

*Nais* Tür Grubunun (Annelida: Clitellata: Naididae) Tür Sınırlarının Belirlenmesi,  
Filogenisi ve Filocoğrafyası

Deniz Mercan

**DOKTORA TEZİ**

Biyoloji Anabilim Dalı

Eylül 2020

Species Delimitation, Phylogeny and Phylogeography of *Nais* Species Group (Annelida:  
Clitellata: Naididae)

Deniz Mercan

**DOCTORAL DISSERTATION**

Department of Biology

September 2020

*Nais* Tür Grubunun (Annelida: Clitellata: Naididae) Tür Sınırlarının Belirlenmesi,  
Filogenisi ve Filocoğrafyası

Deniz Mercan

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Hidrobiyoloji Bilim Dalında  
DOKTORA TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Naime Arslan

İkinci Danışman: Doç. Dr. Ertan Mahir Korkmaz

Bu tez Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 201619A224 no'lu proje ve TÜBİTAK tarafından 117Y347 no'lu proje çerçevesinde desteklenmiştir.

Eylül 2020



*Can oğlum*  
*Demir Adam'a*

## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Naime Arslan danışmanlığında hazırlamış olduğum “*Nais* Tür Grubunun (Annelida: Clitellata: Naididae) Tür Sınırlarının Belirlenmesi, Filogenisi ve Filocoğrafyası” başlıklı DOKTORA tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 30/09/2020

Deniz Mercan

İmza

## ÖZET

Türün, filocoğrafik öyküsü içinde habitat çeşitliliğine bağlı ekofenotipik farklılaşmalar, izolasyona bağlı çeşitlenmeler sayesinde farklı coğrafik bölgelerdeki aynı türün popülasyonları arasında dahi dikkate değer ölçüde genetik varyasyonlar gözlenebilmektedir. Ancak morfolojik tayin anahtarları ile yapılan teşhislerde genetik farklılıkların gözlemlenmesi imkânsız olduğundan, hata yapılma olasılığı da artmaktadır. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan moleküler veri tabanlı yaklaşımlar bu tarz hataları ortadan kaldırmakta, olası sinonim ve homonim durumları engellemektedir.

*Nais communis/variabilis* türleri Türkiye sularında oldukça yaygındır. *Nais* cinsine ait türlerin tanımlanmasındaki temel taksonomik kriter, eşeyli üreme çok nadiren görüldüğü için dorsal ve ventral demetlerdeki setal morfolojidir ki bu da tür teşhislerindeki hata payını yükseltmektedir. Bu durum ise taksonomik karmaşanın ciddi bir riskidir. Bu tez çalışması ile 13 farklı lokaliteden toplanan *Nais* cinsine ait örneklerin morfolojik teşhis anahtarı ile tür olarak verilmesine rağmen, gerçekte bir türü yansıtmadığının moleküler verilerle tespit edilmesi, ayrı ayrı evrimleşme soylarının yayılan modelinin bu çalışmadaki *Nais* cinsi içinde görülebilen kriptik türleşme fikrini destekleyip desteklemediğinin araştırılması ve *Nais* türlerinin filogenisi ve filocoğrafyasının ortaya konulması ile de Türkiye biyocoğrafyasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda Afrin Çayı'nda tespit edilen örneklerin morfotiplerinin Türkiye'deki morfotipler ile farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca *Nais* cinsi içindeki örneklerin ayırımında *16S* rDNA ve *COI* gen bölgelerinin çözümlenmesi de yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Ayrıca cins içinde kriptik türleşmenin olduğu ve teşhis anahtarının revizyona ihtiyaç duyduğu kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Nais* spp., omurgasız sistematigi, kriptik türleşme.

## SUMMARY

Ecophenotypic differentiations depend on habitat diversity in phylogeographic history of the species and genetic variations can be significantly observed even among populations of same species in different geographical regions because of isolation related variations. However, since it is impossible that observed genetic diversity is identified using with morphological identification keys, error probability is increasing. The molecular database approaches commonly used in recent years have removed such mistakes and are preventing possible synonyms and homonyms.

*Nais communis/variabilis* complex and signed that cryptic speciation is revealed. Especially, they were indicated that a taxonomic revision of the genus will be needed in the future. *Nais communis/variabilis* complex is common in Turkish surface waters. Main taxonomic criteria in identified of species in *Nais* genus is setal morphology in dorsal and ventral bundles because sexual reproduction rarely seen in this genus, and this is increase error margin in species identification. And there is a considerable risk of taxonomic confusion. The differences between the chaetae of the described species are often subtle and may overlap in some cases.

Examples of the results of the morphotypes detected in Afrin River has been found to vary with morphotypes in Turkey. In addition, it was observed that the analysis of *16S* rDNA and *COI* gene regions was insufficient in the separation of samples within the *Nais* genus. It was also concluded that there is cryptic speciation within the genus and the identification key needs revision.

**Keywords:** *Nais* spp., invertebrate systematic, cryptic speciation.

## TEŞEKKÜR

Akademik hayatta öğrencisi olmaktan mutluluk ve onur duyduğum, hem bir bilim kadını olarak hem de bir insan olarak hayatımda örnek aldığım, tanıdığım günden beri hem bir akademisyen olarak hem de bir insan olarak gelişmemde bana büyük katkı sağlayan ve her zaman bana destek veren sevgili danışmanım Prof. Dr. Naime Arslan'a,

Tez çalışmam kapsamında moleküler çalışmalarım için bana laboratuvarını açan ve tezime katkıda bulunan ikinci danışmanım Doç. Dr. Ertan Mahir Korkmaz'a,

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım süresince “2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı” ve ayrıca desteklenen 117Y347 no'lu proje kapsamında tez çalışmalarına katkı sağlayan TÜBİTAK'a ve 201619A224 no'lu “Türkiye'nin Bazı Aquatik Sistemlerinde Ponto-Caspian *Nais* Muller, 1774 (Oligochaeta) Türlerinin Dağılım ve Endemizm Durumlarının Araştırılması” başlıklı projemize destek veren Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na,

Tez çalışmamın moleküler kısmını kapsayan tüm laboratuvar ve analiz aşamalarında bilgi ve becerilerini asla esirgemeyen ve her türlü desteği veren ve en önemlisi akademik hayat ile tanıdığım ama benim için sadece iş arkadaşı değil dost olan can arkadaşım Uzman Merve Nur Aydemir'e ve yeni doğan oğlu Ali Asaf'a, ayrıca morfolojik ve moleküler çalışmalarımda bana laboratuvarda ve analizlerimde destek veren Dr. Kurtuluş Özgişi'ye, Uzman Burcu Daşer Özgişi'ye, Uzman H. Bilal Aydemir'e, Uzman B. Seçil Durel'e, Birsal Kızıltepe'ye, Tuğba Demir'e, Maha Khalid Abed'e ve Akın Karahasan'a,

Akademik hayatım boyunca anlayışı, sabrı ve desteği için sevgili eşim Hakan Mercan'a, birlikte geçireceğimiz bazı anılardan feragat ettiği ve bunu anlayışla karşıladığı için Can oğlum Demir'ime ve benim burada olmamı sağlayan ve beni hayatımın her anında destekleyen, en çok onurlandırmak istediğim sevgili annem Fatma Kara'ya ve babam Mustafa Hikmet Kara'ya,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	viii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	x
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xii
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	7
2.1. Ülkemizde Oligochaeta (Naididae) Faunası ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	7
2.2. <i>Nais</i> Cinsi ile İlgili Yapılan Filogenetik Çalışmalar .....	15
<b>3. OLIGOCHAETA HAKKINDA TEORİK BİLGİLER</b> .....	18
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	47
4.1. Arazi Çalışmaları .....	47
4.2. Tür Teşhisi ve Örneklerin Saklanması .....	53
4.3. Total Genomik DNA İzolasyonu .....	54
4.4. Gen Bölgelerinin Polimeraz Zincir Reaksiyonu ile Çoğaltılması .....	56
4.5. Jel Elektroforezi .....	58
4.7. Filogenetik Analizler .....	60
<b>5. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	63
5.1. Morfolojik Bulgular .....	63
5.2. Filogenetik Bulgular .....	76
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	83
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ</b> .....	89
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	.....

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1. 1. Anadolu'nun coğrafik yeri ve temel topografik yapılar (Kosswigg, 1955). .....	3
3. 1. Tatlı su Oligochaeta bireylerine ait örnekler (A-C ve E: canlı resimler) .....	19
3. 2. Oligochaeta'da seta tipleri .....	20
3. 3. Farklı Palearktik Oligochaeta familyalarında üreme organlarının konumlanması. Martin ve Ait Boughrous, 2012'den yeniden çizim (Thorp ve Lovell, 2019). .....	21
3. 4. Lastoçkin (1924), Sperber (1948) ve Nemeç ve Brinkhurst (1987) tarafından önerilen Naidid sınıflandırması (altfamilyalar ve tribeler). .....	24
3. 5. Nais bireylerine ait görüntüler .....	41
3. 6. Nais bireylerine ait şematik görüntüler .....	42
4. 1. Tez çalışması kapsamında örnek toplanan istasyonları gösterir harita .....	48
4. 2. Arazi çalışması yapılan istasyonlardan görüntüler .....	53
4. 3. 16S rDNA gen bölgesine ait PCR ürünlerinin jel görüntüsü .....	59
4. 4. PZR ile çoğaltılan gen bölgesine ait dizi kromotogramı .....	60
5. 1. Nais spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonları gösterir harita .....	64
5. 2. Analizlere dahil edilen Nais spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonları gösterir harita.....	66
5. 3. N. variabilis/communis grubu örneklerinin ölçümlerine ait mikroskop görüntüleri...	70
5. 4. Nais barbata türüne ait ölçümleri.....	72
5. 5. N. variabilis/communis grubu örneklerinin ölçümlerine ait mikroskop görüntüleri...	74
5. 6. Morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, COI veri setine dayalı Bayesian temelli konsensüs ağacı.....	78
5. 7. Morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, 16S rDNA veri setine dayalı Bayesian temelli konsensüs ağacı.....	79
5. 8. Morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, COI veri setine dayalı Maksimum Olasılık temelli konsensüs ağacı .....	80
5. 9. Morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, 16S rDNA veri setine dayalı Maksimum Olasılık temelli konsensüs ağacı .....	81
5. 10. Çalışma kapsamında tespit edilen morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, 16S rDNA veri setine dayalı PTP, TCS, ABGD, GMYC modellerine dayalı OTU'ler ...	82

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3. 1. Dünya üzerinde bugüne kadar kaydedilmiş Nais cinsine ait türlerin listesi.....	25
3. 2. Türkiye’de bugüne kadar kaydedilmiş Nais cinsine ait türlerin listesi ve kaydedildiği sucul sistemler.....	26
3. 3. Her bir moleküler belirtecin ya da gen bölgesinin uygulanabilir kategori seviyesi (Hwang ve Kim, 1999).....	46
4. 1. Tez çalışması kapsamında örnek toplanan istasyonlar .....	49
4. 2. Örneklerin morfolojik teşhisinde kullanılan karakterlerin bilgilerinin tutulduğu örnek protokol .....	54
4. 3. Çalışma kapsamında kullanılan primerlere ait diziler, Tm değerleri ve pozisyon bilgileri .....	57
4. 4. PCR bileşenleri .....	58
4. 5. PCR reaksiyonu koşulları .....	58
5. 1. Nais spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonlar .....	63
5. 2. Analizlere dahil edilen Nais spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonlar .....	65
5. 3. Çalışma kapsamında morfolojik olarak teşhisi yapılan tür / morfotiplerin listesi.....	67
5. 4. Nais variabilis/communis morfotipinin özelliklerini içeren protokol .....	71
5. 5. Nais barbata türünün özelliklerini içeren protokol .....	73
5. 6. Nais variabilis / communis morfotipinin özelliklerini içeren protokol .....	75
5. 7. Karşılaştırma için kullanılan Nais morfotiplerinin toplandığı ülke ve 16S rDNA ve COI gen bölgelerine ait GenBank ulaşım numaraları .....	77

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
A	Adenin
C	Sitozin
G	Guanin
m	metre
mm	milimetre
µm	mikrometre
µl	mikrolitre
Tm	Erime sıcaklığı
T	Timin

### Kısaltmalar

### Açıklama

ABGD	Automatic Barcode Gap Discovery
ANT	Antarktik
AT	Afrotropik
AU	Avustralyasian
bç	Baz çifti
BEAST	Bayesian Evolutionary Analysis Sampling Trees
BEAUti	Bayesian Evolutionary Analysis Utility
BLAST	Basic Local Alignment Search Tool
COI	Sitokrom oksidaz alt ünite I
dH <sub>2</sub> O	Distile su
dk	Dakika
dNTP	Deoksiribonükleotid trifosfat
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
EtBr	Etidyum Bromid
MCMC	Markov Chain Monte Carlo
MgCl <sub>2</sub>	Magnezyum klorür
MCMC	Markov chain Monte Carlo
NA	Nearktik
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NT	Neotropik
OL	Oriental
PA	Palearktik
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PTP	Poisson Tree Processes
rDNA	Ribozomal deoksiribonükleik asit
sn	Saniye
TAE	Tris Asetat EDTA
TCS	Templeton Criteria Speciation
UPGMA	Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean
UV	Ultraviole

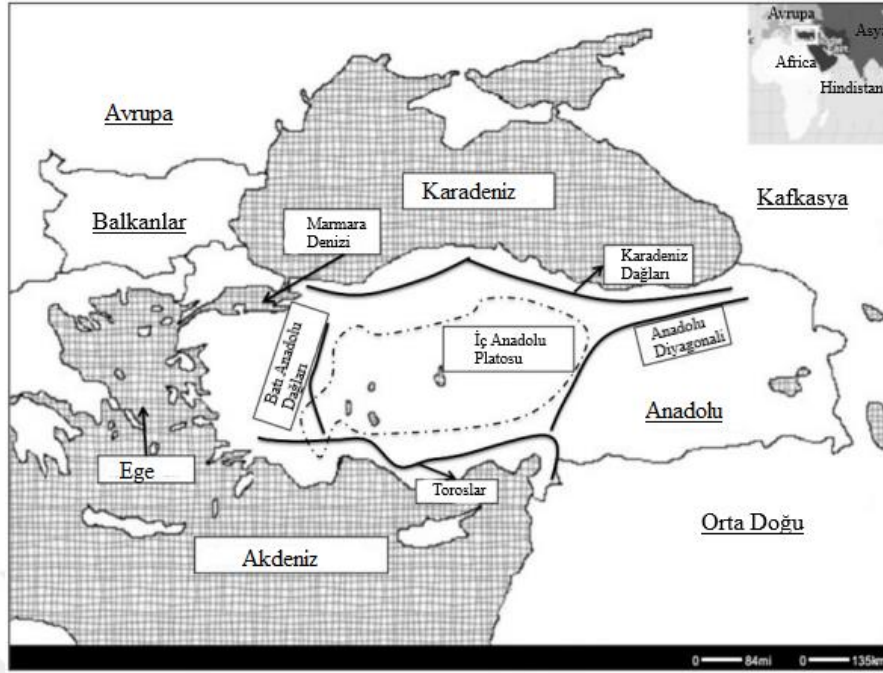
## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Biyçeşitlilik, belirli bir alandaki yaşamın tüm çeşitlilik ve değişkenlik toplamını ifade etmektedir. Daha spesifik olan *tür çeşitliliğinin* aksine *biyçeşitlilik* terimi, farklı organizasyon seviyesindeki organizmalar içinde var olan varyasyonların birçok kompleks türünü vurgulamak için kullanılmıştır. Bir bölgenin gen, tür ve ekosistemlerinin tümünü ifade etmektedir. Biyçeşitlilik, genetik, tür ve ekosistem çeşitliliği olmak üzere üç hiyerarşik seviye içermektedir. Genetik çeşitlilik, bir tür içindeki genlerin varyasyonunu ifade etmektedir. Tür çeşitliliği, bir bölgedeki türlerin çeşitliliğini tanımlamaktadır. Ekosistem çeşitliliği ise bir bölgedeki tüm türleri ve o bölgenin karakteristik abiyotik faktörlerini içermektedir (Kumar ve Mina, 2018).

Biyolojik koruma için önemli alanları tanımlayan karasal biyçeşitlilik sıcak noktalar (hotspots) terimi ilk olarak Myers tarafından tanımlanmış ve 1988 yılında yazar tarafından tropik orman biyomlarında 10 sıcak nokta belirlenmiştir (Myers, 1988). O dönemde biyçeşitlilik sıcak noktalarının nasıl belirleneceğine dair kriterler yoktu (Mittermeier vd., 2004). 1990 yılında, 4 Akdeniz tipi ekosistemi içeren 8 sıcak nokta daha Myers tarafından eklenmiştir (Myers, 1990). Uluslararası Koruma (Conservation International), 1989'daki Myers'in sıcak nokta kavramını kabul etmiş ve 1999'da biyçeşitlilik sıcak noktaları belirlemek için kalitatif kriterler belirlemiştir (Conservation International, 2014). Genellikle bu alanlar şu iki kriteri tam olarak karşılamalıdır: (i) Endemik olan 1500 ya da daha fazla damarlı bitki türüne ev sahipliği yapmalıdır, (ii) Orijinal ilkin habitatının en az %70'ini kaybetmiş olmalıdır. Günümüzde dünyada yeryüzünün sadece %2,3'ünü kaplayan 36 biyçeşitlilik sıcak noktası bulunmaktadır (Conservation International, 2017). Türkiye'nin Anadolu bölümü ise Akdeniz Havzası, Kafkasya ve İran - Anadolu biyçeşitlilik sıcak noktaları olmak üzere üç sıcak noktanın etkileştiği bölgedir. Bu, Anadolu'nun bir yandan yüksek endemizme ve biyçeşitliliğe sahip olduğunu diğer yandan da doğal özgün vejetasyonunun çoğu kısmını kaybettiğini göstermektedir (Gür, 2017).

Anadolu'nun bu kadar önemli biyçeşitliliğe sahip olması karmaşık bir jeolojik tarihe ve paleocoğrafik evrime sahip olması ile ilişkilendirilmektedir (Cavazza ve Wezel, 2003). Anadolu'nun biyçeşitliliğini sağlayan özellikleri: (i) birçok farklı makro ve mikro-

habitata olarak sağlayan çeşitli topografya ve iklime sahip olması, (ii) güneyde Asya ve Avrupa arasında bir köprü olması ve Arap yarımadası aracılığıyla Etiyopya bölgesine bağlanması, böylelikle hem kuzey-güney hem de doğu-batı arasında türlerin dağılımı için doğal bir yol sağlaması (Tchernov, 1992; Çıplak vd., 2002), (iii) sürekli olan tektonik evrimi Tersiyer ve Kuaterner dönemler boyunca değişmesi ve (iv) Kuaterner buzul dönem boyunca Balkanlar ve/veya Kafkasya aracılığıyla populasyonları alarak önemli bir sığınak olması. Anadolu, Tersiyer boyunca (özellikle Miyosen boyunca) birçok kez Avrupa, Arap, İran ve Kaskasya plakaları ile bağlantılar sağlamış ve faunal değişimler için birçok olanak tanımıştır. Diğer zamanlarda Ege plakası daha fazla türleşmeye neden olan Tetis ya da Akdeniz içinde izole edilmiştir (Steininger ve Rögl, 1985; Rögl, 1999). Hatta, son 2.4 kb yılın buzul dönemleri Anadolu fauna yapısı üzerine büyük bir etkiye sahiptir. Daha sonra, buzul dönemler boyunca meydana gelen iklimsel değişim daha çok kuzey populasyonlarını (özellikle Balkanlarda, Kafkasya'da ve/veya kuzey Anadolu'da bulunan) güneye itmiş ve güney bölgelerinde daha yüksek rakımlarda izolasyona ve türleşmeye neden olmuştur (De Lattin, 1967; Hewitt, 1996, 2000; Çıplak, 2003). Anadolu'daki ana coğrafik bariyerler Toroslar, Anadolu Diyagonali, Karadeniz Dağları ve Batı Anadolu Dağları'dır (Şekil 1.1) (Bilgin, 2011; Kosswigg, 1955). 65 milyon yıl önce başlayan dağ oluşumları Anadolu'da tatlı su bağlantılarının bazı zamanlar kesilmesine bazı zamanlar da akarsular yardımıyla birleşmesine sebep olmuştur. Bu şekilde tatlı su canlıları içinde coğrafik izolasyon başlamıştır (Demirsoy, 2002). Tüm bu sebeplerden dolayı, Anadolu'da birçok türleşme meydana gelmektedir ve bu yüzden Anadolu zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir (Çıplak, 2003).



Şekil 1. 1. Anadolu'nun coğrafik yeri ve temel topografik yapılar (Kosswig, 1955).

Türleşme, çeşitliliğin meydana gelmesine olanak tanıyan yaratıcı bir süreçtir. Populasyonların ayrılma süreci, habitat kullanımı ve çiftleşme yöntemleri gibi özelliklerin değişime uğrama süreci ve üreme izolasyonunun oluşum süreci olmak üzere 3 önemli basamak türleşme için temel süreçlerdir. Biyolojik tür kavramında evrimsel bağımsızlığı belirleyen ölçüt üreme izolasyonudur (Freeman ve Herron, 2007). Morfolojik temelli bütünleşik taksonomide türlerin sınırlarını belirlemek oldukça zordur ve moleküler verileri, biyocoğrafyayı, davranışları ve ekolojii içeren ek bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır (Dayrat, 2005; Padial vd., 2010; Jörger ve Schrödl, 2013). Biyolojik tür kavramından kaynaklanan önemli bir sonuç, morfolojik karakterlerle zayıf olarak farklılaşmış türler gibi kriptik türlerin olası varlığıdır. Bu türler davranışsal, ekolojik ve fizyolojik izolasyon bariyerleri nedeniyle simpatrik olarak meydana gelebilir (Lukhtanov, 2019). Kriptik (gizli) tür, morfolojik olarak benzer fakat aslında birbirlerinden evrimsel olarak bağımsızlaşmış populasyonlardır (Freeman ve Herron, 2007). Kriptik türlerin geleneksel morfolojik belirteçler ile belirlenmesi oldukça zordur ya da imkânsızdır (Lukhtanov, 2019). Kriptik türler, yaşam ağacının tüm ana dallarında bulunur ve keşfedilmemiş biyoçeşitliliğin önemli bir kısmını temsil eder (Jörger ve Schrödl, 2013; Nygren, 2013). Kriptik türlerin belirlenmesi için DNA barkodlama çalışmalarının kullanılabilirliği birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (Johnson, 2008; Puillandre vd., 2010; Kieneker vd., 2012; Tulchinsky vd., 2012; Envall vd., 2012).

Türkiye'nin sahip olduğu su havzaları yapısının karmaşık ve çok parçalı olması hem iç su balıkları hem de omurgasız türlerinde genetik çeşitliliğe ve yüksek endemizme sebep olmuştur. Tersiyerin ikinci yarısında ( 35 milyon yıl kadar önce) Anadolu'yu çevreleyen Sarmatik İç Deniz, acı sudan tatlı su karakterine dönüşerek zamanla Hazar, Karadeniz, Aral ve uzun bir süre göl özelliği gösteren Ege havzalarına ayrılmıştır (Eken vd., 2006). Özellikle aktif yer değiştiremeyen omurgasız canlı gruplarından Crustacea, Amphipoda, Gastropoda ve Clitellata gibi grupların ülkemizde gösterdikleri yüksek endemizm durumu (her ne kadar balıklar kadar olmasa da), iç sulardaki omurgasızların yayılışı ve bununla bağlantılı olarak oluşan türleşmenin göstergelerindedir (Mercan, 2014).

Sucul ekosistemlerdeki omurgasız (özellikle de mikro ve meiobentoz) canlıların çoğu küçük boyutludur. Bu nedenle bazı gruplarda sadece morfolojik karakterlere göre detaylı mikroskobik çalışmalara başvurulmaksızın, tür düzeyinde teşhislerinin yapılması neredeyse imkânsızdır. Türün, filocoğrafik öyküsü içinde habitat çeşitliliğine bağlı ekofenotipik farklılaşmalar, izolasyona bağlı çeşitlenmeler sayesinde farklı coğrafik bölgelerdeki aynı türün popülasyonları arasında dahi önemli ölçüde genetik varyasyonlar gözlenebilmektedir. Diğer bir deyişle, geniş yayılış sergileyen türlerde farklı coğrafik, enlemsel ve topografik yapılanmaların oluşturduğu heterojenite, ilgili türün yayılış alanı içerisinde farklı genetik yapılanmaların oluşmasına yol açabilmektedir. Ancak bu farklı genetik yapılanmaların fenotipe yansımaları için yeterli süre geçmediyse, morfolojik tayin anahtarları ile yapılan teşhislerde bu farklılıkların gözlemlenmesi imkânsızdır. Ve bu da tür teşhislerinde hata yapılma olasılığını artırmaktadır. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan moleküler veri tabanlı yaklaşımlar bu tarz hataları ortadan kaldırmakta, olası sinonim ve homonim durumları engellemektedir.

Sucul sistemlerde en sık rastlanılan zoobentik kommunité üyelerinden biri de Oligochaeta bireyleridir. Oligochaeta *sensu stricto*, klitellumlu canlılar, tuzlu su, tatlı su, acı su ve karasal çevrede yaşayabilen canlılardır. En yaygın grubu Naididae ve Tubificinae'dir. Bu çeşitliliğe, ülkemizin de içinde yer aldığı yüksek oranda çeşitlilik ve bolluk gösteren, % 80'i endemik olmak üzere, 600'ü aşkın geçerli türü tanımlanan Palearktik bölge büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır.



Naididae familyası içinde yer alan *Nais* türlerinin yayılışlarının günümüz bilinen yayılışlarından çok daha geniş olduğu tahmin edilmektedir. Buna ilaveten yapılan araştırmalar doğrultusunda oluşumu nispeten eski olan sucul sistemlerde relik veya endemik türler olarak da temsil edildikleri belirlenmiştir (Martin vd., 2008). Ülkemizin coğrafik yapısındaki farklılıklar oldukça fazladır ve su canlıları için kısıtlayıcı bir yayılış bariyeri olan dağ sıralarına sahiptir (Şekil 1.1). Böylesine farklı coğrafik ve topografik özelliklerin oluşturduğu heterojeniteye bağlı olarak, Türkiye *Nais* türlerinin de ülkemizin geniş yayılış alanı içerisinde farklı genetik yapılanmalara sahip olabileceği düşünülmektedir. Bugüne kadar dünyada 37 türü tanımlanmış olan *Nais* cinsinde (Çizelge 3.1.) tür teşhisi; oldukça zor görülen, değişken olan ve hatta nominal türler arasında örtüşen setal karakterleri temel almaktadır. *Nais* cinsine ait türlerin teşhisinde ciddi bir karmaşa bulunmaktadır. Başta *N. communis/variabilis* türleri olmak üzere diğer *Nais* türlerinin de farklı coğrafik bölgelerden elde edilen örnekleri arasında varyasyonlar görülebilmektedir. Bu varyasyonların habitat çeşitliliğine bağlı bir ekofenotipik farklılaşma mı yoksa izolasyona bağlı çeşitlenmeler neticesinde aynı türün populasyonları arasında bir genetik varyasyon mu olduğunun ortaya konması gerekmektedir. Ayrıca eğer bahsi geçen *Nais* türleri arasında genetik bir varyasyon varsa da sınırlarının belirlenerek *Nais* tür teşhis anahtarının yeniden düzenlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu tez çalışması ile;

(i) Sahip olduğumuz *Nais* tür çeşitliliğinin ortaya konulması hakkında bir adım daha atılması,

(ii) *Nais* cinsine ait türlerin Türkiye'deki dağılımı ve sistematik durumlarının ortaya konulması,

(iii) Genetik verilerle (mitokondri genomundan *COI* ve *16S* rRNA genleri) teşhis edilen *Nais* örneklerinin içerdiği türleri fark edilebilir morfolojikler (setal özellikleri ile oluşan) ile uyuşup uyuşmadığının test edilmesi,

(iv) *Nais* cinsine ait örneklerin morfolojik teşhis anahtarı ile tür olarak verilmesine rağmen, gerçekte bir türü yansıtmadığının moleküler verilerle tespit edilmesi,

(v) Ayrı ayrı evrimleşme soylarının yayılan modelinin bu çalışmadaki *Nais* cinsi içinde görülebilen kriptik türleşme fikrini destekleyip desteklemediğinin araştırılması,

(vi) Günümüz Anadolu coğrafik genetik yapılanması saptanarak olası tür ve/veya genetik açıdan oldukça farklılaşmış populasyonların farklılaşma örüntülerinin arka planında yer alan evrimsel mekanizmaların test edilmesi;

(vii) Ayrıca bu evrimsel mekanizmaların gen akışı açısından bariyer teşkil eden sucül sistemlerde kurucu populasyon etkisi, darboğaz ve genetik sürüklenme gibi mekanizmalar açısından bir örnek teşkil edebilirliğinin test edilmesi,

(viii) Tüm bu amaçların birlikte değerlendirilmesi sonucunda doğrudan ve/veya dolaylı olarak Türkiye biyocoğrafyasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

### 2.1. Ülkemizde Oligochaeta (Naididae) Faunası ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de Oligochaeta üzerine şimdiye kadar yapılan çalışmalar genellikle faunistik çeşitliliğin belirlenmesine yönelik çalışmalar şeklindedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarla Türkiye’den 1 Crassiclitellata, 21 Enchytraeidae, 1 Propappidae, 1 Haplotaxidae, 4 Lumbriculidae, 56 Naidinae, 64 Tubificinae ve 2 Lumbricidae olmak üzere 150 Oligochaeta türünün kaydı rapor edilmiştir (Arslan ve Mercan, 2020). Türkiye'nin tatlı su Oligochaeta faunası üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde dünya genelinde bilinen 37 *Nais* türünden *Nais alpina* Sperber, 1948, *N. barbata* Müller, 1773, *N. behningi* Michaelsen, 1923, *N. bretscheri* Michaelsen, 1899, *N. communis* Piguët, 1906, *N. christinae* Kasprzak, 1973, *N. elinguis* Müller, 1773, *N. pardalis* Piguët, 1906, *N. pseudobtusa* Piguët, 1906, *N. simplex* Piguët, 1906, *N. stolci* Hrabě, 1981 ve *N. variabilis* Piguët, 1906 olmak üzere toplamda 12 *Nais* türünün kaydı verilmiştir (Çizelge 3.2).

Ülkemizde Oligochaeta faunası üzerine yapılan araştırmalarda farklı bölgelerden *Nais* türlerinin varlığı bildirilmiştir;

Sperber tarafından yapılan çalışmada Türkiye'den *Nais* cinsine ait *Nais variabilis* ve *Nais pardalis* türlerinin kaydı verilmiştir (Sperber, 1958).

Moubayed vd. Ankara Çayı’nda yaptıkları çalışmada *Nais* cinsine ait *Nais elinguis* türünün kaydını vermişlerdir (Moubayed vd., 1987).

Polatdemir Arslan ve Şahin’in yaptıkları "Sakarya Nehri için 9 Yeni Naididae (Oligochaeta) Türü, Türkiye" başlıklı çalışmada, Sakarya Nehri'nden 79 istasyondan 5 cinse ait 9 Naididae türü tespit etmişlerdir. Tespit edilen *Nais* cinsine ait türler *Nais pardalis* ve *N. variabilis*'tir ve bu türler Sakarya Nehri'nden ilk kez bildirilmiştir (Polatdemir Arslan ve Şahin, 2003).

Öntürk ve Arslan (2003) Gümüş Deresi'nde yaptıkları çalışma ile alandan *Nais* cinsine ait *Nais variabilis*, *N. bretscheri* ve *N. pardalis* türlerinin varlığını bildirmişlerdir.

Arslan ve Şahin (2004), Sakarya Nehir sisteminden 79 istasyondan topladıkları örneklerin incelenmesi sonucundan alandan 34 sucul Oligochaeta türü tespit etmişlerdir. *Nais* cinsine ait *Nais communis*, *N. bretscheri*, *N. barbata*, *N. simplex*, *N. pseudobtusa* ve *N. elinguis* türlerinin kayıtları verilmiştir. Ayrıca tespit edilen türlerden *Chaetogaster langi*, *Paranais frici*, *Nais communis*, *N. bretscheri*, *N. barbata*, *N. simplex*, *N. pseudobtusa*, *Dero (Aulophorus) furcatus*, *Dero (Aulophorus) borellii*, *Spericaria josinae*, *Pristinella sima*, *P. rosea*, *P. amphibiotica*, *Allonais pectinata* ve *A. gwaliorensis* olmak üzere 15 tanesi Türkiye iç su Oligochaeta faunası için yeni kayıtlardır. Aynı zamanda cins düzeyinde *Paranais*, *Spericaria* ve *Allonais* cinslerinin de Türkiye için yeni kayıt niteliğinde olduğu rapor edilmiştir.

Balık vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada Gediz Deltası'nın Oligochaeta ve Aphanoneura faunasını belirlemek amacıyla 16 istasyondan mevsimsel örneklemeler yapılmıştır. Örneklerin değerlendirilmesi sonucunda, Tubificidae familyasından 25 takson, Naididae familyasından 17 takson, Enchytraeidae familyasından 3 takson ve Aeolosomatidae familyasından 2 takson olmak üzere toplam 47 takson saptanmış ve bunlardan 17'sinin Türkiye faunası için ilk defa kaydedildiği bildirilmiştir. Alandan *Nais* cinsine ait *Nais elinguis* türünün varlığı rapor edilmiştir.

