=2; Grup 1:TAS ve TKR, Grup 2: Diğer populasyonlar).

	Varyasyon	Varyasyon Yüzdesi	Fiksasyon İndeksi	P
Gruplar Arası	0.15069	5.31	0.05310F _{CT}	0.00391
Grup İçi				
Populasyonlar Arası	0.15584	5.49	0.05800F _{SC}	0.0000
Populasyonlar İçi				
Bireyler Arası	0.19681	6.94	0.07775F _{IS}	0.0000
Bireyler İçi	2.33438	82.26	0.177377F _{IT}	0.0000
Toplam	2.83771			

Tablo 4.6. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda gözlemlenen genetik çeşitliliğinin AMOVA testine göre dağılımı (Grup sayısı=3; Grup 1: TAS, Grup 2:TKR, Grup 3: Diğer populasyonlar).

	Varyasyon	Varyasyon Yüzdesi	Fiksasyon İndeksi	P
Gruplar Arası	0.15574	5.51	0.05509F _{CT}	0.00098
Grup İçi				
Populasyonlar Arası	0.14013	4.96	0.05246F _{SC}	0.0000
Populasyonlar İçi				
Bireyler Arası	0.19681	6.96	0.07775F _{IS}	0.0000
Bireyler İçi	2.33438	82.57	0.17427F _{IT}	0.0000
Toplam	2.82705			

Tablo 4.7. Türkiye’de kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığı populasyonlarının 7 mikrosatelit lokusunda gözlemlenen genetik çeşitliliğinin AMOVA testine göre dağılımı (Grup sayısı = 4; Grup 1:TAS; Grup 2:TKR; Grup 3:LMN; Grup 4: Diğer populasyonlar).

	Varyasyon	Varyasyon Yüzdesi	Fiksasyon İndeksi	P
Gruplar Arası	0.07235	2.61	0.02614F _{CT}	0.07038
Grup İçi				
Populasyonlar Arası	0.16383	5.92	0.06079F _{SC}	0.0000
Populasyonlar İçi				
Bireyler Arası	0.19681	7.11	0.07775F _{IS}	0.0000
Bireyler İçi	2.33438	84.35	0.15646F _{IT}	0.0000
Toplam	2.76736			0.0000

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ülkemizde kültürü yapılan 20 gökkuşığı alabalığı popülasyonunun 7 mikrosatellit lokusunda incelendiği bu çalışmada, ortalama allel çeşitliliğinin 7.88 ± 3.21 , ortalama H_G oranının 0.693 ± 0.071 ve ortalama H_B oranının 0.723 ± 0.04 olduğunu ortaya koymuştur.

Kültüre alınma, başlangıç anaç sayılarının kısıtlı olması ve genetik iyileştirme amaçlı seleksiyon çalışmaları kültür popülasyonlarında nadir allellerin kaybına ve allel çeşitliliğinde azalmalara sebep olabilir. Nitekim gökkuşığı alabalığının doğal popülasyonları üzerinde yapılan çalışmalarda kültür popülasyonlarına göre yüksek allel çeşitlilikleri tespit edilmiştir. Beacham vd. (2004) Kanada'nın British Columbia eyaleti ile ABD'nin Washington eyaletindeki 47 doğal popülasyonun 13 mikrosatellit lokusundaki ortalama A_n değerini 16.60 ± 3.46 , Narum vd. (2004) ABD'nin Columbia Nehri'ndeki 14 farklı bölgeden örneklenen gökkuşığı alabalığı popülasyonlarının 6 mikrosatellit lokusundaki ortalama A_n değerini 13.30 ± 2.83 olarak rapor etmişlerdir. Silverstein vd. (2003) ise, ABD'nin 3 farklı eyaletinde faaliyet gösteren 3 büyük işletmede yetiştirilen 21 gökkuşığı alabalığı popülasyonun 9 mikrosatellit lokusundaki ortalama A_n değerinin 8.77 ± 0.76 , Lulla vd. (2006) Danimarka, Finlandiya ve Norveç'teki 8 kültür popülasyonunun 10 mikrosatellit lokusundaki ortalama A_n değerinin 6.61 ± 0.87 olduğunu tespit etmişlerdir. Ward vd. (2003) Batı Avustralya'daki 4 farklı çiftlik popülasyonu için 10 mikrosatellit lokusu genelinde daha düşük bir ortalama A_n değeri (3.95 ± 0.38) bildirmişlerdir. Çalışmamızda, ülkemiz kültür popülasyonları genelinde elde edilen ortalama allel çeşitliliğinin (7.86 ± 1.075) türün doğal popülasyonlarına oranla düşük olmakla beraber, diğer ülkelerde üretilen kültür popülasyonlarına benzer veya daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum bahsedilen çalışmaların yapıldığı ülkelerle karşılaştırıldığında ülkemizde yoğun ve bilinçli bir seleksiyonun yapılmıyor olması açıklanabilir. Nitekim, ülkemiz popülasyonlarında yüksek sıcaklık toleransı QTL'i bağlantılı olan Omy77DU (9.40 ± 1.95), yumurtlama zamanı ile bağlantılı olan Omy207UoG (10.60 ± 2.01) ve büyüme hızıyla bağlantılı OmyFGT5TUF (4.20 ± 1.06) lokuslarında gözlemlediğimiz ortalama A_n değerleri diğer ülkelerdeki kültür

