

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE’NİN BAZI GÖLLERİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN  
CHIRONOMIDAE (DIPTERA) FAMILİYASININ FİLOGENİSİNİN  
MİTOKONDRIYAL *SİTOKROM C OKSİDAZ ALT ÜNİTE 1*  
KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ  
Adile SARI**

**Anabilim Dalı : Biyoloji**

**Programı : Biyoloji**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa DURAN  
Eş Danışman: Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI**

**Haziran, 2012**

## DOKTORA TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 071741004 nolu öğrencisi Adile SARI tarafından hazırlanan “**TÜRKİYE’NİN BAZI GÖLLERİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN CHIRONOMIDAE (DIPTERA) FAMILİYASININ FİLOGENİSİNİN MİTOKONDRIYAL SİTOKROM C OKSİDAZ ALT ÜNİTE İ KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı :** Doç. Dr. Mustafa DURAN (PAÜ)

**Eş Danışman :** Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI (ADÜ)

**Jüri Üyesi :** Prof. Dr. Alaattin ŞEN (PAÜ)

**Jüri Üyesi :** Prof. Dr. Raşit URHAN (PAÜ)

**Jüri Üyesi:** Doç. Dr. Hakan AKÇA (PAÜ)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 04/07/2012. tarih ve ....17/18..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza

: 

Öğrenci Adı Soyadı : Adile SARI

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada Türkiye’de farklı enlemlerde ve faunaların Anadolu’ya giriş kapılarının bulunduğu yerlerdeki doğal göllerden toplanan Chironomidae familyasına ait larvalarda mitokondriyal *sitokrom c oksidaz alt ünite I* gen bölgesi kullanılarak yapılan filogenetik analizlerin sonuçları daha önce yapılmış olan çalışmalardaki verilerle birleştirilerek Türkiye’de yayılış gösteren Chironomidae familyasına ait türler arasındaki akrabalık ilişkileri saptanmış ve morfolojik karakterlere dayalı tür teşhislerinde karşılaşılan problemlere açıklık getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, Anadolu’da yer alan türlerin Sibiryalt zoocoğrafik bölge türlerine mi yoksa Akdeniz alt zoocoğrafik bölge türlerine mi daha yakın olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıda bulunan, doktora eğitimim boyunca bana her konuda göstermiş oldukları bilgi, ilgi, destek, anlayış ve yardımları için sayın hocalarım Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI, Doç. Dr. Mustafa DURAN ve Prof. Dr. Alaattin ŞEN’e, doktora Tez İzleme Komitesi ve tezin incelenmesi sırasında yönlendirici eleştiri ve katkılarından dolayı sayın jüri üyeleri Prof. Dr. Raşit URHAN ve Doç. Dr. Hakan AKÇA’ya, 2009FBE013 numaralı projesi ile maddi destekleri için Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne, arazi çalışmalarımı gerçekleştirebilmek için 10.09.2009 tarih ve B.18.0.DMP.0.00.02.549.03/601/7689 sayılı izninden dolayı Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü’ne, anlayış ve yardımları için Pamukkale Üniversitesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyeleri ve Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma, tüm eğitim hayatımda olduğu gibi doktora eğitimimin her aşamasında vermiş oldukları maddi ve manevi desteklerinden dolayı sevgili anneme, babama, kardeşlerime ve sevgili eşim Fikret SARI’ya teşekkür ederim.

Haziran 2012

Adile SARI

Araştırma Görevlisi

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Tezin Amacı .....	1
1.2. Literatür Özeti .....	3
1.2.1. Anadolu ve Trakya'nın jeolojik oluşumu .....	4
1.2.2. Chironomidae familyası ve genel özellikleri .....	6
1.2.3. Chironomidae familyasının Türkiye'de bulunan alt familyaları.....	13
1.2.3.1. Tanypodinae alt familyası .....	13
1.2.3.2. Prodiamesinae alt familyası .....	13
1.2.3.3. Orthoclaadiinae alt familyası .....	13
1.2.3.4. Chironominae alt familyası .....	13
1.2.4. Chironomidae familyasının Türkiye yayılışı .....	14
1.2.5. Chironomidae familyasının filogenisi.....	18
<b>2. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>29</b>
2.1. Çalışma Alanı.....	29
2.1.1. Çıldır Gölü .....	32
2.1.2. Aygır Gölü .....	34
2.1.3. Erçek Gölü .....	34
2.1.4. Sihke Gölü.....	36
2.1.5. Hazar Gölü .....	37
2.1.6. Yenişehir Gölü .....	38
2.1.7. Çernek Gölü .....	39
2.1.8. Eğrigöl.....	41
2.1.9. Beyşehir Gölü .....	42
2.1.10. Eğirdir Gölü .....	45
2.1.11. Salda Gölü.....	47
2.1.12. Sapanca Gölü .....	49
2.1.13. Yedigöller.....	50
2.1.14. Marmara Gölü .....	51
2.1.15. Gala Gölü .....	54
2.2. Chironomidae Larvalarının Toplanması .....	54
2.3. Chironomidae Larvalarının Teşhisi .....	55
2.4. Total DNA İzolasyonu .....	55
2.5. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR).....	56
2.6. Nükleotid Sekanslarına Ulaşma Numaraları .....	58
2.7. Sekans Verilerinin Hizalanması ve Filogenetik Analizler .....	61
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>65</b>
3.1. Arazi Çalışmaları ve Filogenetik Analizler.....	65
3.1.1. Chironomidae familyasının filogenetik analizleri.....	71
3.1.1.1. Kimura 2 parameter (K2P) analizleri .....	71

3.1.1.2.	Neighbour-joining (NJ) analizleri	86
3.1.1.3.	Maksimum likelihood (ML) analizleri	93
3.1.2.	Chironomidae familyasının zoocoğrafik dağılımı .....	100
3.1.2.1.	<i>Chironomus annularius</i>	100
3.1.2.2.	<i>Chironomus luridus</i>	102
3.1.2.3.	<i>Chironomus riparius</i>	104
3.1.2.4.	<i>Cricotopus sylvestris</i>	106
<b>4.</b>	<b>TARTIŞMA .....</b>	<b>109</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>120</b>

## KISALTMALAR

<b>A.B.D.</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>bç</b>	: Baz Çifti
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>COI</b>	: <i>Sitokrom C Oksidaz Alt Ünite I</i>
<b>COII</b>	: <i>Sitokrom C Oksidaz Alt Ünite II</i>
<b>cytB</b>	: <i>Sitokrom B</i>
<b>dam<sup>3</sup></b>	: Dekametreküp
<b>DNA</b>	: Deoksiribonükleik Asit
<b>dNTP</b>	: Deoksiribonükleotid
<b>DSİ</b>	: Devlet Su İşleri
<b>FKI</b>	: Fenol-Kloroform-İsoamilalkol
<b>gb2b</b>	: <i>Globin 2b</i>
<b>GPS</b>	: Global Konumlandırma Sistemi
<b>K2P</b>	: Kimura 2 Parameter
<b>kWh</b>	: Kilowat Saat
<b>ha</b>	: Hektar
<b>hm<sup>3</sup></b>	: Hektometreküp
<b>İst.</b>	: İstasyon
<b>KI</b>	: Kloroform-İsoamilalkol
<b>m</b>	: Metre
<b>m<sup>2</sup></b>	: Metrekare
<b>km</b>	: Kilometre
<b>km<sup>2</sup></b>	: Kilometrekare
<b>mM</b>	: Milimolar
<b>M</b>	: Molar
<b>MgCl<sub>2</sub></b>	: Magnezyum Klorür
<b>ML</b>	: Maksimum Likelihood
<b>MP</b>	: Maksimum Parsimoni
<b>mtDNA</b>	: Mitokondriyal DNA
<b>NaAc</b>	: Sodyum Asetat
<b>NJ</b>	: Neighbour-joining
<b>PAH</b>	: Poli Aromatik Hidrokarbon
<b>PCR</b>	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
<b>rDNA</b>	: Ribozomal DNA
<b>RFLP</b>	: Restriksiyon Fragment Uzunluk Polimorfizmi
<b>SDS</b>	: Sodyum Dodesil Sülfat
<b>STE</b>	: Sodyum-Tris-EDTA
<b>TÜBİTAK</b>	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
<b>U</b>	: Ünite

## TABLO LİSTESİ

### Tablolar

1.1 : Chironomidae familyası alt familyaları ve habitatları. ....	12
2.1 : Çalışma alanı olarak tespit edilen ve örnekleme yapılan göller. ....	31
2.2 : <i>COI</i> gen bölgesi için kullanılan primerlerin nükleotid sekansları. ....	57
2.3 : <i>COI</i> gen bölgesinin çoğaltılması için kullanılan PCR reaksiyon karışımı. ....	57
2.4 : <i>COI</i> gen bölgesinin çoğaltılması için kullanılan PCR koşulları. ....	57
2.5 : Gen bankasından elde edilen sekanslara ait veriler. ....	59
3.1 : Total DNA izole edilerek PCR ile mitokondriyal <i>COI</i> gen bölgesi çoğaltılan türler ve birey kodları. ....	66
3.2 : <i>Macropelopia</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	71
3.3 : <i>Ablabesmyia</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	71
3.4 : <i>Zavrelimyia</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	71
3.5 : <i>Cricotopus</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	72
3.6 : <i>Orthocladius</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	73
3.7 : <i>Psectrocladius</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	73
3.8 : <i>Rheocricotopus</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	73
3.9 : <i>Cryptochironomus</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	73
3.10 : <i>Dicrotendipes</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	73
3.11 : <i>Chironomus</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	74
3.12 : <i>Endochironomus</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	78
3.13 : <i>Polypedilum</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	78
3.14 : <i>Micropsectra</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	78
3.15 : <i>Paratanytarsus</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	78
3.16 : <i>Tanytarsus</i> cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	79
3.17 : Mitokondriyal <i>COI</i> gen bölgesi için K2P distance modeli kullanılarak hesaplanan türlerarası nükleotid divergence değerleri. ....	79



3.18 : <i>Ablabesmyia monilis</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	80
3.19 : <i>Cricotopus bicinctus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	80
3.20 : <i>Cricotopus reversus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	81
3.21 : <i>Cricotopus sylvestris</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	81
3.22 : <i>Cricotopus triannulatus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	81
3.23 : <i>Psectrocladius limbatellus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	81
3.24 : <i>Rheocricotopus atripes</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	81
3.25 : <i>Rheocricotopus effusus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	82
3.26 : <i>Chironomus annularius</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	82
3.27 : <i>Chironomus bernensis</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	82
3.28 : <i>Chironomus luridus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	82
3.29 : <i>Chironomus melanotus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	82
3.30 : <i>Chironomus plumosus</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	82
3.31 : <i>Chironomus riparius</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	83
3.32 : <i>Chironomus</i> sp. 2 için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	83
3.33 : <i>Chironomus</i> sp. 4 için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	83
3.34 : <i>Chironomus tentans</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	83
3.35 : <i>Polypedilum scalaenum</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	83
3.36 : <i>Micropsectra atrofasciata</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	84
3.37 : <i>Micropsectra recurvata</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	84
3.38 : <i>Paratanytarsus dissimilis</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	84
3.39 : <i>Paratanytarsus grimmii</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	84
3.40 : <i>Paratanytarsus lauterborni</i> için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu. ....	84
3.41 : Mitokondriyal <i>COI</i> gen bölgesi için K2P distance modeli kullanılarak hesaplanan türüçi nükleotid divergence değerleri. ....	85
4.1 : Farklı türlerle yapılan filogenetik çalışmalarda K2P analizleri ile elde edilen ortalama nükleotid divergence değerleri. ....	111

## ŞEKİL LİSTESİ

### Şekiller

- 1.1** : Chironomidae familyasının yaşam döngüsü..... 7
- 1.2** : Nükleer ve mitokondriyal genlerle yapılan çalışmalardan elde edilen moleküler verilere dayalı olarak oluşturulan *Chironomus* cinsinin evrimsel ağacı..... 22
- 2.1** : Çeşitli fauna elemanlarının Türkiye'ye giriş yolları ve örnekleme yapılan göller..... 30
- 2.2** : Çıldır Gölü örnekleme istasyonları..... 33
- 2.3** : Aygır Gölü örnekleme istasyonları..... 34
- 2.4** : Erçek Gölü örnekleme istasyonları..... 36
- 2.5** : Sihke Gölü örnekleme istasyonları..... 37
- 2.6** : Hazar Gölü örnekleme istasyonları..... 38
- 2.7** : Yenişehir Gölü örnekleme istasyonları..... 39
- 2.8** : Çernek Gölü örnekleme istasyonları..... 41
- 2.9** : Eğrigöl örnekleme istasyonları..... 42
- 2.10** : Beyşehir Gölü örnekleme istasyonları..... 44
- 2.11** : Eğirdir Gölü örnekleme istasyonları..... 47
- 2.12** : Salda Gölü örnekleme istasyonları..... 48
- 2.13** : Sapanca Gölü örnekleme istasyonları..... 49
- 2.14** : Yedigöller örnekleme istasyonları..... 51
- 2.15** : Marmara Gölü örnekleme istasyonları..... 53
- 2.16** : Gala Gölü örnekleme istasyonları..... 54
- 2.17** : 10 larvaya ait mitokondriyal *COI* gen bölgesinin PCR ile çoğaltılması. . 58
- 2.18** : Sekansa gönderilen B6\_1 kodlu *Cricotopus sylvestris* larvasının mitokondriyal *COI* gen bölgesine ait ileri ve geri sekanslarının MEGA 5 Beta #7 programı ile görüntülenmesi..... 61
- 2.19** : Şekil 2.17'de verilen ileri ve geri sekansların MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak tek bir dosya olacak şekilde birleştirilmiş formatı..... 62
- 2.20** : Birleştirilen sekansların [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov) adresinden blastlanması..... 62
- 2.21** : MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak hizalanmış mitokondriyal *COI* gen bölgesine ait sekansların bir bölümünün görüntüsü..... 63
- 3.1** : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacı..... 87
- 3.2** : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacının genel görünümü..... 92
- 3.3** : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen ML ağacı..... 94
- 3.4** : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen ML ağacının genel görünümü..... 99

<b>3.5</b> : 6 <i>Chironomus annularius</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen NJ ağacı.....	101
<b>3.6</b> : 6 <i>Chironomus annularius</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen ML ağacı.....	102
<b>3.7</b> : 6 <i>Chironomus luridus</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen NJ ağacı.....	103
<b>3.8</b> : 6 <i>Chironomus luridus</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen ML ağacı.....	104
<b>3.9</b> : 14 <i>Chironomus riparius</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen NJ ağacı.....	105
<b>3.10</b> : 14 <i>Chironomus riparius</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen ML ağacı.....	106
<b>3.11</b> : 17 <i>Cricotopus sylvestris</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen NJ ağacı.....	107
<b>3.12</b> : 17 <i>Cricotopus sylvestris</i> larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen ML ağacı.....	108
<b>4.1</b> : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen NJ ağacının bir bölümü. ....	115
<b>4.2</b> : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal <i>COI</i> sekansları ile elde edilen NJ ağacının bir bölümü. ....	116
<b>4.3</b> : <i>Chironomus annularius</i> , <i>Chironomus luridus</i> , <i>Chironomus riparius</i> ve <i>Cricotopus sylvestris</i> türlerinin göllere göre dağılımı. ....	118

## SEMBOL LİSTESİ

$\mu$	Mikro
$^{\circ}$	Derece
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
%	Yüzde
-	Eksi
+	Artı
'	Dakika
''	Saniye
g	Yerçekimi hızı
#	Sayı Numarası

## ÖZET

### TÜRKİYE’NİN BAZI GÖLLERİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN CHIRONOMIDAE (DIPTERA) FAMILİYASININ FİLOGENİSİNİN MİTOKONDRIYAL *SİTOKROM C OKSİDAZ ALT ÜNİTE I* KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI

Chironomidae familyası 120 milyon yıldan fazla zamandır varlığını sürdürmektedir ve diğer herhangi bir sucul böcek grubuna oranla çok daha geniş mikrohabitatlarda yayılış gösterir. Chironomidae dünya genelindeki tatlı su ortamlarında en bol bulunan böcek grubudur. Chironomidae familyası, tropik alanlardan arktik alanlara kadar göllerde, nehirlerde ve su birikintilerinde yayılış gösteren 10000’den fazla tür içermektedir. Malesef, sucul örneklemelerde yaygın bir şekilde toplanan Chironomidae’lerin larval evreleri, tür teşhisi için kullanılacak az sayıda morfolojik karaktere sahiptir. Günümüzde, birçok hayvan taksonunda tür teşhisi ve taksonomik çözümler için moleküler yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu çalışma, Chironomidae için moleküler filogeni kullanılarak Türkiye’de yapılmış olan ilk çalışmadır. Bu çalışmada, Türkiye’deki 15 gölden larval Chironomidae türleri toplanmıştır. Türlerin morfolojik olarak tayini yapılmış ve Tanypodinae alt familyasından 11, Prodiamesinae alt familyasından 1, Orthocladiinae alt familyasından 56 ve Chironominae alt familyasından 92 larva teşhis edilmiştir. 15 gölden toplanan Chironomidae türleri arasındaki filogenetik ilişkinin tespit edilebilmesi için mitokondriyal *sitokrom c oksidaz alt ünite I* gen bölgesi filogenetik markör olarak kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Sitokrom c oksidaz alt ünite I*, Chironomidae, filogeni, Türkiye

## SUMMARY

### INVESTIGATION OF PHYLOGENY OF THE CHIRONOMIDAE (DIPTERA) FAMILY DISTRIBUTED IN THE SOME LAKES OF TURKEY USING MITOCHONDRIAL *CYTOCHROME C OXIDASE SUBUNIT I*

Chironomidae family is more than 120 million years old and has undergone extensive adaptive radiation to occupy a wider range of microhabitats than any other aquatic insect group at present. Chironomidae (Diptera) are often the most abundant group of insects in freshwater environments worldwide. The family Chironomidae includes over 10,000 species, which are distributed from the tropics to the Arctic in lakes, streams and puddles. Unfortunately, the larval stage of Chironomidae, commonly collected in aquatic sampling surveys, possesses relatively few morphological characteristics useful for their identification. Molecular approaches are now being used for identification and taxonomic resolution in many animal taxa. This study is the first study carried on Chironomidae using molecular phylogeny in Turkey. In this study, species of larval Chironomidae were collected from 15 lakes of Turkey. Species were characterized morphologically and 11 Tanypodinae, 1 Prodiamesinae, 56 Orthocladiinae and 92 Chironominae larvae were identified. Mitochondrial gene, *cytochrome c oxidase subunit I (COI)*, has been used as phylogenetic marker in Chironomidae species from 15 lakes of Turkey to identify phylogenetic relationships between species of Chironomidae.

**Key Words:** *Cytochrome c oxidase subunit I*, Chironomidae, phylogeny, Turkey

## 1. GİRİŞ

Anadolu, gerek uygun iklimi gerekse bulunduğu konum itibari ile önemli biyoçeşitliliğe sahiptir (Ayık, 2006). Geçmişteki jeolojik ve iklimsel değişikliklerden etkilenen aynı zamanda Eremiyal, Boreal ve Orta Avrupa türlerinin bir geçiş bölgesi olan Anadolu, sahip olduğu iç su kaynakları ve bu kaynakların paleocoğrafik ve hidrocoğrafik özellikleri ile de Palearktik bölgenin en önemli zoocoğrafik bölgelerinden biridir (Demirsoy, 1996). Chironomidae (Diptera) larvaları sulak alanlarda yaşayan bentik omurgasız organizmalar içinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bugüne kadar yapılan pek çok araştırma Chironomidae larvalarının biyolojik, ekolojik ve ekotoksikolojik önemini ortaya koymaktadır. Özellikle doğal suların kirliliğinde biyoindikatör organizmalar olarak da kullanılan Chironomidae larvaları tür kompozisyonları bakımından buldukları rezervuarın biyolojik sınıflandırılmasında en önemli göstergelerden biridir. Fakat bu denli öneme sahip olan Chironomidae familyasında yer alan türlerin teşhislerinde sorunlarla karşılaşmaktadır. Özellikle ağır metal ve organik kirliliğin (PAH, pestisit) sebep olduğu anatomik anomaliler bazı larvaların teşhisini zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda bazı türler çok küçük ayrıntılar ile birbirinden ayrılmaktadır ve Türkiye’de de yayılış gösteren Chironomidae familyasında yer alan türlerin arasındaki evrimsel akrabalıkları daha açık bir şekilde ortaya koyacak moleküler filogeniye dayalı çalışmalar henüz yapılmamıştır. Bu sebeple, acaba bu türler ne kadar farklıdır sorusuna cevap aramak gerekmektedir.

### 1.1. Tezin Amacı

Anadolu, birçok canlının geçmişte ve bugün yayılışını önleyen, zoocoğrafik açıdan büyük önemi olan, dağ silsilelerinden oluşmuş birçok bariyere sahiptir. Bu bariyerler sadece Türkiye’deki canlıların çeşitlenmesini sağlamamış, kıtalar arasında da biyolojik bileşim bakımından önemli farkların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Demirsoy, 1996). Anadolu, sahip olduğu iç su kaynakları ve bu kaynakların paleocoğrafik ve hidrocoğrafik özellikleri ile de Palearktik bölgenin en önemli

zoocoğrafik bölgelerinden biridir. Chironomidae (Diptera) larvaları sulak alanlarda yaşayan bentik omurgasız organizmalar içinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Chironomidae, Diptera'nın eski familyalarından biri olup oldukça kalabalık bir gruptur ve olası bütün sucul ve yarı sucul ekosistemlerde yaşayabilen, tüm kıtalarda yayılış gösteren kozmopolit bir gruptur. Fakat bu denli kalabalık bir grup olan Chironomidae'lerde de benimsenen taksonomi diğer birçok böcek grubunda olduğu gibi larvaların ve erginlerin morfolojik karakterlerine dayalıdır ve türlerin taksonomisi büyük kompleks kriptik türlerin varlığından dolayı oldukça zor olmakla birlikte, bu durum pek çok yanlış teşhise neden olabilmektedir. Bu nedenle, morfolojik karakterlere dayalı kladistik analizlerin yanı sıra, kromozom kollarının kombinasyonu ve politen kromozomların bant sekansları gibi sitogenetik kriterler de *Chironomus* cinsinin taksonomisinde ve filogenetik akrabalıkların saptanmasında kullanılmaktadır. Fakat, bu yöntemler de bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır ve uzmanlık gerektiren yöntemlerdir. Ayrıca, bazı türlerin çok küçük ayrıntılar ile birbirinden farklılık göstermesi tür teşhisinde sıkıntıya yol açmaktadır. Türkiye'de yayılış gösteren Chironomidae familyası türlerinin evrimsel akrabalıklarını daha açık bir şekilde ortaya koyacak moleküler filogeniye dayalı çalışmalar henüz yapılmamıştır. Bu sebeple, acaba bu türler birbirinden ne kadar farklıdır sorusuna cevap aramak gerekmektedir. Tüm kıtalarda yayılış gösteren Chironomidae familyasının kökenini ve tüm kıtalara dağılımını saptamaya yönelik mitokondriyal genler *sitokrom B* ve *sitokrom c oksidaz alt ünite I* ile yapılan moleküler filogeniye dayalı çalışmalar göstermiştir ki bu familya üyeleri öncelikle Kuzey Avustralya'da ortaya çıkmıştır. Jeolojik dönemler süresince bunların bir kısmı Güney Avustralya'ya doğru yönelip yerleşirken, diğerleri kuzeye doğru ilerleyerek Güneydoğu Asya üzerinden Sibiryaya ve oradan da Palearktik ve Nearktik bölgelere geçerek kolonize olmuşlardır (Cranston ve Edward, 1999; Makarevich ve diğ., 2000; Guryev ve diğ., 2001). Asya ve özellikle Avustralya ve Avrupa'da yayılış gösteren Chironomidae familyası türlerinin Palearktik ve Nearktik bölgelere dağılımlarını saptamaya yönelik bu tür çalışmaların bulunmasına rağmen, Palearktik bölgenin Avrupa alt bölgesinde bulunan (Wallace'ye göre) Anadolu'da bu tür bir çalışma yapılmamıştır. Anadolu İspanya, İtalya, Yunanistan ve Bulgaristan gibi ülkelerle aynı alt zoocoğrafik bölgede bulunmaktadır ve yapılacak olan çalışmalar bu familya üyelerinin Avrupa alt zoocoğrafik bölgesine Akdeniz alt zoocoğrafik bölgesinden mi, Sibiryaya alt zoocoğrafik bölgesinden mi yayıldığı sorusuna bir açıklık getirecektir. Bu amaçla,



Türkiye’de farklı enlemlerde ve faunaların Anadolu’nun çeşitli giriş kapılarının bulunduğu yerlerde bulunan doğal göllerden toplanan Chironomidae familyasına ait larvalarda mitokondriyal *sitokrom c oksidaz alt ünite I* kullanılarak yapılan filogenetik analizlerin sonuçları daha önce yapılmış olan çalışmalardaki verilerle birleştirilecek ve Asya ve Avrupa kıtaları arasındaki dağılımı açıklayan hipotezdeki eksiklik tamamlanmaya çalışılacaktır. Böylece, Anadolu’da yer alan türlerin Sibirya alt zoocoğrafik bölge türlerine mi daha yakın yoksa Akdeniz alt zoocoğrafik bölge türlerine mi daha yakın olduğu belirlenmeye ve tür teşhislerinde karşılaşılan problemler çözümlenmeye çalışılacaktır.

## **1.2. Literatür Özeti**

Milyonlarca yıl süren evrim süreci sırasında doğal yollarla yok olan ve yine doğal yollarla ortaya çıkan türler olmuştur. Anadolu, gerek uygun iklimi gerekse bulunduğu konum itibari ile önemli biyoçeşitliliğe sahiptir. Ancak son dönemde etkisini daha çok hissettiğimiz teknolojik gelişmeler ile bu doğal evrim süreci; ozon tabakasının delinmesi, endüstrileşme, doğal su kaynaklarının ve ormanların tahribatı ve benzeri nedenlerden dolayı olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu olumsuz gelişmelere karşı çevre kirliliği ile mücadele çalışmaları ne yazık ki yetersiz kalmaktadır (Demirsoy, 1997; Ayık, 2006).

Anadolu’nun topografik yapısı çok farklı olduğu ve özellikle çok kısa mesafelerde ekolojik faktörleri çok farklı olan ortamlar içerdiği için, çeşitli canlı gruplarını barındırma özelliğine sahiptir (Demirsoy, 1997; Ayık, 2006). Büyük bir yarımada özelliği gösteren, birçok türün anavatanı olan ve özellikle geçmişteki jeolojik ve iklimsel değişikliklerden etkilenen, çok çeşitli canlılara barınak olan Anadolu, dünyadaki herhangi bir kara parçasından çok daha fazla biyolojik bir öneme sahiptir. Eremiyel, Boreal ve Orta Avrupa elemanlarının bir geçiş bölgesi olması yanında birçok canlı türünün evrimleşme ve yayılış merkezini oluşturan Anadolu, sahip olduğu iç su kaynakları ve bu kaynakların paleocoğrafik ve hidrocoğrafik özellikleri ile de Palearktik bölgenin en önemli zoocoğrafik bölgelerinden biridir (Demirsoy, 1996; Ayık, 2006).

### 1.2.1. Anadolu ve Trakya'nın jeolojik oluşumu

Ülkemiz, Atlas Okyanusu ile Büyük Okyanus arasında kalan Tethys (Tetis) denizinin yer aldığı geniş tortulanma alanında oluşmuştur. Dünyamızın başlangıcından bu yana görülen tüm tektonik hareketlere iştirak eden bu alan, bütün jeolojik devirlerin izlerini taşır. Bütünü ile Alp Orojenik Kuşağı içinde yer alan ülkemiz, gerek jeolojik, gerekse jeomorfolojik yönden çok çeşitli bir yapıya sahiptir. Alp-Himalaya kuşağında yer alan Anadolu, yer kabuğundaki çok karmaşık hareketler sonucunda günümüzdeki biçimini almıştır. Günümüzden yaklaşık 250 milyon yıl öncesinden başlayarak, Avrasya levhası kuzeyden güneye doğru yavaşça hareket ederken Arap levhası güneyden kuzeye doğru hareket etmiştir. Bu levhaların çarpışması sonucunda, daha önce bölgeyi kaplayan Tetis adlı okyanus kapanmıştır. Ancak levhalar birbirine doğru hareket etmeyi sürdürmüşlerdir. Günümüzden 24-25 milyon yıl öncesi jeolojik dönemi belirleyen Miyosen döneminde sona eren bu yaklaşma hareketi, yer kabuğunun giderek kalınlaşmasına ve Anadolu'nun bugünkü biçimini almasına yol açmıştır (Demirsoy, 2002).

Türkiye, jeolojik açıdan genç bir ülkedir ve halen devam etmekte olan bir dağ oluşum kuşağında yer almaktadır. 65 milyon yıl önce başlayan bu dağ oluşumu hareketleriyle Afrika, Arabistan ve Hindistan kuzeye, Avrupa ve Asya'ya doğru ilerlemekte ve bu ilerlemenin sonucunda temas sağlanan kesimlerde yüksek dağ kıvrımları oluşmaktadır. Çevresindeki büyük kıtalarla kıyaslandığında çok geç deniz yüzeyine çıkan Anadolu, Afrika'nın eski Akdeniz'in (Tetis) tabanındaki tortuları itekleyip yükseltmesiyle Toros Dağları'na kavuşmuştur. Anadolu, yaklaşık 12 milyon yıl önce Arap levhasının —yılda iki üç santimetre kadar bir hızla— çarpmasıyla doğu kısmından yükselmeye başlamış, batı kesimi ise gevşeme sonucu kırılmalarla bloklar halinde çökerek Gediz ve Menderes Nehirleri için hazır vadiler oluşturmuştur. İç Anadolu Kapalı Havzası da aynı dönemin eseridir. Yine aynı dönemde Karaman'ın kuzeyindeki Karaca Dağ'dan Ağrı Dağı'na dek uzanan hat boyunca volkan dağları yükselmiş ve günümüzdeki şeklini almıştır. Türkiye bu nedenle dağlık ve engebeli bir araziye sahiptir ve bu hareketler halen devam etmekte olduğundan deprem yönünden de aktif durumdadır (Demirsoy, 2002).

Mezozoik zamanın başlangıcında Tetis içerisinde yer alan masifler adalar şeklinde yükselmeye başlamıştır. Buna karşın Anadolu'nun büyük bir kısmı denizle örtülüdür. 245-210 milyon yıl öncesi Triyas devrinde Doğu Akdeniz ortaya çıkmaya başlamış

ve böylece Neo-Tetis oluşmaya başlamıştır. 210-145 milyon yıl öncesi Jura sonlarında Batı Trakya ve Zonguldak arasındaki bölge yükselmiştir. 145-65 milyon yıl öncesi Kretase devri sonunda ise Anadolu'nun iç kısmı oluşmaya başlamış, özellikle Toroslar'ın oluşumunda temel oluşturmuştur (Demirsoy, 2002).

Senozoik zamanın Paleosen (65-56 milyon yıl önce) devrinde Anadolu'nun büyük bir kısmı, hatta Doğu Anadolu denizle örtülüdür. 56-36 milyon yıl önce Eosen'de yer hareketleri daha çok kuzey-güney doğrultusunda sıkışmaların-daralmaların ortaya çıkması ile Toroslar ile Kuzey Anadolu Dağları arasında yer alan dağ dizileri yükselmeye başlamıştır. 36-24 milyon yıl önce Oligosen devrinde ise Güney ve Kuzey Anadolu dağ sıraları, Alp kıvrılmalarına bağlı olarak yükselmeye başlayınca, Anadolu'nun hemen her yerinden deniz geri çekilmeye başlamıştır. Geç Tersiyer'de 24-5 milyon yıl önce Miyosen'de Neo-Tetis tamamen kapanmıştır. Arabistan plakasının Avrupa-Asya plakası ile çarpışmasının Türkiye'nin topografik ve buna bağlı olarak biyolojik evrimleşmesine çok derin etkileri olmuştur. Doğu Anadolu, bu çarpışmada tüm olarak plato şeklinde yükselmiştir. Kuzey-güney yönündeki gerilme, Ege'nin genişlemesine ve doğu-batı yönünde kırıkların meydana gelmesine neden olmuştur. Doğu Anadolu'daki yanardağ işlevleri, Orta Miyosen'de başlamış, Pliyosen ve Kuaterner'de sona ermiştir. Bu volkanik işlevler, yükselmeyi hızlandırarak Orta Anadolu ile Doğu Anadolu'yu birbirinden gittikçe ayırmaya başlamıştır. Denizel hareketlerle, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı kabaca bugünkü şeklini almıştır. Ege Bölgesi'nin Orta Miyosen'de başlamış bulunan yükselmesi sonucu denizin geri çekilmesi, Geç Miyosen'de Anadolu'nun bugünküne yakın bir biçimde şekillenmesine neden olmuştur. Anadolu'da, özellikle Orta ve Doğu Anadolu'da, dağ dizileri arasındaki çöküntüler belirgin hale gelerek büyük göller şekillenmiştir. Geç Miyosen'de ise artan yanardağ işlevleri ile Afyon Bölgesi püskürükleri, Konya yakınlarındaki Erlener Dağı, Erciyes Dağı, Melendes Dağı, Hasan Dağı, Kayseri ve Karaman arasındaki Karadağ meydana gelmiş ve bunların oluşumu Pleistosen'e kadar devam etmiştir. Doğu Anadolu'da ise Yaman Dağı, Bingöl Dağları, Erzurum'un güneyindeki Gavur Dağları, Van Gölü'nün kuzeyindeki dağlar ortaya çıkmıştır. Miyosen'in sonlarına doğru, Tetis, Çukurova deltasının bulunduğu kısım hariç Anadolu'nun bugünkü güney kıyılarının güney tarafına çekilmiştir. 5-1,7 milyon yıl önce Pliyosen'de Tokat-Zile, Alaca, Çankırı, Çorum, Beypazarı, Polatlı-Sivrihisar bölgelerindeki göl ortamlı sedimanlar Pliyosen'in

sonuna doğru buharlaşmayla oluşmuş çökellerdir. Bu sırada, Denizli Ovası'nda acısu özellikli su birikimi bulunmaktadır. 1,7-0,01 milyon yıl önce Pleistosen'de zoocoğrafik açıdan en önemli olay Ege'nin çökmesidir. Üst Pleistosen'de Düzce, Yeniçağa, Niksar, Selim, Göle, Ardahan ve Arpaçay Basenleri meydana gelmiştir. Bu dönemde oluşmuş olan Ağrı, Nemrut, Süphan, Tendürek ve Bingöl Dağları'nın Holosen'e kadar aktif olduğuna inanılmaktadır. Göller (limnik sedimanlı) Konya-Ereğli Ovası'nda, Tuz Gölü Çöküntüsü'nde, Yeşilhisar ve Kayseri Ovası'nda günümüze kadar kalmışlardır. Akşehir, Beyşehir, Eğirdir, Burdur Gölleri ve Acıgöl de bu oluşumlardandır. Van Gölü ise henüz oluşmamıştır (Demirsoy, 2002).

### **1.2.2. Chironomidae familyası ve genel özellikleri**

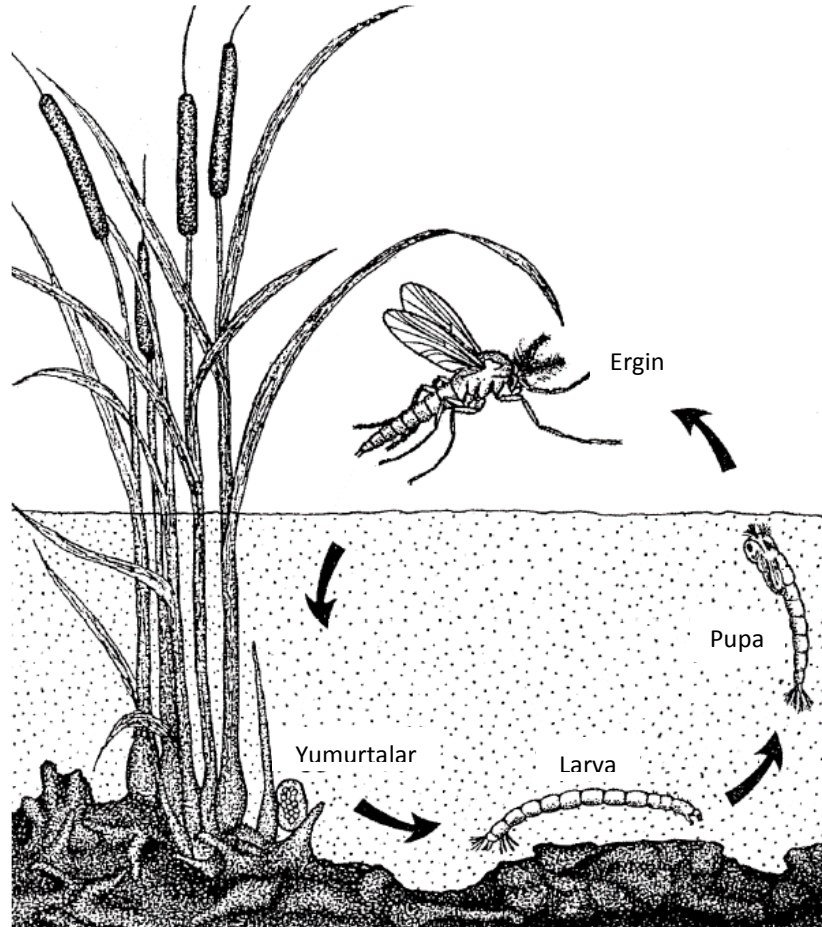
İç sular faunasında bentik omurgasız organizmalar oldukça önemli bir yer tutmakta ve özellikle Chironomidae (Diptera) larvalarının ayrı bir öneme sahip oldukları bilinmektedir. Pek çok araştırma Chironomidae larvalarının, başta protein olmak üzere, besin değeri bakımından yüksek, aynı zamanda balıkların vazgeçilmez bir besini olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle bentik faunanın az olduğu kış mevsimlerinde bol ve devamlı olarak bulunmaları, bunların önemini bir kat daha arttırmaktadır (Şahin, 1984; Fındık, 2006).

Chironomidae familyası, Insecta (böcekler) sınıfının Diptera (iki kanatlılar) takımının, Nematocera alt takımının Chironomidae familyası içerisinde sınıflandırılmaktadır. Simuliidae ve Ceratopogonidae familyalarına yakın bir familyadır (Çağlar ve diğ., 2006). Chironomidae Diptera'nın eski familyalarından biri olup oldukça kalabalık bir gruptur. Bu gruba dahil küçük sinekler olası bütün sucul ve yarı sucul ekosistemlerde bulunabilmektedir. Türkçe bilimsel kaynaklarda erişkinleri "titrek sinekler" olarak bilinen Chironomidae'ler İngilizce'de "non-biting midges" ya da "blind midges" olarak anılmaktadır (Çağlar ve diğ., 2006).

11 alt familyası mevcuttur (Aphroteniinae, Buchonomyiinae, Chilenomyiinae, Chironominae, Diamesinae, Orthocladiinae, Podonominae, Prodiamesinae, Tanypodinae, Telmatogetoninae, Usambaromyiinae). Chironomidae tür bakımından zengin bir gruptur ve Avrupa'da 1200'den fazla (Saether ve Spies, 2004) dünya genelinde ise 10000'in üzerinde (Armitage ve diğ., 1995) türü bulunmaktadır (Ekrem ve diğ., 2010b). Türkiye'de yapılan çalışmalara göre ülkemizde şimdiye kadar tespit edilen alt familya sayısı 5 olup (Tanypodinae, Diamesinae, Prodiamesinae,

Orthocladiinae, Chironominae), bunlara bağlı toplam 95 cins ve 230 kadar tür bulunmaktadır (Çağlar ve diğ., 2006).

Chironomidae familyası mensupları diğer Diptera'lar gibi yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört yaşam evresine sahiptirler ve holometaboldrler, yani tam başkalaşım geerirler (şekil 1.1). Ergin dönemleri su dışında, larva ve pupa aşamaları ise su içinde geçer. Bu hayvanların hayat devrinde en uzun evre larva evresidir (Akıl ve diğ., 1996). Yumurtalar jelatin bir matriksin içine bırakılır. Bir yumurta kütlesinin içindeki yumurta sayısı türden türe değişiklik gösterir ve 10'dan az olabildiği gibi birkaç bine kadar olabilir (Vallenduuk ve Moller Pillot, 2007). Bazı Tanytarsini'ler yumurtalarını tek olarak bırakırlar. Dişiler genellikle sadece bir yumurta kütlesi üretirler, ancak bazı durumlarda rneğin *Pseudochironomus* ve bazı karasal Orthocladiinae türlerinde olduğu gibi yumurtalar birkaç grup şeklinde de bırakılabilir. *Chironomus*'ta gözlendiği gibi bazı türlerde ikinci bir yumurta kütlesi oluşturabilir. Tr içinde bırakılan yumurta sayısı, besin kalitesi ve ortamın sıcaklığı gibi çevresel faktörlerin etkisiyle değişebilir (Vallenduuk ve Moller Pillot, 2007).



şekil 1.1 : Chironomidae familyasının yaşam döngüsü.

Dişiler çoğunlukla yumurtalarını kayalar, dallar, bitkiler gibi sabit zeminlere bırakırlar, ancak bazı durumlarda direkt olarak suyun yüzeyine de bırakabilirler. Türe bağlı olarak, yumurtalar kıyı boyunca, vejetasyonun hemen kenarına gibi yerlere bırakılabilir. Yumurtaların bırakıldığı bu yerler aynı cinse ait türler arasında bile farklı olabilir. Büyük su birikintilerinde yumurtaların büyük çoğunluğu kıyıya çok yakın yerlere bırakılır. Bu yumurta kütlelerinin çoğu rüzgara maruz kalan kıyılarda birikir ve suyu absorbe edip batmadan önce kısa bir süre su yüzeyinde yüzerler. Bazı ender durumlarda birkaç saat su yüzeyinde kalır ve akıntı yönünde sürüklenirler. Yumurtaların gelişimi sıcaklığa bağlıdır ve genellikle birkaç gün alır. *Tanytarsus holochlorus* gibi bazı türlerin yumurta evresinde kış uykusu gibi bir duraklama safhası görülür. Yumurtaların predasyonu oldukça yaygındır ve önemli kayıplara sebep olur (Vallenduuk ve Moller Pillot, 2007).

Larva evresi süresi 2 hafta ile 7 sene arasında değişir. Bu süre iklim şartları ve beslenme durumu ile ilgilidir. Derin göllerin soğuk, profundal kısımlarında yaşayan türlerin yaşam döngüsünü tamamlamaları bir yıldan daha uzun bir süre alır. Kutuplara yakın yerlerde yaşayan türler ise yaşam döngülerini en az iki yılda tamamlar; bu sürenin yedi yıla kadar uzadığı saptanmıştır. Yağmur suyu ile oluşmuş birikintiler gibi kalıcı olmayan tropik habitatlarda ise yaşam döngüsü bir iki haftada tamamlanır. Soğukta yaşayan bu türlerde, larva kışın dondurucu soğuktan korunmak için bir koza örer ve bunun içerisine kıvrılarak kışı geçirir (Çağlar ve diğ., 2006). Yumurtadan çıkıştan sonraki ilk gün, larvalar jelatin kütleinin içerisinde ve etrafında yavaşça hareket eder. İkinci gün, kütlede ayrılır ve bir veya iki gün boyunca özellikle durgun sularda planktonik varlıklar olarak yaşarlar. Bu durum Orthoclaadiinae ve Tanypodinae'nin yanı sıra Chironominae'de de saptanmıştır. Larvalar serbest yüzerler ve zeminde sadece kısa zaman periyotlarında kalırlar. Yaşça daha büyük larvalardan daha hareketlidirler, daha iyi yayılırlar ve yüzerler. Bütün türler bir veya iki gün boyunca muhtemelen fototaktiktir ve bu periyot dağılım ve habitat seçiminde oldukça önemlidir. Üç veya dört günlük larvalar yerleşmeye başlayınca bazı türler tüp inşa ederler. *Anatopynia plumipes* larvaları dip sedimentinde daha sıkça hareket ederler. Planktonik evrede larvalar küçük parçacıklarla, özellikle de iyi kaliteli döküntülerle beslenmeye başlarlar. Thienemann ve Zavrel (1916), üç günlük Tanypodinae larvalarının bağırsaklarında diatomlar ve diğer bazı tek hücreli alglerin bulunduğunu tespit etmiştir. Birinci instarın sonunda

bulunan *Anatopynia* larvalarının küçük hayvanlara saldırdığı gözlenmiştir. Birinci instar 2 ve 8 gün arasında bir zamanda sona erer ama uygun olmayan koşullarda bu süre 14 günü bile geçebilir. *Paratendipes albimanus* larvaları yaz boyunca duraklama evresine girer. Goddeeris (1983) diğer hiçbir türde birinci instarda duraklama tespit edememiştir. İkinci instar larvaları, davranışsal, ekolojik ve morfolojik hemen hemen tüm türe özgü özellikleri gösterir. Ancak, dikkat çeken morfolojik farklılıklar, *Zavreliella marmorata* ve *Paratendipes albimanus*'ta farklı instarlar arasında görünürdür. Anahtarlarda tanımlanan mental dişlerin şekli, tübüllerin varlığı gibi karakterler ikinci, üçüncü ve dördüncü instarların teshisinde kullanılabilir. Üçüncü instarın kafa uzunluğu ve kafa genişliği dördüncü instar larvalarındaki bu uzunlukların % 60'ıdır. Gelişim esnasında bazı bölümler diğerlerinden daha fazla büyür. Örneğin anten oranı, birinciden dördüncü instara kadar artar çünkü birinci segment diğer segmentlerden daha fazla büyür. Üçüncü ve dördüncü instardaki bazı larvalar serbest yüzücüdür ancak bu durum oksijen yetersizliği gibi bir durum söz konusu olduğunda stres altındayken gerçekleşir. Birçok larva, besin sıkıntısı, predatör tarafından rahatsız edilmeye veya çevre şartlarının değişimine cevap olarak, tüplerini veya sığınaklarını gece terk eder ve başka lokasyonlara hareket eder. Gün içerisinde rahatsız edilme, su içinde larva sayısında bir artışa neden olabilir. Birçok larva sonbaharda bitki yüzeylerinden dip sedimentine hareket eder. Bazı larvalar ise kışın toprakta daha da derine yayılır (Vallenduuk ve Moller Pillot, 2007).

Larvalar uzun, şekil büyüklükleri türden türe oldukça değişken (2-30 mm, türe göre değişir) ve ince yapıdadırlar. Genellikle hafifçe kıvrık bir duruşları vardır. Göllerin profundal ve sublittoral zonlarındaki baskın böcekler genellikle Chironomidae larvalarıdır. Göllerin derinlerinde yaşayan larvalarla sığ kesimlerinde yaşayan larvaların görünüşü birbirinden farklıdır. Derinlerde yaşayan larvalar genellikle 1 cm'den biraz daha büyük olup kırmızı renklidirler. Kırmızı rengin sebebi oksijen depolamaya yarayan hemoglobinin varlığıdır. Hemoglobin, bizim ve diğer bütün omurgalıların da kanında bulunan ve kanın kırmızı renkte görünmesine neden olan, oksijen tutucu özellikte bir moleküldür. Chironomidae larvalarının bu özelliği, göl dibi ya da yüksek düzeyde organik kirlenmenin görüldüğü sular gibi sınırlı oksijen koşullarına sahip yerlerde yaşama olanağı sağlar. Oksijen alışverişi vücut yüzeyinden ya da bazı formlarda kuyruk kısmının sonunda yer almış olan tüpsü solungaçlar yardımı ile yapılır. Larva vücudunu dalgalandırarak suyun tüpler içerisinden

geçmesini sağlar. Bu larvaların sucul ekosistemlerdeki besin zincirinde önemli bir yeri vardır; kendilerinden daha büyük omurgasızlar, balıklar, kurbağalar ve kuşlar için önemli bir besin kaynağıdır. Çoğu tür fırsatçı omnivordur, yani buldukları besine göre otçul ya da etçil beslenebilirler. Diyatom, döküntü, diğer küçük bitki ve hayvanlar ile beslenirler. Chironomidae larvalarının beslenme alışkanlıkları türden türe farklılıklar gösterir. Dip çamuru içerisinde beslenerek dip çamuru içindeki besinsel elementlerin besin döngüsüne katılmasını sağlarlar (Çağlar ve diğ., 2006).

Pupa evresi nispeten kısadır, genellikle birkaç saat ile birkaç gün içinde sona erer. *Chironomus plumosus* pupaları, suyun oksijen içeriğine larvalarından daha fazla ihtiyaç duyarlar. Tanypodinae pupaları serbest yüzerler ama çoğunlukla dipte veya vejetasyonun içinde korunaklı yerler ararlar. Bu durum bazen mikrohabitat değişimine neden olur. Diğer birçok pupa larval tüplerde yaşar veya kendilerini bitkilere ya da taşlara tuttururlar. Birçok karasal Orthoclaadiinae pupaları toprağın üst tabakasında serbest olarak dururken, diğer türler kendilerini jelatin bir tabakayla korurlar. Sucul türlerde suyun yüzeyine yükselmek, onları birçok zorluğa ve tehlikeye açık hale getirir, birçok pupa balıklara ve su kuşlarına av olur. Hızlı akan nehirlerdeki türler pupa evresinden çıkış için bazı özel adaptasyonlara sahiptirler (Vallenduuk ve Moller Pillot, 2007).

Göllerdeki baskın organizmalar oldukları için bazen göl sinekleri olarak da anılan Chironomidae erginlerinin büyüklüğü küçük (*Orthosmittia*'da kanat uzunluğu 0,8 mm kadardır) ile orta büyüklük (*Chironomus*'ta kanat uzunluğu 7,5 mm kadardır) arasında değişir. Ağız parçaları genellikle körelmiştir. Zaten bu parçalara çok ihtiyaçları olmaz, çünkü çok az Chironomidae türünün ergini bir kaç günden daha uzun yaşar. Ömür uzunlukları genellikle 2 haftadan kısadır. Her ne kadar beslenmeseler de su içebilirler. Erginler genellikle aynı anda çıkarlar ve büyük sayılara ulaşırlar. Kütleli çiftleşme bulutları oluştururlar. Işık erginler için çekicidir. Ilıman bölgelerde çoğu Chironomidae türü tek ya da iki döl verir. Yılda üç-dört döl verenler de bulunur ama bu yaygın bir davranış değildir (Çağlar ve diğ., 2006; Vallenduuk ve Moller Pillot, 2007).