Çapraz ve Arslan (2005) tarafından yapılan çalışmada Aksu Çayı (Antalya) Oligochaeta faunasının araştırılması amacıyla 10 istasyondan örnekler toplanmış ve incelenmiştir. Araştırma sonucunda, 7 Tubificid ve 10 Naidid türü saptanmıştır. Tespit edilen toplam 17 Oligochaeta türünün Aksu Çayı için ilk kayıt niteliğinde olduğu bildirilmiştir. Aksu Çayı'ndan *Nais* cinsine ait *Nais bretscheri*, *N. communis*, *N. variabilis* ve *N. pardalis* türlerinin kaydı veilmiştir.

Yıldız ve Balık (2005) yaptıkları çalışma ile Göller Bölgesi (Türkiye) içsularının Oligochaeta (Annelida) faunası belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda, 24'ü Tubificidae, 14'ü Naididae, 3'ü Enchytraeidae, 2'si Lumbriculidae, 1'i Lumbricidae, 1'i Haplotaxidae ve 1'i Glossoscolecidae familyalarına ait olmak üzere toplam 46 tür tespit

edilmiştir. Alandan *Nais* cinsine ait *Nais barbata*, *N. communis*, *N. elinguis*, *N. pardalis*, *N. pseudobtusa* ve *Nais variabilis* türlerinin kaydı verilmiştir.

Arslan, Eğirdir Gölü'nde 17 istasyondan yaptığı çalışma ile alandan Lumbriculidae familyasından 1, Haplotaxidae familyasından 1, Tubificidae familyasından 9 ve Naididae familyasından 11 tür olmak üzere 15 cinse ait toplam 22 Oligochaeta türünün varlığını rapor etmiştir. *Nais bretscheri*, *Nais elinguis*, *N. communis* ve *Nais variabilis* türleri olmak üzere *Nais* cinsine ait 4 türün de kaydını bildirmişlerdir (Arslan, 2006) .

Balık vd. tarafından Küçük Menderes'de yapılan çalışmada, alandan 6 Naididae (*Dero digitata*, *Paranais frici*, *Nais pardalis*, *N. elinguis*, *N. variabilis*, *Pristina foreli*) ve 12 Tubificidae olmak üzere toplamda 18 Oligochaeta türü bildirilmiştir (Balık vd., 2006).

Çamur-Elipek vd., (2006) yaptıkları çalışma ile Tunca Nehri'nin bentik makrofaunasını ve çevresel parametreler ile ilişkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma alanında Oligochaeta'dan toplam 31 tür tespit etmişler ve Naididae'den ise *Nais pardalis*, *N. communis*, *N. variabilis*, *N. elinguis* ve *Dero digitata*'nın kaydını vermişlerdir.

Arslan ve Şahin, Kovada Gölü'nde yaptıkları çalışmada alandan Naididae üyelerinden *Nais barbata*, *N. communis*, *N. pardalis*, *Stylaria lacustris*, *Dero digitata*, *Pristinella jenkiniae*, *Ophidonais serpentina* ve *Paranais frici* türlerinin varlığını bildirmişlerdir (Arslan ve Şahin, 2006).

Arslan vd. (2007a) yaptıkları çalışmada Balıkdama Sulak Alanı'ndan 34 sucül Oligochaeta türü tespit etmişlerdir. Tespit edilen türlerden 2'sinin (*Coralliodrilus amissus* sp. n. ve *Ganius anatolicus* sp. n.) bilim dünyası için yeni tür ve 5'inin *Stylodrilus parvus*, *Chaetogaster diastrophus*, *Peipsidrilus libanus*, *Tubifex acuticularis* ve *Epirodrilus moubayedi* Türkiye için yeni kayıt niteliğinde olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca *Nais* cinsine ait *Nais elinguis*, *N. communis*, *N. pardalis*, *N. pseudobtusa*, *N. simplex* ve *N. variabilis* türlerinin varlığı bildirilmiştir.

Arslan vd. tarafından Musaözü Baraj Gölü'nde yapılan çalışma sonucunda gölün baskın grubunun Oligochaeta olduğu tespit edilmiştir. 19 Oligochaeta türünün tespit edildiği

araşırmada Naididae'den *Paranais fricii*, *Ophidonais serpentina*, *Nais communis*, *N. variabilis*, *N. pardalis*, *N. elinguis*, *N. barbata*, *N. bretscheri*, *Stylaria lacustris*, *Dero digitata*, *Aulophorus furcatus* ve *Pristinella jenkiniae* türleri bildirilmiştir. (Arslan vd., 2007b).

Yıldız vd. tarafından Yuvarlak Çayı'nın Oligochaeta faunasını belirlemek amacıyla 2001-2002 yılları arasında yapılan çalışma sonucunda; Tubificidae'den 17, Naididae'den 28 ve Enchytraeidae'den 3 ve Lumbriculidae'den 2 tür olmak üzere toplam 50 takson tespit edilmiştir. Alandan *Nais* cinsine ait *Nais alpina*, *N. bretscheri*, *N. communis*, *N. elinguis*, *N. pardalis*, *N. pseudobtusa*, *N. simplex*, *N. variabilis*, *N. barbata* ve *N. behningi* türlerinin varlığı bildirilmiştir. Ayrıca tespit edilen türlerden *Tubifex newaensis*, *Nais alpina* ve *N. behningi* türlerinin Türkiye faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğu rapor edilmiştir (Yıldız vd., 2007).

Kökmen vd. tarafından Uluabat Gölü'nün zoobentozunu belirlemek amacıyla 2004-2005 yılları arasında yapılan çalışma sonucunda, gölden 12 istasyondan Naididae grubuna ait *Paranais fricii*, *Uncinaiis uncinata*, *Stylaria lacustris*, *Nais communis*, *N. variabilis*, *N. pardalis*, *N. barbata*, *Pristina aequiseta*, *Dero digitata* olmak üzere toplamda 19 tür tespit edilmiştir (Kökmen vd., 2007).

Arslan ve Ahıska (2007) Manyas Gölü'nün Oligochaeta faunasının taksonomik açıdan belirlenmesine yönelik olarak yaptıkları ön çalışmada, alandan 5'i Tubificid, 7'si Naidin olmak üzere toplam 12 Oligochaeta türü tespit etmişlerdir. Tespit edilen Naididae türlerinden *Nais communis*, *N. variabilis*, *N. elinguis*, *Ophidonais serpentina* ve *Stylaria lacustris*'in çalışma alanı için yeni kayıt niteliğinde olduğu rapor edilmiştir.

Yıldız vd., Aydın ili sınırlarında bulunan Kemer Baraj Gölü'nün bentik faunasının tespit edilebilmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda toplamda 10 Oligochaeta türü rapor edilmiştir. Alandan Naididae'den *Nais pardalis* türü bildirilmiştir (Yıldız vd., 2008a).

Yıldız vd. tarafından 2002-2003 yılları arasında Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı göllerde yapılan çalışma ile 13 tür Tubificidae ve 17 tür Naididae familyasına ait olmak üzere toplam 30 Oligochaeta türünün varlığı rapor edilmiştir. Alandan *Nais* cinsine ait *Nais*

*variabilis*, *N. communis*, *N. pardalis*, *N. simplex*, *N. pseudobtusa*, *N. elinguis*, *N. behningi* ve *N. barbata* türlerinin kaydı bildirilmiştir (Yıldız vd., 2008b).

Taş vd. (2008) yaptıkları çalışmada Çorlu Deresi'nin Oligochaeta faunasını ve bazı fizikokimyasal özelliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda, bölgeden 4 Tubificidae ve *Stylaria lacustris*, *Nais elinguis*, *Ophidonais serpentina*, *Dero digitata* ve *D. obtusa* olmak üzere 5 Naididae toplamda 9 Oligochaeta türü rapor edilmiştir.

Ustaoglu vd. 2008 yılında yaptıkları çalışmada Uludağ'da bulunan beş buzul gölün (Karagöl, Kilimligöl, Aynalıgöl, Buzlugöl ve Heybeligöl) ve beş akarsuyun (Güvercinlik Deresi, Deliçay, Nilüfer Çayı, Kalburt Deresi ve Hamamlı Deresi) fauna karakteristiklerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Oligochaeta sınıfına ait 5 Tubificidae türü göllerden, *Ophidonais serpentina* ve *Nais pardalis* türleri akarsulardan olmak üzere toplamda 7 takson tespit edilmiştir (Ustaoglu vd., 2008).

Akbulut vd. (2009) Menderes Havzası (Çanakkale)'nda yapılan bentik makroomurgasızları belirleme çalışmasında 2005-2006 yılları arasında makroomurgasız örnekleri toplamış ve çalışma sonucunda alandan Oligochaeta grubuna ait 6 Naididae (*Dero digitata*, *Nais communis*, *Nais bretscheri*, *Nais elinguis*, *Nais variabilis* ve *Paranais frici*) ve 6 Tubificidae türü olmak üzere toplam 12 tür tespit etmişlerdir.

Yıldız ve Ahıska, Dicle Nehri'nden 2008-2009 yılları arasında yaptıkları çalışma ile Türkiye Oligoket faunası için yeni kayıt niteliğinde olan *Nais stolci* Hrabe, 1981 türünü rapor etmişlerdir (Yıldız ve Ahıska, 2010).

Yıldız ve Balık tarafından 1993-1994 yılları arasında Gümüldür Gölü'nde 10 farklı istasyonda yapılan çalışma ile gölün Oligochaeta faunasını belirlemek amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye için yeni kayıt niteliğinde *Nais christinae* Kasprzak, 1973 türünün varlığı da rapor edilmiştir (Yıldız ve Balık, 2010).

Arslan ve İlhan (2010) Yukarı Sakarya Nehri'nin bir kolu olan Porsuk Çayı'ndaki Oligochaeta tür kompozisyonunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada alandan 15 naidid, 8 tubificid, 1 haplotaxid ve 2 lumbriculid olmak üzere 26 Oligochaeta türünün kaydını

vermişlerdir. *Nais* cinsine ait *Nais barbata*, *N. variabilis*, *N. bretscheri*, *N. communis*, *N. elinguis*, *N. pardalis* ve *N. pseudobtusa* olmak üzere alandan 7 *Nais* türü tespit edilmiştir.

Çamur-Elipek vd. tarafından 2004-2005 yılları arasında Gala Gölü'nde yapılan bentik omurgasızların çevresel değişkenlerle ilişkisini araştırmak amaçlı çalışma sonucunda; alandan 9 Tubificidae ve Naididae'den *Nais communis* ve *N. variabilis* olmak üzere toplamda 11 Oligochaeta türü tespit edilmiştir (Çamur-Elipek vd., 2010).

Yıldız vd. tarafından Küçük Menderes Nehri'nde 2003-2004 yılları arasında gerçekleştirilen çalışma ile alandan 12 Tubificidae ve Naididae'den *Nais variabilis*, *N. pardalis*, *N. elinguis*, *Paranais frici* ve *Dero digitata* olmak üzere toplamda 17 Oligochaeta türünün kaydı verilmiştir (Yıldız vd., 2010).

Taş vd., (2011) Sazlıdere'de 2007 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada 4 istasyondan örnekler toplamışlardır. Çalışmalar sonucunda Tubificidae familyasına ait 4; Naididae familyasına ait *Chaetogaster diaphanus*, *Stylaria lacustris*, *Nais barbata*, *N. bretscheri*, *N. elinguis*, *Ophidonais serpentina*, *Pristina longiseta*, *Slavina appendiculata*, *Dero digitata*, *Aulophorus furcatus* ve ergin olmayan tüy setalı tubificidae olmak üzere Oligochaeta grubuna ait 14 tür tespit etmişlerdir. Tespit edilen tüm türlerin Sazlıdere için, ayrıca *C. diaphanus*, *N. barbata*, *N. bretscheri*, *O. serpentina*, *S. appendiculata* ve *P. longiseta* türlerinin ise Trakya bölgesi için yeni kayıt niteliğinde olduğunu rapor etmişlerdir.

Koşal Şahin ve Yıldız, Sapanca Gölü'nde yaptıkları çalışmada alandan 11 Tubificidae ve 2 Naididae (*Nais communis* ve *Paranais frici*) olmak üzere toplamda 13 Oligochaeta türünün varlığını bildirmişlerdir (Koşal Şahin ve Yıldız, 2011).

Yıldız vd. tarafından Doğu Karadeniz Sıradağları üzerindeki yüksek rakımlı göllerde gerçekleştirilen sucul oligoket (Annelida, Clitellata) türlerinin dağılımını araştırmak amacıyla yapılan çalışma sonucunda, 15 cins ve 28 taksona (19 takson Naididae, 9'u subfamily Tubificinae, 5 takson Enchytraeidae; 3 tür Lumbriculidae ve 1 tür Haplotaxidae) ait olmak üzere toplam 8721 birey tespit edilmiştir. Ayrıca, türlerin dağılımını etkileyen 4 önemli çevresel faktörün, önem sırasıyla rakım, su derinliği, çözünmüş oksijen ve sıcaklık



olarak bildirmişlerdir. Alandan *Nais* cinsine ait *Nais communis*, *N. elinguis*, *N. pseudobtusa*, *N. pardalis* ve *N. simplex* türlerinin varlığı rapor edilmiştir (Yıldız vd., 2012).

Taş vd. (2012) Trakya Bölgesi'nin sucul ve yarı-sucul Oligochaeta faunasını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda, Trakya Bölgesi'nde Oligochaeta'ya ait toplam 37 türün tespit edildiğini ve Naididae familyasının 27 türle en çok karşılaşılan familya olarak belirlendiğini ve bunu 7 türle Enchytraeidae familyasının izlediğini rapor etmişlerdir. Ayrıca Haplotaxidae, Lumbricidae ve Propappidae familyalarının ise Trakya Bölgesi'nde sadece birer türle temsil edildiğini de bildirmişlerdir. *Nais* cinsinin alanda *Nais communis*, *N. pardalis*, *N. elinguis* ve *N. variabilis* olmak üzere 4 tür ile temsil edildiği bildirilmiştir.

Arslan vd. (2014) Çatören ve Kunduzlar Baraj Gölleri'nin sucul Oligochaeta faunasını belirlemek amacıyla 2010-2011 yılları arasında toplamda 4 istasyondan makroomurgasız örnekler toplamışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda alandan 7 Tubificidae ve *Nais elinguis*, *Nais variabilis*, *Aulophorus furcatus*, *Dero digitata*, *Uncinaiis uncinata*, *Stylaria lacustris*, *Paranais frici* ve *Pristina jenkiniae* olmak üzere 8 Naididae toplamda 15 Oligochaeta türü rapor edilmiştir.

Aras ve Fındık, Aşağı Fırat Nehri Havzası'nda 8 gölden (Karakaya, Seve, Hacılıdır, Atatürk, Dumluca, Birecik, Üçöz ve Çat) yaptıkları çalışmada 5 Tubificidae ve 5 Naididae (*Nais communis*, *N. simplex*, *Dero digitata*, *D. obtusa* ve *Stylaria lacustris*) olmak üzere toplamda 10 Oligochaeta türünün kaydını vermişlerdir (Aras ve Fındık, 2016).

Arslan vd. (2016) yaptıkları çalışmada Küçük Menderes Nehri'nde 10 istasyondan aldıkları makroomurgasız örnekleri incelemişler ve alandan Naididae'den *Nais elinguis*, *N. barbata*, *N. pardalis* ve *Stylaria lacustris* türlerinin varlığını bildirmişlerdir.

Zeybek vd. (2016) tarafından Dicle Nehri'nin Oligochaeta faunasını belirlemeye yönelik yapılan çalışmada 19'u Naididae (13 takson Naidinae, 6 takson Tubificinae) ve 6'sı Enchytraeidae familyalarına ait olmak üzere toplam 25 takson belirlenmiştir. Alan için tüm taksonların yeni kayıt niteliğinde olduğu bildirilmiştir. Alanda, *Nais* cinsinin *Nais barbata*,

*N. behningi*, *N. bretscheri*, *N. communis*, *N. elinguis*, *N. pardalis*, *N. pseudobtusa*, *N. simplex* ve *N. variabilis* olmak üzere 9 tür ile temsil edildiği rapor edilmiştir.

Yıldız ve Ustaoglu (2016) tarafından yapılan “Denizli’deki dağ göllerinin Oligochaeta (Annelida) faunası üzerine gözlemler” başlıklı çalışmada bölgeden 17’si Naididae (14’ü Tubificinae altfamilyası, 3’ü Naidinae altfamilyası), 1’i Lumbriculidae ve 3’ü Enchytraeidae olmak üzere toplam 21 Oligochaeta taksonu saptandığı rapor edilmiştir. *Nais* cinsinin tek bir tür (*Nais elinguis*) ile temsil edildiği tespit edilmiştir.

Fındık ve Aras, Ceyhan Nehri Havzası’nda 7 gölden (Azaplı, Ayvalı, Gölbaşı, Kartalkaya, Aslantaş, Kılavuzlu ve Hakkıbeyli) yaptıkları çalışmada Naididae’dan *Stylaria lacustris*, *Nais* sp., *N. variabilis*, *N. simplex*, *N. communis*, *Dero digitata*, *D. dorsalis*, *Tubifex tubifex*, *Aulophorus furcatus*, *Pristina aequiseta* ve *P. rosea* türleri olmak üzere toplamda 14 Oligochaeta türünün kaydını vermişlerdir (Fındık ve Aras, 2016).

Özbek vd. (2016) Adıgüzel Baraj Gölü’nün bentik makroomurgasızlarının tespiti amacıyla, yaptıkları çalışmada, alandan Oligochaeta’ya ait *Nais pardalis* türünün varlığını bildirmişlerdir.

Arslan vd. (2018) Büyük Akgöl’de yaptıkları çalışmada toplam 9 Oligochaeta türünün kaydını vermişlerdir. Alandan Naididae’dan *Dero digitata*, *Nais communis*, *Ophidonais serpentina*, *Stylaria lacustris* ve *Pristina aequiseta* türleri rapor edilmiştir.

Taş-Divrik ve Kırgız tarafından Meriç Nehri’nde yapılan çalışmada alandan 6 Tubificidae ve *Nais bretscheri*, *N. elinguis*, *Aulophorus furcatus*, *Dero digitata*, *D. obtusa* ve *Ophidonais serpentina* olmak üzere 6 Naididae toplamda 12 Oligochaeta türü rapor edilmiştir (Taş-Divrik ve Kırgız, 2018).

Fındık vd. (2019) tarafından Damsa Baraj Gölü’nün Oligochaeta faunasını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada alandan *Nais* cinsine ait *Nais variabilis*, *N. stolci*, *N. elinguis* ve *N. communis* türlerinin kaydı verilmiştir.

Arslan ve Mercan (2020) Çıldır Gölü'nde yaptıkları çalışma ile alandan *Chaetogaster diastrophus*, *Paranais frici*, *Uncinaiis uncinata*, *Stylaria lacustris*, *Nais elinguis*, *N. communis*, *N. variabilis*, *N. pardalis*, *N. simplex* olmak üzere 9 Naididae türü ve toplamda 22 Oligochaeta türünün varlığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada bu zamana kadar Türkiye'den kaydı verilen tüm Oligochaeta türlerinin bir kontrol listesi de verilmiştir.

## 2.2. *Nais* Cinsi ile İlgili Yapılan Filogenetik Çalışmalar

*Nais* cinsinin ilk tanımlanmasında *Nais elinguis* Müller, 1774 ve *Nais barbata* Müller, 1774 olmak üzere iki tür bulunmaktaydı ve bundan sonra yıllar içinde çeşitli yazarlar bu cinse yeni türler dahil etmiştir. Daha sonraları Sperber (1948) Naididae familyası taksonomisi üzerine kapsamlı bir çalışma yayınlarak taksonomiye bazı sınırlar getirmiş ve *Nais* cinsini 13 tür ile sınırlamıştır (Envall vd., 2012). Bundan sonra günümüze kadar tanımlanan türler ile *Nais* cinsi dünyada 37 tür ile temsil edilmektedir (Martin vd., 2016; Çizelge 3.1).

Naidid grubu içindeki filogenetik ilişkilerin mitokondriyal sitokrom oksidaz I geni ile araştırmak amacıyla 26 naidid türü (hâlihazırda tanınan 23 cinsin 13'ünü temsil eden) ile yapılan bir çalışmada, tüm naidid cinsleri ve türleri iki istisna haricinde sürekli olarak monofiletik gruplar olarak geri kazanılmıştır: *Nais* cinsi ve *N. variabilis* türü (Bely ve Wray, 2004). Çalışmada yapılan parsimoni ve Bayesian analizlerinin sonuçlarına dayanılarak; *N. communis*'in bu cinsi polifiletik yapan diğer iki *Nais* türünden (*N. variabilis* ve *N. bretscheri*) ayrıldığı belirtilmiştir. Bayesian analizlerinde (parsimoni analizinde değil), *N. variabilis*'in parafiletik olarak yeniden kazanıldığı ve *N. bretscheri*'nin bu türün içinde yer aldığı rapor edilmiştir. *N. bretscheri*'nin (ve araştırmacılar tarafından örneklenmemiş *N. pardalis*'in) *N. variabilis* kompleksi'nin bir parçası olabileceği ihtimali, daha önceden morfolojiye dayanılarak önerilmişti (Hiltunen ve Klemm, 1980; Kathman ve Brinkhurst, 1998; Bely ve Wray, 2004).

Naidinae'nin filogenetik durumunu ve grup içindeki filogenetik ilişkilerini değerlendirmek amacıyla iki mitokondriyal (*12S* rDNA ve *16S* rDNA) ve bir nükleer gen (*18S* rDNA) kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada; Naidinae'nin monofiletik bir grup olmadığı rapor edilmiştir. Grup içinde *Nais* cinsi incelendiğinde; ilginç bir şekilde

monofiletik olarak geri kazanılmadığı tespit edilmiştir. *N. alpina*, *N. pardalis* ve *N. variabilis* türlerinin birleştirilmiş tüm veri setlerini temel alan ağaçlarda *Uncinaiis uncinata* ile birlikte iyi desteklenmiş bir klad oluştururken, *N. elinguis* ve *N. communis*'in bu kladda yer almadığı bildirilmiştir (Envall vd., 2006). Ve bu çalışma Bely ve Wray (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları ile kısmen uyumludur. Çalışmaları, *N. bretscheri*, *N. communis* ve *N. variabilis* olmak üzere 3 *Nais* türü içermekteydi ve analizlerinde *N. communis* diğer iki türden ayrı bir kladda yer almaktaydı.

Envall vd. tarafından *Nais* cinsindeki genetik ve setal farklılıklar üzerine yapılan çalışmada; Avrupa, Kuzey Amerika ve Çin'den 81 *Nais* örneği incelenmiş ve 10 farklı morfolip belirlenmiştir. Moleküler belirteç olarak iki mitokondriyal (*COI* ve *16S* rDNA) ve bir nükleer (*ITS* bölgesi) belirteç kullanılmış ve genetik varyasyonların büyük ölçüde setal karakter modelleri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada; 4 morfolip/soy *Nais barbata*, *N. christinae*, *N. elinguis* ve *N. stolci* olarak belirlenirken; 5 ya da daha fazla soyun *Nais communis/variabilis* kompleksinin varyasyonunu kapsayan morfolojik bir bütünlüğü temsil ettiği sonucuna varılmıştır. *COP* in tür içi dizi farklılıklarının *Nais* türlerinde de önemli derecede yüksek olduğu rapor edilmiş ve bu nominal türün muhtemel bir kriptik türleşme de gösterebileceği vurgulanmıştır. Elde edilen bulgularla *Nais* cinsinde kriptik türleşmenin varlığı ortaya konmuş ve ileride bu cinsin bir revizyona ihtiyaç duyduğu rapor edilmiştir (Envall vd., 2012).

Erséus vd. tarafından Naidinae (Annelida, Clitellata, Naididae) grubu içindeki filogenetik ilişkileri belirlemek amacıyla üçü mitokondriyal (*12S* rDNA, *16S* rDNA ve *COI* geni) ve üçü de nükleer (*18S* rDNA, *28S* rDNA ve *ITS* bölgesi) olmak üzere altı moleküler belirteç kullanılmıştır. Çalışmaya altfamilya içinde 22 cinsin 16'sını temsilen 37 nominal tür dahil edilmiş ve *Nais communis/variabilis* tür kompleksi 6 farklı morfolip ile temsil edilmiş. Çalışma sonuçlarının Naidinae içindeki ilişkileri çoğunlukla desteklemekle beraber sonuçların bazılarının beklenmedik olduğu bildirilmiştir. *Nais* cinsi ile ilgili olarak; *Dero*, *Nais* ve *Piguetiella* cinslerinin parafiletik olduğu ve en azından *Brachiodrilus*, *Paranais*, *Chaetogaster*, *Nais* ve *Stylaria* cinslerinin kriptik türler içerdiği rapor edilmiştir. Özellikle setalarla ilişkili morfolojik karakterlerin Naidinae içinde taksonomik karmaşıklığa yol açacak ölçüde homoplastik olduğu da çalışmada vurgulanmıştır (Erséus vd., 2017).

Vivien vd.'nin İsviçre'de gerçekleştirdikleri çalışmada; 140 örnek Naididae (22 Naidinae, 117 Tubificinae, 1 Pristininae), 31 örnek Lumbriculidae, 2 örnek Lumbricidae, 41 örnek Enchytraeidae ve 1 örnek Haplotaxidae'ye ait olmak üzere akarsulardan 180 ve göllerden 36 Oligochaeta örneğinin COI sekans verileri elde edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen türlerin tümü COI varyasyonunun % 10'undan fazlası ile ayıt edilebilirken *Nais* ve *Uncinaiis* cinslerinin dört soyu bunun dışında kalmıştır. *Nais christinae* ve *N. stolci / pardalis* türlerinin minimum türlerarası varyasyonu % 10'dan biraz fazlayken, *Nais alpina*, *N. communis*, *N. pseudobtusa* ve *Uncinaiis uncinata* türlerinininkinin 8,1 ile 9 arasında olduğu tespit edilmiştir (Vivien vd., 2017).



### 3. OLIGOCHAETA HAKKINDA TEORİK BİLGİLER

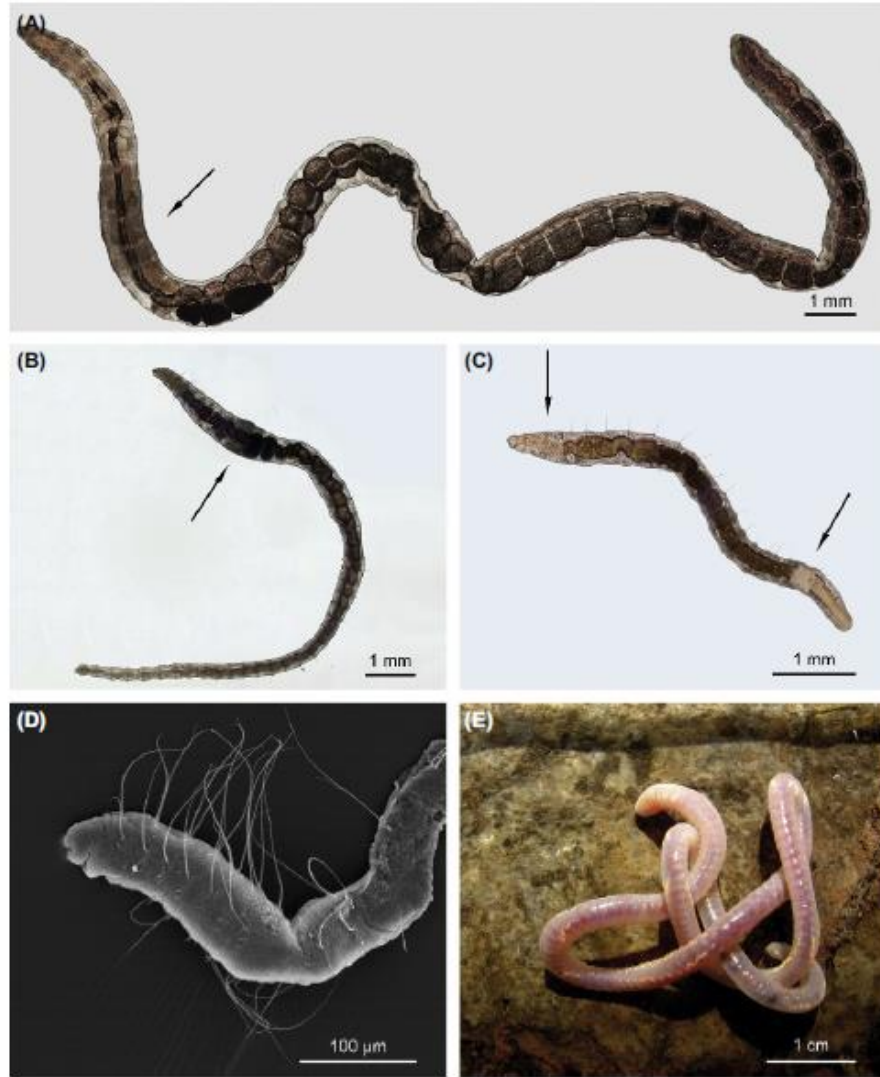
Annelida, segmentli solucanları içeren kapsamlı bir şubedir. Bu hayvanlar, deniz, tatlı su ve yarı karasal (nemli topraklar) habitatlarda yaşarlar. Paleartik'in iç suları, birçok serbest yaşayan sucül solucana (Oligochaeta ve Aphanoneura), ektoparazitik ve yırtıcı sülüğe (Hirudinida ve Acanthobdellida) ve ektokommensal kerevit solucanlarına (Branchiobdellida) yaşam alanı olmuştur. Ayrıca; birkaç serbest yaşayan kıl solucanı ve fan (yelpaze) solucanı (Polychaeta; çoğunlukla deniz ve östarin sularla sınırlandırılan bir grup) ve salmonid balıkların özellikle dış parazitleri olan monogenetik Acanthobdellida'nın bir türü de mevcuttur.

Geleneksel olarak, Polychaeta, Aphanoneura ve Clitellata sınıf olarak; Clitellata sınıfı içinde de Oligochaeta (Şekil 3.1) ile Acanthobdellida, Branchiobdellida ve Hirudinea alt sınıf olarak kabul edilmektedir. Son çalışmalar, Oligochaeta'nın branchiobdellidleri ve hirudineanları içerirken, Oligochaeta'nın Polychaeta (daha sonraki sinonim Annelida'ya verilmiştir (bakınız Weigert ve Bleidorn, 2016)) içinde yer aldığına işaret ederek Polychaeta ve Oligochaeta'nın parafiletik gruplar olduğunu göstermiştir, böylece Clitellata, Oligochaeta ile sinonim olmuştur (Timm ve Martin, 2015). Oligochaeta içinde en azından 20 familyanın 1100'den fazla türü tatlı suda yaşar, bu türler arasında 600'den fazlası Paleartik Bölge'de yaşamaktadır (Martin vd., 2008).

Annelida'nın alt şubelerinin ve sınıflarının dış morfolojileri ile ayrımındaki ilk basamaklar oldukça kolaydır ve çoğu kullanıcı için varsa belki birkaç problem oluşabilir. Bunlardan biri; genellikle habitatlar ile grupları alt sınıf seviyesinde ayırt etmek olabilir: serbest yaşayan ve parazitik olmayanlar (birkaç Polychaeta ve çoğu Oligochaeta), kabuklular üzerinde bulunanlar (Branchiobdellida), salmonidler üzerinde parazitik (Acanthobdellida) veya ya omurgasızlar üzerinde predatörler ya da birçok balık türü üzerinde dış parazitler (Hirudinida) şeklinde (Thorp ve Lovell, 2019).

