

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANADOLU'DA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI KAHVERENGİ ALABALIK
(Salmo trutta labrax, S. t. caspius, S. t. abanticus) **HİBRİTLERİNİN KULUÇKA**
PERFORMANSLARI VE MİKROSATELLİT DNA BELİRTEÇLERİNE DAYALI
PARENTAL ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Su Ürünleri Yük. Müh. Gökhan KALAYCI

ŞUBAT 2017

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

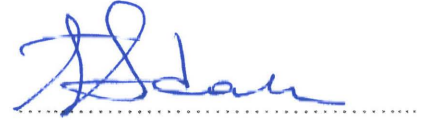
**Balıkçılık Teknolojisi Anabilim Dalında
Gökhan KALAYCI Tarafından Hazırlanan**

ANADOLU'DA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI KAHVERENGİ ALABALIK (*Salmo trutta labrax*, *S. t. caspius*, *S. t. abanticus*) HİBRİTLERİNİN KULUÇKA PERFORMANSLARI VE MİKROSATELLİT DNA BELİRTEÇLERİNE DAYALI PARENTAL ANALİZİ

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 10 /01 /2017 gün ve 1684 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI



Üye : Prof. Dr. İlhan ALTINOK



Üye : Prof. Dr. Davut TURAN



Üye : Doç. Dr. Erol ÇAPKIN



Üye : Doç. Dr. Yılmaz ÇİFTÇİ



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Anadolu’da Dağılım Gösteren Bazı Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta labrax*, *S. t. caspius*, *S. t. abanticus*) Hibritlerinin Kuluçka Performansları ve Mikrosatellit DNA Belirteçlerine Dayalı Parental Analizi” adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı’nda “Doktora Tezi” olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın giderleri TÜBİTAK tarafından desteklenen 214O595 no’lu “Anadolu’da Dağılım Gösteren Bazı Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta labrax*, *S. t. fario* ve *S. t. abanticus*) Hibritlerinin Büyüme, Gelişme Özellikleri ve Mikrosatellit DNA Belirteçlerine Dayalı Parental Analizi” adlı projeden karşılanmıştır.

Ülkemizde doğal olarak dağılım gösteren ve yetiştiriciliği kısmen de olsa yapılan kahverengi alabalıkların en yaygın olanları Karadeniz, Aras ve Abant alabalıklarıdır. Bu alabalıkların birbiriyle çaprazlanması sonucunda yetiştiricilik potansiyeli yüksek alternatif gruplar ortaya çıkmasının yanında ebeveynlerinden yavrulara gen akışı oranının belirlenerek ve hangi markerların kullanışlı olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Tez çalışmam süresince bilgi ve birikimlerini paylaşarak bana destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. İlhan ALTINOK’a teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme komitesinde yer alıp her türlü desteklerini gördüğüm Sayın Prof. Dr. Davut TURAN ve Sayın Doç. Dr. Erol ÇAPKIN’a, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Nadir BAŞÇINAR’a, çalışmanın her aşamasında bana yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Rafet Çağrı ÖZTÜRK’e ayrıca Balıkçılık Teknolojisi Yük. Müh. Sayın H. İbrahim ERBAŞ, Sayın R. Onur CİVELEK, Sayın Zekeriya KAVUK’a ve Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarında eğitim gören tüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Özellikle tez çalışması döneminde benim için her türlü fedakarlığı yapan ve her konuda beni destekleyen sevgili eşim Tuğba ERGÜL KALAYCI’ya ve moral motivasyon kaynağım oğlum Göktuğ Deniz KALAYCI’ya, bugünlere gelmemde üzerimde emeği olan anneme, babama, kayınvalideme, tüm aile ve arkadaşlarıma en içten dileklerle teşekkür ederim.

Gökhan KALAYCI
Şubat 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Anadolu’da Dağılım Gösteren Bazı Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta labrax*, *S. t. caspius*, *S. t. abanticus*) Hibritlerinin Kuluçka Performansları ve Mikrosatellit DNA Belirteçlerine Dayalı Parental Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. İlhan ALTINOK’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.
06/02/2017

Gökhan KALAYCI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Alabalıklar	2
1.2.1. Alabalıkların Taksonomik Durumu.....	2
1.2.2. Alabalıkların Coğrafik Dağılımı	4
1.2.3. Ülkemizde Dağılım Gösteren Alabalıklar	4
1.2.3.1. Karadeniz Alabalığı.....	6
1.2.3.2. Aras (Hazar) Alabalığı	7
1.2.3.3. Abant Alabalığı	8
1.3. Alabalıklarda Hibridizasyon.....	9
1.4. Tür Tayininde Kullanılan Genetik Metotlar.....	10
1.5. Balıklarda Moleküler Ebeveyn Analizi	12
1.5.1. Moleküler Ebeveyn Analizi Temel Prensipleri ve Uygulamaları	13
1.5.2. Balıklarda Ebeveyn Analiz Metotları	14
1.5.2.1. Dışlama.....	15
1.5.2.2. Kategorik Ayırma.....	15
1.5.2.3. Kademeli Ayırma	15
1.5.2.4. Ebeveyn Yeniden Yapılandırılması.....	15
1.5.2.5. Tüm Olasılık Ebeveyn Tayini	16
1.5.2.6. Birlik Yeniden Yapılandırılması	16
1.6. Mikrosatellit Belirteçler	16
1.7. Önceki Çalışmalar	18
1.7.1. Yetiştiricilik Çalışmaları	18
1.7.2. Mikrosatellit ve Ebeveyn Analizi Çalışmaları	22

1.8.	Çalışmanın Amacı ve Önemi	29
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	32
2.1.	Materyal.....	32
2.2.	Sağım ve Döllenme	32
2.2.1.	Yumurta Sayısı ve Büyüklüğünün Belirlenmesi	33
2.2.2.	Kuluçka Performansının Belirlenmesi	34
2.3.	Mikrosatellit ve mtDNA Yöntemiyle Ebeveyn ve Hibritlerin Belirlenmesi.....	35
2.3.1.	DNA İzolasyonu.....	35
2.3.2.	PZR.....	37
2.3.2.1.	mt DNA Gen Bölgeleri.....	37
2.3.2.2.	Mikrosatellit DNA Gen Bölgeleri	38
2.3.3.	Veri Analizi	40
2.3.3.1.	Kuluçka Performansına Ait Veri Analizi	40
2.3.3.2.	mtDNA Veri Analizi	40
2.3.3.3.	Mikrosatellit Veri Analizi	41
3.	BULGULAR	43
3.1.	Kuluçka Performansı.....	46
3.2.	mt DNA Analizi	48
3.3.	Mikrosatellit ile Ebeveyn Analizi.....	49
4.	TARTIŞMA.....	61
5.	SONUÇLAR	66
6.	ÖNERİLER	68
7.	KAYNAKLAR.....	69
	ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

ANADOLU'DA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI KAHVERENGİ ALABALIK (*Salmo trutta labrax*, *S. t. caspius*, *S. t. abanticus*) HİBRİTLERİNİN KULUÇKA PERFORMANSLARI VE MİKROSATELLİT DNA BELİRTEÇLERİNE DAYALI PARENTAL ANALİZİ

Gökhan KALAYCI

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. İlhan ALTINOK
2017, 81 Sayfa

Bu çalışmada ülkemizde dağılım gösteren üç alabalık türü olan Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*), Aras Alabalığı (*Salmo trutta caspius*) ve Abant Alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) arasında hibridizasyon gerçekleştirilmiştir. Hibrit bireyler ile saf türlerin kuluçka performansları karşılaştırmalı olarak araştırılmış ve 16 adet mikrosatellit belirteç kullanılarak bireylerin ebeveyn analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda bütün gruplardan hibrit bireyler elde edilmiştir. Gözlenme çıkış ve serbest yüzmeye başlama süreleri sırasıyla 20-23 gün; 37-39 gün ve 54-65 gün arasında değiştiği hesaplanmıştır. Döllenme oranı $94,26 \pm 2,70$ ile $99,89 \pm 0,06$, çıkış oranı $26,24 \pm 6,65$ ile $50,15 \pm 8,82$ arasında değişmektedir. Larval yaşam oranı $34,73 \pm 13,13$ ile $64,79 \pm 12,65$; kuluçka randımanı ise $24,81 \pm 6,42$ ile $49,03 \pm 8,18$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda gruplar arası anlamlı bir fark bulunamamıştır. Mikrosatellit analizi sonucunda gruplar lokus başına 1-9 arasında allele sahip olduğu ve etkili allel sayısının 2,04- 3,51 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan ebeveyn analizi sonucunda ebeveynlerinden yalnız bir tanesi bilinen yavruların kombine dışlama oranları $>99,99$ olarak hesaplanmıştır. Böylece yavruların ebeveynlerinin hangi bireyler olduğu net bir şekilde belirlenebilmektedir. Ayrıca analiz sonucunda yavrulara en fazla gen aktarımının anneden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikrosatellit, Ebeveyn analizi, hibridizasyon, kahverengi alabalık

PhD. Thesis

SUMMARY

HATCHING PERFORMANCE OF SOME BROWN TROUTS (*Salmo trutta labrax*, *S. t. caspius*, *S. t. abanticus*) HYBRIDS DISTRIBUTED IN ANATOLIA AND PARENTAGE ANALYSIS BASED ON MICROSATELLITE DNA MARKER

GÖKHAN KALAYCI

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Fisheries Technology Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. İlhan ALTINOK
2017, 81 Pages

In this study, interspecific hybridisation was carried out in three brown trout species, Black sea trout (*Salmo trutta labrax*), Caspian trout (*Salmo trutta caspius*) and Abant trout (*Salmo trutta abanticus*), distributed in Anatolia. Hatching performance of hybrids and purebred was investigated comparatively and parentage analysis was conducted using 16 microsatellite loci. Hybrids were obtained from all of the interspecific hybridisations. Eyeing, hatching and swim up durations were calculated as 20-23 day, 37-39 day and 54-65 day, respectively. Fertilisation rates were varied between 94.26 ± 2.70 and 99.89 ± 0.06 . Hatching rates were ranged between 26.24 ± 6.65 and 50.15 ± 8.82 . Larval survival rates were between 34.73 ± 13.13 and 64.79 ± 12.65 while incubation efficiencies were ranged between 24.81 ± 6.42 and 49.03 ± 8.18 . There were no significant differences between groups. Based on microsatellite analysis, groups had 1-9 alleles per loci and effective allele size was calculated as 2.04- 3.51. In the parentage analysis, combined power of exclusion was >99.99 when at least one parent known. Therefore parent of offspring could be determined clearly. In addition, it was determined that gene transfer from mother to the offspring was clearly higher than that of father.

Key Words: Microsatellite, Parentage analysis, hybridisation, Brown trout

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kahverengi alabalıkların dünya üzerindeki dağılımı	4
Şekil 2. Tatlı suda bulunan Karadeniz alabalığı	6
Şekil 3. Tatlı suda bulunan Aras alabalığı	7
Şekil 4. Tatlı suda bulunan Abant alabalığı	8
Şekil 5. Markalanmış anaç balıklar	32
Şekil 6. Çaprazlama şeması	32
Şekil 7. Yumurtadan çıkan yavruların görüntüsü	34
Şekil 8. Serbest yüzme aşamasındaki yavrular	34
Şekil 9. Serbest yüzen larvaların tutulduğu akvaryumlar	34
Şekil 10. Abant alabalığı ve Karadeniz alabalığı bireyleri	43
Şekil 11. Aras alabalığı bireyleri	44
Şekil 12. AL ve LA grubu melez bireyler	44
Şekil 13. CA ve AC grubu melez bireyler	45
Şekil 14. LC ve CL grubu melez bireyler	45
Şekil 15. Kuluçka suyu sıcaklığı değişim grafiği	46
Şekil 16. <i>cytb</i> ve <i>D-loop</i> gen bölgelerinin değişken baz pozisyonları	48
Şekil 17. <i>Salmo t. labrax</i> , <i>S. t. caspius</i> ve <i>S. t. abanticus</i> türlerinin <i>cytb</i> gen dizisine dayalı filogenetik ağacı	49
Şekil 18. Gruplara göre ortalama allel sayısı, allel frekansı, etkili allel sayısı, bilgi indeksi, özel ve ortak allel sayısı ve beklenen heterozigotluk değerleri	50
Şekil 19. AA grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi	57
Şekil 20. CC grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi	57
Şekil 21. LL grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi	57
Şekil 22. AC ve CA grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi	58
Şekil 23. AL ve LA grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi	58
Şekil 24. LC ve CL grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi	58
Şekil 25. Gruplar arasındaki ilişkiyi gösteren NJ ağacı	60

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dünyada doğal hibritleşen alabalıkların hibrid oranları ve referansları.....	10
Tablo 2. <i>cytb</i> ve <i>D-loop</i> primerlerinin baz dizilimi ve PZR koşulları.....	37
Tablo 3. Mikrosatellit primer grupları ve nükleotit sıraları.....	39
Tablo 4. Mikrosatellit primerlerin bağlanma sıcaklığı (Tm), işaretlendiği floresan boya, allel sayısı, allel boyu ve tekrar motifleri.....	40
Tablo 5. Gruplara göre gözlenme, çıkış ve serbest yüzme süreleri.....	47
Tablo 6. Hibrit ve saf grupların döllenme, çıkış, larval yaşama ve kuluçka randımanı oranları	47
Tablo 7. Gruplara göre ortalama allel sayısı, allel frekansı, etkili allel sayısı, bilgi indeksi, özel ve ortak allel sayısı ve beklenen heterozigotluk değerleri.....	50
Tablo 8. Lokuslara göre allel sayısı (AS), beklenen (Ho) ve gözlenen (He) heterozigotluk, PIC, PD, PE, E0, E1, E2, HWE, Fis ve Null allel frekansı.....	51
Tablo 9. Gruplar arası Fst ve Rst değerleri.....	59
Tablo 10. Gruplar arası genetik mesafe değerleri.....	59
Tablo 11. Gruplar arası Nm değerleri.....	60

SEMBOLLER DİZİNİ

AA	: Abant alabalığı (♀) x Abant alabalığı (♂)
AC	: Abant alabalığı (♀) x Aras alabalığı (♂)
AL	: Abant alabalığı (♀) x Karadeniz alabalığı (♂)
LA	: Karadeniz alabalığı (♀) x Abant alabalığı (♂)
LC	: Karadeniz alabalığı (♀) x Aras alabalığı (♂)
LL	: Karadeniz alabalığı (♀) x Karadeniz alabalığı (♂)
CC	: Aras alabalığı (♀) x Aras alabalığı (♂)
CL	: Aras alabalığı (♀) x Karadeniz alabalığı (♂)
CA	: Aras alabalığı (♀) x Abant alabalığı (♂)
PZR	: Polimeraz zincir reaksiyonu
bç	: baz çifti
nt	: nükleotit
GD	: gün derece
PIC	: Polimorfik bilgi içeriği
PD	: Ayırma gücü
PE	: Dışlama gücü
E0	: Hiçbir ebeveyn bilinmediğinde dışlama oranı
E1	: Yalnızca bir ebeveyn bilindiğinde dışlama oranı
E2	: Ebeveyn çifti bilindiğinde dışlama oranı
Ho	: Gözlenen heterozigotluk
He	: Beklenen heterozigotluk
HWE	: Hardy-Weinberg dengesi
TF	: Toplam yumurta verimi
TN	: Nisbi yumurta verimi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ülkemizde 1970'lerde başlayan kültür balıkçılığı, günümüzde 240 bin ton düzeyinde bir üretim potansiyeline ulaşmıştır. Üretimin büyük bir kısmı deniz balıklarından, bölge olarak ise Ege ve Akdeniz kıyılarındaki çiftliklerden özellikle deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) üretiminden sağlanmaktadır. Karadeniz kıyılarında ise, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), deniz levreği ve çok sınırlı miktarda da çipura ve Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) üretimi yapılmaktadır. Ayrıca iç sularda az da olsa sazan (*Cyprinus carpio*) üretimi yapılmaktadır. Potansiyel türler arasında yer alan Mersin balığı (*Acipenser sp.*), kalkan (*Psetta maxima*) balığı gibi alternatif türler ise üretimi çok zor olduğundan henüz ticari bir boyut kazanamamıştır. Alabalıklar açısından durum değerlendirildiğinde yaklaşık 107 bin ton gökkuşağı alabalığı 1440 ton ise kahverengi alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (TÜİK, 2015).

Yetiştiricilikte kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) hızlı ağırlık artışı göstermemesi ve gökkuşağı alabalığına göre tercih edilmemesine rağmen alternatif bir tür olarak ve nehirlerin balıklandırma çalışmalarında kullanılmak üzere yapay koşullarda kuluçkahanelerde üretimleri ve yetiştiriciliği Almanya, İngiltere ve Rusya gibi ülkelerde yapılmaktadır (Elliot, 1994). Rusya'da 1929 yılında chum salmonuyla başlayan balıklandırma çalışmaları Atlantik salmonu, pink salmon ve Aras alabalığı (*Salmo trutta caspius*) gibi türlerin üretim çalışmalarıyla devam ettirilmiştir (Çakır ve Mater, 1993). Birçok bölgede Karadeniz alabalığının yetiştiricilik özelliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Chernitskii, 1988; Solomon, 2000). Ülkemizde ise kahverengi alabalıklar içinde en ilgi çekici balıklardan biri olan Karadeniz alabalığı son zamanlarda doğal stokların azalması ve değerli bir balık olması nedeniyle yetiştirilebilirliği araştırılmaktadır. Karadeniz bölgesinde gökkuşağı alabalığı yetiştirilen işletmelerde aynı zamanda Karadeniz alabalığı yetiştiriciliği de yapılmaktadır.

Balık yetiştiriciliğinde temel amaç, mümkün olduğu kadar kısa zamanda, en verimli şekilde, daha büyük ve sağlıklı ürün elde etmektir. Bunun için ise, hijyenik koşullara dikkat etme, daha kaliteli yem kullanma, büyüme hormonları kullanmanın yanısıra üreme ve genetik mühendisliğinde uygulamalardan yararlanılmalıdır. Hibrit balık üretim

uygulamaları daha çok steril salmonid üretimi için tercih edilmektedir ve su ürünleri yetiştiriciliği için birçok avantajlar ortaya koymaktadır. Bu bağlamda yetiştiriciliğe kuluçka performansı daha iyi olan, daha iyi büyüyen, albenisi yüksek, (dış görünümünde değişik renk barındıran) ekonomik ve hastalıklara karşı dirençli alternatif türler kazandırmak amacıyla hibridizasyon işlemi yapılmaktadır.

Hibrit bireylerin ebeveynlerinden aktarılan genlerinin açığa çıkarılması ve ebeveyn belirlemede mikrosatellit belirteçler en iyi sonucu vermektedir. Çünkü mikrosatellitlerde bireyler arası genetik varyasyon oldukça yüksektir. Buna karşın diğer genetik belirteçlerde polimorfizm aynı ailede oldukça düşüktür. Mikrosatellitlerde allel sayısının fazlalığı ve belirlenebilen polimorfizmin yüksekliği sayesinde yapılan çalışmalarda her bir bireye özgü genotipler ortaya çıkmaktadır. Ancak daha büyük populasyonlar ve fazla sayıda mikrosatellit lokus kullanılmalıdır (Liu ve Cordes, 2004). Geçmişte bu seviyedeki analizler gözlenen ortak allellerin fazlalığı nedeniyle düşük değişkenliğe sahip belirteçlerle mümkün değildi. Bu tip analizler balıklarda farklı hayat davranışı formlarının ortaya çıkmasına ve yavru balıkların ebeveynlerinin hangi balıklar olduğunun belirlenmesine imkan sağlamıştır.

Mikrosatellit belirteçler kullanılarak çeşitli hayvan türlerinde ebeveyn tayini çalışmaları yapılmıştır. Bunlara; Kellogg vd. (1995) çiklit balıklarında, Bowling vd. (1997) atlarda, Boudry (1998) istiridyede, O'Reilly vd. (1998) Atlantik somon balıklarında, Luikart vd. (1999) keçilerde, Schnabel vd. (2000) sığırlarda, Okada ve Tamate (2000) geyiklerde, Tranah vd. (2001) mersin balığında, Ross vd. (2004) levrek balığında, Avanus (2007) köpeklerde, Glowatzki-Mullis vd. (2008) koyun ve keçilerde, mikrosatellit markırlar kullanarak yaptıkları ebeveyn belirleme çalışmaları, örnek olarak gösterilebilir.

1.2. Alabalıklar

1.2.1. Alabalıkların Taksonomik Durumu

Kahverengi alabalıkların dahil olduğu *Salmonidae* familyası 11 cins ve yaklaşık 230 türü barındıran oldukça geniş bir tür grubunu kapsamaktadır. Bu cinsler: *Salmo*, *Salvelinus*, *Oncorhynchus*, *Brachymystax*, *Coregonus*, *Hucho*, *Parahucho*, *Salvethimus*, *Prosopium*, *Stenodus* ve *Thymallus* olarak isimlendirilmektedir. Fishbase kayıtlarına göre *Salmo*

cinsine ait Dünya üzerinde şu ana kadar tanımlanmış 48 adet tür bulunmaktadır ve bunların 12 tanesi doğal olarak ülkemiz iç sularında bulunmaktadır.

Günümüze kadar, *Salmo trutta* türünün çok sayıda alttürü tanımlanmış ayrıca yine aynı cinsine ait birçok tür tanımlanmıştır. Kottelat ve Freyhof (2007), yaptıkları detaylı çalışma sonucunda Avrupa’da dağılım gösteren alabalık türlerini incelemiş ve 29 türün varlığından söz etmiştir.

Kahverengi alabalıkların sistematiği oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bilim adamlarının, *S. trutta*’nın bazı alt türlerinin veya ekotiplerinin *Salmo* cinsinin bir türü olarak kabul edilip edilmeyeceği konusundaki görüş ayrılıkları nedeniyle, *Salmo* cinsine ait türlerin sistematik kategorisi netleşmemiştir. Bazı araştırmacılar kahverengi alabalıklardaki farklılıkların tür statüsü olabilecek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye alabalıklarında şekil farklılıklarının kısmen genetik farklılıklardan oluştuğu bildirilmiştir (Krieg ve Guyomard, 1985). Modern isimlendirme sisteminin başlangıcı sayılan 18. yüzyılın ortalarından beri, kahverengi alabalığın farklı formları için, 57 ayrı tür ismi ileri sürülmüştür (Kocabaş, 2009). Bu biçimde adlandırılmasına rağmen bu balığın büyük miktarda morfolojik ve ekolojik farklılıklardan kaynaklanan yaşam şekillerine sahip olması, günümüze kadar birçok bilim adamı tarafından, çok değişik isim altında karakterize edilmesine neden olmuştur (Ferguson, 2004). Alt tür, ekotip, ırk veya tür gibi çeşitli sistematik kateogiler altında toplanan kahverengi alabalıkların isimlendirildiği *Salmo* cinsinin sınıflandırması aşağıda verilmiştir.

Kingdom	Animalia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclass	Osteichthyes
Class	Actinopterygii
Subclass	Neopterygii
Infraclass	Teleostei
Superorder	Protacanthopterygii
Order	Salmoniformes
Family	Salmonidae
Genus	Salmo

1.2.2. Alabalıkların Coğrafi Dağılımı

Kahverengi alabalıklar doğal olarak tüm Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da doğal olarak dağılım göstermektedirler ancak günümüzde Antarktika hariç tüm kıtalarda ve birçok adalarda da bulunmaktadır (MacCrimmon ve Marshall, 1968). 1860'lardan 1925'lere kadar Avrupa popülasyonlarından elde edilen embriyolar balıkçılık talebini karşılayabilmek için deniz aşırı Avrupa kolonilerine gönderilmiştir. Bu ilk safhada hem direkt doğadan hem de yumurtaların transferi sayesinde ilk popülasyonlar ortaya çıkmıştır. *Salmo trutta* türünün Avrupa'dan Atlas Okyanusu'nun güneyine (Fas, Cezayir) ve Afganistan'daki Amu-Derya havzasının doğusuna kadar geniş bir yayılım gösterdiği rapor edilmiştir (Şekil 1) (Kottellat, 1997).



Şekil 1. Kahverengi alabalıkların dünya üzerindeki dağılımı (McIntosh vd., 2012)

1.2.3. Ülkemizde Dağılım Gösteren Alabalıklar

İsveç'li hayvan bilimci Carl Linnaeus ilk olarak 1758 yılında kahverengi alabalıkları yaşadıkları habitatlara göre anadrom (*Salmo trutta*), nehir (*Salmo trutta morpha fario*) ve göl (*Salmo trutta morpha lacustris*) formu olarak üç formdan oluştuğunu Systema Naturae'da yayınlamıştır.

Ülkemiz sularında *Salmo trutta labrax*, *Salmo trutta abanticus*, *Salmo trutta macrostigma* ve *Salmo trutta caspius* kahverengi alabalık ekotipleri doğal olarak bulunmaktadır (Tortonese 1954, Aras, 1976; Kuru, 2004; Geldiay ve Balık, 2007). Ancak

son yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda ülkemizdeki dağılım gösteren kahverengi alabalıklar bazı araştırmacılar tarafından *Salmo trutta* cinsine ait ekotipler olarak tanımlanmış olmasına rağmen bazı araştırmacılar tarafından ise *Salmo* cinsine ait türler olarak sınıflandırılmaktadır. Turan vd. (2010) ülkemizde *Salmo trutta labrax* ve *Salmo trutta macrostigma* türlerinin bulunmadığını ve bu şekilde isimlendirilen alabalıkların *Salmo rizeensis* ve *Salmo coruhensis* adıyla iki yeni tür olduğunu bildirmiştir. Turan vd. (2011) *Salmo tigridis* adıyla 1 yeni tür ve Turan vd. (2012) *Salmo chilo*, *Salmo labecula*, *Salmo opimus* adıyla üç yeni tür bildirmiştir. Ayrıca, Turan vd. (2014a) *Salmo okumusi*, *Salmo euphrataeus* adıyla 2 yeni tür ve Turan vd. (2014b) *Salmo kottelati* adıyla 1 yeni tür bildirmiştir. Bu doğrultuda ülkemizde dağılım gösteren ve tür düzeyinde tanımlanmış olan alabalıklar Fishbase veritabanı esas alınarak aşağıda belirtilmiştir. Buna göre ülkemizde *Salmo* cinsinin yaklaşık 12 türü olduğu belirtilmektedir.

- *Salmo caspius* Kessler, 1877 (Hazar ya da Aras alası)
- *Salmo trutta abanticus* Tortonese, 1954 (Abant alası)
- *Salmo trutta labrax* Pallas, 1814 (Karadeniz alası) ismi 2010 yılında Turan, Kottelat & Engin tarafından *Salmo coruhensis* (Çoruh alası) olarak değiştirilmiştir.
- *Salmo trutta macrostigma* (Duméril, 1858) (Dağ alası) ülkemizde yaygın olarak bulunan bu tür buldukları yere göre Turan vd. tarafından aşağıdaki 8 türe ayrılmıştır.
 - *Salmo chilo* Turan, Kottelat & Engin, 2012 (Akdere, Ceyhan Nehri)
 - *Salmo euphrataeus* Turan, Kottelat & Engin, 2014 (Fırat alası)
 - *Salmo kottelati* Turan, Doğan, Kaya & Kanyılmaz, 2014 (Alakır alası)
 - *Salmo labecula* Turan, Kottelat & Engin, 2012 (Akdeniz alası)
 - *Salmo okumusi* Turan, Kottelat & Engin, 2014 (Batı Fırat alası)
 - *Salmo opimus* Turan, Kottelat & Engin, 2012 (Aşağı Ceyhan Nehri)
 - *Salmo rizeensis* Turan, Kottelat & Engin, 2010 (Rize alası)
 - *Salmo tigridis* Turan, Kottelat & Bektaş, 2011 (Üst Dicle alası)
- *Salmo platycephalus* Behnke, 1968 (flathead trout)

1.2.3.1. Karadeniz Alabalığı

Karadeniz alabalığı (*Salmo coruhensis* (Syn. *Salmo trutta labrax*)), D: III-IV 9–11, A: III-IV 8–9 ışın, yan hatta: 112–125 pul, 58–60 arasında omura ve 47–48 arasında pilorik çekuma sahiptir. Diğer türlerden kırmızı beneklerin etrafında belirgin beyaz halkaların olması, vücutları üzerinde düzensiz siyah beneklerin bulunması ve solungaç kapağı üzerinde belirgin bir gölgeli gri lekenin bulunması ile ayrılmaktadır (Kocabaş, 2009a, 2011) (Şekil 2). Hayat döngülerinin önemli bir kısmını denizlerde geçirirler ve büyüme ve gelişmeleri denizlerde olur. Tatlı sulara üreme dönemlerinde göç ederler. Nehirlerin aşağı kısımlarında yaşarlar. Kocabaş (2009)'a göre Karadeniz'de boyları 100 cm'e ve ağırlıkları 26 kg'a kadar ulaşabilir ebeveynlerinin yumurta bıraktıkları sulara dönmeleri türe özgü karakteristik özelliğidir. Üreme özelliklerinden dolayı bu ekotipler deniz ve tatlı su arasında göç ederler. Bundan dolayı bunlara deniz ekotipi (*natio marina*) denilmiştir (Svetovidov, 1984; Geldiay ve Balık, 1996). Kış aylarında Karadeniz'e akan tatlı sulara girerek akarsuyun yukarı kısımlarında yumurtalarını kumlara ya da çakıllar arasında açtıkları yuvalara bırakırlar. Yumurtadan çıkan yavruları bir yıl kadar tatlı suda kalırlar daha sonra denizlere göçerler (Tabak vd., 2001). Genç bireyler tatlı suda iken vücutlarının her iki yanında da dağınık halde çok sayıda siyah ve kırmızı beneklere sahipken denizlere göçtükten sonra bu renkler kaybolmakta ve balık gümüşü bir renk almaktadır (Slastenonko, 1956; Svetovidov, 1984; Geldiay ve Balık, 1996; Kocabaş, 2009). *Salmo trutta*'nın diğer ekotiplerine göre daha büyük ebatlarda döl verirler. Cinsi olgunluğa dişileri 3-4, erkekleri 2-3, yaşlarında ulaşırlar. Tatlı sulara Eylül sonlarında girerler ve Ocak ayının başına kadar yumurtalarını tatlı suya dökerler (Kocabaş, 2009).