populasyonlarına oranla daha yüksek bulunmuştur (Fishback vd., 2000; Nielsen vd., 1999; McDonald vd., 2003; Ward vd., 2003).

Populasyon içi çeşitliliğin önemli bir göstergesi olan heterozigotluk oranları açısından değerlendirildiğinde, ülkemizde üretilen gökkuşığı alabağı populasyonlarında ortalama H_G oranının (0.693 ± 0.071) ortalama H_B oranının (0.723 ± 0.04) altında olduğu görülmüştür. Bu durum ülkemiz gökkuşığı alabalığı populasyonlarında homozigotluk oranlarının arttığını ifade etmektedir. Populasyonlardaki homozigot ve heterozigot birey oranlarının Hardy-Weinberg dengesine uyumluluğunu gösteren F_{IS} değerleride, ülkemiz kültür populasyonlarında soy içi eşleşme oranının arttığını ifade eder şekilde (OMM1325 lokusu dışında) çoğu kez pozitif değerler almıştır. Diğer ülkelerdeki bazı kültür populasyonları içinde benzer bir durum gözlenmiştir (Silverstein vd., 2003; Lulla vd., 2006). Fakat heterozigotluk oranları benzer olan kültür populasyonlarında rapor edilmiştir (Ward vd., 2003; Spies vd., 2005). Allel çeşitliliği nispeten yüksek olduğu halde homozigotluk oranlarının artması üretim verimini artırmak üzere yapılan seleksiyon çalışmaları ve/veya soy içi eşleşmeler sonucu gerçekleşebilir. Fakat örneklemeler sırasında yapılan anketler ülkemiz işletmelerinde yoğun seleksiyon çalışmalarının yapılmadığını, işletmelerin anaç adaylarını ilk yeme kalkan, deformasyonsuz veya iri benekli ve kaudal yüzgeci uzun gibi morfolojik karakterlere göre seçtiğini göstermiştir. Ayrıca hiçbir işletmenin anaçlarına markalamadığı, hatta yaş gruplarına göre ayırmadığı tespit edilmiştir. Erkek anaç olarakta 1-2 yaşında genç bireyler kullanılmaktadır. Bu koşullarda, ilk üreme yaşı sonrası (3 yaş üzeri) dişilerden alınan yumurtaların genç erkeklerin spermi ile döllenmesi ana-oğul eşleştirilmesi, yani soy içi eşleşme, riskini oldukça artırmaktadır. Bu sebeple, kullanılan eşleştirme dizaynları veya eşleştirme dizaynlarına dikkat edilmemesi soy içi eşleşmelere ve ülkemiz gökkuşığı alabalığı populasyonlarında homozigot birey oranlarının artmasına sebep olmuş olabilir.