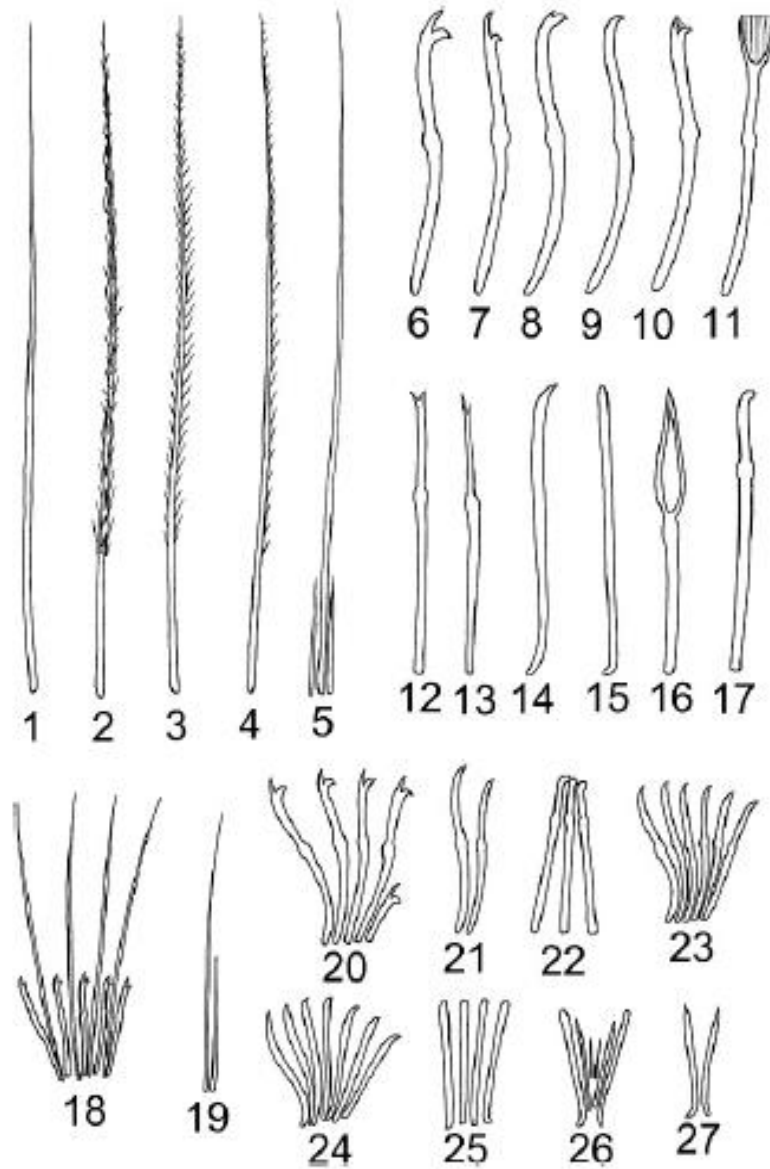
Bu yüksek kategori için sadece 5 morfolojik terim bilgisi gerekmektedir: segmentler, setalar, klitellum, parapodyumlar ve peristomium. **Segmentler**, vücut bölmeleridir (metamer). **Setalar**, taksonlara bağlı olarak farklı şekillere sahip olabilen kıllardır (Şekil

3.2). **Klitellum** (Şekil 3.3), kısmen genital deliklerin üzerinde ya da arkasında kolayca görülebilen glandüler kemer olarak gelişen epidermisin bir modifikasyonudur; yumurtaların içinde bulunduğu kokonu salgılar. **Parapodyumlar**, her segmentte bir çifttir, poliket solucanlarda bulunan eklemsiz lateral uzantılardır ve hareket, solunum ve diğer fonksiyonlar için kullanılır. **Peristomium**, oligoket annelidlerin ilk vücut segmentleridir. Anterior segmentler ile ya da **prostomium** ile birleşebilir (Thorp ve Lovell, 2019).



Şekil 3. 1. Tatlı su Oligochaeta bireyelerine ait örnekler (A-C ve E: canlı resimler)

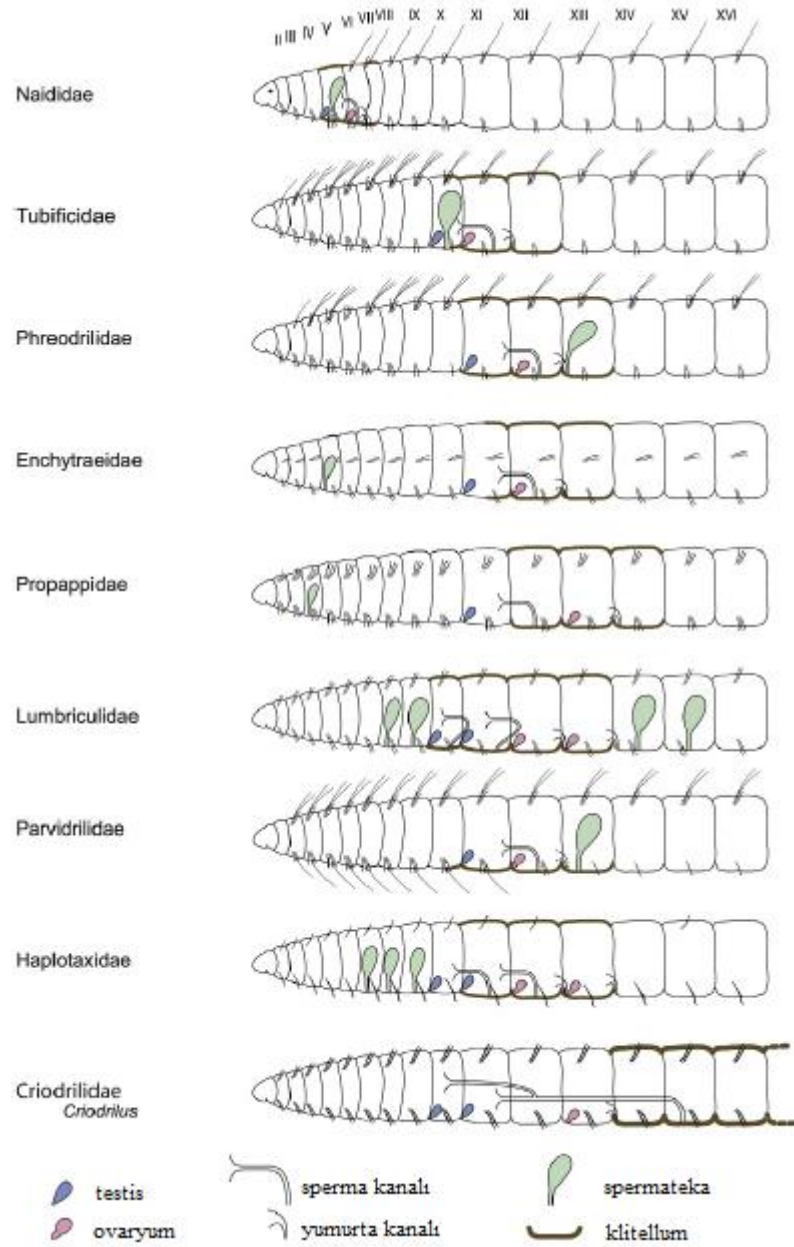
\* (A) *Stylodrilus parvus* (Lumbriculidae; klitelluma dikkat); (B) *Ilyodrilus templetoni* (Tubificidae; klitelluma dikkat); (C) *Nais elinguis* [Naididae; ilk segmentlerde dorsal (tüy) setaların bulunmayışına ve vücudun posterior bölgesindeki tomurcuklanma bölgesine dikkat]; (D) *Parvidrilus meyssonnieri* (Parvidrilidae); ve (E) *Delaya bureschi* (Haplotaxidae). Fotoğraflar A-D Patrick Martin ve E Boris Sket tarafından çekilmiştir (Thorp ve Lovell, 2019).



Şekil 3. 2. Oligochaeta'da seta tipleri

\*(1-5): tüy setalar: (1) düz, (2) kısa tüylü, (3) uzun tüylü, (4) dişli, (5) setalarla desteklenen; (6-7): kısa seta: (6) eşit dişli bifid kroket, (7) daha kısa alt dişler ile; (8) daha kısa üst dişler ile, (9) basit uçlu, (10) pektinat, (11) palmat, (12) eşit dişli iğne setalar, (13) daha kısa üst diş ile, (14) nodulussuz basit uçlu kroket, (15) düz seta, (16) oluklu spermatekal seta, (17) küt penial seta; (18-27) setal demetler: (18) tüy ve bifid (ya da pektinat) setalı dorsal demet, (19) tek tüy ve iğne setalı dorsal demet, (20) bifid kroket demeti, (21) basit uçlu kroket çifti, (22) birleşmiş distal uçlu penial seta demeti, (23) *Mesenchytraeus* tip, (24) *Lumbricillus* tip, (25) *Enchytraeus* tip, (26) *Fridericia* tip, (27) düz seta çifti (Thorpe ve Lovell, 2019).





Şekil 3. 3. Farklı Paleartik Oligochaeta familyalarında üreme organlarının konumlanması. Martin ve Ait Boughrous, 2012'den yeniden çizim (Thorp ve Lovell, 2019).

Brinkhurst ve Jamieson (1971) tarafından tatlı su oligoketleri üzerine yapılan çalışma günümüzde hala oldukça kullanışlıdır. Bu büyük eserin yanında, Paleartikte ulusal ve bölgesel ölçeklerde birçok güncel teşhis kılavuzları ve kataloglar vardır: eski Sovyetler Birliği (Chekanovskaya, 1962), Baykal Gölü (Semernoy, 2004), Avrupa'nın kuzey kısmı (Timm, 2009), Polonya (Kasprzak, 1981), eski Çekoslovakya (Hrabě, 1981), güney Avrupa'nın yeraltı suyu (Giani vd., 2001), Çin (Wang ve Cui, 2007) ve Mağrip (Martin ve Ait Boughrous, 2012). Familya seviyesinde, Sperber (1948) tarafından hazırlanan dünyanın

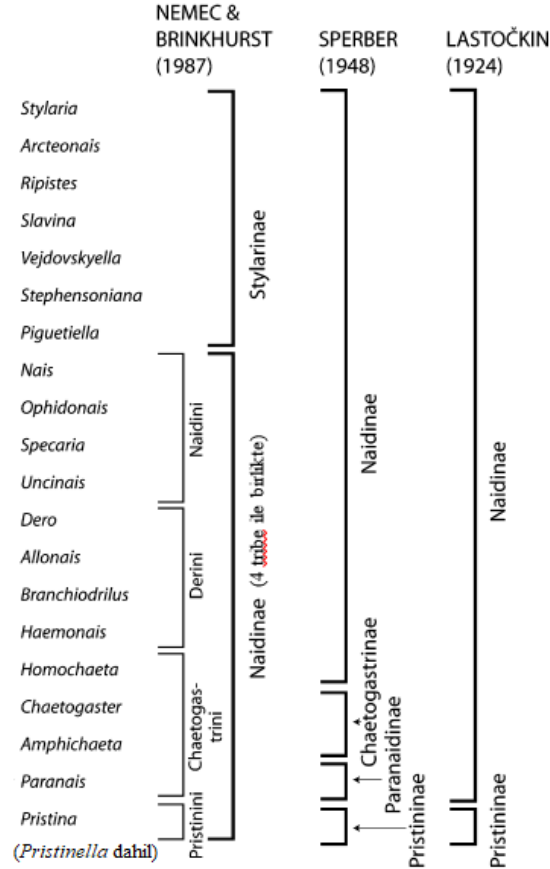
Naididae ve Pristinidae üzerine monografi bugüne kadar değerini kaybetmemiştir. Avrupa tatlı su Enchytraeidae teşhis anahtarı Schmelz ve Colado (2010) tarafından oluşturulmuştur. Güney Avrupa, Türkiye, Japonya, Uzak Doğu Rusya'sı ve diğer ülkelerin yüzey tatlı su oligoketleri üzerine diğer bilgiler yüzlerce ayrı makaleye yayılmıştır ancak hiçbir zaman tam olarak araştırılmamıştır (Timm ve Martin, 2019).

Bölünme ile eşeysiz üreme birçok farklı annelid grubunda birbirinden bağımsız olarak evrimleşmiştir (Lasserre, 1975; Schroeder ve Hermans, 1975). En yaygın olan bölünme, sadece tam olarak eşeyli türlerin büyük grupları içinde bir ya da birkaç yakın ilişkili türde meydana gelir. Oligoketlerin bir grubu olan naididler, annelidlerin ikiye bölünerek üreyen en geniş grubu olarak dikkat çekmektedir. Naididler, hepsi bölünme yeteneğine sahip olduğu bilinen (ya da düşünülen) 100'ü aşkın tür içermektedir (Brinkhurst ve Jamieson, 1971). Birçok Naidid, bireylerin kısa süreli bir zincir oluşturarak bir solucanın vücudunun ortasında yeni bir baş ve kuyruğun sıralandığı ilginç bir süreç olan paratomi adı verilen bir bölünme şekliyle ürer (Bely ve Wray, 2001; Dehorne, 1916). Bölünme bu grup içinde ilkin üreme şekli olmasına rağmen; hepsi olmasa da çoğu naidid periyodik olarak eşeyli olarak da üremektedir (Bely ve Wray, 2004).

Naididler yeryüzündeki birçok acı ve tatlı su kütlelerinde bulunan küçük ve narin sucul solucanlardır (Brinkhurst ve Jamieson, 1971). Çoğu türü sedimentin içinde ya da sucul vejetasyon arasında yaşayan detritivorlardır, fakat birkaç tür karnivor ya da parazitiktir. Solucandan birkaç günde bir yeni bir yavru üretilmesine olanak sağlayabilen ikiye bölünerek üreme tipinden dolayı, naididler uygun koşullar altında oldukça yüksek yoğunluklara ulaşabilirler (Cheng vd., 1993; McElhone, 1978) ve bu nedenle birçok sucul ekosistemin önemli biyoindikatör üyelerindedirler. Grup olarak naididler, çok çeşitli morfolojiler, davranışlar, bölünme tipleri ve rejenarasyon potansiyelleri göstermektedirler (Bely, 1999; Brinkhurst ve Jamieson, 1971; Dehorne, 1916; Sperber, 1948; Stephenson, 1930). Sahadan geniş çeşitlilikte naididlerin toplanmasının nispeten kolay olması ve birçok türün laboratuvarında kolay ve ucuz bir şekilde yetiştirilmesinden dolayı Naididler, karşılaştırmalı evrimsel çalışmalarda kullanım için idealdir. Naididlerin sıklığına, çeşitliliğine ve izlenebilirliğine rağmen, bu grubun evrimi hakkında hala oldukça az çalışma bulunmaktadır (Bely ve Wray, 2004).

Naididler ve Tubificidae arasındaki yakın ilişki uzun zamandır bilinmektedir (Sperber, 1948; Stephenson, 1930; Vaillant, 1890). Naididler geleneksel olarak, tubificidlerinki ile karşılaştırıldığında bölünmenin varlığı ve gonadal segmentlerin daha anteriorda yer alması ile ilkin olarak birleştirilen kendi familyalarında (Naididae) yer almaktadırlar. Bununla birlikte, son zamanlardaki morfolojik (Brinkhurst, 1994; Erséus, 1987, 1990) ve moleküler (Christensen ve Theisen, 1998; Erséus vd., 2000, 2002; Martin vd., 2000) analizler, naididlerin Tubificidae içinden köken aldığını göstermiştir. Erséus vd. (2002) tarafından Naididae familyasının kaldırılıp resmen Tubificidae içine alınması önerilmiştir. Temel tubificid alt grupları arasındaki ilişkilerin tamamen çözülmesi ve naididler içeren bu alt grupların bazılarının monofililerinin test edilmesi için hala ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Sonuç olarak birçok oligoketolojistin de savunduğu gibi, oligoketlerin sınıflandırmasının revize edilmesi gerekmektedir (Bely ve Wray, 2004).

Pek çok bilimsel araştırma Naididler ve tubificidler arasındaki ilişkiye odaklanmış ancak naididlerin kendi aralarındaki ilişkiyi ortaya koyacak çalışmalar yetersiz kalmıştır. Son yüz yılda, naidid ilişkileri üzerine sadece üç resmi hipotez (hepsi morfoloji temelli) ortaya atılmıştır: Lastoçkin (1924) grubun ilkin bir sınıflandırmasını tasarlamıştır, Sperber (1948) naididlerin taksonomik bir monogramını ve düzenlenmiş sınıflandırmasını hazırlamış ve yakın zamanda Nemec ve Brinkhurst (1987) başka bir sınıflandırma önermeye imkân tanıyan küçük morfolojik bir veri setini analiz etmiştir. Bu üç hipotez tarafından önerilen cinsler arası ilişkiler, naididler içinde ana alt bölümleri içeren önemli birkaç konuda uyuşmamaktadır (Şekil 3.4). Bu üç morfoloji temelli sınıflandırma şeması arasındaki fikir birliği eksikliği, bu solucanlarda en azından sınırlı sayıdaki bağımsız morfolojik karakterlerin ve aynı zamanda bu karakterlerin bazılarında önemli homoplasi varlığının çalışılması için uygunluğunu göstermiştir (Bely ve Wray, 2004).



Şekil 3. 4. Lastočkin (1924), Sperber (1948) ve Nemeç ve Brinkhurst (1987) tarafından önerilen Naidid sınıflandırması (altfamilyalar ve tribeler).

\*Burada verilen 20 naidid cinsine ait liste (Brinkhurst, 1985; Brinkhurst ve Coates, 1985; Brinkhurst ve Jamieson, 1971; Collado ve Schmelz, 2000), *Bratislavia* (Kosel, 1976), *Neonais* (tanımlaması yetersiz kalan) (Brinkhurst ve Jamieson, 1971; Sokolskaya, 1962) ve *Rhopalonais* (Dzwillio ve Grimm, 1974) olmak üzere üç cinsi içermemektedir. Çünkü bu cinsler Lastoçkin ve Sperber sınıflandırma planında henüz tanımlanmamıştı. Nemeç ve Brinkhurst (1987) bu üç cinsi Naidinae içinde sırasıyla Pristinini, Naidini ve Derini tribelerine geçici olarak yerleştirmişti. Nemeç ve Brinkhurst (1987) Stylarinae içindeki *Stephensoniana* ve *Piguetiella*'nın yerinin sadece geçici olduğunu düşünmüştü. *Pristina* cinsi Brinkhurst (1985) tarafından *Pristina* ve *Pristinella* olarak ayrıldı, fakat *Pristinella* günümüzde tanımlanan "*Pristina*" ve "*Pristinella*" karakterlerinin bir karışımına sahip olması nedeniyle sonradan kaldırılmıştır (Collado ve Schmelz, 2000).

*Nais* Müller, 1774 cinsi, Naidinae altfamilyası (Familiya Naididae Ehrenberg, 1828) içinde yer alan oligoket klitellatlardan bir gruptur. Bu küçük solucanlar genellikle tatlı sularda yaşarlar, bazı türler ise acı su habitatlarına adapte olmuşlardır (Brinkhurst ve Jamieson, 1971). Özellikle ötrofik habitatlarda omurgasız faunasının ortak bir parçasıdır ve grubun temsilcileri sık sık ekolojik çalışmaların konusunu oluşturmaktadırlar (örneğin Löhlein, 1996; van Duinen vd., 2006; Verdonschot, 2006; Elissen vd., 2008). Bazı türler kozmopolittir, diğerleri ise sınırlı alanlarda yayılış göstermektedirler ve cins tropik ve subtropik bölgelere oranla ılıman zonda daha yoğundur (Sperber, 1948).

Başlangıçta, *Nais* cinsi *Nais elinguis* Müller, 1774 ve *Nais barbata* Müller, 1774 (hala bu cins içinde yer almaktadırlar) olmak üzere iki tür içermekteydi, diğer türler ilk tanımlanmalarını takip eden yıllar içinde cinse dâhil edilmiştir. İlk *Nais* taksonomisinde karışıklıklar mevcuttur: ilk tanımlandığı dönemde belirli bir yazarın hangi özel türe atıfta bulunduğu karar vermek genellikle imkânsızdı. 1948’de Sperber (ilkin) Naididae (genellikle şimdi altfamilya Naidinae olarak sınıflandırılan; Erséus vd., 2008) taksonomisi üzerine kapsamlı bir çalışma yayınladı. O dönemde tanımlanan türleri inceledi ve taksonomiye bazı kurallar getirdi. *Nais* cinsini 13 tür ile sınırladı, fakat o tarihten itibaren eklenen türler bu cinse atfedilmiştir (örneğin Sokolskaja, 1964; Brinkhurst, 1966; Kasprzak, 1973; Hrabě, 1981) ve toplam tür sayısı şimdi 37’dir (Envall vd., 2012; Martin vd., 2016; Çizelge 3.1).

Çizelge 3. 1. Dünya üzerinde bugüne kadar kaydedilmiş *Nais* cinsine ait türlerin listesi

1	<i>Nais abissalis</i> Semernoy, 1984 : PA
2	<i>Nais africana</i> Brinkhurst, 1966 : AT
3	<i>Nais alpina</i> Sperber, 1948 : NA, PA
4	<i>Nais andina</i> Černosvitov, 1939
5	<i>Nais andina andina</i> Černosvitov, 1939 : NT, OL
6	<i>Nais andina pectinata</i> Martinez ve Giani, 1986 : NT
7	<i>Nais badia</i> Peng, Wang ve Cui, 2014 : PA
8	<i>Nais baicalensis</i> Sokolskaja, 1962 : PA
9	<i>Nais barbata</i> Müller, 1774 : AU, NA, OL, PA
10	<i>Nais barua</i> Righi, 2002 : NT
11	<i>Nais behningi</i> Michaelsen, 1923 : NA, NT, PA
12	<i>Nais bekmanae</i> Sokolskaja, 1962 : PA
13	<i>Nais bicuspidalis</i> Grimm ve Fend, 1997 : NA
14	<i>Nais bihorensis</i> Pop, 1971 : PA (species incertae sedis)
15	<i>Nais borutzkii</i> Sokolskaja, 1964 : PA
16	<i>Nais bretscheri</i> Michaelsen, 1899 : AU, NA, NT, OL, PA
17	<i>Nais carolina</i> Blanchard, 1849 : NT
18	<i>Nais christinae</i> Kasprzak, 1973 : NA, PA
19	<i>Nais communis</i> Pigué, 1906 : AT, AU, NA, NT, OL, PA
20	<i>Nais elinguis</i> Müller, 1774 : AT, ANT, AU, NA, NT, OL, PA
21	<i>Nais inflata</i> Liang, 1963 : OL, PA
22	<i>Nais kisui</i> Sato, Ohtaka ve Timm, 2009 : PA
23	<i>Nais longidentata</i> Cui, He, Peng ve Wang, 2015 : PA

Çizelge 3. 1. Dünya üzerinde bugüne kadar kaydedilmiş *Nais* cinsine ait türlerin listesi (devam)

24	<i>Nais magnaseta</i> Harman, 1973 : NA, NT
25	<i>Nais menoni</i> Naidu, 1962 : OL
26	<i>Nais pardalis</i> Piguët, 1906 : AU, NA, NT, OL, PA
27	<i>Nais pleomorpha</i> Semernoy, 2004 : PA
28	<i>Nais pseudobtusa</i> Piguët, 1906 : AT, AU, NA, NT, PA
29	<i>Nais raviensis</i> Stephenson, 1914 : AU
30	<i>Nais schubarti</i> Marcus, 1944 : NT
31	<i>Nais similis</i> Semernoy, 1984 : PA
32	<i>Nais simplex</i> Piguët, 1906 : AT, NA, NT, OL, PA
33	<i>Nais sokolskajae</i> Semernoy, 2004 : PA
34	<i>Nais stolci</i> Hrabě, 1981 : PA
35	<i>Nais tatijanae</i> Semernoy, 1984 : PA
36	<i>Nais tygrina</i> Isossimov, 1962 : PA
37	<i>Nais variabilis</i> Piguët, 1906 : AT, AU, NA, NT, OL, PA

Bugüne kadar yapılan çalışmalar ile Türkiye’den *Nais* cinsine ait *Nais alpina*, *N. barbata*, *N. behningi*, *N. bretscheri*, *N. communis*, *N. christinae*, *N. elinguis*, *N. pardalis*, *N. pseudobtusa*, *N. simplex*, *N. stolci* ve *N. variabilis* türleri olmak üzere 12 türün kaydı verilmiştir (Arslan ve Mercan, 2020; Çizelge 3.2).

Çizelge 3. 2. Türkiye’de bugüne kadar kaydedilmiş *Nais* cinsine ait türlerin listesi ve kaydedildiği sucul sistemler

	Tür Adı	Literatür Verisi
1	<i>Nais alpina</i> Sperber, 1948	Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007)
2	<i>Nais barbata</i> Müller, 1773	Sakarya Nehri (Arslan ve Şahin, 2004); Göller Bölgesi (Yıldız ve Balık, 2005); Kovada Gölü (Arslan ve Şahin, 2006); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Uluabat Gölü (Kökmen vd., 2007); Musaözü Baraj Gölü (Arslan vd., 2007b); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Porsuk Çayı (Arslan ve İlhan, 2010); Sazlıdere Deresi (Taş vd., 2011); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016); Küçük Menderes Nehri (Arslan vd., 2016)
3	<i>Nais behningi</i> Michaelsen, 1923	Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016)
4	<i>Nais bretscheri</i> Michaelsen, 1899	Gümüş Çayı (Öntürk ve Arslan, 2003); Sakarya Nehri (Arslan ve Şahin, 2004); Aksu Çayı (Çapraz ve Arslan, 2005); Eğirdir Gölü (Arslan, 2006); Musaözü Baraj Gölü (Arslan vd., 2007b); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Menderes Çayı (Akbulut vd., 2009); Porsuk Çayı (Arslan ve İlhan, 2010); Sazlıdere Deresi (Taş vd., 2011); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016); Meriç Nehri (Taş-Divrik ve Kırgız, 2018)
5	<i>Nais communis</i> Piguët, 1906	Sakarya Nehri (Arslan ve Şahin, 2004); Göller Bölgesi (Yıldız ve Balık, 2005); Aksu Çayı (Çapraz ve Arslan, 2005); Kovada Gölü (Arslan ve Şahin, 2006); Tunca Nehri (Çamur-Elipek vd., 2006); Eğirdir Gölü (Arslan, 2006); Balıkdanı Sulak Alanı (Arslan vd., 2007a); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Musaözü Baraj Gölü (Arslan vd., 2007b); Uluabat Gölü (Kökmen vd., 2007); Manyas Gölü (Arslan ve Ahıska, 2007); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Menderes Çayı (Akbulut vd., 2009); Porsuk Çayı (Arslan ve İlhan, 2010); Gala Gölü (Çamur-Elipek vd., 2010); Sapanca Gölü (Koşal Şahin ve Yıldız, 2011); Doğu Karadeniz Bölgesi Yüksek Rakımlı Gölleri (Yıldız vd., 2012); Trakya Bölgesi Akarsuları (Taş vd., 2012); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016); Fırat Nehri (Aras ve Fındık, 2016); Ceyhan Nehri Havzası Gölleri (Fındık ve Aras, 2016); Büyük Akgöl Gölü (Arslan vd., 2018); Damsa Baraj Gölü (Fındık vd., 2019); Çıldır Gölü (Arslan ve Mercan, 2020)
6	<i>Nais christinae</i> Kasprzak, 1973	Gümüldür Çayı (Yıldız ve Balık, 2010)

Çizelge 3. 2. Türkiye’de bugüne kadar kaydedilmiş Nais cinsine ait türlerin listesi ve kaydedildiği sucul sistemler (devam)

Tür Adı	Literatür Verisi
7 <i>Nais elinguis</i> Müller, 1773	Ankara Çayı (Moubayed vd., 1987); Sakarya Nehri (Arslan ve Şahin, 2004); Gediz Nehri Deltası (Balık vd., 2004); Göller Bölgesi (Yıldız ve Balık, 2005); Küçük Menderes Nehri (Balık vd., 2006); Tunca Nehri (Çamur-Elipek vd., 2006); Eğirdir Gölü (Arslan, 2006); Balıkdanı Sulakalanı (Arslan vd., 2007a); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Musaözü Baraj Gölü (Arslan vd., 2007b); Manyas Gölü (Arslan ve Ahıska, 2007); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Çorlu Deresi (Taş vd., 2008); Menderes Nehri (Akbulut vd., 2009); Küçük Menderes Kıyı Sulakalanı (Yıldız vd., 2010); Porsuk Çayı (Arslan ve İlhan, 2010); Sazlıdere Deresi (Taş vd., 2011); Doğu Karadeniz Bölgesi Yüksek Rakımlı Gölleri (Yıldız vd., 2012); Trakya Bölgesi Akarsuları (Taş vd., 2012); Çatören ve Kunduzlar Baraj gölleri (Arslan vd., 2014); Denizli Dağ Gölleri (Yıldız ve Ustaoglu, 2016); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016); Küçük Menderes Nehri (Arslan vd., 2016); Meriç Nehri (Taş-Divrik ve Kırgız, 2018); Damsa Baraj Gölü (Fındık vd., 2019); Çıldır Gölü (Arslan ve Mercan, 2020)
8 <i>Nais pardalis</i> Pignet, 1906	Sivas (Sperber, 1958); Sakarya Nehri (Polatdemir Arslan ve Şahin, 2003); Gümüş Çayı (Öntürk ve Arslan, 2003); Göller Bölgesi (Yıldız ve Balık, 2005); Aksu Çayı (Çapraz ve Arslan, 2005); Kovada Gölü (Arslan ve Şahin, 2006); Tunca Nehri (Çamur-Elipek vd., 2006); Balıkdanı Sulakalanı (Arslan vd., 2007a); Küçük Menderes Nehri (Balık vd., 2006); Musaözü Baraj Gölü (Arslan vd., 2007b); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Kemer Baraj Gölü (Yıldız vd., 2008a); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Uludağ Buzul Gölü (Ustaoglu vd., 2008); Küçük Menderes Kıyı Sulakalanı (Yıldız vd., 2010); Porsuk Çayı (Arslan ve İlhan, 2010); Doğu Karadeniz Bölgesi Yüksek Rakımlı Gölleri (Yıldız vd., 2012); Trakya Bölgesi Akarsuları (Taş vd., 2012); Adıgüzel Baraj Gölü (Özbek vd., 2016); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016); Küçük Menderes Nehri (Arslan vd., 2016); Çıldır Gölü (Arslan ve Mercan, 2020)
9 <i>Nais pseudobutusa</i> Pignet, 1906	Sakarya Nehri (Arslan ve Şahin, 2004); Göller Bölgesi (Yıldız ve Balık, 2005); Balıkdanı Sulakalanı (Arslan vd., 2007a); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Porsuk Çayı (Arslan ve İlhan, 2010); Doğu Karadeniz Bölgesi Yüksek Rakımlı Gölleri (Yıldız et al. 2012); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016)
10 <i>Nais simplex</i> Pignet, 1906	Sakarya Nehri (Arslan ve Şahin, 2004); Balıkdanı Sulakalanı (Arslan vd., 2007a); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Doğu Karadeniz Bölgesi Yüksek Rakımlı Gölleri (Yıldız et al. 2012); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016); Fırat Nehri (Aras ve Fındık, 2016); Ceyhan Nehri Havzası Gölleri (Fındık ve Aras, 2016); Çıldır Gölü (Arslan ve Mercan, 2020)
11 <i>Nais stolci</i> Hrabě, 1981	Dicle Nehri (Yıldız ve Ahıska, 2010); Damsa Baraj Gölü (Fındık vd., 2019)
12 <i>Nais variabilis</i> Pignet, 1906	Ayva keyü? (Sperber, 1958); Sakarya Nehri (Polatdemir Arslan ve Şahin, 2003); Gümüş Çayı (Öntürk ve Arslan, 2003); Göller Bölgesi (Yıldız ve Balık, 2005); Aksu Çayı (Çapraz ve Arslan, 2005); Küçük Menderes Nehri (Balık vd., 2006); Tunca Nehri (Çamur-Elipek vd., 2006); Eğirdir Gölü (Arslan, 2006); Balıkdanı Sulakalanı (Arslan vd., 2007a); Musaözü Baraj Gölü (Arslan vd., 2007b); Uluabat Gölü (Kökmen vd., 2007); Manyas Gölü (Arslan ve Ahıska, 2007); Yuvarlakçay (Yıldız vd., 2007); Batı Karadeniz Gölleri (Yıldız vd., 2008b); Menderes Çayı (Akbulut vd., 2009); Porsuk Çayı (Arslan ve İlhan, 2010); Gala Gölü (Çamur-Elipek vd., 2010); Küçük Menderes Kıyı Sulakalanı (Yıldız vd., 2010); Trakya Bölgesi Akarsuları (Taş vd., 2012); Çatören ve Kunduzlar Baraj Gölleri (Arslan vd., 2014); Dicle Nehri (Zeybek vd., 2016); Ceyhan Nehri Havzası Gölleri (Fındık ve Aras, 2016); Damsa Baraj Gölü (Fındık vd., 2019); Çıldır Gölü (Arslan ve Mercan, 2020)

*Nais* türlerinin ayrımında çoğunlukla kullanılan morfolojik karakterler, her demette farklı şekil ve sayılarda bulunan setaların özellikleridir. Ventral demetler II. segmentte başlar ve bifid (iki-çatalı) sigmoid kroketler içerir. Cinsin birçok türünde, II-V. segmentlerdeki ventral setalar, bunları takip eden segmentlerdekinden oldukça farklılaşmıştır: anterior setalar posteriorlardan daha uzun, daha düz ve daha incedir. Bazı türler ayrıca VI. ya da VII. segmentten başlayan bazı segmentlerin ventral demetlerinde oldukça genişlemiş (dev) setalara sahiptirler. Dorsal setal demetler VI. segmentte başlar ve uzun, ince tüy seta ve buna ek olarak kısa, bifid ya da basit uçlu iğne seta içermektedirler. Tanımlanan türlerin setaları arasındaki farklılıklar genellikle zor fark edilebilir ve bazı durumlarda çakışabilir. Dahası, çevresel faktörlerin setal karakterleri etkileyebildiği düşünülmektedir (örneğin Loden ve

Harman, 1980; Chapman ve Brinkhurst, 1987). Dolayısıyla, bu taksonomik olarak önemli bir risk oluşturmaktadır (Envall vd., 2012).