Şekil 2. Tatlı suda bulunan Karadeniz alabalığı (Orjinal)

1.2.3.2. Aras (Hazar) Alabalığı

Aras alabalığı (*Salmo trutta caspius*), ülkemizde Kura-Aras, Susuz akarsuları ile Çıldır Gölünde yaşamaktadır ve kökenleri Hazar Denizi'dir. Hazar Denizi'nde yaşayanlar anadrom olup üremek için Hazar Denizi'ne bağlantısı olan akarsulara göç etmektedirler ve olgunlaştıklarında yumurtlamak için yaklaşık 300 km mesafe kat edebildiği ve tatlı sularda uygun bölgelere yumurtalarını bıraktıkları bildirilmektedir. Aras alabalığında düzensiz ve farklı şekilli kırmızı benekler bulunur ve bu benekler yan hattın altına kadar inmektedir. Vücut rengi diğer ekotiplere oranla çok daha koyu renktedir. Baş üzerindeki ve vücudun ön tarafında bulunan koyu benekler mavimsi halkalarla çevrilmiştir. Kırmızı benek yağ yüzgeci ucuna doğru da bulunmaktadır (Kocabaş, 2009). Sırt yüzgecinde fazla miktarda siyah ve kırmızı benek bulunmaktadır. Kırmızı beneklerin etrafı çok ince beyazımsı haleyle çevrilidir. Sırt yüzgeci soluk gri renkli, dikey olarak 1-2 sıra elipsoit kırmızı ve yatay olarak ise 3-4 sıra siyah benekler bulunur. Yağ yüzgeci sarımtırak renkte, üst kısmın yarısı portakal renginde ve üzeri gri pigmentlidir, kuyruk yüzgeci hafif girintilidir. Solungaç kapağının ön tarafı üzerinde bir adet belirgin iri siyah ve birkaç ufak benek bulunmaktadır. 50 kilografa kadar büyüdüğü bildirilmektedir. Kumlu ve çakıllı nehir yatakları üremesi için oldukça uygun alanlardır (Kocabaş, 2009). Aras alabalığı anadrom özellik göstermesine rağmen ülkemiz sınırlarında yaşayanları denizlere ulaşamadıkları için tüm yaşamlarını tatlı suda geçirirler. Aras alabalığının formu Şekil 3'de verilmiştir

Kocabaş (2009)'a göre erkekleri 1-6 yaş arasında cinsi olgunluğa ulaşabilirler. Yetişkin bireyler 18-29°C kadar yaşayabilmekte olup yumurtaları 14°C'nin üzerinde ölür. Yaşamlarını sürdürebilecekleri optimum su sıcaklığı 12-17°C arasında değişmektedir. Denize göçen formlar, kıyasal alanlarda 40-50 m derinliklere kadar yaşamlarını sürdürebilmektedirler. (Tamarin vd., 1989).



Şekil 3. Tatlı suda bulunan Aras alabalığı (Orjinal)

1.2.3.3. Abant Alabalığı

Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) ilk kez Abant gölünde 1954'te Tortonese tarafından tanımlanmıştır. Morfolojik özellikleri Kocabaş (2009)'a göre üst profilden burundan sırt yüzgecine kadar iyi bir ark oluşturmuş, küt görünüşlü, vücudun üst kısımları açık sarı veya kahve renkli, yan kısımları gümüşü, vücutta lekeler siyah noktalar halinde büyük ve belirgin, bazen ince beyaz bir çember ile çevrili ve yan çizgi boyunca dağılmıştır. Vücutlarında kırmızı benek bulunmaz ve karın yüzgeçleri sarı renkli, yağ yüzgeci koyu renkli ve dorsal yüzgeci arka tarafa doğru değişken sayıda ve beneklidir. Yan çizgi üzerindeki pul sayısı 110, kör bağırsak sayısı 38-40'dır. Sırt yüzgecinde 4 adet diken, 9-10 adet yumuşak, anüs yüzgecinde 3 adet diken ışın, 7-8 adet yumuşak ışın bulunur. Yetişkinlerin boyları genellikle 20-30 cm olup en çok 58 cm boya ulaşabildiği bildirilmiştir (Geldiay ve Balık, 1996). Abant alabalığı ülkemize endemik bir ekotip olup, sadece Abant Gölü, Yedigöller ve sonradan aşılarmış olan Almus Baraj Gölü'nde (Tokat) yaşamaktadır. Karakteristik özelliği vücutlarındaki yan hat altına kadar uzayan etrafı beyaz haleyle çevrili düzensiz yerleşmiş siyah iri beneklerinin olmasıdır. Karın altına doğru renk açık sarı olup, üzerinde aynı şekilde düzensiz yerleşmiş siyah benekler vardır. Adipoz yüzgecinin ucu kırmızıdır. Bu özellikleri sayesinde diğer kahverengi alabalıklardan rahatlıkla ayrılabilir. Vücut yüksekliği ile baş boyu eşit olup, vücut boyunun 1/4'ü kadardır. (Kocabaş, 2009; Kocabaş, vd., 2011) (Şekil 4).



Şekil 4. Tatlı suda bulunan Abant alabalığı (Orjinal)

1.3. Alabalıklarda Hibridizasyon

Balık yetiştiriciliğinde, verimin yüksek olması koşuluyla, daha büyük, sağlıklı ve kar getirecek şekilde en kısa sürede ürün elde etmek temel amaçtır. Bunu sağlamak için ise daha kaliteli yem ve çeşitli hormon kullanma, balık sağlığı ve refahına dikkat etmenin yanında genetik mühendisliği ve biyoteknolojik uygulamalardan yararlanılmaktadır. Hibrit balık üretimi de balıklarda yaygın olarak kullanılan uygulamalardan birisidir. Hibridizasyon taksonomik durumuna bakılmaksızın genetik olarak farklı olduğu düşünülen bireyler arasındaki üreme olarak tanımlanmaktadır (Rhymer ve Simberloff, 1996). Hibridizasyon bir çok balık türünde büyüme oranını artırmak, cinsiyet oranını değiştirmek, steril balık üretimi, et kalitesini, hastalıklara direnci, çevresel toleransın artırılması ve daha karlı balık yetiştirebilmek için ve diğer özelliklerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Yetiştiricilikte ilk çalışmalar salmonidler üzerinde yürütülmüştür ancak genel itibarıyla salmonidlerle yapılan hibridizasyon denemeleri herhangi bir ticari avantaj ortaya çıkaramıştır.

Türler arası hibritleşme balık taksonu içinde oldukça yaygındır. Aynı cinse ait benzer türler çoğunlukla birbiriyle çiftleşebilir (Day, 1888-89; Hubbs, 1955; Nikolyukin, 1972; Dangel vd., 1973; Chevassus, 1979; Schwartz, 1981; Garcia de Leaniz ve Verspoor 1989; Verspoor ve Hammar, 1991; Smith, 1992; Yakovlev vd., 2000; Scribner vd., 2001; Garcia-Vazquez vd., 2002; Taylor, 2004; Hórreo vd., 2011). *Salma trutta* ($2n=80$) doğal olarak *Salmo salar* ($2n=58$) ve *Salvelinus* genusu içindeki bazı türlerle hibritleşebilir (Mayer, 2001; Youngson vd., 1993). Hibritler iki set Atlantik salmonundan ($2n=58$) ve bir set ise kahverengi alabalıktan ($n=40$) olmak üzere $3n=98$ kromozoma sahiptirler (Garcia Varquez vd., 2003). Atlantik somonu ile kahverengi alabalık arasında doğal olarak hibritleşme ilk kez 1686'da Willughbeii tarafından tanımlanmıştır. Yapay olarak ise Day, 1888-89 bildirildiğine göre 19. yüzyılın başlarında Atlantik somonu ile kahverengi alabalık arasında çaprazlama gerçekleştirilmiştir (Coste, 1853; Rouiller vd., 1858; Fatio, 1890). Farklı ekolojik kondisyonlarda, iki türün simpatrik olarak bulunduğu alanlarda ve farklı enlemlerdeki farklı Atlantik salmonlar arasında doğal hibritleşme olduğu çoğu araştırmacı tarafından rapor edilmiştir. Populasyon örnekleri içerisinde bulunan hibrit oranları %0.1 (İsveç)'den %18 (İngiltere)'e kadar dağılım göstermektedir (Gephard vd., 2000). Normal olarak iki tür de alansal ve davranışsal olarak ayrılmışlardır (Heggberget vd., 1988). Hibritleşme belki hem çevresel faktörler tarafından (Örneğin, çevre biyolojik veya fiziksel

olarak karıştırıldığı zaman) hem de populasyonların spesifik karakterleri tarafından harekete geçirilebilir (Jansson ve Öst, 1997; Çiftçi, 2006). Dünyada doğal olarak hibritleşen balıklar arasında yapılan çalışmalardan bazıları ve belirlemiş oldukları hibrit oranları Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Dünyada doğal hibritleşen alabalıkların hibrid oranları ve referansları

Bölge	Anne tür	Hibrid oranı (%)	Referans
Kuzey Amerika	Kahverengi alabalık	4,67	McGowan and Davidson (1992)
Kuzey Amerika	Kahverengi alabalık	0,81	Gephard vd. (2000)
Kerguelen adaları	Kahverengi alabalık	5,6-6,6	Ayllon vd. (2004)
Güney Avrupa	Atlantik alabalığı	0,74-3,46	Castillo vd. (2008)
İngiltere	Atlantik salmonu ve kahv. Alabalık	18	Hartley (1996)
İsveç	Kahverengi alabalık	41,5	Jansson ve Öst (1997)
İskoçya	Atlantik alabalığı	0,97	Youngson vd. (1993)
Kuzey İspanya	Atlantik salmonu ve kahv. Alabalık	3,03- 9,84 (ort. 5,84)	Horreo vd. (2011)
Kuzey İspanya	Atlantik salmonu ve kahv.alabalık	Ort. 2-3	Garcia de leaniz ve Verspoor (1989)
İskoçya	Atlantik salmonu ve kahv.alabalık	10,4	Adams vd. (2014)

Ülkemizde Salmonidler üzerine yapılan türler arası hibridizasyon çalışmaları oldukça sınırlıdır. Alp alması (*Salvelinus alpinus*) ile dere alabalığı (*Salmo trutta fario*) (Hisar vd., 2003), Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*) (Akhan vd., 2011), Karadeniz alabalığı ile kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) (Başçınar vd., 2010), Dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*) ve gökkuşluğu alabalığı (Bozkurt ve Yavaş, 2014) arasında hibridizasyon çalışmaları yapılmıştır.

1.4. Tür Tayininde Kullanılan Genetik Metotlar

1960’lı yılların ortalarına kadar populasyonlar arası ve populasyon içi varyasyonun tespiti ve türlerin tanımlanması için genel olarak biyo-ekolojik özellikler, markalama, parazit dağılımı, fizyolojik ve davranış özellikleri, morfolojik veya meristik karakterler kullanılmaktaydı (Lewontin, 1964). Son yıllarda balıkçılıkta moleküler genetik çalışmalar büyük ilgi kazanmıştır. Günümüzde bu çalışmalar temel olarak protein ve DNA olmak

üzere iki tür genetik belirteç sistemi kullanılarak yapılmaktadır. Protein elektroforezi ile yapılan çalışmaların en büyük avantajı hızlı, ucuz olması ve çok fazla laboratuvar malzemesi gerektirmemesidir. Buna karşın kullanılan örneklerin taze olması zorunluluğu, DNA çalışmalarına göre çok sayıda örneğe ihtiyaç duyulması ve bu örneklerin genellikle öldürülmesi, en önemlisi bazı populasyon ve türlerde DNA çalışmalarına göre çok düşük seviyede polimorfik olması protein elektroforez tekniğinin sınırlayıcı özellikleridir. Bu nedenle son dönemlerde çalışmaların çoğunluğu DNA belirteç sistemleri kullanılarak yapılmaktadır. Son zamanlardaki Polimeraz Zincir Reaksiyon (PZR) kullanımı özellikle DNA çalışmalarına ayrı bir ivme kazandırmış olup, 100 yıl veya daha öncesinden saklanmış balık pulu örnekleri ile bile çalışma imkânı sağlamıştır. Ayrıca çok az miktarda ve canlıyı öldürmeden alınan doku parçasıyla bile çalışma imkânı vermesi önemli bir avantaj sağlamaktadır (Çiftçi, 2006). Günümüzde çoğunlukla kullanılan moleküler metotlar arasında mitokondrial DNA (mtDNA) dizilimi veya RFLP (Kesilmiş Parça Uzunluk Polimorfizmi) analizi, minisatellit ve mikrosatellit DNA belirteç çalışmaları gelmektedir. Bu teknikler uygun laboratuvar koşulları oluşturulduğunda nispeten ucuz ve çok kısa süre içerisinde çok fazla miktarda örnek çalışılmasına imkân vermektedir. Genetik çalışmalarda bu teknikler kullanılarak büyük miktarda gen bölgesi izlenebilir, taksonomik seviyede tür tayinleri yapılarak aynı ve farklı türler arasında ve içinde hatta bireyler arası ve içinde farklılık seviyesi tahmin edebilir, nesiller arasındaki allel frekansları değişiminden efektif populasyon büyüklüğünü tahmin edebilir, kuluçkahanede yetiştirilmiş balıkların herhangi bir markalamaya gerek duymadan hangi anne ve babaya ait olduğunu tespit edebilir, genin kromozom üzerindeki yeri yani gen haritasını çıkarabilir, populasyonlar arasındaki göç miktarları yani gen akışını belirleyebilir, kültürü yapılan tür için anaç seçimi yapılmasında kullanılarak yetiştiricilere yardım edebilir (Çiftçi, 2006).

Mitokondri DNA'sının (mtDNA) moleküler içeriği ve gen ürünleri ile ilgili oldukça fazla bilgi mevcuttur. Ökoryatlarda mtDNA çift iplikli, kapalı halkasal şekilde bulunur, yarı korunumlu replike olur. Birçok canlı sınıfında mitokondriyal DNA'nın tüm sekansının varlığı; bu genom için uygun primerleri geliştirmeye imkan sağlamaktadır (Kocher vd., 1989). Bu primerler türlerin mitokondriyal genomlarına ulaşmaya izin vermekte ve dizin analizini ve yakın türler ve populasyonlar arasındaki homolog genlerin karşılaştırılmasını teşvik etmektedir.

Mitokondriyal DNA'da protein kodlayan genler arasında ki korunmuşluk seviyeleri geniş aralık göstermektedir. Amino asit evrimi daha az korunmuş gen bölgelerinde daha

hızlıdır. Aynı zamanda, primer dizaynı için genlerin korunmuş kısımları kullanılmakta ve bu primerler vasıtasıyla farklı genlerin PZR ile çoğaltılıp canlıların genetik olarak teşhisine ve filogenetik analizine imkan sağlanmış olmaktadır. Örneğin; sitokrom b (*cytb*) geni çeşitlilikte korunmuşluğa ve mitokondriyal genomda bu genin fonksiyonu ile bağlantılı farklı domainlere sahip olmaktadır (Irwin vd., 1991; Martin ve Palumbi, 1993). Hayvan mitokondriyal DNA'sının dizi evrimi genellikle hızlı ve belli durumlarda yüksek derecede korunmuştur. Sitokrom b elektron transfer zincirinde yer alan bir proteini kodlamaktadır. Mitokondriyal genomum tümüyle fonksiyonel olan tek protein ürünüdür. Diğer bütün şifrelenmiş proteinler gibi büyük enzim komplekslerinin alt birimi olmamaktadır. Sitokrom b'nin kimyası ve işlevi çok iyi bilinmektedir ve proteinin ikincil yapısı öngörülmüştür. Genin birçok bölümü taksonlar arasında korunmuş olup, protein fonksiyonunda önemli olduğu düşünülmektedir. mtDNA molekülünün en hızlı evrimleşen parçalarından biri non-coding displacement loop (*D-loop*) ya da kontrol bölgesidir. Bu bölge, herhangi bir proteini kodlamaz ve DNA molekülünün replikasyon orijinini oluşturur. mtDNA *D-loop* bölgesi, yüksek evrimleşme hızından dolayı populasyon ve tür içi seviyelerdeki çalışmalarda kullanılmaktadır (Allard vd., 1994; Encalada vd., 1994; Norman vd., 1994; Pearse vd. 2006; McGaugh vd., 2007; Yılmaz, 2012).

DNA dizilemesi yapılan örneklerin genetik olarak hangi organizmaya benzediğini ortaya çıkarmak için NCBI BLAST veritabanı kullanılır. BLAST algoritması iki dizi arasındaki benzerlikleri veri tabanlarını kullanarak ortaya çıkarır. İki gen ya da iki protein dizisi arasında karşılaştırma yaparak benzer bölgeleri bulmak için tasarlanmıştır ve bu karşılaştırmaları hem hızlı hem de oldukça hassas bir şekilde gerçekleştirebilir. Bu sayede güvenilirlik oranı yüksek şekilde dizilenen herhangi bir genin hangi organizmaya benzer olduğu kolaylıkla ortaya çıkarılabilmektedir.

1.5. Balıklarda Moleküler Ebeveyn Analizi

Mikrosatellit devriminin başladığı 1995 yılından 2010 yılına kadar balıklarda ebeveyn analizi üzerine 77 adet çalışma yapılmıştır. Toplamda doğal şartlarda 74 farklı balık türünde genetik ebeveyn analizi patternleri rapor edilmiştir (Coleman ve Jones, 2011). Moleküler teknikler ortaya çıkmasıyla birlikte populasyonların genetik polimorfizmi ile ilgili net olarak belirlenemeyen ebeveynliğin ortaya çıkmasında önemli bir adım olmuştur. O tarihten itibaren, ebeveynlik ile alakalı genetik çalışmalar evrimsel ve

davranışsal ekoloji çalışmalarında önemli rol oynamıştır ve moleküler ekolojinin bu yeni sahasında merkezi bir rol üstlenmiştir (Avisé 1994; Hughes 1998). Doğal populasyonlarda ebeveynlik belirlemede ilk önce kromozomal polimorfizm (Anderson 1974; Milkman ve Zeitler 1974; Levine vd., 1980) ve sonrada allozim elektroforezi (Hanken ve Sherman, 1981; Ellstrand, 1984; Meagher, 1986) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak 1980'lerde DNA parmak izinin gelişmesi ebeveynlik analizi ile ilgili çalışmaların artışına sebep olmuştur. İlk olarak kuşlarda yapılan çalışma ile davranışsal ekolojideki var olan paradigmaları tersine çeviren bir sonuç ortaya çıkmıştır (Gibbs vd., 1990; Westneat 1990; Birkhead ve Møller 1992). Aynı zamanda, allozim gibi tek lokus polimorfizmi kullanan ebeveynlik analizi için istatistiksel teknikler geliştirilmeye başlandı (Chakraborty ve Hedrick 1983; Meagher ve Thompson 1986). DNA parmak izi verilerinin çoklu lokus yapısı nedeniyle basit istatistiksel analizlerin önlenmesi nedeniyle teorideki ebeveynlik analizi pratikteki ebeveynlik analizinden fark edilir derecede ayrılmaktadır (Pena ve Chakraborty 1994). Teori ve pratiği birleştiren mikrosatellit belirteçlerin keşfedilmesiyle ebeveynlik ile ilgili deneysel çalışmalar çoğalmıştır ve çok büyük miktarda bu çalışmalara ait istatistiksel metotlar ortaya çıkmıştır (Luikart ve England 1999).

1.5.1. Moleküler Ebeveyn Analizi Temel Prensipleri ve Uygulamaları

Ebeveyn tayini analizi moleküler ekolojinin mihenk taşı çalışmalarındandır. Seksüel seçilim, yayılma ve iyileşme yapısı, nicel genetik parametrelerinin belirlenmesi ve koruma biyolojisi gibi çeşitli ekolojik ve evrimsel başlıklı çalışmalarda ebeveyn tayini önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte, ebeveyn tayini analizi hala göreceli olarak genç bir disiplindir. Moleküler biyoloji evrimi muhtemelen 1960'ların sonlarında allozim elektroforezinin gelişi ile başlamıştır. Moleküler ekolojinin ilk günlerinde bazı belirgin istisnalar ile protein tabanlı işaretleyicilerin düşük seviyede polimorfik karakterinden dolayı ebeveyn tayini analizi imkânsızdı. Minisatellit lokusunda DNA probunun inşası ve insan ve diğer organizmalarda kullanılabilirliğinin keşfi ile ebeveyn tayini analizi güç kazandı ve bu teknik DNA parmak izi olarak da tanımlanmaya başlandı. Mikrosatellit belirteçlerin keşfedilmesiyle mikrosatellit işaretçilerin kolaylıkla analiz edilebilir, kodominant ve yüksek polimorfizme sahip ilk belirteçler olması nedeniyle tüm ebeveyn tayini analizi çalışmalarının gözden geçirilmesine neden olmuştur.

Geçtiğimiz 20 yılı aşkın bir süredir, aquatik türlerde parental analizin istikrarlı bir şekilde gelişim gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmaların ilgi alanı özelliklerine göre, genetik parametreler (Herbinger vd., 1995, Vandeputte vd., 2004, Wang vd., 2008), balık çiftliklerindeki tür içi üremelerin incelenmesini (Estoup vd., 1998b, Letcher ve King 2001, Borrell vd., 2011), yetiştiricilikle birlikte genetik çeşitliliğin değişimini (Frost vd., 2006), bireyler arasında üreme başarısı farklılıklarının tayinini (Norris vd., 2000, Jerry vd., 2004, Liu vd., 2012a, 2012b) içermektedir.

Moleküler ebeveyn analizi temel olarak takip eden adımları içermektedir: doku örneklerinin toplanması, DNA izolasyonu, DNA belirteçlerinin seçimi, DNA belirteçlerinin PZR ile çoğaltılması, elektroforez ile PZR ürünlerinin ayrılması, genotiplerin skorlanması ve uygun program ile genotiplerin analizi (Jones and Ardren, 2003). Bununla birlikte, DNA ekstraksiyonu, PZR ve genotiplendirme gibi bazı basamaklarda geleneksel yöntemlerin kullanılması su ürünleri türlerinde ebeveyn tayini analizinin geniş kapsamlı uygulanmasını kısıtlandırarak, pahalıya mal olmakta ve yoğun iş gücü gerektirmektedir.

Moleküler ebeveyn tayini analizi testinin prensipleri çok basit olmaktadır. Bu test basit bir temele dayanmaktadır; yavru her bir lokustaki iki alelden birini her bir ebeveyninden almaktadır. Bununla birlikte; her bir ebeveyninden bir alel taşımaktadır. Soya bağlı tayin, potansiyel ebeveynlerinden biri olan nesillerin genotiplerinin DNA belirteçleriyle karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Eğer bu karşılaştırmaya göre; işaretleyici lokus dizisindeki aleller (örneğin; mikrosatellitler veya tek nükleotid polimorfizmi) ebeveynlerde olmayıp, yavruların genotipinde bulunursa, soy bağı %100 kesinlik ile dışlanır. Eğer yavruların ve potansiyel ebeveynlerin genotipleri birkaç işaretleyici lokusunda mükemmel bir uyum gösterirse, soy bağı yüksek kesinlikle kabul edilir. Eş zamanlı olarak ne kadar çok DNA belirteçi kullanılırsa, o kadar olası muhtemel olur, bu tarz bir teyit kesinliği %100'e yaklaştırır (Yue ve Xia, 2014).

1.5.2. Balıklarda Ebeveyn Analiz Metotları

Jones ve Ardren (2003) tarafından ebeveyn tayini analizi teknikleri dört kategoriye ayrılmıştır. Bunlar: Dışlama, kategorik ayırma, kademeli ayırma ve ebeveynin yeniden yapılandırılmasıdır. Son yıllarda, ebeveyn tayini çalışmalarında uygulanan iki yeni

istatistiksel teknik geliştirilmiştir. Bu iki metot, tüm olasılık ebeveyn tayini ve birlik yeniden yapılandırılması şeklinde isimlendirilmiştir.

1.5.2.1. Dışlama

Diploid, seksüel üreyen organizmalarda her bir ebeveynin her bir yavrusunda lokus başına en az bir allel paylaşılan durumlarda avantaj sağlamaktadır. Bu yaklaşımda, aday ebeveynin genotipi merkezdeki yavru ile karşılaştırılır. Yavru ile en az bir alellini paylaşmakta başarısız olan herhangi bir ebeveyn değerlendirilmeden çıkarılır. Hataları ve mutasyonları hesaplamak için pratikte dışlama çalışmaları aday ebeveynler ve yavru arasında polimorfik olan en az iki lokus ile çalışılmalıdır.

1.5.2.2. Kategorik Ayırma

Ebeveynliği belirlemek için dışlama metodu imkânsız ise, ebeveyn kategorili ayırma yaklaşımına göre (ebeveyn belirleme) dışlanmamış aday ebeveynler arasında seçim yapılarak ebeveynler belirlenebilir. Kategorili belirlemede, tüm yavrular ebeveynlerle karşılaştırıldığında en yüksek benzerlik oranına sahip aday ebeveyn doğru ebeveyn olarak seçilir. Kategorili ayırma yaklaşımı skorlama hatalarını veya mutasyonlarını belirler ve metota dahil ederek ebeveyn değerlendirmesinde güvenilirliği belirleyebilir.

1.5.2.3. Kademeli Ayırma

Kademeli ayırma yaklaşımında, benzerlik veya farklılık ebeveyn analiz metodlarından biri olan kategorik değerlendirme metodu ile aynı yol ile belirlenir. Her bir yavru akraba olma veya benzerlik temeline dayanarak dışlanmamış her bir aday ebeveynle karşılaştırılır. Kademeli ayırma istatistiksel bakımından herhangi bir biyolojik anlama sahip olmamasına rağmen bu yaklaşım kategorili ayırmadan daha iyi özelliklere sahip olabilir.

1.5.2.4. Ebeveyn Yeniden Yapılandırılması

Ebeveyn yeniden yapılandırılması tekniği tam ya da yarı kardeş döllerin genotipini kullanarak ebeveyn genotipini yeniden yapılandırır. Tam ya da yarı kardeş kuşakların

sıralanması için, bütün yavruların en az bir ebeveyni paylaşması gerekmektedir. Paylaşılan ebeveynlerin genotipi örnekleme şemasından elde edilebilir veya her bir yavrusu en azından çiftin bir üyesinden kalıtılan bir çift allelin belirlenmesiyle yeniden yapılanabilir. Bilinmeyen ebeveynlerin genotipi, bilinmeyen ailenin karşı lokus kaynaklı aleli ile bağlantısının incelenmesiyle belirlenir. Mevcut teknik, parsimoni (en az ebeveynin tahmini), en yüksek benzerlik ve bayesian yaklaşımlarına dayanmaktadır. Bir kere genotip yeniden yapılandırıldıktan sonra, ebeveyn olarak tayin edilen anne baba genotipi ile karşılaştırılabilir.

1.5.2.5. Tüm Olasılık Ebeveyn Tayini

Tüm olasılık yaklaşımı ebeveyn patternlerini modelleme çerçevesinde tahmin eder. Birçok farklı model mümkündür, fakat bu yaklaşım ilgilenilen diğer popülasyon seviyesindeki değişimler ve ebeveyn patternlerini eş zamanlı olarak hesaplama potansiyeline sahiptir. Bu teknik, parantel analizde ilgilenilen parametrelerin tahmininde herhangi bir belirsizliğin olmadığı veri setlerinde daha iyi sonuçlar vermektedir.

1.5.2.6. Birlik Yeniden Yapılandırılması

Eğer hiçbir ebeveyn mevcut değil ise veya tam ya da yarı kardeşler örneklenemiyorsa, o zaman birlik yeniden yapılandırılması ebeveyn analizi için en son çaredir. Bu teknik, yarı veya tam kardeş bireylerin örneklenmesini gerektirir. Algoritması, farklı ilişki sınıflarındaki genellikle tam kardeş, yarı kardeş veya ilişkisiz bireylerin en yüksek benzerlik veya ilişki patternini kullanır. Yarı ve tam kardeşler bu teknik ile tanımlandıktan sonra, ebeveyn genotipi yeniden yapılandırılabilir ve ebeveyn analizinde kullanılabilir.