Populasyonlar arasında genetik farklılaşmanın bir ölçütü olan F_{ST} değeri ülkemiz populasyonları için 0.061 ± 0.028 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 0.05'ten büyük olması ülkemiz populasyonlarında küçük çapta bir farklılaşmanın başladığını ifade etmektedir. Populasyon çiftleri arasındaki F_{ST} değerlerine göre çizilen dendogram baz alınarak yapılan AMOVA testleri ise ülkemizde üretimi yapılan

populasyonlarının temelde 2 gruba ayrılma sürecine girdiğini göstermektedir. Taşatan ve Tekir işletmelerine ait populasyonlar bir grubu oluştururken, ülkemizde üretilen diğer 17 populasyon diğer bir grubu oluşturmaktadır. Kendi içinde bir grup oluşturan bu 17 populasyon ABD kökenli ticari bir firmadan aldığı gözlü yumurtalarla üretim yapan Liman işletmesi populasyonuna genetik olarak Taşatan ve Tekir populasyonlarından daha yakın bulunmuştur. Tüm gökkuşacağı alabalığı kültür populasyonlarının kökeninin ABD'deki McCloud Nehri olduğu (McCrimmon, 1971) ve dünya çapında gözlü yumurta satan ABD firmasından ülkemiz işletmelerine direkt veya dolaylı yolla yumurta veya balık girişi muhtemel olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu durum pek şaşırtıcı değildir. Diğer yandan, çalışma sonuçları Almanya-Hollanda, Güney Amerika-Avustralya kökenli anaçlarla üretime başlayan Taşatan ve Tekir populasyonlarının ülkemizde kültürü yapılan diğer gökkuşacağı alabalığı populasyonlarından genetik olarak farklılaşmaya başlamış populasyonlar olduğunu ifade etmektedir.

Kısmen Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu tarafından da desteklenen bu çalışmada, ülkemiz gökkuşacağı alabalığı populasyonlarının genetik yapısı 7 lokus bazında taranmıştır. Amacı ileride yapılması muhtemel ıslah çalışmaları için var olan genetik çeşitliliğin ortaya çıkarılması olan çalışmadan elde edilen sonuçlar, ülkemizde kültürü yapılan gökkuşacağı alabalığı populasyonlarında allel zenginliğinin diğer ülkelerdeki kültür populasyonlarına benzer veya daha yüksek olduğunu, heterozigotluk oranlarının biraz düşmekle birlikte olası bir ıslah çalışması için yeterli düzeyde olduğunu ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

Aguilar, A., Garza, C. J., 2006. Analysis of FST outliers at allozyme loci in Pacific salmon: implications for natural selection. *Environmental Biology of Fishes* 76, 329-339.

Ağdamar, S. Türkiye’de üretilen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) populasyonlarının mikrosatellit DNA analizi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Muğla, 2010.

Akhan, S., Canyurt, M. A., 2005. Üç farklı kuluçkahanedeki damızlık gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) stokları arasında genetik çeşitliliğin RAPD-PCR yöntemiyle belirlenmesi üzerine bir araştırma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 22(1-2), 25–30.

Aksakal, E., Düşük ve Yüksek Canlı Ağırlığa Sahip Gökkuşuğu Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) arasındaki genetik varyasyonun mikrosatellit markırlar kullanılarak belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2009.

Allendorf, F.W., Thorgaard, G.H., 1984. Tetraploidy and evolution of salmonids fishes. *Evolutionary Genetics of Fishes* (Turner, B. J., Editör). Plenum Press, NewYork.

Anonim, <http://www.fishbase.org/summary/Oncorhynchus-mykiss.html>, 2011.

Anonim, Su ürünleri istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/yillik/yillik.pdf>, 2009.

Aras, M. S., Bircan, R., Aras, N. M. 1997. Genel Su Ürünleri ve Balık Üretim Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:173.

Beacham, T. D., McIntosh, B., MacConnachie, C., 2004. Population structure of lake-type and river-type sockeye salmon in transboundary rivers of northern British Columbia. *Journal of Fish Biology* 65(2), 389-402.

Bender, W., Spierer, P., Hogness, D. S., 1983. Chromosomal walking and jumping to isolate DNA from the Ace and rosy loci and the bithorax complex in *Drosophila*. *Journal of Molecular Biology* 168: 17-33.

Berkman, C.C., Ras1, RAG1, RAG32 and IGF2 RFLP analysis of some hatchery rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations in Turkey. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 2001.