*Nais* cinsi içinde özellikle *Nais variabilis* Piguet, 1906 kısmen problemlidir: iğne setaları alışılmışın dışında uçlarında küçük sivri uçlara (dişler) sahiptir. Setal morfolojisindeki büyük değişiklikten dolayı, bu tür en azından *Nais simplex* Piguet, 1906, *Nais pardalis* Piguet, 1906, *Nais christinae* Kasprzak, 1973 ve *Nais communis* Piguet, 1906 türleri ile karıştırılabilir. *N. variabilis* ve *N. communis* (her iki tür de küresel ölçekte geniş yayılış göstermektedir) ile ilişkili olarak, bu iki türün gerçekte iki farklı tür olup olmadığına dair şüpheler vardır (Chen, 1940). Bugün kullanılan birçok teşhis anahtarında (örneğin Sperber, 1952; Kathman ve Brinkhurst, 1998; Timm, 1999, 2009) *Nais variabilis* ve *Nais communis*'i birbirinden ayırt etmek için üç karakter kullanılmaktadır:

- (1) *N. communis*, *N. variabilis*'in aksine yüzebilir,
- (2) *N. communis* gittikçe genişleyen bir mideye sahipken, *N. variabilis* birden bire genişleyen bir mideye sahiptir,
- (3) Anterior (II-V segmentler) ve posterior (VI ve sonrakiler) ventral setalar arasındaki farklılık *N. communis*'e göre *N. variabilis*'de (posterior setalar, anteriorlardan daha kısa, daha kalın ve daha kıvrıktır) daha barizdir.

Bu son fark türlerin orijinal tanımlamalarında rapor edilmemiştir (Piguet, 1906). Dahası, setanın ana hattındaki daha küçük farklılıklar *tanımlanmıştır*. Örneğin; *N. communis*'inki kolayca fark edilebilecek kadar incelikte olduğu kabul edilirken; *N. variabilis*'in iğne seta dişlerinin neredeyse ayırt edilemeyecek kadar incelikte olduğu söylenir. İlk iki karakter durumu sadece birey canlıyken görülebilir. Yani, eğer örnek fiksasyondan sonra teşhis edilecekse (standart prosedür), setal morfolojisindeki belirsiz farklılıkların fark edilebilirliğine (!) kalmıştır (Envall vd., 2012). Buradaki en büyük sorun *Nais* bireyleri çok küçük mikroskobik canlılar olduğundan araziden toplanma esnasında, sediment çamuru içinde farkedilmeleri imkânsızdır. Toplanan materyal fikse edilmediği zamanda anoksiyaya girerek morfolojik deformeğe uğramakta ve teşhis imkânsız hale gelmektedir.



Birçok *Nais* türünde, yılın belirli zamanlarında eşeyssel olarak dölllenme görülmesine rağmen; en azından dünyanın bazı kısımlarında üremeleri hala ilkin olarak paratomik bölünme (tomurcuklanma) ile eşeyssiz üreme şeklindedir (Dehorne, 1916; Sperber, 1948; Bely ve Wray, 2001, 2004). Bu da, diğer Naididae türlerinin teşhisinde yaygın olarak kullanılan genital morfolojinin *Nais* için nadiren işlevsel olduğu anlamına gelmektedir (Envall vd., 2012).

Paleartik bölgede yaşayan Oligochaeta takımlarının ve *Nais* cinsinin yer aldığı Tubificida takımının familya düzeyinde ve *Nais* cinsine ait türlerin “tür düzeyinde” teşhis anahtarları aşağıda verilmiştir (Timm ve Martin, 2019’dan alınmıştır):

### **Oligochaeta : Takımlar**

- 1 Tüy seta yok ..... 2
- 1' Tüy seta var..... **Tubificida** (kısmen)
- 2(1) Setalar sigmoid ya da sert, ya basit uçlu ya da daha kısa üst dişli, her demette iki ya da daha fazla, nadiren tek ya da tamamen yok; spermatekal açıklıklar ya dişi ve erkek açıklıklara yakındır ya da çok önlerindedir ..... 3
- 2' Setalar daima sigmoiddir, genellikle noduluslu bifiddir, şekil ve sayıları her demette değişkendir; komşu segment(ler)teki spermatekal açıklıklar çoğu kez testiküler segmentteki erkek ve/veya dişi açıklıklar ile birlikte dir ..... **Tubificida** (kısmen)
- 3(2) Segmentlerdeki spermateka, genital açıklıkların yakınındadır ya da daha ileridedir fakat sonra V. Segment ile sınırlandırılmamıştır; setalar daima sigmoiddir, her demette asla ikiden fazla değildir (çift), nadiren tek ya da yok..... 4
- 3' Erkek açıklıklar genellikle XII. Segmentte yer alırken; spermateka V. Segmentte, açıklık 4/5'inde, nadiren IV. Segmentte yer alır; setalar sert ya da sigmoiddir, çoğunlukla değişken sayılardadır fakat bazen çifttir, tek ya da yoktur ..... **Enchytraeida**
- 4(3) Klitellum tek katmanlı; çoğunlukla daha küçük solucanlar (“microdriller”); erkek kanalları ve erkek açıklıklarının yerleri değişkendir; spermateka erkek ve dişi açıklıkları taşıyan segmentlerden hemen önce ya da/ve sonra; setalar basit uçlu ya da indirgenmiş üst dişli, çoğunlukla çift fakat bazen tek ya da yok ..... 5
- 4' Klitellum kalın, çok katmanlı, çoğunlukla uzun, bazen genital açıklıklardan geriye kaymıştır; erkek kanallar opisthopore, erkek açıklıklar farklı segmentlerde bulunabilir ve

belirgindir ya da göze çarpmaz; spermateka genellikle birkaç çifttir, genital açıklıklardan çok önce yer alır, bazen yoktur; setalar daima çifttir (her segment etrafında bir halkada dizilmiş birçok seta bulunan bazı Megascolecidae hariç), basit uçlu. Nispeten büyük solucanlardır (“megadriller” ya da “toprak solucanları”).....**Crassiclitellata**

5(4) Erkek kanallar prosopore ya da semiprosopore (nadiren plesiopore), neredeyse her zaman atrium ile ve çoğunlukla penis ile de bulunur. Erkek açıklıklar çoğunlukla X. ya da IX. ve X. segmentlerde bulunur, bazen sadece VIII. ya da IX. segmentte.....**Lumbriculida**

5' Erkek kanallar plesiopore, basit. Erkek açıklıklar IX. ve X. segmentlerde

.....  
 ..... Haplotaxida, bir familya: **Haplotaxidae**

### **Oligochaeta: Tubificida: Familyalar**

1 Tüy setalar sadece dorsal demetlerde bulunur ya da yoktur..... 2

1' Tüy setalar dorsalde ve ventralde bulunur, dorsal demetlerde basit uçlu iğne setalar ve ventral demetlerde bifid kroketler halinde; setal demetler her zaman III'ten başlar; oldukça küçük solucanlardır..... Parvidrilidae, bir cins: **Parvidrilus**

2(1) Paratomi ile vejetatif üreme (tomurcuklanma bölgesi ile) yaygındır, üreme sistemi nadiren gelişmiştir; erkek açıklıklar (eğer varsa) V, VI ya da IX.'dadır, spermatekal açıklıklar önceki segmentlerdedir..... 3

2' Paratomi yok, üreme sadece eşeyli, nadir durumlarda arkitomi ile değişim (basit fragmantasyon); erkek açıklıklar genellikle XI ya da XII, nadiren VIII, IX ya da X, spermatekal açıklıklar önceki ya da takip eden segmentlerde..... 4

3(2) Erkek açıklıklar IX'da, spermatekal açıklıklar VIII'da; dorsal demetler II'den başlıyor (istisnai olarak bir türde III ya da IV'de), tüy setalı

.....  
 ..... Pristinidae, bir cins: **Pristina**

3' Erkek açıklıklar V ya da VI'da, spermatekal açıklıklar IV ya da V'de, sırasıyla; dorsal demetler VI, V, IV ya da III'den başlar, nadiren II ya da daha geride, tüy setalı ya da tüy setasız, nadiren tamamen yok.....**Naididae**

4(2) Erkek açıklıklar XI'da (nadiren VIII, IX ya da X'da), spermatekal açıklıklar önceki segmentte, nadiren yok; dorsal demetler II'den başlar.....**Tubificidae**

4' Erkek açıklıklar XII'da, spermatekal açıklıklar XIII'de; dorsal demetler III'ten başlar.....**Phreodrilidae**

**Oligochaeta: Tubificida: Naididae: Cins (Baykal Gölü hariç)**

1 Dorsal setalar en azından bazı posterior segmentlerde bulunur; ventral setalar da III-V arası segmentlerdedirler; prostomium iyi gelişmiştir..... 2

1' Dorsal setalar tamamen eksiktir (bazen bir türde gelişmemiş olabilir); ilk beş segment kaynaşmıştır, bir çift ventral demet (II) taşır, sonraki demetler sadece VI. segmentte ortaya çıkar; prostomium çoğu türde neredeyse indirgenmiştir, ağız terminal konumlu, farinks silindirik ve kalın duvarlı, bunu geniş bir mide takip eder; ergin erkek açıklıklar ve penial seta VI. segmenttedir .....**Chaetogaster**

2(1) Tüy seta yok..... 3

2' Dorsal demetlerde tüy seta var ..... 7

3(2) Dorsal demetler posterior olarak III. segmentin ilerisinde başlar..... 4

3' Dorsal demetler III. segmentten başlar. Bütün setalar benzer, bifid, ince ve eşit dişli; III. segment uzamıştır; mide V-VI. segmenttedir; göz yoktur; ergin erkek açıklıklar VI. segmenttedir; penial seta yok; yüzemezler ..... **Amphichaeta**

4(3) Dorsal demetler VI. segmentten başlar (nadiren daha geridedir). Ergin bireylerde erkek açıklıklar ve (bazen) penial seta VI. segmenttedir. Göz var ya da yok ..... 5

4' Dorsal demetler V. segmentten başlar. Ergin bireylerde erkek açıklıklar (penial setalı ya da setasız) V segmenttedir. Göz yok ..... **Paranais**

5(4) Dorsal ve ventral demetlerde tek tip bifid ya da pektinet setalar..... 6

5' Genellikle VI. segmentten başlayan dorsal demetlerde tek kalın, yuvarlak ya da genişçe bifid uçlu çubuk şeklinde setalar vardır (fakat bazen birçok segmentte eksiktir). Ventral bifidler eşit dişlere sahip. Koyu enine çizgiler anterior segmentlerde görülebilir. Göz var. L= 6-36 mm, n= 23-51 ..... **Ophidonais serpentina** (Müller, 1774)

[Holartik. Neotropikler]

6(5) Ergin bireylerde V. segmentin ventral demetlerinde 1-4 adet basit keskin uçlu kılıç şeklinde spermatekal seta var, bazen 1-2 adet basit bifidler eşlik eder. Penial seta yok. Dorsal ve ventral setalar 1-5 adet ince ara diş sahip; ana dişler eşit uzunlukta ya da üst diş biraz uzun. II. segmentteki ventral seta her demette 3-5 adet, sonraki segmentlerde 3-8 adet. Dorsal seta her demette 1-6 adet. Göz yok. L= 3-6,5 mm

.....  
 ..... *Piguetiella denticulata* Liang & Xie, 1997

[Doğu Asya]

6' Ergin bireylerde spermatekal seta yok fakat penial seta var. Göz var ..... ***Uncinaiis***

7(2) Vücudun önünde parmak şeklinde dorsal solungaçlar yok..... 8

7' Dorsal setal demetler VI. segmentten itibaren başlar, çoğunlukla uzun parmak şeklinde solungaçlar içerir, 1-5 adet oldukça uzun tüy seta ve 1-2 adet basit uçlu ya da oldukça ince bifid iğne seta içerir. Ventral seta her demette 3-5 adet, eşit uzunlukta bifid dişli. Ergin bireylerde VI. segmentte basit uçlu penial seta mevcut, her demette 2-3 adet. Vücudun ön kısmı kahverengi pigmentli enine çizgilidir. Göz yok. L= 5-50 mm, n= 29-70

..... *Branchiodrilus hortensis* (Stephenson, 1910)

[Afrotropik, Doğu, Okyanusya. Yeni yayılış alanı: Avrupa]

8(7) Posterior uç anüsü çevreleyen solungaçlı diske sahiptir ve parmak ya da yaprak şeklinde solungaçlar taşır (ikincisi genellikle rahatsız edilmiş ya da ölmüş solucanlarda kasılır ve şekilsizdir); solungaçlar bazen indirgenmiştir. Dorsal demetler 1-2 adet düz tüy seta ve 1-2 adet bifid iğne, pektinet ya da palmat setalar. Değişmiş genital seta yok. Göz yok. Salgı ve bağlı partiküllerden taşınabilir ya da sabit tüpler oluşturulur; yüzebilir ..... 9

8' Posterior uç küçüktür ve solungaçsızdır, bazen çok küçük dorsal anüse sahiptir. Dorsal setalar farklı şekillerde olabilirler. Genital seta ve gözler vardır ya da yoktur ..... 10

9(8) Kasılabilir solungaçların yanı sıra solungaçlı disk taşır, kasılmayan palplerin bir çifti fikse edilmiş solucanlarda dahi rahatça görülebilir. Tüy seta düz..... ***Aulophorus***

9' Solungaçlı diskler üzerinde palpler yok; sadece kısa yapraksı ya da parmak şeklinde kasılabilir solungaçlar var, bazen indirgenmiştir. Tüy seta düz ya da bazı türlerde tüylü ..... ***Dero***

10(8) Prostomium proboskise sahip (tentaküllü). Dorsal demetler VI. segmentten başlar, iğne setalar basit uçlu, keskin..... 11

10' Prostomium basit, proboskissiz. Göz var ya da yok ..... 13

11(10) Tüy ve iğne setalar çok sayıda ve incedir. Küt prostomiuma bağlı proboskis kısa ve incedir ..... 12

11' Tüy seta her demette 1-3 adettir, kalın ve serttir. Ventral bifidler, yarısına yakınında iki kırık parça gibi görünür, üst diş daha uzun ve distal olarak kıvrıktır. Proboskis oldukça uzundur. Göz var. İyi yüzerler..... ***Stylaria***

12(11) VI-VIII. segmentlerde tüy seta fazlasıyla uzundur. Ventral seta IV. ve V. segmentlerde yoktur. Göz vardır. Yüzerler aynı zamanda da su bitkilerine tutunacak tüpler oluştururlar. L= 2-7,5 mm, n= 14-21 ..... *Ripistes parasita* (Schmidt, 1847)

[Holarktik]

12' VI-VIII. segmentlerde fazlasıyla uzun setalar yok. II-V. segmentlerdeki setalar tam settir. Ventral seta tüm segmentlerde vardır. Göz vardır ya da yoktur. Yüzmezler. L=8-10 mm, n= ~32 ..... *Arcteonais lomondi* (Martin, 1907)

[Holarktik]

13(10) Vücut, deri bezlerine yapışan yabancı madde partikülleri ile kaplıdır ..... 14

13' Vücut yüzeyi düzdür..... 15

14(13) Dorsal tüy ve iğne setalar VI. segmentten başlar, her ikisi de 1-2 adettir. VI. segmentteki tüy seta, sonraki segmenttekilerden oldukça uzundur. İğne setanın ucu küçük bir topuz oluşturur. Ventral seta 2-5 adettir, biraz daha uzun ve daha ince üst diş sahiptir.

Göz vardır. L= 2-20 mm, n= 19-29)

.....  
..... *Slavina appendiculata* (Udekem, 1855)

[kozmpolit]

14' Dorsal demetler II. segmentten başlar, anterior segmentlerde 3-4 adet tüy seta ve 3-4 adet düz basit uçlu iğne seta vardır, bunların sayısı posteriorde 1-2'ye düşer. Ventral seta anteriorde 4'e ulaşır, posteriorde sadece 1 adettir, üst diş daha uzundur, diş uzunluğundaki farklılık geriye doğru artar. Göz yok. L= 2-6 mm, n= 12-20)

.....  
..... *Stephensoniana trivandrana* (Alyer, 1926)

[İsrail. Doğu Palearktik. Tropik boyunca yayılış gösterir. Nearktik]

15(13) Dorsal demetler anterior segmentlerde başlar (II-VI, nadiren VII-XII) ..... 16

15' Dorsal demetler XVIII-XX. segmentlerden başlar, her demette ventraldekilere benzer bir kısa tüy seta ve bir bifid kroket vardır, üst diş 1,5 kez daha uzundur. Ventral seta 2-4 adettir, vücudun ön yarısında dişler daha uzundur fakat posteriora doğru giderek daha kısalmır. Göz yok. L= 5-20 mm, n= 31-36) ..... *Haemonais waldvogeli* Bretscher, 1900

[kozmpolit]

16(15) Dorsal demetler VI. segmentten başlar (nadiren V ya da VII); göz var ya da yok.. 17

16' Dorsal demetler III. ya da II. segmentten başlar. Göz yok. Paratomi gözlenmez

- .....  
 ..... **Bratislavia**
- 17(16) II-V. segmentlerde ventral setalar tam settir. Tüy seta çoğunlukla düz (nadiren incecik dişli ya da tüylü)..... 18
- 17' V. segmentteki ya da IV. segmentteki ventral seta yok, dorsal setanın V. ya da VI. segmentten başladığına dair yanlış izlenim bırakır (aslında VI. segmentten başlar). Tüy setalar kalın, konveks kısmında iki sıra sert dişçiklere sahip dişli yapıya sahip; iğne seta daha ince ve basit uçludur. Ergin bireylerde her demette bir adet basit uçlu penial seta var. Göz var ..... *Vejdovskyella* (kısmen)
- 18(17) Genişlemiş ventral seta yok (ayrıca değişmiş genital seta var) ..... 19
- 18' VI. segmentte ventral seta (ya da bazı sonraki segmentlerde) kalın ve kıvrıktır, üst diş 2-3 dişçiğe bölünür ..... *Vejdovskyella* (kısmen)
- 19(18) Setal çiftler aşağıdakinden farklıdır. Tüy seta düz; ventral demetler tüm segmentlerde mevcuttur. Prostomium genellikle çok kısa değildir, çoğunlukla koniktir, bazen göz taşır ..... 20
- 19' VI. segmentte dorsal demetler kalın, mukronat tüy seta ve ince basit uçlu iğne setaya sahip, her ikisi de her demette 1-2 adettir. II-V. segmentlerdeki ventral seta her demette 3-4 adet, takip eden segmentlerde her demette 2-3 adettir, hepsinin şekli benzerdir, dişler eşit kalınlıktadır fakat üst diş alttakinden 2-2,5 kez daha uzundur ..... *Vejdovskyella* (kısmen)
- 20(19) Dorsal daha kısa (iğne) seta sigmoiddir ve ventral kroketler gibi bifiddir ..... 21
- 20' Dorsal iğne setalar ventral kroketlerden oldukça farklıdır, genellikle daha ince ve daha düzdür, ya basit uçlu ya da ince dişlidir ..... 24
- 21(20) Dorsal sigmoid kroketler ventraldekilerden daha ince ve daha düzdür. Göz yok ... 22
- 21' Dorsal ve ventral bifid kroketler benzer şekil ve boyuttadır. Göz var ..... 23
- 22(21) Dorsal sigmoid kroketler kısa eşit dişli, her demette 2-6 adet tüy seta ile 2-6 adettir. Ventral seta 5-10 adettir, üst diş biraz daha uzundur, anterior ve posterior vücut bölgesinde benzerdir. Ergin bireylerde basit uçlu, çengelli penial seta 1-3 adettir. Göz yok. L= 3-10 mm. n= 11-27 ) ..... *Specaria josinae* (Vejdovský, 1884)  
 [Holarktik]
- 22' Dorsal sigmoid seta bir kıvrık tüy setaya (vücut çapından daha kısa) ve oldukça uzun üst diş ile bir sigmoid kroketi sahip. her demetteki ventral setalar II-V. segmentlerde 3 adet, vücut ortasında 4-5 adet, arka vücutta 2-3 adettir, hepsinde üst diş daha uzundur; II-VI. segmentlerde daha uzundur ve uzun paralel dişlere sahiptir, VII. segmentten başlayanlarda

daha kısa, daha kıvrık ve dişler dar açıyla ayrılır. Ergin bireylerde penial seta yok. L= 2,5-3 mm. Termal sular?.....“*Nais*” *bihorensis* Pop, 1971 tür belirsiz takson [Romanya]

23(21) Dorsal demetler her zaman VI. segmentten başlar, 0-3 adet çok ince ve kısa tüy seta ve 2-6 adet üst dişi biraz daha uzun kroketlere sahiptir. Ventral seta tek tiptir, biraz uzundur, 3-9 adettir. Penial seta yok fakat ergin bireylerin V. segmentinde mukronat spermatekal seta vardır, basit uçlu ya da indirgenmiş alt dişe sahiptir, 1-2 adettir. L= 3-7 mm, n= 17-24).....*Piguetiella blanci* (Piguet, 1906) [batı Palearktik. Neartik: yeni yayılış alanı (?)]

23' Dorsal demetler VI ya da VII-XII segmentlerden başlar, daha uzun ve daha düz üst dişe sahip bir bifid seta ve biraz daha uzun ve daha ince, bükük tüy seta içerir. II. segmentteki ventral demetler 3-5 adettir, üst diş oldukça uzundur; III-IV. segmentlerdeki ventral demetler 2 adettir ve takip eden segmentlerde ise 1-4 adettir. II-V. segmenttekiler diğerlerinden biraz daha incedir, üst diş oldukça uzundur; daha gerideki dişler eşit uzunluğa sahiptir. Ergin bireyler bilinmiyor. L= 3-7 mm, n= 18-28 (50??)

.....“*Piguetiella*” *amurensis* Sokolskaja, 1958, tür belirsiz takson [batı Palearktik]

24(20) Vejetatif üreme arkitomi ile gerçekleşir (tomurcuklanma bölgesi olmadan fragmentasyon). Sadece II-V. segmentlerdeki ventral setalar takip eden segmenttekilerden biraz farklıdır. Göz yok .....*Allonais*

24' Vejetatif üreme paratomi ile gerçekleşir (bölünmeden önce tomurcuklanma bölgesi oluşur). II-V. segmentteki ventral setalar takip eden segmenttekilerden çoğunlukla daha uzun, daha ince ve daha düzdür. Göz genellikle vardır.....*Nais*

#### **Oligochaeta: Tubificida: Naididae: *Nais*: Türler (Baykal Gölü hariç)**

1 İğne setalar basit uçlu ..... 2

1' İğne setalar bifid ..... 8

2(1) Vücut enine çizgili değil; penial seta küt, kıvrık fakat cochliförm, bazen üst dişi indirgenmiş ..... 3

2' Vücut dorsal kısmı, segmentler arası oluklar boyunca koyu enine çizgilidir; dorsal demetler 1-3 adet tüy setalı ve 2-4 adet basit uçlu iğne setalı; II-V'deki ventral setalar her demette 3-12 adet, diğer segmentlerde 4-15 adet, genellikle iki sıra halinde demetlerde yer

alır; ergin bireyler her demette 5-8 adet penial setaya sahip, uçları cochliform; gözler oldukça büyük; L= ~20 mm..... *Nais tygrina* Isosimov, 1962

[Rusya: Sibirya'da Baykal Gölü ve Angara Nehri]

3(2) İğne seta sivri uçludur..... 4

3' İğne seta ucu küt ..... 6

4(3) Tüy seta dişli değil, vücut pigmentsiz ..... 5

4' Dorsal demetler 1-3 adet ince dişli tüy setaya sahip; tüy seta < vücut çapı; 1-3 adet kalın iğne seta, neredeyse düz fakat ucu hafif kıvrık, basit; II. segmentte ventral seta her demette 4-6 adet, ince, üst diş 1,5-2 kat daha uzun, takip eden segmentlerde ventral seta giderek kısalır ve kalınlaşır, benzer dişler; bazı bireylerde dorsal demetler VI. segment yerine V. segmentte başlar; vücut dorsal olarak pigmentlidir; L= 3-5 mm

..... *Nais baicalensis* Sokolskaja, 1962

[Rusya: Sibirya'da Baykal Gölü ve Angara Nehri]

5(4) Dorsal demetler 1-5 adet kalın, sert, kıvrık tüy setalı ve aynı şekilli 1-5 adet iğne setalıdır, neredeyse nodulus yoktur; II-V segmentlerde ventral seta 2-5 adet, uzun neredeyse paralel dişlere sahip, üst diş oldukça uzun; VI. segment ve sonrasında ventral seta daha kalın ve daha kıvrıktır, alt diş üsttekinden daha uzun ve 2-3 kat daha kalın; L = 3,5-6,5 mm, n = 11-19 (Şekil 3.5 (1-4)) ..... *Nais barbata* Müller, 1774

[Holarktik. Avustralya ve Doğu bölgeler]

5' Dorsal demetler 1-3 adet düz tüy setaya ve 1-3 adet belirgin noduluslu iğne setaya sahiptir; ventral seta 2-5 adet, her zaman üst diş alttakinden daha ince ve en fazla 1,5 kat daha uzun, VI. segmentten sonrasında kısmen daha kalın; L= 1,5-6 mm, n= 11-18 (Şekil 3.5 (5-8))

..... *Nais pseudobtusa* Piguët, 1906

[Holarktik. Afrotropikal, Avustralya, neotropikal]

6(3) II-V segmentlerde ventral seta dişleri neredeyse paralel, distal olarak dar açı ile ayrılır; iğne seta nodulusu distal uçtan 1/5-1/4'inde ..... 7

6' II-V segmentlerde ventral seta her demette 2-5 adet, dişler neredeyse eşit kalınlıkta, üst diş alttakinden 1,6-2 kat daha uzundur; alt diş üsttekinden (ve seta ekseninden) neredeyse dik açı ile distal olarak ayrılır; VI. segmentte ve sonrasında ventral seta 2-5 adet, daha kısa, daha kalın ve daha kıvrıktır, dişler neredeyse eşit uzunlukta; dorsal demetler 1-2 tüy ve 1-2 apikalde küt uçlu (nadiren gelişmemiş diş) iğne setaya sahip; iğne setada nodulus distal uçtan



yaklaşık 1/3'ünde yer alır; L= 4-9 mm, n=14-22 (Şekil 3.6 (1-3))

.....  
 ..... *Nais simplex* Piguët, 1906  
 [kozmpolit]

7(6) II-V segmentlerde ventral seta 4-10 adet, uzun ve ince, üst diş oldukça uzun, kanca şeklinde; alt diş daha kısadır, bazen indirgenmiştir, üsttekine bağlıdır; VI. segmentte ve sonrasında daha kısa ve daha kalın 2-7 adet ventral seta vardır, üst diş alttakinden iki kez daha uzun, fakat eşit oranda kalın; dorsal demetler 1 adet tüy setaya ve 1-2 adet küt iğne setaya sahip; L = 3-5 mm, n ≤ 28 (Şekil 3.6 (4-7)) ..... *Nais behningi* Michaelsen, 1923  
 [Holarktık]

7' II-V segmentlerde ventral seta 2-8 adet, uzun ve ince, dişler neredeyse eşit kalınlıkta fakat üst diş iki kez uzun; VI. segment ve sonrasında ventral seta 3-7 adet, daha kalın; dorsal demetler 1-2 adet tüy setaya ve 1-2 adet küt iğne setaya sahip; L= 3,6-4,8 mm, n= 14-19 (Şekil 3.6 (8-10)) ..... *Nais alpina* Sperber, 1948  
 [batı Palearktık. Nearktık]

8(1) VI ya da VII ve devamındaki segmentlerde, bazı ventral demetler uzamış üst diş ile kalın dev setaya sahiptir; II-V'de ventral seta uzun paralel dişli ..... 9

8' Herhangi bir ventral demetinde dev seta yoktur; II-V segmentlerdeki setalar değişikendir ..... 11

9(8) Segment VI ve sonrasında, VI ile VII arasında belirli bir farklılık yoktur; alt diş kısa fakat asla çatallı ya da indirgenmiş değil ..... 10

9' Segment VII ve sonrasında dev seta var, bazen segment XIII'a kadar devam eder, her demette 1-2 adet, düz ve oldukça kalın, oldukça kısa, çatallı ya da indirgenmiş, alt diş; II-V'deki ventral setalar 2-7 adet, VI. segmentte bir, üst diş alttakinden iki kat daha uzun, VII ve bazı daha sonraki segmentler tek dev setalı, daha sonraki ventral setalar 2-5 adet, anteriordakilerden daha kalın ve daha kıvrıktır, üst diş iki kat daha uzun; tüy seta bir tane, kısa; iğne seta 1-2 adet, uzun paralel dişli; L= 3-7 mm, n= 13-22 (Şekil 3.6 (11-16))

.....  
 ..... *Nais bretscheri* Michaelsen, 1899  
 [Holarktık. Neotropik (?)]

10(9) II-V segmentlerde, ventral seta 3-5 adet, üst diş iki kez daha uzun; VI ve sonrasında, her demette 2-3 genişlemiş ventral seta (en büyüğü genelde VIII'de), anteriordakilerden daha kalın, üst diş en fazla dört kez daha uzun; yaklaşık X. segmentte uzunluğu azalırken

sayıları 4-5'e kadar artar ve iki diş uzunluk oranı tekrar ikiye düşer; tüy ve iğne setalar tek, iğne seta uzun paralel dişli; L=? (Şekil 3.6 (23-27)) ..... *Nais stolci* Hrabě, 1981

[batı Palearktik. Nearktik]

10' II-V segmentlerde, ventral seta 2-5 adet, üst diş 1,5-2 kez daha uzun; VI ve sonraki segmentlerde, ventral seta genellikle basit her demette 2-5 adet, daha kalın ve daha kıvrık, dişler eşit uzunlukta ya da üst diş biraz uzun ve daha incedir; çoğunlukla VI ve bazı sonraki segmentlerde her demette tek dev seta vardır, daha kalındır ve üst diş alttakinden 2-3 kez daha uzundur; tüy seta < vücut çapı, 1-2 adet; iğne seta 1-2 adet, kısa fakat belirgin dişli; VIII. segmentte özofagus birden geniş orta bağırsağa ("mide") geçiş yapar, uzun hücreler boşluğa kahverengi uzantılar olarak uzanır; L= 2,5-9 mm, n=13-21 (Şekil 3.6 (17-22))

.....  
.....*Nais pardalis* Piguet, 1906 (kısmen)

[Holarktik. Neotropik. Doğu]

11(8) İğne seta uzun ve paralel ..... 12

11' İğne seta dişleri kısa, bazen güçlkle fark edilebilir..... 13

12(11) Dorsal demetler 1-4 adet tüy seta ve ince fakat nispeten uzun paralel dişli 1-4 adet iğne seta içerir; ventral setalar tek tiptir, her demette 2-5 adet, üst diş iki kez daha uzundur ve distal olarak fazlasıyla kıvrıktır, alt diş setanın boyuna eksenini ile dik açı yapar; L= 2,2-12 mm, n= 12-21; su kaynaklarında, ağır derecede kirli akarsularda ve acı sularda bulunur

.....  
.....*Nais elinguis* Müller, 1774

[kozmopolit]

12' Dorsal demetler 1-2 adet hafif testere dişli tüy seta ve ince fakat oldukça uzun (kalınlığından ~ 20 kez daha uzun) paralel dişli 1-2 adet iğne seta içerir; II-V. segmentlerde ventral seta 3-5 adet, takip eden segmentlerdekinden biraz daha uzun, hepsi biraz daha uzun üst dişe sahip; posteriorlar daha küçük dişçiklere sahip; L= 3-8 mm, segment sayısı 34-41

.....  
.....*Nais longidentata* Cui, He, Peng & Wang, 2015

[Çin: Tibet]

13(11) II-V segmentlerde ventral seta dişleri neredeyse paralel, distalde dar açı ile ayrılır

.....  
..... 14

13' II-V segmentlerde ventral seta alt dişleri üst dişlerden (ve seta boyuna ekseninden) neredeyse dik açı olacak şekilde distal uçta ayrılır ..... 15

14(13) Dorsal tüy ve iğne setalar her demette 1-2 adet; tüy seta uzun, iğne seta belirgin bifid; II-V segmentlerde ventral seta dişleri eşit incelikte fakat üst diş 1,5-2 kez daha uzun; VI ve devam eden segmentlerde ventral seta daha kalın ve daha kıvrıktır, alt diş birkaç kez daha kalındır; ergin bireylerde çengelli penial seta 2-3 adet; bağırsak uzun olmayan çıkıntılı hücrelerle başlar; L= 5-8 mm, n= 16-23 (Şekil 3.6 (44-46))

..... *Nais christinae* Kasprzak, 1973

[Avrupa]

14' Tüy seta vücut çapından daha kısadır, 1-2 adettir; iğne seta 1-2 adet, kısa fakat belirgin dişlere sahiptir; II-V'deki ventral setalar 2-5 adet, üst diş 1,5-2 kez daha uzun; VI ve sonraki segmentlerde ventral seta her demette 2-5 adet, daha kalın ve daha kıvrıktır, dişler eşit uzunlukta ya da üst diş biraz uzun ve incedir; çoğunlukla VI ve sonraki bazı segmentlerde her demette tek dev seta vardır, daha kalın ve üst dişi alttakinden 2-3 kez daha uzundur; ergin bireylerde çengelli basit penial seta üç adet; VIII. segmentte özofagus birden geniş orta bağırsağa ("mide") geçiş yapar, uzun hücreler boşluğa kahverengi uzantılar olarak uzanır; L= 2,5-9 mm, n= 13-21 (Şekil 3.6 (17-22)) ..... *Nais pardalis* Piguet, 1906 (kısmen)

[Holarktık. Neotropik. Doğu]

15(13) Spermatekal kanallar geniş bir keseyi kapsayan penis benzeri bir çıkıntı ile sonlanır; çoğunlukla Kuzey Pasifik bölgesinin acı sularında yaşarlar ..... 16

15' Spermatekal kanallar hemen vücut yüzeyine açılır; tatlı sularda yaşarlar ..... 17