1.6. Mikrosatellit Belirteçler

Mikrosatellitler, bir diğer deyişle basit dizi tekrarları (SSR), genomik DNA üzerinde bulunan, 1-6 baz çifti uzunluğundaki tekrarlı dizilerdir. Tekrar eden diziler genellikle çok basittir, iki, üç veya dört nükleotitten oluşur. Bunlara sırasıyla di, tri, ve tetranükleotit tekrarları denilir ve bu yapı 10-100 kere tekrar edebilmektedir. Mikrosatelit belirteçler hem

bir canlı türünün farklı bireyleri arasında, hem de farklı türler arasında yüksek derecede polimorfizm (çok biçimlilik) gösterirler. Mikrosatellit lokusunda çok sayıda alel olmasından dolayı yüksek derecede polimorfiktirler. Günümüze kadar üzerinde çalışılan bütün ökaryotik canlılarda mikrosatellitin varlığı kanıtlanmıştır. Balıkların genomları üzerinde en az her 10 kb'da bir mikrosatellit bölgeleri bulunduğu tespit edilmiştir (Wright, 1993). Mikrosatellitler bütün kromozomların ve kromozom bölgelerinde eşit şekilde dağılmış halde, gen kodlayan ve kodlamayan bölgelerde bulunurlar (Liu ve Cordes, 2004).

mtDNA gen bölgelerinin aksine, mikrosatellitler kalıtım bakımından eş baskınlık göstermektedir. Mikrosatellit bölgesinde diğer bütün DNA belirteçlerinden daha fazla miktarda alel bulunmaktadır. Bu yüzden sucul canlı türleri üzerine yapılan genom haritası çıkarma, ebeveyn tayini, akrabalık, stok yapısı ve popülasyon genetiği ile ilgili çalışmalarda en yaygın olarak kullanılan DNA belirteçlerinden bir tanesi olmuştur (Liu ve Cordes, 2004). Mikrosatellitler popülasyon genetiği çalışmalarında özellikle birbirleriyle ilişkili olan popülasyonlar veya belirli bir coğrafik alanda dağılım gösteren popülasyonlar üzerine yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır (Estoup vd., 1998a; Wright ve Bentzen, 1994).

Mikrosatellitler, parental analiz için günümüzde kullanılan en iyi ve güvenilir belirteçlerdir (Pemberton, 2009). Bu belirteçler yüksek derecede polimorfik, eş baskın, PZR tabanlı ve tekrarlanabilirlerdir (Jones vd., 2010). SSR'lar ya da mikrosatellitler (A)₁₀, (GA)₈, (CAC)₆, (GATA)₄ ya da (GATAG)₄ gibi ikili üçlü dördü, beşli, altılı ardışık dizi tekrar üniteleridir. PZR çoğaltması için mikrosatellit lokusun uçlarına bağlanan spesifik primerler vasıtasıyla genomik DNA'nın çoğaltılması işlemidir. PZR amplifikasyon ürünleri agaroz veya poliakrilamid jellerle görüntülenir veya otomatize edilmiş sistemlerle analiz edilir (Morgante ve Olivieri, 1993). Popülasyon genetiği çalışmaları, ebeveyn belirleme, genotipleme ve genetik haritalama, sistematik taksonomi, moleküler evrim, hibrit teşhisi ve seçimi gibi birçok kullanım alanına sahiptir (O'Connell ve Wright, 1997). Mikrosatellitler 1980'lerin sonlarından itibaren popüler bir moleküler belirteç haline gelmiştir. Yeni genotipleme ve sekans teknikleri ortaya çıkmasına rağmen bu pahalı ve hassas yöntem başarılı teknik gelişmelerle büyümeye devam etmiştir. Basit sekans tekrar belirteçleri (Simple sequence repeat marker; SSR), kısa ardarda dizili tekrar (short tandem repeat) STR olarak da isimlendirilen mikrosatellitler, DNA parmakizi, parental analiz, genetik haritalama ya da genetik yapı analizleri için yaygın olarak kullanılmaktadır (Ellegren, 2004; Mittal ve Dubey, 2009; Jones vd., 2010; Guichoux vd., 2011).

Kahverengi alabalık popülasyonlarındaki yada ekotipleri arasındaki genetik farklılıkları belirlemek için mikrosatellit DNA kullanılabilir (Estoup vd.,1993). Aynı zamanda kahverengi alabalıklarda ebeveyn tayini mikrosatellit belirteçlerle yapıldığı bir çok çalışma mevcuttur (Estroup 1998b; Mathews vd., 2000; Makhrov vd., 2004; Perrier vd., 2011; Palermo vd., 2012). Bunların yanında birçok deniz canlısında ebeveyn tayini çalışmaları mikrosatellit belirteçlerle gerçekleştirilmiştir. Örneğin, beyaz mersin balığında (*Acipenser transmontanus*) ana-babalık tahmini mikrosatellit alleller kullanılarak yapılabilmektedir (Rodzen vd., 2004).

1.7. Önceki Çalışmalar

1.7.1. Yetiştiricilik Çalışmaları

Tatar (1983), Anadolu'da bilinçsiz avlanma sebebiyle stokları azalan Munzur alabalığının kültür koşullarında üretilmesi ve yavru büyüklüğüne kadar yetiştirilme olanaklarını irdelemiştir. 10,8°C'de 120 gün devam eden araştırmasında, Munzur nehrinden yakalanan Munzur alabalığının (*Salmo trutta*) vücut ağırlıklarının %20'si kadar yumurta verebildikleri tespit edilmiştir. Ortalama çapları 5,02 mm olan yumurtaların 255 Gün Derece (GD)'de gözlendikleri, 427 GD'de açıldıkları belirlenmiştir. Yavrular besin keselerini 885 GD'de tüketmişlerdir. Çalışma sonunda anaç balıkların toplandıkları su kaynaklarının kahverengi alabalıklar yönünden zenginleştirilmeleri amacıyla Munzur alabalığının üretiminin ve yetiştiriciliğinin yapılabileceği kanaatine ulaşılmıştır.

Aras (1997), Abant alabalığının yumurtaları (gözlü, 47 günlük) su sıcaklığı 7°C olan ortamdan 12°C sıcaklığı olan farklı bir su ortamında kuluçkaladığını 7 gün sonra açıldığını (413 GD) bildirmiştir. Yumurtaların açılma oranını %100 olarak belirlenmiştir. 12°C suda 19 gün sonra besin keselerini tükettiğini ve serbest yüzmenin gerçekleştiğini tespit etmiştir. Abant alabalığı yavrularının yem almadığını ve 11 günün sonunda tüm yavruların öldüğünü bildirmiştir. Sonuçta bu balığın yetiştiricilik şartlarına uygun olmadığını, büyük balıklarda görülen ağırlık artışının yeterli olmadığını ve kültür şartlarında yetiştiriciliğinin uygun olmadığını bildirmiştir.

Karataş (1997), Ataköy Baraj Gölü'nde yaşayan kahverengi alabalıkların üreme özelliklerini çalışmış, balıkların 1-7 yaş arasında dağılım gösterdiğini, erkeklerin 3, dişilerin ise 4. yaşında cinsel olgunluğa ulaştığını, yumurtlama zamanının Şubat ayı

olduğunu, ancak Ocak sonu ve Nisan başlarında da yumurtalı dişilere de rastlandığını, yumurta veriminin 433–2155 adet/dişi ve ortalama yumurta çapı 4,23 mm olduğunu bildirmiştir.

Karataş (1999), Tifi Çayı'nda yapmış olduğu çalışmada kahverengi alabalıkların üreme özellikleri üzerine yaptığı çalışmasında, olgun dişilerin ortalama fekonditelerinin 2810 adet yumurta/kg olduğunu bildirmiştir.

Tabak vd. (2001), Karadeniz alabalığının biyo-ekolojik özelliklerinin tespiti ve kültüre alınabilirliğinin araştırılması projesinde dişi bir balığın ortalama 4,5–5,5 mm çapında yaklaşık 1.500–2.000 yumurta/kg bıraktığını bildirmektedir.

Kurtoğlu (2002), çalışmasında, Doğu Karadeniz'de yayılım gösteren ve Karadeniz'e göç eden Karadeniz alabalığının (*Salmo trutta labrax*) döl verim özellikleri, kuluçkahane orijinli yavruların tatlı su ve deniz suyunda karşılaştırmalı büyüme performansları ve farklı tuzluluklarda smoltifikasyon süreçlerini araştırmıştır. Doğadan elde ettiği anaçlarla stok oluşturmuş, döl verim özelliklerini bir sağım döneminde aldığı verilerle irdelemiştir. Bu anaç adaylarının kültür şartlarına kolay adapte olamadıklarını bildirmiştir. Dere ve Karadeniz alabalığının yumurta büyüklüklerinin benzer olduğunu bildirmiştir. Yumurtaların yaşama oranları (döllenme-çıkış) % 68-92 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir.

Aras- Hisar vd. (2003) kaynak alabalığı ve kahverengi alabalık arasında çaprazlama yaparak kuluçka ve büyüme performanslarını incelemiştir. İnkubasyon periyotları benzer bulunmasına karşın yaşama oranları hibrid grup, kahverengi alabalık ve kaynak alabalığı için sırasıyla %75,36; %99,35 ve %99,50 olarak hesaplanmıştır. Hibritler için yaşama oranları saf türlerle karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

Uysal ve Alpaz (2003), Abant ve gökkuşağı alabalığı yavrularının kuluçka performanslarını iki deneme yaparak karşılaştırmıştır. Abant alabalığının yumurta çapları 1. denemede $5,01 \pm 0,16$ mm ve ikinci denemede de $5,20 \pm 0,19$ mm olarak hesaplanmıştır. 7-10°C arasında değişen su sıcaklığında 1. ve 2. deneme için, 36 gün (279 GD) ve 35 günde (328 GD) gözlendiğini ve 47 günde (GD) ile 52 günde (GD) yumurtaların açıldığını, 56 günde (536 GD) ile 72 gün (533 GD) yumurtadan çıktığını belirlemişlerdir. Döllenme, gözlenme, larval çıkış ve serbest yüzme oranları birinci denemede %95,1; %93,2; %91,1 ve %90,9 olarak bulunurken ikinci denemede %53,0; %51,5; %46,5; %44,5 olarak hesaplanmıştır. Denemeler süresince su sıcaklığı $7,72 \pm 0,35^{\circ}\text{C}$ ile $9,87 \pm 1,62^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür.

Estay vd. (2004), Şili’de doğal stoklardan 250 adet üreme yaşındaki yakaladıkları kahverengi alabalıkları 1996 yılında kuluçka şartlarında sağıp yumurtalarını kuluçkalamışlardır. Oluşturulan stoktan üç üreme döneminde yumurta elde etmişler, yumurtaları su sıcaklığı $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ olan kaynak suyunda kuluçkalamışlardır. Anaç balıkların ağırlıklarının artışıyla birlikte döllenme oranının, nispi yumurta verimlerinin, yumurta çaplarının arttığını, gözlü yumurtaların yaşama oranları arasında bir artış olmasına rağmen istatistiki olarak bir fark olmadığını, nispi yumurta verimlerinin yaşa bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Birinci, ikinci ve üçüncü üreme dönemlerinde yumurta çapları $4,64\pm 0,11$, $4,67\pm 0,27$ ve $5,24\pm 0,12$ mm, toplam fekondite 1182 ± 344 , 1904 ± 595 ve 2744 ± 605 ; nisbi fekondite 3577 ± 471 , 2591 ± 900 ve 2181 ± 360 olarak hesaplanmıştır. Döllenme ve yaşam oranları ise $\%92,0\pm 13,7$ ile $\%98,5\pm 4,01$ arasında değiştiği bildirilmiştir.

Bozkurt vd. (2006) Abant alabalığında yumurta büyüklüğü ile yumurta verimi arasındaki ilişkiyi çalışmışlardır. Yumurta çapını $5,42\pm 0,25$ mm ve toplam fekonditeyi $1468\pm 180,21$ olarak hesaplamıştır. Ayrıca döllenme oranını $\%76\pm 2,58$ olarak bulmuştur.

Kocabaş (2009), çalışmasında Ülkemiz sularında yaşayan *Salmo trutta*’nın 5 ekotipinin (*S.t. labrax*, *S.t. fario*, *S.t. abanticus*, *S.t. macrostigma* ve *S.t. caspius*) fenotipik varyasyonlarını ve yetiştiricilik özelliklerini çalışmış ve kültür şartlarında en iyi büyümeyi deniz, dere ve Abant ekotipinde olduğunu ancak benek dizilimi ve görselliğin Anadolu ekotipinde olduğunu bildirmiştir.

Başçınar vd. (2010), Karadeniz alabalığı, kaynak alabalığı ve hibridlerinin kuluçka performansı ve besin kesesi absorpsiyonu ve değerlendirme randımanlarının ortaya konması ve çıkış süresi (gün-derece) ile boy, toplam yaş ağırlık, kuru vücut ve kese ağırlıkları arasındaki ilişkileri karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda karadeniz alabalığının yumurta çapını $4,6\pm 0,02$ mm (4,5-4,7) olarak hesaplamıştır. Gözlenme, çıkış ve serbest yüzme süreleri sırasıyla 17-26 gün (201-306 günderece), 35-41 gün (388-443 günderece), 71-76 gün (703-752 günderece) olarak bildirilmiştir. Karadeniz alabalığının, kaynak alabalığı ve hibrid bireylere göre daha kısa bir kuluçka süresine sahip olduğu, yumurtaların yaşama oranının Karadeniz alabalığında $\%45,8$, kaynak alabalığında $\%54,3$ ve hibrid bireylerde ise $\%30,7$ olduğu belirlenmiştir.

Serezli vd. (2010) üç farklı salmonid türü olan Karadeniz alabalığı, gökkuşığı alabalığı ve dağ alabalığında yumurta çapı ve fekonditeyi karşılaştırmıştır. Karadeniz

alabalığında toplam fekonditeyi 1401 ± 1374 yumurta/anaç, nisbi fekonditeyi 3558 ± 1307 yumurta/kg, yumurta çapını $4,51 \pm 0,67$ mm olarak hesaplamıştır.

Alp vd. (2010) Karadeniz alabalığı ile ilgili yaptıkları çalışmalarında sırasıyla toplam fekondite ve nisbi fekonditeyi 1009 ± 90 yumurta/anaç ve 1600 ± 170 yumurta/kg olarak hesaplamışlardır. Yumurtalar $8,21^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 25 günde (215 günderece) gözlenmiş ve 53 günde (440 günderece) yumurtdan çıkmıştır. Fertilizasyon, gözlenme ve çıkış oranları sırasıyla 90,17; 81,59 ve 78,30 olarak bulunmuştur.

Akhan vd. (2011) Karadeniz alabalığı ile gökkuşacağı alabalığında türler arası çaprazlama çalışması yapmıştır. Saf karadeniz alabalığında gözlenme çıkış ve serbest yüzme oranları sırasıyla $77,96 \pm 1,39$; $68,00 \pm 1,15$; $45,09 \pm 3,04$ olarak hesaplanırken türler arası hibritlerde %6-16 arasında gözlenme olmasına rağmen yumurtadan çıkış belirlenememiştir.

Kocabaş vd. (2011), Abant alabalığının kuluçka performansı ve besin kesesi tüketimini irdelemiştir. Abant alabalığı yumurtalarının çapını $4,91 \pm 0,37$ mm (4,3-4,9) olarak tahmin etmiştir. Yumurtaların $7,7^\circ\text{C}$ ile $11,5^\circ\text{C}$ arasında değişen su sıcaklığında 27 günde (330 GD) gözlendiği, 54 günde (589 GD) açıldığı ve larvaların 81 günde (965 GD) serbest yüzmeye başladıkları belirlenmiştir.

Kocabaş vd. (2012) Aras alabalığının kuluçka performansını araştırdığı çalışmasında yumurta çapını $4,23 \pm 0,26$ mm olarak tahmin etmiştir. Yumurtalar $9,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ($8,6-10,2^\circ\text{C}$) su sıcaklığında 26 günde (221 günderece) gözlendiğini ve 44 günde (589 günderece) yumurtadan çıktığını bildirmiştir.

Bozkurt ve Yavaş (2014) dağ alabalığı donmuş spermi ile gökkuşacağı alabalığı dişisi arasında türler arası çaprazlama çalışması yapmıştır. Dondurulmuş sperm ile dölleme oranını en yüksek $42,5 \pm 1,4$ olarak hesaplanırken, taze sperm ile dölleme yapıldığında dölleme oranı %80,2'ye yükselmiştir. Buna göre taze spermin yanısıra dondurulmuş sperm ile döllemenin mümkün olabileceğini belirtmiştir.

Güven vd. (2016) Karadeniz alabalığında yaptıkları çalışmalarında yumurta çapını 4,55 mm ve toplam fekonditeyi 895,5 adet/kg olarak hesaplamıştır. Yumurtalar $11,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ su sıcaklığında 21 günden (241,5 GD) itibaren gözlenmeye başlamış ve 1 haftada tüm yumurtaların gözlendiğini belirtilmiştir. 30. günde (345 GD) açılmaya başlayan yumurtalar 38. günde (437 GD) tamamen açılmıştır. 57. günde tamamının serbest yüzmeye başladığını belirtilmiştir. Yumurtaların açılma oranı %74 olarak hesaplanmıştır.

Kocabaş vd. (2016) Karadeniz alabalığında yaptıkları çalışmasında $4,67\pm 0,46$ mm yumurta çapına sahip Karadeniz alabalığı yumurtalarının $8,1-10,3^{\circ}\text{C}$ arasında değişen sıcaklıkta 25 günde (233 günderece) gözlendiğini ve 39 günde (366 günderece) yumurtadan çıktığını belirlemişlerdir.

1.7.2. Mikrosatellit ve Ebeveyn Analizi Çalışmaları

Estoup vd. (1993), kahverengi alabalıklar için yeni bir set mikrosatellit genetik belirteci belirlemiştir. 13 $(GT)_n$ ve 4 $(CT)_n$ mikrosatellit lokusu kahverengi alabalık kısmi genomik kütüphanesinden izole edilmiş ve sekanslanmıştır. Yaklaşık olarak $(GT)_n$ tekrar sekansı her 23 kb'de belirlenirken, $(CT)_n$ tekrar sekansı ise her 76 kb' de belirlenmiştir. Dört kahverengi alabalık popülasyonu (10 birey/popülasyon) bu 3 mikrosatellit lokusu ile taranmıştır. Dört popülasyonda toplam 5 allel bir lokusta, 6 allel diğer iki lokusta olmak üzere, popülasyon başına ortalama olarak da 3 allel belirlenirken, heterozigotluk 0,18 ile 0,74 arasında değişmektedir. Kahverengi alabalık için dizayn edilen bu mikrosatellit primerler salmonidlerle ilgili yapılabilecek olan genetik çalışmalarda rahatlıkla kullanılabilir.

Kellogg vd. (1995) lekking ciklit balıklarının 7 türünde iki mikrosatellit lokus kullanarak ebeveynliği araştırmıştır. Bu çalışma ile çoklu paternity olduğu ortaya çıkarıldı ve ekstrem bir sonuç olarak bir yavrudaki gen öncüllerinin en azından 6 erkekten geldiğini ortaya çıkarmıştır.

Herbinger vd. (1995), birlikte yaşayan gökkuşuğu alabalığı popülasyonunda DNA parmak izi analizi kullanarak ebeveyn etkisini araştırmak için 10 dişi ile 10 erkek arasında çaprazlama yapmışlardır. Mikrosatellit belirteçlerden elde edilen genetik profil verilerine dayanarak balıkların ebeveynlerinin akrabalık derecelerinin verim üzerine olan etkisini incelemiştirler. Akrabalık derecesi en yüksek ve düşük olan balıklara ait yavruların bir yıl boyunca yetiştiriciliği yapılarak takip edilmiştir ve 4 veya 5 mikrosatellit markıyla ebeveyn araştırılmıştır. Çalışma sonunda akrabalık derecesi düşük olan balıkların çaprazlanmasından elde edilen bireylere göre yakın akraba çaprazlamalarından gelen bireylerin verim dereceleri, hayatta kalma ve büyüme oranları yönünden daha düşük özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ebeveynleri ve onların üremeye katkılarını gökkuşuğu yetiştiriciliği üreme çalışmasında ortaya koymuştur.

Colbourne vd. (1996) ay balığında (*Lepomis macrochirus*, *Centrarchidae*) iki mikrosatellit lokus kullanarak doğal yuvasında tutulan yumurtalardan parantel analiz yapılmış ve erken gelişmiş erkeklerde üreme başarısı belirlenmiştir.

Largiader ve Scholl (1996) İsviçre ve Fransa'dan geçen ve faunasında fenotipik olarak farklılık gösteren Akdeniz soy grubuna ait balıkların bulunduğu Doubs Nehri'ne salınan Atlantik soy grubuna ait haçeri kökenli kahverengi alabalıkların etkisi üzerine çalışmışlar, farklı alloenzimlerin kullanıldığı çalışmada salınan balıkların nehirde ürediği ve yalnızca kendi soy grubundan olan doğal balıklarla çiftleştiğini tespit etmişlerdir.

Jansson ve Öst (1997) İsveç'in balıklandırma yapılmış Dalalven Nehri'nde Atlantik salmonu (*Salmo salar*) ve kahverengi alabalık arasındaki hibritleşmeyi çalışmışlardır. Enzim elektroforezi sonuçları, nehrin üst kısımlarına çıkan Atlantik salmon ve kahverengi alabalıklar arasındaki hibritleşmenin önemli derecede arttığını ortaya koymuştur. Hibritleşme frekansı 1989 yılında %1 seviyesindeyken bu rakam 1995'de %3,1'e ulaşmıştır. Elektroforez sonucunda ayrıca 1989 yılında nehrin balıklandırma yapılmış kısmında parırlar arasındaki hibritleşme frekansı %41,5 olarak bulunmuştur. mtDNA'nın türe spesifik olan bölümü sitokrom b geninin kesici enzimlerin kullanımıyla yapılan analizi tüm hibritlerin kahverengi alabalık mtDNA genotipine sahip olduğundan, hibritleşmenin tek yönlü olduğu saptanmıştır. Haçeri orjinli balıkların yoğun olarak stoklanması ve çevresel zorlamalar kahverengi alabalık ve Atlantik salmonunu üreme alanlarında yüksek oranda hibridizasyona zorlamıştır.

Estoup vd. (1998b), kuluçkahaneden aldığı 8 kalkan (*Scophthalmus maximus*) ve 8 gökkuşuğu alabalığının ebeveyninin belirlemesi için mikrosatellit DNA belirteçleri kullanmıştır. Allel sayısı, genetik çeşitlilik, polimorfik bilgi içeriği (PIC), lokusların red olasılıkları belirlenmiştir. Parental ilişkinin belirlenmesinde belirtecin gücü ürünlerin frekansının hesaplanması ve allel frekansı ve tahmin edilen üç tip eşleşme planına göre tanımlanan babanın popülasyonundaki kendine özgü kararı (f_{gu}) ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada lokus sayısı ile f_{gu} değerinin varyasyonu parental ilişkinin belirlenmesi için kalkan balığı mikrosatellit setlerinin gökkuşuğu alabalığına göre daha etkili olduğu bulunmuştur.

Poteaux vd. (1998)'nin çalışmasında doğal olarak Akdeniz soy grubuna ait alabalık bulunan Fransız nehirlerine bırakılan Atlantik soy grubu balıkların ortama etkisi alloenzim ve mitokondriyal DNA markırı kullanılarak araştırılmış ve doğal kahverengi alabalıklarla

çiftleştikleri belirlenmiş fakat haçeri kökenli alabalığın genetik katkısının seleksiyon etkisiyle ilerleyen zaman içinde azaldığı gözlenmiştir.

Boudry vd. (1998) istiridyelerde (*Crassostrea gigas*) kontrollü hücre dışı çaprazlamada ebeveyn katkısını analiz etmek için mikrosatellit markırları kullanarak 3 deney tasarlamıştır. Üç lokusta yüksek oranda polimorfizmin görülmesi nedeniyle parental analiz kolaylaşmıştır. Beş erkek ve 5 dişi arasında yapılan çaprazlamada bütün yavrular 3 mikrosatellit markırla belirlenmiş ve 2 lokus ebeveynlerin açıkça belirlenmesine yeterli olmuştur.

Martinez vd. (2000) Biscay Körfezi'ne akan üç nehirden örneklenen Atlantik salmonu yavrularında 5 mikrosatellit ve 4 minisatellit markır kullanarak parantel analiz yapmışlardır. Bunun sonucunda yumurtanın döllenmesinde çoklu erkek katkısının olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Matthews vd. (2000) İrlanda'da Atlantik salmon ve kahverengi alabalık arasındaki hibritleşmeyi çalışmışlardır. Çalışmalarında İrlanda'nın batısında bulunan nehirlerden salmonid fryları ve (0+) yaş grubu parrlar toplanmıştır. Yetiştiricilik ünitelerine 38 km uzaklıktaki 10 nehirden ve 80 km uzaklıkta bulunan 3 nehirden toplanan F1 hibritlerinin frekansını belirlemek için allozom ve minisatellit DNA analiz yöntemi kullanılmıştır. 4135 salmonid fry içinden 49 örneğin hibrit olduğu (frekans: %1,2) tespit edilmiştir. mDNA analiziyle tüm hibritlerin dişi Atlantik salmon erkek kahverengi alabalıkların çaprazlanması sonucu oluştuğu gözlenmiştir. En düşük hibritleşme riski taşıyan nehirde parr hibrit frekansı %1 olarak bulunmuştur. Bu oran yetiştiricilik ünitelerine yakın nehirlerde % 0,7-3,1 arasında değişmiştir. Bu çalışmanın sonucunda yüksek orandaki bu hibritleşmenin nedeninin uzun süreden beri ülkede yapılan Atlantik salmon yetiştiriciliğine bağlanmıştır.

Norris vd. (2000) yetiştirilen Atlantik salmonlarında mikrosatellit markırları kullanarak ebeveyn ve akrabalığı belirlemeye çalışmıştır. Çeşitli senaryolar deneyerek değişen doğruluk derecelerinde yavruların ebeveynlerini belirlemişlerdir. Sekiz adet yüksek oranda değişken mikrosatellit marker kullanarak 12000 den fazla olası ebeveyn çifti arasından doğru ebeveyn çiftini %95 olasılıktan daha yüksek oranda belirlemiştir. Ayrıca herhangi bir pedigree bilgisi bulunmayan bireyler arasından akraba ve akraba olmayanların belirlenmesinde de başarılı olmuştur. Böylece mikrosatellit belirteçlerin bir çoğunun kullanımı bir aile seçim programında fiziksel etiketleme yapılmaksızın maliyeti uygun bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır.

Tranah (2001) morfolojik olarak tanımlanan solgun mersin *Scaphirhynchus albus* ve kürek burunlu mersin *S. platyrhynchus* balıklarında allozim markırlarla ayırmada başarısız olmuştur. Fakat 5 nükleer DNA mikrosatellit kullanılarak solgun mersinlerin popülasyonlarında hibrid bireyler belirlenmiştir.

Neff (2001) ay balığının doğal popülasyonlarında üremeye katkısını ve ebeveynleri tespit etmek amacıyla mikrosatellit belirteçleri kullanmıştır. 11 adet mikrosatellit bölgesi kullanarak 10,4 ortalama allel ve sadece 2,7 etkili allel sayısı ile ebeveynleri başarılı bir şekilde tespit edilmiştir.

Li vd. (2003) 15 mikrosatellit markırın kalıtım dört kontrollü çaprazlamadan kuluçkalan Pasifik deniz kulağı (*Haliotis discus hannai*) larvasında incelenmiştir. Altı mikrosatellit bölgenin tamamının Mendel kanunları ile bağdaştığı tespit edilmiştir. Mikrosatellit bölgelerden bir tanesinin bir ailede hiçbir allel göstermediği saptanmıştır. Elde edilen sonuçların mikrosatellit markırların soy ağaçları hakkında bilgi temin edilemeyen akraba ve akraba olmayan deniz kulağı larvaları arasında ayırım yapabileceği sonucuna varılmıştır.

Primmer (2003) tüm olası döllerin genotipik kombinasyonlarını uygulayarak çiftleştirilen ve nesilleri tükenme tehdidi ile karşı karşıya olan, ikisi *Salmo salar* birisi *Salvelinus alpinus* olmak üzere toplam üç salmonid popülasyonunda potansiyel döllerdeki akrabalık ve genetik farklılık seviyesini yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bazıları ile hesaplanmıştır. Bu yaklaşım kullanılarak yalnızca ebeveyn genotipik verilerini kullanarak yavruların genetik çeşitliliği tahmin edilebilir.

Ross vd. (2004), hibrit çizgili levrekte (*Morone saxatilis* ♂ × *Morone chrysops* ♀) mikrosatellit belirteç ile ebeveyn tayini için 9 mikrosatellit DNA belirteci geliştirmeye çalışmışlardır. Mikrosatellit gibi moleküler belirteçler, anaç özelliklerinin geliştirilmesi, üretim özelliklerinde kalıtım tahmini ve belirteç destekli seleksiyon yoluyla seçici üretim için kullanışlı araçlar olacağını tespit etmiştir. Sonuç olarak, 9 polimorfik mikrosatellitin, 6 dinükleotit ve 3 kompleks tekrarlı motifler içerdiği belirlenmiştir. Her bir türün 10 bireyinden oluşan örnekler arasından seçilen allellerinin sayısının oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca bütün PZR primer çiftlerinde deniz levreğindeki (*Dicentrarchus labrax*) ilgili gen bölgelerini çoğalttığı tespit edilmiştir. Ancak allelik çeşitlilik düşük olduğu için yeni mikrosatellit belirteçlere ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir.

Rodzen vd. (2004) beyaz mersin balığı *Acipenser transmontanus*'ta ebeveyn tahmininde baskın belirteçlerin gelişmiş algoritmalarını kullanarak mikrosatellit

lokuslarının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Ebeveynlerin belirlenmesi (Senaryo 1), tüm olası ebeveynler göz önüne alınarak bağımsız olarak erkek ve dişi yavruların belirlenmesi (Senaryo 2) ve gerçek erkek ve dişi yavruların 157 anaç balıkla karıştırıldığında erkek ve dişi yavruların belirlenmesi (Senaryo 3) şeklinde 3 farklı ebeveyn senaryosu test edilmiştir. 1. senaryoda doğruluk %99, 2. senaryoda yavrular bağımsız olduğunda başarı daha düşük ancak olası erkek ve dişi yavruların sayısı fazla olduğunda doğruluk artmaktadır. Böylece mikrosatellit allel skorlaması ebeveyn tahmininde kullanılabilir.