- Coulibaly, I., Gharbi, K., Danzmann, R.G., Yao, J., Rexroad III, C.E., 2005. Characterization and comparison of microsatellites derived from repeat-enriched libraries and expressed sequence tags. *Animal Genetics* 36, 543–550.
- Civaner, E. Ç., Su ürünleri dış pazar araştırması. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, Ankara, 75 s. 2004.
- Cross, T. F., Challanain D. N., 1991. Genetic characterisation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) lines farmed in Ireland. *Aquaculture* 98, 209–216.
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1999. Türkiye su ürünleri sektörü: potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm yolları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları 1999(2), 414.
- Danzmann, R. G., Ferguson, M. M., Allendorf, F. W., 1986. Heterozygosity and Developmental Rate in a Strain of Rainbow-Trout (*Salmo gairdneri*), *Evolution* 40(1), 86-93.
- Danzmann, R.G., Ferguson, M. M., 1988. Developmental rates of heterozygous and homozygous rainbow trout reared at three temperatures. *Biochemical Genetics* 26, 53-67.
- Ellegren, H., Genome analysis with microsatellite markers. Doktora Tezi, Swedish University of Agricultural Sciences, İsveç, 1993.
- Emre, Y., 2004. Alabalık yetiştiriciliği. T.C Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi, Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 17s.
- Estoup, A., Beaumont, M., 2004. Microsatellite null alleles and estimation of population differentiation. *Molecular Biology and Evolution* 11, 1591-1604.
- Excoffier, L., Laval, G., Schneider, S., 2006. Arlequin ver. 3.1: A Software for Population Genetic Analysis. Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, İsviçre.
- FAO, 2006. Global aquaculture production: 1950-2006, <http://www.fao.org>.
- Ferguson, M. M., Draushchak, L. R., 1990. Disease resistance and enzyme heterozygosity in rainbow trout. *Heredity* 64, 413–417.
- Ferguson, M. M., 1992. Enzyme heterozygosity and growth in rainbow trout: genetic and physiological explanations. *Heredity* 68, 115-122.

- Ferguson, M. M., Danzmann, R. G., Arndt, S. K. A., 1993. Mitochondrial DNA and allozyme variation in Ontario cultured rainbow trout spawning in different seasons. *Aquaculture* 117, 237-259.
- Fishback, A. G., Danzmann, R. G., Ferguson, M. M., 2000. Microsatellite allelic heterogeneity among hatchery rainbow trout maturing in different seasons. *Journal of Fish Biology* 57, 1367-1380.
- Fjalestad, K. T., Moen, T., Gomez-Raya, L., 2003. Prospects for genetic technology in salmon breeding programmes. *Aquaculture Research* 34, 397-406.
- Gajardo, G., Diaz, O., Crespo, J. E., 1998. Allozymic variation and differentiation in naturalized populations of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), from southern Chile. *Aquaculture Research* 29, 785-790.
- Gjerde, B., Gunnes, K., Gjedrem, T., 1983. Effect of inbreeding on survival and growth in rainbow trout. *Aquaculture* 34, 327-332.
- Goudet, J., 2002. FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3.2).
- Gregg, R. E., Rhodes, Jr. O. E., Armstrong, G., 2001. A genetic analysis of the London strain of rainbow trout. *Animal Genetics* 32, 210-214.
- Guo, S W., Thompson, E. A., 1992. Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportion for multiple alleles. *Biometrics* 48, 361-72.
- Hauser, L., Seamons, T. R., Dauer, M., 2006. An empirical verification of population assignment methods by marking and parentage data: hatchery and wild steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) in Forks Creek, Washington, USA, *Molecular Ecology* 15, 3157- 3173
- Hershberger, W. K., 1992. Genetic variability in rainbow trout populations. *Aquaculture* 10, 51-71.
- Kincaid H. L., 1976. Effects of inbreeding on rainbow trout populations. *Transactions of the American Fisheries Society* 105, 273-285.
- Kincaid, H. L., Gray, M. J., Mengel, L. J., Brimm, S., 1997. National fish strain registry- trout: species tables of reported strains and broodstocks. USFWS, Spearfish, SD, USGS Wellsboro, PA, ABD.