Chironomidae'ler pek çok tatlı su habitatında sayıca en bol bulunan taban omurgasızlardandır. 1 m<sup>2</sup> suda 100000 adet larva sayıldığı bildirilmiştir. Pek çok sucul habitatta mevcut büyük omurgasız türlerinin toplam sayısının yarısından fazlasını bu grubun türleri oluşturmaktadır. Buna ek olarak denizlerde, tarım



alanlarında ve kuru orman altı döküntülerinde de Chironomidae görmek mümkündür. Chironomidaeeler bütün kıtalarda yaşayan tek serbest yaşamlı holometabol böcek grubudur. Nepal Dağları'nın 5600 m yükseklikteki buzullarından Baykal Gölü'nün 1000 m derinliklerine kadar çok çeşitli yerlerde yaşayabilmektedirler (Ayık, 2006; Çağlar ve diğ., 2006). Chironomidae larvaları denizleri de istila etmişlerdir (Armitage ve diğ., 1995; Ayık, 2006). Antarktika'da yaşayan iki türü tespit edilmiştir. Hipolimniyon bölgelerinde yüksek oksijen seviyelerine sahip olan göllerde yüksek sayıda Chironomidae larvası bulunmaktadır (Çağlar ve diğ., 2006). Chironomidae familyasında yer alan alt familyalar ve habitatları Tablo 1.1'de verilmektedir.

Chironomidae larvaları su kalitesi bakımından gösterge olarak kullanılmak bakımından da önemli bir potansiyele sahiptir. Buldukları sularda taban materyali içine oksijen ilettiklerinden, bu bölgede oksijenli solunumu olumlu yönde etkilerler. Dolayısıyla mineralizasyon olumlu yönde etkilenmiş olup; tabandaki kokuşma engellenmekte ve fotosentez için gerekli ham maddeler sağlanmış olmaktadır. Chironomidae larvaları suyun verimini yükselttikleri için, birçok araştırmacı tarafından biyoindeksör olarak kabul edilirler ve kullanılırlar. Larvaların mineralizasyondaki etkinliklerinin derecesi türden türe oldukça değişiklikler göstermektedir. Bu özellikleri nedeni ile hem dip yüzeyinin birim alanındaki çokluk durumları hem de tür kompozisyonları bakımından buldukları rezervuarın biyolojik sınıflandırılmasında en önemli göstergelerinden biridir (Kırgız, 1988a). Çeşitli araştırmacılar, bentik faunanın nitel ve nicel durumunu esas alıp, gölleri canlı üretkenliği yönünden sınıflandırmışlar ve biyolojik özelliklerinin göstergesi olarak Chironomidae larvalarının ilk sırayı aldıklarını belirtmişlerdir. Göllerin verimlilik derecelerini Chironomidae larvalarına göre sınıflandıran araştırmacılar, bunların türlerinin bilinmesi ile araştırılan gölün verimi ya da diğer özellikleri hakkında gerçeğe çok yakın bilgilerin elde edilebileceğini savunurlar (Şahin, 1984). Bazı türleri düşük su kalitesini tercih ederken, bazıları yüksek su kalitesini tercih etmektedir. Tanypodinae ve Chironominae'den bazıları düşük oksijen seviyelerine karşı oldukça duyarlıdır. Örneğin *Cricotopus bicinctus* ham yağ gibi pek çok maddeye karşı dayanıklı iken *Chironomus plumosus* larvaları 2-3 düzeyindeki pH değerine dayanabilmektedir (Çağlar ve diğ., 2006).

Tablo 1.1 : Chironomidae familyası alt familyaları ve habitatları (Çağlar ve diğ. (2006)'dan değiştirilerek alınmıştır.).

<b>Alt familya</b>	<b>Tribus</b>	<b>Habitat</b>
Tanypodinae	Anatopyniini	
	Coelotanypodini	göl ve gölcüklerin litoral zonu (lentik)
	Macropelopiini	akarsular (lotik); bazıları lentik litoral ve profundal
	Natarsiini	hızlı akan sular
	Pentaneurini	hızlı akan sular; lentik litoral; az bir kısmı higropetrik
	Procladiini	
	Tanypodini	lentik litoral
Podonominae	Boreochlini	hızlı akan sular; lentik litoral; özellikle soğuk sular
	Podonomini	hızlı akan soğuk sular
Telmatogetoninae		tuzlu bataklıklar ve gel-git zonları, haliçler
Buchonomyiinae		bilinmiyor ama muhtemelen Oriental ve Palearctic bölgelerdeki akarsular
Diamesinae	Boreoheptagyini	hızlı akan soğuk sular
	Diamesini	hızlı akan soğuk sular
	Protanypini	göllerin profundal zonu
Prodiamesinae		hızlı akan soğuk sular; genellikle döküntü içerisinde
Orthocladiinae	Clunionini	deniz, taşlı kıyılar
	Corynoneurini	lotik hızlı ve yavaş sular; lentik sular
	Metriocnemini	lentik ve lotik habitatların büyük kısmı, gübre, yarı, deniz gel-git zonu ve yarı karasal
	Orthocladiini	lentik ve lotik habitatların büyük kısmı, gel-git zonu
Chironominae	Chironomini	lentik, litoral/profundal; yavaş lotik; özellikle kumlu yüzeyler ve büyük sucul bitkilere bağlı olarak
	Pseudochironomini	
	Tanytarsini	lotik hızlı ve yavaş sular; lentik litoral; bazen acı sularda
Chilenomyiinae		bilinmiyor, sadece Şile'de
Aphroteniinae		Güney Yarıkürede lentik ve lotik; özellikle kumlu bölgelerde ve ayrıca hızlı akan dağ sularında
Usambaromyiinae		

### **1.2.3. Chironomidae familyasının Türkiye’de bulunan alt familyaları**

#### **1.2.3.1. Tanypodinae alt familyası**

Bu alt familya içinde tanımlanmış 7 tribus mevcuttur. Bunlar, Anotopyniini, Coelotanypodini, Macropelopiini, Natarsiini, Pentaneurini, Procladiini ve Tanypodini olarak bilinirler. Nearktik bölgede 39 civarında cinsi bulunmaktadır. Tüm Tanypodinae’lar predatördür. Larvaları acı sular da dahil olmak üzere her türlü su ortamında bulunabilmektedir. Bazı cinsler hemoglobin içerirler ve en düşük oksijen içeren ortamlarda yaşamlarını sürdürebilirler (Taşdemir, 2003). Tanypodinae ve Chironominae diğer alt familyalara oranla apomorfik alt familyalardır. Her ikisi de lentik çevrelerde karşılaşılan sıcaklık artışlarını tolere edebilirler ve her ikisi de Dünya’nın her yerindeki tropikal alanlarla karşılaşmışlardır. Tanypodinae larvaları, diğer Chironomidae larvaları da olmak üzere diğer sucul invertebratlar üzerinde karnivordurlar (Cranston, 1979).

#### **1.2.3.2. Prodiamesinae alt familyası**

Nearktik bölgede 4 genus bilinmektedir. Bu genusların larvaları kaynak sularında ve akarsularda, gölcük ve havuzlarda büyük göllerin littoral bölgelerinde görülmektedir (Taşdemir, 2003). *Prodiamesa olivacea* larvaları bir dereceye kadar kirliliğe toleranslıdır.

#### **1.2.3.3. Orthoclaadiinae alt familyası**

Morfolojik ve ekolojik özellikleri açısından oldukça geniş bir grup oluşturmaktadır. Orthoclaadiinae larvaları, hayvan gübreleri, mısır tarlaları, seralar gibi tamamen karasal formlar içermekle birlikte, pınar, akarsu, nehir, göl, havuz gibi tatlı su ya da kıyısal ve littoral deniz alanları gibi tuzlu su habitatlarında yaşayabilen formlar da içermektedir. Birçok larva, döküntülerle beslenen, parçalayıcı ya da toplayıcı iken bazı taksalara ait türler predatör bazıları ise parazittir (Cranston, 1979; Taşdemir, 2003).

#### **1.2.3.4. Chironominae alt familyası**

Bu alt familya içinde tanımlanmış 3 önemli tribus mevcuttur. Bunlar, uzun süreden beri tanınan Chironomini, Tanytarsini ve daha yakın bir zamanda tanımlanmış olan Pseudochironomini olarak bilinirler (Armitage ve diğ., 1995). Ancak, bunlar içinde

son tribusun tam olarak kompozisyonu bilinmemektedir (Taşdemir, 2003). Birçok Chironomini türü, tükürük bezlerinden salgıladıkları salgıyı kullanarak ince partiküler materyalden oluşan bir larval tüp inşa ederler. *Endochironomus* ya da *Glyptotendipes* gibi bazı cinsler bitkiler arasında yaşarken çok az tür süngerlerle koloni şeklinde ya da salyangozların üzerinde parazit gibi yaşarlar. Larvaların ortamda bulunma yüzdesi substrat tipi, oksijen içeriği, yılın hangi zamanında olduğuna ve larval evreye göre değişmektedir. Örneğin, Chernovskij (1938) tarafından bulunan *Polypedilum* larvaları Chainoe Gölü'nün çamurlu tabanının 2 cm'nin üzerindeki derinliklerinde bulunmuş ve hiçbir zaman 8 cm'den daha derinde bulunamamıştır. Bununla birlikte, Holzer (1980) Morava Nehri'nin kum-çakıllı tabanında 20 cm derinlikte bile oldukça yüksek sayıda *Polypedilum* larvası bulmuş ve bazı örneklerde 50 cm derinlikte bile rastlanmıştır. Chernovskij (1938) hiç oksijenin bulunmadığı çamurlu ortamlarda sadece *Chironomus plumosus* larvalarının 2 cm'den daha derinlerde bile büyük miktarlarda olduğunu bulmuştur. Chironomini, diğer alt familyalar ve tribus Tanytarsini'ye oranla daha çok durgun ve yavaş akan suları tercih etmektedir. *Paracladopelma* ve *Polypedilum* gibi bazı Chironomini cinsleri akarsularda yaşayan türler içermektedir. Çok az Chironomini türü hızlı akıntılarda yaşayabilmektedir. *Harnischia* cinsi karnivordur. Bununla birlikte, *Cladopelma* ve *Microchironomus* türleri alglar ve detritus üzerinden beslenmektedir. Ayrıca, küçük *Cryptochironomus* türleri ve bu cinsin daha genç larvaları da detritus ile beslenmektedir. Bazı *Parachironomus* türleri sülükler üzerinde parazitirler. Karnivor türler ise serbest yaşamaktadırlar. *Endochironomus* gibi çok az Chironomini, yaşayan sucul bitki dokuları üzerinden beslenmektedir (Moller Pillot, 2009a).

#### **1.2.4. Chironomidae familyasının Türkiye yayılışı**

Chironomidae larvalarının teşhisine ilişkin çalışmalar ülkemizde Geldiay tarafından 1949'da başlatılmış olsa da, ilk kapsamlı çalışmalar Şahin (1984) tarafından yapılmış olup, Türkiye'nin Chironomidae faunasının belirlenmesinde büyük katkıları olmuştur. Türkiye'de bentik omurgasızlar üzerine yapılan bu çalışmaları şu şekilde özetleyebiliriz.

Şahin (1984) tarafından yayınlanan “Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri Akarsu ve Göllerindeki Chironomidae (Diptera) Larvalarının Teşhisi ve Dağılışı”

adlı kitapta yer alan çalışmalara göre, Erçek Gölü'nde *Cricotopus tricinctus*, *Polypedilum convictum*, *Strictochironomus* sp. II., *Cladotanytarsus mancus* ve *Paratanytarsus lauterborni* türleri tespit edilmiştir.

Şahin (1984) tarafından yayınlanan "Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri Akarsu ve Göllerindeki Chironomidae (Diptera) Larvalarının Teşhisi ve Dağılımları" adlı kitapta yer alan çalışmalarda, Çıldır Gölü'nde *Apsectrotanypus trifascipennis*, *Cricotopus annulator*, *Eukielferiella brevicar* ve *Zalutschia megastylus* türleri tespit edilmiştir.

Hazar Gölü dip faunası ve yayılışları üzerine yapılan araştırmada (Şahin ve Baysal, 1972) mezotrofik olarak belirtilen bu gölde zoobentik grup olarak Oligochaeta'yı göstermiş ve Chironomidae familyasından 11 takson saptamışlardır (Ayık, 2006). Tellioglu ve diğ. (2008) tarafından yapılan çalışmada, Hazar Gölü (Elazığ)'nın farklı derinliklerinde Chironomidae larva faunasının yoğunluğu ve tür kompozisyonu çalışılmıştır. Çalışma sonucunda Chironomidae familyasından Tanypodinae alt familyasına ait *Tanypus* sp., *Tanypus punctipennis* ve *Procladius* sp. türleri tespit edilirken, Chironominae alt familyasından *Chironomus plumosus*, *Cryptochironomus defectus*, *Stictochironomus histrio*, *Paratanytarsus lauterborni*, *Cladotanytarsus mancus*, *Chironomus thummi* ve *Chironomus holsatus* olmak üzere toplam 10 tür tespit edilmiştir.

Taşdemir ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye kıyılarındaki lagünlerin yönetim ve geliştirme stratejileri ve ıslahı konusunda yapılan proje kapsamında, 1995 ve 1996 yıllarında ülkemizdeki bazı lagünlerden toplanan bentik örnekler içerisinde yer alan Chironomidae larvaları değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada Çernek gölü'nden alınan örneklerde Chironominae alt familyasından *Chironomus* (C.) *plumosus* (Linnaeus, 1758), *Chironomus* (C.) *tentans* Fabricius, 1805 ve *Polypedilum* (P.) *nubifer* (Skuse, 1889) taksonlarına rastlanmıştır.

Ustaoglu ve diğ. (2000) tarafından Eğrigöl'de yapılan çalışmada Oligochaeta'dan 18, Diptera'dan 17, Malacostraca'dan 4 ve Mollusca'dan 20 olmak üzere toplam 59 taksa belirlenmiştir. Diptera takımına ait 17 taksondan 6 tanesi Chironomidae familyasına ait olup bu türler *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), *Chironomus thummi* (Kieffer, 1911), *Chironomus tentans* (Fabricius, 1805), *Polypedilum aberrans* Chern., 1949, *Micropsectra notescens* (Walker, 1856) ve *Chaoborus*

*flavicans* (Meigen, 1830) olarak tespit edilmiştir (Yıldız ve diğ., 2005). İlave olarak, Yıldız ve diğ. (2005) tarafından yapılan çalışmada, ortalama olarak metrekarede 1036 birey tespit edilmiş olup, bunun 939 bireyi Oligochaeta, 95 bireyi Chironomidae ve 2 bireyi de chaoborid larvaları olarak tespit edilmiştir. Bu grupların oransal dağılımları dikkate alındığında, % 90,64 ile Oligochaeta bireylerinin en baskın grubu oluşturduğu ve bu grubu da % 9,17 ile Chironomidae ve % 0,19 ile Chaoboridae larvalarının takip ettiği görülmektedir. Yapılan çalışmada Chironomidae familyasından *Tanypus punctipennis* (Meigen, 1818), *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), *Chironomus thummi* (Kieffer, 1911), *Chironomus viridicollis* (Van Der Wulp, 1877), *Chironomus tentans* (Fabricius, 1805), *Polypedilum aberrans* Chern., 1949, *Pentapedilum exsectum* (Kieffer, 1916), *Polypedilum nubeculosum* (Meigen, 1804) ve *Micropsectra notescens* (Walker, 1856) türlerine rastlanılmıştır.

Beyşehir Gölü (Konya)'nde Şahin (1987a) tarafından 1962-1964 ve 1966 yıllarında düzenli olarak yapılan örnekleme sonuçlarında gölden *Procladius (Psilotanypus)* sp., *Tanypus kraatzi*, *Tanypus punctipennis*, *Tanypus* sp., *Paracladius conversus*, *Chironomus anthracinus*, *Cryptotendipes holsatus*, *Gillota albovidis*, *Parachironomus swammerdami* ve *Cladotanytarsus mancus* olmak üzere toplam 10 takson tespit edilmiştir (Taşdemir ve Ustaoglu, 2005). 1991 yılında Türkiye Çevre Vakfı ile çevreden sorumlu Devlet Bakanlığı tarafından oluşturulan proje kapsamında Beyşehir Gölü'nün bentik faunası incelenmiş ve Chironomidae familyasına ait *Polypedilum scalaenum*, *Endochironomus tendens*, *Cryptocladopelma laccophila* ve *Cryptochironomus defectus* taksonlarına rastlanılmıştır (Anonim, 1993; Taşdemir ve Ustaoglu, 2005). Taşdemir ve Ustaoglu (2005) tarafından Haziran 1999-Kasım 2000 tarihleri arasında yapılan arazi çalışmalarında ise *Ablabesmyia phatta*, *Djalmabatista* sp., *Procladius (Holotanypus)* sp., *Procladius (Psilotanypus)* sp., *Cricotopus (Isocladius) suspiciosus*, *Halocladius fucicola*, *Chironomus anthracinus*, *Chironomus plumosus*, *Chironomus tentans*, *Chironomus thummi*, *Cryptochironomus defectus*, *Dicrotendipes nervosus*, *Dicrotendipes tritonus*, *Polypedilum aberrans*, *Polypedilum nubeculosum*, *Polypedilum scalaenum*, *Cladotanytarsus mancus* ve Chaoboridae familyasına ait *Chaoborus flavicans* taksonuna rastlanılmıştır. *Procladius (Psilotanypus)* sp.,

*Chironomus anthracinus*, *Cryptochironomus defectus*, *Polypedilum scalaenum* ve *Cladotanytarsus mancus* ortak bulunan türlerdir.

Isparta’da yer alan Eğirdir Gölü’nde Şahin (1987b) tarafından 1961-1969 yılları arasında mevsimsel olarak 2 istasyondan toplanan materyallerin değerlendirilmesi sonucunda gölden Chironomidae familyasına ait *Apsectrotanytus trifascipennis*, *Procladius (Psilotanytus) sp.*, *Tanytus punctipennis*, *Tanytus vilipennis*, *Tanytus sp.*, *Chironomus halophilus*, *Gillotia albovidis*, *Parachironomus swammerdami*, *Paracladopelma laminata* ve *Cladotanytarsus mancus* olmak üzere toplam 10 takson belirlenmiştir (Taşdemir ve Ustaoglu, 2005). Karaşahin ve Yıldırım (1997) “Eğirdir Civarındaki Bazı Tatlı Suların Bentik Faunası Üzerine Bir Araştırma” adlı çalışmalarında *Chironomus plumosus* ve *Chironomus sp.* olmak üzere 2 takson bildirmişlerdir (Taşdemir ve Ustaoglu, 2005). Bildiren (1991)’in “Eğirdir Gölü Köprü Avlağı Bentik Faunası Üzerine Bir Araştırma” adlı Yüksek Lisans Tez çalışmasında Chironomidae familyasından *Procladius (Holotanytus) sp.*, *Cryptochironomus defectus*, *Chironomus thummi* ve *Cryptotendipes holsatus* taksonlarını tespit etmiştir (Taşdemir ve Ustaoglu, 2005). Taşdemir ve Ustaoglu (2005) Eğirdir Gölü’nde seçilen farklı özellikteki 8 istasyondan 29 adet örnekleme yapmış ve toplam 15 takson tespit etmiştir. Tespit edilen taksonlar; *Procladius (Holotanytus) sp.*, *Tanytus punctipennis*, *Halocladius fucicola*, *Paratrichocladius rufiventris*, *Psectrocladius (Psectrocladius) limbatellus*, *Psectrocladius (Psectrocladius) sordidellus*, *Chironomus plumosus*, *Chironomus tentans*, *Chironomus thummi*, *Cryptotendipes holsatus*, *Dicrotendipes nervosus*, *Einfeldia pagana*, *Polypedilum aberrans*, *Polypedilum nubeculosum* ve *Micropsectra curvicornis*’tir.

Göller Bölgesi iç sularında dağılım gösteren Chironomidae ve Chaoboridae familyalarının taksonomik özelliklerinin saptanabilmesi amacıyla yapılan çalışmada, Chironomidae familyasına ait 48 takson tespit edilmiştir. Daha önce, Şahin (1987a) tarafından yapılan bir çalışmada Salda Gölü’nde *Ablabesmyia monilis*, *Procladius (Psilotanytus) sp.*, *Cricotopus patens*, *Cryptocladopelma laccophila*, *Gillota albovidis*, *Polypedilum scalaenum* taksonları bildirilmiştir (Taşdemir ve Ustaoglu, 2005). Taşdemir ve Ustaoglu (2005) ise *Procladius (Psilotanytus) sp.*, *Cricotopus (Cricotopus) annulator*, *Cryptochironomus defectus*, *Cryptocladopelma laccophila*,

*Polypedilum pedestre*, *Polypedilum scalaenum*, *Paratanytarsus lauterborni* taksonlarını tespit etmiştir.

Sapanca Gölü'nün dip faunasının miktar ve dağılımı üzerine yapılan çalışmada (Soylu, 1986) dominant form olarak Oligochaeta ve Chironomidae larvaları bildirilmiş olup yayılışlarındaki çokluk bakımından 20 m'ye kadar olan derinliklerde, % 69,9 Oligochaeta, % 30,1 Chironomidae larvalarına rastlanırken daha derinlerde % 100'ünü Oligochaeta'nın teşkil ettiği saptanmış ve Chironomidae familyasına ait 10 takson bildirilmiştir (Ayık, 2006).

Gala gölü Chironomidae larvaları ile ilgili olarak yapılan çalışmada, Chironomidae faunasının Tanypodinae, Orthocladiinae ve Chironominae alt familyalarına ait 19 türle temsil edildiği bildirilmektedir (Kırgız, 1988b; Fındık, 2006). Gala Gölü bentik faunası üzerine yapılan çalışmada (Kırgız, 1989) ise, metre karede ortalama 4988 birey saptanmıştır. Bu sayı içinde Oligochaeta grubunu % 44,97, Chironomidae larvalarını % 37,89 ve diğer hayvan gruplarını da % 17,14 olarak belirlemiş ve Chironomidae familyasına ait 3 takson bildirilmiştir (Ayık, 2006). Çamur-Elipek ve diğ. (2010) Mart 2004 ve Ocak 2005 ayları arasında yaptıkları çalışmada ise *Tanytus punctipennis*, *Procladius* sp., *Cricotopus bicinctus*, *Cricotopus flavicinctus*, *Psectrocladius limbatellus*, *Psectrocladius sordidellis*, *Chironomus anthracinus*, *Chironomus aprilius*, *Chironomus plumosus*, *Chironomus* sp., *Camptochironomus tentans*, *Cryptotendipes holsatus*, *Polypedilum sordens*, *Dicrotendipes tritonus*, *Einfeldia* sp., *Endochironomus tendens*, *Glyptotendipes signatus*, *Parachironomus arcuatus*, *Cryptochironomus defectus*, *Cryptochironomus* sp., *Polypedilum pedestre*, *Polypedilum convictum*, *Endochironomus albipennis*, *Rheotanytarsus* sp. 1, *Rheotanytarsus* sp. 2, *Virgatanytarsus arduennensis*, *Paratanytarsus lauterborni*, *Tanytarsus gregarius* ve *Cladonytarsus mancus* taksonları tespit edilmiştir.

#### **1.2.5. Chironomidae familyasının filogenisi**

Böceklerde, en çok Holarktık türler populasyon içi ve arası genetik değişkenlikle desteklemeksizin tamamen morfolojik kriterlere göre tanınmışlardır (Martin ve diğ., 2002). Bunlardan *Chironomus* türleri Antarktika haricindeki tüm kıtalarda yayılış göstermektedir (Makarevich ve diğ., 2000; Guryev ve diğ., 2001). Chironomidae'lerde benimsenen taksonomi diğer birçok böcek grubunda olduğu gibi larvaların morfolojik karakterlerine dayalıdır (Makarevich ve diğ., 2000). Fakat,



*Chironomus* cinsindeki türlerin taksonomisi büyük kompleks kriptik türlerin varlığından dolayı oldukça zordur ve bu durum pek çok yanlış teşhise neden olmaktadır (Martin, 1979; Guryev ve diğ., 2001). *Chironomus* cinsi birkaç yüz tür içermektedir ve bunların 200'den fazlası morfolojik ve sitolojik metotlarla ayrıntılı bir şekilde çalışılmıştır (Shobanov ve diğ., 1996; Makarevich ve diğ., 2000). Özellikle, Paleartik ve Avustralya bölgeleri morfolojik ve sitolojik olarak en çok çalışılmış gruplardır ve bu nedenle bu bölgelerdeki türler en iyi tanımlanmış türlerdir (Guryev ve diğ., 2001). Kromozom kollarının (sitokompleks) kombinasyonu ve politen kromozomların disk kalıplarının karşılaştırılması gibi bazı sitolojik metotlar Chironomidae sistematigi için yakın zamanlarda önerilmiş metotlardır (Kiknadze ve diğ., 1996; 1998; Butler ve diğ., 1999; Makarevich ve diğ., 2000). Birçok Chironomidae grubunda morfolojik karakterlere dayalı kladistik analizlerin temel metotlar olmasına rağmen kromozom kollarının kombinasyonu ve politen kromozomların bant sekansları gibi sitogenetik kriterlerin kullanıldığı metotlar da *Chironomus* cinsinde kullanılmaktadır (Keyl, 1962; Martin, 1979; Wülker ve diğ., 1989; Guryev ve diğ., 2001). Chironomidae'ler şaşkırtıcı bir şekilde farklıdır. *Chironomus* cinsi en iyi larval politen kromozomların bant kalıpları ile tanımlar (Martin, 1979; Guryev ve diğ., 2001). Politen kromozomları, tür içi ve türler arası spesifik disk kalıplarına sahiptirler (Kiknadze ve diğ., 1991; Makarevich ve diğ., 2000). Fakat, politen kromozomların disk kalıpları sadece populasyonlar arası ve yakın ilişkili türlerin seviyesinde filogenetik akrabalıkların saptanmasında kullanılabilir (Kiknadze ve diğ., 1996; 1998; Makarevich ve diğ., 2000) ve bu karakterlerin kullanımı ile türlerin evrimsel akrabalıkları net bir şekilde saptanamamaktadır. Örneğin, tüm Chironomidae'lerin % 90 kadarını içeren, ikisi hariç tanımlanan 16 sitokompleks çalışılmıştır (Shobanov ve diğ., 1996; Makarevich ve diğ., 2000). Üstelik, aynı sitokompleks yapısının *Chironomus* cinsinin farklı evrimsel hatlarında birbirlerinden bağımsız bir şekilde ortaya çıkabildiği gösterilmiştir (Makarevich ve diğ., 2000). Bu yaklaşımlar cinsin sistematigini aydınlatmada yararlı olsa da filogenetik ilişkilerin araştırılmasında bazı dezavantajlara sahiptir (Guryev ve diğ., 2001) ve kıtalar arasında ve içinde tür içi farklılaşmaların büyüklüğünü gösteren az sayıda veri bulunmaktadır (Tauber ve Tauber, 1987; Martin ve diğ., 2002). En önemli problem, eşit bant kalıpları ve kol kombinasyonu nedeni ile cins harici (dışgrup) grubun tanımlanamaması ve bir dışgrup tanımlanamadığı için ağaçların köklendirilememesidir (Guryev ve diğ.,

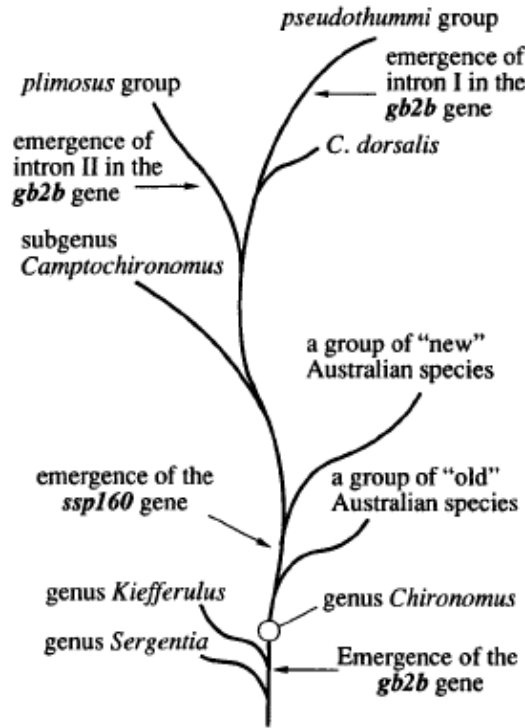
2001). Bu nedenle, moleküler filogeni bu problemlerin üstesinden gelmeyi ve türler arasındaki evrimsel ilişkileri çözmeyi sağlamaktadır (Guryev ve diğ., 2001). Günümüzde, markör genlerin nükleotid sekanslarının karşılaştırılmasını içeren moleküler metotlar filogenetik çalışmalarda en aydınlatıcı metotlar gibi görünmektedir (Makarevich ve diğ., 2000). Özellikle, mitokondriyal DNA (mtDNA) bir filogenetik markör olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Simon ve diğ., 1994; Gleason ve diğ., 1997; Zhang ve Hewitt, 1996; Su ve diğ., 1998; Matsushashi ve diğ., 1999; Sato ve diğ., 1999; Makarevich ve diğ., 2000; Guryev ve diğ., 2001). Yakın zamanda yapılan bazı çalışmalar, mtDNA'nın böcek filogenetiğini aydınlatmada çok yararlı olduğunu kanıtlamaktadır (Simon ve diğ., 1994; Gleason ve diğ., 1997; Su ve diğ., 1998; Guryev ve diğ., 2001). *Sitokrom B (cytB)* ve *sitokrom c oksidaz alt ünite I (COI)* (Guryev ve diğ., 2001) gibi iki mitokondriyal genin nükleotid sekanslarının karşılaştırılmasına dayalı *Chironomus* cinsinin moleküler filogenisi ile ilgili bir çalışma, *Chironomus* cinsine ait ilk moleküler evrimsel ağacın oluşturulmasına olanak sağlamış ve filogenetik olarak ilişkili türlerin birçok grubunu ortaya çıkarmıştır (Makarevich ve diğ., 2000). Bununla birlikte, böyle bir ağaç sadece benzer türlerin değil mtDNA'nın evrimsel geçmişini de gösterebilmektedir (Powell, 1983; Makarevich ve diğ., 2000). Bu nedenle, filogenetik çalışmalarda genellikle birçok markörün paralel çalışmaları kullanılmaktadır (O'Grady ve diğ., 1998). Tüm bu gerçekler dikkate alındığında, Chironomidae'lerde mtDNA genlerine dayalı filogeninin doğruluğu ilave genetik markörlerin kullanımı ile desteklenmektedir (Makarevich ve diğ., 2000).

Chironomidae, Holarktik türlerin farklılaşmasını ve göçünü çalışmak için ideal bir gruptur (Martin ve diğ., 2002). Arktik faunada yaygın olarak bulunurlar ve tüm Nearktik ya da Palearktik Chironomidae türlerinin % 25-33'ünün tamamen Holoarktik olduğu tahmin edilmektedir (Cranston ve Oliver, 1987; Martin ve diğ., 2002). Arktik ve Boreal türlerin başlangıçta Palearktik olduğu ve Pleistosen'de Kuzey Amerika'ya yayıldıkları farz edilmekteydi (Martin ve diğ., 2002). Birçok tür, Nearktik ve Palearktik popülasyonların bir Holarktik türü oluşturup oluşturmadığını değerlendirmek için popülasyonlar arasında fikse olmuş ve polimorfik kromozomal yeniden düzenlenmelerin seviyelerine dayalı değişkenliklerin doğru saptanmasına olanak sağlayan politen kromozomlara sahiptir (Martin, 1979; Martin ve diğ., 2002). Holarktik *Chironomus* türleri ile yakın zamanda yapılan çalışmalar (Kiknadze ve

diğ., 1996; 1998; 2000; Butler ve diğ., 1999) farklı türlerde Nearktik ve Palearktik populasyonlar arasında çeşitli seviyelerde farklılaşmayı ortaya çıkarmaktadır (Martin ve diğ., 2002). *Chironomus thummi* gibi bazı türler, her iki kıtada da aynı politen kromozom bantlanma kalıplarına sahiptirler (Martin ve diğ., 2002). *Chironomus tentans* populasyonları gibi diğerleri ise iki kıtada da çok farklı bantlanma kalıplarına sahiptirler (Kiknadze ve diğ., 1996; Martin ve diğ., 2002). Ayrıca, Nearktik populasyonlar anlamlı sitolojik farklılıklar gösterirler (Martin ve diğ., 2002). Örneğin, Acton ve Scudder (1971), Alaskalı, Batı ve Doğu Kanadalı olmak üzere üç ırk tanımlamışlardır (Martin ve diğ., 2002). Son ikisi *C. dilutus* olarak tanınırken Alaskalı ırk kararlaştırılamamıştır. Çünkü ya *C. tentans*'dan yakın zamanda türemiş gibi yerleştirilmiştir (Acton ve Scudder, 1971) ya da Palearktik ve Nearktik populasyonlar arasında yer almaktadır (Kiknadze ve diğ., 1996; Martin ve diğ., 2002). *C. tentans* ve *C. pallidivittatus*'un Avrupa populasyonlarında kromozom bantlanma kalıplarının evrimsel akrabalıklarla birlikte gözlemlendiği daha büyük seviyedeki sitolojik varyasyon, bu türlerin Palearktik populasyonlarının Nearktik'lerin atası olduğunu göstermektedir (Martin ve diğ., 2002). *C. tentans* (sensu stricto)'ın en doğu Sibiryalı örneklerinde bulunup da farklı bir şekilde sadece Kuzey Amerika populasyonlarında da bulunan bir kromozom bantlanma sekansının bulunuşu Kiknadze ve diğ. (1996)'ni Kuzey Amerika'ya göçün Bering Köprüsü ve Alaska yolu ile meydana geldiği sonucuna götürmüştür (Martin ve diğ., 2002).

*Chironomus* türleri arasındaki polimorfizmi ve evrimsel dinamikleri çalışmak ve *Chironomus* cinsinde moleküler filogeniyi tanımlamak üzere iki protein kodlayan genin nükleotid sekanslarının kullanıldığı Makarevich ve diğ. (2000) yaptığı çalışmada, analiz edilen 38 larval *Chironomus* türünün de *gb2b* genine sahipken sadece 13 türün tükürük bezi-spesifik *ssp160* genine sahip olduğu saptanmıştır. Toplanan veriler topolojik olarak benzer ve filogenetik olarak yakın ilişkili türlerde 5 grubu ortaya çıkaran filogenetik ağaçların oluşturulmasında kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalar ve bu çalışmadan elde edilen nükleer ve mitokondriyal genlere ait verilere göre, *Chironomus* cinsinin evrimi Şekil 1.2'deki senaryo ile açıklanmıştır. Buna göre, eski Avustralyalı türler (*C. nepeanensis*, *C. circumdatus*, *C. februaryius*, *C. cloacalis*) diğer kıtalardan ayrılmadan önce Kuzey Avustralya'da ortaya çıkmış gibi görülmektedir. Sonra, bu türlerden bir grubu (daha genç türler, *C. oppositus*, *C. duplex*, *C. jacksoni*, gibi) Güney Avustralya'yı işgal ederken, diğer türler Palearktik

bölgelerde kolonize olarak kuzeye hareket etmişlerdir. Bunlardan en eski olanları temsil edenler *Camptochironomus* alt cinsidir (*C. tentans*, *C. pallidivittatus*). Bu bahsedilen türlerin hepsi intronsuz *gb2b* genine sahiptirler. Bu türlerden *pseudothummi* ve *plumosus* grupları en genç gibi görünmektedir ve bunların *gb2b* genlerinde bir intron bulunmaktadır. Fakat *C. dorsalis* buna uymamaktadır. Diğer bir taraftan, morfolojik ve sitolojik verilere göre bu türler *pseudothummi* grubuna aittirler (Shobanov ve diğ., 1996) ve *ssp160* geninin analizleri bu sonucu doğrulamaktadır. Diğer yandan, mitokondriyal genler ve *gb2b* geni ile yapılan çalışmalar bu görüşlerle uyumamaktadır.



Şekil 1.2 : Nükleer ve mitokondriyal (Guryev ve diğ., 2001) genlerle yapılan çalışmalardan elde edilen moleküler verilere dayalı olarak oluşturulan *Chironomus* cinsinin evrimsel ağacı (Makarevich ve diğ. (2000)'den alınmıştır.).

Guryev ve diğ. (2001)'in yaptığı çalışmada, iki mitokondriyal gen, *cytB* ve *COI*, Chironomidae'ler için filogenetik markör olarak kullanılmıştır. *CytB*'den 685 bç ve *COI*'dan 596 bç uzunluğundaki nükleotid sekansları Paleartik, Holartik ve Avustralya'dan 36 larval *Chironomus* türü için saptanmış ve her iki gene ait, ard arda sıralanan 1281 bç uzunluğundaki sekans bu türler arasındaki filogenetik akrabalıkların araştırılması için kullanılmıştır. Sıralanan nükleotid sekansları, maksimum parsimoni ve neighbour-joining metotlarına dayalı filogenetik ağaçların

yapımında kullanılmış ve her iki teknik ile de benzer filogeni elde edilmiştir. Hem her klad için monofili'yi hem de her klad içinde dallanma sırasını doğrulayan yüksek bootstrap değerleri ile desteklenen 6 grup ortaya çıkmıştır. Fakat dört tür (*C. circumdatus*, *C. nepeanensis*, *C. dorsalis* ve *C. crassiforceps*) hiçbir klada yerleştirilememiştir. Ayrıca, *C. biwaprimus* haricinde diğer türlerin kullanımı ile sitolojik filogeni de yapılmıştır. Bu ağaçlar, mitokondriyal sekans analizleri ile elde edilen ağaçlara çok benzerlik gösterirken bazı önemli farklılıklar da göstermiştir. 23 tür için var olan *gb2b* geni sekansları kullanılarak yapılan ağaç ile karşılaştırıldığında mitokondriyal ağacı sitolojik ağaca göre daha doğru sonuçlar vermiştir. Aynı zamanda, bulunurluğuna ve *gb2b*'deki pozisyonuna göre değişkenlik gösteren bir intron da çalışılmış ve intronların dağılımı *Chironomus* cinsinin mitokondriyal verileri ile elde edilen filogenetik geçmişini desteklemiştir. *Chironomus* türleri arasındaki filogenetik ilişkiler hakkında tam olarak emin olunamasa da, cinsin evrimi hakkında bazı öneriler sunulmuştur. Farklı metodlarla oluşturulan ağaçların hepsinde özellikle *C. circumdatus*, *C. nepeanensis*, *C. februarius*, ve *C. cloacalis* başta olmak üzere Avustralasya'dan olan türlerin birkaçı, ağacın köküne yakın yerleşmiştir. Bu durum da cinsin Güney Yarımküre'den köken aldığını göstermektedir. Daha eski olan bu türler genelde Avustralya veya kuzey tropiklerde dağılım gösterirken, daha genç türler ise Güney Avustralya'da bulunmaktadır. Bu, Gondwana orijinini çürütmektedir, çünkü Gondwana orijinli bazı Chironomidae türleri Güney Avustralya'da bulunmaktadır (Cranston ve Edward, 1999). Aslında yukarıda bahsedilen türler arasında en eski tür olan *C. circumdatus*, Güneydoğu Asya ve Hindistan boyunca dağılım gösterdiği için, bu alanlardaki bir orijin göz ardı edilemez. Sonuç olarak, *Chironomus*'un Güney Asya'dan Sibiryaya içlerine ve böylelikle de Palearktik ve Nearktik bölgelere yayıldığı düşünülmektedir. Holarktik bileşenler Palearktik'ten son zamanlarda ayrılmış gibi görünmektedir (Butler ve diğ., 1999), ama endemik türler daha da eski ve çok değişik kökenden geliyor olabilir. Önemli bir problem ise, nominal *Chironomus* alt cinsini temsil eden bireylerle ilişkili fakat ayrı bir cins olarak önerilen *Camptochironomus* alt cinsinin pozisyonunun saptanmasıdır. *Camptochironomus* türleri de ağaca dahil edilmiş olup *Chironomus* alt cinsinin bazı türlerinden daha yakın zamanda ortaya çıkmıştır ve bu bir alt cinsten başka bir şey kabul edilebilecek kadar farklılaşmadığını göstermektedir.

Martin ve diğ. (2002)'nin Holarktik kardeş türlerin evrimsel geçmişlerini çözmek için sitolojik analizlerden toplanan verilerle moleküler verileri karşılaştırarak yaptıkları çalışmada, mitokondriyal genler (*sitokrom B* ve *sitokrom oksidaz I*) ve bir nükleer gen (*globin 2b*)'in DNA sekanslarının filogenetik analizleri *Camptochironomus* alt cinsinin *C. biwaprimus*, *C. pallidivittatus*, *C. tentans* (sensu stricto) ve *C. dilutus* isimli dört larval *Chironomus* türünü temsil eden Nearktik ve Palearktik popülasyonların araştırılması için kullanılmıştır. Mitokondriyal sekanslarına göre yapılan fenogramlar nükleer genler, ya da morfolojik ve sitolojik verilere göre yapılan ağaçlarla eşleşik bulunmamıştır. Mitokondriyal ağacı, popülasyonları diğer veri setleri ile tanımlanan tür gruplamalarından çok kıtasal bölgelere bölmüştür. Uyumsuzluk, her kıtadaki simpatrik türler arasında hibridizasyonla sonuçlanan mitokondriyal gen akışı ile açıklanmıştır. Sekans verilerine dayalı ayrılma zamanı hesaplandığında *C. tentans* (sensu lato) ve *C. pallidivittatus*'un 2,5 milyon yıl önce Kuzey Amerika'da bulduklarını göstermektedir.

Papoucheva ve diğ. (2003)'nin Baykal Gölü'ne endemik *Sergentia* türlerinin monofiletik olup olmadığını ve endemik türlerin yaşını hesaplamak için yaptıkları çalışmada, iki mitokondriyal gen *cytB* ve *COI* *Sergentia* (Chironomidae, Diptera) cinsi için bir filogenetik markör olarak kullanılmıştır. Her iki genden toplam 1241 bç'lik sekansın hizalanması ile 5'i Baykal Gölü'ne endemik (*Sergentia baicalensis*, *S. flavodentata*, *S. nebulosa*, *S. assimilis* ve *S. affinis*) 7 larval *Sergentia* türü arasındaki filogenetik akrabalıklar araştırılmıştır. Hizalanmış nükleotid sekansları ile neighbour-joining ve maksimum parsimoni metotları kullanılarak yapılan ağaçlarda her iki metot ile de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, hem *Sergentia* hem de Baykal Gölü'ne endemik türlerde monofili desteklenmiş ve *Sergentia*'nın endemik grubunun orijini Baykal bölgesindeki jeolojik değişimlerin başlangıcı ile aynı zamana rastlayan 25,7 milyon yıl öncesi olarak hesaplanmıştır. Aynı türlerle 12 kromozomal karakteristiğe dayalı olarak yapılan sitolojik ağaç ise moleküler filogeniyle büyük benzerlikler göstermiştir.

Ekrem ve Willassen (2004) yaptıkları çalışmada, *Cladotanytarsus*, *Corynocera*, *Diplocladius*, *Eukiefferiella*, *Sergentia*, *Lauterborniella*, *Micropsectra*, *Orthocladius*, *Pagastiella*, *Paratanytarsus*, *Psectroladius*, *Prodiamesa*, *Rheotanytarsus*, *Stempellinella*, *Stictochironomus* ve *Tanytarsus* cinslerine ait 42 ergin Chironomidae

türünün *sitokrom c oksidaz alt ünite II (COII)* mitokondriyal DNA sekanslarını ve yan sekanslarını kullanmıştır. Filogeni *COII* verileri ile maksimum parsimoni ve Bayesian analizleri kullanılarak yapılmıştır. Evrimsel değişimler için GTR+G+I en iyi model olarak bulunmuştur. Parsimoni analizleri ile elde edilen ağaç topolojileri hem *COII* içindeki değişken nükleotid segmentlerinde hem de 3. kodon pozisyonlarında sonuçların hassas olduğunu göstermiştir. *Micropsectra*, *Cladotanytarsus* ve *Rheotanytarsus* cinsleri tüm sonuçlarda monofiletiktir. *Corynocera ambigua* ise morfolojik olarak *Tanytarsus* türlerine benzememesine rağmen her zaman *Tanytarsus gracilentus*'un kardeş grubu olarak çıkmıştır.

DNA barcoding birçok omurgasız taksonunda tür teşhisi için çokça kullanılmaya başlanmıştır. Ancak çevresel izleme çalışmalarında günümüze kadar kullanımı oldukça azdır. Carew ve diğ. (2007)'in yaptıkları çalışmada, *Tanytarsini* tribusuna ait larvaları kullanarak bu bağlantıyı kurmaya çalışmışlardır. Biyolojik incelemelerde yaygın olarak toplanan *Tanytarsini* larvalarının tür seviyesine kadar teşhisi, yüksek derecede tür içi değişkenliğin bulunması ve bütün larvaların belirlenen ergin yaşam safhalarına bağlı olmaması nedeniyle oldukça zordur. Bu çalışmada, *Tanytarsini* larvalarının, polimeraz zincir reaksiyonu mitokondriyal *sitokrom oksidaz I (COI)* genini kullanarak restriksiyon fragment uzunluk polimorfizmi (RFLP) ile tür seviyesine kadar güvenilir bir şekilde teşhis edilip edilemediği incelenmiştir. Durgun su ortamlarından toplanan *Tanytarsiniler* 3 yaygın cins (*Cladotanytarsus*, *Paratanytarsus* ve *Tanytarsus*) içermiştir. *COI* PCR-RFLP profilleri, larvaları morfolojik olarak birbirine benzeyenler de dahil olmak üzere ayırabilmiştir. *COI* sekansları farklı lokalitelerden toplanan aynı türleri de belirleyebilmiştir. Sonuç olarak DNA identifikasyonunun *Tanytarsini* türlerini ayırmada ve bunların biyolojik indikatör olarak kullanılmasını kolaylaştırmada oldukça önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür.

Chironomidae (Diptera) su kalitesi çalışmalarında toplanan makroinvertebratların en verimli grubunu oluşturmaktadır. *Cricotopus* cinsine ait türler insan kaynaklı kirleticilere karşı çok çeşitli tolerans gösterirler ve bu durum onları üstün biyoindikatörler yapmaktadır. Ne yazık ki, *Cricotopus*'un kullanışlılığı, larvaların günümüzdeki morfolojik tayin anahtarlarını kullanarak doğru şekilde teşhisinin zorluğu nedeniyle gölgede kalmaktadır. Bu sebeple günümüzde birçok hayvan taksonunda teşhis ve taksonomik kararlılık için moleküler yaklaşımlar

kullanılmaktadır. Sinclair ve Gresens (2008) yaptıkları çalışmada, Amerika'nın Baltimore kentinin nehirlerinden toplanan *Cricotopus* türlerinin teşhisini kolaylaştırmak için mitokondriyal gen, *sitokrom oksidaz I (COI)* için sekans bazlı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Eşsiz *COI* sekans farklılıkları kullanılarak, yedi *Cricotopus* sp., dört *Orthocladius* sp., bir *Paratrachocladius* sp. ve *Cricotopus*'a ait bir tür için profiller geliştirilmiştir. *Cricotopus*'un teşhisi için doğruluk payı yüksek bir metot sağlamaya ek olarak, bu metodun Nearktik *Cricotopus* için tayin anahtarları geliştirilmesine katkıda bulunacağı öngörülmüştür.

Cranston ve diğ. (2010)'in yaptıkları çalışmada, filogenetik biyocoğrafya geçmişinde önemli olan Chironomidae'nin Podonominae alt familyasının filogenisi dört genin analizi ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. 15 cinsin 13'ünü temsil eden örneklerden, iki ribozomal gen parçası (*18S* ve *28S*), protein kodlayan bir nükleer gen (*CAD*) ve protein kodlayan bir mitokondriyal gen (*COI*) sekanslanmış ve Bayesian ve maksimum likelihood sonuç çıkarma metodları kullanılarak analiz edilmiştir. Podonominae monofiletik ve Tanypodinae'ye kardeştir. Podonomini tribusu *Trichotanypus* kalıntısı ile monofiletik, *Boreochlani* tribusu ise bir kademedir. *Podonomus* Philippi, *Podonomopsis* Brundin, *Podochlus* Brundin, *Archaeochlus* Brundin ve *Austrochlus* Cranston, Edward & Cook cinsleri için monofili doğrulanmış ve *Parochlus* Enderlein ile *Zelandochlus* Brundin (n.syn.) kalıntısı ile monofiletiktir. Mandibulası olan *Archaeochlus*+*Austrochlus*, Afrikalı *Arshaeochlus*'un üyesi veya kardeşi olarak zayıf şekilde desteklenen ve mandibulasız *Afrochilus* ile monofletiktir. Her ne kadar bazı analizlerde kardeş grup Tanypodinae ile birleşse de, bu grup *Lasiodiamesa* olarak bulunmuştur. Ayrışma zamanı analizleri, Podonominae'deki yüksek taksonların Mesozoik çeşitliliğinin ve vikaryansa sebep olan Gondwana'nın parçalanmasının uygun zamanının çıkarımına olanak sağlamaktadır. Cinsler içerisindeki daha yüzeysel düğümler hem Antarktika'yı kapsayan daha yeni vikaryanslara hem de Yeni Dünya'daki güneyden Kuzey Yarımküre'ye doğru olan hareketler de dahil son zamandaki yayılımlara işaret etmektedir. Yeni Zelanda taksonları tartışmalı biyocoğrafik ilişkileri test eder ve Avustralyalı kardeş takson çiftleri olmaksızın Güney Amerika'ya yakınlığı göstermektedir: yaşlandırma, titrek sineklerin Oligosen darboğazı boyunca sürekliliklerine işaret etmektedir.