Makhrov vd. (2004), Atlantik salmonu ve kahverengi alabalık arasında yapay dölleme ile melezleme çalışması yapmıştır. Bu bağlamda Rusya bulunan 12 adet kuluçkahaneden balıklar alınıp incelenmiştir. Protein belirteçlerle yapılan çalışmada Baltık Denizi havzasında bulunan üç kuluçkahanede iki türün hibrit bireyleri tespit edilmiştir. Bazı balıklar morfolojik karakterleri itibarıyla Atlantik salmonu ve kahverengi alabalık arasında arasında bir fenotipe sahip, fakat genetik olarak ebeveyninden farklı olmadığı belirlenmiştir.

King vd. (2005) Atlantik somonlarında akrabalık, popülasyon yapısı ve karma balıkçılık analizleri için mikrosatellit belirteçler geliştirmişlerdir. Penobscot nehri, Maine, Amerika ve Nith Nehri, İskoçya da toplanan balıklarda 11 mikrosatellit lokus tanımlanmış ve karakterize edilmiştir. Lokuslara göre yapılan moleküler varyans analizi sonucunda bir çok markırın akrabalığı ve popülasyon genetik yapısının belirlemede kullanışlı olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Castro vd. (2006) Senegal dil balığında (*Solea senegalensis*) parantel analiz için mikrosatellit belirteci dizayn etmeye çalışmışlardır. Çeşitli yassı balıklar için daha önce tanımlanan 50 potansiyel mikrosatellit lokusun ebeveyn belirlemek için uygun bir araç olup olmadıklarını değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmada bir anaçtan 41 birey ve toplamda 320 yavru bu belirteçler kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, 12 lokus uygun bir amplifikasyon göstermiş ve parantel analiz için yeterli istatistiksel veri sağlanmıştır. Böylece parental dışlama için mikrosatellitlerin yüksek potansiyeli tüm yavruardan tek ebeveyn çiftlerinin belirlenmesine imkân sağlamaktadır.

Castro (2007) çipurada (*Sparus aurata*) ebeveynliği belirlemek için mikrosatellit belirteçler geliştirmeye çalışmışlardır. Daha önceden tanımlanan spardler için tanımlanan 11 mikrosatellit lokus ebeveyn belirlemede uygunluğu açısından değerlendirilmiştir. Bu bağlamda 996 adet yavru doğadan toplanmış, 159 potansiyel ebeveyninden elde edilmiş, 8

farklı tanka stoklanmış ve 11 lokus ile genotiplendirilmiştir. Bütün lokusların Mendel ayırımına uyduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak beş adet yüksek polimorfik mikrosatellit lokus ile ebeveynliğin teorik olarak tahmin edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Moore (2010) Kuzey Amerika Amerikan batı sahilleri boyunca akan birçok akarsuda kıyı katil alabalığı (*Oncorhynchus clarki clarki*) ve gökkuşuğu alabalığı hibridizasyonunu 15 mikrosatellit lokus kullanarak belirlemiştir. Üç yıllık çalışma esnasında mikrosatellit belirteçler aracılığıyla 66 katil alabalığın 14'ü (%21,2) 117 gökkuşuğu smoltunun ise 28'i (%23,9) hibrit olarak tanımlanmıştır.

Lafarga-de la Cruz vd. (2010) hızlı büyüme sağlayan kırmızı deniz kulağı (*Haliotis rufescens*) ile Asya marketlerinde yüksek fiyatlara satılan ve daha çok talep edilen Japon deniz kulağı (*H. discus hannai*) hibritlerinin varlığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında kırmızı Japon ve onların hibritlerini genetik analizini yapmayı amaçlamışlardır. Üç kuluçka popülasyonunun (Kırmızı, Japon ve Hibrid) mikrosatellit belirteçler yardımıyla genetik çeşitliliği ve hibrid bireylerin sertifikalandırılması yapılmıştır. Allelik çeşitlilik kırmızı ve hibritlerde benzer bulunmasına rağmen (12 allel) Japon deniz kulağında önemli ölçüde düşük bulunmuştur (7,8 allel). Çeşitli değişkenler de göz önüne alındığında hibridlerin Japon deniz kulağından ziyade kırmızı deniz kulağına benzediği ortaya çıkarılmıştır. Üstelik bir mikrosatellit lokusun (*Hco97*) her ebeveyn için türe özgü bantlara sahip olmasıyla hibritler doğrulanmıştır.

Lafarga-de la Cruz vd. (2013) hibrid deniz kulağında (*Haliotis rufescens X Haliotis discus hannai*) mikrosatellit DNA markerlarına dayanarak ebeveynlerini belirlemeye çalışmışlardır. 10 adet mikrosatellit marker kullanarak 43 kırmızı deniz kulağı ve Japon kulağı anacından üretilen hibrit deniz kulağının ebeveyn teşhisine çalışmışlardır. PIC değeri birçok mikrosatellit lokusta oldukça bilgi verici bulunmuştur. Ayrıca minimum 5-6 mikrosatellit markır ile %90 ün üstünde ebeveyn teşhis edilmiştir.

Dubut vd. (2010) cyprinidlerin Avrupa tatlı sularında en bol ve en yaygın şekilde dağılım gösteren kemikli balık olup hibridizasyonun yaygın olduğunu bildirmiştir. Beş multipleks PZR setinde 41 cyprinid spesifik polimorfik mikrosatellit lokus (*Chondrostoma nasus nasus*, *Chondrostoma toxostoma toxostoma* ve *Leuciscus leuciscus*) türleri için 503 bireyde (440 saf tür ve 63 hibrid) denenmiş ve 10 yeni lokus izole edilmiştir. Geliştirilen primerler Avrupa cyprinid türlerini ayırmada başarılı olmasının yanında hibrit bireyleri karakterizasyonu ve belirlenmesine de imkân sağlamıştır.

Sıklıkla aynı habitatta yaşayan Atlantik somonu ve kahverengi alabalığı juvenillerin yanı sıra yetişkin türlerini de ayırmak oldukça zordur (Perrier, 2011). İki takson için de tehlike altında olan populasyonlar oldukça fazladır ve çeşitliliği belirlemek için türe özgü moleküler markerlara ihtiyaç duyulmaktadır. SsAD486 adını verdikleri mikrosatellit primeri iki türe özgü allele sahip olduğu belirlenmiş ve Atlantik salmonu, kahverengi alabalık ve onların hibritlerinin Avrupa'da ki tüm dağılım alanlarında tanımlanmıştır. Bu belirteçler Batı Atlantik'deki Atlantik salmonu populasyonları için polimorfik olmasının yanında Kuzey Amerika ve Avrupa salomonlarının ayırımında da kullanılabilir. Bu belirteçler Batı Atlantik'deki Atlantik salmonu populasyonları için polimorfik olmasının yanında Kuzey Amerika ve Avrupa salomonlarının ayırımında da kullanılabilir.

Saber vd. (2011) erkek ot sazani (*Ctenopharyngodon idella*) ve dişi hazar kütüm balığı (*Rutilus frisii kutum*)'nı çaprazlayarak hibrit üretmişlerdir. Ebeveynlerinin ve 8 adet larvanın genomları, genetik değerlendirme ve doğrulama için mikrosatellit bölgeler kullanarak çalışmışlardır. Ebeveyn ve yavrulardan DNA eldesinden sonra, 2 mikrosatellit primer çifti kullanılarak iki lokusun hibrid kalıtımını değerlendirmişlerdir. Hibrid yavrular baba genomunun katkısı olmaksızın, annelerine benzer bantlaşma patterni göstermiştir.

Palermo vd. (2012), 6 mikrosatellit DNA lokusu kullanarak kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) ve kahverengi alabalık populasyonlarını değerlendirmek amacıyla bir pilot çalışma yürütmüştür. Ayrıca, kahverengi alabalık x kaynak alabalığı arasında hibridizasyon sonucu kaplan alabalığı (*Salmo trutta* x *Salvelinus fontinalis*) meydana gelip gelmediğini belirlemek amacıyla DNA testi yapmışlardır. Champlain Gölü havzasından yakaladıkları alabalık populasyonlarında genetik farklılıkların olduğunu ve kullanılan üç belirtecin de hibridleri yani kaplan alabalıkları belirlemede başarılı olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Waldbieser vd. (2012) Amerika'da en çok yetiştiriciliği yapılan kanal yayın balığında ebeveyn ve akrabalık ilişkilerini ortaya çıkarmak amacıyla standardize edilmiş bir mikrosatellit seti dizayn etmeye çalışmışlardır. Di, tri, tetra nükleotit tekrarları içeren 5-6 markırdan oluşan 3 panel geliştirilmiş ve farklı soydan üreyen populasyonlarda lokus başına 9-31 arasında allel ortaya çıkarılmıştır. Böylece standardize edilmiş bu mikrosatellit paneller yardımıyla akrabalık yayın balığı gelişiminde ve ıslah yoluyla genetik özelliklerinin artırılması için geniş çaplı çalışmalar yürütülebilir.

Liu (2012a) yetiştiricilikte akrabalık bilgisinin ve her nesilin genetik varyasyonunun bilinmesi gerekli ve aynı zamanda çok zor olduğunu bildirmişlerdir. Asya levrek balığı ile yaptıkları çalışmalarında 4 bağımsız çaprazlamadan elde edilen 2520 yavrunun 9 mikrosatellit lokus ile genotiplendirmesini gerçekleştirmiştir. Yapılan 4 çaprazlamada

%96,8'den fazla yavrunun ebeveynleri belirlenmiştir. Bu sayede 9 mikrosatellitin lokusunun ebeveyn belirlemede oldukça yüksek bir güce sahip olduğu kanıtlanmıştır.

1.8. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Ülkemizde yetiştiricilik açısından önemli olabilecek yeni türler hakkında çalışmalar başlatılmış ve Karadeniz alabalığı üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Abant alabalığı ve Aras alabalığı üretimi ile ilgili birkaç çalışma yapılmış olmasına karşın, henüz yetiştiriciler tarafından yavaş büyümeleri nedeniyle tercih edilmemiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan akarsularda yaşayan Karadeniz alabalığı, Bolu Yedigöller Bölgesi ve Abant Gölü çevresinde üzerinde dağılım gösteren Abant alabalığı ve yaşam alanları dağ yamaçlarından hızlı akan dereler ve dağlık bölgelerin aşağı kısımları olan Aras alabalığı yetiştiriciliği üzerine çalışmalar yapılmış olmasına rağmen (Kocabaş, 2009) bu çalışmaların tamamı saf kültür üzerinedir. Bu bağlamda bu ekotiplerin kendi aralarında çaprazlanmalarıyla hibrit bireyler oluşturulması birçok avantaj sağlama potansiyeline sahiptir. Karadeniz alabalığı ile kaynak alabalığının (*Salvelinus fontinalis*) hibridizasyonu üzerine birkaç çalışma yapılmış olup (Başçınar vd., 2010; Atasaral Şahin vd., 2011), bu çalışmalarda farklı cins balıklarda kullanılmıştır. Ayrıca Atlantik salmonu (*Salmo salar*) ve kahverengi alabalık (*S. trutta*) arasında da hibridizasyon çalışması yapılmıştır (Makhrov vd, 2004; Makhrov 2008).

Salmo t. labrax, *S. t. caspius* ve *S. t. abanticus* diğer ekotiplere nazaran daha iyi kuluçka performansı gösterdiklerinden (Kocabaş, 2009), bu ekotipler arasında hibridizasyon çalışması yapılarak bazı yetiştiricilik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma ile ülkemiz sularında yaşayan ve albenisi yüksek olan doğal alabalıklarından Karadeniz, Aras ve Abant alabalığı ilk kez kültür şartlarında çaprazlanması ile hibrit bireyler elde edilmiştir. Bu hibritlerin yaşama oranları ve kuluçka randımanları belirlenmiştir. Yetiştiricilikte kullanılan türlere alternatif olarak yetiştiriciliğe uygun albenisi yüksek, kuluçka performansı iyi ve yaşama oranı yüksek hibrit bireyler kazandırılabilir. Elde edilmiş olan hibritlerin bazı allel genlerinin ebeveynleriyle olan ilişkisi çalışılmıştır ve ebeveynlerin yavrularının genotipi üzerindeki etkisi genetik belirteç sistemleri kullanılarak araştırılmış olması bakımından literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır. Ayrıca söz konusu ekotipler ile birbirleriyle melezlenmesinden ortaya çıkan melez bireylerin mikrosatellit DNA belirteçlerine göre varyasyonu ilk kez araştırılmıştır ve yapılan ebeveyn analizi sonucunda hibrit bireylerin teşhisinde kullanılabilir güvenilir

hassas ve oldukça polimorfik DNA belirteçleri ortaya çıkarılmıştır. Ebeveynlerinden (erkek ve dişi) yavrularına gen akışının ne oranda sağlandığı, hangi ebeveynin baskın allellerini yavruda ortaya çıkma oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Başka bir deyişle ülkemiz doğal alabalıkları ile ilgili ebeveynlerden yavrulara gen aktarımı moleküler genetik yöntemiyle bu çalışmada ilk kez denenmiştir. Böylece kuluçkahane orjinli balıkların veya doğada yaşayan hibrit balıkların ve ebeveynlerinin belirlenmesinde kullanılacak hassas ve güvenilir bir belirteç sistemi belirlenmeye çalışılmıştır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Prof. Dr. İbrahim Okumuş Araştırma ve Uygulama Ünitesi'nde ayrı ayrı tanklarda stoklanan *Salmo trutta labrax*, *S. t. caspius* ve *S. t. abanticus* ekotiplerine ait damızlık balıklar sağıma başlamadan bir ay önce erkek ve dişi olarak ayrıldı. Bu tez çalışmasında, Kocabaş (2009)'ın çalışmasından elde edilen ve saf olarak muhafaza edilen damızlıklardan elde edilen F2 jenerasyonları kullanıldı. Damızlık balıklar son altı ay içerisinde sağım için damızlık yemiyle (Skretting) günde iki defa doyana kadar elle yemlendi. Sağım dönemi yaklaştıkça damızlıklar tek tek kontrol edilerek ayrı ayrı tanklara konuldu ve göz arkasından yapılan CWD (Northwest Marine Technology, WA, USA) marka ile markalandı (Şekil 5). Sağımdan 3-5 gün önce yemleme durduruldu.

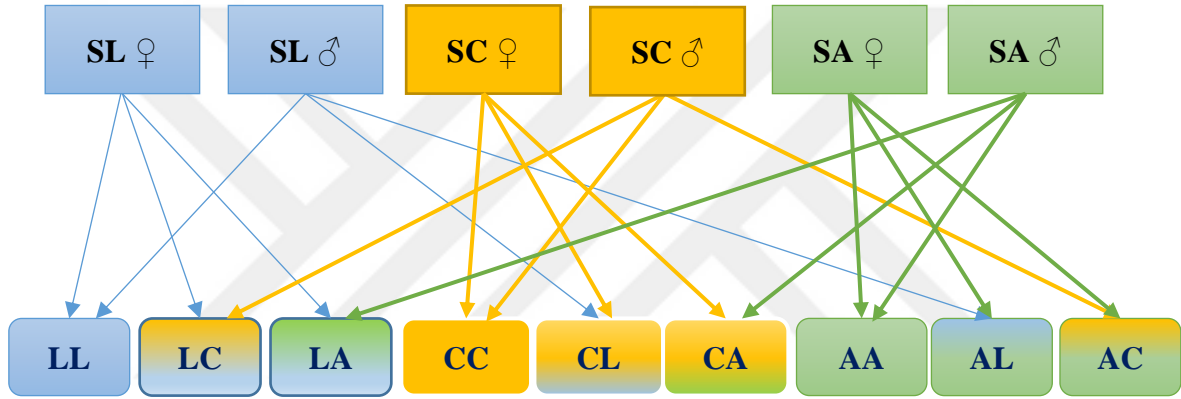


Şekil 5. Markalanmış anaç balıklar

2.2. Sağım ve Döllenme

Markalanmış olan Karadeniz alabalığı (SL: *Salmo trutta labrax*), Abant alabalığı (SA: *Salmo trutta abanticus*) ve Aras alabalığı (SC: *Salmo trutta caspius*) damızlıklarının yumurtaları ayrı ayrı kaplara sağıldı. Her bir Karadeniz alabalığı anacının yumurtası 3 ayrı gruba ayrıldı ve birinci grup yine Karadeniz alabalığı ile (kontrol), ikinci grup Aras alabalığı ile ve üçüncü grup ise Abant alabalığı ile erkeklerinden elde edilen sperm ile döllenildi. Aynı işlem Aras alabalığı ve Abant alabalığı yumurtaları için de tekrarlandı.

(Şekil 6). Her grup için 5'er tekerrür olmak üzere bu işlem gerçekleştirildi. Her bir erkek ve dişi balık sağıldıktan sonra ebeveyn testi yapmak için dorsal yüzgecinden 0,5 gramlık bir parça kesilerek 2 mililitrelik tüplerdeki %80'lik etanole konuldu ve -20°C'de DNA izolasyonu yapılmaya kadar bekletilmiştir. Bu işlem her bir ebeveyn için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Burada ayrıca sağım öncesi ve sonrası ağırlık verileri ve boy verileri, sağım işlemi gerçekleştirildikten sonra her bir anacın yumurta çapı, ağırlığı ve fekonditesi alındı ve yumurtalar inkübasyon ünitesine alındı. Yumurtaların sağımından larvaların serbest yüzmeye başladığı zamana kadar su sıcaklığı günde iki defa ölçüldü ve kuluçka suyunun günlük ortalama sıcaklığı belirlendi.



Şekil 6. Çaprazlama şeması (SL ♀: dişi Karadeniz alabalığı, SL ♂: erkek Karadeniz Alabalığı, SC ♀: dişi Aras alabalığı, SC ♂: erkek Aras alabalığı, SA ♀: dişi Abant alabalığı, SA ♂: erkek Abant alabalığı)

İnkübasyon ünitesinde 48 saat içinde beyazlaşan yumurtlar seçildikten sonra yumurtalar gözlenene kadar her gün damlama yöntemiyle formaldehit (1 ml %37' lik formaldehit/1 litre su/24 saat) tablalara akan suya eklenerek olası mantarlaşmalar önlenmiştir. Yumurtalar gözlenmeye başladığında formaldehit uygulaması kesilerek ölen yumurtalar temizlenmiştir ve sayılmıştır. Aynı şekilde larvalar yumurtalarından çıktığında ve serbest yüzmeye başladığında da sayılarak miktarları kayıt edilmiştir. Şekil 7, 8 ve 9'da yumurtadan çıkan, serbest yüzebilen yavrular ve tutuldukları akvaryumlar gösterilmektedir.

2.2.1. Yumurta Sayısı ve Büyüklüğünün Belirlenmesi

Yumurta sayısını belirlemek için her grupta bulunan yumurtaların ağırlıkları tartılmıştır. Yirmi adet yumurtanın ağırlığı tartıldıktan sonra tüm yumurta tartılmış ve birbirine oranlanarak yumurta sayısı bulunmuştur. Ayrıca araştırma süresince ölen yumurtaların sayısının düzenli olarak not edilmesi ve serbest yüzmeye başlayan balıkların sayılarının belirlenmesiyle yumurta sayısı tekrar kontrol edilmiştir. Yumurta çapları Von-Bayer teknesiyle her gruptan 20'şer yumurta 3 tekerrür halinde ölçülmüştür. Yumurta ağırlıkları ise 0,0001 g hassasiyetli terazide 50 yumurtanın ağırlığı alınarak belirlenmiştir. Yumurta verimi, ilk olarak bireysel olarak anacın verdiği toplam yumurta sayısı ve adet/anaç olarak daha sonra her anacın verdiği yumurta sayısının o anacın sağım sonrası ağırlığına oranlanarak fekondite (adet/kg) hesaplanmıştır.

Yumurta verimi; mutlak ve nisbi yumurta verimi ve yumurta büyüklüğünün belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır:

$$TF = W_{top} / [W_{ör} / N]$$

$$NF = TN / W_{anaç}$$

$$Yumurta \text{ Çapı} = L / N$$

Formüllerde kullanılan kısaltmalar aşağıda verilmiştir.

TF	: Toplam yumurta verimi (yumurta/anaç)
W _{top}	: Toplam yumurta ağırlığı (g)
W _{ör}	: Örnekteki yumurta ağırlığı (g)
N	: Örnekteki yumurta sayısı
NF	: Nisbi yumurta verimi (yumurta/kg sağım sonrası ağırlık)
W _{anaç}	: Sağım sonrası anaç ağırlığı (kg)
TN	: Toplam yumurta sayısı
L	: Von Bayer teknesine 20 adet yumurtanın kapladığı uzunluk (mm)



Şekil 7. Yumurtadan çıkan yavruların görüntüsü



Şekil 8. Serbest yüzme aşamasındaki yavrular



Şekil 9. Serbest yüzen larvaların tutulduğu akvaryumlar

2.2.2. Kuluçka Performansının Belirlenmesi

Döllenme oranının belirlenmesinde Serezli (2004) tarafından uygulanan yaklaşım kullanılmıştır. Yumurtalar döllendikten 10-12 saat sonra rastgele 50 adet yumurta örneklenecek, glasiyal asetik asit, aseton, saf su (1:1:1) ile hazırlanan çözeltide 3-5 dakika bekletildikten sonra mikroskop altında çekirdek bölünmesinin gözlenmesiyle

belirlenmiştir. Çekirdek bölünmesi olan yumurta döllenmiş, bölünme görülmeyen yumurta ise döllenmemiş olarak kabul edilmiştir.

Döllenme oranı, yumurta tablalarına yerleştirilen yumurtaların yüzde olarak yukarıda açıklanan yöntemle göre döllendiği tahmin edilen yumurta miktarını ifade etmektedir.

Döllenme oranı	(%)	=	(Dölenen yumurta sayısı / Toplam yumurta sayısı)	x100
Çıkış oranı	(%)	=	(Canlı yavru sayısı / Dölenen yumurta sayısı)	x100
Larval yaşama oranı	(%)	=	(Serbest yüzen larva sayısı / Keseli larva sayısı)	x100
Kuluçka randımanı	(%)	=	(Canlı yavru sayısı / Toplam yumurta sayısı)	x100

2.3. Mikrosatellit ve mtDNA Yöntemiyle Ebeveyn ve Hibritlerin Belirlenmesi

2.3.1. DNA İzolasyonu

Larvalar 0,5 gram ağırlığa ulaştıklarında, yüksek dozda benzokain ile uyutulduktan sonra bütün olarak içerisinde %85 etanol bulunan 2 mililitrelik tüplere konulmuştur ve DNA izolasyonu yapılana kadar -20°C'de saklanmıştır. Her bir çaprazlama grubunda anaç olarak 5 erkek ve 5 dişi balık kullanılmıştır. Her bir erkek (*S. t. abanticus*; A) ve dişi balığın (*S. t. labrax*; L) yavrularından ise 10 adet larva ebeveyn testi için kullanılmıştır. Böylece toplamda (her bi çaprazlama grubunda (AL) her ebeveyn için 10 yavru x 5 ebeveyn) 50 adet balık kullanılmıştır. AL için yapılan bu deneme diğer LA, CA, AC, LC, CL ve AA, LL ve CC grupları için tekrarlanmıştır.

DNA izolasyonu Promega Wizard Genomik DNA izolasyon kiti aracılığıyla yapılmıştır. DNA izolasyon basamakları aşağıda verilmiştir.

- 1- Örnek başına 200 µl nüklei lizis solusyonu 50 µl 0,5 M EDTA (pH 8.0), 20 µl 20 mg/ml konsantrasyonunda proteinaz K ve 5 µl RNase A solusyonu hazırlanıp karıştırılır.
- 2- 20 mg doku örneği alınıp 1,5 ml lik mikrosantrifüj tüpüne konular ve üzerine hazırlanan karışımdan 275 µl eklenir.
- 3- Tüpler 55°C' ye ayarlı ısıtıcılı blokta gece boyu (16-18) saat inkübasyona bırakılır.
- 4- Gece boyu lizis işleminden sonra 2000 x g'de santrifüj edilerek parçalanmamış kısımlar çöktürülüp supernatant yeni tüpe alınır.

- 5- 250 µl lysis buffer eklenir ve hafifçe vortekslenir.
- 6- Solusyonun hepsi toplama tüpü içine yerleştirilmiş olan spin kolona transfer edilir.
- 7- Spin kolon 13000 x g'de 3 dakika santrifüj edilir.
- 8- Spin kolon çıkartılıp toplama tüpündeki sıvı atılır ve spin kolon tekrar toplama tüpünün içine yerleştirilir.
- 9- 650 µl yıkama solusyonu eklenir ve 1 dakika 13000 x g'de santrifüj edilir.
- 10- Toplama tüpündeki sıvı atılır aynı şekilde yıkama işlemi 3 kez tekrar edilir.
- 11- Son yıkamada spin kolona yıkama solusyonu konulmadan boş şekilde 13000 x g'de 2 dakika santrifüj edilerek spin kolonun kuruması sağlanır.
- 12- Spin kolon toplama tüpünden ayrılarak yeni 1,5 ml lik santrifüj tüpünün içine konur ve oda sıcaklığında veya 65°C ısıtılmış 250 µl ultra saf su eklenip 2 dakika oda sıcaklığında inkübe edilir.
- 13- 13000 x g'de santrifüj edilerek 1,5 ml santrifüj tüpünde DNA karışımının toplanması sağlanır.
- 14- Spin kolon 1,5 ml'lik santrifüj tüpünden ayrılır ve tüpte biriken DNA kullanılmaya kadar -20°C'de bekletilir.

İzole edilen DNA, konsantrasyonunun ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla nanodrop spektrofometre ile ölçülmüştür. 1 µl DNA kullanılarak 260 ve 280 nm dalga boyunda yapılan ölçümlerde 260/280 oranı 1,8 civarında ve konsantrasyonu 100ng/µl yüksek olan örnekler ileriki aşamalarda kullanılmıştır. DNA kalitesi ve yoğunluğu uygun olmayan örneklerden tekrar DNA izolasyonu yapılmıştır. Aynı zamanda 5 µl DNA + 1 µl 6X yükleme boyası (Loading dye) RedSafe yoğunluğu 0,01 mg (1mg/100 µl) olacak şekilde hazırlanan %1'lik agaroz jel üzerinde 1xTAE tampon sisteminde 1 saat elektroforez yapılmıştır. RedSafe DNA boyası ile boyanan DNA parçaları Kodak Jel görüntüleme sistemi ile görüntülenerek yoğunluğu ve kalitesi kontrol edilmiştir. Ayrıca PZR reaksiyonunda kullanılmak üzere örneklerin DNA konsantrasyonları 50 ng/µl olacak şekilde ayarlanmıştır.

2.3.2. PZR

2.3.2.1. mt DNA Gen Bölgeleri

Türlerin genetik olarak teşhisi için ebeveynlerin mtDNA *cytb* ve *D-loop* gen bölgesi sekans analizi yapılmıştır. Örneklerden elde edilen toplam DNA, mitokondriyal DNA'nın *cytb* ve *D-loop* gen bölgeleri çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen primer setleri (ileri ve geri yönlü) kullanılarak çoğaltılmıştır (Tablo 2). mtDNA *cytb* (843bç) ve *D-loop* bölgeleri (543 bç), tabloda dizinleri ve PZR koşulları verilen primerler vasıtasıyla 2X master mix (New England Biolabs) kullanılarak 25 µl Master mix, 1 µl ileri ve geri yönlü primer (10 µM), 2 µl kalıp DNA (100 ng/µl) ve 21 µl nükleaz free safsu kullanılarak 50 µl son hacimde PZR cihazı (Biorad T100) ile çoğaltılmıştır.

Tablo 2. *cytb* ve *D-loop* primerlerinin baz dizilimi ve PZR koşulları

Gen	Baz Dizilimi	Referans	PZR koşulları	
<i>cytb</i>	F: GCTAATGACGCACTAGTCG	Warheit ve Bowman (2008)	95°C 30 sn	35 döngü
	R: GGGGGCGAGRACTAGGAAGAT	Turan vd. (2010)	95°C 30 sn 56°C 45 sn 68°C 1 dk 68°C 5 dk	
D-loop	F: CCCTCCCTAGTGCTCAGAG	Bu çalışma	95°C 30 sn	35 döngü
	R: GTAAAGTCAGGACCAAGCC		95°C 30 sn 52°C 45 sn 72°C 1 dk 72°C 7 dk	

PZR yükseltgenmesi sonrası 5 µl PZR ürünü + 1 µl 6X yükleme boyası RedSafe yoğunluğu 0,01 mg (1mg/100 µl) olacak şekilde hazırlanan %1'lik agaroz jel üzerinde 1xTAE tampon sisteminde 1 saat koşuturulmuştur. RedSafe ile boyanan DNA bantları jel görüntüleme sisteminde görüntülenerek kayıt edilmiştir.

Agaroz jelde yürütülerek kontrol edilen mtDNA örneklerine ait PZR ürünleri, özel/ticari laboratuarda (Macrogen Inc., Güney Kore) ABI 3730XL otomatik dizi analiz sistemleri kullanılarak dizi analizi yaptırılmıştır.