- Liu, Z. J., Cordes, J. F., 2004. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture* 238, 1-37.
- Lulla, P., Gross, R., Naver, T., 2006. Genetic variability and differentiation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) strains in northern and Eastern Europe. *Aquaculture* 272, 139-146.
- McConnell, S.K., O'Reilly, P., Hamilton, L., Wright, J. N. Bentzen, P., 1995. Polymorphic microsatellite loci from Atlantic salmon (*Salmo salar*) – genetic differentiation of North-American and European populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52, 1863–1872.
- McCrimmon, H. R., 1971. World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 28(5), 663-704.
- McDonald, D. B., 2003. Microsatellite DNA evidence for gene flow in neotropical lek-mating long-tailed manakin. *Condor*, 105:580-586.
- Miller, M.P., 1997. TFPGA Version 1.3. A Windows program for the analysis of allozyme and molecular population genetic data. Department of Biological Sciences, Northern Arizona University, Arizona, ABD.
- Morris, D.B., Richard, K.R., Wright, J.M., 1996. Microsatellites from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and their use for genetic study of salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53, 120–126.
- Narum, S. R., Contor, C., Talbot, A., Powell, M., 2004. Genetic divergence of sympatric resident and anadromous forms of *Oncorhynchus mykiss* in the Walla Walla River and Columbia River Basin, U.S.A. *Journal of Fish Biology* 65, 471–488.
- Nei, M., 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89, 583-590.
- Nielsen, J. L., Crow, K. D., Fountain, M. C., 1999. Microsatellite diversity and conservation of a relic trout population: McCloud River redband trout. *Molecular Ecology* 8, 129-42.
- O'Connell, M., Wright, J. M., 1997. Microsatellite DNA in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7, 331–363.
- Okumuş, İ., 2002. Rainbow trout broodstock management and seed production in Turkey: present practices, constraints and the future. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2, 41-56.

- Oliveira, E. J., Zucchi, M. I., Vencovsky, R., Vieira, M. L. C., 2006. Origin, evolution and genome distribution of microsatellites. *Genetics and Molecular Biology*. 29, 294–307.
- O'Malley, K. G., Sakamoto, T., Danzmann, R. G., Ferguson, M. M., 2003. Quantitative trait loci for spawning date and body weight in rainbow trout: testing for conserved effects across ancestrally duplicated chromosomes. *Journal of Heredity* 94(4), 273-284.
- Ozaki, A., Sakamoto, T., Khoo, S., Nakamura, K., Coimbra, M. R. M. Akutsu, T., Okamoto, T., 2001. Quantitative trait loci (QTLs) associated with resistance /susceptibility to infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Molecular Genetics and Genomics* 265, 23–31.
- Örs, T., 2001. Ege bölgesinde ekonomik değeri olan bazı balık türleri ile genetiksel karyotip araştırmalar. Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pante, J. R., Gjerde, B., McMillan, I., 2001. Inbreeding levels in selected populations of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 192, 213–224.
- Palti, Y., Fincham, R., Rexroad III, C. E., 2002. Characterization of 38 polymorphic microsatellite markers for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Molecular Ecology Notes* 2, 449–452.
- Rodriquez, F., Rexroad III, C. E., Palti, Y., 2003. Characterization of twenty-four microsatellite markers for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Molecular Ecology Notes* 3, 619–622.
- Rousset, F., 2008. Genepop'007: a complete reimplementation of the Genepop software for Windows and Linux. *Molecular Ecology Resources* 8, 103-106.
- Sakamoto, T., Okomato, N., Ikeda, Y., 1994. Rapid communication: dinucleotide repeat polymorphism of rainbow trout, FGT5. *Journal of Animal Science* 72, 2768.
- Sakamoto, T., Danzmann, R. G., Okamoto, N., 1999. Linkage analysis of quantitative trait loci associated with spawning time in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 173(1-4), 33-43.
- Silverstein, J. T., King, T., Rexroad, C. E., 2003. Genetic variation measured by microsatellites among three strains of domesticated rainbow trout. *Aquaculture Research* 35, 40-48.