16(15) Tüy seta 0-2 adet, ince, <vücut çapı; iğne seta 1-2 adet, sigmoid, belirgin keskin dişli, üst diş alttakinden biraz daha incedir; ventral setalar tek tiptir, 1,5-2 kez > üst diş fakat II-V segmentlerde biraz daha düzdür, her demette 4-5 adet, VI'dan itibaren segmentlerde 3-4 adet; L= 3-8 mm, n= 18; acı su göllerinde ve deniz litoralinde yaşarlar

..... *Nais borutzkii* Sokolskaja, 1964

[Rusya: Pasifik kıyısı]

16' Tüy seta her demette 0-3 adet, kıvrık ve küt uçlu, iğne setadan sadece 1,2-1,4 kat daha uzun; iğne setalar 1-3 adet, nispeten büyük dişler keskin bir açı ile ayrılır; ventral seta oldukça ince ve daha uzun üst diş ile tek tiptedir, II-V de biraz daha uzundur, 3-5 adettir; L=

4-8 mm, n= 16-26; kısmen acı su kıyı göllerinde yaşarlar

.....  
 ..... *Nais kisui* Sato, Ohtaka & Timm, 2009

[Japonya]

17(15) Özofagus birden orta bağırsağa açılır; iğne seta küçük bazen güçlkle görülebilir dişlere sahiptir; yüzebilirler ..... 18

17' Özofagus kademeli olarak orta bağırsağa açılır; tüy ve iğne seta her demette 1-2 adet; iğne seta dişleri belirgin ayrıktır; II-V segmentlerde ventral seta 2-7 adet, üst diş daha uzun ve daha incedir; VI ve sonraki segmentler 2-6 adet, hafif daha kalın ve daha kıvrıktır, diş uzunluğu kademeli olarak dengelenmektedir; yüzemezler; L= 1,5-12 mm, n= 10-21 (Şekil 3.6 (28-31)) ..... *Nais communis* Piguët, 1906

[kozmpolit]

18(17) Her demette tüy seta  $\leq 3$ , nispeten uzun; iğne seta dişleri keskin; daha kısa solucanlar ..... 19

18' Tüy seta her demette 0-5 adet (tipik olarak üçten dörde), iğne seta uzunluğundan iki katından az, SEM'de çok ince tüylere sahip; iğne seta kalın, kısa ve küt dişli; ventral seta tek tiptir, dişler eşit kalınlıktadır, üst diş daha uzundur; II. segment her demette 5-8 adet, daha sonraki segmentlerde 2-5 adet; nispeten uzun ve kalın; L= 3,2-4,3 mm, n= 18-19 (Şekil 3.6 (40-43))..... *Nais inflata* Liang, 1963

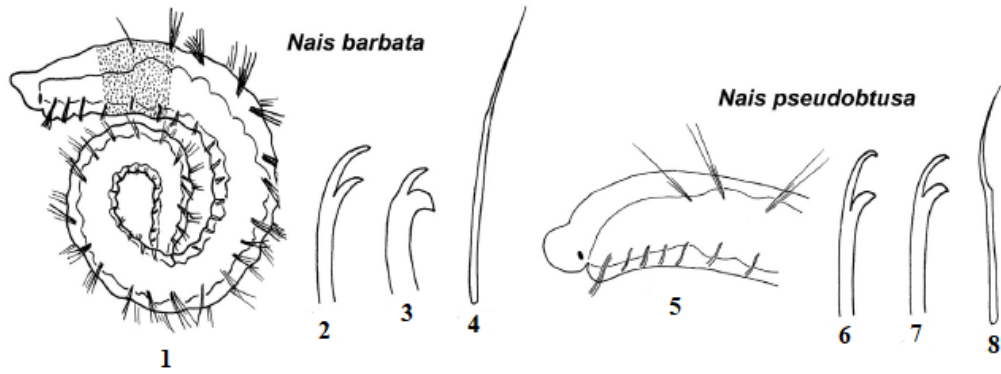
[Çin]

19(18) Tüy ve iğne seta her demette 1-2 adet; ventral seta 2-7 adet, II-V'de daha uzun, üst diş daha uzun ve daha ince; VI ve sonraki segmentlerde daha kısa, genellikle daha kalın ve daha kıvrık, neredeyse eşit ya da üst diş biraz daha uzun fakat daha ince; L= 4-10 mm, n= 12-21 (Şekil 3.6 (36-39)) ..... *Nais variabilis* Piguët, 1906

[hemen hemen kozmpolit]

19' Tüy seta her demette 2 adet, iğne seta 2 adet (nadiren 3-4 adet); II-V segmentlerde ventral seta her demette 5-6 adet (nadiren 8'e kadar), daha uzun ve daha düzdür, üst diş 1,5-2 kat > alttaki diş; VI ve sonraki segmentlerde 4-5 adet, daha kısa ve daha kalın, diş uzunluğu 1,2-1,5'ye düşer; en arka setalar neredeyse eşit dişlere sahip olabilirler; L= 1,9-5,1 mm, n= 15-30 ..... *Nais bekmanae* Sokolskaja, 1962

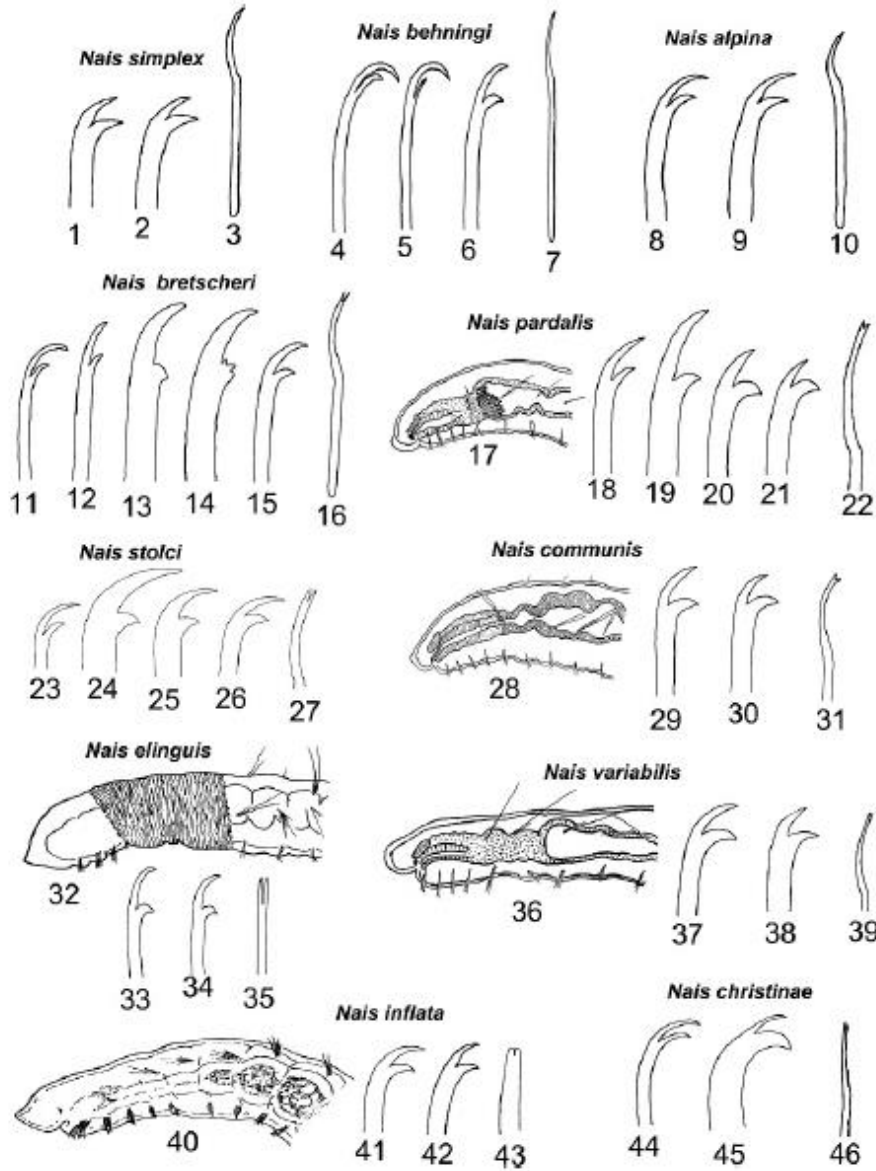
[Rusya: Sibirya'daki Baykal Gölü ve Angara Nehri]



Şekil 3. 5. *Nais* bireylerine ait görüntüler

\*(1-4) *Nais barbata* (1) ergin bir bireyin klitellum ile genel görüntüsü, (2) anterior ventral seta, (3) posterior ventral seta, (4) iğne seta; (5-8) *Nais pseudobtusa* (5) anterior uç, (6) anterior ventral seta, (7) posterior ventral seta, (8) iğne seta (Timm ve Martin, 2019'dan alınmıştır).

Taksonomi ve sistematik yeniden inceleme altındadır (örneğin Mallet ve Willmott, 2003; Wilson, 2003; Wiens, 2007; de Carvalho vd., 2008). Biyoçeşitlilik krizi (Wilson, 1992), bütünleşik taksonomiye (Will vd., 2005; Schlick-Steiner vd., 2010; Yeates vd., 2011) karşı DNA temelli taksonomi (Tautz vd., 2003; Vogler ve Monaghan, 2006) ve tür sınırları için yeni yöntemlerin ortaya çıkması (Sites ve Marshall, 2003; Leaché ve Fujita, 2010) bu ilgiyi artıran sadece birkaç konudur. Moleküler veriler, giderek artan sayıda klitellat gruplarının içindeki ve aralarındaki ilişkileri aydınlatmak için son zamanlarda büyük bir başarı ile kullanılmaktadır (örneğin Apakupakul vd. 1999; Beauchamp vd., 2001; Christensen ve Theisen, 1998; Erséus vd., 2000, 2002; Martin, 2001; Siddall ve Burreson, 1998; Siddall vd., 2001). Muhtemelen farklı yazarların “türün” (varsayılan kriptik türler) farklı soylarından (belirlenmemiş ya da tanımlanmamış) örnekleri ele almasından ya da basitçe daha önceki çalışmalarla uyuşan morfolojik verilerin tekrarlanması ya da eklenmesi sonucunda, teşhis anahtarları arasında küçük heterojenlikler meydana gelmiştir (özellikle Sperber, 1948). Kriptik türleşme, son dönemde tek başına sitokrom *c* oksidaz I (*COI*) ya da nükleer belirteçler ile birlikte kullanılarak birçok klitellat grubunda ortaya çıkarılmıştır (örneğin, Bely ve Weisblat, 2006; King vd., 2008; Erséus ve Gustafsson, 2009; Gustafsson vd., 2009; James vd., 2010; Kvist vd., 2010).



Şekil 3. 6. *Nais* bireylerine ait şematik görüntüler

\*(1-3) *Nais simplex*: (1) anterior ventral seta, (2) posterior ventral seta, (3) iğne seta; (4-7): *Nais behningi*: (4,5) anterior ventral seta, (6) posterior ventral seta, (7) iğne seta; (8-10): *Nais alpina*: (8) anterior ventral seta, (9) posterior ventral seta, (10) iğne seta; (11-16): *Nais bretscheri*: (11) anterior ventral seta, (12) VI. segment ventral seta, (13,14) VII'den başlayan dev ventral seta, (15) posterior ventral seta, (16) iğne seta; (17-22): *Nais pardalis*: (17) bağırsak başlangıcı ile anterior uç, (18) anterior ventral seta, (19) VI'dan başlayan dev ventral seta, (20,21) posterior ventral seta, (22) iğne seta; (23-27): *Nais stolci*: (23) anterior ventral seta, (24) VI'dan başlayan dev ventral seta, (25, 26) kademeli olarak azalan posterior ventral seta, (27) iğne seta; (28-31): *Nais communis*: (28) bağırsak başlangıcı ile anterior uç, (29) anterior ventral seta, (30) posterior ventral seta, (31) iğne seta; (32-35): *Nais elinguis*: (32) klitellumlu eşeyssel olgunluktaki bireylerin anterior ucu, (33) anterior ventral seta, (34) posterior ventral seta, (35) iğne seta; (36-39): *Nais variabilis*: (36) bağırsak başlangıcı ile anterior uç, (37) anterior ventral seta, (38) posterior ventral seta, (39) iğne seta; (40-43): *Nais inflata*: (40) anterior uç, (41) anterior ventral seta, (42) posterior ventral seta, (43) iğne seta; (44-46): *Nais christinae*: (44) anterior ventral seta, (45) posterior ventral seta, (46) iğne seta (Timm ve Martin, 2019'dan alınmıştır).

Basit genetik yapısı, çoğunlukla tek atadan gelen kalıtım ve yüksek evrim hızından dolayı (Avice vd., 1983; Morits vd., 1987); mtDNA 20 yıldan daha fazladır türlerin tanımlanmasında, tür sınırlarının belirlenmesinde ve filogenetik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (örneğin Kocher vd., 1989; Bartlett ve Davidson, 1991; Folmer vd., 1994; Rubinoff ve Holland, 2005). Mitokondriyal genomun küçük bir kısmı (sitokrom *c* oksidaz'ın 5' ucu ya da COI geni) birçok araştırmacı tarafından birçok hayvan yaşamını tanımlamak için evrensel belirteç (marker) olarak ya da DNA barkodu olarak kullanılmaktadır (örneğin Hebert vd., 2003a).

DNA barkodlamanın amacı, yeryüzündeki her hayvan türünün *COI* profillerinin bir veritabanını ve kullanışlı bir arayüzünü içeren evrensel bir biyo-tanımlama sistemi oluşturmaktır (Hebert vd., 2003a, b; Hajibabaei vd., 2007; Ratnasingham ve Hebert, 2007; Silva-Brandão vd., 2009). Bu sistem ve sekanslama teknolojisinin avantajları ile DNA barkodlama, kriptik türlerin tanımlanmasını amaçlamaktadır (Hebert vd., 2004; Janzen vd., 2005; Ball ve Armstrong, 2006). Kriptik türler, aynı tür adı altında sınıflandırılan morfolojik olarak ayırt edilemeyen ya da oldukça benzer türlerdir (Bickford vd., 2007). Birçok klitellatın, ayırt edilebilir morfolojik karakterlerinin eksikliğinden ya da bu karakterler mevcut olduğunda ise taksonomik değerinin sınırlı olmasından dolayı moleküler belirteçlerin yardımı olmadan teşhislerinin zor olduğu kanıtlanmıştır. Bu nedenle, tür çeşitliliği eğer sadece morfoloji temelli çalışmalar yapılırsa tahmin edilen oranların altında kalmaktadır (Gustafsson vd., 2009; Kvist vd., 2010; Liu vd., 2017; Martinsson ve Erséus, 2017). Tür sınırları kullanılan tür kavramına bağlıdır, çünkü birçok tür kavramı hem türü hem de türü sınırlayan kriterleri tanımlar.

Mitokondriyal *COI* gen bölgesi (sitokrom *c* oksidaz I), "Metazoa" için "evrensel" DNA barkodlama belirteci olarak tanıtıldığından dolayı, geniş bir hayvan şubesi için standart genetik belirteci haline gelmiştir (Hebert vd., 2003b). Mitokondriyal DNA'nın çekirdek DNA'sına göre daha yüksek seviyede mutasyon göstermesi, yakın ilişkili türler ve özellikle de populasyonların ve melezlerinin evrimsel akrabalık ilişkisini göstermede önemli veriler sağlamaktadır. Özellikle mitogenomun yapısı ve evrimine dair ortaya çıkarılan birçok bilgi evrimsel bakımdan değerli bir başvuru kaynağı olmasını sağlamıştır. Bu özellikler arasında kopya sayısının yüksek olması, anasal olarak kalıtlanması, intron bölgelerini içermemesi, molekülün değişik bölgelerinde mutasyon oranının farklı seyretmesi ve korunmuş dizi

yapısına sahip olması sayılabilir (Avisé, 1994; Lunt vd., 1996; Korkmaz vd., 2011). Özellikle bu gen bölgelerinin hem değişken hem de yüksek düzeyde korunmuş bölgeler içermesi nedeniyle populasyon içi ve populasyonlar arası dizi içeriğinde heterojen bir evrimsel oran sergilemesi beklenir (Lunt vd., 1996; Caterino vd., 2000; Goto ve Kimura, 2001; Hebert vd., 2003b; Roe ve Sperling, 2007; Korkmaz vd., 2011). Bu sayede farklı taksonomik düzeylerin moleküler filogenetik analizleri için gayet uygun bir belirteç olduğu söylenebilir. Mitokondriyal genler genellikle moleküler belirteçler olarak birçok güçlü avantaja sahiptir. Her hücrede yüksek kopya sayısından ve haploid karakterinden dolayı çoğaltılmaları kolaydır. Mitokondrinin proofreading mekanizmasının eksik olmasından dolayı çekirdek genlerini kodlayan bölgelerinden daha hızlı evrimleşir (örneğin Avisé, 2004; Hoy, 2003; Lin ve Danforth, 2016). *COI* geninin evrimleşmesi hem yakın akraba türlerin hem de tek bir tür içindeki filocoğrafik grupların ayırımına izin verecek kadar hızlıdır (Cox ve Hebert, 2001; Wares ve Cunningham, 2001). *COI* geninin tür düzeyinde belirgin bir genetik varyasyon ve ayırım gücüne sahip olması; geniş bir taksonomik çerçevede canlılar için uygun evrensel primerler ile çoğaltılabilen, korunmuş uç bölgelerine sahip olması, DNA ekstraksiyonu ve dizi uzunluğunun PCR sırasında sorun yaratmayacak kadar kısa olması özelliklerinden dolayı 5' uçtan 648-658 bp'lik bölgesi metazoon türler için standart DNA barkod bölgesi olarak kullanılmasına imkân sağlamaktadır (Hebert vd., 2003a, b).

Mitokondriyal ribozomal RNA'nın büyük alt birimi olan 16S rRNA geni, kısmen yavaş evrim geçirdiğinden dolayı evrimsel mesafe ve canlılar arasındaki evrimsel ilişkileri ortaya konmak amacıyla kullanılmaktadır (Clarridge, 2004). 16S rRNA geni ribozomal RNA'nın küçük alt birimi olan 12S rRNA genine kıyasla yer değiştirme mutasyonları açısından daha yavaş evrim geçirmektedir (Arnason, 1991; Kocher ve Stepien, 1997). 16S rRNA sahip olduğu delesyon, substitüsyon ve insersiyonlarla genetik varyasyonların çalışılabileceği bir bölgedir (Kochzius, 2008; Kanca, 2011).

Bununla birlikte şuana kadar tanımlanan >5000 Clitellata (Erséus, 2005) türünü doğrulamak ve teşhis etmek için hayvanlar için önerilen mitokondriyal *COI* barkodlarının kullanılması (Hebert vd., 2003b) hala tatmin edici olmaktan uzaktır (Treibitz vd., 2015; Vivien vd., 2015). Bu tür tek lokus verileri sadece bir genin hikâyesini yansıtır; ancak yine de "barkod boşlukları" göstererek kriptik türleşmenin ipuçlarını verebilirler. Bu nedenle, tür sınırlarının daha kapsamlı çalışmalarında, *COI* verileri sadece ilkin tür hipotezlerini



oluşturmak için kullanılmaktadır ve son tür hipotezleri bağımsız çekirdeğe ait belirteçlerden türetilen hipotezler ile uyumlu olarak formüle edilmektedir (Kvist vd., 2010; Liu vd., 2017; Martinsson ve Erséus, 2014; Martinsson vd., 2017; Vivien vd., 2015).

Moleküler sistematikte, “türleşme”nin anlaşılması için hem mitokondriyal hem de çekirdek genomlardan elde edilen çoklu lokus sekans verileri herhangi bir tek lokus verilerinden (tipik olarak kalıtsal mitokondriyal olanlar) daha iyi bilgi sağlamaktadır (Dupuis vd., 2012; Mallo ve Posada, 2016). Tek lokus verisinin analizi bir tür ağacından daha çok bir gen ağacı oluşturduğundan dolayı, bu tür veriler tür sınırlarını daha doğru şekilde oluşturmak için nükleer kanıtlar ile birleştirilmelidir (Dasmahapatra vd., 2010; Kodandaramaiah vd., 2013). Bu, tarımda, endüstride, çevresel izlemede ve tıpta önemli olan *Clitellata*'nın birçok türünde uygulanmaktadır (Elissen vd., 2006; Martin vd., 2008; Rodriguez ve Reynoldson, 2011; Sket ve Trontelj, 2008). Yakın akraba klitellatlar çoğunlukla morfolojik olarak zor ayırt edilirler, fakat moleküler çalışmalar birçok iyi bilinen morfotaksonların (hatta model organizma olarak kullanılanları), kriptik türlerin kompleksleri olduğunu göstermiştir (Erséus ve Gustafsson, 2009; James vd., 2010; Römbke vd., 2016; Siddall vd., 2007).

Çekirdek rDNA, filogenetik yaklaşımlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ökaryotik çekirdek rDNA yaklaşık 5000 kadar yüksek kopya sayısı ile ardışık olarak dizilmiştir. Nükleer rDNA'nın farklı bölgeleri arasındaki bu tür farklı evrimsel oranlar nedeniyle; nükleer rDNA'nın nükleotit dizileri, yaşamın temel soyları ve yakın ilişkili türler ya da popülasyonlar arasındaki ilişkiler hakkındaki çalışmaları içeren geniş spektrumlu bir filogenetik ilişkiyi anlamak için kullanılmaktadır (Çizelge 3.3; Hwang ve Kim, 1999).

Çizelge 3. 3. Her bir moleküler belirtecin ya da gen bölgesinin uygulanabilir kategori seviyesi (Hwang ve Kim, 1999).

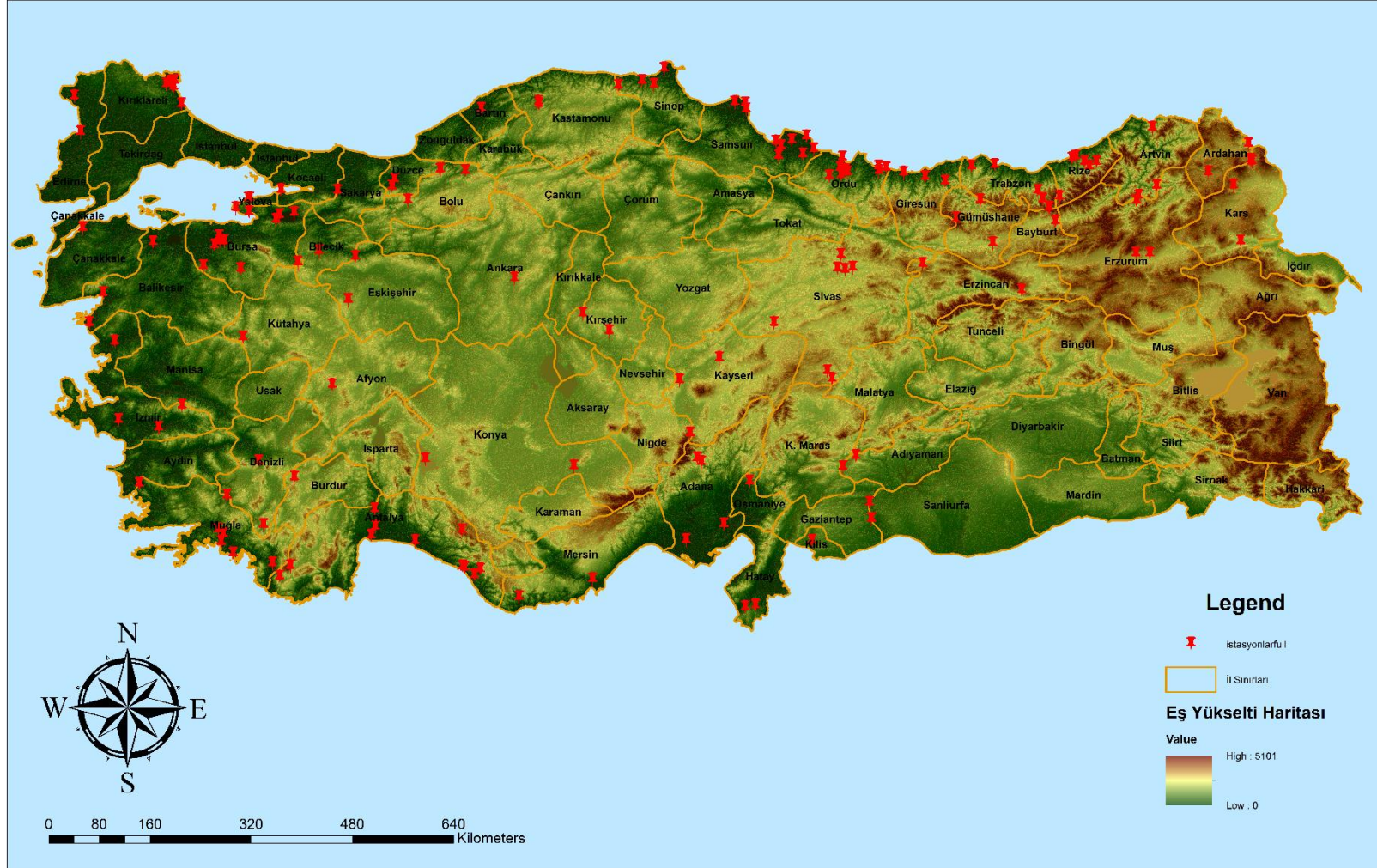
	Alem	Şube	Sınıf	Takım	Familiya	Cins	Tür	Populasyon
Çekirdek rDNA								
SSU (16-18S)	—————				-----			
LSU (23-28S)				—————	-----			
5.8S	—————				-----			
IGS							—————	
ITS						—————	—————	
MtDNA								
rDNA								
12S		—————			-----			
16S					—————	-----		
Protein								
Kodlayan genler								
ND1				-----	—————	-----		
ND2				-----	—————	-----		
COI				-----	—————	-----		
COII				-----	—————	-----		
Cytb				-----	—————	-----		
Kontrol bölgesi							—————	
Gen dizilişi	-----	—————			-----			

\*(Noktalı çizgiler daha az sıklıkla uygulanan kategori seviyelerini gösterirken; kalın çizgiler daha çok sıklıkla kullanılan seviyeleri göstermektedir).

## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

### 4.1. Arazi Çalışmaları

*Nais* spp. örnekleri, 2016-2020 tarihleri arasında (TÜBİTAK 117Y347 ve ESOĞU BAP 201619A224 no'lu projeleri kapsamında) Türkiye'nin zoocoğrafik tarihsel öyküsü göz önünde bulundurularak özellikle sucul sistem canlılarının yayılışına bariyer olabilecek coğrafik alanlar dikkate alınarak Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de verilen 148 sucul habitattan toplanmıştır (Şekil 4.2). Akarsu örnekleme için el kepçesi ile tekmeleme tekniği kullanılmıştır. El kepçesinin ağ gözü açıklığı 0,5-0,75 mm arasındadır. Tekmeleme tekniğinde el kepçesinin ağız kısmı akıntıya karşı gelecek şekilde konumlandırılmış ve önünde kalan kısım yukarıdan aşağıya olmak üzere ayak ile karıştırılarak, akıntının da etkisi ile ağın içine dolması sağlanmıştır. Akıntının az olduğu yerlerde ise kepçe karıştırılan bölge üzerinde sallanarak örneğin içeri girmesi sağlanmıştır. Akarsuyun her bölgesine ulaşmanın mümkün olmadığı daha derin sularda örnekleme noktası yakınında köprü vb. yapıların olması durumunda köprünün üzerinden ekman kepçesi kullanılarak örnekler toplanmıştır. Göl örnekleme için de ekman kepçesi kullanılmıştır. Ekman kepçesi, örnekleme alanı 225 cm<sup>2</sup> olacak şekildedir (15 cm x 15 cm gibi). Göl örneklemesinde, litoralden örnekleme el kepçesi ile, derin bölgelerden ise kayık ile açılarak Ekman kepçesi ile yapılmıştır. Ekman ile alınan sediment örnekleri plastik istasyon numarası etiketlenmiş olan kovalarda toplanarak kıyıya getirilmiştir. Akarsu ve gölden toplanan örnekler arazide 5'li elek sisteminden geçirilerek elenmiş ve örnekler % 99'luk alkol içinde fikse edilmiştir. Fikse edilen örnekler etiketlenerek kavanozlara alınmış ve laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 4. 1. Tez çalışması kapsamında örnek toplanan istasyonları gösterir harita

Çizelge 4. 1. Tez çalışması kapsamında örnek toplanan istasyonlar

Sıra No	İstasyon Adı	Örnekleme Tarihi	Şehir	İlçe	Koordinat X	Koordinat Y	Habitat Tipi
1	Seyhan Nehri	22.10.2020	Adana	Seyhan	35,2327	36,8524	kum+çakıl
2	Ceyhan Nehri	22.10.2019	Adana	Ceyhan	35,7694	37,0324	kum+çakıl
3	Gölbaşı Gölü	21.12.2020	Adıyaman	Gölbaşı	37,6449	37,7996	kum+çakıl
4	Aksu Çayı	22.12.2020	Adıyaman	Gölbaşı	37,4615	37,6773	kum+çakıl
5	Karadirek Deresi	7.11.2016	Afyonkarahisar	Sandıklı	30,2069	38,5902	kum+çakıl
6	Balaban Çayı	2.07.2016	Ankara	Çankaya	28,9408	39,1162	kum+çakıl
7	Mogan Gölü	26.04.2018	Ankara	Gölbaşı	32,7958	39,7634	çamur
8	Sapadere	26.05.2016	Antalya	Alanya	32,2274	36,4521	kum+çakıl
9	Aksu Çayı	25.05.2016	Antalya	Serik	30,8111	37,2004	kum+çakıl
10	Düden Çayı	25.05.2016	Antalya	Kepez	30,7605	36,9023	çakıl+taş
11	Oba Çayı	26.05.2016	Antalya	Alanya	32,0593	36,5536	çamur+alg
12	Dim Çayı	26.05.2016	Antalya	Alanya	32,0900	36,5368	çakıl+taş
13	Sapadere Kanyonu	26.05.2016	Antalya	Alanya	32,3119	36,5185	kaya+taş
14	Kurşunlu Şelalesi	27.05.2016	Antalya	Aksu	30,8189	37,0032	çakıl+taş
15	Manavgat Şelalesi	2.11.2016	Antalya	Manavgat	31,3858	36,8402	çakıl+taş
16	Yeşil Göl	5.11.2016	Antalya	Kaş	29,6147	36,5571	kum+çakıl
17	Küllü Gölü	15.10.2017	Antalya	Gündoğmuş	32,0506	36,9623	kum+çakıl
18	Aktaş Gölü	22.07.2017	Ardahan	Çıldır	43,2193	41,2131	çamur
19	Kura Nehri	22.07.2017	Ardahan	Merkez	42,6459	40,9125	kum+çakıl
20	Karagöl	19.07.2017	Artvin	Borçka	41,8541	41,3862	çamur
21	Gönen Çayı	30.10.2016	Bahıkesir	Gönen	27,6609	40,1563	kum+çakıl
22	Madra Çayı	5.11.2019	Bahıkesir	Ayvalık	26,7599	39,2768	kum+çakıl
23	Edremit Çayı	5.11.2019	Bahıkesir	Edremit	26,9574	39,6039	kum+çakıl
24	Bartın Çayı	12.07.2016	Bartın	Merkez	32,3245	41,5894	kum+çakıl
25	Çoruh Nehri	17.07.2017	Bayburt	Merkez	40,4758	40,3812	kum+çakıl
26	Bozüyük Tesisi Şelale	30.10.2016	Bilecik	Bozüyük	30,0187	40,0618	kum+çakıl
27	Mengen Çayı	12.07.2016	Bolu	Mengen	32,1006	40,9247	kum+çakıl
28	Nazlı Gölü	13.07.2016	Bolu	Mengen	31,7416	40,9375	çamur
29	Büyük Göl	13.07.2016	Bolu	Mengen	31,7460	40,9440	çamur
30	Abant Gölü	13.07.2016	Bolu	Mudurnu	31,2840	40,6076	çamur
31	Salda Gölü	6.10.2017	Burdur	Yeşilova	29,6717	37,5589	kum+çakıl
32	Uluabat Deresi	27.06.2016	Bursa	Karacabey	28,6014	40,2232	kum+çakıl
33	Gölyazı	27.06.2016	Bursa	Nilüfer	28,6752	40,1682	çamur
34	Mustafa Kemal Paşa Çayı	27.06.2020	Bursa	Mustafakemal paşa	28,5360	40,1240	kum+çakıl
35	Suuçtu Şelalesi	27.06.2016	Bursa	Mustafakemal paşa	28,3786	39,8975	kaya+taş+alg
36	Sadağı Kanyonu	27.06.2016	Bursa	Orhaneli	28,9084	39,8675	kaya+taş
37	Büyük Kumla Deresi	28.06.2016	Bursa	Gemlik	29,0267	40,4806	kum+çakıl
38	Çakırca Deresi	28.06.2016	Bursa	İznik	29,6674	40,4731	kum+çakıl
39	İznik Gölü	28.06.2016	Bursa	İznik	29,4578	40,4500	kum+çakıl
40	Mezit Deresi	30.10.2016	Bursa	İnegöl	29,7204	39,9369	kum+çakıl
41	Uluabat Gölü	15.03.2018	Bursa	Karacabey	28,6126	40,1671	çamur
42	Sölöz Deresi	27.03.2019	Bursa	Orhangazi	29,4097	40,3993	kum+çakıl
43	Umurbey Köprüsü	30.10.2016	Çanakkale	Lapseki	26,6631	40,3114	kum+çakıl
44	Kusur Gölü	15.10.2017	Denizli	Çameli	29,2333	37,0231	çamur
45	Gökpınar Deresi	7.11.2016	Denizli	Pamukkale	29,1632	37,7421	kum+çakıl
46	Efteni Gölü	8.11.2019	Düzce	Gölyaka	31,0569	40,7584	çamur