2.3.2.2. Mikrosatellit DNA Gen Bölgeleri

Ebeveynlerden yavrulara kalıtım yoluyla geçen allel genlerin belirlenmesi amacıyla DNA'daki tekrar bölgelerinin çoğaltılması (satellit DNA) esasına dayanan mikrosatellit DNA belirteçlerinden yararlanılmıştır. Miktarı ve kalitesi kontrol edilmiş olan genomik DNA'ların mikrosatellit bölgelerinin çoğaltımı, araştırmacılar tarafından daha önce geliştirilmiş lokus spesifik primerler (Tablo 3) kullanılarak multipleks PZR yöntemiyle yapılmıştır. Mikrosatellit primerlerinin ileri yönlüleri ürün boyu ve tutunma sıcaklığına bağlı olarak belirlenen floresan boya ile işaretlenerek kullanılmıştır. Bir reaksiyonda dört mikrosatellit lokus aynı anda çoğaltılmıştır. Primerlerin tekrar sayıları, sekansları, hangi boyayla işaretlendikleri, bağlanma sıcaklığı, allel sayısı Tablo 4'de verilmiştir. Reaksiyon mikrosatellite 2x PZR master mix (Qiagen) kullanılarak 12,5 µl PZR master mix, 2,5 µl 10X primer mix (her bir primerden 2 µM), 2,5 µl kalıp DNA (125 ng/µl), 7,5 µl nükleaz free su eklenerek 25 µl son hacimde PZR cihazında (Biorad, ABD) cihazında gerçekleştirilmiştir. PZR için kullanılan protokol; 95°C'de 5 dakika ön denatürasyon, 35 döngü olacak şekilde 95°C'de 30 saniye, 48-60°C'de (primerlerin erime sıcaklıklarına bağlı olarak değişmektedir) 90 saniye, 72°C'de 30 saniye ve son olarak 60°C'de 30 dakika inkübe edilerek reaksiyon tamamlanmıştır. Polimeraz zincir reaksiyonu bittikten sonra örneklerden bazıları reaksiyonun başarılı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla yüksek yoğunluklu agaroz jelde RedSafe varlığında yürütülerek görüntüleme sisteminde görüntülenmiştir. Elde edilen PZR ürünlerinin gün ışığından etkilenmemesi için alüminyum folyo ile sarılıp fragment analizine gönderilinceye kadar -20°C'de bekletilmiştir. Fragment analizi için hizmet alımı yoluyla özel/ticari laboratuvara (MacroGen Inc., Güney Kore) gönderilmiştir. Gönderilen örnekler ön işlemlerden sonra ABI 3730 XL cihazı ile DS-33 boya ve G5 filtre seti vasıtasıyla 500 - LIZ internal standart marker ile okunmuştur.

Tablo 3. Mikrosatellit primer grupları ve nükleotit sıraları

Grup No	Primer adı	Primerler	Referans
1	Str85INRA	GGAAGGAAGGGAGAAAGGT GGAAAATCAATACTAACAA	Presa ve Guyomard (1996)
	Str15INRA	TGCAGGCAGACGGATCAGGC AATCCTCTACGTAAGGGATTTGC	Estoup vd. (1993)
	Str43INRA	GTTGTGGGCTGAGTAATTGG CTCCACATGCATCTTACTAACC	Presa ve Guyomard (1996)
	Strutta 58	AACAATGACTTTCTCTGAC AAGGACTTGAAGGACGAC	Poteaux vd. (1999)
2	BS131	CACATCATGTTACTGCTCC CAGCCTAATTCTGAATGAG	Estoup vd. (1998a)
	SsoSL438	GACAACACACAACCAAGGCAC TTATGCTAGGTCTTTATGCATTGT	Slettan vd. (1995)
	Strutta 12	AATCTCAAATCGATCAGAAG AGCTATTTAGACATCACC	Poteaux vd. (1999)
	Str60INRA	CGGTGTGCTTGTGAGGTTTC GTCAAGTCAGCAAGCCTCAC	Estoup vd. (1993)
3	T3-13	CCAGTTAGGGTTCATTGTCC CGTTACACCTCTCAACAGATG	Estoup vd. (1998a)
	Str73INRA	CCTGGAGATCCTCCAGCAGGA CTATTCTGCTTGTAAGTAGACCTA	Estoup vd. (1993)
	Ssa85	AGGTGGGTCCTCCAAGCTAC ACCCGCTCCTCACTTAATC	O'Reilly vd. (1996)
	Ssa20.19NUIG	TCAACCTGGTCTGCTTCGAC CTAGTTTCCCCAGCACAGCC	Sanchez vd. (1996)
4	SsoSL417	TTGTTCAAGTGTATATGTGTCCCAT GATCTTCACTGCCACCTTATGACC	Slettan vd. (1995)
	Str591INRA	CTGGTGGCAGGATTTGA CACTGTCTTTTCGTTCTT	Presa ve Guyomard (1996)
	Str543INRA	ATTCTTCGGCTTTCTCTTGC ATCTGGTCAGTTTCTTTATG	Presa ve Guyomard (1996)
	MST-73	CTATTCTGCTTGTAAGTAGCCTA CCTGGAGATCCTCCAGCAGGA	Poteaux vd., (1999)

Tablo 4. Mikrosatellit primerlerin bağlanma sıcaklığı (Tm), işaretlendiği floresan boya, allel sayısı, allel boyu ve tekrar motifleri

Grup No	Primer adı	Tm	Floresan boya	Allel sayısı	Allel boyu	Tekrar motifi
1	Str85INRA (P5)	48	FAM	19	146-200	GT
	Str15INRA (P10)		VIC	10	193-225	CT
	Str43INRA (P9)		NED	3 ve7	180,141-193,161	GT
	Strutta 58 (P8)		PET	38	102-190	GT
2	BS131 (P1)	52,5	FAM	10	149-177	GT
	SsoSL438 (P4)		VIC	7	103-115	GT
	Strutta 12 (P15)		NED	28	124-216	GT
	Str60INRA (P13)		PET	9	87-111	GT
3	T3-13 (P3)	57,5	VIC	21	175-235	GT
	Str73INRA (P11)		NED	11	138-162	GT
	Ssa85 (P12)		FAM	9	104-120	GT
	Ssa20.19NUIG (P14)		PET		82-102	CA
4	SsoSL417 (P2)	52	FAM	15	161-197	GT
	Str591INRA (P7)		VIC	22	146-198	CT
	Str543INRA (P6)		NED	24	119-169	CT
	MST-73 (P16)		PET	4	148-166	GT

2.3.3. Veri Analizi

2.3.3.1. Kuluçka Performansına Ait Veri Analizi

Gruplara ait kuluçka performansı parametreleri hesaplandıktan sonra gruplar arasındaki farklılıkların anlamlı olup olmadığını test etmek için elde edilen değerler istatistiksel analize tabi tutulmuşlardır. Bu amaçla SPSS v21.0 paket programı kullanılmıştır. Gruplar arasında farklılığın tespiti için tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) ve ortaya çıkan farkın kaynağını belirlemek amacıyla Post Hoc test olarak Tukey testi kullanılmıştır.

2.3.3.2. mtDNA Veri Analizi

Sekans dizileri ilk önce NCBI BLAST veritabanına girilerek hangi türlere benzediği ve benzerlik oranları belirlenmiştir. Ayrıca çoklu hizalama programı BIOEDIT (Hall, 1999) yardımı ile diziler hizalanmıştır. Hizalanan dizilerin uzunluk farklılıkları

giderildikten sonra her bir örneğin dizi uzunluğu *cytb* gen bölgesi için 843 bp, *D-loop* gen bölgesi için 543 bp olarak analize devam edilmiştir.

Elde edilen mitokondriyal dizilerin, korunmuş bölgelerin analizi, değişken bölgelerin analizi, parsimony informative (Pi) analizi ve Neighbor Joining filogenetik ağacı MEGA (Tamura vd., 2013) programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

2.3.3.3. Mikrosatellit Veri Analizi

Her bir lokusa ait veri ABI3730 otomatik cihazları ile analiz edilerek elde edilmiştir. Herbir birey ve lokus için allel büyüklükleri ve frekansları Genemarker (Soft Genetics LLC) programı yardımı ile belirlenmiştir. Bu program vasıtası ile elde edilen veri seti daha sonra uygun programların girdi dosyaları formatına dönüştürülmüştür.

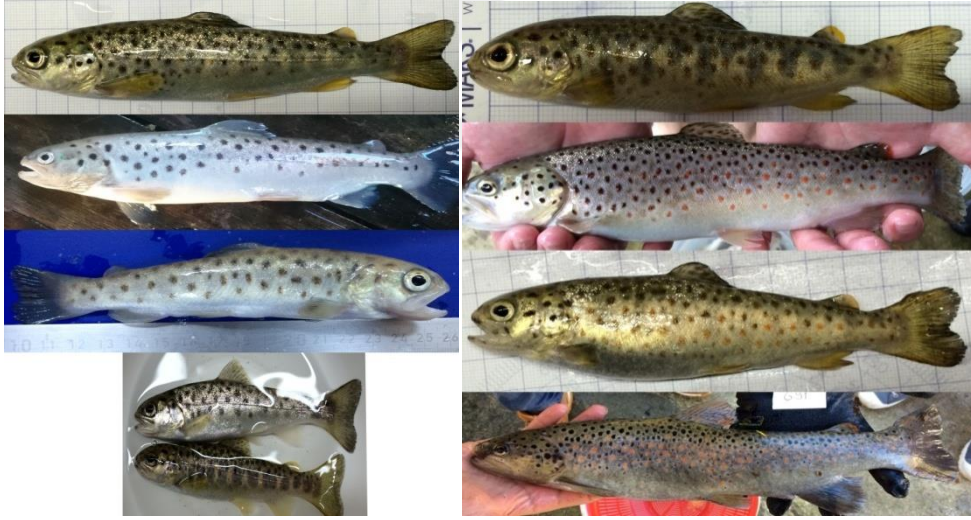
Mevcut popülasyonlarda kalıp DNA hasar gördüğünde veya primerin bağlanma bölgesinde bazı mutasyonlar var ise tahmin edilen sessiz allel (null allel) meydana gelmektedir. Tahmin edilen sessiz allelin varlığının belirlenmesinde yapılan hata; popülasyon içi genetik farklılaşmanın eksik hesaplanmasına sebep olabilmektedir. Mikrosatellit lokuslarında sessiz allel varlığı Micro-Checker (van Oosterhout vd., 2004) ve CERVUS (Kalinowski vd., 2007) programları ile test edilmiş olup mikrosatellit null allel frekansları CERVUS programıyla hesaplanmıştır. Popülasyonlara has alellerin varlığı, allel sayısı ve frekansı, gruplar arasındaki genetik uzaklık ve Nm değerleri GenAlEx (Peakall ve Smouse, 2012) programı kullanılarak hesaplanmıştır. Hardy Weinberg dengesi, gözlenen ve beklenen heterozigotluk oranı ARLEQUIN (Excoffier ve Lischer, 2010) programıyla hesaplanmıştır. Gruplar arasındaki Fst ve Rst değerleri ile bağlantı dengesizliği analizi Genepop (Raymond ve Rousset, 2005), Fis değerini FSTAT (Goudet, 1995), lokusun polimorfik oranını belirten PIC değerinin yanı sıra, ebeveyn çıkarımı ve güvenilirlik oranını belirten istatistiksel delta ve LOD değerleri CERVUS programıyla hesaplanmıştır. LOD değeri logaritmik ihtimal hesaplanması aracılığıyla parantel analizin güvenilirliği olarak tanımlanabilir. LOD değeri pozitif olması tüm yavruların ebeveynleriyle doğru olarak eşleştiği anlamına gelmektedir. Lokusların ebeveyn belirlemedeki etkinliğini belirlemek amacıyla kombine ebeveyn dışlama oranı, hiçbir ebeveyn bilinmediğinde dışlama oranı (E0), bir ebeveyn kesin olarak bilindiğinde ve diğeri bilinmediğinde dışlama oranı (E1), ebeveyn çifti bilindiğinde dışlama oranı (E2), GERUD 2.0 (Jones, 2005) programıyla hesaplanmıştır. Dışlama gücü (PE) ve ayırma gücü (PD) Powerstat v1.2

(Promega) programıyla hesaplanmıştır. Gruplar arası ilişkileri gösteren, Neighbor Joining ağacı 1000000 bootstrap yapılarak online olarak erişim sağlanabilen POPTREW (Takezaki vd., 2014) programıyla elde edilmiştir.



3. BULGULAR

Karadeniz alabalığı, Abant alabalığı ve Aras alabalığı anaçlarından yapılan çaprazlamalarda her gruptan bireyler başarılı şekilde larval gelişimi sağlamış ve bireyler sağlıklı olarak büyümektedirler. Elde edilen saf ve hibrit bireylerin morfolojik özelliklerini gösteren fotoğrafları Şekil 10, 11, 12, 13 ve 14’de verilmiştir. Yavrular yumurtadan çıkıp 14-15 cm boya kadar morfolojik olarak birbirine oldukça benzemektedirler. Saf yavru grupları ebeveynleriyle aynı morfolojik yapıyı gösterirken özellikle beneklenme bakımından aynı gruba ait hibrit bireyler genel itibarıyla anne ebeveynin özelliklerini yansıttıkları gözlenmiştir. Aynı grubun yavruları arasında beneklerin şekli ve konumu genel olarak birbirleriyle ve anne ebeveyn ile benzerlik göstermesine rağmen, bazıları babaya, bazıları ise her iki ebeveyne aynı oranda benzemektedirler.



Şekil 10. Abant alabalığı (solda) ve Karadeniz alabalığı (sağda) bireyleri



Şekil 11. Aras alabalığı bireyleri



Şekil 12. AL (solda) ve LA (sağda) grubu melez bireyler



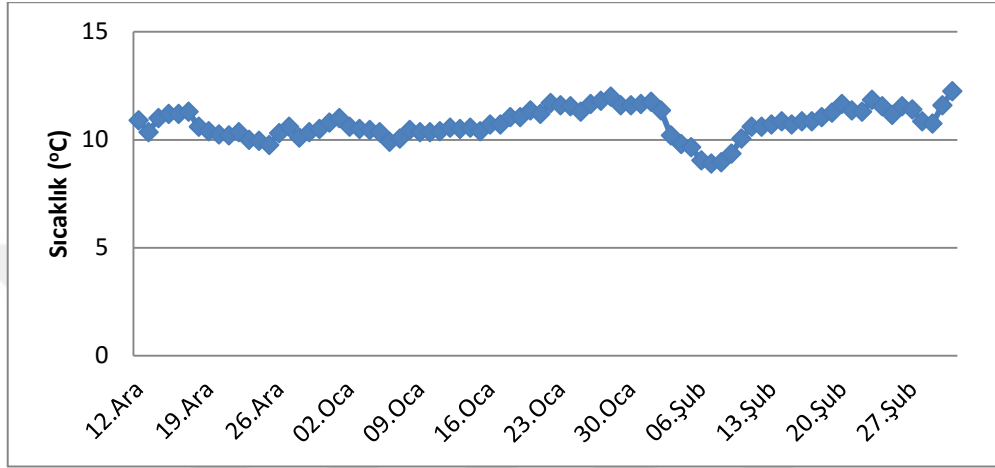
Şekil 13. CA (solda) ve AC (sağda) grubu melez bireyler



Şekil 14. LC (solda) ve CL (sağda) grubu melez bireyler

3.1. Kuluçka Performansı

Çalışmaların yürütüldüğü dönem boyunca günlük kuluçka suyu sıcaklığının ortalama değişimi Şekil 15’de verilmiştir. Tüm dönem boyunca ortalama sıcaklık 10,7°C (8,9 - 12,25°C) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 15. Kuluçka suyu sıcaklığı değişim grafiği

Toplam yumurta verimi (TF), nisbi yumurta verimi (NF) ve yumurta çapı sırasıyla Karadeniz alabalığı için 802,17±517,07 yumurta/anaç, 1258,01±798,64 yumurta/kg ve 5,66±0,31 mm; Abant alabalığı için 1118,18±314,61 yumurta/anaç, 1083,58±518,18 yumurta/kg ve 5,55±0,32 mm; Aras alabalığı için ise 323,14±126,61 yumurta/anaç, 1379,51±126,61 yumurta/kg ve 5,13±0,22 mm olarak hesaplanmıştır.

Grupların gözlenme süreleri 20-23 gün (220-248 GD), çıkış süreleri 37-39 gün (398-429 GD) ve serbest yüzme süreleri 54-67 gün (567-706) arasında değişmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Gruplara göre gözlenme, çıkış ve serbest yüzme süreleri

	Grup	Gözlenme		Çıkış		Serbest yüzme	
		gün	Günderece	gün	günderece	gün	günderece
1	LL	23	234	39	398	54	567
2	LC	23	234	39	398	54	567
3	LA	23	234	39	398	54	567
4	CC	20	220	37	425	61	691
5	CL	20	220	37	425	61	691
6	CA	20	220	37	425	61	691
7	AA	23	248	39	429	65	706
8	AL	23	248	39	429	65	706
9	AC	23	248	39	429	65	706

Döllenme oranı bakımından değerlendirildiğinde en yüksek değer AL grubunda $99,89 \pm 0,06$ iken, en düşük değer ise CA $94,26 \pm 2,70$ olarak tespit edilmiştir. Çıkış oranı bakımından grupların ortalama değerlerine bakıldığında en yüksek değer CC grubunda $50,15 \pm 8,82$ en düşük değer ise CA grubunda $26,24 \pm 6,65$ olarak bulunmuştur. Kuluçka randımanı değerlendirildiğinde en yüksek randıman LA grubunda $48,05 \pm 9,23$ ve en düşük randıman ise CA grubunda $24,81 \pm 6,42$ olarak belirlenmiştir. Larval yaşama oranına bakıldığında en yüksek değer CC grubunda $64,79 \pm 12,65$ en düşük değer ise CA grubunda $34,73 \pm 13,13$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 5). Döllenme oranı, çıkış oranı larval yaşam oranı ve kuluçka randımanı bakımından gruplar karşılaştırıldığı zaman One way ANOVA (Tukey HSD) testine göre istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 6. Hibrit ve saf grupların döllenme, çıkış, larval yaşama ve kuluçka randımanı oranları (%)

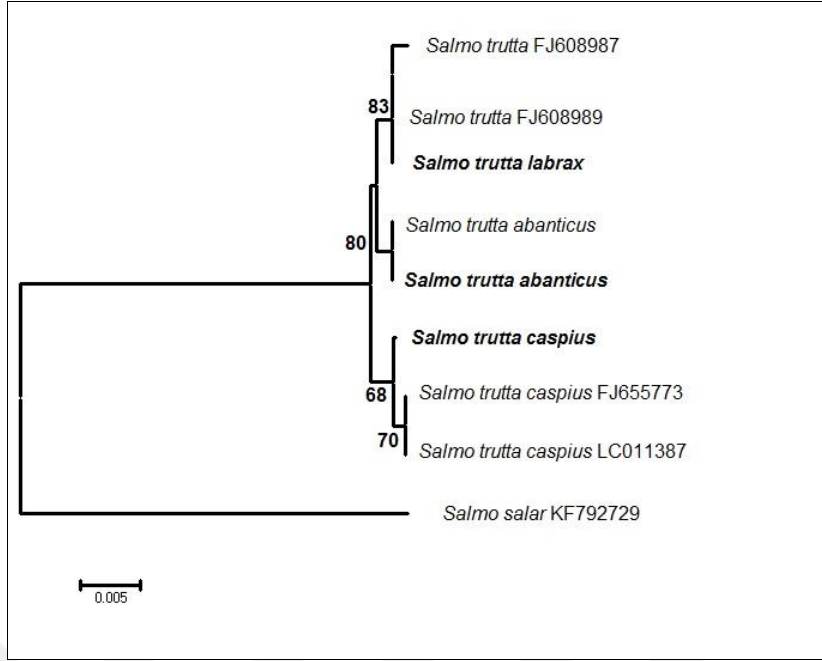
Grup	Döllenme oranı (%)	Çıkış oranı (%)	Larval yaşama oranı (%)	Kuluçka randımanı (%)
LL	$97,46 \pm 1,04$	$43,21 \pm 3,76$	$51,18 \pm 5,40$	$42,08 \pm 3,59$
LC	$96,49 \pm 1,93$	$48,17 \pm 10,49$	$53,69 \pm 9,33$	$45,96 \pm 9,55$
LA	$96,65 \pm 2,08$	$49,92 \pm 9,63$	$54,17 \pm 9,04$	$48,05 \pm 9,23$
CC	$97,35 \pm 1,02$	$50,15 \pm 8,82$	$64,79 \pm 12,65$	$49,03 \pm 8,18$
CL	$96,27 \pm 1,05$	$47,42 \pm 11,87$	$62,56 \pm 11,94$	$45,70 \pm 11,61$
CA	$94,26 \pm 2,70$	$26,24 \pm 6,65$	$34,73 \pm 13,13$	$24,81 \pm 6,42$
AA	$99,19 \pm 0,59$	$45,80 \pm 6,67$	$48,90 \pm 7,56$	$45,70 \pm 6,65$
AL	$99,89 \pm 0,06$	$44,58 \pm 3,80$	$48,53 \pm 3,01$	$44,53 \pm 3,82$
AC	$98,83 \pm 0,70$	$44,95 \pm 9,67$	$54,72 \pm 10,32$	$44,50 \pm 9,89$

3.2. mt DNA Analizi

Anaç olarak kullanılmış olan Abant alabalığı, Aras alabalığı ve Karadeniz alabalığı bireylerinin mitokondriyal DNA *cytb* geninin 843 bç lik kısmı, *D-loop* bölgesinin 543 bç'lik bölgesinin dizin analizi yapılmıştır. Dizin analizi yapılan rnekler NCBI BLAST veritabanına girilerek veritabanındaki örneklerle karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda bireylerin ait oldukları türden bireylerle en az %99 oranında benzeştiği belirlenmiştir. Ayrıca dizin analizi yapılan örnekler birbirleriyle mukayese edilerek türler arasındaki nükleotid farklılıkları ortaya çıkarılmıştır. 543 nükleotiti çalışılan *D-loop* bölgesinin türler arasında 536 nükleotiti korunurken, 7 nükleotiti değişkendir. *Salmo t. labrax*'ın sekansı baz alındığında *S. t. abanticus*'un 4 bazı değişken iken *S. trutta caspius*'un 6 bazı değişken bulunmuştur. 843 bç lik *cytb* geninin 839 nükleotidi korunmuş ve 4 nükleotidi de değişken olarak bulunmuştur. *Salmo t. labrax*'a göre diğer türlerdeki değişken nükleotitler 37, 652, 715 ve 784. pozisyonlardır (şekil 16). Ayrıca *cytb* geni için türleri temsil eden haplotipler ve genbanktan alınan aynı türlere sekanslar ile oluşturulan filogenetik ağaç şekil 17'de verilmiştir.

Türler	Cyt b	D-loop
	677	223555
	3518	338244
	7254	6348801
# <i>Salmo t. labrax</i>	AGAA	GATCCGG
# <i>Salmo t. abanticus</i>	GA..	AGG.T..
# <i>Salmo t. caspius</i>	G.GG	A.GTTAC

şekil 16. *cytb* ve *D-loop* gen bölgelerinin değişken baz pozisyonları



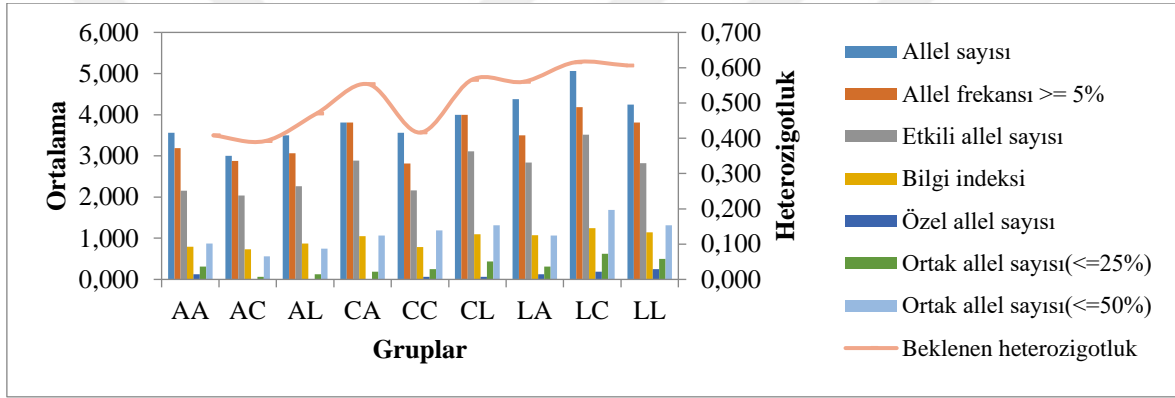
Şekil 17. *Salmo t. labrax*, *S. t. caspius* ve *S. t. abanticus* türlerinin *cytb* gen dizisine dayalı filogenetik ağacı (Koyu renkli olanlar çalışmada kullanılan balıklardan elde edilen, diğerleri ise genbanktan alınan sekanslar)

3.3. Mikrosatellit ile Ebeveyn Analizi

Elde edilen hibrit ve saf kahverengi alabalık gruplarının gruplara göre ortalama allel sayısı, allel frekansı, etkili allel sayısı, bilgi indeksi, özel ve ortak allel sayısı ve beklenen heterozigotluk değerleri Tablo 7’de ve bu verilerden elde edilen grafik ise Şekil 18’de verilmiştir. Çalışılan 16 lokus sonucunda ortalama allel sayısı, allel frekansı ve etkili allel sayısı bakımından en düşük grup AC (3,000; 2,875; 2,040) olurken en yüksek grup LC (5,063; 4,188; 3,513) olarak hesaplanmıştır. Özel allel sayısı en fazla LL grubunda (0,250) bulunurken AC, AL, CA gruplarına özel allel görülmemiştir. Bilgi indeksi ve beklenen heterozigotluk bakımından en düşük değer AC (0,730; 0,392) grubunda hesaplanırken en yüksek LC (1,246; 0,615) grubunda bulunmuştur. Ortak allel sayısı ise en düşük AC en yüksek LC grubunda ortaya çıkmıştır. Lokuslar arasında bağlantı dengesizliği analizine göre P1 lokusu ile P2, P3 ve P12; P2 lokusu ile P3 ve P7 lokusu; P11 lokusu ile P16 lokusu arasında bağlantı olabileceği belirlenmiştir.

Tablo 7. Gruplara göre ortalama allel sayısı, allel frekansı, etkili allel sayısı, bilgi indeksi, özel ve ortak allel sayısı ve beklenen heterozigotluk değerleri

Gruplar	AA	AC	AL	CA	CC	CL	LA	LC	LL
Ortalama allel sayısı	3,563	3,000	3,500	3,813	3,563	4,000	4,375	5,063	4,250
Allel frekansı \geq 5%	3,188	2,875	3,063	3,813	2,813	4,000	3,500	4,188	3,813
Etkili allel sayısı	2,156	2,040	2,262	2,885	2,159	3,113	2,842	3,513	2,824
Bilgi indeksi	0,793	0,730	0,873	1,047	0,783	1,095	1,075	1,246	1,143
Özel allel sayısı	0,125	0,000	0,000	0,000	0,063	0,063	0,125	0,188	0,250
Ortak allel sayısı(\leq 25%)	0,313	0,063	0,125	0,188	0,250	0,438	0,313	0,625	0,500
Ortak allel sayısı(\leq 50%)	0,875	0,563	0,750	1,063	1,188	1,313	1,063	1,688	1,313
Beklenen heterozigotluk	0,408	0,392	0,470	0,553	0,416	0,566	0,560	0,615	0,606



Şekil 18. Gruplara göre ortalama allel sayısı, allel frekansı, etkili allel sayısı, bilgi indeksi, özel ve ortak allel sayısı ve beklenen heterozigotluk değerleri

Lokuslara göre allel sayısı (AS), gözlenen heterozigotluk (Ho), beklenen heterozigotluk (He), null allel frekansı, lokusların polimorfik bilgi içeriği (PIC), grup içi gen akış değeri (F_{is}), ebeveyn dışlama oranları (hiçbir ebeveyn bilinmediğinde dışlama oranı (E₀), bir ebeveyn kesin olarak bilindiğinde ve diğeri bilinmediğinde dışlama oranı (E₁), ebeveyn çifti bilindiğinde dışlama oranı (E₂), dışlama gücü (PE) ve ayırma gücü (PD) Tablo 8’de verilmiştir. Lokuslara göre en az 1 ve en fazla 9 allel çifti ortaya çıkmıştır. AC ve AL grupları için yalnızca P15 lokusunda alleller belirlenememiş olup diğer tüm gruplar ve lokuslar için alleller belirlenmiştir. Bazı lokuslarda HWE dengesinden sapma görülmesine rağmen çoğu lokus dengededir. HWE dengesinden sapma gösteren lokusların heterozigot eksikliğinden kaynaklandığı yapılan testlerle ortaya çıkarılmıştır. Fis değeri genellikle negatif olarak hesaplanmıştır. Ortalama PIC değerleri en düşük AA grubu için

0,419; en yüksek LC grubu için 0,579 olarak belirlenmiştir. En yüksek ebeveyn dışlama oranına (E0, E1, E2) sahip lokus P14 olarak hesaplanırken en düşük P5 olarak bulunmuştur. PD değeri en yüksek lokus LL grubunun P2 lokusu olup (0,898) en düşük AL grubunun P9 lokusudur (0,105). PE değeri en düşük AL grubunun P9 lokusu olup (0,003), en yüksek P14 lokusunun tüm grupları 1,000 olmuştur. Null allel frekansı genel olarak negatif değerde hesaplanmıştır.