Ekrem ve diğ. (2010a)'in yaptıkları çalışmada *COI*, *COII* ve *16S* olmak üzere üç mitokondriyal ve *CAD* ve *EF-1a* olmak üzere iki nükleer markör Chironomidae familyası içindeki düşük seviyelerdeki filogenetik ilişkileri saptamak için kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda test türler olarak ergin *Micropsectra*, *Krenopsectra*, *Parapsectra* ve *Paratanytarsus* kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bazı türler arasında oldukça yüksek düzeyde değişken *EF-1a* sekansları Diptera içinde paralog gen kopyalarını göstermektedir. Diğer genlerden *COI* zayıf bulunurken *CAD* en güçlü filogenetik sinyali vermiştir. Sonuçlanan filogeni, iyi desteklenen bir filogeniyi göstermektedir. *Parapsectra* cinsi *Micropsectra* içinde polifiletik iken *Paratanytarsus* monofiletiktir. *Micropsectra acuta*, *M. bumasta*, *M. fallax*, *M. nohedensis*, *M. mendli*, *M. uliginosa*, *M. chionophila*, *M. nana*, *M. styriaca* ve *M. wagneri* sinonimliğinin bir sonucu olarak yeni kombinasyonlar olacaktır.

Morfolojiye dayalı tür identifikasyonları ergin dişilerde ergin erkeklerden daha zordur. Hatta bazen imkansızdır. Bu nedenle dişiler genellikle komünite çalışmalarında bakılmazlar. Ekrem ve diğ. (2010b) DNA barcoding kullanarak Norveç kaynak sularından ve bahar akıntularından toplanan dişilerin nasıl etkilendiğini çalışmışlardır. 8835 dişi ve 4510 erkek toplanmıştır. DNA barcoding için 357 erkek, 113 dişi ve 1 hermafrodit birey seçilmiştir. Bayesian ve neighbour-joining analizleri bazı farklı dal uzunlukları olsa da aynı tür gruplarını oluşturmuştur. Erkeklerin çoğu (304) tür seviyesine kadar teşhis edilebilmiş ve morfoloji ile tanımlanamayan bireyler barkot sistemi ile tanımlanmıştır. Barkotlama ile 100 Chironomidae türünün varlığı tespit edilmiş bunlardan 32 tür her iki cinsten, 41 tür sadece erkeklerde ve 27 tür ise sadece dişilerdedir. Ayrıca DNA Barcoding sistemi kullanılarak en az 5 yeni tür ve Norveç için 3 tür ve 1 cins tespit edilmiştir.

Isırmayan titrek sinekler (Diptera: Chironomidae), insanlarda çoğunlukla solunum alerjilerine sebep olan farklı bir populasyondur. Chironomidae larvaları, tatlı su kirliliğini belirlemede kullanılabilirler ama morfolojik özellikler temelinde kesin teşhisleri zordur. Bu bağlamda Kim ve diğ. (2011)'de yaptıkları çalışmada, Kore'den toplanan örneklerde mitokondriyal *sitokrom c oksidaz alt ünite I (COI)* bazlı DNA barkot kütüphanesi oluşturmuşlardır. Bu kütüphane, 49 türden ergin ve teşhisi yapılmamış larvaların da bulunduğu 211 örnekten oluşmuştur. Türler arası ve tür içi *COI* sekans farklılıkları analiz edilerek hem türler arası hem de tür içi seviyelerde yetersiz örnekleme ve taksonlardaki farklı mutasyon oranları nedeniyle oluşan

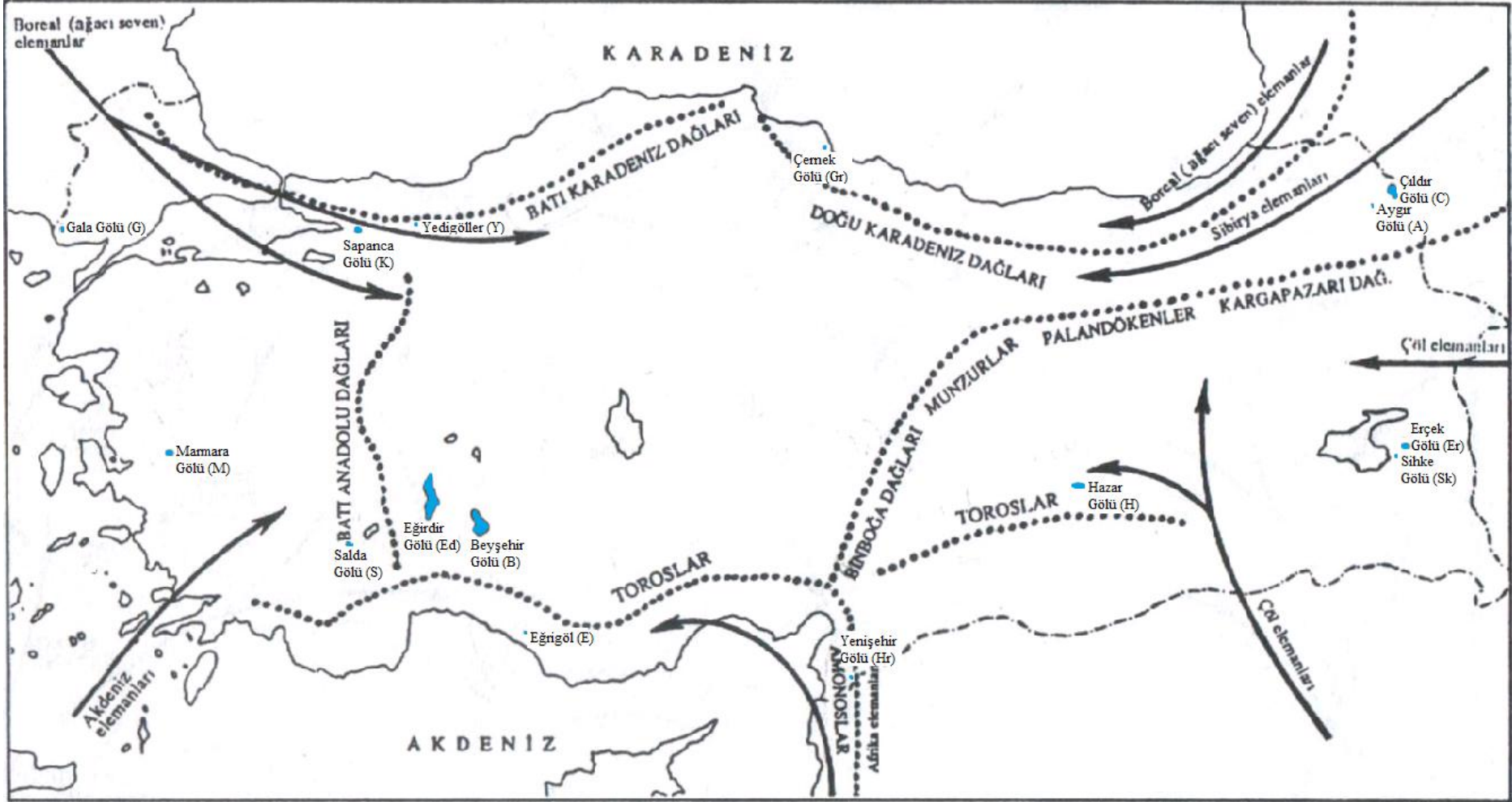
belirsiz barkot boşluklarını değerlendirmek amacıyla komplike indeksler geliştirilmiştir. Çeşitli böcek veri setlerinde, bu indeksler geniş barkot veri setlerinin yeniden değerlendirilmesi ve *COI* barkot boşluklarının belirlenmesi için oldukça yararlı olarak bulunmuştur ve *COI* bazlı DNA barkot kütüphanesinin Kore Chironomidae türlerinin moleküler teşhisi için hızlı ve güvenilir bir araç olacağı düşünülmüştür. Ayrıca, bu yeni taksonomik yaklaşımın kütüphaneye diğer türlerin sekanslarının eklenmesi devam ettikçe daha da gelişeceği düşünülmüştür.

Eski süper kıtaların parçalarının sebep olduğu etkili dağılım ve gen akışındaki sınırlamaların, küresel olarak ayrı kara parçaları üzerindeki farklılaşmaya ve türleşmeye yol açtığı düşünülmektedir. Taksonlar arası ve takson içindeki çeşitliliğin gelişmesinde bu süreçlerin oynadığı rol, bölgesel biyotaların kökeni ve evriminin anlaşılmasında olabildiğince önemlidir. Chironomidae (ısırmayan titrek sinekler) altfamilya Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) içerisinde, güney kıtalarda (Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Amerika) dağılım gösteren bir cins grubunun, relikt bir Gondwana kladını temsil ettiği düşünülmektedir. Bu nedenle Krosch ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada, bu grubun evriminde vikaryans ve yayılımın oynadığı rolleri belirlemek amacıyla, taksonlar arasındaki ilişkileri çözümlmek için moleküler bir yaklaşım kullanmışlardır. Bunun için, Avustralya, Yeni Zelanda ve Güney Amerika'da 42 bölgeden topladıkları larva ve pupalarda *COI*, *28S rDNA* ve *CAD* gen bölgeleri ile çalışmışlardır. Yapılan filogenetik analizlerde, kıtasal biyotalar, halihazırda var olan morfolojik kanıtlara uygun olarak, monofiletik gruplar oluşturmamıştır. Taksonlar arasındaki filogenetik ilişkilerin şekli, Gondwana süper kıtasının parçalanmasının jeolojik sekansına bağlı olarak beklenen şekli ile uyum göstermemiştir. Aynı şekilde, ayrışma zamanı tahminleri, özellikle Yeni Zelanda için, kıtasal parçalanmanın daha sonrasının tarihini vermiştir ve bu durum, vikaryans sonrasında birkaç okyanus aşırı yayılım olayına işaret etmektedir. Gebe olan dişi Chironomidae erginlerinin pasif yayılımı, potansiyel olarak Batı Rüzgar Sürüklenmesi tarafından kolaylaştırılan okyanus aşırı hareketler için en muhtemel mekanizmadır. Diğer yandan, Avustralya ve Güney Amerika Botryoclaadiusları arasında tahmin edilen farklılaşma zamanları, iki kıtanın Antarktika'dan ayrılmasıyla ilgili ileri sürülen zamanla uyumlu çıkmıştır. Birlikte ele alındığında bu veriler, hem vikaryanslar hem de yayılımlar arasındaki karmaşık ilişki bu grubun evrimini açıklayabilmektedir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Çalışma Alanı

Anadolu, birçok canlının geçmişte ve bugün yayılışını önleyen, zoocoğrafik açıdan büyük önemi olan, dağ silsilelerinden oluşmuş birçok bariyere sahiptir (Şekil 2.1). Bu bariyerler sadece Türkiye'deki canlıların çeşitlenmesini sağlamamış, kıtalar arasında da biyolojik bileşim bakımından önemli farkların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Şekil 2.1'de bu önemli dağ silsilelerine göre çeşitli fauna elemanlarının Anadolu'ya giriş yolları ve çalışma alanı olarak belirlediğimiz doğal göller bulunmaktadır. Çalışma alanı olarak tespit edilen doğal göllerin belirlenmesinde öncelikle göllerin konumları ve Chironomidae familyasına dair literatür bilgisi yer alması dikkate alınmış ve Tablo 2.1'de verilen doğal göller tespit edilmiştir. Belirtilen özelliklerle birlikte Türkiye sınırları içerisinde farklı enlem ve boylamlarda ve farklı yükseltilerde yer alan toplam 15 göl belirlenmiş ve bu göllerden farklı zamanlarda örnekleme yapılarak Chironomidae familyasına ait çeşitli türlerden mümkün olduğunca fazla larva toplanmıştır. Tablo 2.1'de ise bu 15 gölde yapılan arazi çalışmalarında örnekleme yapılan istasyonların koordinatları ve bu istasyonların deniz seviyesinden yükseklikleri verilmektedir. Tablo 2.1'de belirtilen istasyonlardan 2 yıl süresince larvaların sıklıkla bulunabileceği ve iklimsel koşulların daha müsait olduğu ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında örnekleme yapılmıştır.



Şekil 2.1 : Çeşitli fauna elemanlarının Türkiye'ye giriş yolları ve örnekleme yapılan göller (Demirsoy (1996)'dan değiştirilerek alınmıştır.).

Tablo 2.1 : Çalışma alanı olarak tespit edilen ve örnekleme yapılan göller.

Göl Adı ve Kodu	Bulunduğu İl	İstasyonların Koordinatları	İstasyonların Deniz Seviyesinden Yükseklikleri
Çıldır Gölü (C)	Ardahan	40°56,409-043°17,092	1971 m (İst. 1)
		40°56,493-043°16,991	1969 m (İst. 2)
		40°58,298-043°16,927	1634 m (İst. 3)
		40°00,448-043°18,066	1970 m (İst. 4)
		41°04,327-043°19,487	1970 m (İst. 5)
Aygır Gölü (A)	Kars	40°46,267-043°01,366	2137 m (İst. 1)
Erçek Gölü (Er)	Van	38°39,695-043°31,937	1819 m (İst. 1)
		38°36,758-043°35,147	1818 m (İst. 2)
		38°36,758-043°35,147	1818 m (İst. 2)
		38°29,796-043°19,521	1658 m (İst. 3)
Sihke Gölü (Sk)	Van	38°32,166-043°24,765	1781 m (İst. 1)
Hazar Gölü (H)	Elazığ	38°28,104-039°16,436	1252 m (İst. 1)
		38°27,756-039°16,926	1249 m (İst. 2)
		38°28,163-039°16,691	1249 m (İst. 3)
Yenişehir Gölü (Hr)	Hatay	36°14,164-036°34,106	184 m (İst. 1 Yenişehir)
		36°07,744-036°08,636	233 m (İst. 2 Harbiye)
Çernek Gölü (Gr)	Samsun	41°39,013-036°04,096	0 m (İst. 1)
		41°39,092-036°04,358	1 m (İst. 2)
		41°38,405-036°05,354	0 m (İst. 3)
		41°38,086-036°05,826	0 m (İst. 4)
Eğrigöl (E)	Antalya	36°55,919-032°12,636	2065 m (İst. 1)
		36°56,203-032°12,026	2066 m (İst. 2)
		36°56,030-032°12,011	2071 m (İst. 3)
		36°56,127-032°10,369	2046 m (İst. 4)
Beyşehir Gölü (B)	Konya	37°55,306-031°18,822	1128 m (İst. 1)
		37°51,216-031°21,728	1123 m (İst. 2)
		37°37,985-031°27,202	1129 m (İst. 3)
		37°40,126-031°42,753	1127 m (İst. 4)
		37°47,414-031°37,749	1130 m (İst. 5)
		37°38,596-031°37,995	1128 m (İst. 6)
		37°35,924-031°26,737	1129 m (İst. 7)
		37°40,926-031°25,816	1168 m (İst. 8)
Eğirdir Gölü (Ed)	Isparta	38°07,621-030°49,961	918 m (İst. 1)
		38°08,088-030°41,625	916 m (İst. 2)
		38°14,773-030°46,655	920 m (İst. 3)
Salda Gölü (S)	Burdur	37°31,583-029°39,433	1168 m (İst. 1)
		37°34,587-029°42,303	1140 m (İst. 2)
		37°34,587-029°42,303	1140 m (İst. 2)
		37°30,470-029°42,113	1134 m (İst. 3)

Tablo 2.1 : (devamı) Çalışma alanı olarak tespit edilen ve örnekleme yapılan göller.

Göl Adı ve Kodu	Bulunduğu İl	İstasyon Koordinatları	İstasyonların Deniz Seviyesinden Yükseklikleri
Sapanca Gölü (K)	Adapazarı	40°43,034-030°09,116	31 m (İst. 1)
		40°42,156-030°13,016	30 m (İst. 2)
		40°41,393-030°16,391	30 m (İst. 3)
Yedigöller (Y)	Bolu	40°56,320-031°44,450	877 m (İst. 1 İncegöl)
		40°56,140-031°44,232	780 m (İst. 2 Büyükgöl)
Marmara Gölü (M)	Manisa	38°36,116-027°57,514	80 m (İst. 1)
		38°34,515-028°04,227	82 m (İst. 2)
		38°36,548-028°04,341	80 m (İst. 3)
		38°37,409-028°05,305	90 m (İst. 4)
Gala Gölü (G)	Enez, İpsala	40°45,245-026°10,124	8 m (İst. 1)
		40°45,171-026°10,324	10 m (İst. 2)
		40°45,049-026°10,950	4 m (İst. 3)

### 2.1.1. Çıldır Gölü

Ardahan il sınırları içerisinde kalan göl, 123 km<sup>2</sup> alanı ile Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük tatlı su gölü ve Van Gölü'nden sonra en büyük ikinci gölüdür. Deniz seviyesinden 1959 m yükseklikte bulunan gölün en derin noktası 42 m ve tektonik oluşumlu bir göldür. Birçok dere ve pınarlarla beslenmekte olan gölün tek çıktısı kuzeybatısında yer alan Ermenistan sınırında bulunan Arpaçay kolu Telek Çayı'dır (Url-1; Url-2). Gölün fazla suları Cara Deresi'yle Kars Çayı'na karışır (Url-2).

Gölün sadece kuzey batısında seddeyle ayrılmış bataklık ve sulak çayırlar bulunur. Genelde göl çevresi mera vasıflı olup, sert bölge iklimi tarıma olanak vermez. DSİ tarafından gölü beslemek amacı ile yapılan derivasyon tünellerinin hem diğer havzalardaki kirlilik yükünü göle taşıması, hem de hayvancılık açısından çok önemli çayırların kurumasına neden olması mümkündür. Ayrıca inşaatı henüz tamamlanmamış olan Kuzey derivasyonunun Çıldır'ın çok önemli çayırılığı olan Karaçay Ovası'nın ot verimini ciddi boyutta etkilemesi söz konusudur.

Göl ve çevresindeki tarım alanlarında kullanılan tarımsal kimyasalların (özellikle de yüksek oranda azot içeren gübrenin) bilinçsizce ve yörenin ekolojik ve iklimsel koşulları göz ardı edilerek kullanılması göl üzerinde kötü etkiler oluşturmaktadır. Kontrolsüz ve aşırı avlanma, erozyon ve yüksek besin girdisi Çıldır Gölü için tehdit oluşturmaktadır. Gölde aşırı bir kirlilik gözlenmemesine rağmen yine de artan bir

evsel kirlilik göze çarpmaktadır. Son yıllarda artan turizmle birlikte insan baskısı artmış ve turistik tesisler inşa edilmeye başlanmıştır (Url-1).

Çıldır Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2009 ve 2010 Temmuz aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.2).



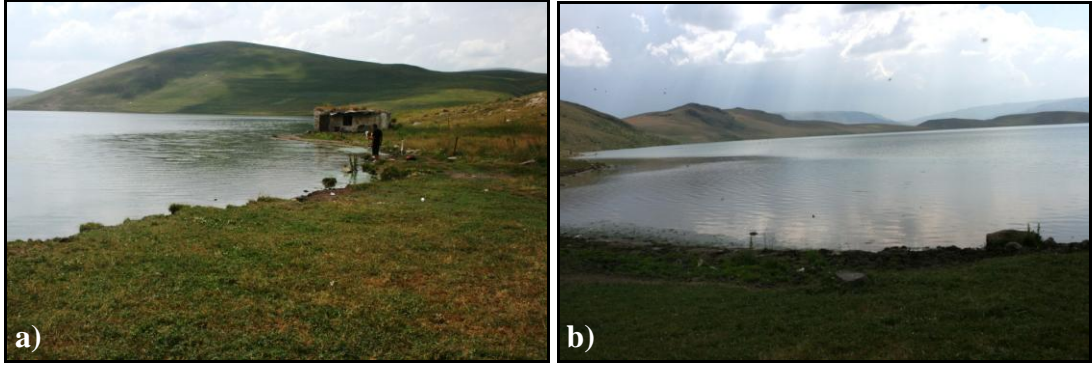
Şekil 2.2 : Çıldır Gölü örnekleme istasyonları. a) İst. 1; b) İst. 2; c) İst. 3; d) ve e) İst. 4; f), g) ve h) İst. 5.

### 2.1.2. Aygır Gölü

Kars-Göle yolu üzerinde, Kars'a 13 km, Çıldır Gölü'ne ise 50 km mesafede olan Aygır Gölü 4 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip, volkanik kayalar üzerinde oluşmuş küçük bir lav set gölüdür. En derin yeri 30 m olan gölün suları tatlıdır. Susuz ilçesinin batısında yer alan bu göl, çevresinde eriyen kar suları ve dibindeki kaynaklarla beslenir. Bu göle kışın donan sularının ilkbaharda erimesi sırasında göl içerisindeki havanın geri tepmesi ile çıkan ve at kişnemesine benzer bir sestən dolayı Aygır gölü adı verilmiştir (Url-2; BTC raporu).

Alan, göl ve plato bozkırından oluşur. Aygır Gölü'nün eğimi fazla yamaçlarla çevrilmiş olması, derinliğinin hızla artması ve yamaçlardaki bitki örtüsünün zayıf olması alandaki tür çeşitliliğini azaltmaktadır. Bölgedeki insan faaliyetleri az miktarda balıkçılık ve alanın etrafında yapılan hayvan otlatılmasıdır. Yaz aylarında göl kenarı piknik alanı olarak kullanılmaktadır. Gölde bilinen bir koruma çalışması yapılmamaktadır (BTC raporu).

Aygır Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2010 Temmuz ayında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : Aygır Gölü örnekleme istasyonları. a) ve b) İst. 1.

### 2.1.3. Erçek Gölü

Erçek Gölü, Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Van Gölü'nün 20 km doğusunda tektonik bir çöküntüde oluşmuş ve ön tarafı kuzeybatısından bir lav akımıyla kapanmış alkali bir set gölüdür. Erçek Gölü Van Gölü'nün 30 km doğusunda yer alan ve suları alkali özelliklerde olup pH değeri 10,75 ile 9,40 arası değişen bir göldür. Yüzey alanı 114 km<sup>2</sup>, yüzey kotu ise 1808,32 km<sup>2</sup>'dir. Van Gölü havzasında, 114 km<sup>2</sup> yüzey alanıyla, Van Gölü'nden sonraki en büyük göldür. En derin yeri 40 m olup ortalama derinlik 18,45 m'dir (Sarı ve İpek, 1998). Gölü besleyen tek akarsu gölün doğusundan



dökülen Memedik Deresi'dir. Erçek Gölü, Van Gölü'nün doğusunda, tuzlu ve sodalı suyu olan bir göldür (Url-3).

Gölde doğal olarak hiçbir balık türü yaşamamaktadır. Ancak 1985 yılında Van Tarım İl Müdürlüğü tarafından göle, Van Gölü'nden alınan inci kefalı yavruları yurtlandırılmıştır. Bu işlem 1992 yılına kadar her yıl tekrarlanarak devam ettirilmiştir. Gölde daha önce 3 adet kooperatif kurulmuş olup balıkçılık teşvik edilmişse de kooperatiflerin üreme dönemi balıkçılığında ısrar etmesi bu çabaları boşa çıkarmıştır. Bu yüzden de hali hazırda profesyonel balıkçılık yapılmamaktadır (Sarı ve İpek, 1998). Ancak üreme döneminde inci kefalı toplu şekilde tatlı sulara göç ederken, kaçak yollardan üreme dönemi balıkçılığı yapılmaktadır (Url-3).

Erçek Gölü Van Gölü havzasında önemli bir yere sahip olmasına karşın hakkında pek az çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu gölün fiziksel özellikleri ve etki alanı içerisindeki diğer canlıları kapsamaktadır. Sarı ve İpek (1998) Erçek Gölü'nün batimetrik özelliklerinin belirlenmesi adlı çalışmalarında çeşitli uydu verilerinden faydalanarak gölün su seviyesi haritasını belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada GPS ve ecosounder kullanılarak gölün en derin noktasının 40 m ve ortalama derinliğinin 18,45 m olduğunu tespit etmişlerdir. Kullanılan bu ecosounder yardımıyla göldeki inci kefalı populasyonunun dağılım alanları belirlenmiştir (Url-3).

Erçek Gölü'nün çevresindeki bataklık ve otlaklarda hayvancılık yapılır. Alan, üreyen kılıçgaga ve büyük cılıbitla önemli kuş alanları statüsü kazanır. Önemli sayıda kara boyunlu batağın ve angıt gözlenir. Üreyen türler arasında kızıl boyunlu batağın, dikkuyruk, akça cılıbit, kızılacak ve doğu kamışçını sayılabilir (Url-4).

Erçek Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2010 Temmuz ayında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Erçek Gölü örnekleme istasyonları. a) İst. 1; b) ve c) İst. 2; d) İst. 3.

#### 2.1.4. Sihke Gölü

Sihke Gölü, Van ili sınırları içerisinde yer alan bir baraj gölüdür. Sulama amacı ile 1977 yılında inşa edilmiştir. Gölün gövde hacmi  $380 \text{ dam}^3$ , yüksekliği 18 m'dir. Normal su kotunda göl hacmi  $9200 \text{ hm}^3$ , normal su kotunda göl alanı  $1605 \text{ km}^2$ , sulama alanı  $1200 \text{ ha}$ 'dır (Url-26). Van akiferi, Van Gölü ve Sihke Göleti ile direkt ilişkidir. Sihke Göleti akiferi beslemekte, havzadaki yeraltı ve yüzey suları ise Van Gölü'nü beslemektedir. Ayrıca, Çoravanis Deresi'nin sularını drene etmektedir. Göl suyunun sıcaklıkları genellikle  $11,3$  ile  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  arasında değişir. pH'ı genellikle  $7,7$  ile  $8,18$  arasında değişen alkali sulardır. Sihke Gölü'nün sularının çoğu bazaltlardan çıkan Çoravanis kaynağından gelmektedir. Fakat bu sular Akköprü Deresi'ne verildikten sonra şehir içinden geçerken atık sularla kirlenmekte ve tuzluluğu artmaktadır. Ayrıca, Sihke Gölü'nün hemen üzerindeki şehir çöplüğünden Sihke gölüne sızan suların, önce gölde depolanarak yeraltı sularını beslemesi ve daha sonrada Akköprü Deresi vasıtasıyla akifere süzülerek yeraltısularını kirlettiği tespit edilmiştir. Ayrıca şehrin kanalizasyon şebekesinin eski ve bakımsız olması, on yıllar boyunca bahçeli olan Van evlerinde açılmış olan fosseptik kuyuları nedeniyle, akifer aşırı derecede kirlenmiş durumdadır (Özler, 2008).

Sihke Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2010 Temmuz ayında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Sihke Gölü örnekleme istasyonları. a) ve b) İst. 1.

### 2.1.5. Hazar Gölü

Hazar Gölü, Elazığ'a 22 km uzaklıkta, Elazığ-Diyarbakır karayolu güzergahında olup, Hazarbaba ve Mastar Dağları arasına sıkışmış tektonik bir göldür (Url-5). Güneydoğu Toros Dağları arasındaki bir çöküntü üzerinde yer alan göl, Türkiye'nin en derin göllerinden biridir. Göl, 274,9 km<sup>2</sup>'lik göl havzası ve 78,8 km<sup>2</sup>'lik su yüzeyine sahiptir. Güneybatı-kuzeydoğu istikametinde ortalama 20 km uzunluğunda, güneydoğu-kuzeybatı istikametinde ortalama 4,5 km genişliğindedir. Maksimum su seviyesinde (1242 m) gölün maksimum su hacmi 763 km<sup>3</sup>'tür (Hazar gölü yönetim planı, 2011). Günün her saatinde değişik görünüm kazanarak mavinin ve yeşilin her tonunu gösteren gölün suyu berrak, sodasız ve tuzsuzdur (Url-5; Url-6).

Hazar Gölü doğal sit alanı statüsündedir. Göl tabanında bulunan batık yapıların eski saray ve manastır kalıntıları olduğu sanılmaktadır. "Hazar Sulama Projesi" için santrale gölden su pompalanması nedeniyle göl seviyesinde oldukça ciddi bir düşüş yaşanmış ve kalıntıları su yüzeyine çıkmıştır. Su çekilmesinden dolayı ekosistemin bozulacağı tespit edilince su çekimine ara verilmiştir. 2007 sezonunda kota sabit kalmış ancak geçen senelerden az olsa dahi kirlilik devam etmiştir. Aşırı ve kaçak avlanma ise önlenememektedir (Url-6).

Hazar Gölü önemli doğa, bitki, kuş alanı ve uluslararası öneme sahip sulak alandır. Göl, endemik ve nesli tehlike altında olan dört bitki ve göle has üç balık türünü barındırmaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı koordinasyonunda Hollanda Büyükelçiliği Küçük Hibeler Programı (Matra/KAP) tarafından finanse edilen "Hazar Gölü Yönetim Planı Projesi" Anadolu Doğa ve Kültür Koruma Kooperatifi

(AnaDOKU) tarafından 2009 yılında başlatılmıştır. Yönetim Planı çalışmaları sırasında katılımcı bir süreç izlenmiş, 25 farklı kurum ve kuruluşu temsilen 60 temsilci çalışmalara dahil olmuştur. Hazar Gölü Yönetim Planı 2010 yılı sonu itibarıyla tamamlanmış ve 5 farklı Sulak Alan Yönetim Planı ile birlikte Aralık 2010 tarihinde Ulusal Sulak Alan Komisyonunca onaylanmıştır. Böylece Hazar Gölü Yönetim Planı, Doğu Anadolu’da yönetim planı olan iki sulak alandan birisi olma özelliğini kazanmıştır (Hazar Gölü yönetim planı, 2011).

Hazar Gölü’nde belirlenen istasyonlarda 2009 ve 2010 Temmuz aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 : Hazar Gölü örnekleme istasyonları. a) Hazar Gölü genel görünüşü; b) İst. 1; c) İst. 2; d) İst. 3.

### 2.1.6. Yenişehir Gölü

Yenişehir Gölü, Hatay İli Reyhanlı İlçesi’nde bulunan ve daha çok dinlenme amaçlı kullanılan doğal bir göldür (Altunlu, 2002; Bozkurt, 2006). Göl yer altı kaynak sularından beslenmektedir (Tepe, 2009). Yenişehir Gölü, güney ve batıdan büyük bölümü Suriye’ye ait olan 700 m yükseklikteki Barişa Dağı ile çevrilmiş 105340 m<sup>2</sup> alana sahip bir göldür (Altunlu, 2002; Bozkurt, 2006). Derinliği 8 m, yüzölçümü 20000 m<sup>2</sup>’dir. Şehrin tek içme suyu kaynağıdır (Tepe, 2009). Son zamanlarda, gölü besleyen kaynak suyunun şehire içme suyu olarak alınmasından dolayı göle giren su

miktarı azalmış, göl suyu görünümünde ve kalitesinde bozulmalar meydana gelmiştir (Altunlu, 2002; Bozkurt, 2006). Hatay Amik Ovası'nda, yaz aylarında suya bağlı tarım yapıldığı için göl suyu zirai sulama kaynağı olarak da büyük öneme sahiptir. İlçe önemli bir sınır kapısı olduğu için şehre giriş çıkışlar aşırı derecede yoğundur. Ayrıca göl etrafında ağaç ve yeşil alanların bulunması, yöre halkını piknik alanı olarak çekmektedir. Gölün etrafında çeşitli turistik tesisler ve dinlenme alanları bulunmakla beraber, göl spor balıkçılığı için de kullanılmaktadır. Gölün bu kadar çok alanda kullanılması bölge için olan değerini her geçen gün arttırmaktadır. Reyhanlı Yenişehir Gölü'nde ticari anlamda balıkçılık yapılmamaktadır, bu da gölün doğal canlılığı için bir nebze olsa da önemli bir bulgudur. Gölde canlı yaşamın var olması, doğal ortamın kaldırabileceği kirliliği temizleme yeteneğini artırır (Tepe, 2009).

Yenişehir Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2010 Temmuz ayında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 : Yenişehir Gölü örnekleme istasyonları. a) ve b) İst. 1; c) ve d) İst. 2.

### 2.1.7. Çernek Gölü

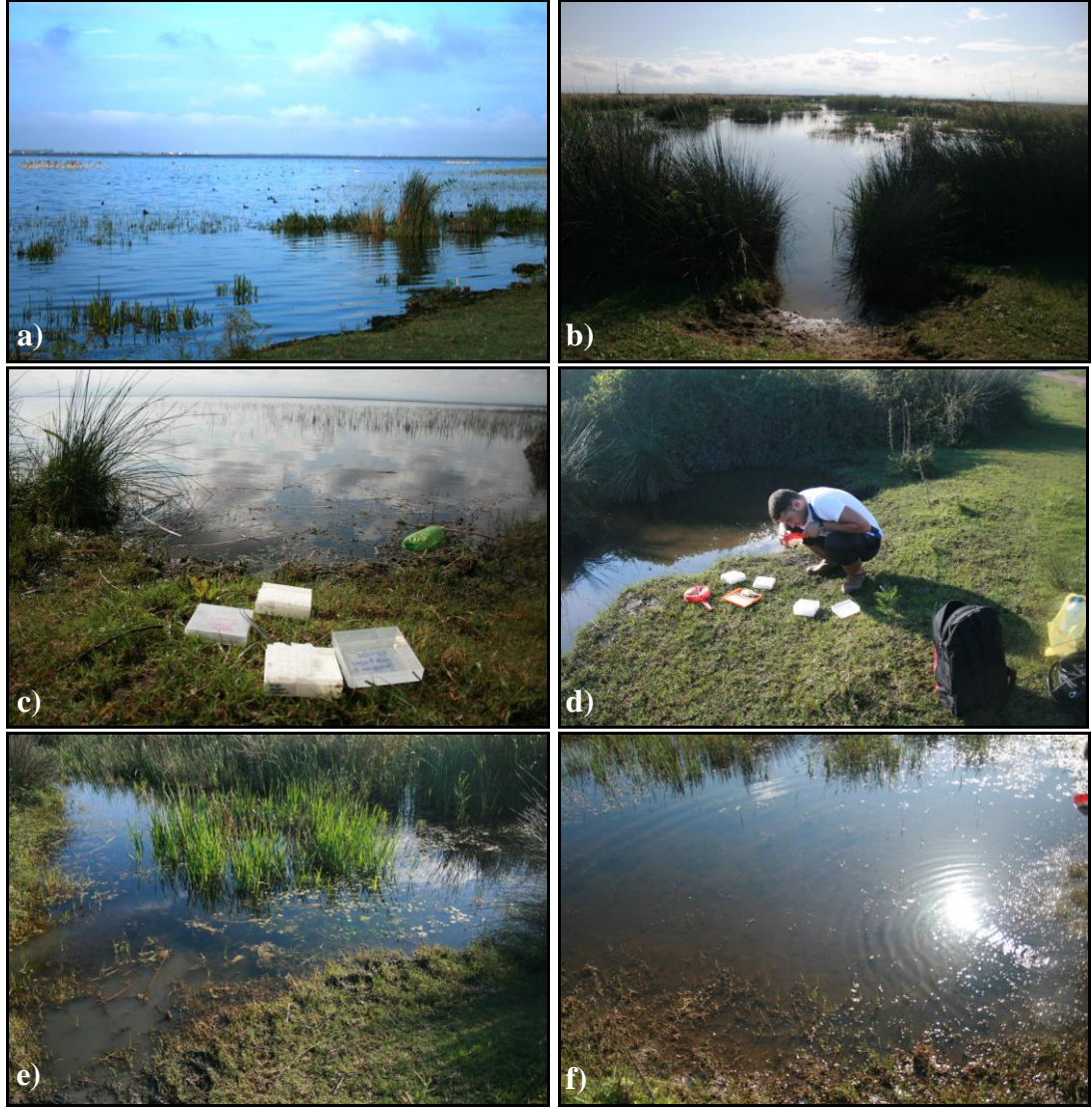
Bilindiği gibi sulak alanlar, ekolojik ve ekonomik öneme sahip nadide bölgelerdir. Orta Karadeniz bölgesinde yer alan Kızılırmak Deltası da doğal özellikleri korunmuş çok önemli sulak alanlara sahiptir. Delta, doğal habitatları ve zengin biyolojik çeşitliliğiyle Ramsar alanı olarak tanımlanmaktadır. 310'dan fazla kuş türü

(Türkiye’de bilinen kuş türlerinin % 75’i) üreme, kışlama ve göç için bu deltayı kullanmaktadırlar (Hustings ve Dijk, 1993; Bekleyen ve Taş, 2008).

Çernek gölü, Türkiye’nin kuzeyinde Kızılırmak Deltası’nda yer alır. Göl, Samsun İli Bafra İlçesi’ne 20 km uzaklıkta olup Doğanca Beldesi sınırları içindedir. Bafra İlçesi’nin en büyük göllerinden biri olan Çernek Gölü, 589 ha yüzey alanına sahip, denize yakın ve deniz ile bağlantılı bir lagün gölüdür (Taş ve diğ., 2002; Bekleyen ve Taş, 2008). Gölle bağlantılı birçok drenaj kanalları vardır. Göl tabanı gri renkli çamur, kum ve çürümüş organik madde ile kaplıdır. Delta üzerinde ayrıca 5 göl (Balık, Uzun, Liman, Gıcı ve Tatlı) ve benzer orijinli bataklıklar da bulunur. Bölge Karadeniz iklimine sahiptir. İklim; yaz aylarında sıcak ve yağışlı kış aylarında da ılık ve nemlidir. Deltada 1996 yılı süresince ortalama yıllık sıcaklık, 13,2 °C, ortalama yıllık yağış miktarı 777,9 mm olarak kaydedilmiştir. En soğuk aylar Ocak ve Şubat, en sıcak aylar da Temmuz ve Ağustos’tur (Kutbay ve Kılınç, 1995; Bekleyen ve Taş, 2008).

Çernek Gölü, bölgede tarım, turizm ve balıkçılık açısından önemli bir ekosistemdir. Ancak göl ekosistemi sulama, sediment tortuları, tarım ve evsel atıkların suya karışmasıyla zaman içinde gitgide bozulmaktadır ve gölün trofi seviyesi de bu yüzden ciddi bir problemle karşı karşıyadır. Çernek Gölü, herhangi bir tabakalaşmanın görülmediği, rüzgarlarla iyi karışan, sığ, 1-3 m derinlikte bir lagün gölüdür. Gölün etrafı bataklıklarla çevrilidir. Göl ekosistemlerinde besin zincirinin ikinci halkası olan zooplankton, omurgasız hayvanların, balıkların ve zaman zaman da kuşların besin kaynağıdır. Ayrıca, bazı cins ve türlerinin, içinde buldukları suların su kalitesi, kirlilik ve ötrifikasyon durumunu belirleyici indikatör özelliği göstermeleri önemlerini daha da artırmaktadır. Çoğu, suyu filtre ederek beslendikleri için böylece su kolonunun temizlenmesine de hizmet ederler (Bekleyen ve Taş, 2008).

Çernek Gölü’nde belirlenen istasyonlarda 2010 Ekim ayında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.8).

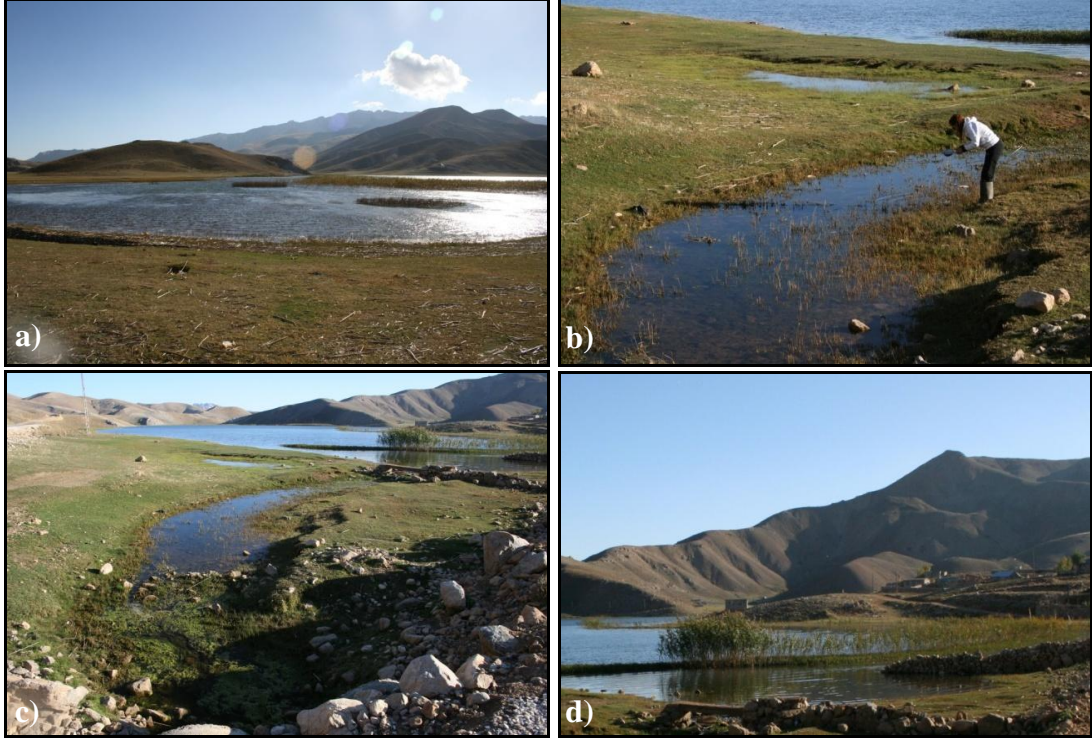


Şekil 2.8 : Çernek Gölü örnekleme istasyonları. a) Çernek Gölü genel görünüşü; b) İst. 1; c) İst. 2; d) İst. 3; e) ve f) İst. 4.

### 2.1.8. Eğrigöl

Orta Toroslarda deniz seviyesinden 2060 m yükseklikte yer alan Eğrigöl, ilçe merkezinin 35 km kuzeydoğusundaki Geyik Dağlarının Söbüçimen-Güzelbağ yaylasında bulunmaktadır. Taşeli Platosu'ndaki birçok göl gibi Eğrigöl de, Pleistosen başlarında kalkerli alanların yağmur suları ile aşınması sonucunda oluşmuştur. Yüzölçümü yaklaşık 1,14 km<sup>2</sup>, maksimum derinliği ise 10 m'dir. Göl Ekim-Kasım gibi buz ile kaplanır ve bu Mayıs-Haziran'a kadar sürer. Oligotrofik özellikte ve kirlenmemiş Eğrigöl I. sınıf su kalite değerlerine sahiptir (Kaymakçı-Başaran ve Egemen, 2006; Aygen ve diğ., 2009). Bir krater gölü olan Eğrigöl'de birçok balık çeşidi yaşamaktadır. Ayrıca ördek, kaz, leylek gibi birçok su kuşu doğal yaşama alanı bulmaktadır (Url-7).

Eğrigöl’de belirlenen istasyonlarda 2009 ve 2010 Ekim aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : Eğrigöl örnekleme istasyonları. a) İst. 1; b) ve c) İst. 2; d) İst. 3.

### 2.1.9. Beyşehir Gölü

Beyşehir Gölü, Türkiye'nin ikinci büyük gölü, güney ve batısında Toros Dağları, doğusunda volkanik bir oluşum olan Erenler Dağı, güneydoğu kuzeybatı yönünde ise Anamas Dağı ve Sultan Dağları ile çevrili tektonik bir çökeltide yer alan karstik bir göldür. İç Anadolu'nun batısına yakın, Beyşehir ile Isparta arasındadır. Beyşehir Gölü'nü İç Anadolu'dan ayıran Sultan Dağları silsilesi yaklaşık olarak 100 km kadardır. Bu silsile aynı zamanda Beyşehir Gölü Havzası ile Eğridir ve Akşehir Gölü havzalarının su bölüm çizgisini oluşturmaktadır. Sultan Dağları, Beyşehir Gölü Havzası'nı bir süre çevreledikten sonra yerini Erenler (2319 m) ve Alacadağları'na (2203 m) bırakmaktadır. Beyşehir ve Suğla Gölleri arasındaki Beyşehir-Seydişehir çöküntü oluğunu doğudan kuşatan bu dağlar: Sultan Dağları, Göl Dağları, Geyik Dağları sırasından sonra gelen ve Konya topraklarını bölümlere ayıran Batı Toroslar'ın bir iç koludur. Gölün batısında kıyı görüntüsü dik ve yüksek olup bu kesimde dik kıyıların kesintiye uğradığı bölgelerde Yenişar Ovası uzanmaktadır. Güney ve doğudan sınırlayan kıyıları ise alçaktır. Bu hafif eğimli olan kıyıların gerisinde batı yönünde Yeşildağ ve doğu yönünde Kırelî ovaları uzanmaktadır (Url-



8). Deniz seviyesinden yüksekliği 1121 m ve yüzölçümü 651 km<sup>2</sup> olan gölün kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzunluğu 50 km, buna dik doğrultudaki genişliği ise yaklaşık 18-20 km arasındadır. Suları tatlı olup, derinliği en çok 10 m civarındadır (Url-8; Url-9). Çevresi, yüksekliği 2000 m'yi aşan dağlarla çevrilidir. Deniz seviyesinden yüksekliği ise 1115 m'dir. Fazla gelen sular, yapılan bir kanalla doğrudan Çarşamba Suyu'na verilir. Beyşehir Gölü, halk arasında "Uluarık" olarak adlandırılan ve kaynaklarda Beyşehir (Çarşamba) Çayı ismi verilen gideğeni vasıtasıyla güneydoğu doğrultusunda yaklaşık 60 km kat ederek Suğla (Karaviran) Gölü'ne karışmaktadır. Konya Ovası'nın sulanması için Beyşehir kazası yanında büyük bir regülatör yapılmıştır.

Gölün tabanı neojen göl tortularıyla doludur. Gölün bir özelliği de içinde 33 kadar irili ufaklı pek çok adanın bulunmasıdır. Bunlardan bazıları; İğdeli, Akburun, Kızıksesisi, Mada, Yılanlı, Külbent adalarıdır. Gölde su seviyesine göre ada sayısı da değişmektedir (Url-9). Beyşehir Gölü Milli Parkı kapsamında koruma altındadır. Göl çevresi 20.02.1993 tarihi itibariyle Milli Park Statüsü'ne alınmış olup, milli park alanı 88750 ha'dır (Url-9).

Gölü besleyen sular: Sarısu Deresi, Büyükçay, Köprüçay, Şarkıkaraağaç suyu, Beyşehir kanalı, Eflatun çayı, Bademli deresi ve gölün kendi yağış havzasıdır (Url-10). Yeraltından Manavgat Çayı ile Akdeniz'e ulaşır. Toroslardan akan yağmur suları ve akarsulardan ziyade gelirinin büyük çoğunluğunu yer altı kaynakları oluşturmaktadır. Uzaydan çekilen fotoğraflardan da bariz olarak görüldüğu gibi kuzey güney yönünde faylanma gölün oluşumunda birinci dereceden etken olmuştur. Mada Adası'ndan başlayan ve Manavgat-Köprüçay havzaları arasından inen Kepez Fayı'nın bu iki havzaya da su kaçırdığu Mada adasındaki düdenlerde yapılan boya deneyleriyle ispatlanmıştır (Url-9). Toros sıradağlarının iki fay kırıklığı arasında oluşmuş olan gölde denizden yükseklik periyodik zaman dilimi içinde maksimum 1126 m'ye çıkmakta, minimum 1121 m'ye düşerek gölde 5 m'ye yaklaşan seviye farkı meydana gelmektedir. Türkiye'nin hala içilebilir nitelikteki en büyük su deposu olan bu göl, gölden çeşitli amaçlarla geliğigüzel su çekilmesi nedeniyle yavaş yavaş yok olma, kirlenme ve bozulma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıca, yerleşim birimlerinden kaynaklanan evsel nitelikli atık suların arıtılmadan Gölü besleyen derelere verilmektedir. Özellikle Şarkıkaraağaç İlçesi, Çarıksaray, Çiçekpınar ve Göksoğüt beldeleri ve Fakılar Köyü kanalizasyonları doğrudan veya

dolaylı olarak herhangi bir artıma işlemine tabi tutulmadan, Beyşehir Gölü'nü besleyen Deliçay'a verilmektedir. Mevsimsel şartlar ve derenin debisine bağlı olarak, bu kirlilik, içme ve kullanma suyu rezervuarı olan Beyşehir Gölü'ne ulaşabilmektedir (Url-10).

Beyşehir Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2009 ve 2010 Ekim aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 : Beyşehir Gölü örnekleme istasyonları. a) ve b) İst. 1; c) İst. 2; d) ve e) İst. 3; f) İst. 4; g) ve h) İst. 5.

### 2.1.10. Eğirdir Gölü

Eğirdir Gölü, Isparta İli sınırları içinde yer almakta ve Göller Bölgesinin en büyük doğal zenginliklerinin başında gelmektedir. Kuzey-güney uzanımlı büyük bir çöküntü alanının kuzey sınırında oluşmuş tektonik bir göl olan Eğirdir Gölü, 468 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile Türkiye'nin 4. büyük gölüdür. Deniz seviyesinden yaklaşık 917 m yükseklikte bulunan göl, ortalama 14 m derinliğe sahip olup en derin noktası 16,5 m civarındadır. Kuzey-güney uzunluğu 50 km olan gölün, doğu-batı genişliği 3-15 km arasında değişmektedir (Url-11). Gölün kuzey tarafına doğru Hoyran Boğazı'yla ayrılan ve daha küçük bir alanı kaplayan bölümüne Hoyran Gölü, güneyde kalan büyük bölüme ise Eğirdir Gölü denilmektedir (Url-11; Url-12). Genelde camgöbeği renginde olan göl; bazı gün ve saatlerde değişik renklere büründüğü için halk arasında yedi renkli olarak anılmaktadır (Url-11).

Zengin balıkçılık ve kerevit potansiyelinin yanı sıra, sulama ve enerji üretimi bakımından da büyük önem taşıyan gölden, çevredeki tarım alanlarının sulanmasında yararlanıldığı gibi, ortalama 25 km uzunluğundaki bir kanalla bağlandığı ve Eğirdir'in güneyinde küçük bir göl olan Kovada Gölü'nü de beslemekte ve dolayısıyla Kovada I ve II hidroelektrik santrallerinin su ihtiyacı da bu gölden karşılanmaktadır. Ayrıca, 1994 yılı sonlarında tamamlanan tesislerle Isparta'nın içme suyu ihtiyacının bir bölümü de Eğirdir Gölü'nden sağlanmaktadır (Url-11). Eğirdir Gölü, su kayağı, su altı dalış, yelken gibi pek çok su sporlarına elverişlidir. Eğirdir'i çevreleyen dağlarda trekking, dağcılık ve yamaç paraşütü yapılmaktadır. Bu aktiviteler için Turizm Danışma Müdürlüğü'ne başvurulmalıdır (Url-12).