Çizelge 4. 1. Tez çalışması kapsamında örnek toplanan istasyonlar (devam)

Sıra No	İstasyon Adı	Örneklem Tarihi	Şehir	İlçe	Koordinat_X	Koordinat_Y	Habitat Tipi
47	Büyük Melen Çayı	9.11.2019	Düzce	Merkez	31,0925	40,8358	kum+çakıl
48	Tunca Nehri	14.09.2017	Edirne	Merkez	26,5458	41,7196	kum+çakıl+çamur
49	Meriç Nehri	14.09.2017	Edirne	Merkez	26,6332	41,3409	kum+çakıl
50	Çardaklı Deresi	9.06.2018	Erzincan	Üzümlü	39,9980	39,6311	kum+çakıl
51	Karasu yan kol	9.08.2018	Erzincan	Aşkale	38,5921	39,9215	kum+çakıl
52	Oltu Çayı	20.07.2017	Erzurum	Oltu	41,9125	40,7642	kum+çakıl
53	Tortum Gölü	20.07.2017	Erzurum	Tortum	41,6279	40,6015	çamur
54	Tortum Şelalesi	20.07.2017	Erzurum	Tortum	41,6600	40,6574	kum+çakıl
55	Aras Nehri	20.07.2017	Erzurum	Pasinler	43,1080	40,1674	kum+çakıl
56	Kışla Deresi	20.07.2017	Erzurum	Pasinler	41,8182	40,0320	kum+taşlık
57	Büyük Deresi	20.07.2017	Erzurum	Pasinler	41,6209	40,0366	kum+çakıl
58	Beşik Deresi	9.05.2017	Eskişehir	Odunpazarı	30,4350	39,5280	kum+çakıl
59	Avlakkaya Şelalesi	21.03.2017	Eskişehir	Mihalgazi	30,5348	39,9978	kaya+taş+alg
60	Merziman Çayı	21.12.2020	Gaziantep	Yavuzeli	37,8368	37,2738	kum+çakıl
61	Erikliman	6.07.2016	Giresun	Merkez	38,3225	40,9050	kum+çakıl
62	Yağlıdere	16.07.2017	Giresun	Yağlıdere	38,6268	40,8595	kum+çakıl
63	Doğankent Çayı	16.07.2017	Giresun	Doğankent	38,9134	40,8123	kum+çakıl
64	Artabel Gölleri	16.08.2017	Gümüşhane	Torul	39,0741	40,4137	çamur
65	Limni Gölü	17.08.2017	Gümüşhane	Torul	39,4102	40,6097	çamur+kum
66	Karasu Çayı	20.12.2020	Hatay	Kırıkhan	28,8011	36,6987	kum+çakıl
67	Harbiye Şelalesi	20.12.2020	Hatay	Defne	36,2183	36,1078	kaya+taş+alg
68	Asi Nehri	20.12.2020	Hayat	Samandağ	36,0721	36,0877	kum+çakıl
69	Bakırçayı	5.11.2019	İzmir	Bergama	27,1210	39,0713	kum+çakıl
70	Bozdağ Deresi	4.05.2019	İzmir	Ödemiş	28,0768	38,3643	kum+çakıl
71	Küçük Menderes	5.05.2019	İzmir	Menderes	27,7449	38,1182	kum+çakıl
72	Ayır Gölü	22.07.2017	Kars	Susuz	43,0036	40,7673	çamur+kum
73	Çıldır Gölü	21.07.2017	Kars-Ardahan	Çıldır	43,2496	41,0453	çamur
74	Akçay	10.07.2016	Kastamonu	Çatalzeytin	34,2724	41,8319	kum+çakıl
75	Ilıca Şelalesi	11.07.2016	Kastamonu	Pınarbaşı	33,1363	41,6627	kaya+taş
76	Horma Kanyonu	12.07.2016	Kastamonu	Pınarbaşı	33,1443	41,6359	kaya+taş
77	Sarımsaklı Çayı	2.07.2016	Kayseri	Melikgazi	35,7037	38,8890	kum+çakıl
78	Derebağ Şelalesi	2.07.2016	Kayseri	Yahyalı	35,2914	38,0528	kaya+taş
79	Kapuzbaşı Şelalesi	3.07.2016	Kayseri	Yahyalı	35,3920	37,7760	kaya+taş+alg
80	Zamantı Nehri	3.07.2016	Kayseri	Pınarbaşı	35,4505	37,7316	kum+çakıl
81	İncesu	5.07.2016	Kayseri	İncesu	35,1412	38,6427	kum+çakıl
82	Asker Deresi	3.06.2018	Kırklareli	Demirköy	27,8498	41,8471	kum+çakıl
83	Mert Gölü	3.06.2018	Kırklareli	Demirköy	27,9700	41,8812	çamur
84	Hamam Gölü	3.06.2018	Kırklareli	Demirköy	27,9585	41,8203	çamur
85	İğneada Deresi	3.06.2018	Kırklareli	Demirköy	27,9338	41,8500	kum+çakıl
86	Kıyıköy Deresi	3.08.2018	Kırklareli	Vize	28,0689	41,6385	kum+çakıl
87	Erikli Gölü	3.06.2018	Kırklareli	Demirköy	27,9111	41,8768	çamur
88	Darıözü Deresi	2.07.2016	Kırşehir	Kaman	33,7690	39,3781	kum+çakıl
89	Kırşehir Çayı	2.07.2016	Kırşehir	Merkez	34,1404	39,1866	kum+çakıl
90	Afrin Çayı	21.12.2020	Kilis	Polateli	37,0187	36,8439	kum+çakıl
91	Beysşehir Gölü	16.10.2017	Konya	Beysşehir	31,5289	37,7626	çamur

Çizelge 4. 1. Tez çalışması kapsamında örnek toplanan istasyonlar (devam)

Sıra No	İstasyon Adı	Örneklem Tarihi	Şehir	İlçe	Koordinat_X	Koordinat_Y	Habitat Tipi
92	Meke Gölü	23.12.2020	Konya	Karapınar	33,6394	37,6851	kum
93	Anamur Çayı	5.05.2019	Mersin	Anamur	32,8611	36,2033	kum+çakıl
94	Göksu Çayı	24.10.2019	Mersin	Silifke	33,9041	36,4069	kum+çakıl+çamur
95	Dalyan	6.11.2016	Muğla	Ortaca	28,6309	36,8286	kum+çakıl
96	Köyceğiz Gölü	6.11.2016	Muğla	Köyceğiz	28,6618	36,9208	kum
97	Namnam Çayı	6.11.2016	Muğla	Köyceğiz	28,5908	36,9704	kum+çakıl
98	Eşen Çayı	6.11.2016	Muğla	Fethiye	29,3575	36,5875	kum+çakıl
99	Akçay	7.11.2016	Muğla	Merkez	28,7145	37,3557	kum+çakıl
100	Bafa Gölü	25.11.2017	Muğla	Milas	27,4699	37,4865	çamur
101	Ordu dere	6.07.2016	Ordu	Merkez	37,4320	40,8807	kum+çakıl
102	Turna Suyu	6.07.2016	Ordu	Merkez	37,9668	40,9728	kum+çakıl
103	Gülyalı Deresi	6.07.2016	Ordu	Gülyalı	38,0737	40,9567	kum+çakıl
104	Çamaş Kanyonu	7.07.2016	Ordu	Çamaş	37,5274	40,9117	kaya+taş+alg
105	Bolaman Çayı	7.07.2016	Ordu	Fatsa	37,4912	40,9364	kum+çakıl
106	Elekçi Deresi	7.07.2016	Ordu	Kumru	37,4202	40,9593	kum+çakıl
107	Kavaklar	7.07.2016	Ordu	Fatsa	37,4526	41,0702	kum+çakıl
108	Kumru Deresi	7.07.2016	Ordu	Kumru	37,2663	40,8712	kum+çakıl
109	Karadere	6.07.2016	Ordu	Merkez	29,2985	36,3669	kum+çakıl
110	Savrun Çayı	23.10.2019	Osmaniye	Kadirli	36,1363	37,5151	kum+çakıl
111	Hemşin Deresi	18.07.2017	Rize	Hemşin	40,8914	41,0218	kum+taşlık
112	İkizdere Çayı	18.07.2017	Rize	İkizdere	40,5381	40,6472	kum+taşlık
113	Büyükçay	18.07.2017	Rize	Çayeli	40,7110	41,0600	kum+taşlık
114	Çataklıhoca Deresi	18.07.2017	Rize	Çayeli	40,7671	41,0811	kum+taşlık
115	Fırtına Deresi	18.07.2017	Rize	Ardeşen	40,9596	40,9721	kum+taşlık
116	Tar Deresi	18.07.2017	Rize	Çamlıhemşin	41,0611	41,0202	kum+taşlık
117	Sapanca Gölü	15.07.2017	Sakarya	Kartepe	30,2840	40,7112	çamur
118	Gelemen Çayı	8.07.2020	Samsun	Tekkeköy	36,5086	41,2408	kum+taşlık
119	Balıkli Gölü	9.07.2016	Samsun	Bafra	36,0846	41,5836	çamur
120	Yeşilirmak Nehri	8.07.2016	Samsun	Çarşamba	36,7344	41,2524	kum+çakıl+çamur
121	Akgöl	8.07.2016	Samsun	Terme	36,9423	41,2961	kum+çakıl
122	Terme Çayı	8.07.2016	Samsun	Terme	36,8900	41,1030	kum+çakıl
123	Kabaceviz Şelalesi	8.07.2016	Samsun	Çarşamba	36,5466	41,0851	kaya+taş+alg
124	Abdal Deresi	8.07.2016	Samsun	Çarşamba	36,5811	41,1925	kum+çakıl
125	Çernek Gölü	9.07.2016	Samsun	Bafra	36,0736	41,6452	çamur
126	Uzungöl	9.07.2016	Samsun	Bafra	37,0457	41,1585	kum+çamur
127	Kızılırmak Deltası	9.07.2016	Samsun	Bafra	35,9251	41,6567	kum+çakıl
128	Sarıkum Gölü	10.07.2016	Sinop	Merkez	34,9229	42,0142	kum+çamur
129	Erfelek Şelalesi	10.07.2016	Sinop	Erfelek	34,7769	41,8421	kaya+taş+alg
130	Ayancık Çayı	10.07.2016	Sinop	Ayancık	34,6100	41,8808	kum+çakıl
131	Kelkit Çayı	5.07.2016	Sivas	Gölova	39,5886	40,1469	kum+taşlık
132	Hafik Gölü	5.07.2016	Sivas	Hafik	37,3820	39,8712	çamur
133	Kanak Deresi	5.07.2016	Sivas	Şarkışla	36,4838	39,2767	kum+çakıl
134	Pusat Deresi	5.07.2016	Sivas	Hafik	37,4318	40,0180	kum+çakıl
135	Kızılırmak	5.07.2016	Sivas	Merkez	37,4897	39,8576	kum+çakıl
136	Tödürge Gölü	5.07.2016	Sivas	Zara	37,5987	39,8818	çamur
137	Gökpinar Gölü	3.07.2016	Sivas	Gürün	37,3051	38,6574	çamur+kum

Çizelge 4. 1. Tez çalışması kapsamında örnek toplanan istasyonlar (devam)

Sıra No	İstasyon Adı	Örneklem Tarihi	Şehir	İlçe	Koordinat_X	Koordinat_Y	Habitat Tipi
138	Suğul Vadisi	4.07.2016	Sivas	Gürün	37,2401	38,7444	kaya+taş
139	Fırat Nehri	22.12.2020	Şanlıurfa	Halfeti	37,8655	37,0926	kum+taşlık
140	Fol Deresi	16.07.2017	Trabzon	Vakfikebir	39,2863	40,9748	kum+çakıl
141	Sera Gölü	17.07.2017	Trabzon	Akçaabat	39,6136	40,9884	çamur
142	Uzungöl	17.07.2017	Trabzon	Çaykara	40,2961	40,6193	çamur+kum
143	Solaklı Deresi	18.07.2017	Trabzon	Çaykara	40,2303	40,7120	kum+taşlık
144	Balık Gölü	17.07.2017	Trabzon	Bayburt sınırı	40,3831	40,5308	çamur+kum
145	Aygır Gölü	18.07.2017	Trabzon	Bayburt sınırı	40,3910	40,5265	çamur+kum
146	Kapaklı Deresi	28.06.2016	Yalova	Şenköy	29,0159	40,6291	kum+çakıl
147	Armutlu Deresi	28.06.2016	Yalova	Armutlu	28,8386	40,5254	kum+çakıl
148	Kocadere	28.06.2016	Yalova	Çınarcık	29,0366	40,6317	kum+çakıl





Seyhan Nehri



Balıklı Gölü



Darıözü Deresi



Afrin Çayı

Şekil 4. 2. Arazi çalışması yapılan istasyonlardan görüntüler

#### 4.2. Tür Teşhisi ve Örneklerin Saklanması

Toplanan zoobentik örnekler laboratuvarında binoküler mikroskop altında önce Oligochaeta daha sonra da Naidinae kategorisine kadar ayrıldıktan sonra flakonlara alınarak ışık mikroskobu altında *Nais* cinsine ait örneklerin tür teşhisi gerçekleştirilmiştir. Tür teşhisinde Sperber, 1948, 1952; Brinkhurst, 1971; Hiltunen ve Klemm, 1980; Kathman ve Brinkhurst, 1998 ve Timm, 1999, 2009 teşhis anahtarlarından yararlanılmıştır. Tür teşhisleri yapılan her örneğin; ayırt edici taksonomik karakterini gösteren fotoğrafları çekilmiş ve

teşhis için kullanılan karakterlerin ölçümleri yapılmıştır. Örneğin morfolojik teşhisinde kullanılan karakterlere ait detaylı bilgileri içeren her bir örneğe ait protokolle tutulmuştur (Çizelge 4.2.).

Morfolojik teşhisleri yapılan ve ölçümleri kaydedilen her bir örnek moleküler analizler de kullanılmak üzere % 99'luk etanol içinde etiketlenerek +4 °C'de saklanmıştır.

Çizelge 4. 2. Örneklerin morfolojik teşhisinde kullanılan karakterlerin bilgilerinin tutulduğu örnek protokol

Örnek Kodu	Taksonomik Karakter Notları
Taxon	
<b>Genel Karakterler</b>	
Göz var/yok	
Prostomiumun durumu	
<b>Ventral Demetler (II-V arası)</b>	
Demetteki seta sayısı	
Setal Boy	
Üst diş uzunluğu	
Alt diş uzunluğu	
Üst diş-alt diş açısı	°
Seta Kalınlığı	
<b>VI ve VI'dan sonraki segmentler</b>	
Demetteki seta sayısı	
Setal Boy	
Üst diş uzunluğu	
Alt diş uzunluğu	
Üst diş-alt diş açısı	
Seta Kalınlığı	
Giant seta durumu	
Giant setanın bulunduğu segmentler	-
<b>Posterior Ventral Demetler</b>	
Demetteki seta sayısı	
<b>Dorsal Demetler</b>	
Hair seta boyu	
Demetteki hair seta sayısı	
Needle seta	
Needle seta durumu paralel-açılı	
Needle seta uzunluğu	
Needle seta dişi uzunluğu	
Demetteki needle seta sayısı	

### 4.3.Total Genomik DNA İzolasyonu

DNA izolasyonu amacıyla etanolde saklanan ve ön morfolojik teşhisi gerçekleştirilen tüm örnek kullanılmıştır. DNA izolasyonu aşamasında, total genomik DNA izolasyonu için sıklıkla başvurulan tuzla çöktürme “salting-out” yöntemine (Sunnucks ve Hales, 1996), bazı durumlarda ise DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) izolasyon kitine başvurulmuştur. Bu yöntemlerin laboratuvar ortamında optimizasyonu, önerilen protokolle bazı

modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiş olup, uygulama aşamaları ise sırasıyla aşağıdaki gibidir.

#### **Salting-out (tuzla çöktürme) yöntemi:**

1. Örnekler fiziksel olarak parçalanmıştır. Üzerine 300 µL TNES tamponu (50 mM Tris-Cl, pH: 7,5, 400 mM NaCl, 20 mM EDTA, pH: 8,0; % 0,5 SDS) ve 100 µg/mL proteinaz K eklenmiş ve 37 °C'de yaklaşık 10-18 saat (gece boyunca) inkübe edilmiştir.
2. Homojenat üzerine 85 µL 5 M NaCl eklenerek karışım dikkatlice alt üst edilmiş ve 14000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir.
3. Üst faz dikkatlice yeni bir tüpe aktarılıp üzerine 1 hacim %100 etanol eklenerek karışım +4 °C'de 16000 rpm'de 6 dk santrifüj edilmiştir.
4. Santrifüj ile oluşan pelet % 70'lik etanol ile yıkanmış ve 16000 rpm'de 6 dk santrifüj edilerek peletten alkol uzaklaştırılmıştır.
5. Son olarak pelet oda sıcaklığında kurutulmuş ve pelet tamamen çözünene kadar 1<sup>x</sup> TE (10 mM Tris-Cl, 1 mM EDTA, pH 8,0) tamponu eklenmiştir. Total genomik DNA izolatları -20 °C'ye kaldırılmıştır.

#### **DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) izolasyon kiti protokolü:**

1. % 99'lük etanol içindeki *Nais* örnekleri, alkolün uzaklaştırılması amacıyla steril bir pens yardımıyla kurutma kağıdı üstüne alınmıştır. Daha sonra 3 kez distile su ile yıkanan örnekler boş bir ependorf tüpüne etiketlenerek alınmış ve etanolün iyice uzaklaşması için steril kabin içinde tüpün ağzı açık bir şekilde 2 saat daha bekletilmiştir. Alkolü iyice uzaklaşan örnekler DNA izolasyonu için kullanıma hazır hale getirilmiştir.
2. Daha sonra örnek 180 µL ATL (lisis tamponu) tamponu ile süspanse edilmiştir. Üzerine 20 µL proteinaz K eklenmiş ve dokunun tümüyle lisis olması amacıyla çalkalamalı olarak 55 °C'de gece boyunca inkübe edilmiştir.
3. Homojenat, inkübasyon sonrası oda sıcaklığına getirilmiştir. Karışım alt-üst edilmiş ve sonra karışıma 200 µL AL tamponu eklenmiş ve karıştırılmıştır.
4. Homojenat üzerine soğuk 200 µL saf etanol eklenmiş ve tekrar karıştırılmıştır. Tüpün çeperlerinde kalan taneciklerin bir araya getirilmesi amacıyla kısa spin yapılmıştır.

5. Bu karışım kitin içinden çıkan DNeasy Mini spin kolona aktarılmış ve 2 dk 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir.
6. DNeasy Mini spin kolonun alt kısmında toplanan sıvı uzaklaştırılmış ve 500 µL AW1 yıkama tamponu kolona eklenerek 2 dk 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Toplama tüpü atılarak kolon yeni bir toplama tüpüne aktarılmıştır.
7. Yeni toplama tüpüne aktarılan kolon 500 µL AW2 tamponu ile yıkanmıştır. Daha sonra 5 dk maksimum hızda santrifüj edilmiştir. Altta toplanan sıvı uzaklaştırılmıştır.
8. Kolonda kalan etanolün tamamen uzaklaştırılması amacıyla DNeasy Mini spin kolon 2 ml'lik yeni bir santrifüj tüpüne yerleştirilerek 5 dk maksimum hızda santrifüj edilmiştir. Altta toplanan sıvı uzaklaştırılmıştır.
9. DNA'nın kolondan elüsyonu amacıyla önceden 65 °C' ye getirilmiş AE tamponu membran üzerine 50 µL olacak şekilde kolonun tam ortasına eklenmiştir. Oda sıcaklığında 2 dk inkübe edildikten sonra 3 dk 10.000 rpm'de santrifüj edilmiştir.
10. Bir önceki basamak 3 kez daha tekrarlanarak yaklaşık 200 µL total genomik DNA elde edilmiştir.
11. Elde edilen DNA örnekleri daha sonra kullanılmak üzere -20 °C'de saklanmıştır.

DNA izolasyon aşaması sonrasında izolasyonu gerçekleştirilen DNA'ların kalite ve kantitesi hem nanodrop ölçümleri hem de %1'lik agaroz jel elektroforez ortamında belirlenmiştir. Nanodrop ölçüm sonuçlarına göre DNA izolatları standart PCR uygulamaları için uygun konsantrasyonlara sahip olmayanlar alkol presipitasyonu ile yeniden çöktürülerek daha düşük konsantrasyonlarda çözüldürülmüş, kirli olan örneklerde ise (olası protein ve/veya fenolik bileşen kontaminasyonu) enhansır (4 mg/mL BSA) ile elimine edilme uygulamasına gidilmiştir.

#### **4.4. Gen Bölgelerinin Polimeraz Zincir Reaksiyonu ile Çoğaltılması**

Total genomik DNA izolasyonundan sonra her birey mitokondri genomuna ait *COI* ve *16S* rRNA gen bölgeleri olmak üzere 2 DNA fragmanını çoğaltmak amacıyla PCR uygulamasına tabi tutulmuştur.

*COI* gen bölgesinin *in vitro* çoğaltımı için Folmer vd. (1994) tarafından geliştirilen evrensel primer çiftleri ve *16S* rRNA gen bölgesinin çoğaltımında ise Palumbi (1996) ve

Sjölin vd. (2005) tarafından geliştirilen primer çiftleri kullanılmıştır. Tüm bu iki gen bölgesine ait primerlerin dizileri ve pozisyonları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Çalışma kapsamında kullanılan primerlere ait diziler, Tm değerleri ve pozisyon bilgileri

Gen Bölgeleri	Primer İsimleri	Yönelimi	Dizi bilgisi	Tm	Referans	Pozisyonu
COI	HCO2198	Geri	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA	61,7 °C	MK047674	640-656
COI	LCO1490	İleri	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	59,2 °C	MK047674	1-23
COI	Ger-F	İleri	CCAGATATAGCATTCCCACG	58,4 °C	MK047674	244-263
COI	a2590	Geri	GCTCCTATTGATARWACATARTGRAAAATG	62 °C	MK047674	1102-1130
COI	Lco-M-2d	Geri	AATAAATGTTGATATAAAATTGG	50,4 °C	MK047674	658-680
16S rDNA	16SAR-L	İleri	CGCCTGTTTATCAAAAACAT	52,3 °C	MK067299	1-20
16S rDNA	16S-F	İleri	GCGGTATCCTGACCGTRCWAAGGTA	67,4 °C	MK067299	78-102
16S rDNA	16S-BRH	Geri	CCGGTCTGAACTCAGATCACGT	64,2 °C	MK067299	509-523
16S rDNA	16S-R	Geri	TCCTAAGCCAACATCGAGGTGCCAA	67,4 °C	MK067299	422-446

PCR reaksiyonu son hacmi 25 µl olacak şekilde hazırlanmıştır. PCR için reaksiyon bileşenleri ve miktarları Çizelge 4.4'te verilmiştir. PCR uygulamalarına ön hazırlık olarak, ticari olarak liyofilize halde sentezlettilen primerlerin stok çözeltileri hazırlanmıştır. Temin edilen firma tarafından önerilen miktarlarda 1xTE (10 mM Tris-Cl, pH 8, 1 mM EDTA pH 8,0) tamponunda primerler çözündürülmüştür. Stok primerler, 100 pmol/µL konsantrasyona getirildikten sonra rutin PCR çalışmalarında kullanmak için 10 pmol/µL olacak şekilde seyreltilmişlerdir. Ayrıca 40 mM dNTP mix stok çözeltisinden 2,5 mM konsantrasyonda olacak şekilde seyreltmeler yapılmış ve -20 °C'de saklanmıştır. Stok çözeltilerin hazırlanması ve seyreltmelerin yapılmasının yanı sıra PCR inhibitörlerine karşı enhansırlar da belirlenmiştir. Reaksiyon bileşenlerine BSA (4 mg/mL) ve TritonX-100 (%1'lik) enhansırları eklenmiş ve çeşitli konsantrasyon kombinasyonları denenerek Çizelge 4.4'te verilen miktarlarda PCR reaksiyon bileşenlerinin miktarları son hacim 25 µl olacak şekilde belirlenmiştir.

Çizelge 4. 4. PCR bileşenleri

Bileşen	Miktar
Triton X-100 (% 1'lik)	2,5 µl
BSA (4 mg/ml)	2,5 µl
MgCl <sub>2</sub>	2,5 µl
10xTampon (100 mM Tris-HCl, pH 8.8, 500 mM KCl, %0.8 Nonidet P-40)	2,5 µl
dNTP karışımı (0.2 mM her bir dNTP)	2,5 µl
Forward Primer (10 pmol, 0.2 mM, Fermentas)	1 µl
Reverse Primer (10 pmol, 0.2 mM, Fermentas)	1 µl
Taq DNA polimeraz (0.1 U, Fermentas)	0,15 µl
dH <sub>2</sub> O	8,5 µl
Kalıp DNA	2 µl

PCR uygulamaları, BioRad T100 ve Applied Biosistem ProFlex aletlerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir gen bölgesi ve her bir alete bağlı olmak üzere primer bağlanma sıcakları gradiyent deneme yöntemi uygulanarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Gen bölgelerinin PCR ürünleri %1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek, çoğaltma sonrası istenilen gen bölgelerinin yeterli oranda ve saflıkta olup olmadığı kontrol edilmiştir.

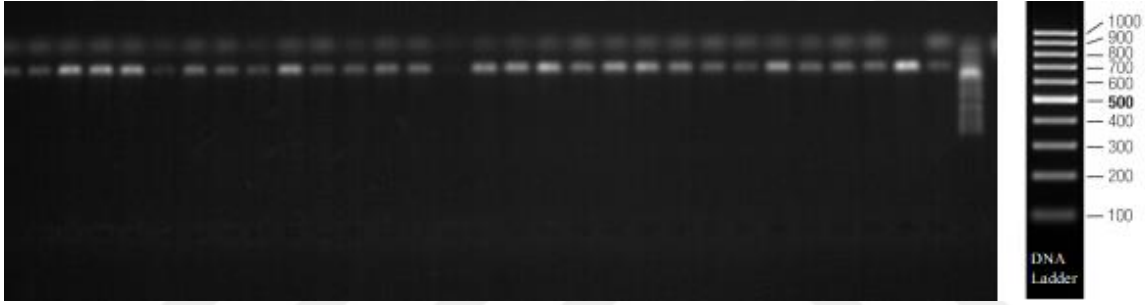
Çizelge 4. 5. PCR reaksiyonu koşulları

Gen Bölgesi	Sıcaklık	Süre	Döngü Sayısı
COI	94 °C (başlangıç denatürasyonu)	5 dakika	x1
	94 °C (denatürasyon)	1 dakika	
	45 °C (bağlanma)	1 dakika	x35
	72 °C (uzama)	30 saniye	
	72 °C (son uzama)	5 dakika	x1
16S rRNA	94 °C (başlangıç denatürasyonu)	5 dakika	x1
	94 °C (denatürasyon)	1 dakika	
	65 °C (16F-16SR için)(bağlanma)	1 dakika	x35
	45 °C (16SARL-16SBRH için) (bağlanma)	1 dakika	
	72 °C (uzama)	30 saniye	
	72 °C (son uzama)	5 dakika	x1

#### 4.5. Jel Elektroforezi

PCR reaksiyonu sonrasında gen bölgelerinin istenilen uzunlukta ve yeterli saflıkta olup olmadığını teyit etmek amacıyla PCR ürünleri %1'lik hazırlanan agaroz jel elektroforezinde yürütülmüştür. Jeli hazırlamak için 1 gr agaroz toz, 100 ml 1<sup>x</sup>TAE (Tris Asetik asit EDTA) ile erlende karıştırılmış ve mikrodalga fırında karışım berrak hale gelene kadar kaynatılmıştır. Karışıma 8 µl Etidyum bromür eklenerek hafifçe çalkalanmış ve

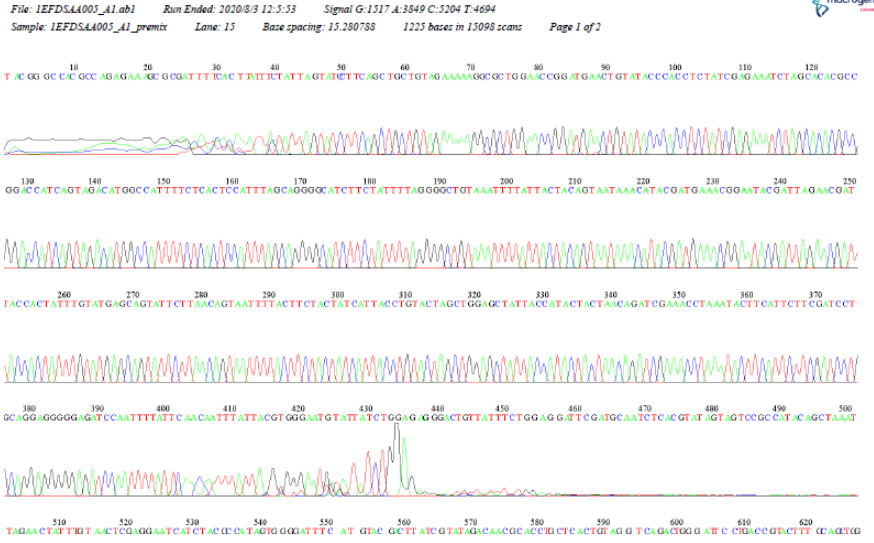
elektroforez plakasına yavaşça dökülmüştür. Daha sonra taraklar yerleştirilerek polimerleşmesi beklenilmiştir. 1<sup>x</sup>TAE içeren elektroforez tankına plaka yerleştirilerek tarak çıkarılmıştır ve böylelikle yükleme yapılacak olan kuyucuklar elde edilmiştir. PCR ürünlerinden 5'er µl ve bromofenol mavisinden 1'er µl olacak şekilde parafilm üzerinde karıştırılan her bir örnek kuyucuklara yüklenmiştir. Aynı zamanda agaroz jelde yürütülen PCR ürünlerin dizi uzunlukları (fragman uzunluğu) belirteçler aracılığı ile belirlenmiştir. Bu amaçla "GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder 100 to 3000 bp (Fermentas)" DNA belirteci kullanılmıştır. Her kuyucuk sırasına 3 µl DNA Ladder yüklenmiştir. 70 mA'de 60 dk yürütülen örnekler görüntüleme cihazına yerleştirilerek UV ışığı altında görüntülenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4. 3. 16S rDNA gen bölgesine ait PCR ürünlerinin jel görüntüsü

#### 4.6. PCR Ürünlerinin Dizilenmesi ve Hizalanması

PCR ile çoğaltılan gen bölgelerinin dizileme işlemleri hizmet alımı yolu ile MacroGen firmasına yaptırılmıştır. Dizileme işlemleri, PCR'da kullanılan primer çiftleri ile her iki yönde yürütülmüştür (Şekil 4.4). MacroGen firmasından gelen ab1. dosyaları CodonCode Aligner 9.0.1 programı kullanılarak açılmış ve her bir örneğe ait ileri (forward) ve geri (reverse) dizileri ileri (forward) contigleri oluşturularak gözle hizalanmaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her bir örneğe ait diziler NCBI veri tabanında BLAST taraması yapılarak dizilerin doğru organizmaya ve gen bölgesine ait olup olmadığı kontrol edilmiştir. Elde edilen consensus diziler .fasta formatında kaydedilerek MEGA X (Kumar vd., 2018) programında MUSCLE algoritması (Edgar, 2004) kullanılarak tür içi ve türler arası; popülasyon içi ve popülasyonlar arası çoklu dizi hizalamaları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. 4. PZR ile çoğaltılan gen bölgesine ait dizi kromotogramı

#### 4.7. Filogenetik Analizler

Dizilerin hizalanması sonrasında *COI* gen bölgesi için 33 ve *16S* rRNA gen bölgesi için 24 bireyin dizisi kullanılmıştır. Birey sayısındaki bu farklılık, her bir bireyin ilgili gen bölgelerine ait tüm verilerin elde edilememesinden (*COI* verisi olan bireyin *16S* rRNA verisi elde edilemeyebiliyor ya da tam tersi gibi) ve dizileme sonrasında gelen sonuçların kirlilik düzeylerine bağlı olarak verilerin kullanılamamasından kaynaklı olarak değişmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen türlerin yanı sıra; Envall (2012) tarafından yapılan çalışmada verilen *Nais* cinsine ait dünyanın çeşitli bölgelerinden toplanan (İsveç, ABD, Birleşik Krallık, Hollanda, Çin) ve 10 morfortipi (A1, A2, A3, A4, B, C, D, E, F ve G olmak üzere) içeren örneklerin ilgili gen bölgelerine ait diziler GenBank'dan indirilmiş ve filogenetik analizlere dahil edilmiştir. Ayrıca dış grup olarak da *Chaetogaster* (Naidinae, Naididae) cinsine ait iki tür, *Chaetogaster diaphanus* (Gruithuisen, 1828) and *C. diastrophus* (Gruithuisen, 1828) seçilmiştir. Bu grubun seçilmesindeki sebep, Envall vd. (2006)'nin yaptıkları çalışmanın sonucu olarak *Chaetogaster* cinsinin *Nais* cinsine yakın ilişkili olması ama aynı zamanda da bariz bir şekilde cinsten ayrılmasıdır.