Tablo 8. Lokuslara göre allel sayısı (AS), beklenen (Ho) ve gözlenen (He) heterozigotluk, PIC, PD, PE, E0, E1, E2, HWE, Fis ve Null allel frekansı

Lokus		AA	AC	AL	CA	CC	CL	LA	LC	LL
P5	AS	2	1	2	2	1	2	4	3	3
	Ho	0,179	-	0,500	0,400	-	0,300	0,600	0,346	0,543
	He	0,166	-	0,386	0,337	-	0,268	0,512	0,302	0,435
	PIC	0,149	-	0,305	0,269	-	0,222	0,446	0,270	0,367
	PD	0,293	-	0,500	0,480	-	0,420	0,602	0,494	0,578
	PE	0,024	-	0,188	0,114	-	0,064	0,291	0,084	0,228
	E1	0,075	-	0,152	0,134	-	0,111	0,267	0,146	0,201
	E0	0,013	-	0,070	0,051	-	0,033	0,130	0,044	0,092
	E2	0,132	-	0,238	0,216	-	0,186	0,417	0,248	0,318
	HWE	1,000	-	0,525	1,000	-	1,000	0,004	1,000	0,189
	Fis	-0,080	-	-0,308	-0,200	-	-0,125	-0,176	-0,148	-0,252
Null	-0,040	-	-0,142	-0,110	-	-0,078	-0,084	-0,089	-0,117	
P10	AS	4	4	4	5	4	5	5	6	4
	Ho	0,464	0,900	0,833	1,000	0,833	1,000	0,760	1,000	0,686
	He	0,502	0,727	0,662	0,826	0,580	0,821	0,731	0,790	0,688
	PIC	0,449	0,665	0,579	0,751	0,479	0,745	0,668	0,741	0,628
	PD	0,684	0,793	0,648	0,820	0,521	0,800	0,858	0,781	0,829
	PE	0,158	0,795	0,662	1,000	0,662	1,000	0,527	1,000	0,407
	E1	0,274	0,465	0,375	0,574	0,281	0,565	0,472	0,566	0,428
	E0	0,127	0,292	0,221	0,395	0,164	0,386	0,298	0,387	0,257
	E2	0,433	0,641	0,542	0,754	0,420	0,745	0,652	0,751	0,606
	HWE	0,445	0,022	0,044	0,637	0,012	0,441	0,930	0,000	0,207
	Fis	0,076	-0,243	-0,269	-0,224	-0,451	-0,233	-0,041	-0,272	0,003
Null	0,055	-0,128	-0,150	-0,124	-0,204	-0,127	-0,030	-0,135	-0,013	

Tablo 8'in devamı

P9	AS	2	1	2	2	1	1	3	3	3
	Ho	0,071	-	0,056	0,300	-	-	0,160	0,308	0,600
	He	0,070	-	0,056	0,268	-	-	0,222	0,271	0,515
	PIC	0,067	-	0,053	0,222	-	-	0,205	0,239	0,454
	PD	0,133	-	0,105	0,420	-	-	0,346	0,447	0,694
	PE	0,004	-	0,003	0,064	-	-	0,020	0,067	0,291
	E1	0,033	-	0,026	0,111	-	-	0,110	0,125	0,269
	E0	0,002	-	0,001	0,033	-	-	0,024	0,035	0,129
	E2	0,064	-	0,050	0,186	-	-	0,197	0,214	0,416
	HWE	1,000	-	1,000	1,000	-	-	0,144	1,000	0,518
	F _{1s}	-0,019	-	0,000	-0,125	-	-	0,284	-0,140	-0,168
	Null	-0,009	-	-0,006	-0,078	-	-	0,145	-0,079	-0,076
P8	AS	2	1	2	2	1	2	2	2	2
	Ho	0,214	-	0,222	0,100	-	0,500	0,440	0,077	0,629
	He	0,195	-	0,203	0,100	-	0,395	0,350	0,075	0,437
	PIC	0,173	-	0,178	0,090	-	0,305	0,284	0,071	0,338
	PD	0,337	-	0,346	0,180	-	0,500	0,493	0,142	0,467
	PE	0,034	-	0,036	0,008	-	0,188	0,140	0,005	0,327
	E1	0,086	-	0,088	0,045	-	0,152	0,142	0,035	0,169
	E0	0,018	-	0,019	0,005	-	0,070	0,059	0,003	0,093
	E2	0,151	-	0,154	0,084	-	0,239	0,226	0,067	0,259
	HWE	1,000	-	1,000	1,000	-	1,000	0,301	1,000	0,014
	F _{1s}	-0,102	-	-0,097	0,000	-	-0,286	-0,263	-0,020	-0,447
	Null	-0,051	-	-0,053	-0,016	-	-0,142	-0,123	-0,011	-0,186
P1	AS	1	2	4	2	3	4	6	6	5
	Ho	-	0,067	0,556	0,300	0,333	0,800	0,600	0,720	0,771
	He	-	0,066	0,449	0,268	0,329	0,726	0,588	0,611	0,742
	PIC	-	0,062	0,393	0,222	0,298	0,640	0,545	0,569	0,695
	PD	-	0,124	0,636	0,420	0,510	0,740	0,755	0,822	0,864
	PE	-	0,004	0,241	0,064	0,078	0,599	0,291	0,460	0,547
	E1	-	0,031	0,230	0,111	0,167	0,440	0,367	0,390	0,511
	E0	-	0,002	0,098	0,033	0,052	0,268	0,192	0,211	0,329
	E2	-	0,059	0,370	0,186	0,284	0,618	0,562	0,590	0,701
	HWE	-	1,000	0,793	1,000	0,601	0,116	0,067	0,995	0,228
	F _{1s}	-	-0,018	-0,245	-0,125	-0,014	-0,108	-0,021	-0,182	-0,041
	Null	-	-0,008	-0,148	-0,078	0,007	-0,066	-0,003	-0,114	-0,013

Tablo 8'in devamı

P4	AS	2	2	3	3	2	4	4	6	6
	Ho	0,143	0,433	0,278	0,700	0,542	1,000	0,680	0,920	0,771
	He	0,135	0,463	0,252	0,595	0,467	0,721	0,533	0,766	0,793
	PIC	0,124	0,351	0,226	0,482	0,353	0,627	0,437	0,712	0,748
	PD	0,245	0,607	0,426	0,620	0,559	0,680	0,598	0,854	0,887
	PE	0,016	0,136	0,055	0,428	0,227	1,000	0,398	0,836	0,547
	E1	0,062	0,176	0,120	0,283	0,176	0,424	0,249	0,532	0,574
	E0	0,009	0,103	0,030	0,160	0,105	0,260	0,138	0,354	0,396
	E2	0,112	0,266	0,210	0,422	0,268	0,596	0,379	0,720	0,756
	HWE	1,000	1,000	1,000	0,167	0,657	0,418	0,182	0,332	0,092
	F _{1s}	-0,059	0,065	-0,104	-0,189	-0,163	-0,417	-0,283	-0,207	0,028
	Null	-0,029	0,024	-0,069	-0,096	-0,084	-0,202	-0,138	-0,109	0,005
P15	AS	5	0	0	3	5	2	1	8	3
	Ho	1,000	-	-	0,750	0,667	0,333	-	0,692	0,364
	He	0,790	-	-	0,750	0,745	0,333	-	0,852	0,634
	PIC	0,715	-	-	0,582	0,674	0,239	-	0,798	0,555
	PD	0,542	-	-	0,625	0,711	0,719	-	0,828	0,781
	PE	1,000	-	-	0,510	0,482	0,510	-	0,416	0,093
	E1	0,525	-	-	0,362	0,485	0,601	-	0,651	0,342
	E0	0,347	-	-	0,215	0,312	0,422	-	0,477	0,195
	E2	0,703	-	-	0,510	0,666	0,784	-	0,832	0,493
	HWE	0,001	-	-	0,656	0,000	0,001	-	0,000	0,001
	F _{1s}	-0,282	-	-	0,000	0,025	0,125	-	0,194	0,431
	Null	-0,143	-	-	ND	0,053	ND	-	0,093	0,257
P13	AS	3	3	3	4	3	3	3	3	4
	Ho	0,286	0,500	0,667	1,000	0,625	1,000	0,280	0,880	0,600
	He	0,259	0,406	0,508	0,700	0,488	0,668	0,476	0,627	0,511
	PIC	0,238	0,356	0,438	0,603	0,409	0,559	0,400	0,536	0,463
	PD	0,446	0,598	0,642	0,540	0,601	0,540	0,627	0,614	0,697
	PE	0,058	0,188	0,379	1,000	0,322	1,000	0,056	0,755	0,291
	E1	0,130	0,200	0,256	0,396	0,229	0,344	0,224	0,326	0,286
	E0	0,032	0,079	0,122	0,237	0,114	0,202	0,109	0,189	0,135
	E2	0,229	0,326	0,398	0,563	0,357	0,493	0,351	0,473	0,451
	HWE	1,000	0,530	0,390	0,021	0,217	0,084	0,040	0,038	0,194
	F _{1s}	-0,105	-0,236	-0,325	-0,463	-0,287	-0,538	0,417	-0,416	-0,176
	Null	-0,070	-0,133	-0,179	-0,224	-0,136	-0,239	0,264	-0,191	-0,125

Tablo 8'in devamı

P12	AS	3	4	5	5	5	6	7	8	4
	Ho	0,214	0,700	0,471	0,700	0,792	1,000	0,560	0,840	0,686
	He	0,364	0,657	0,588	0,742	0,711	0,758	0,793	0,868	0,740
	PIC	0,325	0,580	0,533	0,663	0,647	0,676	0,742	0,833	0,679
	PD	0,503	0,676	0,747	0,780	0,813	0,680	0,861	0,902	0,834
	PE	0,034	0,428	0,163	0,428	0,584	1,000	0,246	0,675	0,407
	E1	0,182	0,377	0,351	0,475	0,449	0,488	0,564	0,700	0,478
	E0	0,064	0,225	0,182	0,297	0,277	0,313	0,386	0,535	0,305
	E2	0,304	0,545	0,537	0,664	0,629	0,674	0,746	0,868	0,651
	HWE	0,011	0,001	0,075	0,121	0,176	0,103	0,000	0,003	0,024
	F _{1s}	0,415	-0,067	0,205	0,060	-0,116	-0,343	0,299	0,033	0,074
	Null	0,241	-0,076	0,091	-0,008	-0,062	-0,182	0,168	0,009	0,019
P3	AS	6	4	4	6	6	5	7	9	7
	Ho	0,786	0,692	0,938	0,800	0,391	0,222	0,714	0,444	0,719
	He	0,774	0,710	0,667	0,868	0,577	0,680	0,792	0,846	0,670
	PIC	0,724	0,638	0,581	0,800	0,533	0,576	0,742	0,801	0,624
	PD	0,702	0,689	0,539	0,720	0,556	0,667	0,844	0,840	0,822
	PE	0,573	0,416	0,872	0,599	0,109	0,036	0,451	0,143	0,458
	E1	0,545	0,431	0,371	0,646	0,357	0,378	0,572	0,656	0,444
	E0	0,366	0,266	0,218	0,471	0,183	0,227	0,392	0,484	0,263
	E2	0,731	0,601	0,532	0,820	0,550	0,548	0,760	0,837	0,645
	HWE	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,003	0,000	0,087
	F _{1s}	-0,015	0,025	-0,424	0,083	0,327	0,686	0,100	0,482	-0,075
	Null	-0,056	-0,006	-0,224	0,004	0,265	ND	0,038	0,314	-0,052
P11	AS	3	2	2	3	2	2	3	3	3
	Ho	0,500	0,433	0,500	0,500	0,083	0,200	0,520	0,840	0,400
	He	0,458	0,345	0,500	0,426	0,156	0,189	0,528	0,513	0,481
	PIC	0,386	0,282	0,368	0,368	0,141	0,164	0,419	0,395	0,420
	PD	0,622	0,491	0,611	0,620	0,226	0,320	0,672	0,333	0,664
	PE	0,188	0,136	0,188	0,188	0,006	0,030	0,206	0,675	0,114
	E1	0,215	0,141	0,184	0,211	0,070	0,082	0,229	0,208	0,244
	E0	0,101	0,058	0,118	0,082	0,012	0,016	0,134	0,127	0,112
	E2	0,338	0,225	0,276	0,345	0,126	0,144	0,347	0,315	0,383
	HWE	1,000	0,290	1,000	1,000	0,126	1,000	0,701	0,000	0,291
	F _{1s}	-0,094	-0,261	0,000	-0,184	0,471	-0,059	0,016	-0,658	0,170
	Null	-0,051	-0,120	-0,014	-0,131	0,290	-0,046	-0,008	-0,258	0,096

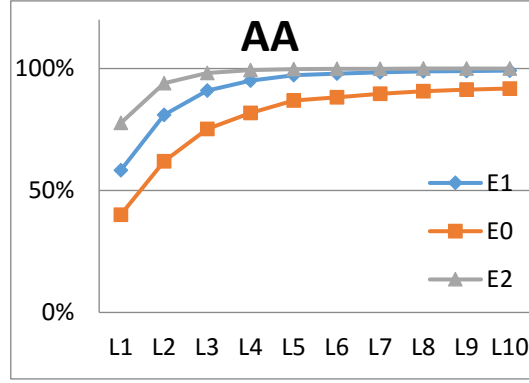
Tablo 8'in devamı

P14	AS	7	6	5	7	6	5	5	4	5
	Ho	1,000	1,000	1,000	1,000	0,762	1,000	1,000	1,000	1,000
	He	0,788	0,815	0,793	0,869	0,747	0,758	0,806	0,666	0,711
	PIC	0,747	0,754	0,719	0,798	0,687	0,676	0,750	0,600	0,645
	PD	0,816	0,852	0,625	0,691	0,789	0,680	0,778	0,611	0,656
	PE	1,000	1,000	1,000	1,000	0,530	1,000	1,000	1,000	1,000
	E1	0,583	0,586	0,529	0,648	0,498	0,486	0,573	0,401	0,446
	E0	0,400	0,406	0,351	0,473	0,320	0,311	0,393	0,235	0,278
	E2	0,776	0,772	0,707	0,826	0,682	0,672	0,753	0,577	0,623
	HWE	0,001	0,744	0,001	0,002	0,003	0,121	0,002	0,000	0,000
	F _{1s}	-0,276	-0,238	-0,275	-0,161	-0,021	-0,343	-0,249	-0,517	-0,417
	Null	-0,151	-0,133	-0,139	-	-0,038	-0,182	-0,125	-0,260	-0,193
P2	AS	2	5	5	4	5	6	5	7	6
	Ho	0,357	0,900	0,722	1,000	0,750	1,000	1,000	1,000	0,857
	He	0,343	0,651	0,624	0,753	0,623	0,837	0,798	0,836	0,785
	PIC	0,280	0,594	0,568	0,665	0,552	0,766	0,747	0,796	0,740
	PD	0,503	0,729	0,772	0,700	0,719	0,800	0,790	0,858	0,898
	PE	0,090	0,795	0,463	1,000	0,510	1,000	1,000	1,000	0,709
	E1	0,140	0,404	0,383	0,465	0,357	0,600	0,569	0,645	0,567
	E0	0,057	0,406	0,209	0,292	0,202	0,422	0,389	0,470	0,387
	E2	0,223	0,589	0,572	0,641	0,528	0,783	0,749	0,823	0,752
	HWE	1,000	0,038	0,458	0,155	0,258	0,270	0,000	0,002	0,694
	F _{1s}	-0,042	-0,392	-0,163	-0,353	-0,209	-0,208	-0,261	-0,200	-0,093
	Null	-0,029	-0,212	-0,138	-0,181	-0,118	-0,121	-0,127	-0,103	-0,054
P7	AS	7	5	6	5	5	5	7	4	6
	Ho	0,786	0,800	0,944	0,400	0,810	0,900	0,840	0,731	0,743
	He	0,666	0,658	0,756	0,700	0,739	0,816	0,725	0,701	0,711
	PIC	0,629	0,605	0,704	0,604	0,671	0,739	0,675	0,630	0,660
	PD	0,857	0,775	0,827	0,760	0,680	0,780	0,854	0,802	0,872
	PE	0,573	0,599	0,887	0,114	0,617	0,795	0,675	0,477	0,498
	E1	0,455	0,419	0,531	0,406	0,472	0,558	0,496	0,425	0,474
	E0	0,267	0,240	0,346	0,248	0,301	0,379	0,315	0,260	0,297
	E2	0,666	0,615	0,729	0,581	0,649	0,739	0,694	0,596	0,666
	HWE	0,967	0,096	0,193	0,015	0,000	0,105	0,790	0,107	0,953
	F _{1s}	-0,183	-0,223	-0,259	0,442	-0,099	-0,110	-0,163	-0,044	-0,046
	Null	-0,116	-0,133	-0,150	0,275	-0,067	-0,073	-0,100	-0,036	-0,027

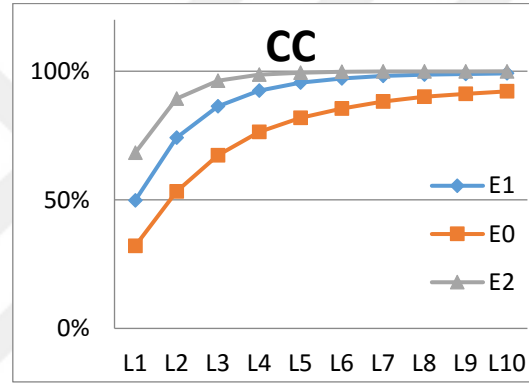
Tablo 8'in devamı

P6	AS	5	6	7	5	7	6	5	6	4
	Ho	0,857	0,600	1,000	1,000	0,792	1,000	0,850	1,000	0,536
	He	0,703	0,560	0,819	0,753	0,647	0,863	0,776	0,830	0,533
	PIC	0,642	0,528	0,773	0,668	0,590	0,795	0,720	0,784	0,488
	PD	0,763	0,767	0,858	0,700	0,785	0,800	0,840	0,816	0,722
	PE	0,709	0,291	1,000	1,000	0,584	1,000	0,695	1,000	0,221
	E1	0,448	0,358	0,617	0,475	0,403	0,638	0,538	0,623	0,310
	E0	0,276	0,178	0,438	0,302	0,233	0,462	0,357	0,446	0,148
	E2	0,630	0,559	0,806	0,658	0,593	0,815	0,723	0,802	0,485
	HWE	0,121	0,341	0,172	0,102	0,683	0,136	0,097	0,000	0,647
	F _{IS}	-0,224	-0,072	-0,229	-0,353	-0,229	-0,169	-0,099	-0,210	-0,005
	Null	-0,132	-0,045	-0,130	-0,184	-0,125	-0,101	-0,061	-0,108	0,016
P16	AS	3	2	2	3	1	2	3	3	3
	Ho	1,000	1,000	1,000	1,000	-	1,000	1,000	1,000	1,000
	He	0,693	0,633	0,679	0,689	-	0,611	0,732	0,592	0,726
	PIC	0,630	0,552	0,597	0,603	-	0,492	0,668	0,494	0,666
	PD	0,622	0,491	0,568	0,620	-	0,320	0,672	0,322	0,655
	PE	0,188	0,136	0,241	0,188	-	0,030	0,206	0,687	0,114
	E1	0,215	0,141	0,181	0,211	-	0,082	0,229	0,207	0,232
	E0	0,101	0,058	0,112	0,082	-	0,016	0,134	0,127	0,104
	E2	0,338	0,225	0,273	0,345	-	0,144	0,347	0,313	0,367
	HWE	1,000	0,290	0,646	1,000	-	1,000	0,701	0,000	0,524
	F _{IS}	-0,094	-0,261	-0,141	-0,184	-	-0,059	0,016	-0,669	0,138
	Null	-0,225	-0,269	-0,226	-0,259	-	-0,290	-0,177	-0,290	-0,179

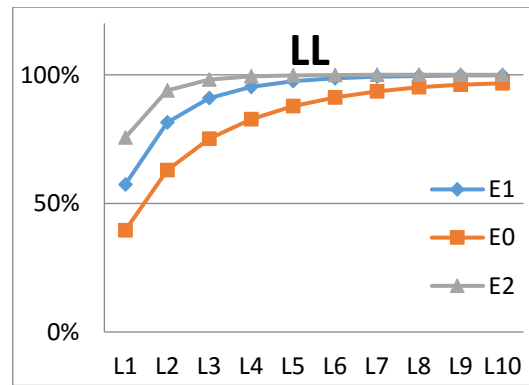
Şekil 19-24 her bir grup için çalışılan lokus sayılarının artışına göre kombine ebeveyn dışlama oranlarını vermektedir. Bütün gruplarda genel olarak altıncı lokustan itibaren ebeveynlerin en az bir tanesi bilindiğinde dışlama oranları %99'a ulaşmaktadır. Hiçbir ebeveyn bilinmediğinde ise 10 lokus kullanılarak dışlama oranları minimum %95'e ulaşmıştır. Dolayısıyla ebeveyn belirlemede en az 10 lokus kullanılmalıdır. Grupların parental analizinde güvenilirlik indeksini veren LOD değeri en düşük 4,09 olarak bulunmuştur. Çoğu grupta ebeveyn belirlenme oranı genel itibariyle %100 olarak belirlenmiş ve en düşük ebeveyn tayin oranı %94 olarak bulunmuş olup, gerçek anne ve babanın tanımlanmasında kesinlik sağlanmıştır.



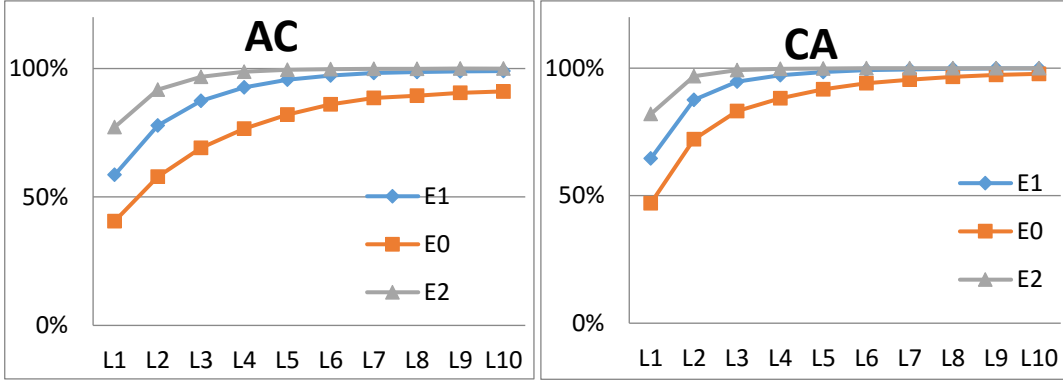
Şekil 19. AA grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi



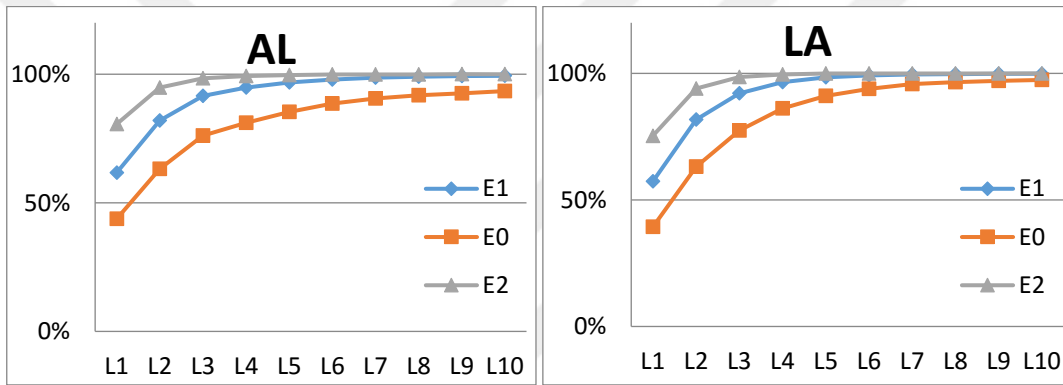
Şekil 20. CC grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi



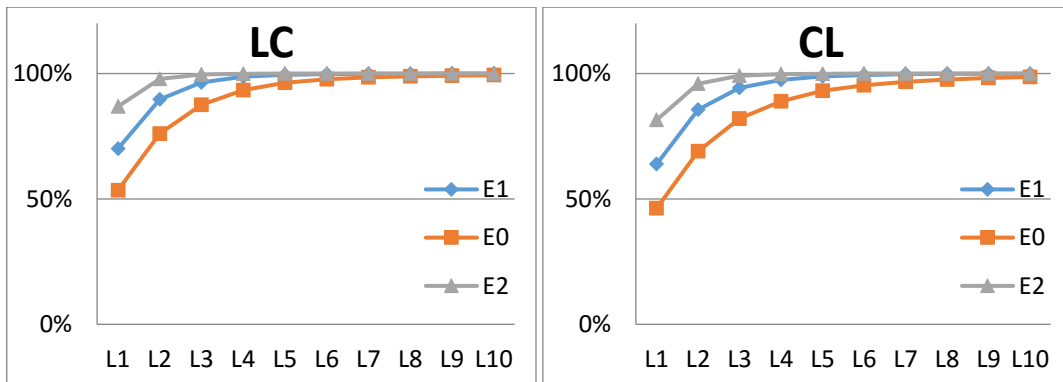
Şekil 21. LL grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi



Şekil 22. AC ve CA grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi



Şekil 23. AL ve LA grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi



Şekil 24. LC ve CL grubu bireylerin artan lokus sayısına göre dışlama oranlarının değişimi

Gruplar arası Fst ve Rst değerleri Tablo 9’da gösterilmiştir. En yüksek Fst değeri 0,328 ile LL-CC grubu arasında hesaplanırken en düşük değer 0,087 ile AA-AC grubu arasında hesaplanmıştır. Rst değeri açısından bakıldığında en yüksek 0,408 ile AA-LL grubu arasında en düşük değer ise 0,020 ile AA-AC grubu arasında hesaplanmıştır. Fst değerleri Bonferroni doğrulamasına tabi tutulduğunda hiçbir grup arasında anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamaktadır. Ancak herhangi bir hibrit grup ile anne ebeveynin dahil olduğu saf grup arasında hesaplanan Fst değeri, aynı hibrit grubu ile baba ebeveynin dahil olduğu saf gruba oranla daha düşük hesaplanmıştır.

Tablo 9. Gruplar arası Fst ve Rst değerleri (Alt diyagonal Fst, üst diyagonal Rst)

	AA	AC	AL	CA	CC	CL	LA	LC	LL
AA		0,020	0,083	0,077	0,223	0,306	0,347	0,241	0,408
AC	0,087		0,095	0,005	0,099	0,242	0,180	0,175	0,311
AL	0,088	0,126		0,095	0,259	0,343	0,069	0,141	0,201
CA	0,159	0,094	0,157		0,022	0,065	0,173	0,027	0,219
CC	0,321	0,162	0,305	0,097		0,081	0,334	0,133	0,360
CL	0,252	0,158	0,191	0,065	0,089		0,324	0,070	0,289
LA	0,202	0,181	0,076	0,166	0,293	0,168		0,142	0,065
LC	0,210	0,144	0,127	0,082	0,128	0,065	0,088		0,120
LL	0,295	0,289	0,160	0,222	0,328	0,178	0,078	0,105	

Gruplar arası genetik mesafe tablo 10’da gösterilmiştir. 0,092 ile en düşük mesafe AA-AC arasında hesaplanırken, 0,796 ile en yüksek CC-LL arasında hesaplanmıştır.

Tablo 10. Gruplar arası genetik mesafe değerleri

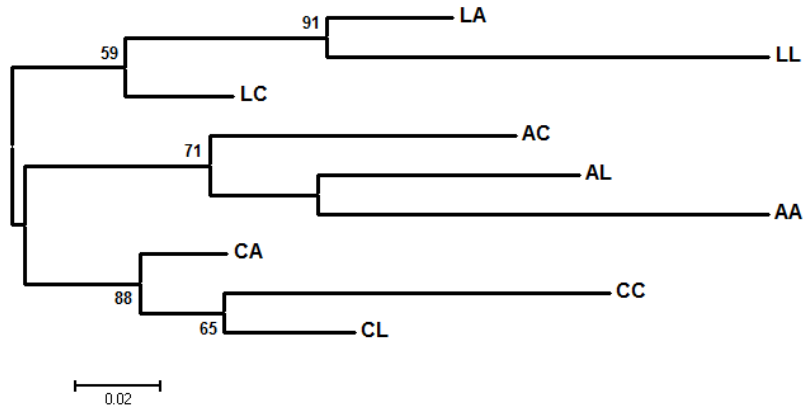
	AA	AC	AL	CA	CC	CL	LA	LC	LL
AA	0,000								
AC	0,092	0,000							
AL	0,104	0,148	0,000						
CA	0,209	0,144	0,307	0,000					
CC	0,433	0,175	0,481	0,132	0,000				
CL	0,392	0,222	0,374	0,171	0,119	0,000			
LA	0,288	0,344	0,214	0,360	0,550	0,380	0,000		
LC	0,334	0,210	0,244	0,201	0,178	0,163	0,185	0,000	
LL	0,605	0,615	0,343	0,619	0,796	0,452	0,160	0,240	0,000

Gruplar arasında ortaya çıkan Nm değerleri Tablo 11’de gösterilmiştir. 4,646 ile en yüksek değer LL-LA arasında hesaplanırken, en düşük 0,911 ile CC-LL arasında hesaplanmıştır.

Tablo 11. Gruplar arası Nm değerleri

	AA	AC	AL	CA	CC	CL	LA	LC	LL
AA	0,000								
AC	2,731	0,000							
AL	2,636	1,601	0,000						
CA	2,693	2,420	1,706	0,000					
CC	1,240	1,630	0,989	3,621	0,000				
CL	1,682	1,781	1,506	4,053	3,776	0,000			
LA	2,012	1,300	2,161	2,161	1,136	2,059	0,000		
LC	2,002	2,051	2,256	4,337	2,867	4,293	4,168	0,000	
LL	1,191	0,960	1,736	1,530	0,911	1,863	4,646	3,557	0,000

Gruplar arasındaki genetik mesafeye dayalı ilişkiyi gösteren Neighbor Joining ağaç topolojisi Şekil 25’de verilmiştir. Grupların yüksek bootstrap değerleriyle birbirinden ayrıldığı ortaya çıkarılmıştır. Anne ebeveynin ait olduğu grup ile hibrid gruplar aynı kladda yerleşim göstermişlerdir. Bu durumda en fazla gen aktarımının anne tarafından olduğu görülmektedir.