Gölde, Eğirdir'e bir karayoluyla bağlanmış bulunan iki küçük adacık bulunmaktadır. Birincisi Can Ada, ikincisi ise Yeşilada'dır (Url-11; Url-12). Can Ada; Eğirdir ile Yeşilada arasında yer alan ve 7 dönümlük (7000 m<sup>2</sup>) bir alana sahip olan küçük bir adacıktır. Yerleşim alanı olmayıp, çadır ve karavan turizmi ile piknik alanı olarak kullanılmaktadır. Yeşil Ada, Eğirdir'in en güzel turizm bölgesi olan adada, doğa güzelliklerinin yanında Aya Stefanos Kilisesi gibi tarihi zenginliklerde bulunmaktadır. Yerli ve yabancı turistlere hizmet veren balık lokantaları ve ev pansiyonculuğu gelişmiştir (Url-11).

Eğirdir Gölü'nü tehdit eden en önemli kirlilik kaynağı Yalvaç İlçesi'nde bulunan deri işletmeleridir. Söz konusu işletmeler ilkel şartlarda ve yerleşim biriminin içinde

faaliyetlerini çok uzun yıllardır sürdürmektedirler. Küçük Deri Sanayi Sitesi olarak yer seçimi yapılan yeni yerlerine biran önce taşınmaları gerekmektedir. Burada sadece deri işletmelerine ait alıcı ortam deşarj standartlarını sağlayacak şekilde bir arıtma tesisi yapmaları ya da Yalvaç Belediyesi Biyolojik Arıtma Tesisi'nin yanına, yeri ve projesi mevcut olan Kimyasal Arıtma Tesisi'nin de yapılarak Belediye Atıksu Arıtma Tesisi'ne bağlanması gerekmektedir. Söz konusu alternatiflerinin değerlendirilerek ekonomik ve/veya teknik açıdan uygun olanının bir an önce yapılarak faaliyete geçirilmesi gerekmektedir. Eğirdir Gölü Su Toplama Havzası'nda Eğirdir, Uluborlu, Senirkent, Gelendost ve Yalvaç olmak üzere 5 adet ilçe bulunmaktadır. 22 adet belde belediyesi ve 54 adet köy yerleşim birimi ile birlikte havzada toplam 81 adet yerleşim birimi bulunmaktadır. Bunlardan Eğirdir ve Yalvaç İlçesi'ne ait Atıksu Arıtma Tesisi mevcuttur. Ayrıca İl Özel İdaresi tarafından bazı köylerde Doğal Arıtma Tesisi uygulamaları yapılmaktadır. Eğirdir Gölü Havzası için Bakanlığımızca Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 16. maddesi gereğince Özel Hüküm hazırlanması çalışmaları TÜBİTAK'a verilmiştir. 13 ayda bitirilmek üzere 2009 yılı Ağustos ayında sözleşme imzalanmıştır. Söz konusu Özel Hüküm kapsamınca havzada bulunan bütün yerleşim birimleri için arıtma tipleri önerilecektir. Gölü besleyen en önemli su kaynakları, Çaydere, Pupa Çayı, Gelendost (Avşar Çayı) Deresi ve Hoyran Deresi ve Aksu Çayı'dır. Bu dereler vasıtasıyla evsel nitelikli kirliliğin Eğirdir Gölü'ne ulaşması söz konusudur. Bu nedenle Özel Hüküm çalışmaları tamamlanır tamamlanmaz havza için belirlenecek olan arıtma tesisi projelerinin bir an önce hayata geçirilmesi önem taşımaktadır. Eğirdir Gölü etrafında bulunan yerleşim birimlerinde özellikle Eğirdir İlçesi'nde konumu itibarı ile mutlak koruma alanlarını ihlal eden yapılaşmalar görülmektedir. Eğirdir İlçesi, etrafındaki dağlarla göl arasına sıkışmıştır. Bu nedenle Çevre Kanunu çıkarılmadan önce yerleşik düzene geçmiş olan küçük yerleşim birimleri, Çevre Kanunu'nun çıkarılması sonrası Eğirdir Gölü etrafındaki mutlak koruma veya kısa mesafeli koruma alanları içerisinde kalmıştır. TÜBİTAK tarafından hazırlanmakta olan Özel Hüküm çalışmaları ile göl etrafındaki yapılaşma çalışmaları da değerlendirilecektir. Eğirdir Gölü'nde tek kirlilik kaynağı evsel ve endüstriyel olmayıp, göl havzasında yoğun bir şekilde yapılmakta olan meyvecilik üretiminden kaynaklanan zirai kirlilik de söz konusudur. Hatta zirai kirlilik evsel kirlilikten daha önemli boyutlardadır (Url-10).

Eğirdir Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2009 ve 2010 Ekim aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.11).



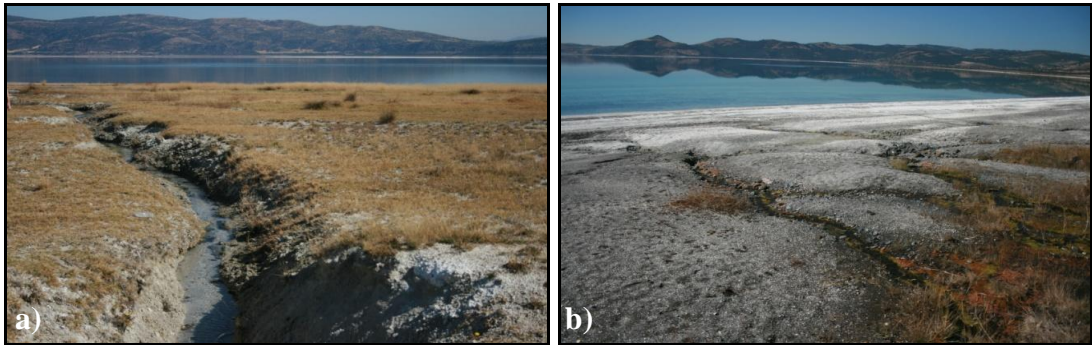
Şekil 2.11 : Eğirdir Gölü örnekleme istasyonları. a) ve b) İst. 1; c) ve d) İst. 2; e) ve f) İst. 3.

### 2.1.11. Salda Gölü

Salda Gölü, Burdur'un Yeşilova İlçesinde, ilçe merkezine 4 km uzaklıkta, ormanla kaplı tepeler, kayalık araziler ve küçük alüvyal ovalarla çevrili hafif tuzlu, binlerce yıl önce jeolojik bir çökme ile meydana gelen tektonik bir göldür. Göller bölgesi içindedir. Yüzölçümü yaklaşık 44 km<sup>2</sup>'dir. 184 m'ye varan derinliği ile Türkiye'nin en derin, temiz ve berrak özelliklere sahip gölüdür. Deniz seviyesinden yüksekliği 1140 m'dir. Göl suyunda bulunan magnezyum, soda ve kil bazı cilt hastalıklarının tedavisinde yararlı sonuçlara neden olmaktadır (Url-13; Url-14, Url-15).

Kış aylarında önemli sayılarda barındırdığı pasbaş, patka ve dik kuyruk ördek Salda Gölü'nün uluslararası öneme sahip sulak alanlar içerisinde yer almasını sağlamaktadır. Çevresi karaçam ormanlarıyla çevrili olup plajları vardır. Gölün güney cephesinde Sultan Pınar Suyu mevkisi, burayı bir mesire yeri haline getirmektedir (Url-13; Url-14; Url-15). Gölün çevresinde faaliyet gösteren restaurant–kamping yerlerinin yanı sıra çok yakın gelecekte süratle yapılaşmaya gidilerek tatil sitelerinin yapılması halinde göl hızlı bir şekilde kirleneceğinden dolayı şu andaki peyzajının ve ekolojik yapısının korunması ve yapılaşmanın dondurulması için Kültür Bakanlığı, İzmir II numaralı Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu'nun 14.06.1989 gün ve 786 sayılı kararı ile I. Derece Doğal Sit alanı olarak ilan edilmiş ve koruma altına alınmış iken bu karar Antalya Kültür ve Tabiat Varlıkları Kurulu'nun 28.7.1992 tarih ve 1501 sayılı yeni kararı ile tadil edilerek, Salda Gölü kıyısındaki bazı mahaller, II. derece Doğal Sit Alanı olarak tescil edilmiştir (Url-16). Mars'ın yüzey özelliklerini taşıyan iki yer bulunmaktadır. Bunlardan birisi Kanada'nın kuzey bölgesi, İngiltere'nin Glasgow Üniversitesi'nden Prof. Mike Russel'un 4 yıldır incelemeye göre dünya üzerinde ikincisi de Salda Gölü'dür. Gölde bulunan magnezyum yüklü beyaz kayalar Mars'ta da bulunmaktadır. Bu durum Mars'taki bölgenin de eskiden deniz yada göl olabileceğini göstermektedir (Url-13; Url-14; Url-15). Suyunun temizliği ve turkuaz rengiyle oluşan güzel manzaranın yanı sıra, güneybatı ve güneydoğu kıyılarında yer alan küçük kumsallar alanın rekreatif amaçlı kullanımına olanak sağlamaktadır. Göl içindeki suların çekilmesiyle görülmeye başlayan yedi beyaz ada, gölün güzelliğine bir başka güzellik katmaktadır. Son 20 yıldır, göl seviyesinde 3-4 m'yi bulan bir çekilme olmuştur ve çekilme devam etmektedir (Url-13).

Salda Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2009 ve 2010 Ekim aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.12).



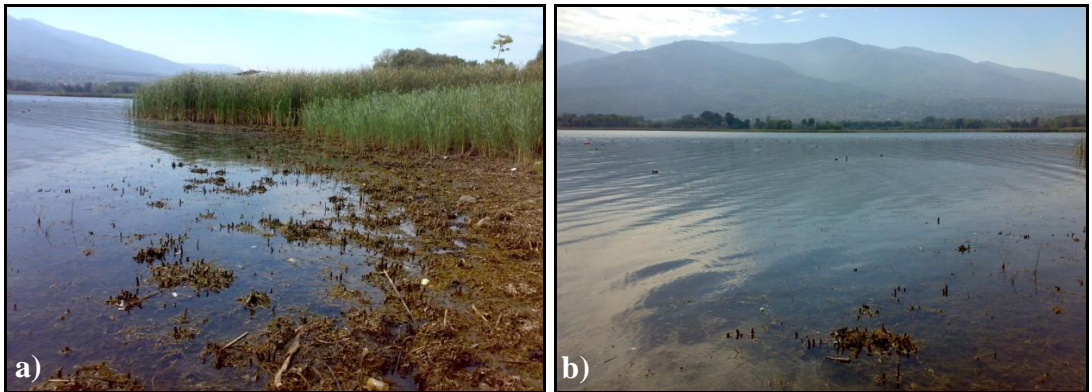
Şekil 2.12 : Salda Gölü örnekleme istasyonları. a) İst. 1; b) İst.2.

### 2.1.12. Sapanca Gölü

Sapanca Gölü, Marmara Bölgesi'nin doğu kesiminde, Adapazarı Ovası'nı İzmit Körfezi oluşuna birleştiren uzun bir çukurun doğu yarısında yer alan bir tatlı su gölüdür. Gölün kıyıları, doğuda Sakarya İli, batıda ise Kocaeli İli'nde kalır. Havzası 252 km<sup>2</sup>, yüzölçümü 47 km<sup>2</sup>'dir. Doğu-batı uzunluğu 17 km, Kuzey-güney genişliği 5 km olup yüzeyin denizden yüksekliği 31 m, en derin yeri ise 61 m'dir (Url-17; Url-18). Yağış alanı, 252 km<sup>2</sup>'yi bulan Sapanca Gölü, genel olarak güneyindeki dağlardan gelen kar suları ve derelerle beslenir (Url-18). Özellikle güneyindeki dağlardan inen sellerle iyi beslenen göl, fazla suyunu, doğu ucundan Çark suyu aracılığı ile Sakarya Irmağı'na boşaltır. Gölü besleyen dereler, Karaçay, Kuruçay, Kurtköy, Mahmudiye, İstanbul, Karadere ve Kaymakçı Dereleri'dir. Gölde her çeşit tatlı su balığı avcılığı yapılmaktadır. Elektrik İşleri Etüt Dairesi tarafından ölçmelere göre, gölün suyu kış ve ilk bahar aylarında yükselir, sonbahara doğru alçalır. İki seviye arasında 70-90 cm, bazen 120-130 cm fark görülür (Url-17).

Göl, adını güney kıyısında kurulmuş olan ilçeden alır. Eski Türk kaynaklarında Ayan Gölü olarak geçer. Sakarya'da tektonik oluşumlar sonucu meydana gelen Sapanca Gölü ve çevresi içerdiği son derece çarpıcı doğal güzellikleri ve yoğun yerleşim merkezlerinin ulaşabildiği bir konumda bulunması nedeniyle il merkezinin yanı sıra başta İstanbul olmak üzere çevredeki büyük kentlerin özellikle hafta sonları rekreasyon ve konaklama amaçlı taleplerine açık bir merkez niteliğindedir. Sapanca Gölü'nün yüksekliklerindeki Arifiye Ormanı'nda güzel kamping ve piknik alanları bulunmaktadır (Url-17).

Sapanca Gölü'nde belirlenen istasyonlarda Ekim 2009 ve Haziran 2010 aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 : Sapanca Gölü örnekleme istasyonları. a) İst. 1; b) İst. 2.

### 2.1.13. Yedigöller

Batı Karadeniz Bölgesi'nde, Bolu'nun 42 km kuzeyinde yer alan Milli Park'a Ankara-İstanbul karayolunun 152. km'sindeki Yeniçağa ve 190. km'sindeki Bolu'dan kuzeye ayrılan yollarla ulaşılır. Kışın Bolu-Yedigöller yolu karla kapalı olduğundan ulaşım sadece Yeniçağa-Mengen-Yazıcık üzerinden yapılır. 1636 ha büyüklüğündeki Yedigöller havzası, 1965 yılında "Milli Park" olarak korunmaya alınmıştır. Havza kayan kütlelerin vadilerin önlerini kapatması sonucu oluşan, yüzeysel ve yer altı akışlarıyla birbirine bağlı, kuzeyden güneye 1500 m mesafede sıralanmış 7 gölden oluşmuştur. Milli Park içindeki "Köyveri" mevkiinde yeni Bizans dönemine ait bulunan kalıntılardan, eski dönemlerde bölgenin bir yerleşim yeri olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Yedigöller ve çevresinin jeolojik oluşumlar ve buna bağlı olarak jeoturizm açısından da önemli bir bölge olduğu uzmanlarca tespit edilmiştir. Milli Park içindeki göller; Büyüköl, Seringöl, Deringöl, Nazlıöl, Küçüköl, İnceöl ve Sazlıöl'dür. Bu göller aralarında 100 m yükselti farkı bulunan iki plato üzerindedir. Ortalama 780 m yükseklikte olan platodaki göllerin en büyüğü Büyüköl'dür. Alanı 24895 m<sup>2</sup>, en derin yeri ise 15 m'dir. Büyüköl'ün güneydoğusundaki Deringöl (15063 m<sup>2</sup>), 20 m uzunluğundaki akan bölümü ile Büyüköl'e bağlıdır. Büyüköl'ün kuzeyinde ise Seringöl (1758 m<sup>2</sup>) bulunmaktadır. Diğer platodan 100 m yükseklikteki platonun en geniş gölü Nazlıöl'dür (15780 m<sup>2</sup>). Dibinden sızdırdığı bol miktardaki su, gölün kuzeydoğusunda yüzeye çıkarak bir şelalenin oluşmasına sebep olduğundan "Şelale Gölü" adı da verilir. Aynı platoda Sazlıöl (5950 m<sup>2</sup>), İnceöl (1036 m<sup>2</sup>) ve Küçüköl (2170 m<sup>2</sup>) bulunur. Kuzeyden güneye doğru alçalma gösteren bölgede, en yüksek yer 1488 m ile Eğrikiriş Tepesi, en alçak yer ise 465 m ile Kirazçatı'dır. Yedigöller Milli Parkı bilimsel inceleme ve araştırmalar için de kuvvetli bir altyapıya sahiptir. Başta zambak, sıklamen, çiğdem ve orkide olmak üzere toplam 236 adet bitki türünü içeren Milli Park, yurdumuzun en güzel karışık doğal ormanlarına da sahiptir. Başlıca ağaç türleri olan kayın, gürgen, meşe, kızılâğaç, akçaağaç, karaağaç, titrek kavak, sarı ve kara çam, köknar, fındık, yapraklı üvez, keçi söğüdü, yabani kiraz, porsuk, ıhlamur ve dişbudak ağaçları görülebilmektedir. Yaklaşık 40 yıldır Milli Park olarak koruma altında olan Yedigöller Bölgesi, barındırdığı ölü ağaçlar ile biyolojik çeşitliliğin devamını sağlamaktadır. Yaban hayvanlarından ayı, yaban domuzu, kurt, tilki, dağ kedisi, vaşak, porsuk, sansar, sincap, geyik, karaca ve tavşan vardır. Milli Park sahasında



yabani ördek, yabani güvercin, ağaçkakan, üveyik, bildircin, çulluk, sığırcık, alakarga ve keklik gibi 100'ün üzerinde kuş türü tespit edilmiştir. Bu özellikleriyle Yedigöller Milli Parkı, tam bir doğa cenneti durumundadır. Her yıl Mayıs-Eylül dönemlerinde Büyükgöl ve Deringöl'de ücret karşılığı sportif olta balıkçılığı yapılabilmektedir. Göllerde göl alası ve gökkuşağı alabalığı vardır. Yedigöller Milli Parkı'nın güneyinde bulunan 1380 m yükseltideki Kapankaya Tepesi Manzara Seyir Yerine çıkılarak gölleri ve vadideki eşsiz peyzaj güzelliklerini görmek mümkündür. Bu güzergah üzerinde anıt ağaç ve pisagor ağacı bulunmaktadır. Ayrıca Milli Park içindeki gülen kayalar, şelaleler, dilek çeşmesi ve geyik üretme istasyonu görülebilir. Sessiz ve sakin bünyesi, güzel manzaraları, değişik arazi şekilleri, yürüyüş yolları, şelaleleri, çeşitli cinste bitki ve ağaçlarla süslü yamaçlarıyla piknik, dinlenme, fotoğraf çekme, spor yapma ve kamp kurma gibi rekreatif faaliyetler yapılırken konaklama ihtiyacı Orman Bakanlığı'na ait 40 yatak kapasiteli bungalov evlerde sağlanabilir. Ayrıca 1 ha'lık alanda çadırla veya karavanla konaklama da yapılabilir. Deringöl yanında bulunan balık üretme istasyonundan ücret karşılığı canlı alabalık alınabilir. Ziyaretçilere yıllık ortalama 40 bin adet balık satışı yapılmaktadır. Parkın ziyarete en uygun zamanı Nisan-Kasım ayları arasındır (Url-19).

Yedigöller'de İncegöl ve Büyükgöl'den 2010 Ağustos ayında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 : Yedigöller örnekleme istasyonları. a) İst. 1 ve b) İst. 2.

#### 2.1.14. Marmara Gölü

Marmara Gölü, Manisa'nın ilçesi Salihli'nin kuzeyindeki bir göldür. Ege bölgesinde yer alır. Gölün bulunduğu saha çukur olup, batı ve kuzeyi tepelerle çevrilidir. Doğu kısmı Gediz Ovası'na, kuzeybatı kısmı Akhisar Ovası'na açık olup, buralardan alüvyon setleriyle ayrılır. Bu durum, Marmara Gölü'ne set gölü karakterini verir. Gediz çöküntü havzası içinde bulunan gölün seviyesi, Gediz Ovası'nın seviyesinden

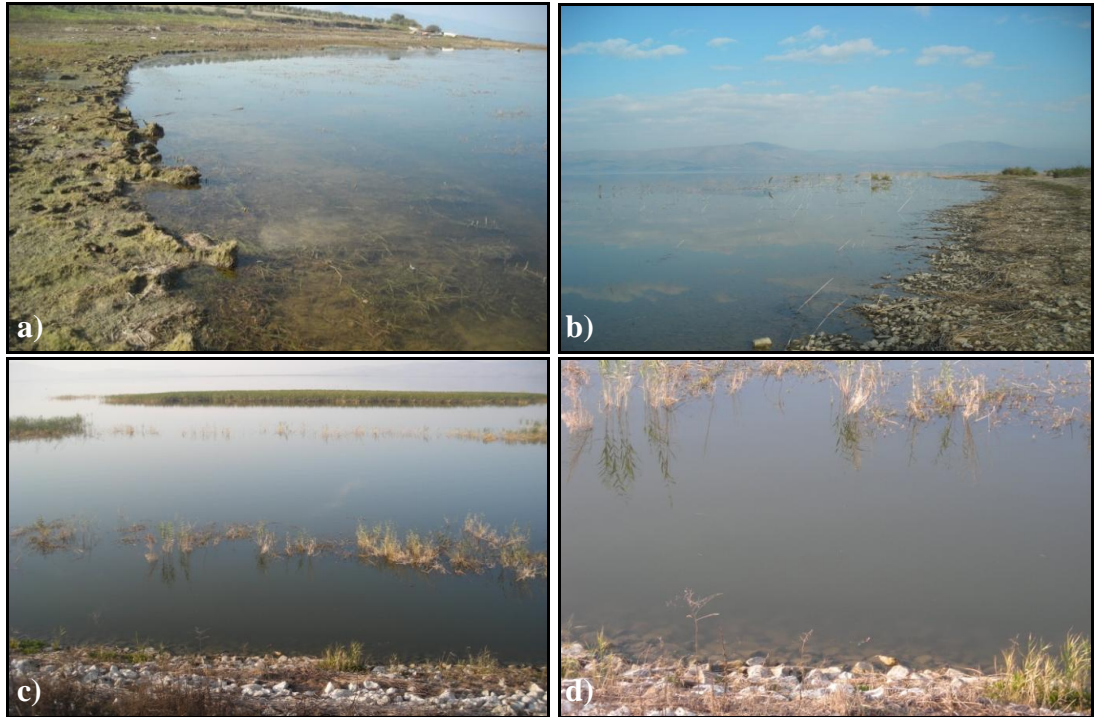
daha alçaktır (Url-20). Derinliği 3-4 m olan gölün yüzölçümü 44,5 km<sup>2</sup>'dir. Gediz Nehri ile Demrek Deresi'nden ve kuzeydeki Kum Çayı'ndan göle kanallar açılmıştır. Bu kanallar bilhassa ilkbahar sonlarında kabarık olan akarsuların sularını göle taşırlar. Göl kapalı bir çukurda olup, suları tuzludur (Url-20; Url-21).

Marmara Gölü mevcut tabii bir depresyonun 1938-1945 yılları arasında doğu ve güneydoğusunun 5750 m uzunluğunda ve 5,54 m yüksekliğindeki yapı ile seddelenmesi suretiyle Gediz Havzası Sulamaları'na su vermek için rezervuar haline getirilmiştir (Url-22). Göl maksimum dolun kapasitesine sadece 1960'larda ulaşmış ve 6800 ha'lık bir alanı kaplamıştır. 1993 yazında ise çok büyük bir bölümü kurumuştur. Daha çok gölün kuzeyinde bulunan geniş sazlık ve bataklıkların yayılım alanı su seviyesine göre değişmektedir. Göl kuzey ve kuzeydoğuda dağlarla çevrili olup, güneyde Gediz Ovası'na, kuzeybatıda ise Akhisar Ovası'na bakar. Üzüm ve zeytin çevredeki yükselteli arazilerdeki başlıca tarımsal ürünlerken, göl seddelerinin içinde ve dışındaki düzlüklerde yoğun olarak pamuk ekimi yapılır. Gölün özellikle batı ve kuzeyindeki bataklık alanlarda büyükbaş hayvan otlatılır. Balıkçılık ise çevre köylerdeki insanlar için başlıca geçim kaynaklarından biridir. Alanın koruma statüsü yoktur. Bir rezervuara dönüştürülene kadar Marmara Gölü mevsimsel göl niteliğindedir. 1953 yılında göl kıyısında 10 km uzunluğunda sedde inşaatı tamamlandı ve Gördes ile Kum Çay'larının suyu göle yönlendirildi. Gediz Nehri'nin suları da Adala regülatörüyle kontrol edilerek göle verilmeye başlandı. Bugün Marmara Gölü'nün suları, DSİ'nin Aşağı Gediz Sulama Projesi'nin 54875 ha'lık Ahmetli Sulaması dahilindeki tarım alanlarının büyük bir bölümünü sulamak için kullanılmaktadır. Göl, aynı proje kapsamındaki Menemen Sulaması'na da su sağlar. Gölün kapasitesi 320 hm<sup>3</sup> olup, 3178 ve 6800 ha alana karşılık gelen 73,6 ve 79,2 m kotları arasında işletilmektedir. Ancak 1993 yılında, iki yıllık bir kurak dönemin ardından, çiftçilerin de pompajla su alması ile birlikte, su seviyesi 72,6 m'ye düşmüş, göl neredeyse tamamıyla kurumuştur. Su çekilmesinin durdurulması DSİ tarafından gözardı edilmiş ve çözüm olarak göle Demirköprü Barajı'ndan 5 hm<sup>3</sup> su bırakılmış, ancak bu, göldeki balık stoklarının yok olmasının önüne geçememiştir. Gelişen tepkiler sonucu 1994 ve 1995 yıllarında gölden sulama amacıyla su bırakılmamıştır. Bölgedeki sulama projelerinin geliştirilmesi, daha fazla sulama suyunu gerekli kılmış, bunun için Gediz Nehri'nden Ahmetli Regülatörü kanalıyla göle su verecek üçüncü bir kanalın yapımına başlanmıştır. 15,5 km uzunluğundaki bu kanal kış

aylarında göle 169 hm<sup>3</sup> kirli Gediz suyu taşıyacaktır. Bu ek kaynakla 9443 ha alanın sulamaya açılması öngörülmektedir. DSİ bundan sonra, gölün kuzeybatı kıyılarına 10 km uzunluğunda ek sedde inşa etmeyi ve bugünkü seddeleri yükseltmeyi ve kapasiteyi 400 hm<sup>3</sup>'e, maksimum su seviyesini 81 m'ye çıkartmayı planlamaktadır. Bu projelerin hiçbirinin gölün ekolojik yapısı üzerine yapacağı etkiler incelenmemiştir. DSİ'nin bir diğer planı, Adala regülatörü yoluyla Gediz Nehri'ni göle bağlayan kanal üzerine 42 kWh/yıl'lık bir hidroelektrik santrali inşa etmektir. Göl alanında su seviyesinin düşük olduğu dönemde ortaya çıkan, ekolojik açıdan değerli çamur düzlükleri ve bataklıklar, çiftçiler tarafından kısa sürede tarım alanına çevrilmektedir (Url-23).

Marmara Gölü doğal halindeyken yılda 300 tona yakın balık avlanabilmekteydi. Gölde su seviyesinin yükselmesiyle balıkçılık da gelişmiş, 400'ün üzerinde balıkçı teknesi işlemeye başlamış, en yüksek seviyeye ulaşılan 1963 yılında rekor düzeyde (963 ton) balık avlanmıştır. 1993 yılında gölün kuruması sonucu, balıkçılık sektörü tamamıyla çökmüştür. Daha sonraki dönemde, göle yarım milyondan fazla yavru balık bırakılmış, av yasağı getirilmiş ve su seviyesinin yükselmesiyle, balık stoklarında artış meydana gelmiştir (Url-23).

Marmara Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2009 ve 2010 Kasım aylarında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.15).

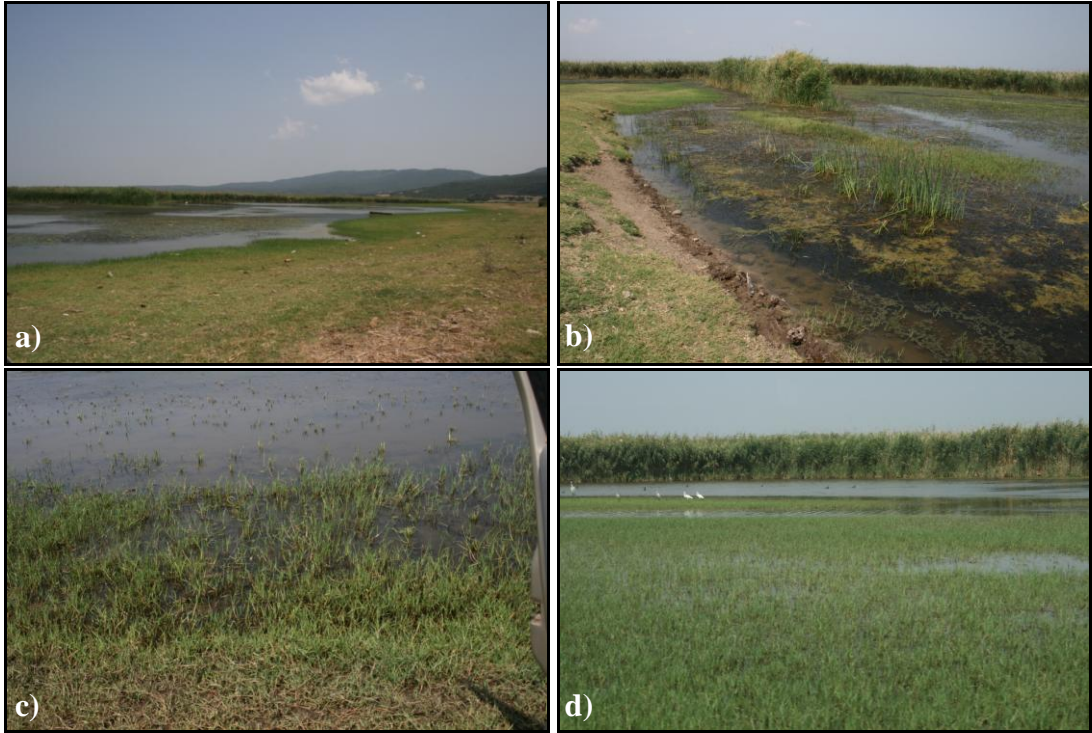


Şekil 2.15 : Marmara Gölü örnekleme istasyonları. a) ve b) İst. 1; c) ve d); İst. 2.

### 2.1.15. Gala Gölü

Gala Gölü, Enez ve İpsala İlçeleri arasında bulunan göldür. Sulak saha, göl ve orman ekosistemlerini ve bu ekosistemlerde barınan çeşitli canlı türlerini içermesi, 111 kuş türünün varlığı, nesli tehlikeye düşmüş veya nadir türleri, özellikle tepeli pelikan (*Pelecanus crispus*), bayağı aynak (*Plegads falcinellus*) ve küçük karabatak (*Phalacrocorax pygmeus*) gibi nesli son derece azalmış türleri barındırması kaynak değerlerini oluşturmaktadır. Gala Gölü Milli Parkı'nın sınırları içerisinde yer almaktadır. Gala Gölü Tabiatı Koruma Alanı, Marmara Bölgesi'nde, Edirne İli, Enez İlçesi, Karpuzlu ve Koyun Tepe köyleri sınırları içerisinde yer almaktadır. Alanın büyüklüğü 2369 ha'dır. Göle, Eceabat-Keşan-Enez yolu ile ulaşılmakta olup, Enez ilçesine 10 km uzaklıktadır (Url-24).

Gala Gölü'nde belirlenen istasyonlarda 2010 Ağustos ayında örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 : Gala Gölü örnekleme istasyonları. a) İst. 1; b) İst. 2; c) İst. 3; d) Gala Gölü genel görünüşü.

### 2.2. Chironomidae Larvalarının Toplanması

Örnekleme yapılan göllerin her birinde mümkün olduğunca, en az 3 istasyon belirlenmeye çalışılmıştır. Her bir istasyondan, taşların altından, bitkilerin arasından

elle toplama, kıyı ve orta kesimlerden dip net tarama ve sediment eleme yöntemleri kullanılarak toplanan Chironomidae larvaları tek tek etiketlenerek % 96'lık etil alkol içeren numune şişelerine konulmuştur.

### **2.3. Chironomidae Larvalarının Teşhisi**

Larvaların teşhis edilmesinde, örnekler önce stereo mikroskopta (Olympus SZ51) segment sayıları, ventral ve lateral solungaçlarının bulunup bulunmaması ve solungaçların morfolojik özelliklerine göre incelenmiştir. Sonra, larvaların başları gövdelerinden ayrılarak ve başların ventral tarafları üste getirilecek şekilde araştırma mikroskobu (SZ2-ILST) kullanılarak tür seviyesine kadar teşhisleri yapılmıştır (Cranston, 1979; Cranston ve diğ., 1983; Pinder ve Reiss, 1983; Moller Pillot, 1984a; 1984b; Webb ve Scholl, 1985; Contreras-Lichtenberg, 1986; Schmid, 1986; Vallenduuk ve Moller Pillot, 2002; Ekrem, 2004; Vallenduuk ve Morozova, 2005; Vallenduuk ve Moller Pillot, 2007; Moller Pillot 2009a, b; Vallenduuk ve Langton, 2010). Tespit edilen türlerin sayıları ve sistematik bilgileri kayıt defterine ve bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. Ayrıca, teşhisi yapılan türlerin kafa kapsülleri entellan kullanılarak daimi preparat haline getirilmiş ve etiketlenmiştir. Vücutları ise kafa kapsülleri ile aynı kod verilerek etiketlenmiş ve % 96'lık etil alkol içeren eppendorf tüplere alınarak total DNA izolasyonu için -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

### **2.4. Total DNA İzolasyonu**

Belirlenen doğal göllerden toplanarak % 96'lık etil alkole alınan ve tür teşhisleri yapılan larvalardan total DNA izole edilmiştir. Bu örneklerden total DNA, Hillis ve Morritz'in (1990) protokolünde küçük değişiklikler yapılarak izole edilmiştir.

Etil alkol içinde yer alan larvaların vücutları yeni mikrosantrifüj tüpüne alınarak öncelikle etil alkolün uzaklaştırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Etil alkol uzaklaştırıldıktan sonra tüplere 500 µl STE (Sodyum-Tris-EDTA) tamponu ilave edilmiştir. Tüpler, tamponla iyice karışması için yaklaşık 1-2' vortekslenmiştir. Daha sonra bu tüplerin üzerine 12,5 µl Proteinaz K (19,6 mg/ml) ve 25 µl SDS (Sodyum Dodesil Sülfat) (% 10) eklenmiş, hafifçe karıştırılmış ve 55 °C'de 4 saat inkübasyona bırakılmıştır (İnkübasyon süresince ara ara tüpler hafifçe karıştırılmıştır). İnkübasyon sonunda tüplere 500 µl FKI (Fenol-Kloroform-İzoamilalkol, 25:24:1) ilave edilmiş

ve ara ara karıştırılarak oda sıcaklığında 5' inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda tüpler 7000 g'de 5' santrifüjlenmiştir. Tüpte oluşan üst faz, orta faza zarar vermeden geniş uçlu bir mikropipetle dikkatle alınarak boş bir mikrosantrifüj tüpüne aktarılmıştır. Bu tüpe yeniden 500 µl FKI eklenmiş, aynı şekilde 5' inkübe edilmiş ve 7000 g'de 5' santrifüjlenmiştir. Yine üst faz, orta faza dokunmadan dikkatle yeni bir tüpe aktarılmıştır. Bu tüpe 300 µl KI (Kloroform-İzoamilalkol, 24:1) eklenmiş ve 3' ara ara karıştırılarak oda sıcaklığında inkübe edilmiş, sonrasında 7000 g'de 5' santrifüjlenmiştir. Yine üst faz dikkatle yeni bir tüpe alınmıştır. Bu tüpe 45 µl NaAc (Sodyum Asetat) (3 M) ve 1 ml soğuk mutlak alkol eklenmiştir. Tüp 10' buz üzerinde inkübe edilmiş ve süre sonunda tüp DNA görününceye kadar hafif hafif alt üst edilmiştir. DNA görünür hale gelince tüpler +4 °C'de 7000 g'de 3' santrifüjlenmiştir. DNA pelletine dokunmadan tüpteki etil alkol mikropipet ile mümkün olduğunca uzaklaştırılmıştır. Daha sonra tüpe 400 µl % 70'lik etil alkol konmuş, pellet tüpün yapıştığı noktasından kaldırılarak yıkanması sağlanmıştır. Tekrar +4 °C'de 7000 g'de 3' santrifüjlenmiş ve tüpteki etil alkol mümkün olduğunca mikropipetle alınarak tüpten uzaklaştırılmıştır. Alkolün tamamen uzaklaştığından emin olmak için tüp ağzı açık olarak HotPlate üzerinde 10' 37 °C'de bekletilmiştir. Daha sonra pellet 100 µl steril suda çözülmüştür.

Oda sıcaklığında 1 saat beklendikten sonra örnekler % 1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek görüntülenmiştir. Total DNA içeren tüpler uygun şekilde etiketlenmiştir.

## **2.5. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)**

PCR işlemi, *Taq* polimerazlı standart teknik kullanılarak 25 µl reaksiyon hacminde 53 °C primer bağlanma sıcaklığında yapılmıştır. PCR işleminde, optimum primer bağlanma sıcaklığının belirlenmesi için 49-59 °C arası için Tablo 2.3'teki reaksiyon karışımı kullanılarak gradient PCR yapılmış ve optimum primer bağlanma sıcaklığı 53 °C olarak belirlenmiştir. *Sitokrom c oksidaz alt ünite I (COI)* için kullanılan primerlerin sekansları ve uygulanan PCR reaksiyon karışımı ise sırasıyla Tablo 2.2 ve 2.3'te verilmektedir. Mitokondriyal *COI* gen bölgesinin çoğaltılması için öncelikle Tablo 2.3'te verilen PCR karışımından premiks hazırlanmıştır. Son olarak *Taq* polimerazın ilavesi ile hazırlanan premiksten her tüpte 19 µl olacak şekilde PCR reaksiyonu hazırlanmış ve her bir reaksiyon ortamına 6 µl total DNA örneklerinden

ilave edilmiştir. Hazırlanan reaksiyon karışımlarına Tablo 2.4'te verilen PCR koşulları uygulanmış ve mitokondriyal *COI* gen bölgesi PCR ile çoğaltılmıştır.

Tablo 2.2 : *COI* gen bölgesi için kullanılan primerlerin nükleotid sekansları.

Gen	Primer	Fragment uzunluğu	Referans
<i>Sitokrom c oksidaz altünite I</i>	911 5'-TTTCTACAAATCATAAAGATATTGG-3'	653 bp	Folmer ve diğ. (1994)
	912 5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3'		

Tablo 2.3 : *COI* gen bölgesinin çoğaltılması için kullanılan PCR reaksiyon karışımı.

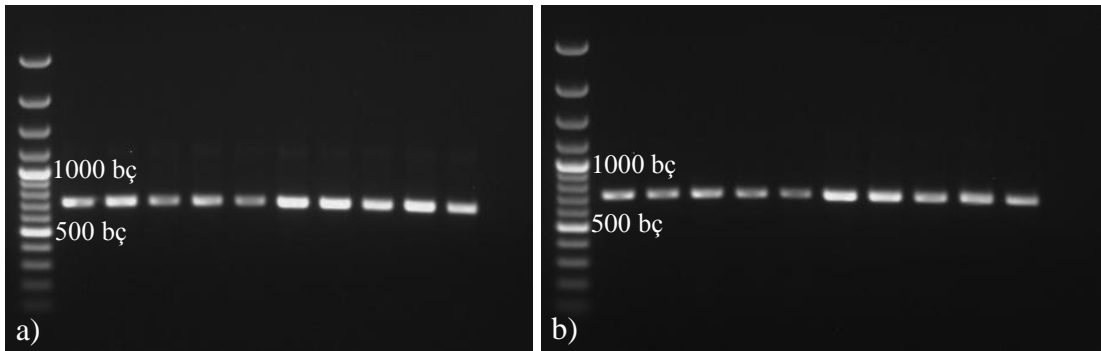
Reaksiyon Karışımı	1 Reaksiyon için (µl)	Son Konsantrasyon
Ultra saf su	11,25	
10 X PCR tamponu	2,5	1X
25 mM MgCl <sub>2</sub>	1,5	1,5 mM
10 mM dNTP	0,75	0,3 mM
10 µM Primer 1 (911)	1	0,4 µM
10 µM Primer 2 (912)	1	0,4 µM
5 U/µl <i>Taq</i> polimeraz	1	5 U
Total DNA	6	

Tablo 2.4 : *COI* gen bölgesinin çoğaltılması için kullanılan PCR koşulları.

PCR koşulları	
Başlangıç denatürasyon	95 °C, 5'
Döngü sayısı	40
Denatürasyon	94 °C, 45''
Primer bağlanması	53 °C, 90''
Uzama	72 °C, 120''
Son uzama	72 °C, 6'
Son bekleme sıcaklığı	4 °C

PCR işleminin sonunda elde edilen PCR ürünleri % 1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek görüntülenmiştir. Şekil 2.17.a'da 10 larvaya ait mitokondriyal *COI* gen bölgesinin PCR ile çoğaltılmasından sonra % 1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülmesi ile elde edilen jel görüntüsü görülmektedir.

Sekansa gönderilecek örnekler için PCR reaksiyonu 50 µl hacimde hazırlanmış ve elde edilen PCR ürünleri, primer dimerleri ve istenmeyen kalıntıların uzaklaştırılması ve dolayısı ile daha etkin sekans analizleri için PCR temizleme kiti kullanılarak temizlenmiştir. Temizlenen PCR ürünleri % 1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek görüntülenmiş ve sekans analizleri için MacroGen firmasının Amsterdam-HOLLANDA şubesine sekansa gönderilmiştir. Şekil 2.17.b'de ise Şekil 2.17.a'da verilen agaroz jel elektroforezi görüntüsündeki 10 larvaya ait mitokondriyal *COI* gen bölgesine ait PCR ürünlerinin PCR temizleme kiti ile muamelesinden sonra % 1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülmesi ile elde edilen jel görüntüsü görülmektedir.



Şekil 2.17 : 10 larvaya ait mitokondriyal *COI* gen bölgesinin PCR ile çoğaltılması (a) ve temizleme kiti ile muamelesinden sonra (b) % 1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülmesi ile elde edilen jel görüntüleri.

## 2.6. Nükleotid Sekanslarına Ulaşma Numaraları

Filogenetik analizlerde, göllerde yapılan arazi çalışmaları sonucu elde edilen ve tür teşhisleri yapılan larvaların mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekanslarının yanı sıra yayınlanmış olan diğer çalışmalardaki 17 cinsten 71 larvaya ait mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları da kullanılmıştır (Url-25). Tablo 2.5'te yapılan bu çalışmalarda yer alan 71 larvanın tür isimleri, bu larvaların hangi ülkelerden toplandıkları, mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansı için gen bankası ulaşma numaraları ve sekansın elde edildiği yayının bilgisi yer almaktadır.



Tablo 2.5 : Gen bankasından elde edilen sekanslara ait veriler.

<b>Tür Adı ve Birey Kodu</b>	<b>Gen Bankası Numarası</b>	<b>Toplandığı Ülke/Bölge</b>	<b>Literatür Bilgisi</b>
<i>Drosophila melanogaster</i> voucher TDWG0805	HQ979116	A.B.D.	
<i>Prodiamesa olivacea</i> voucher SOE73	HQ105314	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Ablabesmyia notabilis</i> voucher Pr104	HQ247988		Carew ve diğ. (2011)
<i>Ablabesmyia monilis</i> voucher SOE10	HQ105016	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Ablabesmyia monilis</i> voucher SOE9	HQ105017	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Ablabesmyia aspera</i> voucher SOE94	HQ105015	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Macropelopia notata</i> voucher SOE66	HQ105167	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Macropelopia notata</i> voucher SOE164	HQ105156	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Zavrelimyia sp.</i> voucher SOE272	HQ105384	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Zavrelimyia melanura</i> voucher SOE245	HQ105385	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Zavrelimyia melanura</i> voucher SOE269	HQ105386	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Cricotopus sylvestris</i>	DQ865184	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Cricotopus trifascia</i>	DQ865182	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Cricotopus bicinctus</i>	DQ865175	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Cricotopus triannulatus</i>	DQ865174	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Cricotopus tristis</i> isolate ar6	DQ865173	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Cricotopus tristis</i> isolate ar21	HQ865181	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Orthocladus robacki</i>	DQ865178	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Orthocladus dorenius</i>	DQ865176	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Orthocladus oliveri</i>	DQ865177	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Orthocladus nigritus</i>	DQ865179	A.B.D.	Sinclair ve Gresens (2008)
<i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE409	HQ105342	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE396	HM406100	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE474	HM406119	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Rheocricotopus atripes</i> voucher SOE259	HQ105328	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Rheocricotopus atripes</i> voucher SOE134	HQ105325	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Chironomus pseudothummi</i>	AF192205	Paleartik	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus luridus</i>	AF192203	Paleartik	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus annularius</i>	AF192189	Paleartik	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus commutatus</i>	AF192187	Paleartik	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus piger</i>	AF192202	Paleartik	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus tentans</i> clone tent Sto	AF110158	Paleartik	Martin ve diğ. (2002)
<i>Chironomus plumosus</i> voucher gg337	JF412100	Güney Kore	Kim ve diğ. (2011)
<i>Chironomus plumosus</i> isolate SarUz1	JN016829	Rusya	Polukonova ve diğ.(2011)
<i>Chironomus plumosus</i>	AF192192	Paleartik	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus bernensis</i> isolate SarMed	JN016851	Rusya	Polukonova ve diğ.(2011)
<i>Chironomus bernensis</i>	AF192188	Paleartik	Guryev ve diğ. (2001)

Tablo 2.5 : (devamı) Gen bankasından elde edilen sekanslara ait veriler.

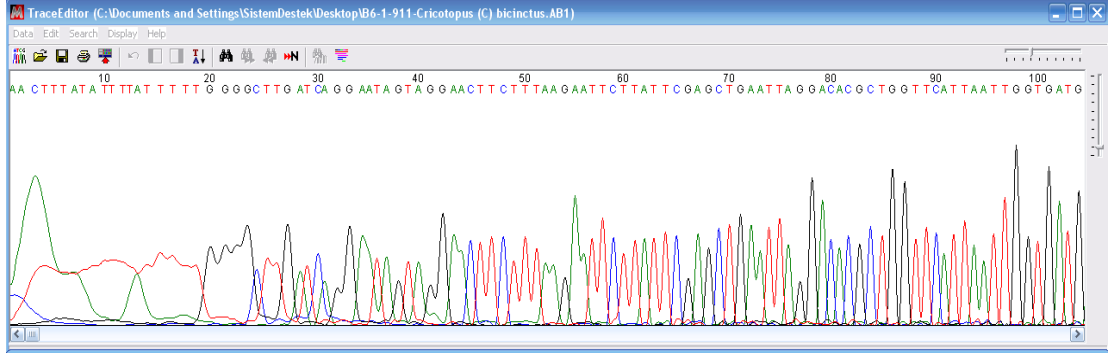
Tür Adı	Gen Bankası Numarası	Toplandığı Ülke/Bölge	Literatür Bilgisi
<i>Chironomus riparius</i> voucher ChiBlank F03	HM137933	Kanada	Baird ve diğ. (2011)
<i>Chironomus riparius</i> voucher Chi2woS F05	HM137910	Kanada	Baird ve diğ. (2011)
<i>Chironomus thummi riparius</i>	AF110154	Paleartik	Martin ve diğ. (2002)
<i>Chironomus crassiforceps</i>	AF192212	Okyanusya	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus entis</i>	AF192195	Kuzey Amerika	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus entis</i> voucher DS Test 011	GU013581	Kanada	Park ve diğ. (2010)
<i>Chironomus duplex</i>	AF192210	Avustralya	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus jacksoni</i>	AF192207	Avustralya	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus nepeanensis</i>	AF192216	Avustralya	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus circumdatus</i> SEAsia	AF192215	Okyanusya	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus zealandicus</i>	AF192209	Yeni zelanda	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus biwaprimus</i>	AF110166	Japonya	Martin ve diğ. (2002)
<i>Chironomus tepperi</i>	AF192211	Avustralya	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Chironomus oppositus</i> f connori clone opp f con	AF110155	Avustralya	Martin ve diğ. (2002)
<i>Chironomus maddenii</i>	AF192208	Avustralya	Guryev ve diğ. (2001)
<i>Endochironomus tendens</i> isolate SarMed	JN016838	Rusya	Polukonova ve diğ.(2011)
<i>Dicrotendipes nervosus</i> voucher gg303	JF412130	Güney Kore	Kim ve diğ. (2011)
<i>Dicrotendipes nervosus</i> isolate SarV	JN016849	Rusya	Polukonova ve diğ.(2011)
<i>Polypedilum scalaenum</i> voucher gg346	JF412154	Güney Kore	Kim ve diğ. (2011)
<i>Polypedilum nubifer</i> voucher gg284	JF412150	Güney Kore	Kim ve diğ. (2011)
<i>Polypedilum convictum</i> voucher TDWG07	HQ979022	A.B.D.	
<i>Tanytarsus mendax</i> voucher To5	AM084269	Almanya	Ekrem ve diğ. (2007)
<i>Paratanytarsus grimmii</i> voucher To18	AM398753	Norveç	Ekrem ve diğ. (2007)
<i>Paratanytarsus grimmii</i> PGs03T272	AY752669	Avustralya	Carew ve diğ. (2005)
<i>Paratanytarsus austriacus</i> voucher Soe01	AM398747	Norveç	Ekrem ve diğ. (2007)
<i>Paratanytarsus austriacus</i> To364	FN796517	Kanada	Ekrem ve diğ. (2010a)
<i>Paratanytarsus dissimilis</i> voucher To316	AM398752	Almanya	Ekrem ve diğ. (2007)
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> voucher SOE95	HQ105283	Norveç	Ekrem ve diğ. (2010b)
<i>Micropsectra recurvata</i> voucher To38	AM398720	Norveç	Ekrem ve diğ. (2007)
<i>Micropsectra recurvata</i> IS22	FN796508	İzlanda	Ekrem ve diğ. (2010a)
<i>Micropsectra atrofasciata</i> voucher To152	AM398686	Norveç	Ekrem ve diğ. (2007)
<i>Micropsectra atrofasciata</i> IS27	FN796497	İzlanda	Ekrem ve diğ. (2010a)
<i>Paracladopelma camptolabis</i> voucher gg424	JF412134	Güney Kore	Kim ve diğ. (2011)
<i>Kiefferulus</i> sp. UVI	DQ648223	A.B.D.	Martin ve diğ. (2006)

## 2.7. Sekans Verilerinin Hizalanması ve Filogenetik Analizler

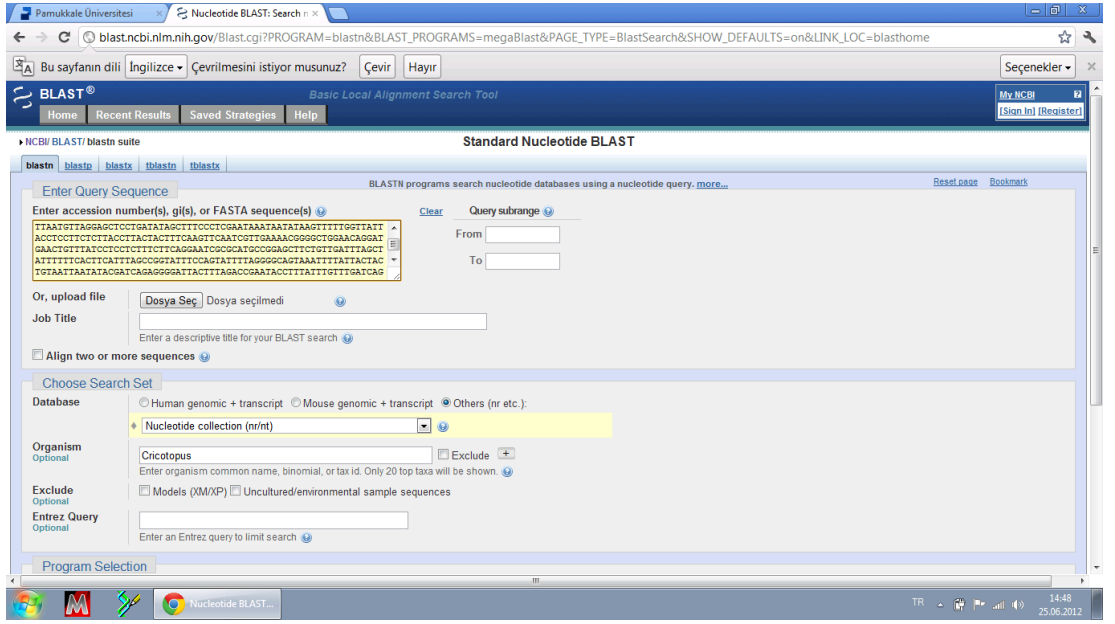
Sekansa gönderilen örneklerin *COI* gen bölgesine ait ileri ve geri sekanslar Guryev ve diğ. (2001), Ekrem ve diğ. (2010a ve b), Kim ve diğ. (2011), Krosch (2011) ve Krosch ve diğ. (2011)'de olduğu gibi MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak göz ile dikkatli bir şekilde kontrol edilmiş ve tek bir dosya olacak şekilde birleştirilmiştir. Şekil 2.18'de sekans analizleri sonucunda Macrogen firmasından gönderilen B6\_1 kodlu *Cricotopus sylvestris* larvasının MEGA 5 Beta #7 programında mitokondriyal *COI* gen bölgesine ait ileri ve geri sekansları görülmektedir. Şekil 2.19'da ise B6\_1 kodlu *Cricotopus sylvestris* larvasının mitokondriyal *COI* gen bölgesine ait ileri ve geri sekanslarının MEGA 5 Beta #7 programında göz ile tek tek kontrol edilerek karşılaştırılan ve tek bir dosya olacak şekilde kaydedilen formatı görülmektedir. Tek bir dosya olacak şekilde birleştirilen sekanslar Şekil 2.20'de görüldüğü gibi [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov) adresinden blast yapılarak hem sekansların yönü doğrulanmış hem de sekansların doğru organizmaya ait olup olmadıkları test edilmiştir.