*Nais* cinsine ait üyeler arasındaki filogenetik ilişkiyi belirlemek amacıyla veri setleri hem "Bayesian" hem de "Maksimum Olasılık (Maximum Likelihood)" yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Analizlere başlamadan önce MEGA X programı (Kumar vd., 2018)



kullanılarak ilgili gen bölgeleri için uygun mutasyon modelleri belirlenmiştir. Akaike Information Criterion (AIC) verisi en uygun mutasyon modeli seçiminde kullanılmış. ve ilgili gen bölgeleri için en uygun mutasyon modeli GTR + G + I olarak tespit edilmiştir.

Veri setlerinin belirlenen mutasyon modeli altında Markov Chain Monte Carlo (MCMC) temelli ve Bayesiyen çıkarsamalı filogenetik analizleri Mr. Bayes v.3.2.7 (Ronquist vd., 2012) programı ile yürütülmüştür. İlgili gen bölgelerine ait veri setlerinin analizleri için GTR + G + I modeli kullanılarak, 1000 jenerasyonda bir örnekleme olacak şekilde her biri dört zincirli 10.000.000 Metropolis coupled MCMC örnekleme yapılmıştır. Tracer v.1.5 (Rambaut, 2007) programı ile analizler sonucunda oluşan 10000 gen ağacının olasılık verileri kontrol edilmiş ve oluşturulan ağaçların % 25'i yakılmıştır. Çoğunluk Kuralı Konsensus Ağacı (Majority Rule Consensus Tree) şeklinde geriye kalan ağaçlar özetlenerek ağaç nodlarına ait ardıl olasılık değerleri (posterior probability) ağaç üstünde gösterilmiştir.

*Nais* cinsine ait örneklerin filogenetik ilişkisini belirlemek amacıyla yürütülen Maksimum Olasılık analizleri raxmlGUI v.0.95 (Silvestro ve Michalak, 2012) ve RAxML v.7.2.8 (Stamatakis vd., 2008) programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde mutasyon modeli için en uygun olarak seçilen GTR + G + I modeli altında “ML search” seçeneğiyle “rapid bootstrap” algoritması ve 10000 bootstrap tekrarı seçilmiş ve Maksimum Olasılık analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tür sınırlarını çizebilmek ve ilgili gen bölgelerine ait veri setinin kaç türü yansıttığını tespit etmek amacıyla farklı yaklaşımlar kullanılmıştır. Kümeleme metotlarından Templeton Criteria Speciation (TCS) (Clement vd, 2000) istatistiksel parsimoni network ve Otomatik Barkod Boşluğu Bulma (Automatic Barcode Gap Discovery, OBBB) (Puillandre vd., 2011) ve ağaca dayalı metotlardan Poisson Tree Processes (PTP) (Zhang vd., 2013) modelleri kullanılmıştır.

Bayesian çıkarsamalı gen ağaçları BEAST v1.8.2 (Drummond vd., 2012) programı (BEAST, BEAuti, Tracer, TreeAnnotator) yardımı ile çizilmiştir. BEAuti programında, GTR + G + I modeli seçilmiş, Gamma kategorisi 6 ve baz frekansları ampirik (empirical) olarak belirlenmiştir. Tree prior olarak Speciation: Yule Process belirlendikten sonra 1000 jenerasyonda bir örnekleme olacak şekilde 10.000.000 MCMC (Markov Chain Monte Carlo)

örnekleme yapılarak .xml dosyaları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu dosyalar BEAST v.1.8.2 (Drummond vd., 2012) programına aktararak toplam 10000 gen ağacı inşa edilmiştir. Tracer v1.6 programında EÖB (Etkif Örnekleme Büyüklüğü) kontrol edilmiştir ve EÖB değerlerinin önerilen değerlerde (>200) olduğu gözlemlenmiştir. TreeAnnotator v1.8.2 programında elde edilen 10000 ağacın % 10'u (1000) yakılarak geriye kalan 9000 ağaç tek bir posterior olasılık değeri verecek şekilde özetlenmiştir.

Elde edilen ultrametrik ağaç FigTree programı ile Newick formatına dönüştürüldükten sonra PTP (Poisson Tree Processes) programı ile tür sınırları çizilmiştir.



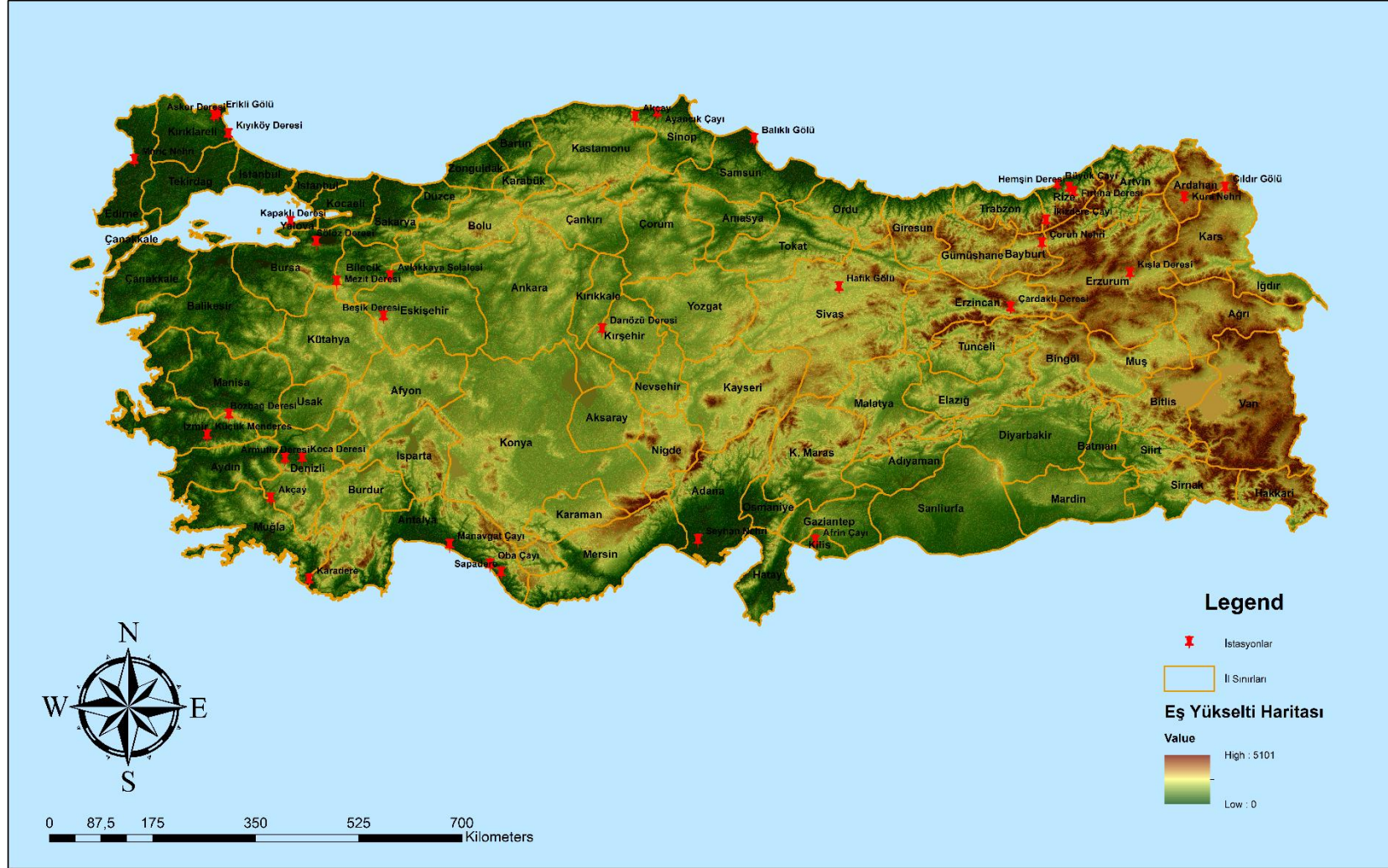
## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 5.1. Morfolojik Bulgular

Tez çalışması kapsamında 148 istasyondan (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1) makroomurgasız örnekleri toplanmıştır. Laboratuvarda gerçekleştirilen morfolojik teşhislere dayalı çalışmalar neticesinde 33 istasyonda *Nais* spp. bireylerin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 5.1 ve Çizelge 5.1). Morfolojik çalışmalarını takiben moleküler çalışmalara tabi tutulan *Nais* spp. bireylerinden 13 farklı lokaliteye ait 53 *Nais* türünün / morfortipinin gen dizileri elde edilebilmiş ve analizlere dahil edilebilmiştir (Şekil 5.2 ve Çizelge 5.2).

Çizelge 5. 1. *Nais* spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonlar

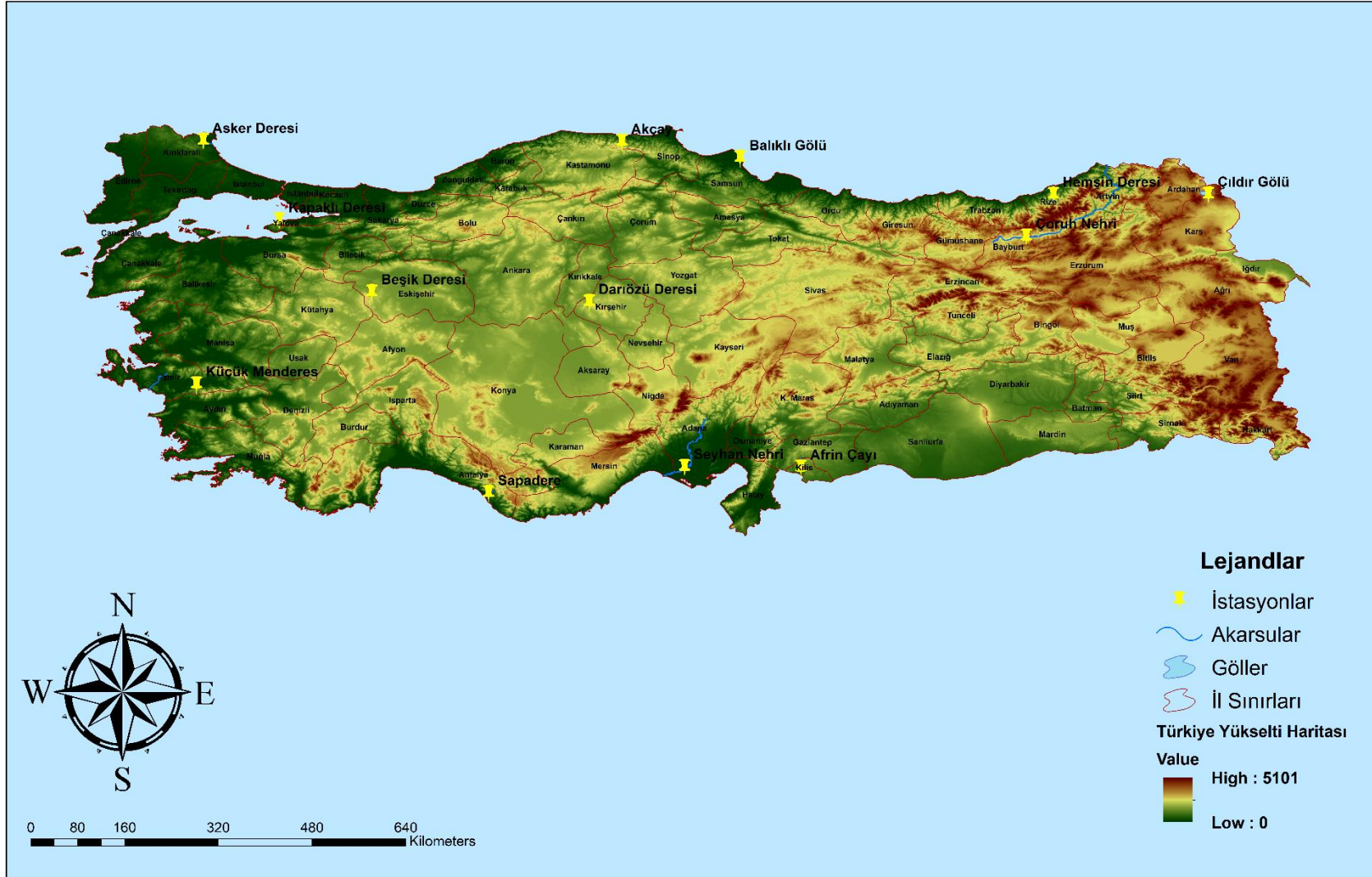
Sıra No	İstasyon Adı	Şehir	İlçe	Koordinat X	Koordinat Y
1	Seyhan Nehri	Adana	Seyhan	35,2327	36,8524
2	Sapadere	Antalya	Alanya	32,2274	36,4521
3	Oba Çayı	Antalya	Alanya	32,0593	36,5536
4	Manavgat Şelalesi	Antalya	Manavgat	31,3858	36,8402
5	Kura Nehri	Ardahan	Merkez	42,6459	40,9125
6	Çoruh Nehri	Bayburt	Merkez	40,4758	40,3812
7	Mezit Deresi	Bursa	İnegöl	29,7204	39,9369
8	Sölöz Deresi	Bursa	Orhangazi	29,4097	40,3993
9	Meriç Nehri	Edirne	Merkez	26,6332	41,3409
10	Çardaklı Deresi	Erzincan	Üzümlü	39,9980	39,6311
11	Kışla Deresi	Erzurum	Pasinler	41,8182	40,0320
12	Beşik Deresi	Eskişehir	Odonpazarı	30,4350	39,5280
13	Avlakkaya Şelalesi	Eskişehir	Mihalgazi	30,5348	39,9978
14	Bozdağ Deresi	İzmir	Ödemiş	28,0768	38,3643
15	Küçük Menderes	İzmir	Menderes	27,7449	38,1182
16	Çıldır Gölü	Kars-Ardahan	Çıldır	43,2496	41,0453
17	Asker Deresi	Kırklareli	Demirköy	27,8498	41,8471
18	Kıyıköy Deresi	Kırklareli	Vize	28,0689	41,6385
19	Erikli Gölü	Kırklareli	Demirköy	27,9111	41,8768
20	Darıözü Deresi	Kırşehir	Kaman	33,7690	39,3781
21	Afrin Çayı	Kilis	Polateli	37,0187	36,8439
22	Akçay	Muğla	Merkez	28,7145	37,3557
23	Hemşin Deresi	Rize	Hemşin	40,8914	41,0218
24	İkizdere Çayı	Rize	İkizdere	40,5381	40,6472
25	Büyükçay	Rize	Çayeli	40,7110	41,0600
26	Fırtına Deresi	Rize	Ardeşen	40,9596	40,9721
27	Balıklı Gölü	Samsun	Bafra	36,0846	41,5836
28	Ayancık Çayı	Sinop	Ayancık	34,6100	41,8808
29	Hafik Gölü	Sivas	Hafik	37,3820	39,8712
30	Kapaklı Deresi	Yalova	Şenköy	29,0159	40,6291
31	Armutlu Deresi	Yalova	Armutlu	28,8386	40,5254
32	Kocadere	Yalova	Çınarcık	29,0366	40,6317
33	Karadere	Ordu	Merkez	29,2985	36,3669



Şekil 5. 1. *Nais* spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonları gösterir harita

Çizelge 5. 2. Analizlere dahil edilen *Nais* spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonlar

İstasyon Adı	Şehir	İlçe	Koordinat	İstasyonun Kodu	Örneklem Tarihi
Hemşin Deresi	Rize	Hemşin	40,891373-41,021771	HMS	18.07.2017
Küçük Menderes	İzmir	Menderes	27,173931-38,203938	KN7	15.06.2014
Akçay	Kastamonu	Çatalzeytin	34,272377-41,83186	AKC	10.07.2016
Çıldır Gölü	Kars		43,269557-41,024364	CLG	21.07.2017
Seyhan Nehri	Adana	Seyhan	35,232732-36,85241	SYN	27.10.2019
Sapadere	Antalya	Alanya	32,227396-36,452146	SPD	26.05.2016
Çoruh Nehri	Bayburt	Merkez	40,475795-40,381169	CRH	17.07.2017
Balıklı Gölü	Samsun	Bafra	36,084579-41,583602	BLG	09.07.2016
Asker Deresi	Kırklareli	Demirköy	27,849776-41,847068	ASK	03.06.2018
Beşik Deresi	Eskişehir	Odunpazarı	30,435039-39,528041	BSK	09.05.2017
Kapaklı Deresi	Yalova	Şenköy	29,015853-40,629092	KPK	28.06.2016
Darıözü Deresi	Kırşehir	Kaman	33,769018-39,378144	DRO	02.07.2016
Afrin Çayı	Kilis	Polateli	37,018729-36,843932	AFR	20.12.2019



Şekil 5. 2. Analizlere dahil edilen *Nais* spp. bireylerinin tespit edildiği istasyonları gösterir harita.

Her bir *Nais* spp. örneği için ayrı bir protokol tutulup, morfolojik teşhis anahtarında taksonomik kriter olarak gösterilen her bir karakterin fotoğrafları “Zeiss Primo Star” ışık mikroskobuna entegre “Axiocam 506 color” kamera ile çekilerek ölçümleri yapılmıştır. *Nais* spp. üyeleri 10-60 (veya daha fazla) segmentten oluşan her segmentte 4 (2 ventral, 2 dorsal olmak üzere) setal demet içeren bireylerdir. Her bir demetteki seta sayısı ise 2-10 arasında değişebilmektedir. Bu yüzden özellikle de anterior (ventral demetler için II-V., V-X. ve posterior ventral demetlerdeki farklılık tayin anahtarında önemli bir karakterdir) ve posteriordaki setaların sayıları, boyları, diğ uzunluk oranları, diğler arasındaki açı ölçümleri yapılarak excel tablosu hazırlanmıştır. Tez çalışması kapsamında örnekleme yapılan tüm istasyonlardan elde edilen *Nais* spp. örneklerinin teşhis, ölçüm ve fotoğraflama işlemleri tamamlandıktan sonra, veriler doğrultusunda kaç tür / morfotip olduğu tespit edilmiş (Çizelge 5.2) ve moleküler analizler için yeniden alkol içine alınmıştır.

Çizelge 5. 3. Çalışma kapsamında morfolojik olarak teşhisi yapılan tür / morfotiplerin listesi

Örneklem Noktası	Örnek Kodu	Çalışma kapsamında belirlenen morfotipler
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG1	<i>Nais pardalis / communis</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG2	<i>Nais pardalis / communis</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG3	<i>Nais christinae</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG4	<i>Nais variabilis</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG6	<i>Nais pardalis / communis</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG7	<i>Nais pardalis</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG8	<i>Nais pardalis / stolci</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG9	<i>Nais pardalis</i>
Balıklı Gölü (Samsun)	BLG10	<i>Nais pardalis / communis</i>
Asker Deresi (Kırklareli)	ASK1	<i>Nais pardalis / stolci</i>
Asker Deresi (Kırklareli)	ASK2	<i>Nais elinguis</i>
Asker Deresi (Kırklareli)	ASK4	<i>Nais pardalis / communis</i>
Beşik Deresi (Eskişehir)	BŞK3	<i>Nais barbata</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK1	<i>Nais elinguis</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK2	<i>Nais barbata</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK4	<i>Nais barbata</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK5	<i>Nais elinguis</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK6	<i>Nais elinguis</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK7	<i>Nais barbata</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK8	<i>Nais elinguis</i>
Kapaklı Deresi (Yalova)	KPK9	<i>Nais elinguis</i>



Çizelge 5. 3. Çalışma kapsamında morfolojik olarak teşhisi yapılan tür / morfotiplerin listesi (devam)

Örnekleme Noktası	Örnek Kodu	Çalışma kapsamında belirlenen morfotipler
Darıözü Deresi (Kırşehir)	DRO1	<i>Nais pardalis / communis</i>
Darıözü Deresi (Kırşehir)	DRO3	<i>Nais barbata</i>
Darıözü Deresi (Kırşehir)	DRO4	<i>Nais barbata</i>
Darıözü Deresi (Kırşehir)	DRO5	<i>Nais pardalis / communis</i>
Darıözü Deresi (Kırşehir)	DRO6	<i>Nais pardalis / communis</i>
Darıözü Deresi (Kırşehir)	DRO7	<i>Nais pardalis / communis</i>
Darıözü Deresi (Kırşehir)	DRO8	<i>Nais communis</i>
Afrin Çayı (Kilis)	AFR1	<i>Nais communis / variabilis</i>
Afrin Çayı (Kilis)	AFR2	<i>Nais communis / variabilis</i>
Afrin Çayı (Kilis)	AFR3	<i>Nais communis / variabilis</i>
Afrin Çayı (Kilis)	AFR4	<i>Nais communis / variabilis</i>
Afrin Çayı (Kilis)	AFR5	<i>Nais communis / variabilis</i>
Hemşin Deresi (Rize)	HMS1	<i>Nais barbata</i>
Hemşin Deresi (Rize)	HMS2	<i>Nais pardalis / variabilis</i>
Hemşin Deresi (Rize)	HMS6	<i>Nais pardalis / communis</i>
Hemşin Deresi (Rize)	HMS7	<i>Nais bretscheri</i>
Hemşin Deresi (Rize)	HMS8	<i>Nais pardalis / communis</i>
Küçük Menderes	KN7_1	<i>Nais barbata</i>
Küçük Menderes	KN7_7	<i>Nais pardalis / communis</i>
Küçük Menderes	KN7_8	<i>Nais pardalis / communis</i>
Küçük Menderes	KN7_9	<i>Nais barbata</i>
Küçük Menderes	KN7_10	<i>Nais barbata</i>
Akçay (Kastamonu)	AKC3	<i>Nais stolci</i>
Akçay (Kastamonu)	AKC4	<i>Nais pardalis / communis</i>
Çıldır Gölü (Kars)	CLG2	<i>Nais barbata</i>
Seyhan Nehri (Adana)	SYN8	<i>Nais pardalis / communis</i>
Sapadere (Antalya)	SPD5	<i>Nais pardalis</i>
Çoruh Nehri (Bayburt)	CRH1	<i>Nais communis</i>
Çoruh Nehri (Bayburt)	CRH2	<i>Nais barbata</i>
Çoruh Nehri (Bayburt)	CRH3	<i>Nais pardalis</i>
Çoruh Nehri (Bayburt)	CRH6	<i>Nais pardalis / variabilis</i>
Çoruh Nehri (Bayburt)	CRH9	<i>Nais pseudobtusa</i>

Afrin Çayı'ndan elde edilen *Nais* cinsine ait örnekler *Nais variabilis / communis* grubu olarak teşhis edilmiştir (Şekil 5.3 ve Çizelge 5.4). Teşhis anahtarında verilen *Nais*



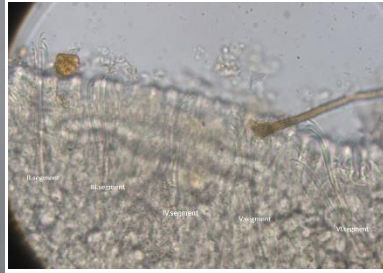
*variabilis* ve *Nais communis* türlerinden Afrin Çayı örneklerinin gösterdiği sapmalar; iğne seta *N. communis* türünde belirgin olarak ayrık, *N. variabilis*'te ise daha dar açılı; *N. variabilis*'in VII. segmentteki ventral setaları daha kısa ve ince dişli olarak verilmektedir.

Darıözü Deresi, Hemşin Deresi, Küçük Menderes, Çıldır Gölü ve Çoruh Nehri istasyonlarından elde edilen *Nais barbata* türüne ait örneklerin morfolojik karakterleri teşhis anahtarlarından herhangi bir sapma göstermemektedir (Şekil 5.4 ve Çizelge 5.5).

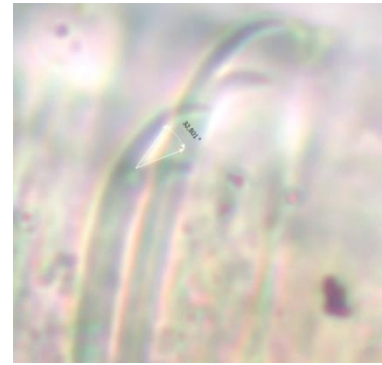
Hemşin Deresi ve Çoruh Nehri'nde tespit edilen *Nais* örnekleri *Nais pardalis* / *variabilis* morfotipi olarak teşhis edilmiştir (Şekil 5.5 ve Çizelge 5.6). Teşhis edilen örneklerin morfolojik karakterlerinden; II-V arası ventral demetlerdeki setaların ince ve uzun olması ve seta dişleri arasındaki açının  $21,95^\circ$  olması *N. pardalis* ile ortak özellikleri, VI. segmentten itibaren setal kalınlaşmanın  $2 \mu\text{m}$ 'yi geçmemesi, iğne seta dişlerinin uzun ve belirgin olması ve iğne setanın tüy seta uzunluğuna oranının  $1/3$  olması *Nais variabilis* ile ortak özellikleridir.



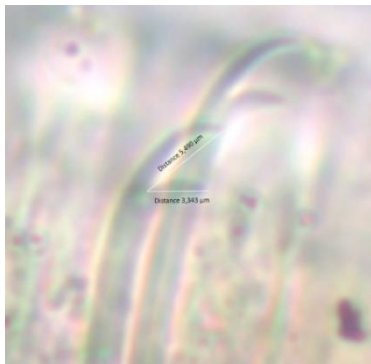
Genel görünüm



II-VI.ventral segment demetleri



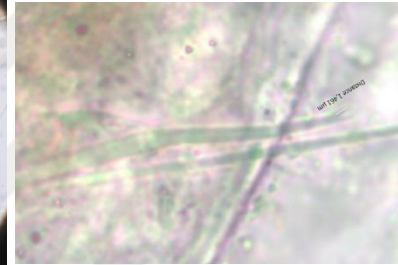
III. ventral segment dış açısı



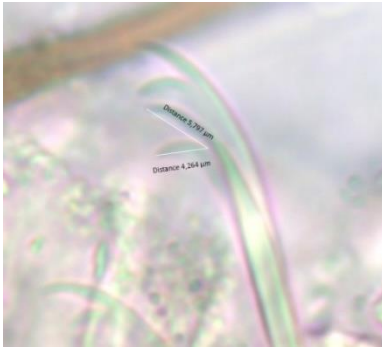
III. ventral segment dış uzunluğu



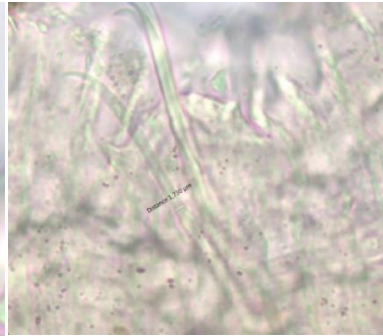
Tüy ve iğne seta genel görünüm



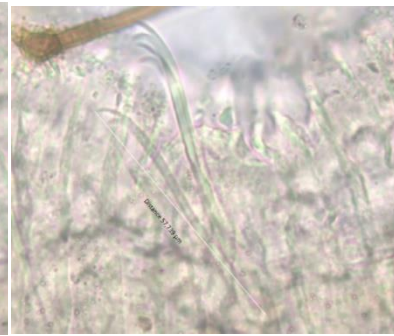
İğne seta dış uzunluğu



VI. ventral demet dış uzunluğu



VI. ventral seta kalınlık



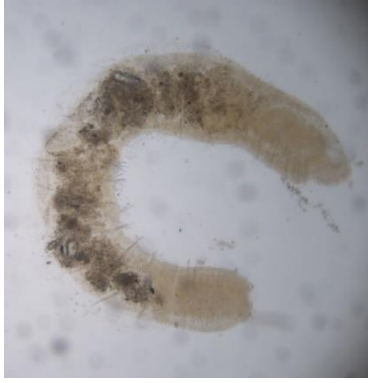
VI. ventral setal boy

Şekil 5. 3. *N. variabilis / communis* grubu örneklerinin ölçümlerine ait mikroskop görüntüleri

Çizelge 5. 4. *Nais variabilis/communis* morfortipinin özelliklerini içeren protokol

Örnek Kodu	AFR4	Taksonomik Karakter Notları
Taxon	<i>Nais variabilis/communis</i> grubu	
<b>Genel Karakterler</b>		
Göz var/yok	yok	
Prostomiumun durumu	konik	
<b>Ventral Demetler (II-V arası)</b>		
Demetteki seta sayısı	2-4 adet	
Setal Boy	81,621 µm	
Üst dış uzunluğu	5,490 µm	
Alt dış uzunluğu	3,343 µm	
Üst dış-alt dış açısı	42,801 °	
Seta Kalınlığı	1,498 µm	
<b>VI ve VI'dan sonraki segmentler</b>		
Demetteki seta sayısı	3-4 adet	
Setal Boy	57,739 µm	
Üst dış uzunluğu	5,797 µm	
Alt dış uzunluğu	4,264 µm	
Üst dış-alt dış açısı	32,101 °	
Seta Kalınlığı	1,730 µm	
Giant seta durumu	yok	
Giant setanın bulunduğu segmentler	-	
<b>Posterior Ventral Demetler</b>		
Demetteki seta sayısı	3-4 adet	
<b>Dorsal Demetler</b>		
Hair seta boyu	170,313 µm	
Demetteki hair seta sayısı	1 adet	
Needle seta	bifid	
Needle seta durumu paralel-açılı	açılı	
Needle seta uzunluğu	48,107 µm	
Needle seta dışı uzunluğu	1,461 µm	
Demetteki needle seta sayısı	1 adet	

VI. ventral demetlerden itibaren kalınlaşma çok az, mide ve özefagus genişlemesi belirgin değil (bu özellik ancak örnek canlı iken net olarak söylenebilir). Ventral, iğne ve tüy setalar morfolojik tayin anahtarında her iki tür içinde verilen sınırlar dahilinde kalmaktadır. Tayin anahtarında iğne seta *N. communis* türünde belirgin olarak ayrık, *N. variabilis*'te ise daha dar açılı; *N. variabilis*'in VII. segmentteki ventral setaları daha kısa ve ince dişli olarak verilmektedir.