Şekil 25. Gruplar arasındaki ilişkiyi gösteren NJ ağacı

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada ülkemizde yaşayan üç kahverengi alabalığı türü/ekotipi arasında çaprazlamalar yapılmıştır. Çaprazlama yapılan her grupta başarılı şekilde yavru alınması sağlanmıştır. Kahverengi alabalık ve gökkuşağı alabalığı arasındaki önceki çalışmalarda yüksek oranda ölümler olduğu bildirilmiştir (Suzuki ve Fukuda, 1971; Blanc ve Chevassus, 1979; Blanc ve Chevassus, 1982). Ancak bu çalışmada hibrit ve saf türler arasında yaşam oranı benzerlik göstermektedir. Salmonlarda larval gelişim aşamaları genetik şartlara ve inkübasyon sıcaklığına bağlı olduğu bilinmektedir. Bu durumun genetik olarak türlerin benzerliklerinden kaynaklanıyor olabilir.

Karadeniz alabalığının yumurta çapı, nispi fekonditesi ve toplam fekonditesi ile ilgili literatürde araştırmalar mevcut olup veriler farklı nedenlerden dolayı araştırmacıdan araştırmacıya farklılık gösterebildiği gibi benzerlik de göstermektedirler. Serezli vd. (2010) Karadeniz alabalığı için yumurta çapını $4,51\pm 0,67$ mm, nisbi fekonditeyi 3558 ± 1307 yumurta/kg, toplam fekonditeyi ise 1401 ± 1374 yumurta/anaç olarak belirlerken, Güven vd. (2016) yumurta çapını 4,5 mm ve toplam fekonditeyi 895,5 adet/kg olarak hesaplamıştır. Yapılan bir başka çalışmada yumurta çapı $4,67\pm 0,46$ mm olarak bulunmuş (Kocabaş vd. (2016), toplam ve nisbi fekonditeyi 1009 ± 90 yumurta/anaç ve 1600 ± 170 yumurta/kg olarak hesaplanmıştır (Alp vd., 2010). Başçınar vd. (2010), Karadeniz alabalığının yumurta çapını $4,6\pm 0,02$ mm (4,5-4,7) olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada ise Karadeniz alabalığı için yumurta çapı $5,66\pm 0,31$ nisbi fekondite $1258,01\pm 798,64$ yumurta/kg ve toplam fekondite $802,17\pm 517,07$ yumurta/anaç olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen yumurtanın çapı benzer olmasına rağmen elde edilen yumurta miktarı farklılık göstermektedir. Alabalıklarda genellikle balık büyüklüğü ile yumurta çapı arasında pozitif bir ilişki olduğu ve bazı durumlarda küçük balıklardan daha az ve daha büyük yumurta elde edilebilir (Kocabaş, 2009). Bu çalışmada yumurta çapının büyük olmasından dolayı daha az yumurta elde edilmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın da bu durumdan kaynaklandığı söylenebilir.

Karadeniz alabalığı yumurtaları $8,21^{\circ}\text{C}$ su sıcaklığında inkübe edildiğinde 25 günde (215 GD) gözlenmiş ve 53 günde (440 GD) yumurtadan çıkmıştır (Alp vd., 2010). Başka bir çalışmada ise gözlenme, çıkış ve serbest yüzme süreleri 17-26 gün (201-306 GD), 35-41 gün (388-443 GD), 71-76 gün (703-752 GD) olarak belirlenmiştir (Başçınar vd., 2010).

Kocabaş vd. (2016), gözlenme ve çıkış sürelerini 8,1-10,3°C inkübasyon sıcaklığında 25 gün (233 GD) ve 39 gün (366 GD) olarak bildirmiştir. Yumurtalar 11,5±0,5°C su sıcaklığında 21 günden (241,5 GD) itibaren gözlenmeye başlamış ve 1 haftada tüm yumurtaların gözlendiğini belirtilmiştir. 30. günde (345 GD) açılmaya başlayan yumurtalar 38. günde (437 GD) tamamen açılmış ve 57. günde tamamının serbest yüzmeye başladığını bildirilmiştir (Güven vd., 2016). Bu çalışmada ise yumurtalar 23 günde (234 GD) gözlenmiş, 39 günde (398 GD) yumurtadan çıkmış ve 54 günde (557 GD) de serbest yüzmeye başlamışlardır. Bu çalışma ile literatürde daha önce yapılan çalışmalar arasında yumurtanın gözlenmesi, çıkış süreleri ve serbest yüzmeye başlama süreleri benzerlik göstermektedir.

Kurtoğlu, (2002) yumurtaların yaşama oranları (döllenme-çıkış) %68-92 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Akhan vd. (2011), Karadeniz alabalığı için döllenme, çıkış ve yaşama oranını sırasıyla %77,96±1,39; %68,00±1,15; %45,09±3,04 olarak hesaplamıştır. Yapılan bir başka çalışmada ise döllenme, gözlenme ve çıkış oranlarında sırasıyla %90,17; %81,59 ve %78,30 olarak belirlenmiştir (Alp vd., 2010). Yumurtaların açılma oranı %74 olarak hesaplanmıştır (Güven vd., 2016). Bu çalışmada döllenme oranı daha yüksek bulunmasına rağmen çıkış ve yaşama oranları düşük bulunmuştur. Bu yumurta ve sperm kalitesinin yanında su kalitesinden kaynaklanıyor olabilir.

Uysal ve Alpbaz (2003) Abant alabalığı için yumurta çapını 5,01±0,16 mm ile 5,20±0,19 mm aralığında tahmin etmiştir. Yapılan bir başka araştırmada yumurta çapı 4,91±0,37 mm (4,3-4,9) olarak hesaplanmış (Kocabaş, vd., 2011) olmasına rağmen Bozkurt vd. (2006) yumurta çapını 5,42±0,25 mm toplam fekonditeyi 1468±180,21 yumurta/anaç ve döllenme oranı 76±2,58 olarak hesaplanmıştır olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada yumurta büyüklüğü literatür bildirişleriyle benzemekle birlikte yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte döllenme oranı bakımından da yüksektir. Bu durum yumurta büyüklüğündeki artışların Abant alabalıklarında fertilizasyon başarısını olumlu yönde etkilediğinden kaynaklanmaktadır.

Abant alabalığı yumurtaları 7-10°C su sıcaklığında 36 günde (279 GD) gözlenirken 52 günde (439 GD) yumurtadan çıkmışlardır (Uysal ve Alpbaz, 2003). Kocabaş vd. (2011) yumurtaların 7,7-11,5°C su sıcaklığında 27 günde (330 GD) gözlendiğini ve 54 günde (589 GD) yumurtadan çıktıklarını bildirmiştir. İnkübasyon süreleri kuluçka suyu sıcaklığı ile doğrudan ilgili olduğundan farklılık bundan kaynaklanıyor olabilir.

Aras alabalığı için yumurta çapını $4,23 \pm 0,26$ mm olarak bildirilmiştir (Kocabaş vd., 2012). Yumurtaların ortalama $9,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ($8,6-10,2^{\circ}\text{C}$) su sıcaklığında gözlenme ve çıkış süreleri 26 gün (221 GD) ve 44 gün (589 GD) olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada yumurta çapı yüksek bulunmuştur. Kuluçka süreleri bakımından karşılaştırıldığında kuluçka süresi nispeten düşük olmasına rağmen su sıcaklığından dolayı farklılığın olduğu görülmektedir.

Aras-Hisar vd. (2003) yaşama oranını hibridler için %75,36, kahverengi ve dağ alabalığı için ise %99,35 ve %99,50 olarak bildirmiştir. Aynı tür gruplarıyla yapılan bir başka çalışmada Başçınar vd. (2010) döllenenmesinden serbest yüzmesine kadar yaşama oranını dağ alabalığı için %45,8 Karadeniz alabalığı için %54,3 hibritleri için ise %30,7 olarak hesaplamıştır. Karadeniz alabalığı ve gökkuşuğu alabalığı ile yapılan türler arası çaprazlamada %6-16 arasında gözlenme olmasına rağmen yumurtadan çıkış belirlenememiştir (Akhan vd., 2011). Bozkurt ve Yavaş (2014) karadeniz alabalığı ile gökkuşuğu alabalığı arasında yaptığı çaprazlama sonucunda dölllenme oranını $80,2 \pm 0,6$ olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada türler/ekotipler arası yapılan çaprazlamalarda hibrid gruplar ile saf gruplar arasında dölllenme, gözlenme ve yaşama oranları bakımından anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu çalışılan türlerin/ekotiplerin genetik olarak oldukça yakın olduğundan kaynaklanmaktadır.

Kayhan (2007), Ataköy Baraj Gölünde yaptığı kahverengi alabalıklarla yaptığı çalışmada 8 tane mikrosatellit lokus kullanılmıştır. Str15 primerinde üç allel ve üç heterozigot birey, Ssa85 primerinde üç allel ve dört heterozigot birey bulunmuştur. Allel boyu Ssa85 primerinde 190-325 baz, Str15 primerinde 159-177 baz arasında değişmektedir. Çalışılan aynı lokuslardaki allel sayısı ve boyu farklılık göstermektedir. Bu farklılık mikrosatellit alleleri belirlemede kullanılan yöntemden kaynaklanmaktadır. Anadolu'da dağılım gösteren alabalıklarda mikrosatellit polimorfizminin araştırdığı iki ayrı çalışmada BS131, T3-13, Strutta58, Strutta12 lokuslarını kullanmış ve ortalama allel sayısı sırasıyla 3,2; 5,6; 6,4 ve 9 olarak bulunmuştur (Ceyhun, 2007). Arslan ve Bardakçı (2006) Str15INRA, Str60INRA, Str73INRA ve SsoSL417 lokuslarını çalışmış ve allel sayılarını sırasıyla 7, 3, 2, 18 olarak belirlemiştir. Bu tez çalışmasında allel sayıları SsoSL417 lokusu hariç benzerlik göstermektedir.

Omran vd. (2009), 5 ayrı bölgeden 265 adet birbiriyle ilişkisi olmayan bireyleri örneklemiştir. 15 mikrosatellit lokus kullanarak bireyleri genotiplendirmiş ve HWE dengesinden sapmayan ve lokuslar arasında allel bağımlılığı olmayan istatistiksel

sonuçlara ulaşmıştır. Bütün lokuslar oldukça yüksek polimorfik karakterde bulunmuştur. Kombine dışlama gücünü 0,99999868 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada tek bir ebeveynin bilinmesi durumunda kombine dışlama gücü 0,99'dan büyük çıkmaktadır. Bu bakımdan sonuçlar benzer bulunmuştur.

Dong vd. (2006) allel frekansı verilerine dayanarak Çin'deki karides popülasyonlarının soylarını araştırmıştır. Dört lokus kullanıldığında %95, beş lokus kullanıldığında ise yavruların belirlenme oranı %97 olduğunu bildirmektedir. Beş lokus verilerinin birleştirilmesiyle yavruların gerçek ebeveynlerinin tespit edilme oranı %92,9 olmaktadır. Bu çalışmada ise gruplar arası çok az farklılık olmakla birlikte tüm gruplar için en az beş lokus çalışıldığında ebeveyn belirlenme oranı %95'in üstüne çıkmaktadır. Bu durum kullanılan lokusların oldukça polimorfik olduğunun göstergesidir. Ayrıca yine karideslerle yapılan başka bir çalışmada Jerry vd. (2004) sekiz lokus çalışılmasına rağmen yalnızca ebeveynlerin %47'sinin doğru şekilde belirlenebildiğini belirtmiştir. Bunun nedeni null allel fazlalığı ve düşük DNA kalitesinden dolayı ortaya çıkan allel düşmesinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada DNA kalitesi oldukça iyi olduğundan ve null allel frekansı düşük olmasından dolayı doğru ebeveyn belirlenme oranı %99'dan yüksek bulunmuştur.

Fis değerleri popülasyon içi fiksasyon indeksi (FIS) değerlerinin -0,0370 (Ağrı Balıklı Göl) ile 0,1818 (Yeşildere) arasında değiştiği bildirilmiştir (Ceyhun, 2007). Fis değeri eksi (-) olması Waldman ve McKinnon (1993)'e göre heterozigot fazlalığına ve bu taksonlar arasındaki outbreeding'e (farklı soydan üremiş) işaret etmekte ve hibridizasyon çalışmalarında eksi değerde olması beklenmektedir. Türler arası hibridizasyon gerçekleştirilen deniz kulağında da Fis değeri çoğu grupta negatif bulunmuştur (Lafarga, vd., 2010). Bu çalışmada türler arası çaprazlama yapılmış olmasından dolayı Fis değeri negatif bulunmuştur ve literatüre uyumludur.

Null allel değerlerinin eksi olması veya sifıra yakın olması durumunda null allel varlığından söz edilemez. Eksi null allel değeri gözlenen heterozigot frekansının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek null allel frekansı ortaya çıkan bazı lokuslarda bunun homozigot fazlalığından kaynaklandığı bildirilmektedir (Pemberton vd, 1995; Summers ve Amos, 1997). Bu çalışmada null allel frekansı genel olarak eksi bulunması literatüre uyumludur.

LOD değeri 2,21-3,36 arasında hesaplanmış olup, bu değerlerin sıfırdan büyük olması yapılan parental analizlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini göstermektedir (Li vd., 2009).

Bu çalışmada LOD değeri 4,09 olarak bulunmuş ve bu değer yapılan ebeveyn analizlerinin güvenilirliğinde herhangi bir problem olmadığını göstermektedir.

Hibridizasyon yapılan iki ot sazını türünde hibritler üzerinde anne ebeveynin katkısının daha fazla olduğu Saber vd. (2011) tarafından rapor edilmiştir. Böylece hibrit yavrular baba genomunun kalıtımı nispeten daha az olmasıyla, annelerine benzer allel frekansı göstermektedir. Cruz ve ark. (2010) Fst ve Rst değerlerinin hibrit bireylerle anne ebeveyn arasında daha düşük olduğunu ve anneden kalıtımın daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Bu çalışmada Fst, Rst değerlerinin ve genetik mesafe değerlerine bakıldığında anne ebeveyn ile yavru arasındaki değerler daha düşük bulunmuştur. Ayrıca Nm değeri anne ebeveyn ile hibrit grup arasında yüksek bulunmuştur. Bu durum yavrunun genotipi üzerinde anne ebeveynin daha baskın olduğunun net bir şekilde kanıtlamaktadır. Ayrıca genetik uzaklığa göre çizilen mesafeye dayalı Neighbor Joining ağacına göre hibrid gruplar anne ebeveynin olduğu kladda yüksek bootstrap değerleriyle yerleşim göstermektedirler. Yavruların büyük oranda anneye benzemelerinden ve Neighbor Joining ağacına göre hibrid balıkların anne ebeveynin olduğu kladda bulunmalarından dolayı çalışılan lokusların X kromozomu üzerinde olabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada ülkemizde dağılım gösteren üç kahverengi alabalık türü arasında çaprazlama yapılmıştır ve karşılaştırmalı olarak kuluçka performansları ortaya konulmuş ve mikrosatellit DNA belirteçlerine dayalı olarak ebeveyn analizi yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda

- 1- Yapılan türler arası çaprazlama başarılı olmuştur ve yavrular larval gelişimlerini tamamlayıp yaşamlarını sağlıklı şekilde sürdürmektedirler.
- 2- Türler ve hibrit gruplar arasında kuluçka performansı bakımından istatistiksel fark bulunamamıştır.
- 3- Yumurta çapı en büyük Karadeniz alabalığında $5,66\pm 0,31$ mm, en düşük ise Aras alabalığında $5,13\pm 0,22$ mm olarak hesaplanmıştır.
- 4- En yüksek toplam yumurta verimi $1118,18\pm 314,61$ yumurta/anaç ile Abant alabalığından elde edilirken en düşük $323,14\pm 126,61$ yumurta/anaç ile Aras alabalığından elde edilmiştir.
- 5- En yüksek nisbi yumurta verimi Aras alabalığında $1379,51\pm 126,61$ yumurta/kg olarak hesaplanırken en düşük ise $1083,58\pm 518,18$ yumurta/kg ile Abant alabalığında hesaplanmıştır.
- 6- Anne ebeveynlerin aynı olduğu hibrit gruplarında kuluçka süreleri açısından bir fark bulunamamıştır ve kuluçka aşamalarını aynı sürelerde tamamlamışlardır.
- 7- Karadeniz alabalığının anne ebeveyn olduğu gruplarda gözlenme, çıkış ve serbest yüzme süreleri 23 gün (234 GD), 39 (398 GD) ve 54 (567 GD) olarak hesaplanmıştır.
- 8- Aras alabalığının anne ebeveyn olduğu gruplarda gözlenme, çıkış ve serbest yüzme süreleri 20 gün (220 GD), 37 (425 GD) ve 61 (691 GD) olarak hesaplanmıştır.
- 9- Abant alabalığının anne ebeveyn olduğu gruplarda gözlenme, çıkış ve serbest yüzme süreleri 23 gün (248 GD), 39 (429 GD) ve 65 (706 GD) olarak hesaplanmıştır.
- 10- Dölllenme oranı bakımından incelendiğinde en düşük $94,26\pm 2,70$ ile CA grubu olurken, en yüksek $99,89\pm 0,06$ ile AL grubu olmuştur.

- 11- Gözlenme oranı en düşük $26,24\pm 6,65$ ile CA grubu olurken, en yüksek $50,15\pm 8,82$ ile CC grubu olmuştur.
- 12- Larval yaşam oranı en düşük $34,73\pm 13,13$ ile CA grubu iken, en yüksek $64,79\pm 12,65$ ile CC grubudur.
- 13- Kulua randımanı bakımından değerlendirildiğinde en düşük $24,81\pm 6,42$ ile CA grubu olurken en yüksek $49,03\pm 8,18$ ile CC grubu olmuştur.
- 14- Alabalık yavrularının %99,99 oranında doğrulukla ebeveynlerinin belirlenmesine imkân sağlayan mikrosatellit belirteç sistemi ortaya çıkarılmıştır
- 15- Gruplar arasında Fst ve Rst değeri en düşük AA ile AC grubu arasında hesaplanmıştır.
- 16- Hibrit grupların istisnasız hepsinde anneden gelen gen akışının babaya oranla daha fazla olduğu ortaya çıkarılmıştır.
- 17- Hibrit alabalık yavrularının baskın allel genlerinin çoğunun annesinden geldiği ve yavrunun annesine büyük oranda benzediği belirlenmiştir.

6. ÖNERİLER

Ülkemizde ilk kez yapılan bu çalışma sonuçları ve literatüre sağlayacağı katkı anlamında bir temel çalışma mahiyetindedir. Bu durumdan hareketle aşağıdaki öneriler sunulabilir;

- 1- Bu çalışmada kullanılan Karadeniz, Abant ve Aras alabalığının yanı sıra diğer kahverengi alabalık türleri arasında da çaprazlama yapılarak yetiştiriciliğe uygunluğu değerlendirilmelidir.
- 2- Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında albenisi yüksek alternatif türler yetiştiriciliğe sunulabilir.
- 3- Doğal olarak ülkemizde yaşayan bu balıklar ülkemiz için büyük bir nimettir. Ancak son yıllarda kaçak avcılık ve derelerin ıslah çalışmaları nedeniyle stoklar tükenme noktasına gelmiştir. Bu türlerin korunması için daha verimli stratejiler geliştirilmelidir.
- 4- Doğal stokların balıklandırılması genetik olarak ebeveyni ve kardeşleri bilinen bireylerle yapılmalıdır. Bu çalışma bunun için temel oluşturacak bilgileri içermektedir.
- 5- Bu çalışmada kullanılan mikrosatellit lokusların X kromozomu üzerinde olup olmadığı çalışılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Adams, C. E., Burrows, A., Thompson, C., ve Verspoor, E., 2014. An unusually high frequency of Atlantic salmon x brown trout hybrids in the Loch Lomond catchment, west-central Scotland, The Glasgow Naturalist, 26, 1, 75-81.
- Akhan, S., Delihasan Sonay, F., Okumus, I., Kose, O. ve Yandi, I., 2011. Inter-specific hybridization between Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), Aquaculture Research, 42, 1632-1638.
- Allard, M., Miyamoto, M.M., Bjorndal, K.A., Bolten, A.B. ve Bowen, B.W., 1994. Support for natal homing in green turtles from mitochondrial DNA sequences, Copeia, 1, 34-41.
- Alp, A., Erer, M. ve Kamalak, A., 2010. Eggs Incubation, Early Development and growth in Fry of Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma*) and Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10, 387-394.
- Anderson, W. W., 1974. Frequent multiple insemination in a natural population of *Drosophila pseudoobscura*, American Naturalist, 108, 709-711.
- Arslan, S. ve Bardakci, F. 2010. Genetic Structure of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) Populations from Turkey Based on Microsatellite Data, Biochemical Genetics, 48, 11-12, 995-1014.
- Aras-Hisar, S., Yanik, T. ve Hisar O., 2003. Hatchery and growth performance of two trout pure breeds, *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta fario*, and their hybrid, Israeli Journal Of Aquaculture-Bamidgeh, 55, 3, 154-159.
- Aras, M.S., 1976. Çoruh ve Aras havzası alabalıkları üzerinde biyo-ekolojik araştırmalar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7, 1, 1-16.
- Aras, S., Çetinkaya, O. ve Karataş, M., 1997. Present status of Anatolian trout (*Salmo trutta macrostigma*, Dum.,1858) in Türkiye, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, Nisan, İzmir, Bildiriler kitabı, 605-613.
- Atasaral Şahin, Ş., Başçınar, N., Kocabaş, M., Tufan, B., Köse, S. ve Okumuş, İ. 2011. Evaluation of Meat Yield, Proximate Composition and Fatty Acid Profile of Cultured Brook Trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) and Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) in Comparison with their Hybrid, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11, 261-271.
- Avanus, K., 2007. Mikrosatellitler Kullanılarak DNA Tipleme Yöntemi İle Köpeklerde Ebeveyn Tayini, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Avise, J. C.,1994. Molecular Markers, Natural History and Evolution, Chapman and Hall New York, 511 s.
- Ayllon, F., Martinez, J. L., Davaine, P., Beall, E. ve Garcia-Vazquez, E., 2004. Interspecific hybridization between Atlantic salmon and brown trout introduced in the subantarctic Kerguelen Islands, Aquaculture, 230, 81 - 88.

- Başçınar, N., Kocabaş, M., Atasaral Şahin, Ş. ve Okumuş, İ., 2010. Comparison of hatching performances and yolk sac absorptions of black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811), brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) and their hybrids, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16, 205-209.
- Birkhead, T. R. ve Møller, A. P., 1992. Sperm Competition in Birds, Academic Press, New York, 282 s.
- Blanc, J. M. ve Chevassus, B., 1979. Interspecific hybridization of salmonid fish. I. Hatching and survival up to the 15th day after hatching in F1 generation hybrids, Aquaculture, 18, 21-34.
- Blanc, J. M. ve Chevassus, B., 1982. Interspecific hybridization of salmonid fish. II. Survival and growth up to the 4th month after hatching in F1 generation hybrids, Aquaculture, 29, 3-4, 383-387.
- Borrell, Y. J., Alvarez, J., Blanco, G., De Murguía, A. M., Lee, D., Fernández, C., Martínez, C., Cotano, U., Alvarez, P. ve Prado, J. A. S., 2011. A parentage study using microsatellite loci in a pilot project for aquaculture of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* L, Aquaculture, 310, 3-4, 305-311.
- Bowling, A. T., Egglestone-Scott, M. L., Byrns, G., Clark, R. S., Dileanis, S. ve Wictum, E., 1997. Validation of microsatellite markers for routine horse-parentage testing, Animal Genetics, 28, 247-252.
- Bozkurt, Y., Seçer, S. ve Bekcan, S., 2006. Relationship Between Spermatozoa Motility, Egg Size, Fecundity and Fertilization Success in *Salmo trutta abanticus*, Tarım Bilimleri Dergisi, 12, 4, 345-348.
- Bozkurt, Y. ve Yavaş, I., 2014. Preliminary study on hybridization between Brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using cryopreserved sperm, Israeli Journal Of Aquaculture-Bamidgeh, 66, 958,1-6.
- Behnke, R. J., 1968. A new subgenus and species of trout *Salmo (Platysalmo) platycephalus*, from south-central Turkey with comments on the classification of the subfamily Salmoninae, Mitteilungen aus dem Hamburgischen Museum und Institut, 66, 1-15.
- Boudry, P., Collet, B., Kotoulas, G., Magoulas A., Hervouet V., Bonhomme F. ve Gérard A., 1998. The use of microsatellite markers for parentage analysis in the Pacific cupped oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), Ices Statutory Meeting 1998.
- Castillo, A. G. F., Ayllon, F., Moran, P., Izquierdo, J. I., Martinez, J. L., Beall, E. ve Garcia-Vazquez, E., 2008. Interspecific hybridization and introgression are associated with stock transfers in salmonids, Aquaculture, 278, 31-36.
- Castro, J., Pino, A., Hermida, M., Bouza, C., Riaza, A., Ferreira, I., Sánchez, L. ve Martínez, P., 2006. A microsatellite marker tool for parentage analysis in Senegal sole (*Solea senegalensis*): genotyping errors, null alleles and conformance to theoretical assumptions, Aquaculture, 261, 1194-1203.
- Castro, J., Pino, A., Hermida, M., Bouza, C., Chavarrías, D., Merino, P., Sánchez, L. ve Martínez, P., 2007. A microsatellite marker tool for parentage assessment in gilthead sea bream (*Sparus aurata*), Aquaculture, 272, 210-216.
- Chakraborty, R. ve Hedrick, P. W. 1983. Paternity exclusion and the paternity index for two linked loci, Human Heredity, 33, 12-23.

- Chernitskii, A.G., 1988. Smolts of the Black Sea trout *Salmo trutta labrax* in the Kodori River Abkhaz SSR Georgian SSR USSR, Vopr Ikhtiöl 28, 4, 657-663.
- Chevassus, B., 1979. Hybridization in salmonids: results and perspectives, Aquaculture, 17, 113-128.
- Ceyhun S.B., 2007. Yerli Alabalıklar (*Salmo trutta* sp. L.) Arasındaki Genetiksel Varyasyonun Mikrosatelit Markırlar Kullanılarak Belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Colbourne, J. K., Neff, B. D., Wright, J. M. ve Gross, M.R., 1996. DNA fingerprinting of bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*) using (GT)_n microsatellites and its potential for assessment of mating success, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53, 342-349.
- Coleman, S. W. ve Jones, A. G., 2011. Patterns of multiple paternity and maternity in fishes, Biological Journal of the Linnean Society, 103, 735-760.
- Coste, M., 1853. Instructions Pratiques sur la Pisciculture, Paris: Librairie de Victor Masson, 140 s.
- Çakır, H. ve Mater, S., 1993. Salmon Balığı ve Üretim Tekniği, Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 109 s.
- Çiftçi, Y., 2006. Türkiye Alabalık (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758 ve *Salmo platycephalus* Behnke, 1968) Populasyonlarının Genetik Yapısının MtDNA-RFLP Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dangel, J. R., Macy, P. T. ve Withler, F.C., 1973. Annotated bibliography of interspecific hybridization of fishes of the subfamily Salmonidae, NOAA, Nat. Mar. Fish. Ser. Tech. Memorandum, NMFS, NWFC-1, 48 s.
- Day, F., 1888-89. Notes on hybridization, Proceeding of the Cotteswold Club, 334-373.
- Dong, S., Kong, J., Zhang, T., Meng, X. ve Wang, R., 2006. Parentage determination of Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*) based on microsatellite DNA markers, Aquaculture, 258, 283-288.
- Dubut, V., Sinama, M., Martin, J. F., Meglécz, E., Fernandez, J., Chappaz, R., Gilles, A. ve Costedoat, C., 2010. Cross-species amplification of 41 microsatellites in European cyprinids: a tool for evolutionary, population genetics and hybridization studies, BMC Research Notes, 3, 135.
- Ellegren, H., 2004. Microsatellites: simple sequences with complex evolution, Nature Reviews Genetics, 5, 435-445.
- Elliott, J. M., 1994. Quantitative Ecology and the Brown Trout, Oxford University Press, Oxford, 286 s.
- Ellstrand, N. C., 1984. Multiple paternity within the fruits of the wild radish, *Raphanus sativus*, American Naturalist, 123, 819-828.
- Encalada, S.E., Eckert, S.A. ve Bowen, B.W., 1994. Forensic applications of mitochondrial DNA markers: origin of a confiscated green turtle, Marine Turtle Newsletter, 66, 1-3.