Şekil 2.18 : Sekansa gönderilen B6\_1 kodlu *Cricotopus sylvestris* larvasının mitokondriyal *COI* gen bölgesine ait ileri ve geri sekanslarının MEGA 5 Beta #7 programı ile görüntülenmesi.



Şekil 2.19 : Şekil 2.17’de verilen ileri ve geri sekansların MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak tek bir dosya olacak şekilde birleştirilmiş formatı.



Şekil 2.20 : Birleştirilen sekansların [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov) adresinden blastlanması.

Göllerde yapılan arazi çalışmaları sonucu elde edilen ve tür teşhisleri yapılan 160 larvanın mitokondriyal *COI* sekansları, Tablo 2.5’te yer alan gen bankasından elde edilen 71 larvaya ait mitokondriyal *COI* sekansları ile birlikte MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak hizalanmış ve göz ile boşlukların oluşup oluşmadığı kontrol edilmiştir (Şekil 2.21). Hizalanan toplam 231 larvaya ait her biri 512 nükleotidden oluşan mitokondriyal *COI* sekanslarının filogenetik analizleri, neighbour-joining (NJ) distance metodu ve maksimum likelihood (ML) metodu kullanılarak yapılmıştır. Yapılan filogenetik analizlerde, *Drosophila melanogaster* (voucher TDWG0805) türüne ait mitokondriyal *COI* sekansı NJ ve ML ağaçlarının oluşturulmasında dışgrup olarak kullanılmıştır.



Şekil 2.21 : MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak hizalanmış mitokondriyal *COI* gen bölgesine ait sekansların bir bölümünün görüntüsü.

NJ metodu, karşılaştırılan sekanslar arasındaki benzerlik ve farklılıkları değerlendiren bir analiz yöntemidir (Nei ve Kumar, 2000). Yapılan analizlerde, NJ ağaçları Martin ve diğ. (2002), Sinclair ve Gresens (2002), Carew ve diğ. (2007) ve Krosch (2011)'de olduğu gibi PAUP \*4.0b10 (Swafford, 2002) (Lisans kodu; ADU B418788) programı ile Macintosh bilgisayar kullanılarak elde edilmiştir. Mitokondriyal *COI* sekansları kullanılarak oluşturulan NJ ağaçlarının oluşturulmasında Carew ve diğ. (2007), Sinclair ve Gresens (2008), Ekrem ve diğ. (2010b) ve Kim ve diğ. (2011)'de olduğu gibi kimura-2-parameter (K2P) distance modeli kullanılmıştır. Kimura (1980) bu distance metodunu, her bir bölgedeki nükleotid substitüsyonlarının sayısını hesaplamak için önermiştir. K2P distance modeli transisyon/transversiyon mutasyon oranını dikkate alan bir modeldir ve özellikle mtDNA analizlerinde tercih edilmektedir (Nei ve Kumar, 2000). K2P distance modeli ile hesaplanan pairwise nükleotid divergence değerleri tür içi ve türlerarası ortalama, minimum ve maksimum nükleotid değişim farklılıklarını hesaplamak için kullanılmıştır. NJ ağaçlarının dal güvenilirlikleri 1000 bootstrap full heuristic search ile hesaplanmıştır.

ML metodu, herhangi bir genin allellerine dayalı analiz yöntemidir. Bu metod da, likelihood her bir topolojiye göre maksimize edilen bir spesifik substitüsyon modeli için belirli sekans verilerini dikkate almaktadır. Önce ağaçlar oluşturulur ve bu

ağaçlardan hangisi bizim veri setimizle uyumlu ise olasılık hesaplarına dayanarak o seçilir. Oluşturulan likelihood değerlerinden en yüksek olanı bizim verimizle uyumlu en iyi maksimum likelihood topolojisini veren ağaçtır. ML, beklenen substitüsyon oranlarına göre (nükleotid sıklıklarına da bakarak) düğüm noktalarındaki bilinmeyen nükleotidlerin neler olduğunu bulmaya çalışır. Düğüm noktalarındaki bilinmeyen nükleotidin 4 nükleotidden hangisi olacağını, en yüksek ihtimali veren nükleotidin hangisi olduğunu test ederek bulur ve bize uygun topolojili ağacı çizer. ML metodu, atasal düğüm bölgeleri hakkında da bilgi verir ve atasal durumları en iyi belirleyebilen ağaçtır. Topolojideki dalların uzunlukları değişim süreci ile ilgili bilgi vermektedir. Yani, belli bir zamanda bir nükleotidin diğerine dönüşme hızını bulmaktadır (Nei ve Kumar, 2000). Yapılan analizlerde, ML ağaçları Krosch (2011) ve Krosch ve diğ. (2011)'de olduğu gibi RAXMLGUI1.0 programı kullanılarak GTRGAMMA modeliyle elde edilmiştir. ML ağaçlarının dal güvenilirlikleri ise 1000 bootstrapla hesaplanmıştır.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Arazi Çalışmaları ve Filogenetik Analizler

Çalışma alanı olarak tespit edilen 15 doğal gölde yapılan arazi çalışmaları süresince toplanan Chironomidae larvalarının tek tek tür teşhisleri materyal ve metotta verildiği gibi yapılmıştır. Tür teşhisi yapılan larvaların kafa kapsülleri daimi preparat haline getirilerek arşivlenmiştir. Tanypodinae alt familyasından Macropelopiini tribusuna dahil *Macropelopia* ve *Psectrotanypus* cinslerinden 3 tür, Pentaneurini tribusuna dahil *Ablabesmyia*, *Conhapelopia*, *Thienemannimyia* ve *Zavrelimyia* cinslerinden 6 tür tespit edilmiştir. Prodiamesinae alt familyasından tek tür *Prodiamesa olivacea* tespit edilirken, Orthoclaadiinae alt familyasından *Cricotopus*, *Eukiefferiella*, *Paracricotopus*, *Psectrocladius*, *Paratrachocadius* ve *Rheocricotopus* cinslerinden 17 tür tespit edilmiştir. Chironominae alt familyasından ise Chironomini tribusuna dahil *Chironomus*, *Cryptochironomus*, *Dicrotendipes*, *Endochironomus*, *Kiefferulus*, *Microtendipes*, *Paracladopelma*, *Paratendipes* ve *Polypedilum* cinslerinden 32 tür, Tanytarsini tribusuna dahil *Cladotanytarsus*, *Micropsectra*, *Paratanytarsus*, *Tanytarsus* ve *Virgatanytarsus* cinslerinden 11 tür tespit edilmiştir.

Tür teşhisi yapılan larvalardan Tanypodinae alt familyasından 6 cinse ait 9 türden 11 larva, Prodiamesinae alt familyasından 1 cinse ait 1 türden 1 larva, Orthoclaadiinae alt familyasından 6 cinse ait 17 türden 56 larva ve Chironominae alt familyasından 14 cinse ait 43 türden 92 larvanın vücutlarından materyal ve metotta belirtildiği gibi total DNA izole edilmiş ve mitokondriyal *COI* gen bölgesi yine materyal ve metotta belirtildiği gibi PCR ile çoğaltılarak sekansa gönderilmiştir. Total DNA izole edilerek PCR ile mitokondriyal *COI* gen bölgesi çoğaltılan türler, tür teşhisleri sırasında verilen birey kodları ile birlikte Tablo 3.1’de verilmektedir.

Tablo 3.1 : Total DNA izole edilerek PCR ile mitokondriyal *COI* gen bölgesi çoğaltılan türler ve birey kodları.

GÖLLERE GÖRE TÜR LİSTESİ	Aygır Gölü	Beşşehir Gölü	Çıldır Gölü	Eğirdir Gölü	Eğrigöl Gölü	Erçek Gölü	Gala Gölü	Çernek Gölü	Hazar Gölü	Marmara Gölü	Salda Gölü	Sapanca Gölü	Sihke Gölü	Yedigöller	Yenişehir Gölü
<b>Tanypodinae Alt Familyası</b>															
<b>Tribus Macropelopiini</b>															
<i>Macropelopia goetghebueri</i> (Kieffer, 1918)														Y1_34	
<i>Macropelopia nebulosa</i> (Meigen, 1804)											S2_30				
<i>Psectrotanypus varius</i> (Fabricius, 1787)														Y1_12	
<b>Tribus Pentaneurini</b>															
<i>Ablabesmyia longistyla</i> Fittkau, 1962		B2_44													
<i>Ablabesmyia phatta</i> (Egger, 1863)									09H2_5						
<i>Ablabesmyia monilis</i> (Linnaeus, 1758)								Gr1_14 Gr1_30							
<i>Conchapelopia pallidula</i> (Meigen, 1818)											S2_14				
<i>Thienemannimyia geijskesi</i> (Goetghebuer, 1934)											S2_12				
<i>Zavrelimyia thryptica</i> (Sublette, 1964)											S2_11 S2_31				
<b>Prodiamesinae Alt Familyası</b>															
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818)														Y1_16	
<b>Ortocladiinae Alt Familyası</b>															
<i>Cricotopus bicinctus</i> (Meigen, 1818)		09B2_3 B4_24 B6_22 B4_19 B6_6 B6_1		Ed3_4											



Tablo 3.1 : (devamı) Total DNA izole edilerek PCR ile mitokondriyal *COI* gen bölgesi çoğaltılan türler ve birey kodları.

GÖLLERE GÖRE TÜR LİSTESİ	Aygır Gölü	Beşşehir Gölü	Çıldır Gölü	Eğirdir Gölü	Eğrigöl	Erçek Gölü	Gala Gölü	Çernek Gölü	Hazar Gölü	Marmara Gölü	Salda Gölü	Sapanca Gölü	Sihke Gölü	Yedigöller	Yenişehir Gölü
<i>Cricotopus flavocinctus</i> (Kieffer, 1924)								Gr1_2 Gr1_4							
<i>Cricotopus intersectus</i> (Staeger, 1839)			C1_64	Ed3_10											
<i>Cricotopus laricomalis</i> Edwards, 1932		B8_67													
<i>Cricotopus ornatus</i> (Meigen, 1818)						Er1_9									
<i>Cricotopus patens</i> Hirvenoja, 1973				Ed1_39 Ed1_2											
<i>Cricotopus reversus</i> Hirvenoja, 1973	A1_36	B8_22	C1_12 C1_25	Ed1_24											
<i>Cricotopus sylvestris</i> (Fabricius, 1794)	A1_12 A1_1 A1_3 A1_23	B8_1 B8_20	C2_5 C1_29 C1_118 C1_4 C1_5	Ed1_4					09H3_2	09M3_1		09K_8	Sk_6		
<i>Cricotopus triannulatus</i> (Macquart, 1826)		09B4_1 09B5_13 09B5_1	C1_48	Ed3_21											
<i>Cricotopus tricinctus</i> (Meigen, 1818)				Ed1_3											
<i>Eukiefferiella claripennis</i> (Lundbeck, 1898)															Hr1_34
<i>Paracricotopus niger</i> (Kieffer, 1913)															Hr1_12
<i>Psectrocladius barbimanus</i> (Edwards, 1929)													Sk_23 Sk_27		
<i>Psectrocladius limbatellus</i> (Holmgren, 1869)		B4_49		Ed1_14 Ed1_31 Ed1_34									Sk_26		
<i>Paratrachocladus rufiventris</i> (Meigen, 1830)															Hr1_1 Hr1_18

Tablo 3.1 : (devamı) Total DNA izole edilerek PCR ile mitokondriyal *COI* gen bölgesi çoğaltılan türler ve birey kodları.

GÖLLERE GÖRE TÜR LİSTESİ	Aygır Gölü	Beyşehir Gölü	Çıldır Gölü	Eğirdir Gölü	Eğrigöl Gölü	Erçek Gölü	Gala Gölü	Çernek Gölü	Hazar Gölü	Marmara Gölü	Salda Gölü	Sapanca Gölü	Sihke Gölü	Yedigöller	Yenişehir Gölü
<i>Rheocricotopus atripes</i> (Kieffer, 1913)											S2_6 S2_28				
<i>Rheocricotopus effusus</i> (Walker, 1856)											S3_8				
<b>Chironominae Alt Familyası</b>															
<b>Tribus Chironomini</b>															
<i>Chironomus annularius</i> Kieffer, 1926		B8_5	C1_69			Er2_31		Gr1_29						Y1_20	
<i>Chironomus bernensis</i> Klotzi & Klotzi, 1973						Er3_2									
<i>Chironomus crassimanus</i> Strenzke, 1959		B7_6 B7_7													
<i>Chironomus commutatus</i> Keyl, 1960			C1_9												
<i>Chironomus longipes</i> (Staeger, 1839)										M4_10					
<i>Chironomus luridus</i> Strenzke, 1959	A1_15	B2_22					G1_9		H2_5 H2_26						
<i>Chironomus melanotus</i> Keyl, 1961						Er2_3 Er2_6		Gr3_34 Gr3_41							
<i>Chironomus nudatarsis</i> Keyl, 1961						Er2_1		Gr3_24							
<i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus, 1758)													K_4		
<i>Chironomus riparius</i> Meigen, 1804	A1_38	B8_6 B8_9 B8_16			E1_1 E1_4 E1_5			Gr3_8 Gr3_36		M3_27	S2_17				
<i>Chironomus tentans</i> Fabricius, 1805	A1_13	B2_46 B2_47													
<i>Chironomus uliginosus</i> Keyl, 1960									09H3_5						

Tablo 3.1 : (devamı) Total DNA izole edilerek PCR ile mitokondriyal *COI* gen bölgesi çoğaltılan türler ve birey kodları.

GÖLLERE GÖRE TÜR LİSTESİ	Aygır Gölü	Beyşehir Gölü	Çıldır Gölü	Eğirdir Gölü	Eğrigöl	Erçek Gölü	Gala Gölü	Çernek Gölü	Hazar Gölü	Marmara Gölü	Salda Gölü	Sapanca Gölü	Sihke Gölü	Yedigöller	Yenişehir Gölü
<i>Chironomus</i> sp. 1			C1_6												
<i>Chironomus</i> sp. 2		B8_66	C1_30 C1_32 C1_83		E1_14					M3_2 M3_3					
<i>Chironomus</i> sp. 4	A1_22	B8_4	C1_91			Er2_26		Gr3_40							
<i>Chironomus</i> sp. 7								Gr3_4 Gr3_18							
<i>Chironomus</i> sp. 8												09K_2			
<i>Cryptochironomus defectus</i> (Kieffer, 1913)												K_25 K_38			
<i>Cryptochironomus denticulatus</i> (Goetghebuer, 1921)									H1_27						
<i>Cryptochironomus obreptans</i> (Walker, 1856)												K_29			
<i>Cryptochironomus supplicans</i> (Meigen, 1830)												09K_13			
<i>Dicrotendipes modestus</i> (Say, 1823)				Ed1_12											
<i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen, 1830)		B2_23													
<i>Endochironomus tendens</i> (Fabricius, 1775)		B2_25													
<i>Kiefferulus tendipediformis</i> (Goetghebuer, 1921)									H1_32						
<i>Microtendipes pedellus</i> (De Geer, 1776)	A1_9														
<i>Paracladopelma</i> sp. 1														Y2_6	
<i>Paratendipes albimanus</i> (Meigen, 1818)			C1_7 C1_138												
<i>Polypedilum convictum</i> (Walker, 1856)															Hr1_14

Tablo 3.1 : (devami) Total DNA izole edilerek PCR ile mitokondriyal *COI* gen bölgesi çoğaltılan türler ve birey kodları.

GÖLLERE GÖRE TÜR LİSTESİ	Aygır Gölü	Beyşehir Gölü	Çıldır Gölü	Eğirdir Gölü	Eğrigöl	Erçek Gölü	Gala Gölü	Çernek Gölü	Hazar Gölü	Marmara Gölü	Salda Gölü	Sapanca Gölü	Sihke Gölü	Yedigöller	Yenişehir Gölü
<i>Polypedilum laetum</i> (Meigen, 1818)															Hr1_28
<i>Polypedilum scalaenum</i> (Schrank, 1803)		B2_17										K_20			
<i>Polypedilum sordens</i> (Van der Wulp, 1874)		B2_31													
<b>Tribus Tanytarsini</b>															
<i>Cladotanytarsus mancus</i> (Walker, 1856)			C1_3										Sk_10		
<i>Micropsectra atrofasciata</i> (Kieffer, 1911)											S2_3				
<i>Micropsectra bidentata</i> (Goetghebuer, 1921)											S2_15				
<i>Micropsectra recurvata</i> Goetghebuer, 1928											S2_25			Y1_18 Y2_4	
<i>Paratanytarsus dissimilis</i> (Johannsen, 1905)			C1_95	Ed1_22				Gr1_27							
<i>Paratanytarsus grimmii</i> (Schneider, 1885)		09B2_13 B6_21 B7_1	C2_33						H2_16						
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> (Kieffer, 1909)											S2_2				Hr1_9
<i>Tanytarsus mendax</i> Reiss, 1971								Gr1_21							
<i>Tanytarsus brundini</i> Lindeberg, 1963											S2_27				
<i>Tanytarsus pseudolestagei</i> Shilova, 1976														Y1_5	
<i>Virgatanytarsus arduennensis</i> Goetghebuer, 1922											S2_19				

### 3.1.1. Chironomidae familyasının filogenetik analizleri

#### 3.1.1.1. Kimura 2 parameter (K2P) analizleri

Chironomidae familyasından *Macropelopia* (3 türden 4 larva), *Ablabesmyia* (5 türden 8 larva), *Zavreliomyia* (3 türden 5 larva), *Cricotopus* (12 türden 48 larva), *Orthocladius* (4 türden 4 larva), *Psectrocladius* (2 türden 7 larva), *Rheocricotopus* (2 türden 8 larva), *Chironomus* (30 türden 79 larva), *Cryptohironomus* (4 türden 5 larva), *Dicrotendipes* (2 türden 3 larva), *Endochironomus* (2 türden 3 larva), *Polypedilum* (5 türden 8 larva), *Micropsectra* (3 türden 9 larva), *Paratanytarsus* (4 türden 16 larva) ve *Tanytarsus* (3 türden 4 larva) cinsleri için 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları ile K2P distance modeli kullanılarak pairwise distance ve türlerarası nükleotid divergence değerleri hesaplanmıştır. Cinsler için elde edilen pairwise distance tabloları Tablo 3.2-3.16'da verilmektedir.

Tablo 3.2 : *Macropelopia* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Macropelopia goetghebueri</i> _Y1_34				
2. <i>Macropelopia nebulosa</i> _S2_30	0,137			
3. <i>Macropelopia notata</i> voucher SOE16	0,135	0,012		
4. <i>Macropelopia notata</i> voucher SOE66	0,135	0,012	0,000	

Tablo 3.3 : *Ablabesmyia* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. <i>Ablabesmyia aspera</i> voucher SOE94								
2. <i>Ablabesmyia longistyla</i> _B2_44	0,149							
3. <i>Ablabesmyia monilis</i> _Gr1_14	0,103	0,140						
4. <i>Ablabesmyia monilis</i> _Gr1_30	0,103	0,140	0,000					
5. <i>Ablabesmyia monilis</i> voucher SOE10	0,119	0,164	0,112	0,112				
6. <i>Ablabesmyia monilis</i> voucher SOE9	0,123	0,164	0,112	0,112	0,004			
7. <i>Ablabesmyia notabilis</i> voucher Pr104	0,116	0,135	0,114	0,114	0,128	0,128		
8. <i>Ablabesmyia phatta</i> _09H2_5	0,139	0,166	0,121	0,121	0,154	0,154	0,125	

Tablo 3.4 : *Zavreliomyia* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5
1. <i>Zavreliomyia melanura</i> voucher SOE245					
2. <i>Zavreliomyia melanura</i> voucher SOE269	0,000				
3. <i>Zavreliomyia</i> sp voucher SOE272	0,094	0,094			
4. <i>Zavreliomyia thryptica</i> _S2_11	0,112	0,112	0,103		
5. <i>Zavreliomyia thryptica</i> _S2_31	0,112	0,112	0,103	0,000	



Tablo 3.6 : *Orthocladius* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Orthocladius dorenius</i>				
2. <i>Orthocladius nigritus</i>	0,123			
3. <i>Orthocladius oliveri</i>	0,105	0,123		
4. <i>Orthocladius robacki</i>	0,123	0,132	0,132	

Tablo 3.7 : *Psectrocladius* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7
1. <i>Psectrocladius barbimanus</i> _Sk_23							
2. <i>Psectrocladius barbimanus</i> _Sk_27	0,000						
3. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _B4_49	0,158	0,158					
4. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Ed1_14	0,150	0,150	0,028				
5. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Ed1_34	0,148	0,148	0,014	0,026			
6. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Sk_26	0,158	0,158	0,000	0,028	0,014		
7. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Ed1_31	0,153	0,153	0,012	0,024	0,006	0,012	

Tablo 3.8 : *Rheocricotopus* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. <i>Rheocricotopus atripes</i> _S2_28								
2. <i>Rheocricotopus atripes</i> _S2_6	0,002							
3. <i>Rheocricotopus atripes</i> voucher SOE134	0,004	0,006						
4. <i>Rheocricotopus atripes</i> voucher SOE259	0,004	0,006	0,000					
5. <i>Rheocricotopus effusus</i> _S3_8	0,144	0,147	0,142	0,142				
6. <i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE396	0,150	0,152	0,150	0,150	0,152			
7. <i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE409	0,150	0,152	0,150	0,150	0,152	0,000		
8. <i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE474	0,150	0,152	0,150	0,150	0,152	0,000	0,000	

Tablo 3.9 : *Cryptochironomus* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5
1. <i>Cryptochironomus defectus</i> _K_25					
2. <i>Cryptochironomus defectus</i> _K_38	0,000				
3. <i>Cryptochironomus denticulatus</i> _H1_27	0,137	0,137			
4. <i>Cryptochironomus obreptans</i> _K_29	0,140	0,140	0,140		
5. <i>Cryptochironomus suppicons</i> _09K_13	0,140	0,140	0,137	0,014	

Tablo 3.10 : *Dicrotendipes* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3
1. <i>Dicrotendipes modestus</i> _Ed1_12			
2. <i>Dicrotendipes nervosus</i> isolate SarV	0,158		
3. <i>Dicrotendipes nervosus</i> voucher gg303	0,186	0,161	











Tablo 3.12 : *Endochironomus* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3
1. <i>Endochironomus albipennis</i> _B2_23			
2. <i>Endochironomus tendens</i> _B2_25	0,114		
3. <i>Endochironomus tendens</i> isolate SarMed	0,112	0,022	

Tablo 3.13 : *Polypedilum* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. <i>Polypedilum convictum</i> _Hr1_14								
2. <i>Polypedilum convictum</i> voucher TDWG07	0,159							
3. <i>Polypedilum laetum</i> _Hr1_28	0,006	0,156						
4. <i>Polypedilum nubifer</i> voucher gg284	0,178	0,147	0,173					
5. <i>Polypedilum scalaenum</i> _B2_17	0,139	0,137	0,135	0,156				
6. <i>Polypedilum scalaenum</i> _K_20	0,142	0,135	0,137	0,154	0,002			
7. <i>Polypedilum scalaenum</i> voucher gg346	0,146	0,149	0,144	0,161	0,130	0,132		
8. <i>Polypedilum sordens</i> _B2_31	0,169	0,171	0,161	0,198	0,151	0,149	0,186	

Tablo 3.14 : *Micropsectra* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. <i>Micropsectra atrofasciata</i> IS27									
2. <i>Micropsectra atrofasciata</i> _S2_3	0,154								
3. <i>Micropsectra atrofasciata</i> voucher To152	0,010	0,149							
4. <i>Micropsectra bidentata</i> _S2_15	0,154	0,000	0,149						
5. <i>Micropsectra recurvata</i> _IS22	0,154	0,152	0,146	0,152					
6. <i>Micropsectra recurvata</i> _S2_25	0,154	0,000	0,149	0,000	0,152				
7. <i>Micropsectra recurvata</i> voucher To38	0,159	0,152	0,151	0,152	0,004	0,152			
8. <i>Micropsectra recurvata</i> _Y2_4	0,161	0,164	0,159	0,164	0,123	0,164	0,121		
9. <i>Micropsectra recurvata</i> _Y1_18	0,159	0,161	0,156	0,161	0,121	0,161	0,119	0,002	

Tablo 3.15 : *Paratanytarsus* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. <i>Paratanytarsus austriacus</i> To364																
2. <i>Paratanytarsus austriacus</i> voucher Soe01	0,145															
3. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> _C1_95	0,176	0,189														
4. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> _Ed1_22	0,156	0,176	0,092													
5. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> _Gr1_27	0,156	0,176	0,094	0,008												
6. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> voucher To316	0,178	0,189	0,008	0,090	0,092											
7. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _09B2_13	0,194	0,177	0,142	0,132	0,135	0,139										
8. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _B6_21	0,194	0,177	0,142	0,132	0,135	0,139	0,000									
9. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _B7_1	0,194	0,177	0,142	0,132	0,135	0,139	0,000	0,000								
10. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _C2_33	0,194	0,177	0,142	0,132	0,135	0,139	0,000	0,000	0,000							
11. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _H2_16	0,196	0,174	0,139	0,135	0,137	0,137	0,002	0,002	0,002	0,002						
12. <i>Paratanytarsus grimmii</i> PGs03T272	0,194	0,177	0,142	0,132	0,135	0,139	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002					
13. <i>Paratanytarsus grimmii</i> voucher To18	0,194	0,177	0,142	0,132	0,135	0,139	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000				
14. <i>Paratanytarsus lauterborni</i> _Hr1_9	0,178	0,184	0,020	0,094	0,098	0,020	0,156	0,156	0,156	0,156	0,154	0,156	0,156			
15. <i>Paratanytarsus lauterborni</i> _S2_2	0,166	0,176	0,125	0,118	0,123	0,125	0,116	0,116	0,116	0,116	0,118	0,116	0,116	0,135		
16. <i>Paratanytarsus lauterborni</i> voucher SOE95	0,199	0,210	0,168	0,179	0,187	0,166	0,191	0,191	0,191	0,191	0,189	0,191	0,191	0,171	0,161	

Tablo 3.16 : *Tanytarsus* cinsi için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Tanytarsus brundini</i> _S2_27				
2. <i>Tanytarsus mendax</i> _Gr1_21	0,135			
3. <i>Tanytarsus mendax</i> voucher To5	0,170	0,144		
4. <i>Tanytarsus pseudolestagei</i> _Y1_5	0,241	0,217	0,196	

*Macropelopia* (Tablo 3.2), *Ablabesmyia* (Tablo 3.3), *Zavreliomyia* (Tablo 3.4), *Cricotopus* (Tablo 3.5), *Orthocladius* (Tablo 3.6), *Psectrocladius* (Tablo 3.7), *Rheocricotopus* (Tablo 3.8), *Chironomus* (Tablo 3.11), *Cryptohironomus* (Tablo 3.9), *Dicrotendipes* (Tablo 3.10), *Endochironomus* (Tablo 3.12), *Polypedilum* (Tablo 3.13), *Micropsectra* (Tablo 3.14), *Paratanytarsus* (Tablo 3.15) ve *Tanytarsus* (Tablo 3.16) cinsleri için mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları ile K2P distance modeli kullanılarak hesaplanan pairwise nükleotid distance değerleri türlerarası nükleotid divergence değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Türlerarası nükleotid divergence ortalama, minimum ve maksimum değerleri, her bir cins içinde yer alan türlerdeki bireyler için yapılan ikili karşılaştırma sayıları ile birlikte Tablo 3.17’de verilmektedir.

Tablo 3.17 : Mitokondriyal *COI* gen bölgesi için K2P distance modeli kullanılarak hesaplanan türlerarası nükleotid divergence değerleri. (İkili Karşılaştırma Sayısı: Aynı cinste yer alan türlerin aynı ve/veya farklı coğrafyalardan elde edilen bireyleri arasındaki karşılaştırma sayısı)

Takson	İkili Karşılaştırma Sayısı	Ortalama	Minimum	Maksimum
<i>Macropelopia</i>	6	0,072	0,000	0,137
<i>Ablabesmyia</i>	28	0,120	0,000	0,166
<i>Zavreliomyia</i>	10	0,085	0,000	0,112
<i>Cricotopus</i>	1128	0,128	0,000	0,188
<i>Orthocladius</i>	6	0,123	0,105	0,132
<i>Psectrocladius</i>	21	0,081	0,000	0,158
<i>Rheocricotopus</i>	28	0,102	0,000	0,152
<i>Chironomus</i>	2081	0,144	0,000	0,221
<i>Cryptochironomus</i>	10	0,113	0,000	0,140
<i>Dicrotendipes</i>	3	0,168	0,158	0,186
<i>Endochironomus</i>	3	0,082	0,022	0,114
<i>Polypedilum</i>	28	0,143	0,002	0,198
<i>Micropsectra</i>	36	0,126	0,000	0,164
<i>Paratanytarsus</i>	120	0,122	0,000	0,210
<i>Tanytarsus</i>	6	0,184	0,135	0,241

Elde edilen verilere göre karşılaştırılan en fazla larva sayısı 79 larva ile *Chironomus* ve 48 larva ile *Cricotopus* cinslerinde iken, her iki cins için de elde edilen ortalama türlerarası nükleotid divergence değerleri sırasıyla 0,144 ve 0,128 olarak bulunmuştur. En fazla türlerarası farklılık ortalama 0,184 (0,135-0,241) ile *Tanytarsus* ve 0,168 (0,158-0,186) ile *Dicrotendipes* cinslerinde saptanmıştır. En düşük türlerarası farklılık ise ortalama 0,070 (0,000-0,134) ile *Macropelopia* ve 0,081 (0,000-0,158) ile *Psectrocladius* cinslerinde saptanmıştır.

Chironomidae familyasından *Ablabesmyia monilis* (4 larva), *Cricotopus bicinctus* (8 larva), *C. reversus* (5 larva), *C. sylvestris* (17 larva), *C. triannulatus* (6 larva), *Psectrocladius limbatellus* (5 larva), *Rheocricotopus atripes* (4 larva), *R. effusus* (4 larva), *Chironomus annularius* (6 larva), *C. bernensis* (3 larva), *C. luridus* (6 larva), *C. melanotus* (4 larva), *C. plumosus* (4 larva), *C. riparius* (14 larva), *Chironomus* sp. 2 (7 larva), *Chironomus* sp. 4 (5 larva), *C. tentans* (4 larva), *Polypedilum scalaenum* (3 larva), *Micropsectra atrofasciata* (3 larva), *M. recurvata* (5 larva), *Paratanytarsus dissimilis* (4 larva), *P. grimmii* (7 larva) ve *P. lauterborni* (3 larva) türleri için 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları ile K2P distance modeli kullanılarak pairwise distance ve türüçi nükleotid divergence değerleri hesaplanmıştır. Türler için elde edilen pairwise distance tabloları Tablo 3.18-3.40'ta verilmektedir.

Tablo 3.18 : *Ablabesmyia monilis* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Ablabesmyia monilis</i> _Gr1_14				
2. <i>Ablabesmyia monilis</i> _Gr1_30	0,000			
3. <i>Ablabesmyia monilis</i> voucher SOE10	0,112	0,112		
4. <i>Ablabesmyia monilis</i> voucher SOE9	0,112	0,112	0,004	

Tablo 3.19 : *Cricotopus bicinctus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. <i>Cricotopus bicinctus</i>								
2. <i>Cricotopus bicinctus</i> _09B2_3	0,093							
3. <i>Cricotopus bicinctus</i> _B4_19	0,096	0,006						
4. <i>Cricotopus bicinctus</i> _B4_24	0,096	0,006	0,004					
5. <i>Cricotopus bicinctus</i> _B6_1	0,087	0,006	0,008	0,008				
6. <i>Cricotopus bicinctus</i> _B6_22	0,089	0,004	0,006	0,006	0,002			
7. <i>Cricotopus bicinctus</i> _B6_6	0,089	0,008	0,006	0,006	0,006	0,004		
8. <i>Cricotopus bicinctus</i> _Ed3_4	0,093	0,004	0,002	0,002	0,006	0,004	0,004	

Tablo 3.20 : *Cricotopus reversus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5
1. <i>Cricotopus reversus</i> _A1_36					
2. <i>Cricotopus reversus</i> _B8_22	0,099				
3. <i>Cricotopus reversus</i> _C1_12	0,004	0,099			
4. <i>Cricotopus reversus</i> _C1_25	0,008	0,099	0,004		
5. <i>Cricotopus reversus</i> _Ed1_24	0,099	0,000	0,099	0,099	

Tablo 3.21 : *Cricotopus sylvestris* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. <i>Cricotopus sylvestris</i>																	
2. <i>Cricotopus sylvestris</i> _09H3_2	0,047																
3. <i>Cricotopus sylvestris</i> _09K_8	0,045	0,016															
4. <i>Cricotopus sylvestris</i> _09M3_1	0,047	0,018	0,002														
5. <i>Cricotopus sylvestris</i> _A1_1	0,049	0,020	0,008	0,010													
6. <i>Cricotopus sylvestris</i> _A1_12	0,049	0,020	0,008	0,010	0,000												
7. <i>Cricotopus sylvestris</i> _A1_23	0,049	0,020	0,008	0,010	0,000	0,000											
8. <i>Cricotopus sylvestris</i> _A1_3	0,049	0,020	0,008	0,010	0,000	0,000	0,000										
9. <i>Cricotopus sylvestris</i> _B8_1	0,049	0,020	0,008	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000									
10. <i>Cricotopus sylvestris</i> _B8_20	0,049	0,020	0,008	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
11. <i>Cricotopus sylvestris</i> _C1_118	0,042	0,022	0,010	0,012	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018						
12. <i>Cricotopus sylvestris</i> _C1_29	0,047	0,022	0,006	0,008	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,016					
13. <i>Cricotopus sylvestris</i> _C1_4	0,047	0,014	0,006	0,008	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,012	0,012					
14. <i>Cricotopus sylvestris</i> _C1_5	0,042	0,022	0,010	0,012	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,016	0,012				
15. <i>Cricotopus sylvestris</i> _C2_5	0,042	0,022	0,010	0,012	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,000	0,016	0,012	0,000			
16. <i>Cricotopus sylvestris</i> _Ed1_4	0,049	0,020	0,008	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,010	0,010	0,018	0,018		
17. <i>Cricotopus sylvestris</i> _Sk_6	0,049	0,020	0,008	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,010	0,010	0,018	0,018	0,000	

Tablo 3.22 : *Cricotopus triannulatus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6
1. <i>Cricotopus triannulatus</i>						
2. <i>Cricotopus triannulatus</i> _09B4_1	0,176					
3. <i>Cricotopus triannulatus</i> _09B5_1	0,176	0,004				
4. <i>Cricotopus triannulatus</i> _09B5_13	0,176	0,004	0,000			
5. <i>Cricotopus triannulatus</i> _C1_48	0,168	0,095	0,100	0,100		
6. <i>Cricotopus triannulatus</i> _Ed3_21	0,171	0,178	0,181	0,181	0,156	

Tablo 3.23 : *Psectrocladius limbatellus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5
1. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _B4_49					
2. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Ed1_14	0,028				
3. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Ed1_34	0,014	0,026			
4. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Sk_26	0,000	0,028	0,014		
5. <i>Psectrocladius limbatellus</i> _Ed1_31	0,012	0,024	0,006	0,012	

Tablo 3.24 : *Rheocricotopus atripes* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Rheocricotopus atripes</i> _S2_28				
2. <i>Rheocricotopus atripes</i> _S2_6		0,002		
3. <i>Rheocricotopus atripes</i> voucher SOE134	0,004	0,006		
4. <i>Rheocricotopus atripes</i> voucher SOE259	0,004	0,006	0,000	

Tablo 3.25 : *Rheocricotopus effusus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Rheocricotopus effusus</i> _S3_8				
2. <i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE396	0,152			
3. <i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE409	0,152	0,000		
4. <i>Rheocricotopus effusus</i> voucher SOE474	0,152	0,000	0,000	

Tablo 3.26 : *Chironomus annularius* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6
1. <i>Chironomus annularius</i>						
2. <i>Chironomus annularius</i> _B8_5	0,181					
3. <i>Chironomus annularius</i> _C1_69	0,038	0,163				
4. <i>Chironomus annularius</i> _Er2_31	0,028	0,173	0,018			
5. <i>Chironomus annularius</i> _Gr1_29	0,186	0,169	0,192	0,189		
6. <i>Chironomus annularius</i> _Y1_20	0,166	0,188	0,166	0,176	0,171	

Tablo 3.27 : *Chironomus bernensis* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3
1. <i>Chironomus bernensis</i>			
2. <i>Chironomus bernensis</i> _Er3_2	0,183		
3. <i>Chironomus bernensis</i> isolate SarMed	0,059	0,171	

Tablo 3.28 : *Chironomus luridus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6
1. <i>Chironomus luridus</i>						
2. <i>Chironomus luridus</i> _A1_15	0,149					
3. <i>Chironomus luridus</i> _B2_22	0,151	0,186				
4. <i>Chironomus luridus</i> _G1_9	0,147	0,186	0,144			
5. <i>Chironomus luridus</i> _H2_26	0,156	0,153	0,151	0,158		
6. <i>Chironomus luridus</i> _H2_5	0,158	0,156	0,153	0,161	0,002	

Tablo 3.29 : *Chironomus melanotus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Chironomus melanotus</i> _Er2_3				
2. <i>Chironomus melanotus</i> _Er2_6	0,000			
3. <i>Chironomus melanotus</i> _Gr3_34	0,168	0,168		
4. <i>Chironomus melanotus</i> _Gr3_41	0,166	0,166	0,014	

Tablo 3.30 : *Chironomus plumosus* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Chironomus plumosus</i>				
2. <i>Chironomus plumosus</i> isolate SarUz1	0,086			
3. <i>Chironomus plumosus</i> _K_4	0,083	0,038		
4. <i>Chironomus plumosus</i> voucher gg337	0,092	0,030	0,049	



Tablo 3.31 : *Chironomus riparius* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. <i>Chironomus riparius</i> _A1_38														
2. <i>Chironomus riparius</i> _B8_16	0,012													
3. <i>Chironomus riparius</i> _B8_6	0,012	0,000												
4. <i>Chironomus riparius</i> _B8_9	0,012	0,000	0,000											
5. <i>Chironomus riparius</i> _E1_1	0,010	0,002	0,002	0,002										
6. <i>Chironomus riparius</i> _E1_4	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002									
7. <i>Chironomus riparius</i> _E1_5	0,010	0,002	0,002	0,002	0,000	0,002								
8. <i>Chironomus riparius</i> _Gr3_36	0,014	0,010	0,010	0,010	0,008	0,010	0,008							
9. <i>Chironomus riparius</i> _Gr3_8	0,012	0,008	0,008	0,008	0,006	0,008	0,006	0,010						
10. <i>Chironomus riparius</i> _M3_27	0,012	0,008	0,008	0,008	0,006	0,008	0,006	0,002	0,008					
11. <i>Chironomus riparius</i> _S2_17	0,014	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,012	0,010	0,010				
12. <i>Chironomus riparius</i> voucher Chi2woS F05	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,010	0,008	0,008	0,002			
13. <i>Chironomus riparius</i> voucher ChiBlank F03	0,012	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,010	0,008	0,008	0,002	0,000		
14. <i>Chironomus thummi riparius</i>	0,016	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,006	0,014	0,012	0,012	0,006	0,004	0,004	

Tablo 3.32 : *Chironomus* sp. 2 için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7
1. <i>Chironomus</i> sp 2_B8_66							
2. <i>Chironomus</i> sp 2_C1_30	0,012						
3. <i>Chironomus</i> sp 2_C1_32	0,012	0,000					
4. <i>Chironomus</i> sp 2_C1_83	0,008	0,012	0,012				
5. <i>Chironomus</i> sp 2_E1_14	0,012	0,004	0,004	0,012			
6. <i>Chironomus</i> sp 2_M3_2	0,010	0,014	0,014	0,002	0,014		
7. <i>Chironomus</i> sp 2_M3_3	0,008	0,012	0,012	0,000	0,012	0,002	

Tablo 3.33 : *Chironomus* sp. 4 için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5
1. <i>Chironomus</i> sp 4_A1_22					
2. <i>Chironomus</i> sp 4_B8_4	0,171				
3. <i>Chironomus</i> sp 4_C1_91	0,020	0,156			
4. <i>Chironomus</i> sp 4_Er2_26	0,002	0,171	0,018		
5. <i>Chironomus</i> sp 4_Gr3_40	0,189	0,151	0,189	0,186	

Tablo 3.34 : *Chironomus tentans* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Chironomus tentans</i> _A1_13				
2. <i>Chironomus tentans</i> _B2_46	0,020			
3. <i>Chironomus tentans</i> _B2_47	0,010	0,010		
4. <i>Chironomus tentans</i> clone tent Sto	0,012	0,020	0,014	

Tablo 3.35 : *Polypedilum scalaenum* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3
1. <i>Polypedilum scalaenum</i> _B2_17			
2. <i>Polypedilum scalaenum</i> _K_20	0,002		
3. <i>Polypedilum scalaenum</i> voucher gg346	0,130	0,132	

Tablo 3.36 : *Micropsectra atrofasciata* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3
1. <i>Micropsectra atrofasciata</i> IS27			
2. <i>Micropsectra atrofasciata</i> _S2_3	0,154		
3. <i>Micropsectra atrofasciata</i> voucher To152	0,010	0,149	

Tablo 3.37 : *Micropsectra recurvata* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5
1. <i>Micropsectra recurvata</i> IS22					
2. <i>Micropsectra recurvata</i> _S2_25	0,152				
3. <i>Micropsectra recurvata</i> voucher To38	0,004	0,152			
4. <i>Micropsectra recurvata</i> _Y2_4	0,123	0,164	0,121		
5. <i>Micropsectra recurvata</i> _Y1_18	0,121	0,161	0,119	0,002	

Tablo 3.38 : *Paratanytarsus dissimilis* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4
1. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> _C1_95				
2. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> _Ed1_22	0,092			
3. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> _Gr1_27	0,094	0,008		
4. <i>Paratanytarsus dissimilis</i> voucher To316	0,008	0,090	0,092	

Tablo 3.39 : *Paratanytarsus grimmii* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3	4	5	6	7
1. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _09B2_13							
2. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _B6_21	0,000						
3. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _B7_1	0,000	0,000					
4. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _C2_33	0,000	0,000	0,000				
5. <i>Paratanytarsus grimmii</i> _H2_16	0,002	0,002	0,002	0,002			
6. <i>Paratanytarsus grimmii</i> PGs03T272	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002		
7. <i>Paratanytarsus grimmii</i> voucher To18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	

Tablo 3.40 : *Paratanytarsus lauterborni* için K2P distance metodu ile hesaplanmış pairwise nükleotid distance değerleri tablosu.

	1	2	3
1. <i>Paratanytarsus lauterborni</i> _Hr1_9			
2. <i>Paratanytarsus lauterborni</i> _S2_2	0,135		
3. <i>Paratanytarsus lauterborni</i> voucher SOE95	0,171	0,161	

Tablo 3.18-3.40’da verilen, mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları ile K2P distance modeli kullanılarak hesaplanan pairwise nükleotid distance değerleri türüçi nükleotid divergence değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Türüçi nükleotid divergence değerlerinin ortalama, minimum ve maksimum sekans farklılıkları, her

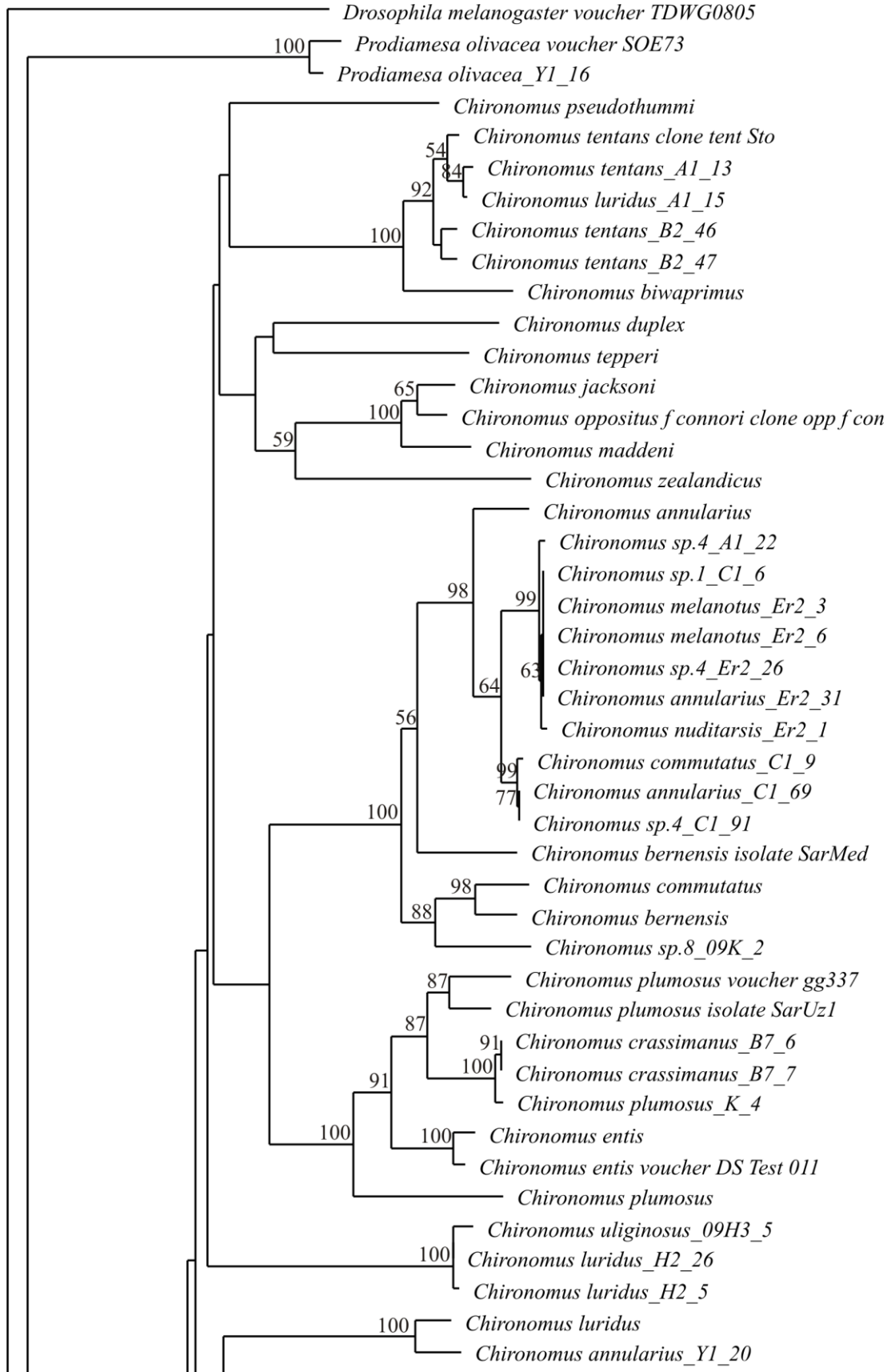
bir birey için yapılan ikili karşılaştırma sayıları ile birlikte Tablo 3.41’de verilmektedir. Elde edilen verilere göre karşılaştırılan en fazla larva sayısı 17 larva ile *Cricotopus sylvestris* ve 14 larva ile *Chironomus riparius* türlerinde iken her iki tür için de elde edilen ortalama türüçi nükleotid divergence değerleri (sırasıyla 0,014 ve 0,006) diğer türlere oranla oldukça düşük olarak bulunmuştur. En fazla türüçi farklılık ortalama 0,156 (0,135-0,171) ile *Paratanytarsus lauterborni*, 0,147 (0,018-0,192) ile *Chironomus annularius* ve 0,147 (0,002-0,186) ile *Chironomus luridus*’ta saptanmıştır. En düşük türüçi farklılık ise ortalama 0,001 (0,000-0,002) ile *Paratanytarsus grimmii*, 0,004 (0,000-0,006) ile *Rheocricotopus atripes* ve 0,006 (0,000-0,016) ile *Chironomus riparius*’ta saptanmıştır.