- Spies, I. B., Brasier, D. J., O'Reilly, P. T. L., Seamonss, T. R., Bentzen, P., 2005. Development and characterization of novel tetra-, tri-, and dinucleotide microsatellite markers in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Molecular Ecology Notes* 5, 278–281.
- Su, G. S., Liljedahl, L. E, Gall, G. A. E., 1996. Effects of inbreeding on growth and reproductive traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 142, 139-148.
- Tautz, D., 1989. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acids Research* 17, 6463-6471.
- Thelen, G. C., Allendorf, F. W., 2001. Heterozygosity-fitness correlations in rainbow trout: effects of allozyme loci or associative overdominance. *Evolution* 55, 1180-1187.
- Thompson, D., 1985. Genetic identification of trout strains. *Aquaculture* 46, 341-351.
- Togan, İ., Ergüven, A., Emre, Y., Berkman, C. C., Koban, E., 2002. Türkiye'de Güney Ege ve Akdeniz'de bulunan alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) çiftlikleri stoklarının moleküler yöntemlerle korunması. TARP-1811, Ankara.
- Ulupınar, M., Okumuş, İ., 2002. Kuzey-Doğu Karadeniz'de yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) kromozom farklılıklarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 26, 525-533.
- Utter, F., Aebersold, P., Winans, G., 1987. Population genetics and fishery management. University of Washington Press, Seattle, ABD.
- Ward, R. D., Jorstad, K. E., Maguire, G. B., 2003. Microsatellite diversity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) introduced to Western Australia. *Aquaculture* 219(1-4), 169-179.
- Weir, B. S., Cockerham, C. C., 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38, 1358–1370.
- Wolfus, G. M., Garcia, D. K., Alcivar–Warren, A., 1997. Application of the microsatellite technique for analyzing genetic diversity in shrimp breeding programs. *Aquaculture* 152, 35-47.

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Münevver ORAL

Adres: Yeni mahalle 201. Sokak No:9 Yatağan/MUĞLA

Mail: munevverorall@gmail.com

Eğitim:

Yüksek Lisans: Muğla Üniversitesi, FBE, Su Ürünleri ABD 2009-2011

Lisans: Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 2005-2009

Lise: Yatağan Süper Lisesi (Y.D.A) 2000-2004

Orta: Cumhuriyet İlköğretim Okulu 1997-2000

İlköğretim: Kıbrıs İlköğretim Okulu 1992-1997

İş/Staj Denevimleri:

- 1) Kılıç Holding, Ören Kuluçkahane Tesisi – Staj – Ocak 2008
(Canlı Yem, Çipura ve Levrek Larva Üniteleri, Anaç Ünitesi ile Adaptasyon Tesisleri)
- 2) Muğla Üniversitesi, Proje Laboratuvarı– Staj – Temmuz 2006
(Enzim Homojenizasyonu ve NATIVE-PAGE)

Görev Aldığı Projeler:

- 1) Türkiye’de Üretimi Yapılan Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Irklarının Genetik Karakterizasyonu – DPT 2007-2009.
- 2) Türkiye’deki Relikt Endemik Sığıla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis* ve *L. orientalis* Mill. var. *integriloba* Fiori) Populasyonlarında Genetik Çeşitliliğin İzoenzimler ve RAPD (Rasgele Üretilen Polimorfik DNA) Belirteçleri Yardımıyla Saptanması – TÜBİTAK 2008.

Katıldığı Eğitim ve Sempozyumlar:

- 1) ADÜ BİLTEM Klonlama Kursu, Eylül 2010, Aydın
- 2) ADÜ Bilim ve Proje Şenliği, Nisan 2010, Aydın

- 3) 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu – Temmuz 2009, Rize. Poster Sunum, “Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Anaç Yönetimi Maksadıyla Kullanılan Genetik Belirteçler: Örnek Bir Çalışma”.
- 4) Ulusal Alabalık Sempozyumu – Ekim 2008, Isparta. Poster Sunum, “Gökkuşuğu Alabalığı (*Onchornychus mykiss*)’nda Kullanılan Genetik Belirteçlerin Karşılaştırılması”.
- 5) SMAP III Avrupa Birliği Projesi: Gökova İç Körfezi ve Sedir Adası Bütünleşik Kıyı Yönetim Eylem Planının Hazırlanması – Temmuz 2008, Muğla.
- 6) 14. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu – Eylül 2007, Muğla.
- 7) II. Öğrenci Kurultayı TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası - Kasım 2006, Ankara.
- 8) Türkiye Su Ürünleri ve Kültür Balıkçılığı 2006 Seminerleri, Muğla.
- 9) Ulusal SU Ürünleri Öğrenci Sempozyumu – Mayıs 2006, Muğla.

Yabancı Dil:

İngilizce: Okuma: İyi, Yazma: İyi, Anlama: İyi Konuşma: İyi (IELTS:5.5)

Ödüller:

Fakülte Birinciliği, Muğla Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 2009
Lisans Derecesi: (3,57/4)