- Estay, F., Noriega, R., Ureta, J., Martín, W. ve Colihueque, N., 2004. Reproductive performance of cultured brown trout (*Salmo trutta L.*) in Chile, *Aquaculture Research*, 35, 447-52.
- Estoup, A., Presa, P., Krieg, F., Vaiman, D. ve Guyomard, R., 1993. (CT)_n and (GT)_n microsatellites: a new class of genetic markers for *Salmo trutta L.* (brown trout), *Heredity*, 71, 488-496.
- Estoup, A., Rousset, F., Michalakis, Y., Cornuet, J. M., Adriamanga, M. ve Guyomard, R., 1998a. Comparative analysis of microsatellite and allozyme markers: a case study investigating microgeographic differentiation in brown trout (*Salmo trutta*), *Molecular Ecology*, 7, 339-353.
- Estoup, A., Gharbi, K., SanCristobal, M., Chevalet, C., Haffrey, P. ve Guyomard, R., 1998b. Parentage assignment using microsatellites in turbot (*Scophthalmus maximus*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hatchery populations, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55, 715-725.
- Excoffier, L., ve Lischer, H. E. L., 2010. Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows, *Molecular Ecology Resources*, 10, 564-567.
- Fatio, V., 1890. Faune des Vertebres de la Suisse. V. 5. Geneve et Bale, H. Georg, Libraire-Editeur, 576 s.
- Ferguson, A., 2004. Brown trout genetic diversity: origins, importance and the impacts of supplemental stocking, Proceedings of the Institute of Fisheries Management 34th Annual Study Course, 26-43.
- Frost, L. A., Evans, B. S. ve Jerry, D. R., 2006. Loss of genetic diversity due to hatchery culture practices in barramundi (*Lates calcarifer*), *Aquaculture*, 261, 1056-1064.
- Garcia de Leaniz, C. ve Vespoor E., 1989. Natural hybridization between Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, in northern Spain, *Journal of Fish Biology*, 34, 41-46.
- Garcia-Vazquez, E., Moran, P., Perez, J., Martinez, J., Izquierdo, J., de Gaudemar, B. ve Beall, E., 2002. Interspecific barriers between salmonids when hybridisation is due to sneak mating, *Heredity*, 89, 288-292.
- García-Vázquez, E., Ayllon, F., Martinez, J. L., Perez, J. ve Beall, E., 2003. Reproduction of interspecific hybrids of Atlantic salmon and brown trout in a stream environment, *Freshwater Biology*, 48, 1100-1104.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 1996. Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 644 s.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 2007. Türkiye Tatlı Su Balıkları, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 638 s.
- Gephard, S., Moran, P. ve Garcia-Vazquez, E., 2000. Evidence of successful natural reproduction between brown trout and mature male Atlantic salmon parr., *Transactions of the American Fisheries Society*, 129, 301-306.
- Gibbs, H. L., Weatherhead, P. J., Boag, P. T., White, B. N., Tabak, L. M. ve Hoysak, D. J., 1990. Realized reproductive success of polygynous red-winged blackbirds revealed by DNA markers, *Science*, 250, 1394-1397.

- Glowatzki-Mullis, M. L., Muntwyler, J., Bäumle, E. ve Gaillard, C., 2008. Genetic diversity measures of Swiss goat breeds as decision-making support for conservation policy, Small Ruminant Research, 74, 202-11.
- Goudet, J., 1995. FSTAT (Version 1.2): A computer program to calculate F-statistics, Journal of Heredity, 86, 6, 485-486.
- Guichoux, E., Lagache, L., Wagner, S., Léger, P. ve Petit, R. J., 2011. Two highly validated multiplex (12-plex and 8-plex) for species delimitation and parentage analysis in oaks (*Quercus spp.*), Molecular Ecology Resources, 11, 578-585.
- Güven, E., Yıldız, M. ve Baltacı, M.A., 2016. Kırmızı Benekli (*Salmo trutta sp.*) Alabalık yumurtalarının inkübasyonu ve yavruların beslenmesi üzerine bir araştırma, Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33, 3, 209-216.
- Hall, T. A. 1999. Bioedit: A User-Friendly Biological Sequence Alignment Editor and Analysis Program For Windows 95/98/NT, Nucleic Acids Symposium Series, 41, 95-98.
- Hanken, J. ve Sherman, P. W., 1981. Multiple paternity in Belding's ground squirrel litters, Science, 212, 351-353
- Hartley, S. E., 1996. High incidence of Atlantic salmon × brown trout hybrids in a Lake District stream, Journal of Fish Biology, 48, 151-154.
- Heggberget, T. G., Haukebø, T., Mork, J. ve Ståhl, G., 1988. Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., Journal of Fish Biology, 33, 347-356.
- Herbinger, C. M., Doyle, R.W., Pitman, E. R., Paquet, D., Mesa, K. A., Morris, D. B., Wright, J. M. ve Cook, D., 1995. DNA fingerprint based analysis of paternal and maternal effects on offspring growth and survival in communally reared rainbow trout, Aquaculture, 137, 245-256.
- Hisar, S. A., Yanik, T. ve Hisar, O., 2003. Hatchery and growth performance of trout pure breeds, *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta fario*, and their hybrid, The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 55, 3, 154-159.
- Hórreo, J. L., Ayllón, F., Perez, J., Beall, E. ve Garcia-Vazquez, E., 2011 Interspecific hybridization, a matter of pioneering? Insights from Atlantic salmon and brown trout, Journal of Heredity, 102, 237-242.
- Hubbs, C. L., 1955. Hybridization between fish species in nature, Systematic Zoology, 4, 1-20.
- Hughes, C. R. 1998. Integrating molecular techniques with field methods in studies of social behavior: a revolution results, Ecology, 79, 383-399.
- Irwin, D. M., Kocher, T. D. ve Wilson, A. C., 1991. Evolution of the cytochrome b gene of mammals, Journal of Molecular Evolution, 32, 128-144.
- Jansson, H. ve Ost, T., 1997. Hybridization between Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in a restored section of the River Dalälven, Sweden, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54, 2033-2039.
- Jerry, D. R., Preston, N. P., Crocos, P. J., Keys, S., Meadows, J. R. S. ve Li, Y., 2004. Parentage determination of kuruma shrimp *Penaeus (Marsupenaeus) japonicus* using microsatellite markers (Bate), Aquaculture, 235, 237-247.

- Jones, A. G. ve Ardren, W. R., 2003. Methods of parentage analysis in natural populations, Molecular Ecology, 12, 2511-2523.
- Jones, A. G., 2005. GERUD2.0: A computer program for the reconstruction of parental genotypes from half-sib progeny arrays with known or unknown parents, Molecular Ecology Notes, 5, 708-711.
- Jones, A. G., Small, C. M., Paczolt, K. A. ve Ratterman, N. L., 2010. A practical guide to methods of parentage analysis, Molecular Ecology Resources, 10, 6-30.
- Kalinowski, S. T., Taper, M. L. ve Marshall, T. C., 2007. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment, Molecular Ecology, 16, 1099-1106.
- Karataş, M., 1997. Ataköy baraj gölünde (Tokat) yaşayan alabalıkların (*Salmo trutta L.*) üreme özelliklerinin incelenmesi, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 21, 439-444.
- Karataş, M., 1999. Age at sexual maturity, spawning time, sex ratio, fecundity of population of trouts (*Salmo trutta L.*) inhabiting in the Tifi brook (Tokat-Turkey), Symposium Development and Growth of Fishes, July, St. Andrews, Scotland.
- Kayhan, Z., 2007. Ataköy Baraj Gölü Alabalık (*Salmo trutta*) Populasyon Yapılarının Mikrosatellit Dna Analiz Yöntemi İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Kellogg, K. A., Markert, J. A., Stauffer, J. R. ve Jr Kocher, T. D., 1995. Microsatellite variation demonstrates multiple paternity in lekking cichlid fishes from Lake Malawi, Africa, Proceedings of the Royal Society of London Series B, 260, 79-84.
- King, T. L., Eackles, M. S. ve Letcher, B. H., 2005. Microsatellite DNA markers for the study of Atlantic salmon (*Salmo salar*) kinship, population structure, and mixed-fishery analyses, Molecular Ecology Notes, 5, 130-132.
- Krieg, F. ve Guyonard, R., 1985. Population genetics of French brown trout (*Salmo trutta L.*): large geographical differentiation of wild populations and high similarity of domesticated stocks, Genetics, Selection, Evolution, 17, 225-242.
- Kocabaş, M., 2009. Türkiye Doğal Alabalık (*Salmo trutta*) Ekotiplerinin Kültür Şartlarında Büyüme Performansı ve Morfolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kocabaş, M., Kayım, M., Can, E., Kutluyer, F. ve Aksu O., 2011. The reproduction traits of native brown trout (*Salmo trutta macrostigma* T., 1954) in Turkey, Journal of Animal and Veterinary Advances, 10, 13, 1632-1637.
- Kocabaş, M., Bascinar, N., Sahin, S.A. ve Okumus I., 2011. Effect Of Salinity On Growth of Abant Trout *Salmo trutta abanticus*, Journal of Fish Biology, 79, 1961-1967.
- Kocabaş, M., Bascinar, N., Sahin, S.A. ve Kutluyer, F., 2012. Hatching Performances And Yolk Sac Absorptions Of Caspian Brown Trout (*Salmo trutta caspius* T., 1954), Journal of Animal and Plant Sciences, 22, 88-92.
- Kocabaş, M., Bascinar, N., Sahin, S.A. ve Kutluyer, F., 2016. Determination of Hatching Performances and Yolk Sac Absorptions in Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811), Austin Biology, 1, 1, 1003,1-3.

- Kocher, T. D., Thomas, W. K., Meyer, A. vd., 1989. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 86, 6196-6200.
- Kottelat, M., 1997. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for nonsystematists and comments on nomenclature and conservation. Biologia, 52, 1-271.
- Kottelat, M. ve Freyhof, J., 2007. Handbook of European Freshwater Fishes, Kottelat, Cornol imprint, Berlin, 646 s.
- Kurtoğlu, İ., 2002. Kahverengi Alabalıkların (*Salmo trutta labrax*) Doğal Stokları Zenginleştirmek ve Kültür Potansiyelini Belirlemek Amacıyla Yoğun Şartlarda Üretim İmkanlarının Araştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kuru, M., 2004. Türkiye İç Su Balıkları Son Sistematik Durumu, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 24, 1-21.
- Largiadèr, C. R. ve Scholl, A., 1996. Genetic introgression between native and introduced brown trout (*Salmo trutta L.*) populations in the Rhône River Basin, Molecular Ecology, 5, 417-426.
- Lafarga-de la Cruz, F., Aguilera-Muñoz, F., Amar-Basulto, G., del Río-Portilla, M. ve Gallardo-Escárate, C., 2010. Genetic analysis of an artificially produced hybrid abalone (*Haliotis rufescens* H. *discus hannai*) in Chile, Journal of Shellfish Research, 29, 3, 717-724.
- Lafarga-de la Cruz, F., Aguilar-Espinoza A., ve Gallardo-Escárate, C., 2013. Parentage assignment in hybrid abalones (*Haliotis rufescens* X *Haliotis discus hannai*) based on microsatellite DNA markers, Aquaculture Research, 1-10.
- Levine, L., Asmussen, M. ve Olvera, O vd., 1980. Population genetics of Mexican *Drosophila*. V. A High rate of multiple insemination in a natural population of *Drosophila pseudoobscura*, American Naturalist, 116, 493-503.
- Lewontin, R.C., 1964. The interaction of selection and linkage. I. General considerations; heterotic models, Genetics, 49, 49-67.
- Letcher, B. H. ve King, T. L., 2001. Parentage and grandparentage assignment with known and unknown matings: application to Connecticut River Atlantic salmon restoration, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58, 1812-1821.
- Li, Q., Park, C., Kobayashi, T. ve Kijima, A., 2003. Inheritance of microsatellite DNA markers in the Pacific abalone *Haliotis discus hannai*, Marine Biotechnology, 5, 331-338.
- Liu, Z. J., ve Cordes, J.F., 2004. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics, Aquaculture, 238, 1-37.
- Liu, P., Xia, J. H., Lin, G., Sun, F., Liu, F., Lim, H. S., Pang, H. Y. ve Yue, G. H., 2012a. Molecular parentage analysis is essential in breeding Asian seabass, PLoS One, 7, 12, e511421, 1-6.

- Liu, X. D., Zhao, G. T., Wang, Z. Y., Cai, M. Y., Ye, H. ve Wang, Q. R., 2012b. Parentage assignment and parental contribution analysis in large yellow croaker *Larimichthys crocea* using microsatellite markers, Current Zoology, 58, 244-249.
- Luikart, G. ve England, P. R., 1999. Statistical analysis of microsatellite DNA data, Trends in Ecology and Evolution, 14, 253-256.
- Luikart, G., Bidju-Duval, M. P., Ertugrul, O., Zagdsuren, Y., Modet, C. ve Taberlet, P., 1999. Power of 22 microsatellite markers in fluorescent multiplexes for semi-automated parentage testing in goats (*Capra hircus*), Animal Genetics, 30, 31-38.
- MacCrimmon, H. R., ve Marshall., T. L. 1968., World distribution of brown trout, *Salmo trutta*, Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 25,2527-2548.
- Makhrov, A. A., Artamonova, V. S., Khristoforov, O. L., Murza, I. G. ve Altukhov, Y. P., 2004. Hybridization between Atlatic Salmon (*Salmo salar* L.) and Brown Trout (*S. trutta* L.) upon Artificial Propagation, Genetika, 40, 11, 1523-1529.
- Makhrov, A. A., 2008. Hybridization of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*S. trutta* L.), Zoosystematica Rossica, 17, 2, 129-143.
- Martin, A. P. ve Palumbi, S. R., 1993. Body size, metabolic rate, generation time, and the molecular clock, The Proceedings of the National Academy of Sciences, 90, 4087-4091.
- Martinez, J. L., Moran, P., Perez, J., De Gaudemar, B., Beall, E. ve Garcia-Vazquez, E., 2000. Multiple paternity increases effective population size of southern Atlantic salmon populations, Molecular Ecology, 9, 293-298.
- Matthews, M. A., Poole, W. R., Thompson, C. E., McKillen, J., Ferguson, A., Hindar, K. ve Wheelan, K. F., 2000. Incidence of hybridization between Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., in Ireland, Fisheries Management & Ecology, 7, 337-347.
- Mayer, L., 2001. Salmoniden hybriden, Fischer and Teichwirt, 52, 65-66.
- Meagher, T. R., 1986. Analysis of paternity within a natural population of *Chamaelirium luteum*. I. Identification of most-likely male parents, American Naturalist, 128, 199-215.
- Meagher, T. R. ve Thompson, E. A., 1986. The relationship between single and parent pair genetic likelihoods in genealogy reconstruction, Theoretical Population Biology, 29, 87-106.
- McGaugh, S. E., Alacs, E. A., Edwards, S. V., Feldman, C. R., George, A., Sites, JR. J. W. ve Valenzuela, N., 2007. From Molecules to Organisms: Research Applications of Modern Genetic Tools for Turtle Biology and Conservation, Chelonian Research Monographs, 4, 47-72.
- McGowan, C. ve Davidson, W. S., 1992. Unidirectional natural hybridization between brown trout (*Salmo trutta*) and Atlantic salmon (*S. salar*) in Newfoundland, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49, 1953-1958.
- McIntosh, A. R., McHugh, P. A. ve P., Budy., 2012. Brown trout (*Salmo trutta*). In R. A. Francis, Ed, A Handbook of Global Freshwater Invasive Species. Earthscan, London, 285-298.

- Milkman, R. ve Zeitler, R. R., 1974. Concurrent multiple paternity in natural and laboratory populations of *Drosophila melanogaster*, Genetics, 78, 1191-1193.
- Mittal, N. ve Dubey, A., 2009. Microsatellite markers- A new practice of DNA based markers in molecular genetics, Pharmacognosy Reviews, 3, 235-246.
- Moore, M. E., Goetz, F. A., Van Doornik, D. M., Tezak, E. P., Quinn, T. P., Reyes-Tomassini, J. J. ve Berejikian, B. A., 2010. Early marine migration patterns of wild coastal cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki clarki*), steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*), and their hybrids, Plos One, 5, 9, 10.
- Morgante, M. ve Olivieri, A. M., 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics, The Plant Journal, 3, 175-182.
- Neff, B. D., 2001. Genetic paternity analysis and breeding success in bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*), Journal of Heredity, 92, 111-119.
- Nikolyukin, N. I., 1972. Hybridization of fish from distant taxon, Pishchevaya Promyshlennost, Moscow, 335 s.
- Norman, J. A., Moritz, C. ve Limpus, C., 1994. Mitochondrial DNA control region polymorphisms: genetic markers for ecological studies of marine turtles, Molecular Ecology, 3, 363-373.
- Norris, A. T., Bradley, D. G. ve Cunningham, E. P., 2000. Parentage and relatedness determination in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) using microsatellite markers, Aquaculture, 182, 73-83.
- O'Connell, M. ve Wright, J. M., 1997. Microsatellite DNA in fishes, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 7, 331-363.
- Okada, A. ve Tamate, H. B., 2000. Pedigree analysis of the sika deer (*Cervus nippon*) using microsatellite markers, Zoological Science, 17, 335-340.
- Omran, G.A., Ruty, G.N. ve Jobling, M.A., 2009. Genetic variation of 15 autosomal STR loci in Upper (Southern) Egyptians, Forensic Science International: Genetics, 3, e39-e44.
- O'Reilly, P. T., Hamilton, L. C., McConnell, S. K. ve Wright, J. M. 1996. Rapid analysis of genetic variation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) by PCR multiplexing of dinucleotide and tetranucleotide microsatellites, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53, 2292-2298.
- O'Reilly, P. T., Herbinger, C. ve Wright, J.M., 1998. Analysis of parentage determination in Atlantic salmon *Salmo salar* using microsatellites, Animal Genetics, 29, 363-370.
- Palermo, M., Latourelle, S. ve Elwess, N. L., 2012. Genetic Analysis of the Brown, Brook, and Tiger Trout Populations in the Lake Champlain Basin, The Journal of Experimental Secondary Science, 2, 1, 23-26.
- Peakall, R., ve Smouse P.E., 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update, Bioinformatics 28, 2537-2539.
- Pearse, D. E., Arndt, A. D., Valenzuela, N., Miller, B. A., Cantarelli, V. ve Sites JR. J.W., 2006. Estimating population structure under nonequilibrium conditions in a conservation context: continent-wide population genetics of the giant Amazon

- river turtle, *Podocnemis expansa* (Chelonia; Podocnemididae), Molecular Ecology, 15, 985-1006.
- Pemberton, J. M., Slate, J., Bancroft, D. R. ve Barrett, J. A., 1995. Non-amplifying alleles at microsatellite loci: a caution for parentage and population studies, Molecular Ecology, 4, 249-252.
- Pemberton, J. M., 2009. Wild pedigrees: the way forward, Proceedings of The Royal Society B, 275, 613-621.
- Pena, S. D. J. ve Chakraborty, R., 1994. Paternity testing in the DNA era, Trends in Genetics, 10, 204-209.
- Perrier, C., Grandjean, F., le Gentil, J., Cherbonnel, C. ve Evanno, G., 2011. A species-specific microsatellite marker to discriminate European Atlantic salmon, brown trout, and their hybrids, Conservation Genetics Resources, 3, 131-133.
- Poteaux, C., Bonhomme, F. ve Berrebi, P., 1998. Differences between nuclear and mitochondrial introgressions of brown trout populations from a restocked main river and its unstocked tributary, The Biological Journal of the Linnean Society, 63, 379-392.
- Poteaux, C., Bonhomme, F., ve Berrebi, P. 1999. Microsatellite polymorphism and genetic impact of restocking in Mediterranean brown trout (*Salmo trutta* L.), Heredity, 82, 645-653.
- Presa, P., ve Guyomard, R. 1996. Conservation of microsatellites in three species of salmonids, Journal of Fish Biology, 49, 1326-1329.
- Primmer, C. R., Landry, P-A., Ranta, E., Merilä, J., Piironen, J., Tiira, K., Peuhkuri, N., Pakkasmaa, S. ve Eskelinen, P., 2003. Prediction of offspring fitness based on parental genetic diversity in endangered salmonid populations, Journal of Fish Biology, 63, 909-927.
- Raymond, M., ve Rousset, F., 1995. GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism, Journal of Heredity, 86, 248-249.
- Rhymer, J. M. ve Simberloff, D., 1996. Extinction by hybridization and introgression, Annual Review of Ecology and Systematics, 27, 83-109.
- Rodzen, J. A., Famula, T. R. ve May, B., 2004. Estimation of parentage and relatedness in the polyploid white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) using a dominant marker approach for duplicated microsatellite loci, Aquaculture, 232, 165-182.
- Ross, K., Wang, X., O'Malley, K. G., Gatlin III, D. M. ve Gold, J. R., 2004. Microsatellite DNA markers for parental assignment in hybrid striped bass (*Morone saxatilis* × *Morone chrysops*), Molecular Ecology Notes, 4, 156-159.
- Rouiller, K., Borsenkow, J. ve Usow, S., 1858. Ueber die Fischzuchtungs-Anstalt des Herrn Wrasskji, Archiv für Wissenschaftliche Kunde von Russland, 18, 65-83.
- Saber, M. H., Noveiri, S. B., Pourkazemi, M., Nowruzfashkhami, M., Yarmohammadi, M. ve Sabet A. K., 2011. DNA markers in hybrids of female Caspian kutum *Rutilus frisii kutum* and male grass carp *Ctenopharyngodon idella*: possible production of gynogenic progeny, Progress in Biological Sciences, 1, 1, 49-54.

- Sanchez J. A., Clabby C., Ramos D., Blanco G., Flavin F., Vazquez E., ve Powell R. 1996. Protein and microsatellite single locus variability in *Salmo salar* L. (Atlantic salmon), Heredity, 77, 423-432.
- Schnabel, R. D., Ward, T. J. ve Derr, J. N., 2000. Validation of 15 microsatellites for parentage testing in North American bison, *Bison bison* and domestic cattle, Animal Genetics, 31, 360-366.
- Scribner, K. T., Page, K. S. ve Bartron, M. L., 2001. Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10, 293-323.
- Schwartz, F. J., 1981. World literature to fish hybrids, with an analysis by family, species, and hybrid: supplement No. 1., NOAA Technical Report, NMFS SSRF-750., U.S. Department of Commerce, Washington.
- Serezli, R., 2004. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Damızlık Stoklarının Sağım Zamanı, Damızlık Performansı Ve Kuluçka Randımanlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Serezli, R., Guzel, S. ve Kocabas, M., 2010. Fecundity and Egg Size of Three Salmonid Species (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo labrax*, *Salvelinus fontinalis*) Cultured at the Same Farm Condition in North-Eastern, Turkey, Journal of Animal and Veterinary Advances, 9, 576-580.
- Slastenenko, E., 1956. Fishes of Black Sea basin, Meat and Fish General Institute publications, Istanbul, 711 s.
- Slettan, A., Olsaker, I., ve Lie, Ø. 1995. Atlantic salmon, *Salmo salar*, microsatellites at the SSOSL25, SSOSL85, SSOSL311, SSOSL417 loci, Animal Genetics, 26, 281-282
- Smith, G. R., 1992. Introgression in fishes—significance for paleontology, cladistics, and evolutionary rates, Systematic Biology, 41, 41-57.
- Solomon, D. J., 2000. The biology and status of the Black Sea Salmon *Salmo trutta labrax*, EU Tacis Black Sea Environmental Programme, Black Sea Salmon Project, Draft report, 24 s.
- Summers, K., ve Amos, W., 1997. Behavioral, ecological and molecular genetic analyses of reproductive strategies in the Amazonian dart-poison frog, *Dendrobates ventrimaculatus*, Behavioral Ecology, 8, 260-267.
- Suzuki, R., ve Fukuda, Y., 1971. Survival Potential of F1 Hybrids Among Salmonid Fishes, Bulletin Freshwater Fisheries Research Laboratory, 21, 69-83.
- Svetovidov, A. N., 1984. Salmonidae, Ed. P.J.P. Whitehead, M., Bauchot, L., Hureau, J. C., Nielsen, J. ve Tortonese, E., In, Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean, Unesco, Paris, 1, 373-385.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B., ve Mısır, D. S., 2001. Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nın Biyo-ekolojik Özelliklerinin Tespiti ve Kültüre Alınabilirliğinin Araştırılması Proje Sonuç Raporu, Tagem/HAYSUD/98/12/01/007, Trabzon, 238 s.

- Takezaki, N., Nei, M., ve Tamura, K., 2014. POPTREEW: Web Version of POPTREE for Constructing Population Trees from Allele Frequency Data and Computing Some Other Quantities, Molecular Biology and Evolution, 31, 1622-1624
- Tamarin, E., N., Kyazimov, I., B., ve Kuliev, Z., M., 1989. Caspian salmon. In: Caspian Sea. Ichthyofauna And Commercial Stocks. Nauka Pres, 112-118
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., ve Kumar, S. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0, Molecular Biology and Evolution, 30, 2725-2729.
- Tatar, O., 1983. Munzur Yerli Alabalığının (*Salmo trutta labrax*, Pall.) Kültür Koşullarında Üretilmesi ve Yavru Büyüklüğüne Kadar Yetiştirilmesi Olanakları, Ege University Faculty of Science Journal Series B.
- Taylor, J. E., 2004. Master of the seas? Herbert Hoover and the western fisheries, Oregon Historical Quarterly, 105, 40-61.
- Tortonese, E., 1954. The trouts of Asiatic Turkey, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobioloji Enstitüsü Dergisi, 1-26.
- Tranah, G. J., Kincaid, H. L., Krueger, C. C., Campton, D. E., ve May B., 2001. Reproductive Isolation in Sympatric Populations of Pallid and Shovelnose Sturgeon, North American Journal of Fisheries Management, 21, 2, 367-373.
- Turan, D., Kottelat, M. ve Engin, S., 2010. Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae), Ichthyological Exploration of Freshwaters, 20, 4, 289-384.
- Turan, D., Kottelat, M. ve Bektaş, Y., 2011. *Salmo tigridis*, a new species of trout from Tigris River, Turkey (Teleostei: Salmonidae), Zootaxa, 2, 993, 23-33.
- Turan, D., Kottelat, M. ve Engin, S., 2012. The trouts of the Mediterranean drainages of southern Anatolia, Turkey, with description of three new species (Teleostei: Salmonidae), Ichthyological Exploration of Freshwaters, 23, 219-236.
- Turan, D., Kottelat, M. ve Engin, S. 2014a. Two new species of trouts from the Euphrates drainage, Turkey (Teleostei: Salmonidae), Ichthyological Exploration of Freshwaters, 24, 275-287.
- Turan, D., Doğan, E., Kaya, C. ve Kanyılmaz, M., 2014b. *Salmo kottelati*, a new species of trout from Alakır Stream, draining to the Mediterranean in southern Anatolia, Turkey (Teleostei, Salmonidae), ZooKeys, 462, 135-151.
- TÜİK, 2015. T.C. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri.
- Uysal, I. ve Alpbaz, A., 2003. Comparison of fertilisation, eyeing, hatching and survival rate of Abant Trout (*Salmo trutta abanticus* T., 1954) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792), Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1-2, 95-101.
- Vandeputte, M., Kocour, M., Mauger, S., Dupont-Nivet, M., De Guerry, D., Rodina, M., Gela, D., Vallod, D., Chevassus, B. ve Linhart, O., 2004. Heritability estimates for growth-related traits using microsatellite parentage assignment in juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.), Aquaculture, 235, 223-236.

- van Oosterhout, C., Hutchinson, W., Wills, D. ve Shipley, P. 2004. MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data, Molecular Ecology Notes 4, 3, 535-538.
- Verspoor, E. ve Hammar, J., 1991. Introgressive hybridization in fishes: the biochemical evidence, Journal of Fish Biology, 39, A, 309-334.
- Yakovlev, V. N., Slyn'ko, Y. V., Grechanov, I. G. ve Krysanov, E. Y., 2000. Distant hybridization in fish, Journal of Ichthyology, 40, 298-311.
- Yılmaz C., 2012. Türkiye Kumsallarındaki *Caretta caretta* Populasyonlarının Genetik yapısı, Doktora Tezi, ADÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Youngson, A. F., Webb, J. H., Thompson, C. E. ve Knox, D., 1993. Spawning of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*): hybridization of females with brown trout (*Salmo trutta*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 50, 1986-1990.
- Yue, G. H. ve Xia, J. H., 2014. Practical considerations of molecular parentage analysis in fish, The Journal of the World Aquaculture Society, 45, 89-103.
- Waldbieser, G. C., ve Bosworth B. G., 2012. A standardized microsatellite marker panel for parentage and kinship analyses in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, Animal Genetics, 44, 476-479.
- Wang, Y., Ren, R. ve Yu, Z., 2008. Bioinformatics mining of EST-SSR loci in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, Animal Genetics 39: 287- 289.
- Warheit, K. I. ve Bowman, C., 2008. "Genetic structure of kokanee (*Oncorhynchus nerka*) spawning in tributaries of Lake Sammamish, Washington", Report to King County Department of Natural Resources and Parks, Water and Land Resources Division, and Trout Unlimited, Bellevue/Issaquah.
- Westneat, D. F., 1990. Genetic parentage analysis in the indigo bunting: a study using DNA fingerprinting, Behavioral Ecology and Sociobiology, 27, 67-76.
- Willughbeii, F. 1686. Historia piscium, Oxonii: E. Theatro Sheldoniano, Anno Dom., 180 s.
- Wright, J. M., 1993. DNA Fingerprinting in Fishes, In Hochachka, P.W. ve Mommsen, T., Ed., Biochemistry and Molecular Biology of Fishes, Elsevier, Amsterdam 2, 58-91.
- Wright, J.M. ve Bentzen, P., 1994. Microsatellites: genetic markers for the future, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 4, 384-388.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğretimini Trabzon'da tamamladı. 2003 yılında K.T.Ü. Rize Fen Edebiyat Fakültesi'nde lisans eğitimine başladı ve 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl içerisinde Lisansüstü eğitime başladı. Kasım 2008'da Rize Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2011 yılında Yüksek Lisans çalışmasını tamamlayıp 2012 yılında KTÜ FBE Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Programına kayıt yaptırmıştır. Evli ve Gökтуğ Deniz adında bir çocuğu vardır.

Gökhan KALAYCI