Tablo 3.41 : Mitokondriyal *COI* gen bölgesi için K2P distance modeli kullanılarak hesaplanan türüçi nükleotid divergence değerleri. (İkili Karşılaştırma Sayısı: Aynı türün aynı ve/veya farklı coğrafyalardan elde edilen bireyleri arasındaki karşılaştırma sayısı)

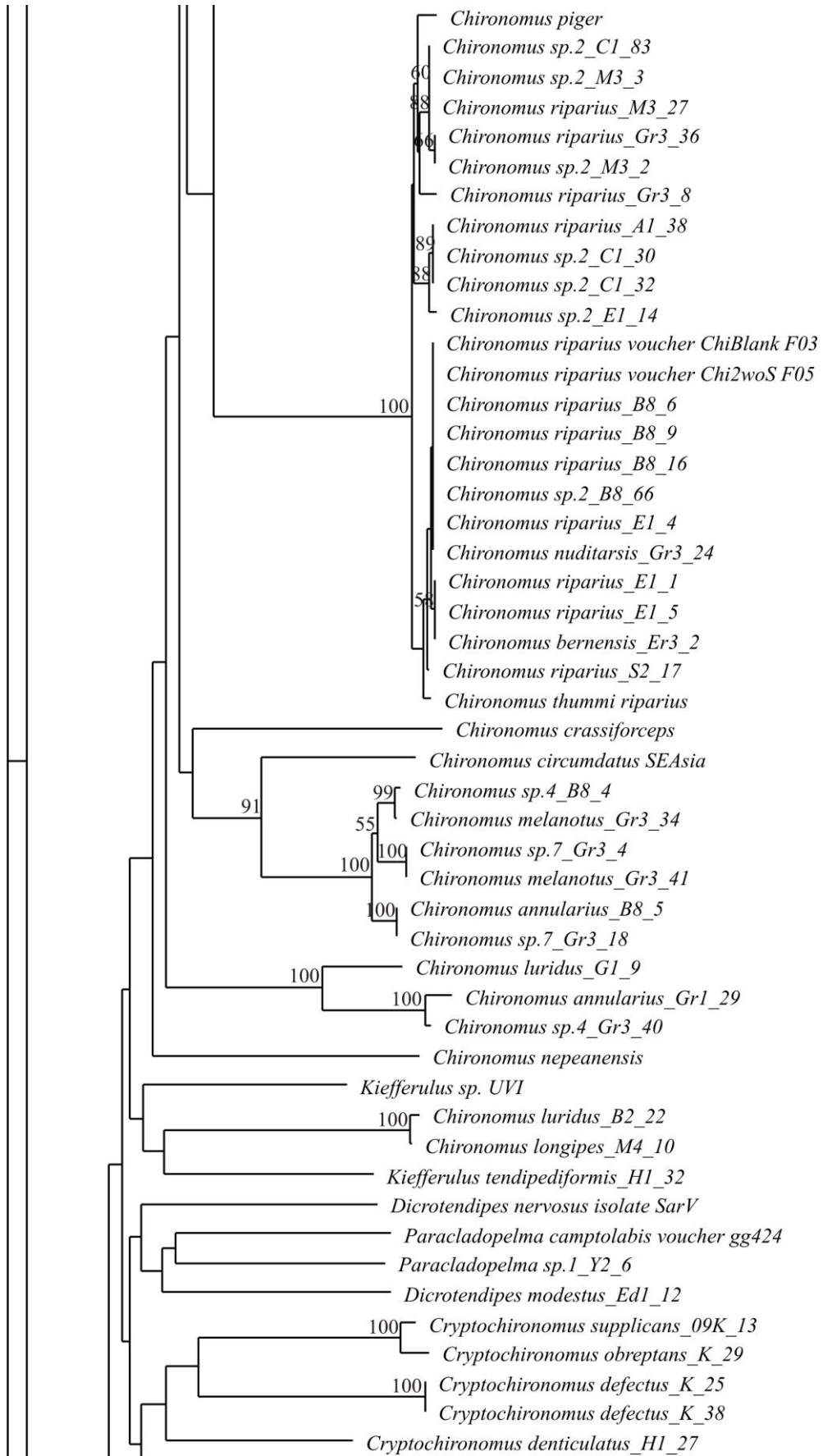
Takson	İkili Karşılaştırma Sayısı	Ortalama	Minimum	Maksimum
<i>Ablabesmyia monilis</i>	6	0,075	0,000	0,102
<i>Cricotopus bicinctus</i>	28	0,027	0,002	0,096
<i>Cricotopus reversus</i>	10	0,061	0,000	0,099
<i>Cricotopus sylvestris</i>	136	0,014	0,000	0,049
<i>Cricotopus triannulatus</i>	15	0,124	0,000	0,181
<i>Psectrocladius limbatellus</i>	10	0,016	0,000	0,028
<i>Rheocricotopus atripes</i>	6	0,004	0,000	0,006
<i>Rheocricotopus effusus</i>	6	0,076	0,000	0,152
<i>Chironomus annularius</i>	15	0,147	0,018	0,192
<i>Chironomus bernensis</i>	3	0,138	0,059	0,183
<i>Chironomus luridus</i>	15	0,147	0,002	0,186
<i>Chironomus melanotus</i>	6	0,114	0,000	0,168
<i>Chironomus plumosus</i>	6	0,063	0,030	0,092
<i>Chironomus riparius</i>	91	0,006	0,000	0,016
<i>Chironomus sp. 2</i>	21	0,009	0,000	0,014
<i>Chironomus sp. 4</i>	10	0,125	0,002	0,189
<i>Chironomus tentans</i>	6	0,014	0,010	0,020
<i>Polypedilum scalaenum</i>	3	0,088	0,002	0,132
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	3	0,104	0,010	0,154
<i>Micropsectra recurvata</i>	10	0,112	0,002	0,164
<i>Paratanytarsus dissimilis</i>	6	0,064	0,008	0,094
<i>Paratanytarsus grimmii</i>	21	0,001	0,000	0,002
<i>Paratanytarsus lauterborni</i>	3	0,156	0,135	0,171

### 3.1.1.2. Neighbour-joining (NJ) analizleri

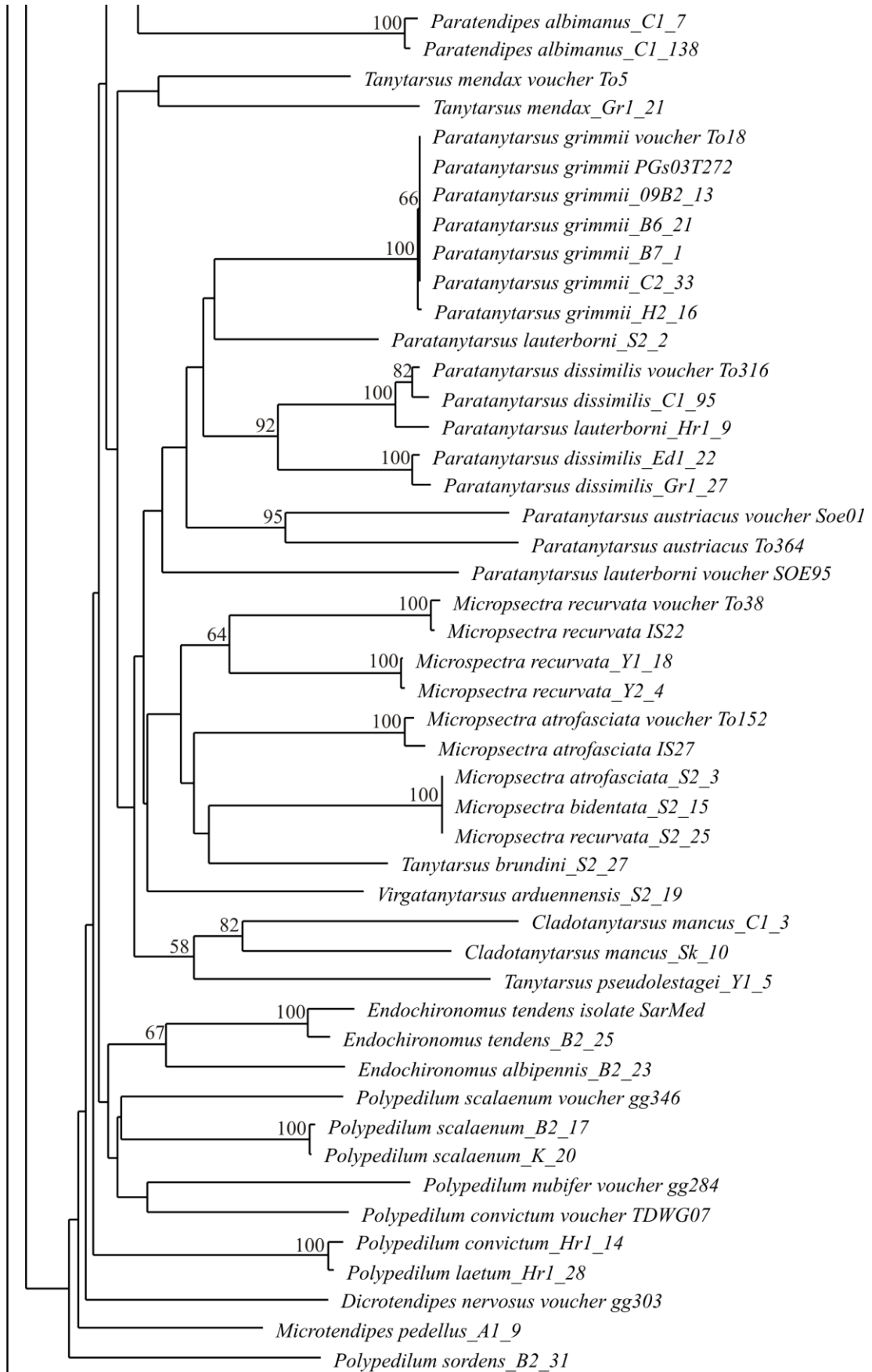
Göllerde yapılan arazi çalışmaları sonucu elde edilen ve tür teşhisleri yapılan 160 larvanın mitokondriyal *COI* sekansları, Tablo 2.5'te yer alan gen bankasından elde edilen 71 larvaya ait mitokondriyal *COI* sekansları ile birlikte materyal ve metotta bahsedildiği gibi MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak hizalanmış ve göz ile boşlukların oluşup oluşmadığı kontrol edilmiştir. Hizalanan toplam 231 larvaya ait her biri 512 nükleotidden oluşan mitokondriyal *COI* sekansları filogenetik analizlerde NJ ağaçlarının oluşturulmasında kullanılmıştır. Yapılan analizlerde, gen bankasından elde edilen *Drosophila melanogaster* (voucher TDWG0805) mitokondriyal *COI* gen bölgesinin sekansı dışgrup olarak kullanılmıştır. K2P distance modeli kullanılarak PAUP \*4.0b10 ile yapılan NJ analizlerinde elde edilen ağaçların dal güvenilirlikleri 1000 bootstraplı full heuristic search ile elde edilmiştir. NJ analizlerinde elde edilen filogenetik ağaç dalların üzerinde yazan bootstrap değerleri ile birlikte Şekil 3.1'de verilmektedir.



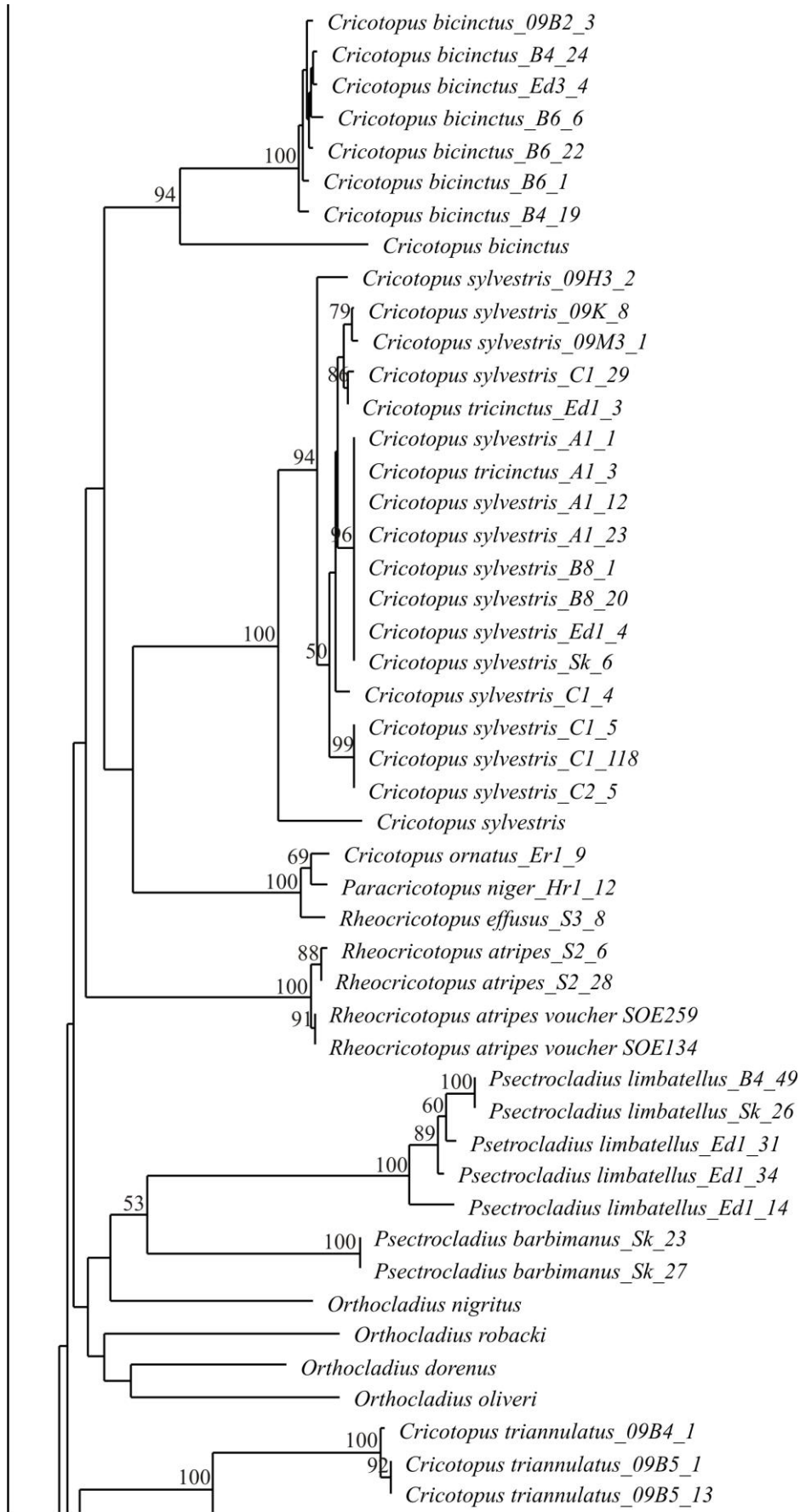
Şekil 3.1 : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen NJ ağacı.



Şekil 3.1 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen NJ ağacı.

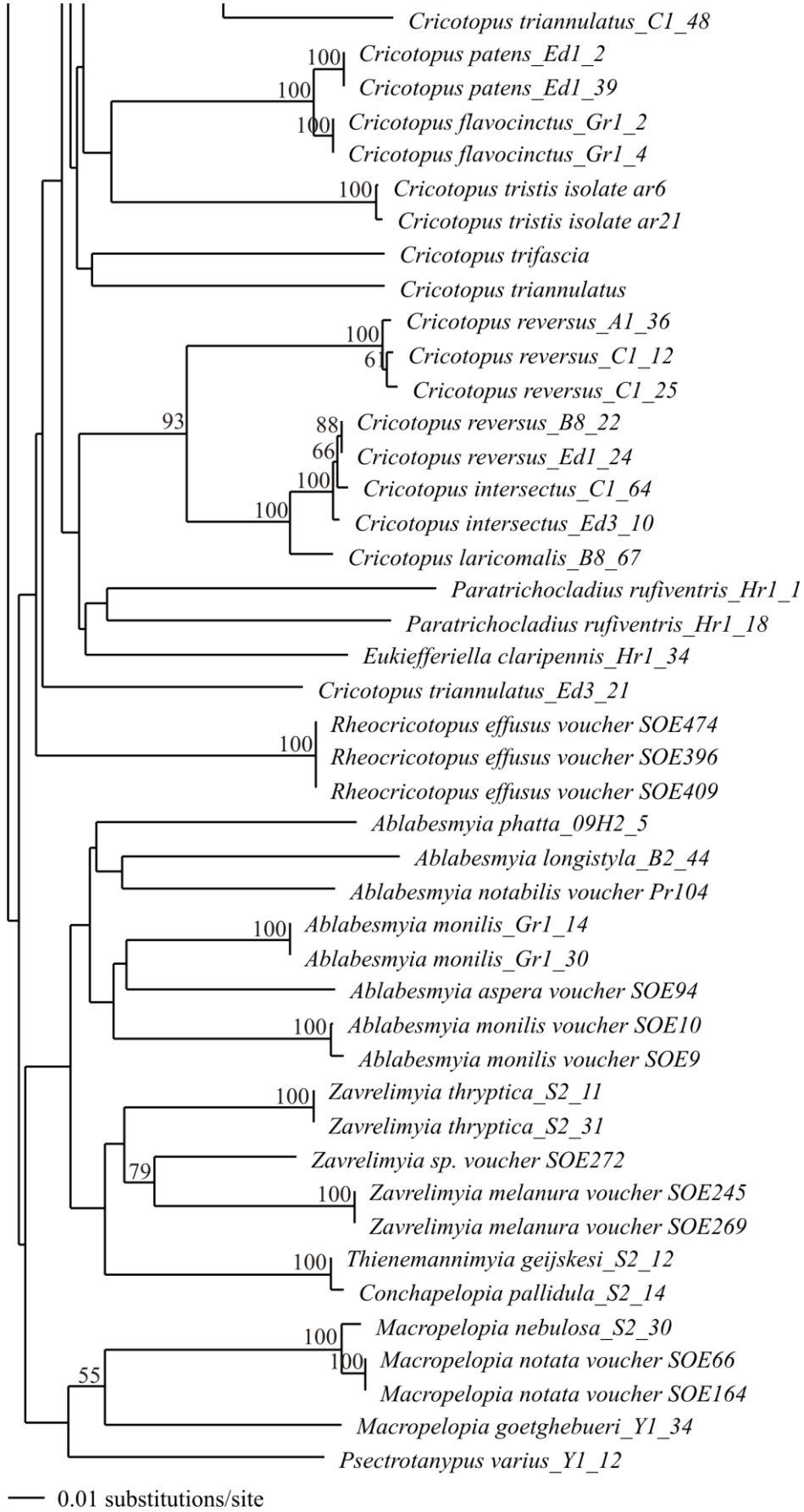


Şekil 3.1 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen NJ ağacı.



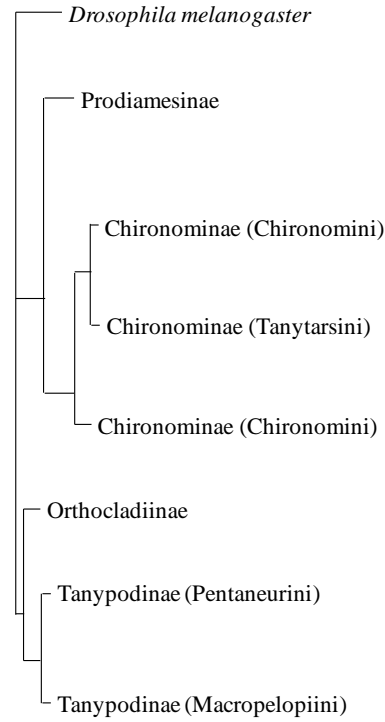
Şekil 3.1 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen NJ ağacı.





Şekil 3.1 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen NJ ağacı.

Mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları kullanılarak yapılan filogenetik analizlerde elde edilen NJ ağacının Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae ve Chironominae alt familyalarını ayırabildiği görülmektedir (Şekil 3.2). Ağacın kökünü oluşturan *Drosophila melanogaster*'den ayrılan ana dallar Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae ve Chironominae alt familyalarında yer alan türlerin bulunduğu grupları oluşturmaktadır. *Drosophila melanogaster*'den ayrılan iki ana daldan biri Prodiamesinae ve Chironominae alt familyalarında yer alan türlere dallanırken diğer ana dal Tanypodinae ve Orthoclaadiinae alt familyalarında yer alan türlere dallanmaktadır. Elde edilen NJ ağacının, alt familyaları ayırabilmesinin yanı sıra alt familyalarda yer alan tribusları ve bu tribuslarda yer alan cinsleri de gruplandırabildiği görülmektedir.



Şekil 3.2 : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacının genel görünümü.

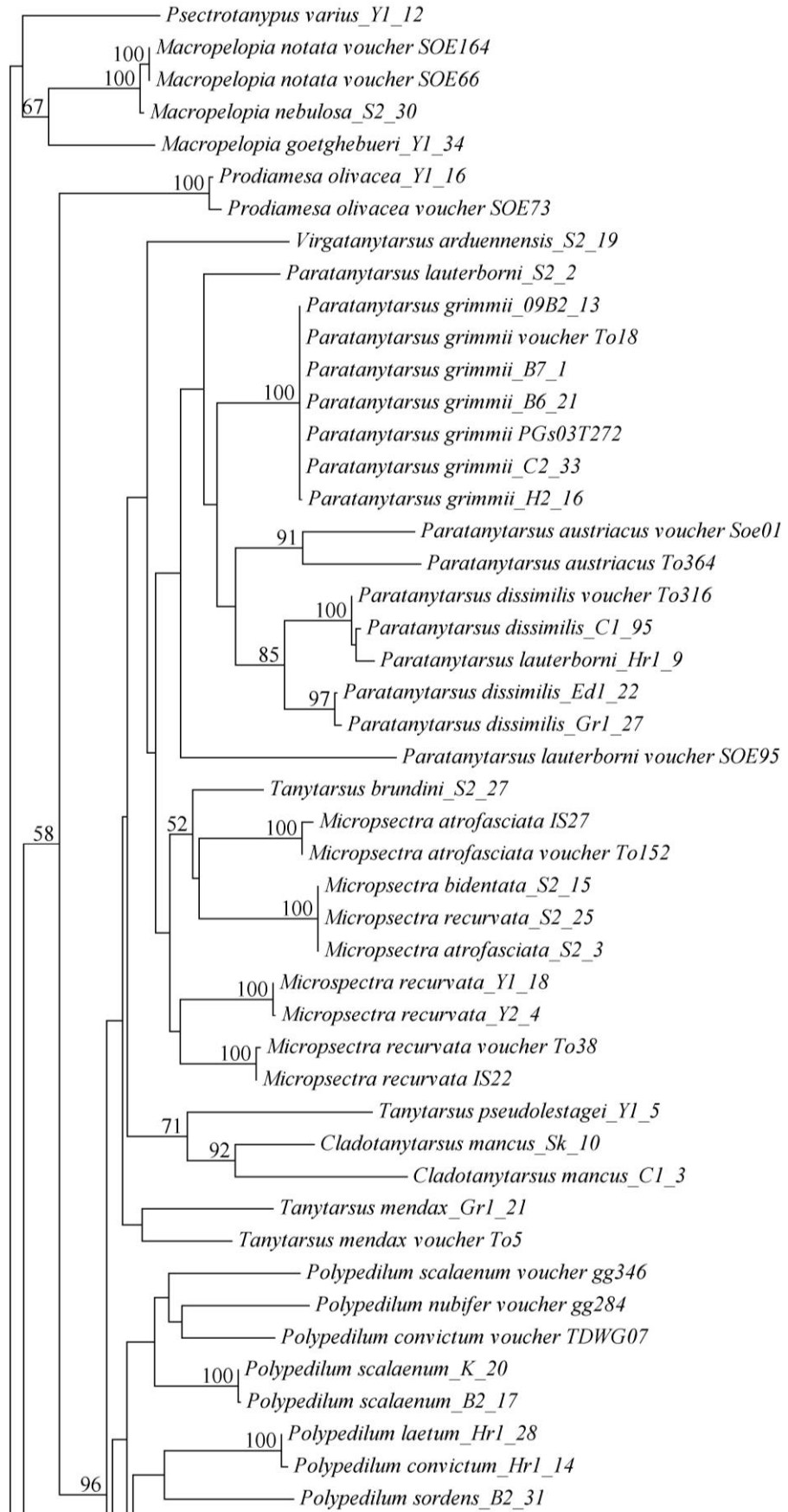
Ağacın bazalından dallanan ilk grup Tanypodinae ve Orthoclaadiinae alt familyalarına dallanırken, Tanypodinae alt familyasını içeren grupta iki dallanmadan biri *Macropelopia* ve *Psectrotanypus* cinslerini içeren Macropelopiini tribusunu, diğeri ise *Ablabesmyia*, *Conchapelopia*, *Thienemannimyia* ve *Zavrelimyia* cinslerini içeren Pentaneurini tribusunu oluşturmaktadır. Bununla birlikte, Tanypodinae alt familyasından *Ablabesmyia*, *Zavrelimyia* ve *Macropelopia* cinsleri monofiletik cinsler oluşturmuştur. Orthoclaadiinae alt familyasında yer alan gruplardan ise

*Psectrocladius* cinsi *Orthocladius* cinsine yakın ve monofiletik bir grup oluştururken, diğer cinsler karışık gruplar oluşturmuştur. Ayrıca, *Cricotopus bicinctus*, *Cricotopus sylvestris*, *Cricotopus patens*, *Cricotopus flavocinctus*, *Rhecricotopus atripes*, *Psectrocladius barbimanus* ve *Psectrocladius limbatellus* monofiletik tür grupları meydana getirmiştir.

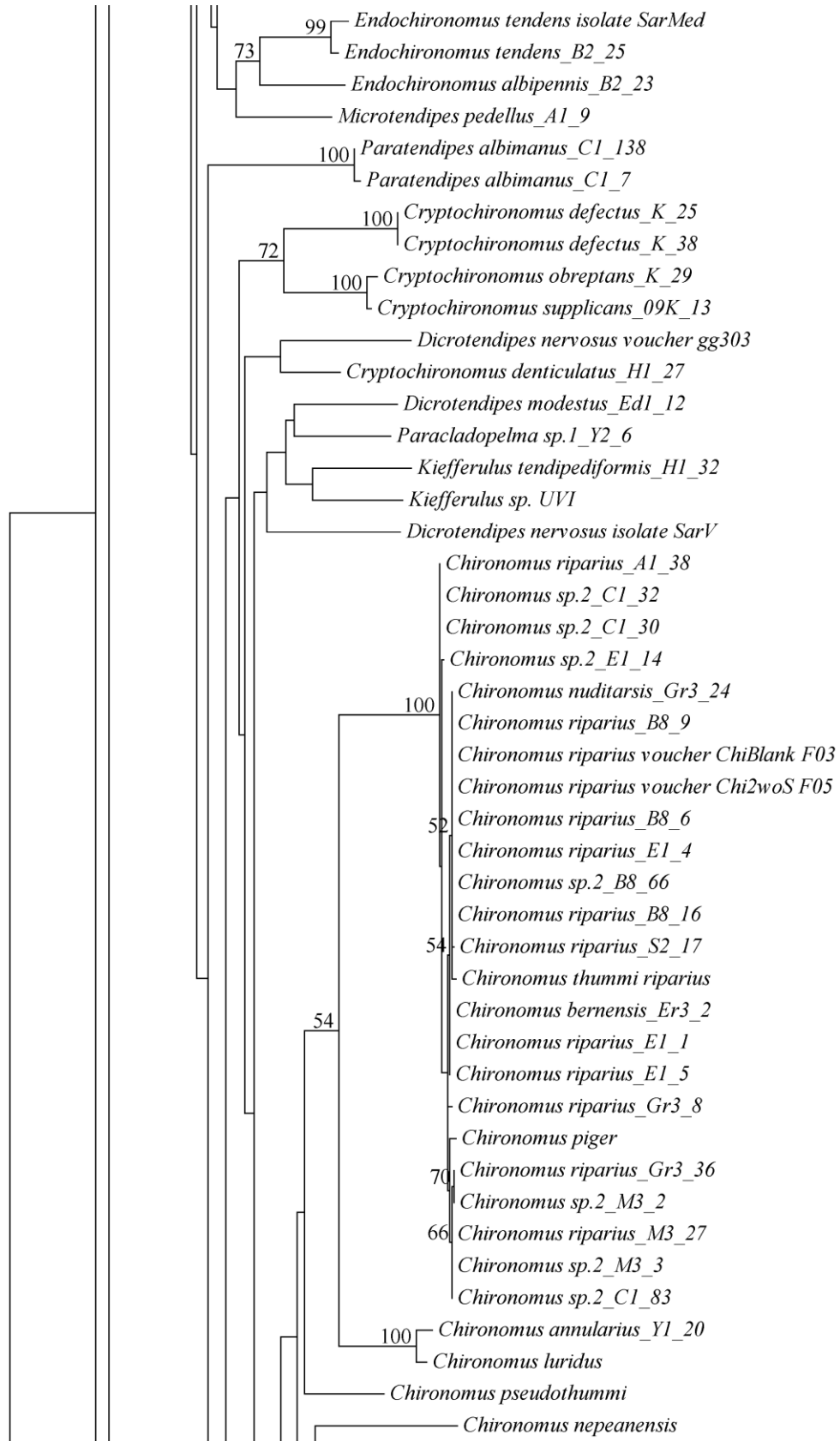
Ağacın bazalından dallanan diğer grup ise Chironominae ve Prodiamesinae alt familyalarına dallanırken, Chironominae alt familyasını içeren grupta *Cladotanytarsus*, *Micropsectra*, *Paratanytarsus*, *Tanytarsus* ve *Virgatanytarsus* cinslerini içeren Tanytarsini tribusu *Chironomus*, *Cryptochironomus*, *Dicrotendipes*, *Endochironomus*, *Kiefferulus*, *Microtendipes*, *Paracladopelma*, *Paratendipes* ve *Polypedilum* cinslerini içeren Chironomini tribusundan ayrı bir grup oluşturmuştur. *Paratanytarsus* ve *Cryptochironomus* cinsleri monofiletik gruplar oluşturken diğer cinsler karışık gruplar meydana getirmiştir. Ayrıca NJ analizleri sonucu elde edilen filogenetik ağaç, Beyşehir, Çıldır ve Hazar göllerinden toplanan ve gen bankasından elde edilen *Paratanytarsus grimmi* bireylerinin Salda Gölü'nden toplanan *Paratanytarsus lauterborni*'den ayrılmış monofiletik bir tür grubu olduğunu göstermektedir. Salda Gölü'nden toplanan Chironomidae'lerden *Tanytarsus brundini* ise *Micropsectra* cinsinin içinde yer almıştır.

### 3.1.1.3. Maksimum likelihood (ML) analizleri

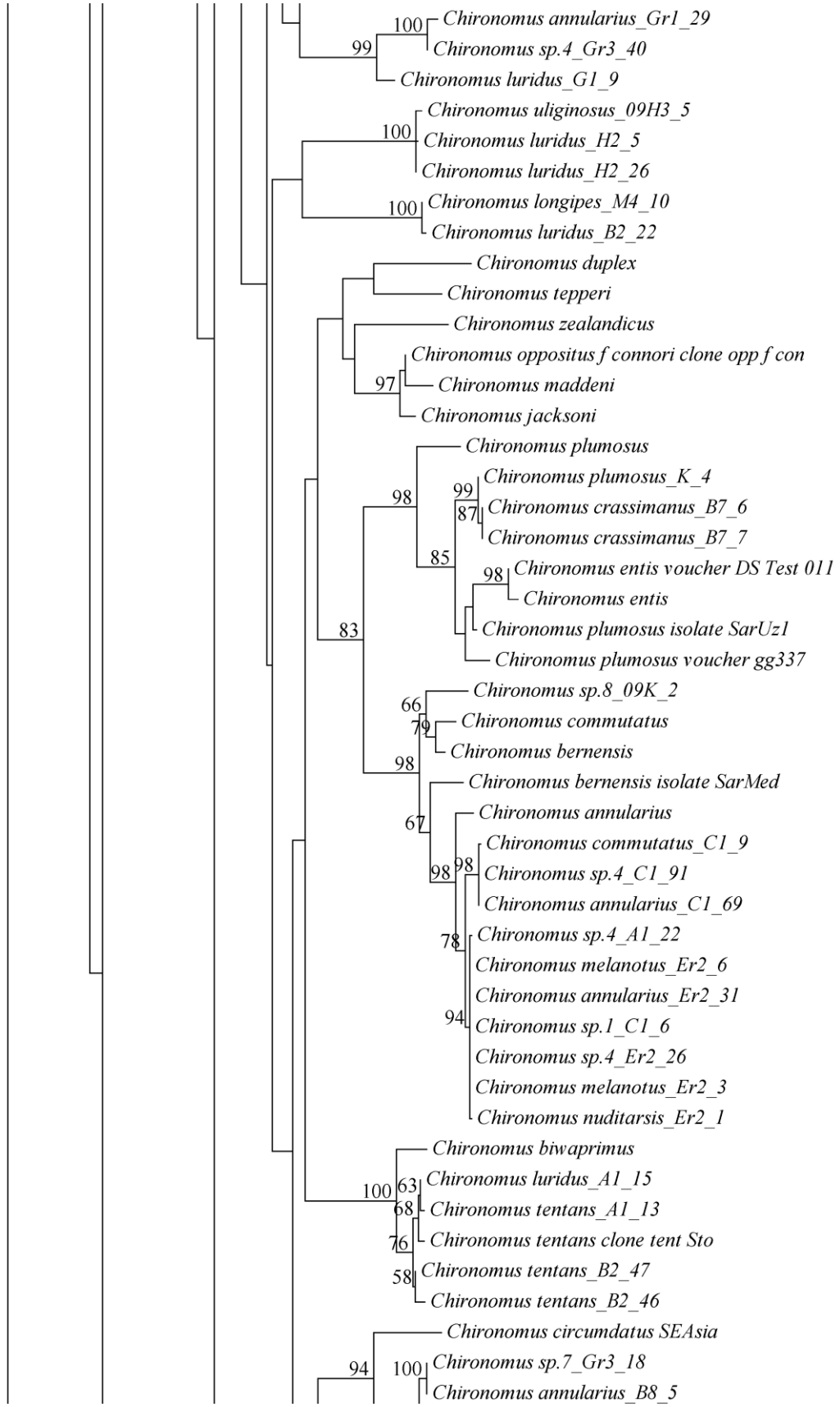
Göllerde yapılan arazi çalışmaları sonucu elde edilen ve tür teşhisleri yapılan 160 larvanın mitokondriyal *COI* sekansları, Tablo 2.5'te yer alan gen bankasından elde edilen 71 larvaya ait mitokondriyal *COI* sekansları ile birlikte materyal ve metotta bahsedildiği gibi MEGA 5 Beta #7 programı kullanılarak hizalanmış ve göz ile boşlukların oluşup oluşmadığı kontrol edilmiştir. Hizalanan toplam 231 larvaya ait her biri 512 nükleotidden oluşan mitokondriyal *COI* sekansları filogenetik analizlerde ML ağaçlarının oluşturulmasında kullanılmıştır. Yapılan analizlerde *Drosophila melanogaster* (voucher TDWG0805) mitokondriyal *COI* gen bölgesinin sekansı dışgrup olarak kullanılmıştır. ML ağaçları RAXMLGUI1.0 programı kullanılarak GTRGAMMA modeliyle elde edilmiştir. ML ağaçlarının dal güvenilirlikleri ise 1000 bootstrapla hesaplanmıştır. ML analizlerinde elde edilen filogenetik ağaç dalların üzerinde yazan bootstrap değerleri ile birlikte Şekil 3.3'te verilmektedir.



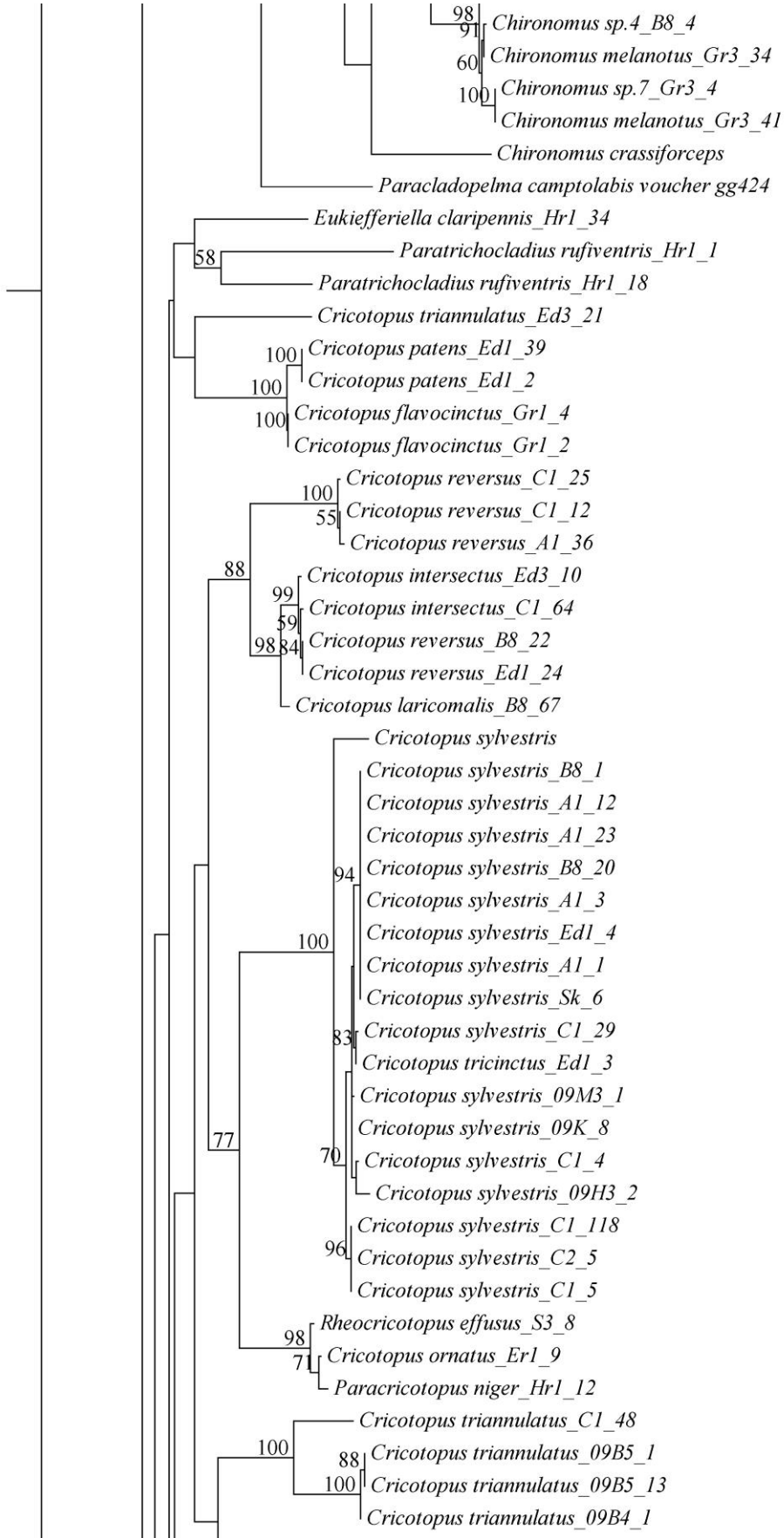
Şekil 3.3 : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen ML ağacı.



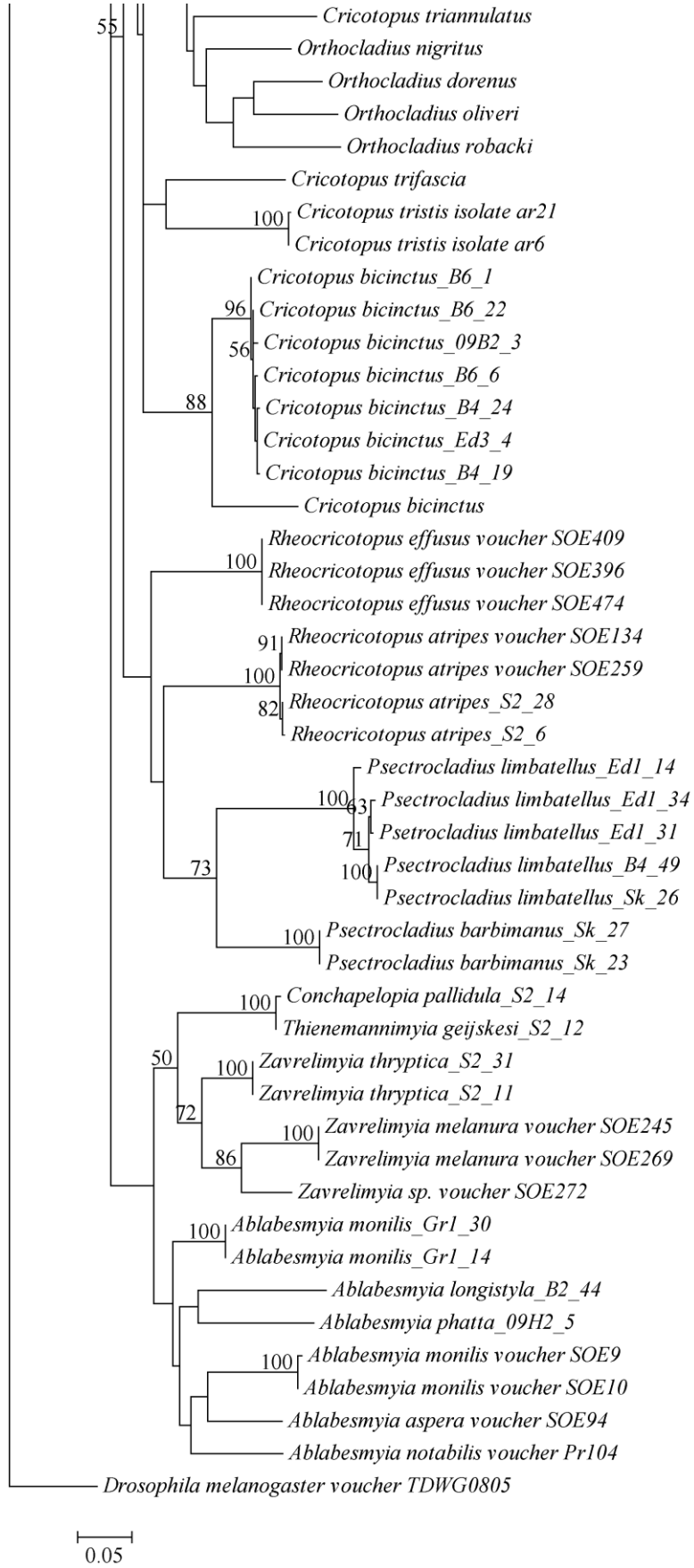
Şekil 3.3 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen ML ağacı.



Şekil 3.3 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen ML ağacı.



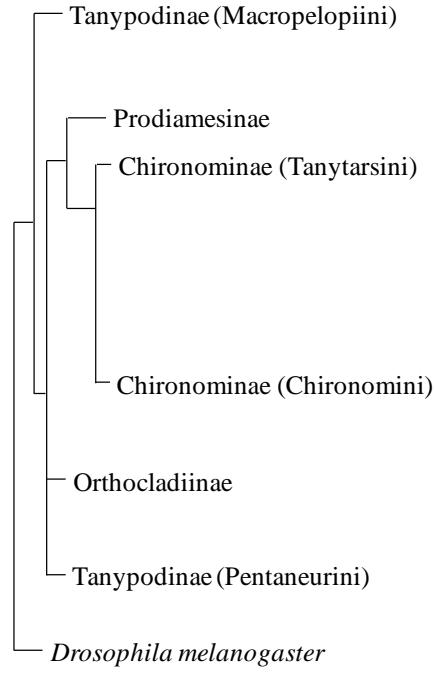
Şekil 3.3 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen ML ağacı.



Şekil 3.3 : (devamı) 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal COI sekansları ile elde edilen ML ağacı.



Mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları kullanılarak yapılan filogenetik analizlerde elde edilen ML ağacının Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae ve Chironominae alt familyalarını ayırabildiği görülmektedir (Şekil 3.4). Ağacın kökünü oluşturan *Drosophila melanogaster*'den ayrılan ana dallar Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae ve Chironominae alt familyalarında yer alan türlerin bulunduğu grupları oluşturmaktadır. Elde edilen ML ağacının, alt familyaları ayırabilmesinin yanı sıra alt familyalarda yer alan tribusları ve bu tribuslarda yer alan cinsleri de gruplandırabildiği görülmektedir.



Şekil 3.4 : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen ML ağacının genel görünümü.

Ağacın bazalından dallanan ilk grup Tanypodinae ve Orthoclaadiinae alt familyalarına dallanırken, Tanypodinae alt familyasından *Macropelopia* ve *Psectrotanypus* cinslerini içeren Macropelopiini tribusunu oluştururken, diğer bir dallanma *Ablabesmyia*, *Conchapelopia*, *Thienemannimyia* ve *Zavreliomyia* cinslerini içeren Pentaneurini tribusunu oluşturmaktadır. Bununla birlikte, *Ablabesmyia*, *Zavreliomyia* ve *Macropelopia* cinsleri monofiletik cinsler oluşturmuştur. Orthoclaadiinae alt familyasında yer alan gruplardan *Psectrocladius* cinsi *Rheocricotopus* cinsine yakın monofiletik bir grup oluştururken diğer cinsler karışık gruplar meydana getirmiştir. *Cricotopus bicinctus*, *Cricotopus sylvestris*, *Cricotopus patens*, *Cricotopus flavocinctus*, *Rheocricotopus atripes*, *Psectrocladius barbimanus* ve *Psectrocladius*

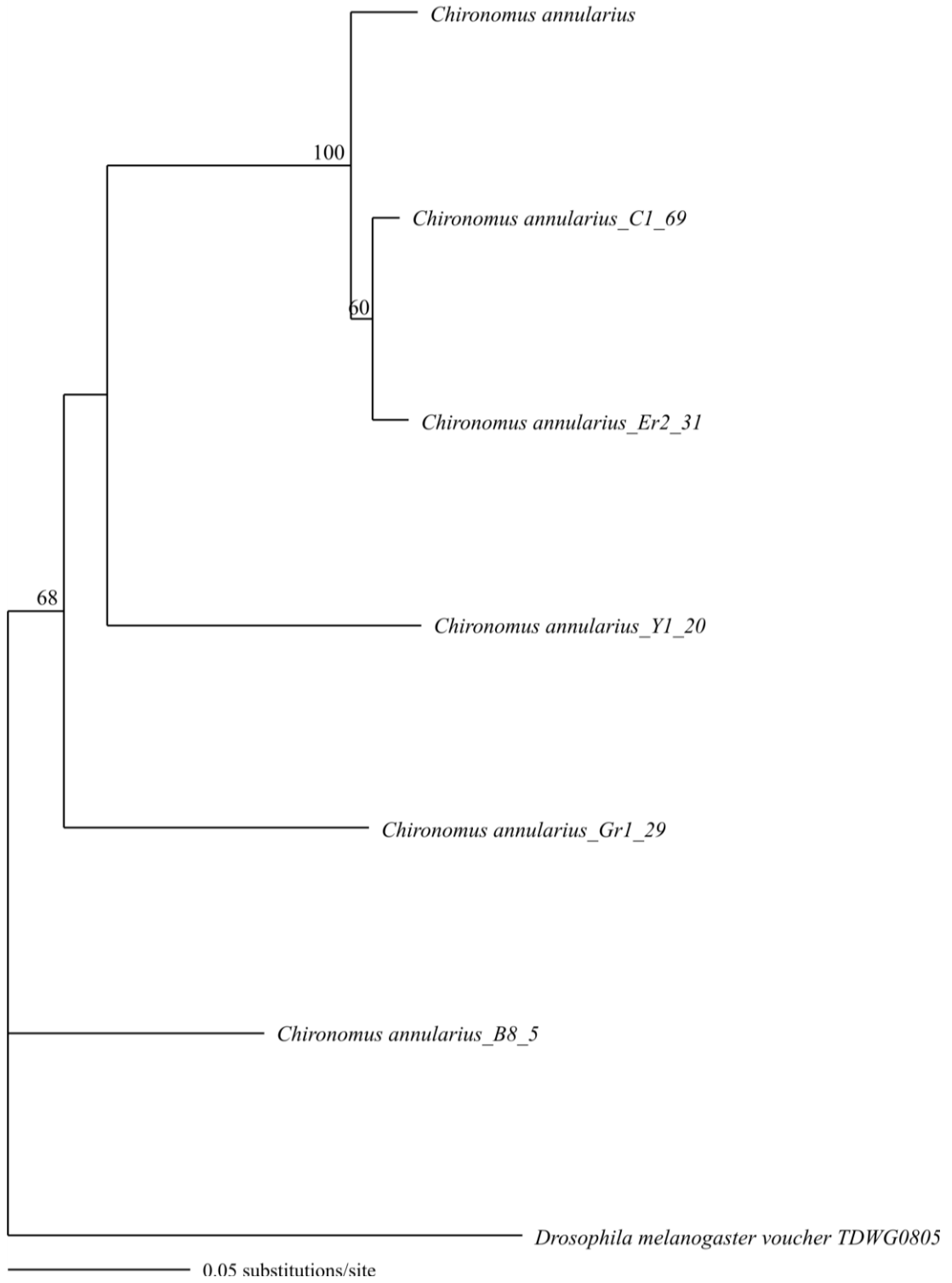
*limbatellus* ise monofiletik tür grupları meydana getirmiştir. Ayrıca, *Orthocladius* cinsi ise *Cricotopus triannulatus*'tan ayrılmış görünmektedir.

ML ağacında Chironominae alt familyası Prodiamesinae alt familyasından dallanırken, Chironominae alt familyasını içeren gruptan oluşan iki dallanmadan biri *Cladotanytarsus*, *Micropsectra*, *Paratanytarsus*, *Tanytarsus* ve *Virgatanytarsus* cinslerinin dahil olduğu Tanytarsini tribusunu içeren grubu, diğeri ise *Chironomus*, *Cryptochironomus*, *Dicrotendipes*, *Endochironomus*, *Kiefferulus*, *Microtendipes*, *Paracladopelma*, *Paratendipes* ve *Polypedilum* cinslerinin dahil olduğu Chironomini tribusunu içeren grubu meydana getirmiştir. Ayrıca, *Paratanytarsus* ve *Chironomus* cinsleri monofiletik gruplar oluşturmuştur. ML analizleri sonucu elde edilen filogenetik ağaçta Beyşehir, Çıldır ve Hazar göllerinden toplanan ve gen bankasından elde edilen *Paratanytarsus grimmi* bireylerinin Salda Gölü'nden toplanan *Paratanytarsus lauterborni*'den ayrılmış monofiletik bir tür grubu olduğunu göstermektedir. Salda Gölü'nden toplanan Chironomidae'lerden *Tanytarsus brundini* ise *Micropsectra* cinsinin içinde yer almıştır.

### **3.1.2. Chironomidae familyasının zoocoğrafik dağılımı**

#### **3.1.2.1. *Chironomus annularius***

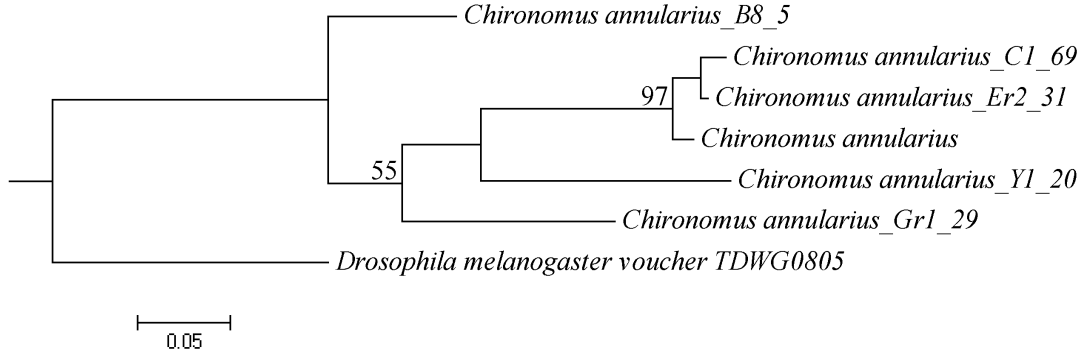
Arazi çalışmalarımız süresince Çıldır, Erçek, Çernek, Beyşehir gölleri ile Yedigöller'den toplanan larvalardan *Chironomus annularius* türüne ait 5 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı, gen bankasından elde edilen *D. melanogaster* (voucher TDWG0805) ve *C. annularius*'un mitokondriyal *COI* sekansları ile birlikte filogenetik ilişkilerin saptanmasında kullanılmıştır. *D. melanogaster* (voucher TDWG0805)'in mitokondriyal *COI* sekansı NJ ve ML ağaçlarının oluşturulmasında dışgrup olarak kullanılmıştır. Toplam 7 sekansın kullanıldığı filogenetik analizlerde NJ ağaçlarının oluşturulmasında K2P distance modeli kullanılmış ve filogenetik ağaçların dal güvenilirlikleri 1000 bootstraplı full heuristic search ile analiz edilmiştir. ML ağaçlarının dal güvenilirlikleri ise 1000 bootstrapla elde edilmiştir. Elde edilen NJ ve ML ağaçları dalların üzerinde yer alan bootstrap değerleri ile birlikte sırasıyla Şekil 3.5 ve 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.5 : 6 *Chironomus annularius* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacı.

Çıldır, Erçek, Çernek, Beyşehir gölleri ile Yedigöller'den toplanan *C. annularius* türüne ait 5 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı ile elde edilen NJ ve ML ağaçlarında aynı topolojiler elde edilmiştir. Her iki filogenetik ağacın bazalında Beyşehir Gölü'nden toplanan larva yer alırken Çernek ve Yedigöllerden

toplanan larvaların bunu takip ettiği Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Çıldır ve Erçek göllerinden toplanan larvaların ise Palearktik bölgeden toplanan *C. annularius*'a daha yakın olduğu ve ondan ayrıldığı görülmektedir.



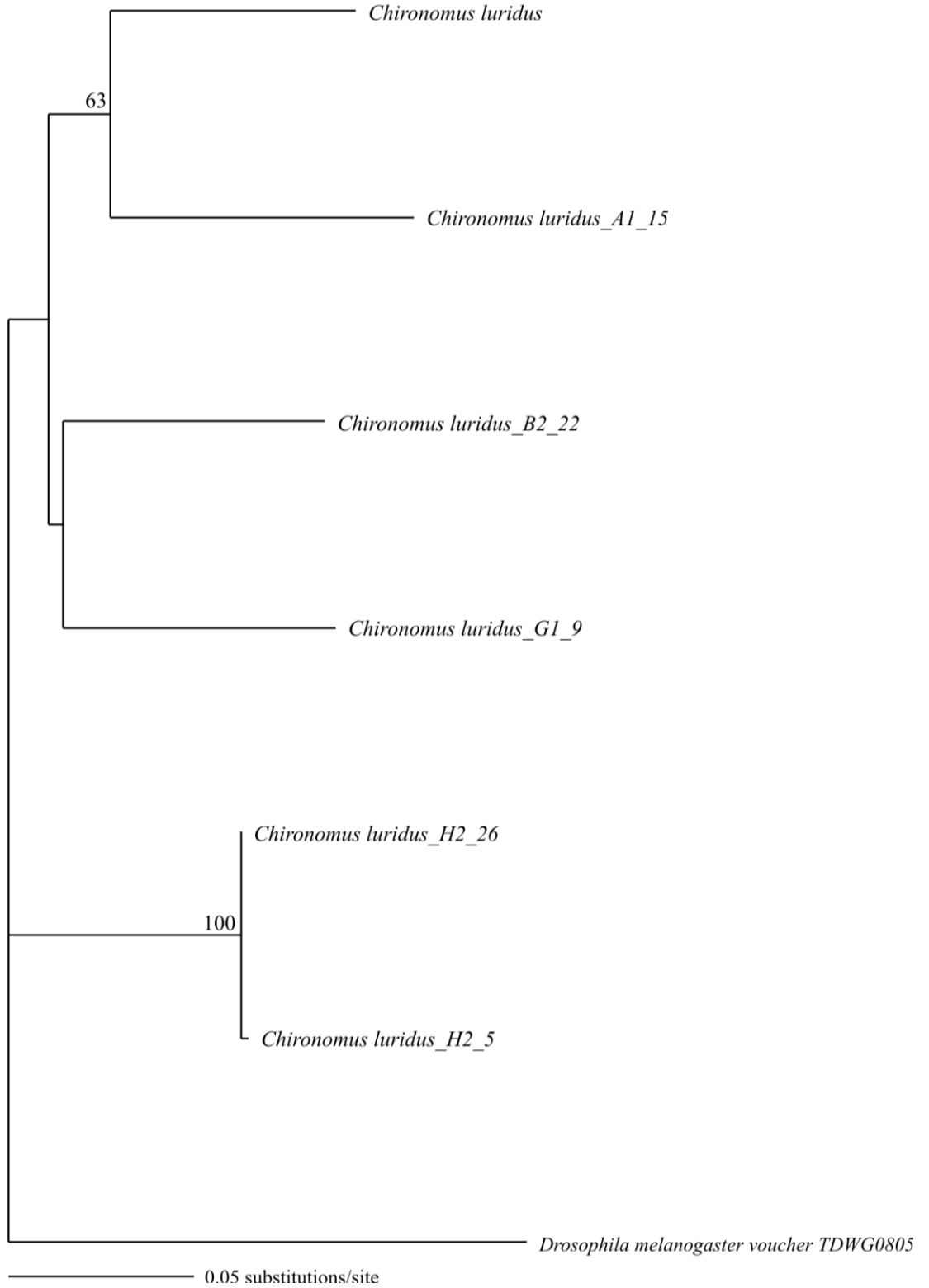
Şekil 3.6 : 6 *Chironomus annularius* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen ML ağacı.

### 3.1.2.2. *Chironomus luridus*

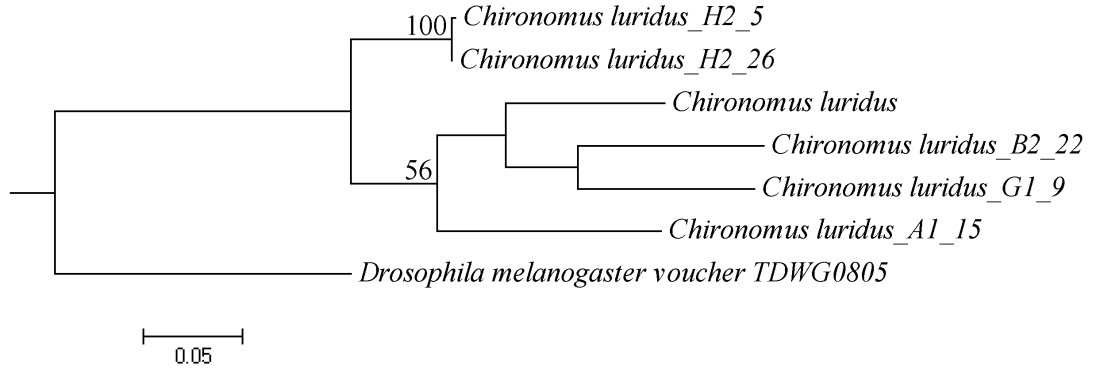
Arazi çalışmalarımız süresince Aygır, Hazar, Beyşehir ve Gala göllerinden toplanan larvalardan *Chironomus luridus* türüne ait 5 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı, gen bankasından elde edilen *D. melanogaster* (voucher TDWG0805) ve *C. luridus*'un mitokondriyal *COI* sekansları ile birlikte filogenetik ilişkilerin saptanmasında kullanılmıştır. *D. melanogaster* (voucher TDWG0805)'in mitokondriyal *COI* sekansı NJ ve ML ağaçlarının oluşturulmasında dışgrup olarak kullanılmıştır. Toplam 7 sekansın kullanıldığı filogenetik analizlerde NJ ağaçlarının oluşturulmasında K2P distance modeli kullanılmış ve filogenetik ağaçların dal güvenilirlikleri 1000 bootstraplı full heuristic search ile analiz edilmiştir. ML ağaçlarının dal güvenilirlikleri ise 1000 bootstrapla elde edilmiştir. Elde edilen NJ ve ML ağaçları dalların üzerinde yer alan bootstrap değerleri ile birlikte sırasıyla Şekil 3.7 ve 3.8'de verilmiştir.

Aygır, Hazar, Beyşehir ve Gala göllerinden toplanan *C. luridus* türüne ait 5 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı ile elde edilen NJ ve ML ağaçlarında benzer topolojiler elde edilmiştir. ML ağacında kökten ayrılan iki daldan biri Hazar Gölü'nden toplanan larvaları oluştururken diğer dal önce Aygır Gölü'nden toplanan larvayı sonra Palearktik bölgeden toplanan larva ile Çernek ve Beyşehir göllerinden toplanan larvaları oluşturmaktadır. NJ ağacında da oluşan iki gruptan biri Hazar Gölü'nden toplanan larvaları oluşturmakta diğeri ise Beyşehir ve Çernek gölleri ile Aygır Gölü ve Palearktik bölgeden toplanan larvaları oluşturmaktadır. Özellikle NJ

ağacında Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Aygır Gölü'nden toplanan larvanın Paleartik bölgeden toplanan *C. luridus*'a daha yakın olduğu ve ondan ayrıldığı görülmektedir.



Şekil 3.7 : 6 *Chironomus luridus* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacı.



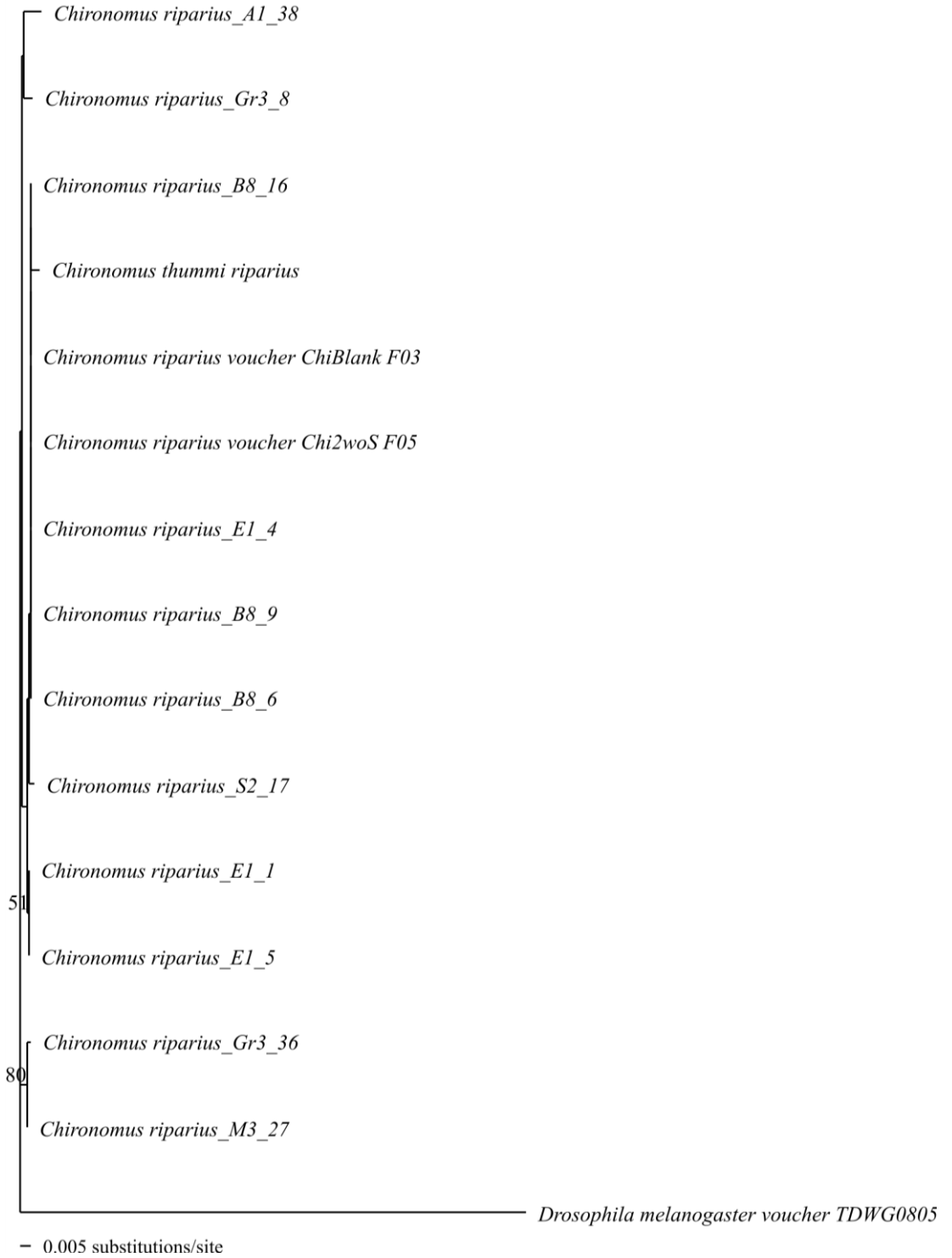
Şekil 3.8 : 6 *Chironomus luridus* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen ML ağacı.

### 3.1.2.3. *Chironomus riparius*

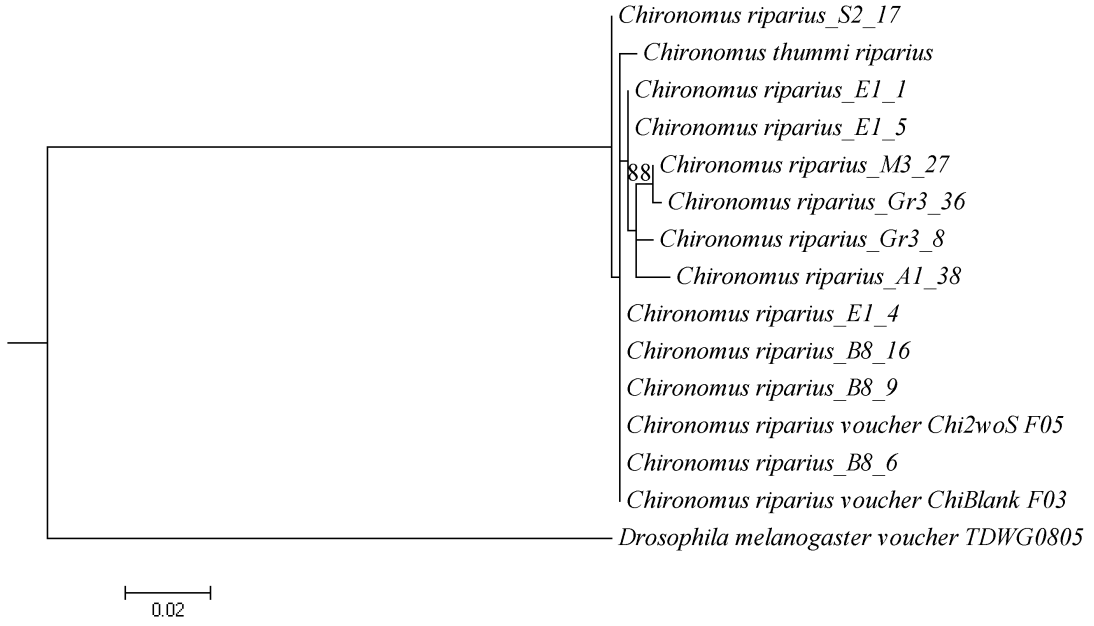
Arazi çalışmalarımız süresince Aygır, Çernek, Eğrigöl, Beyşehir, Salda ve Marmara göllerinden toplanan larvalardan *Chironomus riparius* türüne ait 11 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı, gen bankasından elde edilen *D. melanogaster* (voucher TDWG0805), *C. thummi riparius*, *C. riparius* (voucher Chi2woS F05) ve *C. riparius* (voucher ChiBlank F03)'ün mitokondriyal *COI* sekansları ile birlikte filogenetik ilişkilerin saptanmasında kullanılmıştır. *D. melanogaster* (voucher TDWG0805)'in mitokondriyal *COI* sekansı NJ ve ML ağaçlarının oluşturulmasında dışgrup olarak kullanılmıştır. Toplam 15 sekansın kullanıldığı filogenetik analizlerde NJ ağaçlarının oluşturulmasında K2P distance modeli kullanılmış ve filogenetik ağaçların dal güvenilirlikleri 1000 bootstraplı full heuristic search ile analiz edilmiştir. ML ağaçlarının dal güvenilirlikleri ise 1000 bootstrapla elde edilmiştir. Elde edilen NJ ve ML ağaçları dalların üzerinde yer alan bootstrap değerleri ile birlikte sırasıyla Şekil 3.9 ve 3.10'da verilmiştir.

Aygır, Çernek, Eğrigöl, Beyşehir, Salda ve Marmara göllerinden toplanan *C. riparius* türüne ait 11 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı ile elde edilen ML ve NJ ağaçlarında benzer topolojiler elde edilmiştir. NJ ve ML ağaçlarında yer alan 14 *C. riparius* larvasının mitokondriyal *COI* bölgeleri arasındaki ortalama nükleotid değişimi 0,006'dır. Özellikle Eğrigöl'den toplanan E1\_4, Beyşehir Gölü'nden toplanan B8\_16, B8\_9 ve B8\_6 kodlu larvalar ve gen bankasından elde edilen voucher Chi2woS F05 ve ChiBlank F03 larvaları arasındaki sekans farklılıkları 0,000'dır. Bu nedenle hepsi tek bir dal üzerinde aynı konumda yer almaktadır. Ayrıca, özellikle NJ ağacında bazı dallanmalar net anlaşılamamaktadır. ML ağacında

Marmara, Çernek ve Aygır göllerinden toplanan larvaların diğerlerinden daha yakın zamanda ayrıldığı görülmektedir.



Şekil 3.9 : 14 *Chironomus riparius* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacı.



Şekil 3.10 : 14 *Chironomus riparius* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen ML ağacı.

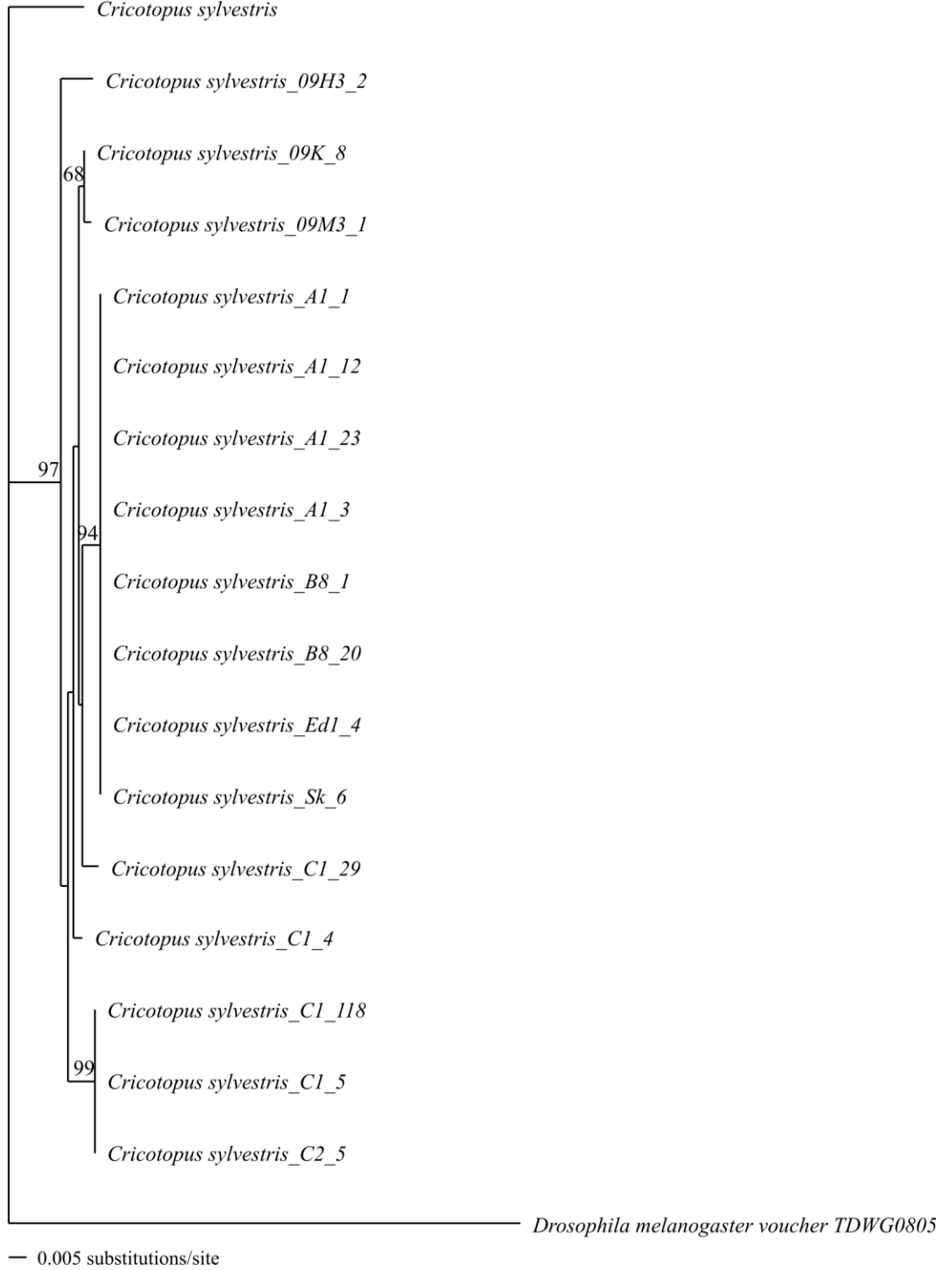
#### 3.1.2.4. *Cricotopus sylvestris*

Arazi çalışmalarımız süresince Aygır, Çıldır, Sihke, Hazar, Beyşehir, Eğirdir, Marmara ve Sapanca göllerinden toplanan larvalardan *Cricotopus sylvestris* türüne ait 16 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı, gen bankasından elde edilen *D. melanogaster* (voucher TDWG0805), *C. sylvestris*'in mitokondriyal *COI* sekansları ile birlikte filogenetik ilişkilerin saptanmasında kullanılmıştır. *D. melanogaster* (voucher TDWG0805)'in mitokondriyal *COI* sekansı NJ ve ML ağaçlarının oluşturulmasında dışgrup olarak kullanılmıştır. Toplam 18 sekansın kullanıldığı filogenetik analizlerde NJ ağaçlarının oluşturulmasında K2P distance modeli kullanılmış ve filogenetik ağaçların dal güvenilirlikleri 1000 bootstraplı full heuristic search ile analiz edilmiştir. ML ağaçlarının dal güvenilirlikleri ise 1000 bootstrapla elde edilmiştir. Elde edilen NJ ve ML ağaçları dalların üzerinde yer alan bootstrap değerleri ile birlikte sırasıyla Şekil 3.11 ve 3.12'de verilmiştir.

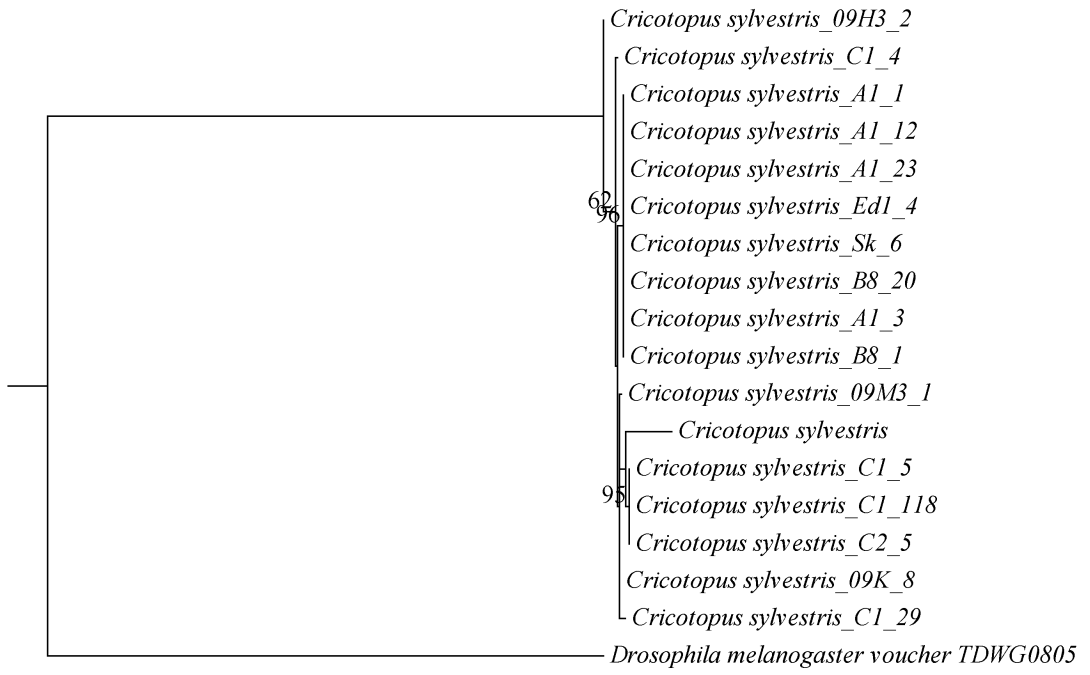
Aygır, Çıldır, Sihke, Hazar, Beyşehir, Eğirdir, Marmara ve Sapanca göllerinden toplanan *C. sylvestris* türüne ait 16 larvanın 512 nükleotidlik mitokondriyal *COI* sekansı ile elde edilen NJ ve ML ağaçlarında benzer topolojiler elde edilmiştir. NJ ve ML ağaçlarında yer alan 17 *C. sylvestris* larvasının mitokondriyal *COI* bölgeleri arasındaki ortalama nükleotid değişimi 0,014'tür. Özellikle Aygır, Beyşehir, Eğirdir ve Sihke göllerinden toplanan larvalar arasındaki sekans farklılıkları 0,000'dır. Bu



nedenle hepsi tek bir dal üzerinde aynı konumda yer almaktadır. ML ağacında Hazar gölünden toplanan larva bazalda yer alırken NJ ağacında gen bankasından elde edilen ve Palearktik bölgeden toplanan *C. sylvestris* bir dışgrup gibi görünürken yine Hazar Gölü'nden toplanan larva Türkiye'den toplanan larvalardan ilk ayrılan olmuştur.



Şekil 3.11 : 17 *Cricotopus sylvestris* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacı.



Şekil 3.12 : 17 *Cricotopus sylvestris* larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen ML ağacı.

#### 4. TARTIŞMA

Sucul alanlardan toplanan Chironomidae larvaları çok az morfolojik karakter ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthocladiinae ve Chironominae alt ailelerine dahil larval Chironomidae'lerin ayrımı kafa kapsüllerindeki labral seta ve premandibüller gibi çok küçük yapılara bağlıdır ve bu nedenle de teşhisleri oldukça zordur (Epler, 2001). Özellikle *Chironomus* cinsindeki türler 2. anten segmentinin 1. lateral dişler arasındaki uzaklığa oranı, mandibuldeki 4. dişin açık ya da koyu olması gibi çok küçük özellikler ile birbirinden ayrılmakta, bu özellikler larval dönemlere göre değişebilmekte ve bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır. Heteromorfik yaşam döngüleri, tatlı su kirliliği ile oluşan deformasyonlar ve çok büyük tür farklılıklarının bulunmasından dolayı geleneksel yöntemler Chironomidae türlerinin tanımlanmasında yetersiz kalmaktadır (Kim ve diğ., 2011). Böceklerde, en çok Holarktık türler populasyon içi ve arası genetik değişkenlikle desteklemeksizin tamamen morfolojik kriterlere göre tanınmışlardır (Martin ve diğ., 2002). Bunlardan *Chironomus* türleri Antarktika haricindeki tüm kıtalarda yayılış göstermektedir (Makarevich ve diğ., 2000; Guryev ve diğ., 2001). Chironomidae'lerde benimsenen taksonomi diğer birçok böcek grubunda olduğu gibi larvaların morfolojik karakterlerine dayalıdır (Makarevich ve diğ., 2000). Fakat, *Chironomus* cinsindeki türlerin taksonomisi büyük kompleks kriptik türlerin varlığından dolayı oldukça zordur ve bu durum pek çok yanlış teşhise neden olmaktadır (Martin, 1979; Guryev ve diğ., 2001). Birçok Chironomidae grubunda morfolojik karakterlere dayalı kladistik analizlerin temel metotlar olmasına rağmen kromozom kollarının kombinasyonu ve politen kromozomların bant sekansları gibi sitogenetik kriterlerin kullanıldığı metotlar da *Chironomus* cinsinde kullanılmaktadır (Keyl, 1962; Martin, 1979; Wülker ve diğ., 1989; Guryev ve diğ., 2001). Fakat, politen kromozomların disk kalıpları sadece populasyonlar arası ve yakın ilişkili türlerin seviyesinde filogenetik akrabalıkların saptanmasında kullanılabilir (Kiknadze ve diğ., 1996; 1998; Makarevich ve diğ., 2000) ve bu karakterlerin kullanımı ile türlerin evrimsel akrabalıkları net bir şekilde saptanamamaktadır. Bu yaklaşımlar cinsin sistematliğini aydınlatmada yararlı olsa da filogenetik ilişkilerin

araştırılmasında bazı dezavantajlara sahiptir (Guryev ve diğ., 2001). Bu nedenle, moleküler filogeni bu problemlerin üstesinden gelmeyi ve türler arasındaki evrimsel ilişkileri çözmeyi sağlamaktadır (Guryev ve diğ., 2001). Özellikle, mitokondriyal DNA (mtDNA) bir filogenetik markör olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Simon ve diğ., 1994; Gleason ve diğ., 1997; Zhang ve Hewitt, 1996; Su ve diğ., 1998; Matsushashi ve diğ., 1999; Sato ve diğ., 1999; Makarevich ve diğ., 2000; Guryev ve diğ., 2001). Yakın zamanda yapılan bazı çalışmalar, mtDNA'nın böcek filogenetiğini aydınlatmada çok yararlı olduğunu kanıtlamaktadır (Simon ve diğ., 1994; Gleason ve diğ., 1997; Su ve diğ., 1998; Guryev ve diğ., 2001). Fakat, filogenetik çalışmalarda genellikle birçok markörün paralel çalışmaları kullanılmaktadır (O'Grady ve diğ., 1998). Tüm bu gerçekler dikkate alındığında, Chironomidae'lerde mtDNA genlerine dayalı filogeninin doğruluğu ilave genetik markörlerin kullanımı ile desteklenmektedir (Makarevich ve diğ., 2000).

Farklı çalışmalarda çeşitli canlı grupları ile K2P analizleri yapılarak tür içi ve türlerarası nükleotid divergences değerleri hesaplanmıştır. Buna göre, tropikal Lepidoptera'larla yapılan çalışmalarda ortalama tür içi farklılıklar 0,0276 (Hebert ve diğ., 2004a), 0,0102 (Wiemers ve Fiedler, 2007) ve 0,0046 (Hajibabaei ve diğ., 2006) bulunurken kuşlarda 0,0043 (Hebert ve diğ., 2004b), parazitoid sineklerde 0,0017 (Smith ve diğ., 2006), Ephemeroptera'da 0,0110 (Ball ve diğ., 2005) ve Chironomidae'de 0,0090 (Ekrem ve diğ., 2007) olarak rapor edilmiştir. Ortalama türlerarası farklılıklar ise Lepidoptera'larda 0,0441-0,0602 (Hajibabaei ve diğ., 2006) ve 0,0938 (Wiemers ve Fiedler, 2007), kuşlarda 0,0793 (Hebert ve diğ., 2004b), parazitoid sineklerde 0,0578 (Smith ve diğ., 2006), Ephemeroptera'da 0,1810 (Ball ve diğ., 2005) ve Chironomidae'de 0,1620 (Ekrem ve diğ., 2007) olarak rapor edilmiştir (Sinclair ve Gerens, 2008). Kim ve diğ. (2011) toplam 213 ergin ve larvanın 658 bç'lik *COI* gen bölgesi ile yaptıkları çalışmada yüksek seviyede tür içi K2P varyasyonu *Dicrotendipes septemmaculatus* (0-0,131) ve *Tanytarsus yoni* (0-0,120)'de gözlenirken en düşük türlerarası K2P varyasyonu *Cricotopus sylvestris* ve *Cricotopus tricinctus* (0,009-0,015) ile *Chironomus* sp. larva\_3 ve *Procladius choreus* (0,065-0,075) arasında gözlenmiştir. Tartışmaya yol açan türler hariç tüm türlerin ortalama minimum türlerarası ve maksimum tür içi distance değerleri sırasıyla 0,140 (n=183, standart sapma=0,016) ve 0,006 (n=183, standart sapma=0,000) olarak bulunmuştur. Tablo 4.1'de ise çeşitli çalışmalarda ve bizim

yaptığımız çalışmada mitokondriyal *COI* gen bölgesi ile K2P analizleri sonucu elde edilen nükleotid divergence değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.1 : Farklı türlerle yapılan filogenetik çalışmalarda K2P analizleri ile elde edilen ortalama nükleotid divergence değerleri.

Takson		Ortalama distance	Referans
<i>Acentrella turbida</i>	Kuzey Amerika'dan Ephemeroptera	0,258	Kim ve diğ., (2011)
<i>Smicridea annulicornis</i>	Chilean Smicridea	0,174	
<i>Neurochorema confusum</i>	Yeni Zelanda'dan caddisfly	0,240	
<i>Xanthorhoe labradorensis</i>	Ontario'dan güve	0,122	
<i>Dicrotendipes septemmaculatus</i>	Kore'den Chironomidae	0,194	
<i>Tanytarsus yoni</i>		0,186	
<i>Chironomus bernensis</i>	Chironomidae	0,205	
<i>Chironomus dorsalis</i>		0,192	
<i>Chironomus oppositus</i>		0,189	
<i>Chironomus plumosus</i>		0,211	
<i>Echinocladius martini</i>		0,207	
<i>Paraphaenocladius impensus</i>		0,201	
<i>Tanytarsus inaequalis</i>		0,212	
<i>Cricotopus bicinctus</i>		Baltimore, A.B.D.'den Chironomidae	
<i>Cricotopus tremulus</i>	0,0018		
<i>Cricotopus triannulatus</i>	0,0460		
<i>Cricotopus trifascia</i>	0,0128		
<i>Cricotopus tristis</i>	0,0479		
<i>Cricotopus sp.1</i>	0,0006		
<i>Paratrichocladius rufiventris</i>	0,1794		
<i>Orthocladius dorenius</i>	0,0700		
<i>Orthocladius oliveri</i>	0,0000		
<i>Cricotopus bicinctus</i>	Türkiye'den Chironomidae		0,027
<i>Cricotopus triannulatus</i>		0,124	
<i>Chironomus bernensis</i>		0,138	
<i>Chironomus plumosus</i>		0,063	

Tabloda da görüldüğü gibi farklı çalışmalardan aynı tür için elde edilen nükleotid divergence değerleri farklılık gösterebilmektedir. Bunun sebebinin örneklerin

Nearktik ya da Palearktik bölgelerden toplanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nearktik ya da paleartik bölgelerde yayılış gösteren türler birbirlerinden farklılık göstermektedir. Holarktik *Chironomus* türleri ile yakın zamanda yapılan çalışmalar (Kiknadze ve diğ., 1996; 1998; 2000; Butler ve diğ., 1999) farklı türlerde Nearktik ve Palearktik populasyonlar arasında çeşitli seviyelerde farklılaşmayı ortaya çıkarmaktadır (Martin ve diğ., 2002). Nearktik bölgede yaşayan türlerin Palearktik bölgede yaşayanlardan köken aldığı düşünülmektedir. Örneğin *Chironomus tentans* ve *Chironomus pallidivittatus*'un Avrupa populasyonlarında kromozom bantlanma kalıplarının evrimsel akrabalıklarla birlikte gözlemlendiği daha büyük seviyedeki sitolojik varyasyon, bu türlerin Palearktik populasyonlarının Nearktik'lerin atası olduğunu göstermektedir (Martin ve diğ., 2002). Ayrıca, Nearktik ve Palearktik bölgede yaşayan türler arasında gözlenen farklılıklardan dolayı kullanılan tayin anahtarlarında da problemlerle karşılaşmaktadır.

İlave olarak, Sinclair ve Gresens (2008)'in mitokondriyal *COI* gen bölgesi ile yaptıkları K2P analizlerinde türlerarası varyasyon *Cricotopus* cinsi için karışık grup veri setine dahil iken, 0,0000-0,2170 (ortalama 0,1443), dahil değil iken, 0,1104-0,2170 (ortalama 0,1520) olarak bulunurken, *Orthocladius* cinsi için 0,1107-0,1483 (ortalama 0,1246) olarak bulunmuştur. Ayrıca, morfolojik olarak farklı türler olan *Cricotopus tristis* ile *Cricotopus* sp. 1'e ait bireyler birbirlerinden 0,03'ten daha küçük farklılıklara sahipken, ancak istisna olarak bir *C. tristis* bireyinin diğerlerinden 0,15'ten fazla farklılığa sahip olduğu belirtilmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada ise türlerarası varyasyon *Cricotopus* cinsi için 0,000-0,188 (ortalama 0,128), *Orthocladius* cinsi için ise 0,105-0,132 (ortalama 0,123) olarak bulunmuştur. Ayrıca, türlerarası varyasyon *Macropelopia* cinsi için 0,000-0,137 (ortalama 0,072), *Ablabesmyia* için 0,000-0,166 (ortalama 0,120), *Zavrelimyia* için 0,000-0,112 (ortalama 0,085), *Psectrocladius* için 0,000-0,158 (ortalama 0,081), *Rheocricotopus* için 0,000-0,152 (ortalama 0,102), *Chironomus* için 0,000-0,221 (ortalama 0,144), *Cryptochironomus* için 0,000-0,140 (ortalama 0,113), *Dicrotendipes* için 0,158-0,186 (ortalama 0,168), *Endochironomus* için 0,022-0,114 (ortalama 0,082), *Polypedilum* için 0,000-0,198 (ortalama 0,143), *Micropsectra* için 0,000-0,164 (ortalama 0,126), *Paratanytarsus* için 0,000-0,210 (ortalama 0,122) ve *Tanytarsus* için 0,135-0,241

(ortalama 0,184) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, türlerarası varyasyon cinsten cinse farklılık göstermektedir.

Mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekansları kullanarak yaptığımız filogenetik analizlerde elde edilen NJ ve ML ağaçlarının morfolojik olarak da ayrılabilen Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae ve Chironominae alt familyalarını ayırabildiği görülmektedir. Ağaçların kökünü oluşturan *Drosophila melanogaster*'den ayrılan ana dallar Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae ve Chironominae alt familyalarında yer alan türlerin bulunduğu ana grupları oluşturmaktadır. Elde edilen NJ ve ML ağaçlarının, alt familyaları ayırabilmesinin yanı sıra alt familyalarda yer alan tribusları ve bu tribuslarda yer alan cinsleri de gruplandırabildiği görülmektedir. NJ ve ML ağaçlarının bazalından dallanan ilk grup Tanypodinae ve Orthoclaadiinae alt familyalarına dallanırken, Tanypodinae alt familyasını içeren grupta iki dallanmadan biri *Macropelopia* ve *Psectrotanypus* cinslerini içeren Macropelopiini tribusunu, diğeri ise *Ablabesmyia*, *Conchapelopia*, *Thienemannimyia* ve *Zavrelimyia* cinslerini içeren Pentaneurini tribusunu oluşturmaktadır. NJ ağacının bazalından dallanan diğeri grup Chironominae ve Prodiamesinae alt familyalarına dallanırken, ML ağacında Chironominae alt familyası Prodiamesinae alt familyasından dallanmaktadır. Ayrıca, NJ ve ML ağaçlarında yer alan Chironominae alt familyasını içeren grupta *Cladotanytarsus*, *Micropsectra*, *Paratanytarsus*, *Tanytarsus* ve *Virgatanytarsus* cinslerini içeren Tanytarsini tribusu *Chironomus*, *Cryptochironomus*, *Dicrotendipes*, *Endochironomus*, *Kiefferulus*, *Microtendipes*, *Paracladopelma*, *Paratendipes* ve *Polypedilum* cinslerini içeren Chironomini tribusundan ayrı bir grup oluşturmuştur.

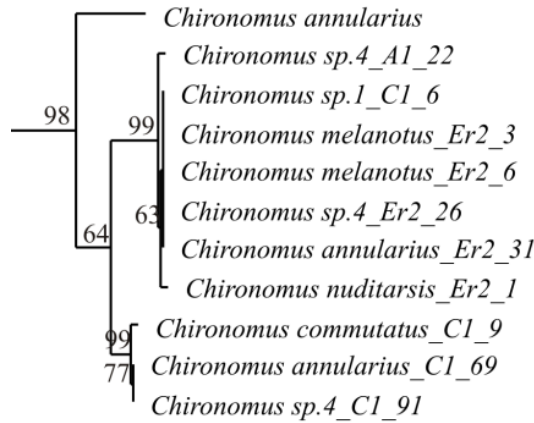
Mitokondriyal gen *COI* sekans verileri *Chironomus* cinsi (Sharley ve diğ., 2004; Carew ve diğ., 2005) ve *Tanytarsus* (Carew ve diğ., 2007; Ekrem ve diğ., 2007) cinsinin büyük çoğunluğu gibi morfolojik türler ile büyük oranda eşleşik grupların monofiletik sınıflandırmasında başarılıdır (Sinclair ve Gresens, 2008). Guryev ve diğ. (2001)'in *cytB* ve *COI* kullanarak *Chironomus* cinsinin filogenisini aydınlatmak için yaptıkları çalışmada *Chironomus* cinsinin monofiletik bir grup olduğunu göstermişlerdir. Sinclair ve Gresens (2008), *COI* gen bölgesini kullanarak elde ettikleri maksimum parsimoni (MP) ve NJ ağaçlarında *Cricotopus bicinctus*, *Cricotopus sylvestris* ve *Cricotopus tremulus* türleri ile *Orthocladus nigritus*, *Orthocladus oliveri* ve *Orthocladus robacki* türlerinin monofiletik gruplar

oluşturduğunu bulmuşlardır. *Orthocladius dorenius* ise iki ayrı genetik grup oluşturmuştur. Yine, *Paratrichocladius rufiventris* ve *Cricotopus triannulatus* hem MP hem de NJ ağaçlarının birkaç farklı kısımlarında yer almaktadır. Ekrem ve diğ. (2007) yine *COI* sekans verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada *Micropsectra notescens* bireyleri hiçbir morfolojik farklılık gözlenmemesine rağmen iki monofiletik grup oluşturmuştur. Ekrem ve diğ. (2010a) ise *COI*, *COII*, *16S* ve *CAD* sekansları ile yaptıkları minimum evolution analizlerinde birbiriyle yakın ilişkili iki taksa *Micropsectra notescens* ve *Paratanytarsus austriacus* parafiletik çıkarken, diğerleri monofiletik tür grupları oluşturmuştur. Bayesian analizlerinde ise *Micropsectra* cinsinin, *Krenopsectra* ve *Parapsectra*'ya göre, sadece *COI* verilerine dayalı olan dışında bütün analizlerde parafiletik olduğu görülmüş ve genetik verilerin hiçbiri monofiletik bir *Micropsectra*'yı desteklememiştir. *Krenopsectra acuta*, *CAD*, *COII* ve devam eden veri seti için yüksek posterior olasılıklı *attenuata* grubundaki *Micropsectra* türleriyle gruplanmıştır. Her veri setinin analizlerinde *Micropsectra notescens* ve *Paratanytarsus austriacus* kriptik türlerin varlığını göstererek polifiletik gruplarda yer almışlardır. Bizim yaptığımız çalışmada ise Tanypodinae alt familyasından *Ablabesmyia*, *Zavrelimyia* ve *Macropelopia* cinsleri hem NJ hem de ML analizlerinde monofiletik cinsler oluşturmuştur. Orthocladiinae alt familyasında yer alan gruplardan *Psectrocladius* cinsi NJ analizlerinde *Orthocladius* cinsine yakın ve monofiletik bir grup oluştururken ML analizlerinde *Rheocricotopus* cinsine yakın ve monofiletik bir grup oluşturmuştur. Her iki analizde de diğer Orthocladiinae cinsleri karışık gruplar meydana getirmiştir. Orthocladiinae türlerinden *Cricotopus bicinctus*, *Cricotopus sylvestris*, *Cricotopus patens*, *Cricotopus flavocinctus*, *Rheocricotopus atripes*, *Psectrocladius barbimanus* ve *Psectrocladius limbatellus* hem NJ hem de ML analizlerinde monofiletik tür grupları meydana getirmişlerdir. Ayrıca, ML analizlerinde *Orthocladius* cinsi ise *Cricotopus triannulatus*'tan ayrılmış görünmektedir. Chironominae alt familyasından *Paratanytarsus* ve *Cryptochironomus* cinsleri NJ analizlerinde monofiletik gruplar oluştururken ML analizlerinde *Paratanytarsus* ve *Chironomus* cinsleri monofiletik gruplar oluşturmuştur. Diğer Chironominae cinsleri ise karışık gruplar meydana getirmiştir. Ayrıca, hem NJ hem de ML analizleri sonucu elde edilen filogenetik ağaçlar Beyşehir, Çıldır ve Hazar göllerinden toplanan ve gen bankasından elde edilen *Paratanytarsus grimmi* bireylerinin Salda Gölü'nden toplanan *Paratanytarsus lauterborni*'den ayrılmış monofiletik bir tür grubu olduğunu göstermektedir. Salda



Gölü'nden toplanan Chironomidae'lerden *Tanytarsus brundini* ise *Micropsectra* cinsinin içinde yer almıştır.

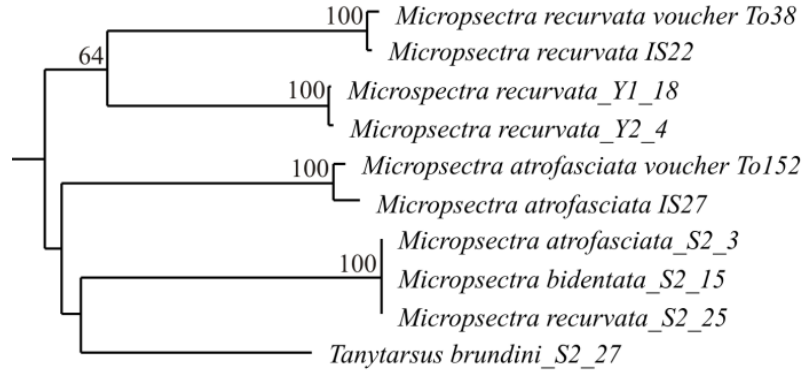
Mitokondriyal *COI* gen bölgesine dayalı analizlerde elde ettiğimiz NJ ve ML ağaçlarının morfolojik olarak ayrılabilen alt familya, trisbus, cins ve birçok türü ayırabilmesine rağmen bazı türleri ayıramadığı görülmüştür. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekanslarını kullanarak yaptığımız analizler sonucu elde ettiğimiz NJ ağacında Erçek Gölü'nden toplanan Er2\_3 ve Er2\_6 kodlu *Chironomus melanotus* ile Er2\_31 kodlu *Chironomus annularius* arasındaki nükleotid divergence 0,000'dır. Aynı gölden toplanan bu larvalar, morfolojik olarak farklı ama mitokondriyal *COI* gen bölgesi ile elde edilen moleküler verilere göre aynı tür gibi görünmektedir. Elbette, sadece mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekanslarında bir farklılığın olmaması bunların ayrı türler olmadığını göstermeyebilir. Fakat diğer önemli bir nokta ise *C. melanotus* ve *C. annularius*'un morfolojik ayrımı ile ilişkilidir. Bu iki türün morfolojik ayrımı kafa kapsüllerinde yer alan gulanın çok/fazla veya yoğun renklenmesi ve mentum tipinin I veya II olması ile ayırt edilmektedir. Görüldüğü gibi bu iki türün morfolojik ayrımı tür teşhisi yapacak kişinin yorumuna göre değişebilecek kavramlardır.



Şekil 4.1 : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacının bir bölümü.

Benzer bir durum Şekil 4.2'de verilen *Micropsectra* türleri için de söz konusudur. Mitokondriyal *COI* gen bölgesi sekanslarını kullanarak yaptığımız analizler sonucu elde ettiğimiz NJ ağacında Salda Gölü'nden toplanan S2\_3 kodlu *Micropsectra atrofasciata*, S2\_15 kodlu *Micropsectra bidentata* ve S2\_25 kodlu *Micropsectra recurvata* arasındaki nükleotid divergence da 0,000'dır. Aynı gölden toplanan bu larvalar da morfolojik olarak farklı ama moleküler veriler ile aynı tür gibi

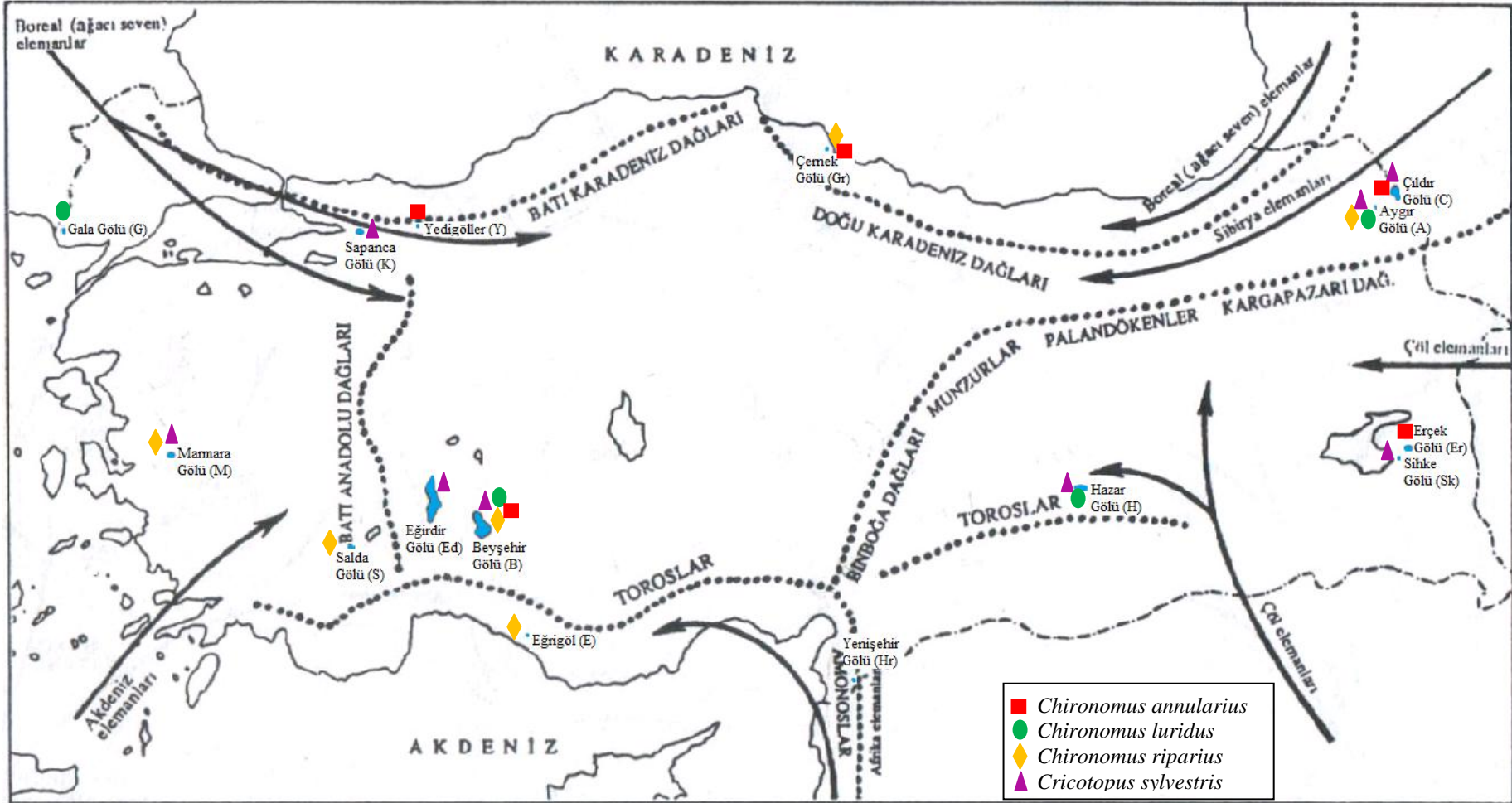
görülmektedir. Bu türlerin morfolojik ayrımı da larvanın vücudunun sonunda yer alan ayaklarındaki kancaların sayısı (bu kancaların sayısı 45-75 kadar olabilmektedir), kafa kapsüllerinde yer alan antenlerin kaidesindeki çıkıntının boyutu (dar ya da geniş) ya da labral lameldeki diş sayısı ile yapılmaktadır. Görüldüğü gibi bu türlerin morfolojik ayrımında kullanılan karakterler ya mikroskopta sayılamayacak ya da sayılırken hata yapabilecek kadar çok ya da tür teşhisi yapacak kişinin yorumuna göre değişebilecek kavramlardır.



Şekil 4.2 : 230 Chironomidae larvasının mitokondriyal *COI* sekansları ile elde edilen NJ ağacının bir bölümü.

Guryev ve diğ. (2001) yaptığı çalışmada, farklı metotlarla oluşturulan ağaçların hepsinde özellikle *C. circumdatus*, *C. nepeanensis*, *C. februaryus*, ve *C. cloacalis* başta olmak üzere Avustralasya'dan olan türlerin birkaçı, ağacın köküne yakın yerleşmiştir. Bu durum da cinsin Güney Yarımküre'den köken aldığını göstermektedir. Sonuç olarak, *Chironomus*'un Güney Asya'dan Sibirya içlerine ve böylelikle de Paleartik ve Neartik bölgelere yayıldığı düşünülmektedir. Bizim yaptığımız çalışmada ise *Chironomus annularius*, *C. luridus*, *C. riparius* ve *Cricotopus sylvestris* sekansları ile elde edilen NJ ve ML ağaçlarında genellikle Beyşehir Gölü ve Hazar Gölü'nden toplanan larvaların NJ veya ML ağaçlarının bazalında çıktığı, diğer göllerden toplanan larvaların ise daha sonra oluşan dallarda yer aldığı görülmektedir. Bu ise Chironomidae familyasına ait türlerin Türkiye'ye güneyden girmiş olabileceğini düşündürmektedir. Elbette, tek bir gen bölgesini çalışarak bu sonuca varmak çok da doğru olmayacaktır. Daha açıklayıcı sonuçlara ulaşabilmek için öncelikle çalışılan her gölün jeolojik geçmişini ve çalışılan her bir Chironomidae türünün evrimsel geçmişini ve dağılımını çok iyi bilip bu bilgileri markör olarak kullanılan mitokondriyal ve nükleer gen bölgelerinin sekansları ile elde edilecek filogenetik analizlerin sonuçları ile bağdaştırmak gerekmektedir.

Bilinmektedir ki, Anadolu, birçok canlıının geçmişte ve bugün yayılışını önleyen, zoocoğrafik açıdan büyük önemi olan, dağ silsilelerinden oluşmuş birçok bariyere sahiptir. Bu bariyerler sadece Türkiye'deki canlıların çeşitlenmesini sağlamamış, aynı zamanda kıtalar arasında da biyolojik bileşim bakımından önemli farkların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Demirsoy, 1996). Fakat Chironomidae'ler bütün kıtalarda yaşayan tek serbest yaşamlı böcek grubudur. Nepal Dağları'nın 5600 m yükseklikteki buzullarından Baykal Gölü'nün 1000 m derinliklerine kadar çok çeşitli yerlerde yaşayabilmektedirler (Ayık, 2006; Çağlar ve diğ., 2006). Ayrıca Chironomidae'lerin dağılımında üç mekanizmanın rol oynadığı ileri sürülmektedir; bu mekanizmalar aktif uçuş yoluyla havadan dağılım, rüzgar akımında pasif taşınım ve göçmen kuşların bağırsak veya mide bölümünde taşınımıdır (Tomlinson, 1973; Green ve Sanchez, 2006; Chapman ve diğ., 2010). Chironomidae'lerin dağılım yetenekleriyle ilgili bilinen çok az kesin bilgi olmasına rağmen aktif uçuşlarının 10 km'den az mesafelerde olduğu, pasif taşınım ile de okyanus aşırı bölgelere hareket edebildikleri (açlık durumları ve hayat döngülerindeki kısa olan ergin safhaları elverdiği sürece) bilinmektedir (McLachlan, 1983; 1986; McLachlan ve Neems, 1996; Krosch ve diğ., 2011). Şekil 4.3'te, yapılan arazi çalışmaları sonucu toplanan ve mitokondriyal *COI* gen bölgesine dayalı analizlerimizde kullanılan, aynı zamanda Chironomidae familyasının Türkiye yayılışını tespit etmeye yönelik filogenetik analizlerimizde kullandığımız *Chironomus annularius*, *Chironomus luridus*, *Chironomus riparius* ve *Cricotopus sylvestris* türlerinin Türkiye haritası üzerinde göllere göre dağılımı görülmektedir. Harita üzerinde de görüldüğü gibi belirtilen türlerin hepsi de hem Türkiye'nin doğusunda hem batısında hem güneyinde hem de kuzeyinde yer alan göllerde tespit edilmiştir. Her ne kadar Anadolu'da yer alan dağ silsileleri genelde birçok canlıının dağılımını etkileyen, coğrafik izolasyona sebep olan faktörlerden biri olsa da, harita incelendiğinde pasif taşınım ile okyanus aşırı dağılım gösterebilen Chironomidae familyasının Türkiye dağılımında izolasyonu sağlayan bir etken gibi görünmemektedir. Ancak bu durum dağ silsilelerinin kesin olarak dağılımı etkilemediği anlamına da gelmemelidir. Çünkü belki de bu bariyer şeklindeki dağ silsileleri dağılım sürecini etkilemiş olabilir.



Şekil 4.3 : *Chironomus annularius*, *Chironomus luridus*, *Chironomus riparius* ve *Cricotopus sylvestris* türlerinin göllere göre dağılımı.

Sonuç olarak, bu çalışmada, geçmişi 120 milyon yıldan daha öncesine dayanan (Armitage ve diğ., 1995; Beckenbach ve Borkent, 2003; Papusheva ve diğ., 2004) ve tüm dünya genelinde yayılış gösteren fakat ayrımı kafa kapsüllerindeki çok küçük yapılara bağlı ve teşhisleri oldukça zor olan Chironomidae familyası türlerinin birbirinden farklı olup olmadıkları moleküler filogeniye dayalı çalışmalarla belirlenmeye çalışılmıştır. Fakat bu konu ile ilgili literatür bilgisinin az ve yetersiz olmasından dolayı ne kadar nükleotidlik değişimin türleşmeye işaret ettiği ile ilgili bir yorum yapılamamaktadır. Aynı zamanda morfolojiye dayalı sistematik çoğunlukla larvaya dayandırıldığından ve çevresel ya da sitolojik etkiler ile larvalardan her zaman doğru teşhis yapılamaması nedeniyle yapılan tür ayrımından hiçbir zaman emin olunmamıştır. Bu zorluğu aşmak üzere morfolojik sistematik çalışan bilim adamları türlerin teşhisinde larva, pupa, exaviu (pupa ergin hale geçerken kalan vucut kılıfı) ve ergin dişi birey kullanarak teşhis yapmaya başlamışlardır. Bu çalışmalar yaygınlaşıp cinsler revize edildikten sonra tür içi farklılıkların ortaya konması daha güvenilir olacaktır. Böylece, farklı mitokondriyal ve nükleer markörlerin sekanslarının da kullanılacağı ilave çalışmalar ile elde edilecek sonuçlar sayesinde Chironomidae filogenisi daha iyi bir şekilde açıklığa kavuşturacaktır. Ayrıca, her bir tür için ileride yapılacak filocoğrafik çalışmalar Chironomidae familyasının Anadolu'daki türleşme mekanizmaları hakkında veriler sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Acton, A. B., and Scudder, G. E.,** 1971: The Zoogeography and Races of *Chironomus (=Tendipes) tentans*, *Fab. Limnologica*, **8**, 83-92.
- Akıl, A., Ayvaz, Y., and Sen, D.,** 1996: Cip Baraj Gölü (Elazığ) Chironomidae (Diptera) Larvaları, *Tusk J Zool*, **20**, 217-220.
- Altunlu, E.,** 2002. Water potential of Hatay (in Turkish), *Kültür Ofset*, 34-42, Antakya.
- Anonim,** 1993. Biological and ecological investigation of five wetlands (Akşehir, Beyşehir, Hotamış, Karamuk Lakes and Ereğli marsy place) possessing international importance (in Turkish), *The Environment Proficient of Turkish*, 263 pp.
- Armitage, P., Cranston, P. S., and Pinder, L. C. V.,** 1995. The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges, Chapman and Hall, London, 572pp.
- Aygen, C., Mis, D. Ö., Ustaoglu, M. R., and Balık, S.,** 2009: Zooplankton Composition and Abundance in Lake Eğrigöl, a High Mountain Lake (Gündoğmuş, Antalya), *Turk J Zool*, **33**, 83-88.
- Ayık, Ö.,** 2006. Uluabat (Apolyont) Gölü Chironomidae (Diptera) limnofaunası, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi* 109s.
- Baird, D. J., Pascoe, T. J., Zhou, X., and Hajibabaei, M.,** 2011: Building Freshwater Macroinvertebrate DNA Barcode Libraries from Reference Collection Material: Formalin Preservation vs Specimen Age, *J North Am Benthol Soc*, **30(1)**, 125-130.
- Ball, S. L., Hebert, P. D. N., Burian, S. K., and Webb, J. M.,** 2005: Biological Identifications of Mayflies (Ephemeroptera) using DNA Barcodes, *Journal of the North American Benthological Society*, **24**, 508-524.
- Beckenbach, A. T., and Borkent, A.,** 2003: Molecular Analysis of the Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae), Based on Mitochondrial Cytochrome Oxidase Subunit 2, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **27**, 21-35.
- Bekleyen, A., and Taş, B.,** 2008: Çernek Gölü'nün (Samsun) Zooplankton Faunası, *Ekoloji* **17**, **67**, 24-30.
- Bildiren, A.,** 1991: An Investigation on Benthic Fauna of Bridge Hunting Ground of Lake Eğirdir (in Turkish), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, 109pp.
- Bozkurt, A.,** 2006: Yenişehir Gölü (Reyhanlı, Hatay) Zooplanktonu, *E Ü Su Ürünleri Dergisi*, **23(1)**, 39-43.

- Butler, M. G., Kiknadze, I. I., Golygina, V. V., Istomina, A. G., Martin, J. W. F., Wülker, W. F., Sublette, J. E., and Sublette, M. F.,** 1999: Karyotype divergence in *Chironomus plumosus* L. (Diptera, Chironomidae) in the Palearctic and Nearctic, *Genome*, **42**, 797-815.
- Carew, M. E., Pettigrove, V., and Hoffmann, A. A.,** 2005: The Utility of DNA Markers in Classical Taxonomy: Using *Cytochrome Oxidase I* Markers to Differentiate Australian *Cladopelma* (Diptera: Chironomidae) midges, *Annals of the Entomological Society of America*, **98**, 587-594.
- Carew, M. E., Pettigrove, V., Cox, R. L., and Hoffmann, A. A.,** 2007: DNA Identification of Urban Tanytarsini Chironomids (Diptera: Chironomidae), *J N Am Benthol Soc*, **26(4)**, 587-600.
- Carew, M. E., Miller, A. D., and Hoffmann, A. A.,** 2011: Phylogenetic Signals and Ecotoxicological Responses: Potential Implications for Aquatic Biomonitoring, *Ecotoxicology*, **20**, 595-606.
- Chapman, J. W., Nesbit, R. L., Burgin, L. E., Reynolds, D. R., Smith, A. D., Middleton, D. R., and Hill, J. K.,** 2010: Flight Orientation Behaviours Promote Optimal Migration Trajectories in High-flying Insects, *Science*, **327**, 682-685.
- Chernovskij, A. A.,** 1938: Vertikalnoe raspredelenie zhivotnykh v tolshche ila nekotorykh ozer okrestnostej Leningrada, *Zool Zh*, **17**, 1030-1054.
- Contreras-Lichtenberg V. R.,** 1986: Revision der in der Westpalaarktis verbreiteten Arten des Genus *Dicrotendipes* Kieffer, 1913 (Diptera, Nematocera, Chironomidae), *Entomologica scandinavica Supplement*, **19**, 663-725.
- Cranston, P. S.,** 1979. The biosystematics of British aquatic larval Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae), *PhD Thesis*, London University, London.
- Cranston, P. S., Oliver, D. R., and Saether, O. A.,** 1983: The Larvae of Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic Region-Keys and Diagnoses, *Entomologica scandinavica Supplement*, **19**, 149-291.
- Cranston, P. S., and Oliver, D. R.,** 1987: Problems in Holarctic Chironomid Biogeography, *Ent Scand Suppl*, **29**, 51-56.
- Cranston, P. S., and Edward, D. H. D.,** 1999: Botryocladus Gen.n.: A New Transantarctic Orthoclaadiine Midge (Diptera: Chironomidae), *Syst Ent*, **24**, 305-333.
- Cranston, P., Hardy, N. B., Morse, G. E., Puslednik, L., and McCluen, S.,** 2010: When Molecules and Morphology Concur: the 'Gondwanan' Midges (Diptera: Chironomidae), *Systematic Entomology*, **35**, 636-648.
- Çağlar, S. S., İpekdal, K., and Karacaoğlu, Ç.,** 2006. Titrek Sinekler (Chironomidae), Ankara Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Vektör Mücadelesi ve Yönetimi Koordinasyon Merkezi, Personel Teknik Eğitim Notları V.
- Çamur-Elipek, B., Arslan, N., Kirgiz, T., Öterler, B., Güher, H., and Özkan, N.,** 2010: Analysis of Benthic Macroinvertebrates in Relation to Environmental Variables of Lake Gala, a National Park of Turkey, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **10**, 235-243.

- Demirsoy, A.**, 1996. Genel ve Türkiye coğrafyası “hayvan coğrafyası”, Meteksan A.Ş., Ankara, 630s.
- Demirsoy, A.**, 1997. Yaşamın temel kuralları cilt II kısım, 5. Baskı, Ankara, 941s.
- Demirsoy, A.**, 2002. Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası “Hayvan Coğrafyası”, Genişletilmiş 5. Baskı, Ankara, 941s.
- Ekrem, T.**, 2004: Immature Stages of European *Tanytarsus* Species I. The *eminulus-*, *gregarius-*, *lugens-* and *mendax* Species Groups (Diptera, Chironomidae), *Dtsch entomol Z*, **51(1)**, 97-146.
- Ekrem, T., and Willassen, E.**, 2004: Exploring Tanytarsini relationships (Diptera: Chironomidae) using Mitochondrial *COII* Gene Sequences, *Insect Syst Evol*, **35**, 263-276.
- Ekrem, T., Willassen, E., and Stur, E.**, 2007: A Comprehensive DNA Sequence Library is Essential for Identification with DNA Barcodes, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **43**, 530-542.
- Ekrem, T., Willassen, E., and Stur, E.**, 2010a: Phylogenetic Utility of Five Genes for Dipteran Phylogeny: A Test Case in the Chironomidae Leads to Generic Synonymies, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **57**, 561-571.
- Ekrem, T., Stur, E., and Hebert, P. D. N.**, 2010b: Females do Count: Documenting Chironomidae (Diptera) Species Diversity Using DNA Barcoding, *Org Divers Evol*, **10**, 397-408.
- Epler, J. H.**, 2001. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina, North Carolina Department of Environmental and Natural Resources, Division of Water Quality, Special Publication SJ2001-SP13.
- Fındık, Ö.**, 2006. Aslantaş Baraj Gölü (Osmaniye) bentik faunası, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*. 60s.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., and Vrijenhoek, R.**, 1994: DNA Primers for Amplification of Mitochondrial *Cytochrome c oxidase Subunit I* from Diverse Metazoan Invertebrates, *Mol Mar Biol Biotech*, **3**, 294-299.
- Geldiay, R.**, 1949. Çubuk Barajı ve Emir Gölünün Makro ve Mikro Faunasının Mukayeseli İncelemesi, *Ank Üniv Fen Fak Mecm*, Cilt 2, 106s.
- Gleason, J. M., Caccone, A., Moriyama, E. N., White, K. P., and Powell, J. R.**, 1997: Mitochondrial DNA Phylogenies for the *Drosophila obscura* Group, *Evolution*, **51**, 433-440.
- Goddeeris, B.**, 1983. Het soortspecifieke patron in de jaarcyclus van de Chironomidae (Diptera) in twee visvijvers te Mirwart (Ardennen), *Thesis Kath Univ Leuven*, 177 pp.
- Green, A. J., and Sanchez, M. I.**, 2006: Passive Internal Dispersal of Insect Larvae by Migratory Birds, *Biology Letters*, **2**, 55-57.



- Guryev, V., Makarevitch, I., Blinov, A., and Martin, J.,** 2001: Phylogeny of the Genus *Chironomus* (Diptera) Inferred from DNA Sequences of Mitochondrial *Cytochrome b* and *Cytochrome Oxidase I*, *Mol Phyl Evol*, **19**, 9-21.
- Hajibabaei, M., Janzen, D. H., Burns, J. M., Hallwachs, W., and Hebert, P. D. N.,** 2006: DNA Barcodes Distinguish Species of Tropical Lepidoptera, *Proceedings of the National Academy of Science*, **103**, 968-977.
- Hebert, P. D. N., Penton, E. H., Burns, J. M., Janzen, D. H., and Hallwachs, W.,** 2004a: Ten Species in one: DNA Barcoding Reveals Cryptic Species in the Neotropical Skipper Butterfly *Astraptes Fulgerator*, *Proceedings of the National Academy of Science*, **101**, 14812-14817.
- Hebert, P. D. N., Stoeckle, M. Y., Zemplak, T. S., and Francis, C. M.,** 2004b. Identification of birds through DNA barcodes, *Public Library of Science, Biology* **2**, 1657-1663.
- Hillis, D. M., and Moritz, C.,** 1990. Molecular systematics., Eds. Sinauer, Sunderland, MA, xvi, 588 pp., illus. \$65; paper, \$37.95.
- Holzer, M.,** 1980: Die Belegung der Gewässer von Sandkiesanschwemmungen unterhalb des aktiven Stromes des Flusses March in der Obermährischen Talsenkung, *Acta Univ Palackianae Olomuc, Fac Rerum Nat*, **67**, 107-129.
- Hustings, F., and Dijk, V.,** 1993: Bird census in the Kızılırmak Delta, Turkey in spring 1992, WIWO-report, 45, Zeist.
- Karavaşin, S., and Yıldırım, Z.,** 1997. A study on the benthic fauna of some freshwaters around the Eğirdir (in Turkish), *III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, 1-11.
- Kaymakçı-Başaran, A., and Egemen, Ö.,** 2006: Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ün Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması, *Tarım Bilimleri Dergisi*, **12**, 137-143.
- Keyl, H. G.,** 1962: Chromosomenevolution bei *Chironomus*, II. Chromosomenumauten und phylogenetische Beziehungen der Arten, *Chromosoma*, **13**, 464-514.
- Kırgız, T.,** 1988a: Seyhan Baraj Gölü Bentik Hayvansal Organizmaları ve Bunların Nitel ve Nicel Dağılımları, *Doğa TU Zooloji Derg*, **12(3)**, 231-245.
- Kırgız, T.,** 1988b. Gala Gölü Chironomidae (Diptera) larvaları üzerinde bir ön araştırma, *IX. Ulusal Biyoloji Kongresi*, **2**, 489-498.
- Kırgız, T.,** 1989: Gala Gölü Bentik Faunası, *Anadolu Univ. Fen-Ed. Fak. Dergisi*, **1(2)**, 67-87.
- Kiknadze, I. I., Shilova, A. I., Kerkis, I. E., Shobanov, N. A., Zelenkov, N. I., Grebenchov, L. P., Istomina, A. G., and Prasolov, B. A.,** 1991. Karyotype and morphology of larvae of the tribe Chironomini, *ATLAS*, Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk.

- Kiknadze, I. I., Butler, M. G., Aimanova, K. G., Gunderina, L. I., and Cooper, K.,** 1996: Geographic Variation in Polytene Chromosome Banding Pattern of the Holarctic Midge *Chironomus (Camptochironomus) tentans* (Fabricius), *Can J Zool*, **74**, 171-191.
- Kiknadze, I. I., Butler, M. G., Aimanova, K. G., Andreeva, E. N., Martin, J., and Gunderina, L.,** 1998: Divergent Cytogenetic Evolution in Nearctic and Palearctic Populations of Sibling Species in the Subgenus *Camptochironomus* Kieffer, *Can J Zool*, **76**, 361-376.
- Kiknadze, I. I., Butler, M. G., Golygina, V. V., Martin, J. Wülker, W. F., Sublette, J. E., and Sublette, M. F.,** 2000: Intercontinental Karyotypic Differentiation of *Chironomus entis* Shobanov, a Holarctic Member of the *C. plumosus*-Group (Diptera, Chironomidae), *Genome*, **43**, 857-873.
- Kim, S., Song, K. H., Ree, H. I., and Kim, W.,** 2011: A DNA Barcode Library for Korean Chironomidae (Insecta: Diptera) and Indexes for Defining Barcode Gap, *Molecules and cells*, DOI/10.1007/s10059-012-2151-2.
- Kimura, M.,** 1980: A Simple Method for Estimating Evolutionary Rates of Base Substitutions Through Comparative Studies of Nucleotide Sequences, *Journal of Molecular Evolution*, **16**, 111-120.
- Krosch, M. N.,** 2011: Phylogeography of *Echinocladius martini* Cranston (Diptera: Chironomidae) in Closed Forest Streams of Eastern Australia, *Australian Journal of Entomology*, **50(3)**, 258-268.
- Krosch, M. N., Baker, A. M., Mather, P. B., and Cranston, P. S.,** 2011: Systematics and Biogeography of the Gondwanan Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **59**, 458-468.
- Kutbay, G., and Kılınc, M.,** 1995: A Phytosociological and Ecological Investigation on Bafra Nebyan Mountain and its Environs, *Turkish Journal of Botany*, **19**, 41-63.
- Makarevich, I. F., Berezikov, E. V., Guryev, V. P., and Blinov, A. G.,** 2000: Molecular Phylogeny of the *Chironomus* Genus Deduced from Nucleotide Sequences of Two Nuclear Genes, *ssp160* and the *globin 2b* gene, *Mol Biol*, **34**, 606-612.
- Martin, J.,** 1979: Chromosomes as Tools in Taxonomy and Phylogeny of Chironomidae (Diptera), *Ent Scand Suppl*, **10**, 67-74.
- Martin, J., Guryev, V., and Blinov, A.,** 2002: Population Variability in *Chironomus (Camptochironomus)* Species (Diptera, Nematocera) with a Holarctic Distribution: Evidence of Mitochondrial Gene Flow, *Insect Molecular Biology*, **11(5)**, 387-397.
- Martin, J., Andreeva, E. N., Kiknadze, I. I., and Wülker, W. F.,** 2006: Polytene Chromosomes and Phylogenetic Relationships of *Chironomus atrella* (Diptera: Chironomidae) in North America, *Genome*, **49**, 1384-1392.

- Matsuhashi, T., Matsuda, R., Mano, T., and Yoshida, M. C.,** 1999: Microevolution of the Mitochondrial DNA Control Region in the Japanese Brown Bear (*Ursus arctos*) Population, *Mol Biol Evol*, **16**, 676-684.
- McLachlan, A. J.,** 1983: Life History Tactics of Rain-pool Dwellers, *Journal of Animal Ecology*, **52**, 545-561.
- McLachlan, A. J.,** 1986: Sexual Dimorphism in Midges: Strategies for Fight in the Rainpool Dweller *Chironomus imicola* (Diptera: Chironomidae). *Journal of Animal Ecology*, **55**, 261-267.
- McLachlan, A. J., Neems, R. M.,** 1996: Is Fight Architecture Determined by Physical Constraints or by Natural Selection? The Case of the Midge *Chironomus plumosus*, *Journal of the Zoological Society of London*, **240**, 1-2.
- Moller Pillot, H. K. M.,** 1984a. Nederlandse faunistische mededelingen 1A. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Inleiding, Tanypodinae and Chironomini), 288 pp, Nederland.
- Moller Pillot, H. K. M.,** 1984b. Nederlandse faunistische mededelingen 1A. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Orthoclaadiinae sensu lato), 188 pp, Nederland.
- Moller Pillot, H. K. M.,** 2009a. Chironomidae larvae: biology and ecology of the Chironomini, 288 pp, KNNV Publishing, The Netherlands.
- Moller Pillot, H.,** 2009b: A key to the larvae of the Aquatic Chironomidae of the North-West European Lowland, 77 pp.
- Nei, M., and Kumar, S.,** 2000. Molecular evolution and phylogenetics, 350pp, Oxford University Press, New York.
- O'Grady, E. M., Clark, J. B., and Kidwell, M. G.,** 1998: Phylogeny of the *Drosophila saltans* Species Group Based on Combined Analysis of Nuclear and Mitochondrial DNA Sequences, *Mol Biol Evol*, **15**, 656-664.
- Özler, H. M.,** 2008. Van akiferinin hidrojeolojisi ve Van Gölü'nden sodalisku girişimi, Van Gölü Hidrolojisi ve Kirliliği Konferans, 21-22 Ağustos, DSİ XVII Bölge Müdürlüğü, Van.
- Papoucheva, E., Proviz, V., Lambkin, C., Goddeeris, B., and Blinov, A.,** 2003: Phylogeny of the Endemic Baikalian *Sergentia* (Chironomidae, Diptera), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **29**, 120-125.
- Papusheva, E., Gruhl, M. C., Berezikov, E., Groudieva, T., Scherbik, A. V., Martin, J., Blinov, A., and Bergtrom, G.,** 2004: The Evolution of SINEs and LINEs in the Genus *Chironomus* (Diptera), *J Mol Evol*, **58**, 269-279.
- Park, D. S., Suh, S. J., Oh, H. W., and Hebert, P. D.,** 2010: Recovery of the Mitochondrial *COI* Barcode Region in Diverse Hexapoda Through tRNA-based Primers, *BMC Genomics*, **11**, 423.

- Pinder, L. C. V., and Reiss, F.,** 1983: The Larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic Region-Keys and Diagnoses, *Entomologica scandinavica Supplement*, **19**, 293-435.
- Polukonova, N. V., Dyomin, A. G., Mugue, N. S., and Shaikevich, E. V.,** The Molecular Phylogeny and the Divergence Time of Midges (Chironominae, Nematocera, Diptera) Based at the Partial Sequence of the First *Cytochrome C Oxidase (COI)* Subunit Gene, Unpublished.
- Powell, J. R.,** 1983: Interspecific Cytoplasmic Gene Flow in the Absence of Nuclear Gene Flow: Evidence from *Drosophila*, *Proc Natl Acad Sci USA*, **80**, 492-495.
- Sæther, O. A., and Spies, M.,** 2004. Fauna Europaea: Chironomidae. In: H. de Jong (Ed.), Fauna Europaea: Diptera: Nematocera. Fauna Europaea version 1.2. <http://www.faunaeur.org/>. Accessed 1 April 2010.
- Sarı, M., and İpek, İ., Ş.,** 1998. Erçek Gölünün Batımetrik Özelliklerinin Belirlenmesi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu.
- Sato, A., O'huigin, C., and Figueroa, E.,** 1999: *Proc Natl Acad Sci USA*, **96**, 5101-5106.
- Schmid, P. E.,** 1986: The Larvae of Chironomids. The Composition of Species in the Mountain Brook "Oberer Seebach", *Jber Biol Stn Lunz*, **9**, 66-241.
- Sharley, D. J., Pettigrew, V., and Parsons, Y. V.,** 2004: Molecular Identification of *Chironomus* spp. (Diptera) for Biomonitoring of Aquatic Ecosystems, *Australian Journal of Entomology*, **43**, 359-365.
- Shobanov, N. A., Shilova, A. I., and Belyanina, C. I.,** 1996. Extent and content of the genus *Chironomus* Meig. (Diptera, Chironomidae): Review of World Fauna. In "Ecology, Evolution and Systematics of Chironomids" (N. A. Shobanov and T. D. Zinchenko, Eds.), pp. 44–96, Inst Biol Inland Waters and Inst Ecol, Volga Basin, Russian Academy of Sciences, Tolyatti, Boruk, Russia.
- Simon, C., Frati, F., Beckenbach, A., Crepsi, B., Liu, H., and Flook, P.,** 1994: Evolution, Weighting, and Phylogenetic Utility of Mitochondrial Gene Sequences and a Comparison of Conserved Polymerase Chain Reaction Primers, *Ann Entomol Soc Am*, **87**, 651-701.
- Sinclair, C. S., and Gresens, S. E.,** 2008: Discrimination of *Cricotopus* species (Diptera: Chironomidae) by DNA barcoding, *Bulletin of Entomological Research*, **98**, 555-563.
- Smith, M. A., Woodley, N. E., Janzen, D. H., Hallwachs, W., and Hebert, P. D. N.,** 2006: DNA Barcodes Reveal Cryptic Hostspecificity within the Presumed Polyphagous Members of a Genus of Parasitoid Flies (Diptera: Tachinidae), *Proceedings of the National Academy of Science*, **103**, 3657-3662.
- Soylu, E.,** 1986. Sapanca Gölünde Dip Faunanın Miktar ve Dağılımı Hakkında Bir Çalışma, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.

- Su, Z. H., Tominaga, O., Okamoto, M., and Osawa, S.,** 1998: Origin and Diversification of Hindwingless Damaster Ground Beetles within the Japanese Islands as Deduced from Mitochondrial *ND5* Gene Sequences (Coleoptera, Carabidae), *Mol Biol Evol*, **15**, 1026-1039.
- Swofford, D. L.,** 2002: PAUP \*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony ( \*and Other Methods), Version 4.0b10, Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates.
- Şahin, Y., and Baysal, A.,** 1972. Hazar Gölü dip faunası ve yayılışları, İ Ü Fen Fak Hidrobiol Araş Enst, İçsu Araş Kısmı, İ Ü Fen Fak Basımevi, **9**, 33.
- Şahin, Y.,** 1984: Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri Akarsu ve Göllerindeki Chironomidae (Diptera) Larvalarının Teşhisi ve Dağılışları (Bestimmungstabellen und Verbreitungen den Chironomidenlarven (Diptera) aus den Seen und den Flüssen Ost-, und Südost anatoliens), *Anadolu Üniv Yay*, No:57, Fen-Ed Fak Yay No:2, Eskişehir, 145s.
- Şahin, Y.,** 1987a: Populationsdynamik der Chironomidenlarven in den Seen Burdur Gölü, Beyşehir Gölü und Salda Gölü (in Turkish) *Doğa TU Biyoloji D*, **11(2)**, 59-70.
- Şahin, Y.,** 1987b: Chironomidenlarven und Ihre Verbreitungen in Eğirdir Gölü (in Turkish), *Doğa TU Zooloji D*, **11(1)**, 60-66.
- Taş, B., Gönüloğlu, A., and Taş, E.,** 2002: A Study on the Seasonal Variation of the Phytoplankton of Lake Çerneç (Samsun-Turkey), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **2**, 121-128.
- Taşdemir, A.,** 2003. Göller Bölgesi İçsularının Chironomidae ve Chaoboridae (Diptera) Faunasının Taksonomik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*.
- Taşdemir, A., and Ustaoglu, R.,** 2005: Göller Bölgesi İç sularının Chironomidae ve Chaoboridae (Diptera) Faunasının Taksonomik Yönden İncelenmesi, *E Ü Su Ürünleri Dergisi*, **22(3-4)**, 377-384.
- Taşdemir, A., Ustaoglu, M. R., and Balık, S.,** 2009: A preliminary study on the Chironomidae (Diptera-Insecta) Fauna of some lagoons of Turkey, *Review of Hydrobiology*, **2**, 97-106.
- Tauber, C. A., and Tauber, M. J.,** 1987: Inheritance of Seasonal Cycles in Chrysoperla (Insecta: Neuroptera), *Genet Res*, **49**, 215-223.
- Tellioglu, A., Çıtlı, C., and Şahin, İ.,** 2008: Distribution of Chironomidae (Diptera) Larvae in Hazar Lake, Turkey, *Journal of Applied Biological Sciences*, **2(1)**, 77-80.
- Tepe, Y.,** 2009: Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji* **18**, **70**, 38-46.
- Thienemann, A., and Zavrel, J.,** 1916: Die Metamorphose der Tanypinen, *Arch Hydrobiol Suppl*, **2**, 566-654.
- Tomlinson, A. I.,** 1973: Meteorological Aspects of trans-Tasman Insect Dispersal, *The New Zealand Entomologist*, **5**, 253-268.

**Ustaoglu, M. R., Balık, S., Sarı, H. M., Şipal, U., Mis, D. Ö., Özbek, M., Aygen, C., and Taşdemir, A.,** 2000. Toroslar üzerindeki bazı dağ göllerinin limnolojik ve balıkçılık yönünden araştırılması, E Ü Araştırma Fonu Proje Raporu, E Ü Su Ürünleri Fak Temel Bilimler Böl, İzmir.

**Url-1** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Çıldır\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Çıldır_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-2** <[http://www.kars.gov.tr/kars\\_goller.htm](http://www.kars.gov.tr/kars_goller.htm)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-3** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Erçek\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Erçek_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-4** <<http://www.vankulturturizm.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-5** <<http://www.elazig.bel.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-6** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Hazar\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Hazar_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-7** <<http://www.antalyakulturturizm.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-8** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyşehir\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyşehir_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-9** <<http://www.beysehir.bel.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-10** <<http://isparta.cevreorman.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-11** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Eğirdir\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Eğirdir_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-12** <<http://www.ispartatarim.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-13** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Salda\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Salda_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-14** <<http://www.yesilova.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-15** <<http://www.burdur.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-16** <<http://www.burdurkulturturizm.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-17** <<http://www.sakarya-saski.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url 18** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Sapanca\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Sapanca_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-19** <<http://www.bolu.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-20** <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Marmara\\_Gölü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Marmara_Gölü)>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-21** <<http://www.manisakulturturizm.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-22** <<http://www.golmarmara.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-23** <<http://www.golmarmara.net/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-24** <<http://www.kultur.gov.tr/>>, alındığı tarih 07.04.2012.

**Url-25** <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>>, alındığı tarih 09.05.2012.

**Url-26** <<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>>, alındığı tarih 12.05.2012.

**Vallenduuk, H. J., and Moller Pillot, H. K. M.,** 2002. Key to larvae of *Chironomus* in western Europe, 28 pp, The Netherlands.

**Vallenduuk, H. J., and Morozova, E.,** 2005: *Cryptochironomus*. An Identification Key to the Larvae and Pupal Exuviae in Europe, *Lauterbornia*, **55**, 1-22.

**Vallenduuk, H. J., and Moller Pillot, H. K. M.,** 2007. Chironomidae larvae: general ecology and Tanypodinae, 144 pp, KNNV Publishing, The Netherlands.

- Vallenduuk, H. J., and Langton, P. H.,** 2010: Description of Imago, Pupal Exuviae and Larva of *Chironomus uliginosus* and a provisional key to the larvae of the *Chironomus luridus* agg. (Diptera: Chironomidae), *Lauterbornia*, **70**, 73-89.
- Yıldız, S., Taşdemir, A., Özbek, M., Balık, S., and Ustaoglu, M. R.,** 2005: Macrobenthic Invertebrate Fauna of Lake Eğrigöl (Gündoğmuş-Antalya), *Turk J Zool*, **29**, 275-282.
- Webb, C. J., and Scholl, A.,** 1985: Identification of larvae of European species of *Chironomus* Meigen (Diptera: Chironomidae) by morphological characters, *Systematic Entomology*, **10**, 353-372.
- Wiemers, M., and Fiedler, K.,** 2007: Does the DNA Barcoding Gap Exist? – A Case Study in Blue Butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae), *Frontiers in Zoology*, **4**, 8.
- Wülker, W., Devai, Gy., and Devai, I.,** 1989: Computer Assisted Studies of Chromosome Evolution in The Genus *Chironomus* (Dipt.) Comparative and Integrated Analysis of Arms A., E and F, *Acta Biol Debr Oecol Hung*, **2**, 373-387.
- Zhang, D. X., and Hewitt, G. M.,** 1996: Assessment of the Universality and Utility of a Set of Conserved Mitochondrial *COI* Primers in Insects, *Insect Mol Biol*, **6**, 143-150.

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Adile SARI  
**Doğum Yeri ve Tarihi:** Salihli 13.10.1980  
**Adres:** İncilipınar Mahallesi 3376 Sokak No: 10 Kat: 1  
Daire: 3 DENİZLİ  
**Lisans Üniversitesi:** Ege Üniversitesi

### Yayın Listesi:

#### SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan makaleler

- **Ozdemir A.**, Duran M., Akyildiz G. K., Sen A., 2011: EROD And Metallothionein In *Limnodrilus profundicola* (Oligochaeta: Tubificidae) As An Indicator Of Pollution Exposure In The Curuksu Stream Of Menderes River, Denizli – TURKEY, *Desalination and Water Treatment*, 26: 98-103.
- **Ozdemir A.**, Duran M., Sen A., 2011: Potential Use Of The Oligochaete *Limnodrilus profundicola* V., As A Bioindicator Of Contaminant Exposure, *Environmental Toxicology*, 26 (1): 37-44.
- Duran, M., Kara, Y., Akyildiz, G. K., **Ozdemir, A.**, 2009: Heavy Metal Accumulation In Some Plants In The Yeşilirmak River Near The Antimony Mining Area Tokat, Northern Turkey, *Asian Journal Of Chemistry*, 21(3):1971-1974.
- Duran, M., Kara, Y., Akyildiz, G. K., **Ozdemir, A.**, 2007: Antimony And Heavy Metals Accumulation In Some Macroinvertebrates In The Yesilirmak River (N Turkey) Near The Sb-mining Area, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 78:395-399.

#### SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan özetler

- **Ozdemir, A.**, Sen, A., Duran, M., 2006: Cholinesterases As Potential Biomarkers In *Tubifex sp.*, *FEBS Journal*, 273 (1): 291-291.

#### Uluslar arası hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan tam metin yayınlar

- **Ozdemir, A.**, Duran, M., Akyildiz, G.K., Sen, A., 2009: EROD And Metallothionein In *Limnodrilus profundicola* (Oligochaeta: Tubificidae) As An Indicator Of Pollution Exposure In The Curuksu Stream of Menderes River, Denizli



– TURKEY, *International Workshop on Urbanisation, Land Use, Land Degradation, and Environment Workshop II Environment Proceedings*, 197-203.

#### **Uluslar arası hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan özet yayınlar**

- **Sari, A.**, Bakir, R., Duran, M., Bardakci, F., 2011: Discrimination Of The Genus *Cricotopus* (Diptera: Chironomidae) From Turkey By *Cytochrome C Oxidase Subunit I* – Preliminary Results, *18<sup>th</sup> International Symposium on Chironomidae*, 4-6 July, Trondheim Norway, 43-43.
- **Ozdemir, A.**, Duran, M., Sen, A., 2008: Acetylcholinesterase And Metallothionein In *Limnodrilus profundicola* (Oligochaeta: Tubificidae) As An Indicator Of Pollution Exposure, *The 1<sup>st</sup> International workshop 'Aquatic Toxicology and Biomonitoring' Abstract Book*, August 27-29, Vodňany-Czech Republic, 41-41.
- **Ozdemir, A.**, Akyildiz, G. K., Şen, A., Duran, M., 2008: Determination Of Heavy Metals In Water, Sediment And *Chironomus thummi* (Diptera, Non-biting Midges) Of The Curuksu Stream (Denizli), *6<sup>th</sup> Aegean Analytical Chemistry Days*, **PPI 146**, 208-208.
- **Ozdemir, A.**, Sen, A., Duran, M., 2006: Effect Of Deltamethrin, Methomyl And Methyl-parathion On Cholinesterases Activities In *Limnodrilus profundicola*, *6<sup>th</sup> International Congress of Turkish Society of Toxicology (IC-TST)*, **P-019**, 91-91.

#### **Ulusal hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan tam metin yayınlar**

- Akyıldız, G. K., Kaska, Y., Ekmekçi, İ., Sarı, F., **Özdemir, A.**, Arslan, İ., Şahin, B., Kocamaz, E., 2007: Deniz Kaplumbağaları Araştırma, Rehabilitasyon Ve İlk Yardım Merkezi Neleri İçermeli Ve Kaplumbağaların Günlük Bakımları Nasıl Yapılmalıdır? *2.Ulusal Deniz Kaplumbağaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 149-156.
- Duran, M., Akyıldız, G. K., **Özdemir, A.**, 2007: Gökpınar Çayının Büyük Omurgasız Faunası Ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 5-8: 577-583.
- Duran, M., Akyıldız, G. K., **Özdemir, A.**, Urhan, R., Kaska, Y., Düşen, S., 2006: Süleymanlı Yayla Gölü Sucul Faunasına Genel Bir Bakış, *Buldan Sempozyumu Bildirileri*, 595-602.
- Duran, M., Akyıldız, G. K., **Özdemir, A.**, 2006: Çal Bölgesi (Denizli) Sulak Alanlarının Faunasına Genel Bir Bakış Ve Su Kirlilik Derecesinin Değerlendirilmesi, *Çal Bölgesi Sempozyumu Bildirileri*, 130-134.
- Duran, M., Urhan, R., **Özdemir, A.**, 2004: Hambat Bölgesi (Denizli) Sulak Alanlarının Faunasına Genel Bir Bakış, *Hambat Bölgesi Sempozyumu*.

#### **Ulusal hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan özet yayınlar**

- **Sarı A.**, Duran M., Bardakçı F., Şen A., 2012: Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) Alt Familyasının Filogenisinin *Sitokrom C Oksidaz Alt Ünite I* Kullanılarak Belirlenmesi, *21. Ulusal Biyoloji Kongresi*, sözlü sunum, kabul edildi.

- **Özdemir A.**, Duran M., Akyıldız G.K., Şen A., 2010: Kirliliğin *Limnodrilus profundicola*'da (Oligochaeta) AChE Ve MT Kullanılarak İzlenmesi, 4. *Ulusal Limnoloji Sempozyumu*, ULSS40, 23-23.
- Akyıldız, G. K., **Özdemir, A.**, Duran, M., Bakır, R., Şen, A., 2010: Kuraklığın Büyük Menderes Nehri Üzerindeki Olası Etkileri, 20. *Ulusal Biyoloji Kongresi Özetleri*, **PF-026**, 868-869.
- **Özdemir, A.**, Şen, A., Duran, M., Özkarslı, M., 2008: Menderes Nehri Çürüksu Çayı'nda Metal Kirliliğinin *Chironomus thummi* Larvalarında Metallotiyonin Kullanılarak İzlenmesi, 19. *Ulusal Biyoloji Kongresi Özetleri*, **PZ 384**, 628-628.
- Topçu, Z., Büyükgöze, Ö., Karakuş, Ö. Ö., **Özdemir, A.**, Deligöz, H., Şen A., 2008: Asetilkolinesteraz İnhibitörleri Olarak Kaliks[n]arenler, 19. *Ulusal Biyoloji Kongresi Özetleri*, **PZ 385**, 628-629 .
- Duran, M., Akyıldız, G. K., **Özdemir, A.**, 2006: Denizli İli Sınırlarındaki Büyük Menderes Nehrinin Taban Büyük Omurgasız Canlıları Kullanılarak Su Kalitesinin Belirlenmesi Hakkında Ön Bir Çalışma, 18. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, 309-309.

#### **Katıldığı Projeler**

- “Türkiye'nin Bazı Göllerinde Yayılış Gösteren Chironomidae (Diptera) Familyasının Moleküler Sistematiği ve Filogenisi” TÜBİTAK projesi, 111T679, Bursiyer-Gerçekleştirme Görevlisi, 2010-Devam ediyor.
- “Türkiye'nin Bazı Göllerinde Yayılış Gösteren Chironomidae (Diptera) Familyasının Filogenisinin Mitokondriyal *Sitokrom b* ve *Sitokrom c oksidaz alt ünite I* Kullanılarak Araştırılması” Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, 2009FBE013, Araştırmacı, 2009-Devam ediyor.
- “Büyük Menderes Nehri'nin (Denizli) Organik kirliliğinin bentik fauna ve biyomarkörler ile biyolojik izlenmesi ve belirlenmesi” TÜBİTAK Projesi, 108Y326, Bursiyer, 2008-2009.
- “Çürüksu Çayının (Denizli) Bentik Faunası, Ağır Metal ve Organik Kirliliğinin Taban Büyük Omurgasızları Kullanılarak Belirlenmesi” TÜBİTAK Projesi, 106Y215, Yardımcı Araştırmacı-Gerçekleştirme Görevlisi, 2006-2009.
- “*Limnodrilus profundicola* (Verril 1871) Kolinesteraz ve Etoksirezorufin O-Deetilaz Aktivitelerinin Biyomarkör Olarak Kullanılmasının Araştırılması” Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, 2005FBE022, Araştırmacı, 2004-2006.

#### **Görev Aldığı Kongreler**

- 1st International Symposium on Secondary Metabolites: Chemical, Biological and Biotechnological Properties, Organization Committee Member, September 12-15 2011, Denizli-Turkey.
- 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, Kongre Düzenleme Kurulu Üyesi, 21-25 Haziran 2010, Denizli.
- International Workshop on Urbanisation, Land Use, Land Degradation, and Environment, Organization Committee Member, September 28-October 01 2009, Denizli-Turkey.

### ***Katıldığı Kurslar***

- “İleri Moleküler Hücre Biyolojisi Teknikleri Uygulamalı Eğitim Kursu” Tübitak Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Araştırma Enstitüsü, 9-13 Mayıs 2005, Gebze-Kocaeli.

### ***Aldığı Sertifikalar***

- BIO-RAD BioLogic LP System ve BioLogic LP Data View Software Başarı Sertifikası, 03 Nisan 2008, MEDTEK Elektronik Tıbbi Cihazlar Tic. ve San. A. Ş.
- Deney Hayvanı Kullanım Sertifikası, Pamukkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Etik Kurulu, PAÜ 2007-0054.