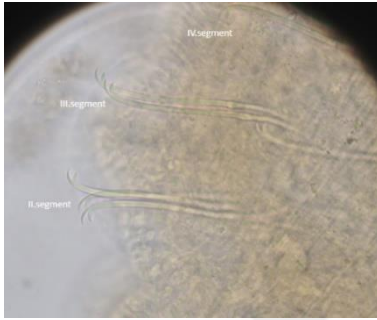
Genel Görüntü



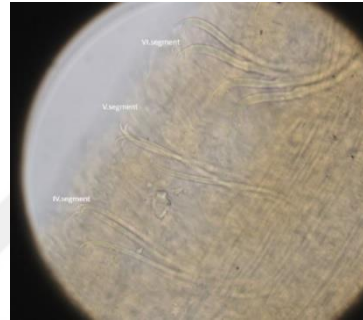
II. ventral seta dış açısı



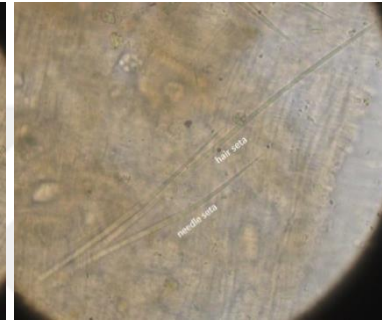
II. ventral setal kalınlık



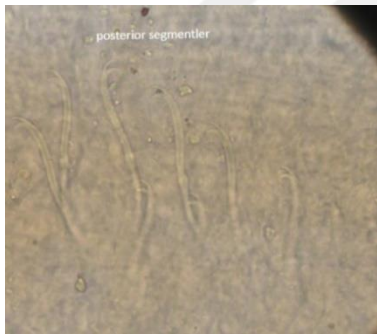
II-III. ventral demetler



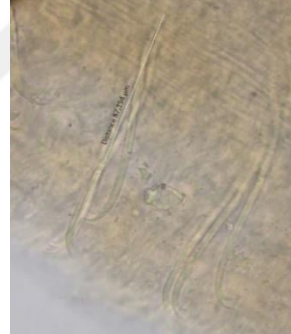
V-VI. ventral demetler



İğne ve tüy seta



Posterior ventral segmentler



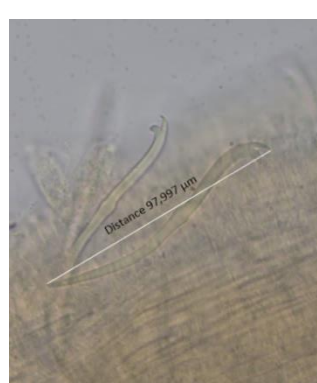
V. ventral setal uzunluk



VI. ventral segment dış açısı



VI. ventral segment dış uzunluğu



Posterior ventral segment setal uzunluğu



Posterior ventral segment setal kalınlık

Şekil 5. 4. *Nais barbata* türüne ait ölçümleri

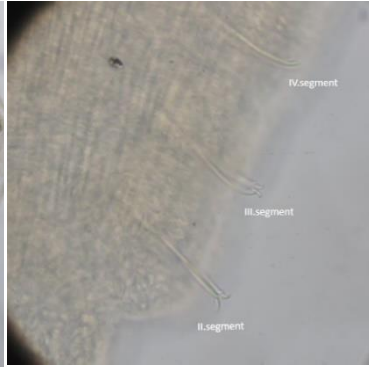
Çizelge 5. 5. *Nais barbata* türünün özelliklerini içeren protokol

Örnek Kodu	ÇRH2	Taksonomik karakter Notları
Takson	<i>Nais barbata</i>	
<b>Genel Karakterler</b>		
Göz var/yok	yok	
Prostomiumun durumu	tam konik değil	
<b>Ventral Demetler (II-V arası)</b>		
Demetteki seta sayısı	3-4 adet	
Setal Boy	87,194 µm	
Üst diş uzunluğu	5,985 µm	
Alt diş uzunluğu	4,453 µm	
Üst diş-alt diş açısı	34,505 °	
Seta Kalınlığı	2,034 µm	İğne seta basit sivri uçlu, dorsal demetler belirgin, hem tüy setalar hem de iğne setalar kalın.
<b>VI ve VI'dan sonraki segmentler</b>		
Demetteki seta sayısı	2-3 adet	II-V arası ventral setalar ince uzun, setal dişler ince, üst diş alt dişin iki katı kadar.
Setal Boy	97,997 µm	V. ventral segmentten itibaren bariz kalınlaşma var.
Üst diş uzunluğu	7,384 µm	Setalar S şeklinde, alt diş kalın ve uzun.
Alt diş uzunluğu	7,130 µm	
Üst diş-alt diş açısı	31,583 °	
Seta Kalınlığı	4,192 µm	
Giant seta durumu	yok	
Giant setanın bulunduğu segmentler	-	
<b>Posterior Ventral Demetler</b>		
Demetteki seta sayısı	2-3 adet	
<b>Dorsal Demetler</b>		
Hair seta boyu	190,590 µm	
Demetteki hair seta sayısı	1-2 adet	
Needle seta	single	
Needle seta durumu paralel-açılı	-	
Needle seta uzunluğu	53,317 µm	
Needle seta dişi uzunluğu	-	
Demetteki needle seta sayısı	2-3 adet	





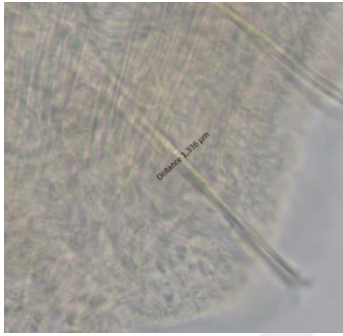
Genel görünüş



II-IV. ventral demetler



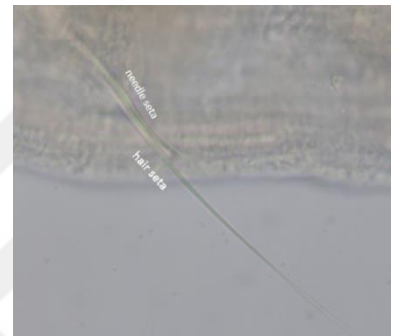
III. ventral seta dış açısı



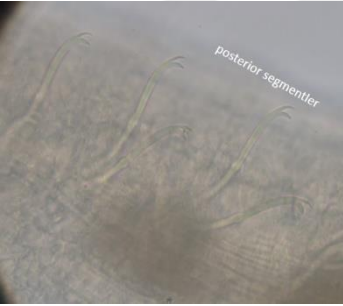
III. ventral seta kalınlık



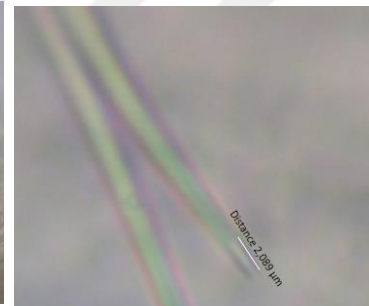
III. ventral setal boy



Tüy ve iğne seta



Posteriör ventral demetler



İğne seta dış uzunluğu



İğne seta uzunluğu



Ventral seta dış oranı



VI. ventral setal kalınlık



VI. ventral setal boy

Şekil 5. 5. *N. variabilis / communis* grubu örneklerinin ölçümlerine ait mikroskop görüntüleri

Çizelge 5. 6. *Nais variabilis / communis* morfortipinin özelliklerini içeren protokol

Örnek Kodu	CRH6	Taksonomik Karakter Notları
Taxon	<i>Nais pardalis/variabilis grubu</i>	
<b>Genel Karakterler</b>		
Göz var/yok	yok	
Prostomiumun durumu	tam konik	
<b>Ventral Demetler (II-V arası)</b>		
Demetteki seta sayısı	2-4 adet	
Setal Boy (ort.)	78,05 µm	
Üst diş uzunluğu (ort.)	7,12 µm	
Alt diş uzunluğu (ort.)	4,239 µm	
Üst diş-alt diş açısı	21,95 °	
Seta Kalınlığı (ort.)	1,33 µm	
<b>VI-X. segment ventral setalar</b>		
Demetteki seta sayısı	2-3 adet	
Setal Boy (ort.)	63,682 µm	
Üst diş uzunluğu (ort.)	7,47 µm	
Alt diş uzunluğu (ort.)	4,027 µm	
Üst diş-alt diş açısı (ort.)	23,57 °	
Seta Kalınlığı (ort.)	1,826 µm	
Giant seta durumu	yok	
Giant setanın bulunduğu segmentler	-	
<b>Posterior Ventral Demetler</b>		
Demetteki seta sayısı	2-3 adet	
<b>Dorsal Demetler</b>		
Hair seta boyu (ort.)	119,958 µm	
Demetteki hair seta sayısı	1 adet	
Needle seta	bifid	
Needle seta durumu paralel-açılı	paralel	
Needle seta uzunluğu	46,423 µm	
Needle seta dişi uzunluğu	2,089 µm	
Demetteki needle seta sayısı	1 adet	

VI. ventral segmentten itibaren setalar II-V. Ventral segmenttekilere göre daha kısa ve kalın (ortak özellik). II-V arası ventral demetlerdeki setalar ince ve uzun, seta dişleri arasındaki açı 21,95 ° (*N. pardalis* özelliği), ancak VI. segmentten itibaren kalınlaşma 2 mikronu geçmiyor (*Nais variabilis* özelliği), Dev seta yok, iğne seta dişleri uzun ve belirgin (*Nais variabilis* özelliği), Tüy setada dişlenme yok, düz (ortak özellik) İğne seta tüy setanın üçte biri, iğne seta dişleri belirgin ayırık ve dişleri uzun (*Nais variabilis* özelliği)

## 5.2. Filogenetik Bulgular

Balıkli Gölü, Çıldır Gölü, Hemşin Deresi, Darıözü Deresi, Asker Deresi, Kapaklı Deresi, Beşik Deresi Küçük Menderes Nehri, Akçay, Sapadere, Seyhan Nehri, Afrin Çayı, Çoruh Nehri istasyonlarından elde edilen *Nais* spp. örnekleri morfolojik olarak ışık mikroskobu altında teşhis edilerek karakter özellikleri kaydedildikten ve fotoğraflandıktan sonra moleküler analizlere tabi tutulmuş ve örnekler için dizilerin hizalanması sonrasında filogenetik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yürütülen moleküler analizler sonrasında Afrin Çayı'ndan elde edilen morfolojik teşhis ile *Nais communis* / *variabilis* olarak tespit edilen örneklerin diğer morfotiplerden bariz şekilde ayrıldığı gözlenmektedir.

Ayrıca Envall vd. (2012) tarafından çalışmaları kapsamında belirledikleri morfotipler, Türkiye'deki örnekler ile karşılaştırmak amacıyla filogenetik analizlere dahil edilmiştir. Dünyanın farklı coğrafik bölgelerinden toplanan morfotiplere ait *16S* rDNA ve *COI* gen bölgelerine ait dizi bilgileri makalede verilen GenBank ulaşım numaralarından indirilmiş ve analizlere katılmıştır (Çizelge 5.7).

Filogenetik ilişkiyi belirlemek için iki gen bölgesinden (*16S* rDNA ve *COI*) elde edilen veri setleri en uygun mutasyon modeli olan GTR + G + I modeli altında ayrı ayrı "Bayesian" ve "Maksimum Olasılık (Maximum Likelihood)" yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8 ve Şekil 5.9).

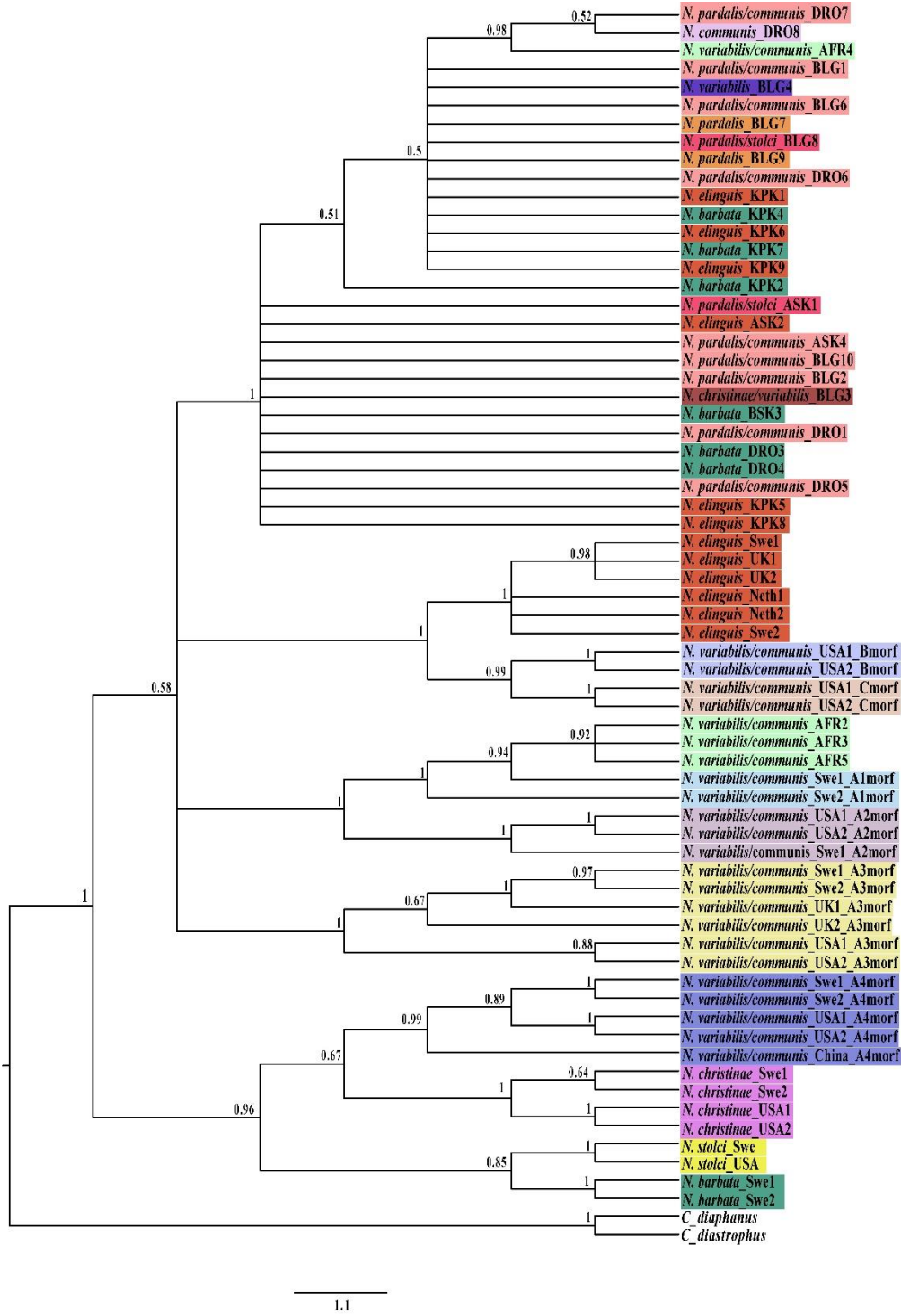
İki veri setinden elde edilen ağaçlar kıyaslandığında ise *16S* rDNA veri setine dayalı oluşturulan Bayes ağacının cinsin filogenetik ilişkisini çözümlenmede daha etkili olduğu görülmektedir.

Afrin Çayı'nda belirlenen ve morfolojik teşhislerde *Nais communis* / *variabilis* olarak tespit edilen örneklerden AFR2, AFR3 ve AFR5 kodlu örnekler filogenetik ağaçlarda Avrupa türleri A1, B ve C morfotipleri ile aynı kladda yer almaktadır (Şekil 5.7). Aynı istasyonda *Nais communis* / *variabilis* olarak tespit edilen AFR4 ise Türkiye örnekleri ile aynı kladda yer almıştır.

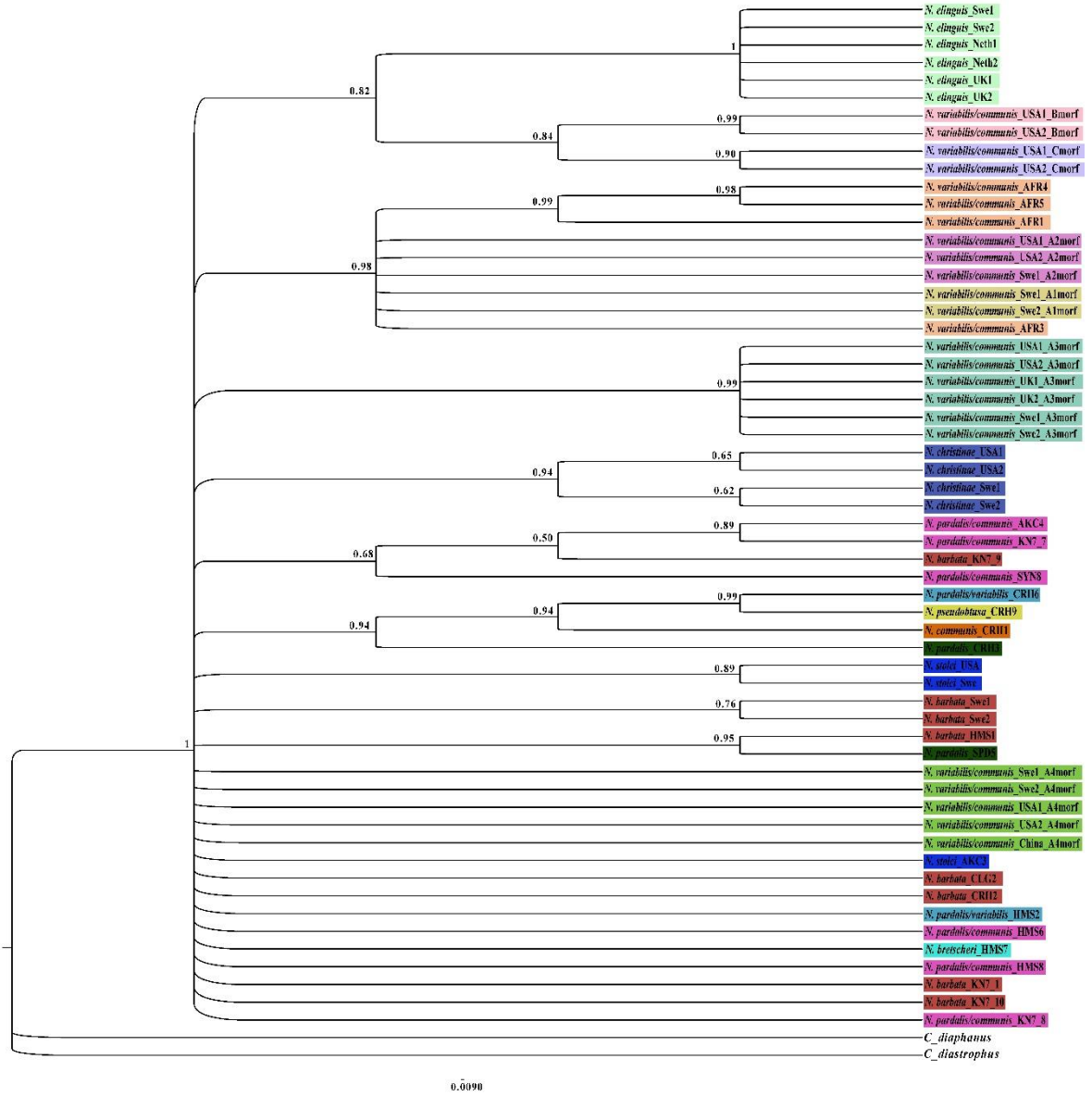


Çizelge 5. 7. Karşılaştırma için kullanılan *Nais* morfortiplerinin toplandığı ülke ve 16S rDNA ve COI gen bölgelerine ait GenBank ulaşım numaraları (Envall vd., 2012'den alınmıştır)

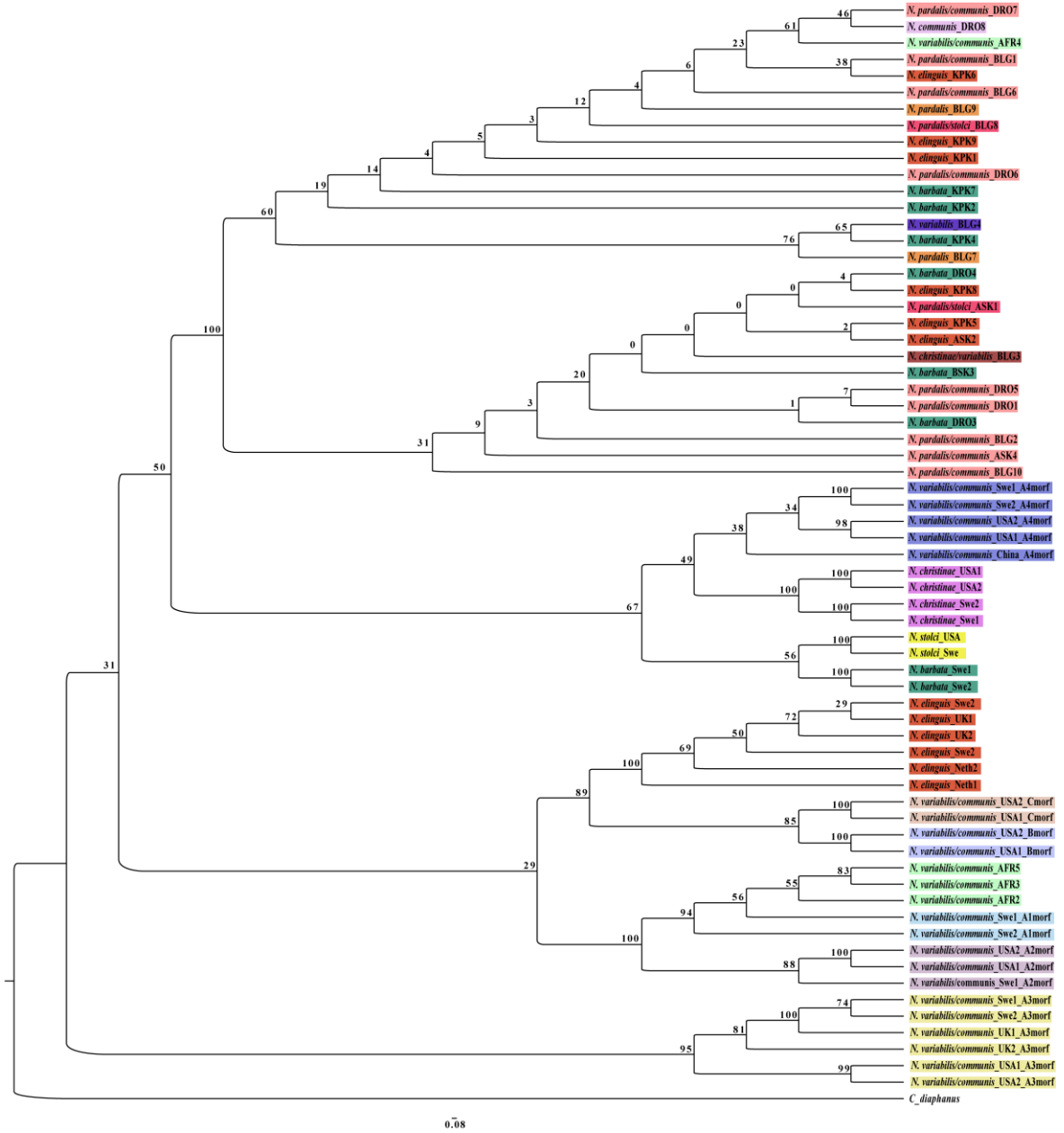
Morfotip	Tür Adı	Toplandığı Ülke	16S rDNA	COI
A1 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İsveç	JQ425027	JQ519895
A1 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İsveç	JQ425028	JQ519896
A2 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İsveç	JQ425021	JQ519889
A2 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424957	JQ519825
A2 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424960	JQ519828
A3 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İngiltere	JQ425007	JQ519875
A3 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424959	JQ519827
A3 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424967	JQ519835
A3 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İsveç	JQ425014	JQ519882
A3 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İsveç	JQ425015	JQ519883
A4 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İsveç	JQ424997	JQ519865
A4 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	İsveç	JQ424998	JQ519866
A4 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ425012	JQ519880
A4 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ425013	JQ519881
A4 morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Çin	JQ424988	JQ519856
B morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424954	JQ519822
B morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424955	JQ519823
B morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424961	JQ519829
B morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424962	JQ519830
C morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424961	JQ519829
C morfortipi	<i>Nais communis / variabilis</i>	Amerika	JQ424962	JQ519830
D morfortipi	<i>Nais elinguis</i>	İngiltere	JQ425002	JQ519870
D morfortipi	<i>Nais elinguis</i>	İngiltere	JQ425003	JQ519871
D morfortipi	<i>Nais elinguis</i>	İsveç	JQ425031	JQ519900
D morfortipi	<i>Nais elinguis</i>	İsveç	JQ424983	JQ519851
D morfortipi	<i>Nais elinguis</i>	Hollanda	JQ424976	JQ519844
D morfortipi	<i>Nais elinguis</i>	Hollanda	JQ424978	JQ519846
E morfortipi	<i>Nais stolci</i>	Amerika	JQ425009	JQ519877
E morfortipi	<i>Nais stolci</i>	İsveç	JQ425026	JQ519894
F morfortipi	<i>Nais barbata</i>	İsveç	JQ424993	JQ519861
F morfortipi	<i>Nais barbata</i>	İsveç	JQ424994	JQ519862
G morfortipi	<i>Nais christinae</i>	Amerika	JQ424956	JQ519824
G morfortipi	<i>Nais christinae</i>	Amerika	JQ424969	JQ519837
G morfortipi	<i>Nais christinae</i>	İsveç	JQ424973	JQ519841
G morfortipi	<i>Nais christinae</i>	İsveç	JQ424974	JQ519842



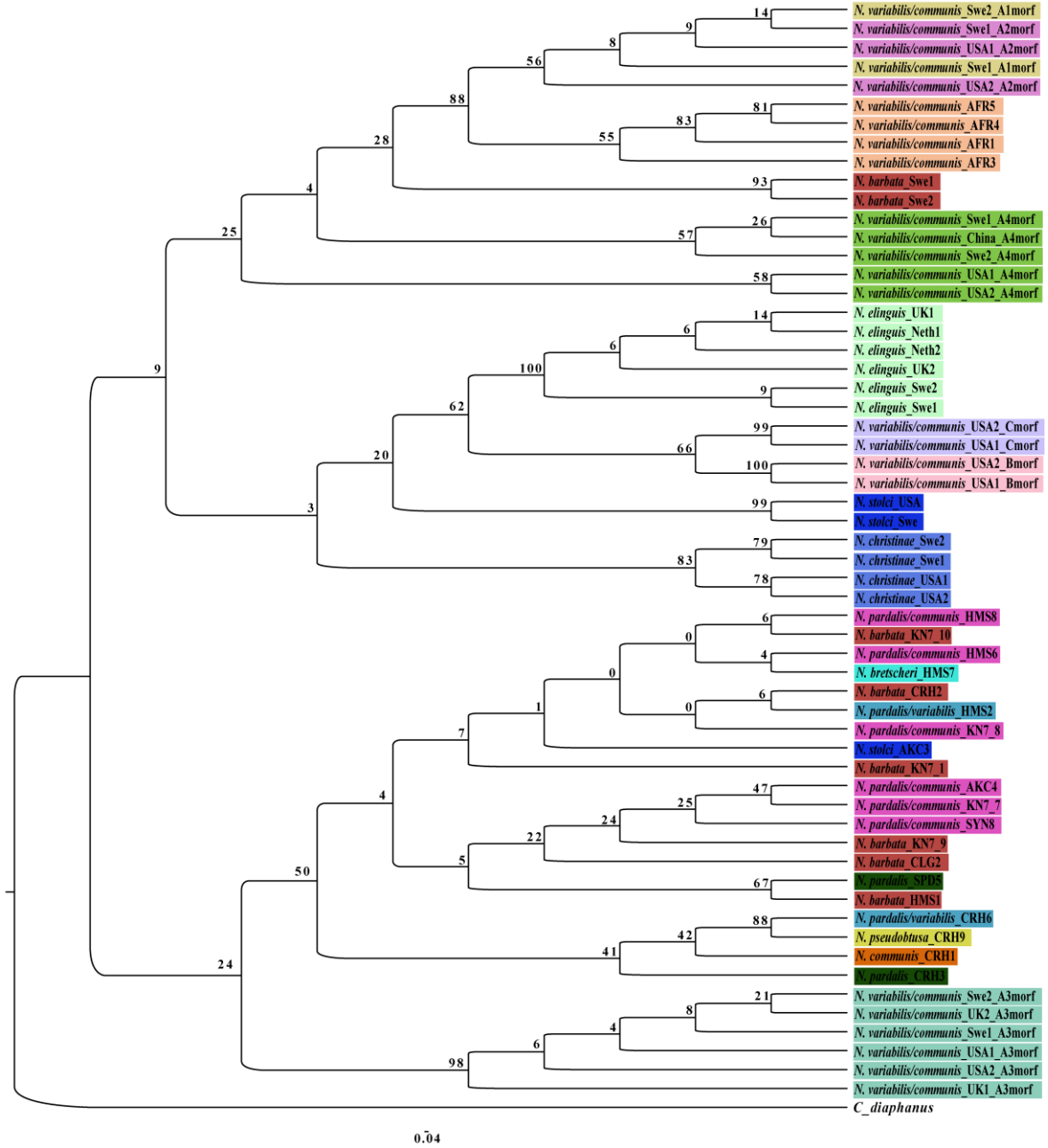
Şekil 5. 6. Morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, *COI* veri setine dayalı Bayesian temelli konsensüs ağacı



Şekil 5. 7. Morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, 16S rDNA veri setine dayalı Bayesian temelli konsensüs ağacı

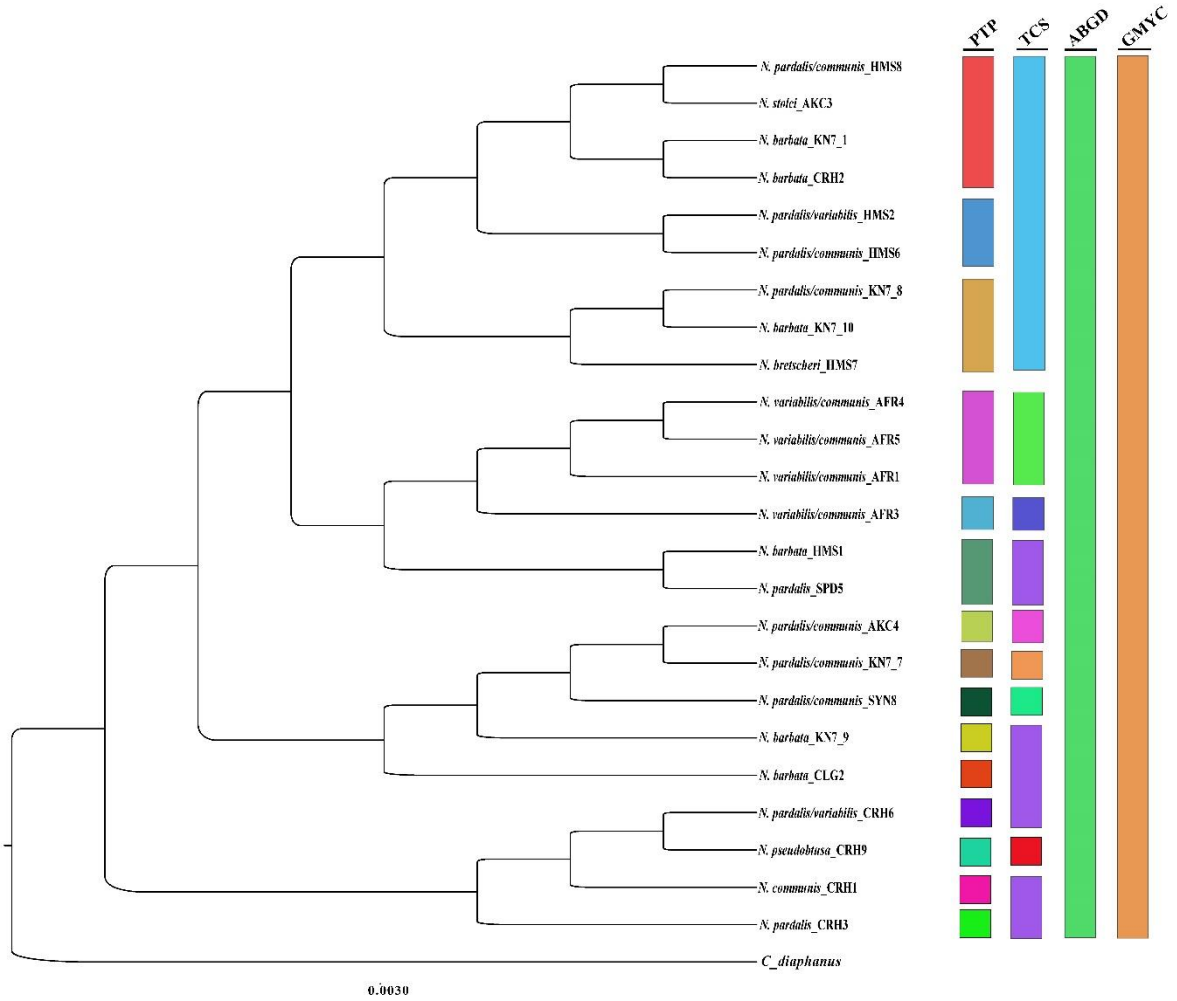


Şekil 5. 8. Morfortiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, *COI* veri setine dayalı Maksimum Olasılık temelli konsensüs ağacı



Şekil 5. 9. Morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, 16S rDNA veri setine dayalı Maksimum Olasılık temelli konsensüs ağacı

*16S* rDNA gen bölgesine dayalı tür sınırlandırma çalışmaları ile çalışma kapsamında elde edilen veri setiyle 15 OTU belirlenmiştir. TCS yaklaşımına göre 9 OTU yansıttığı tespit edilmiştir (Şekil 5.10).



Şekil 5. 10. Çalışma kapsamında tespit edilen morfotiplerin filogenetik ilişkisini gösteren, *16S* rDNA veri setine dayalı PTP, TCS, ABGD, GMYC modellerine dayalı OTU'ler

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tür teşhisinde tek bir yaklaşım kullanmak teşhislerde yanlışlara neden olabilmektedir. Bütünleşik taksonomik yaklaşımlar bu hataları en aza indirgemede daha doğru sonuçlara yönlendirmektedir.

Bugüne kadar 37 türü tanımlanmış olan *Nais* cinsinde tür teşhisi; oldukça zor görülen, değişken olan ve hatta nominal türler arasında örtüşen setal karakterleri temel almaktadır. Envall vd., (2012) tarafından Avrupa'dan, Kuzey Amerika'dan ve Çin'den elde edilen 81 *Nais* cinsine ait bireyler ile yapılan çalışmada, 10 farklı morfotip tespit edilerek, bu cinste genetik farklılık ile setal morfoloji arasında bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Araştırmada beş ya da muhtemelen daha fazla morfotipin *Nais communis* / *variabilis* türlerinin morfolojik farklılaşma gösteren varyasyonlarını kapsadığı, dört morfotipin ise *N. barbata*, *N. christinae*, *N. elinguis* ve *N. stolci* olarak teşhis edildiği ve kriptik bir türleşmenin olduğu belirtilerek bu cinsin taksonomik bir revizyona ihtiyaç duyduğu özellikle ifade edilmiştir. Tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlarda bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Ancak Türkiye'de elde edilen *Nais* cinsine ait örneklerin ayrılma zamanlarının daha yakın zamanda olduğu ve çalışma kapsamından belirlenen *COI* ve *16S* rDNA gen bölgelerinin bu cinse ait örneklerini ayırmada yeterli olmadığını göstermiştir (Bkz. Şekil 5.6 ve Şekil 5.7).

Anadolu tatlı su faunası Demirsoy (2002) tarafından, zoocoğrafik köken bakımından Pangea kökenliler; Orta ve Güney Avrupa kökenliler; Orta Asya ve Batı Asya kökenliler; Sarmatik İç Denizi'nden farklılaşarak oluşan Karadeniz kökenliler ve Hindistan ve Güneydoğu Asya kökenliler olmak üzere beş kısımda incelenmektedir. Türkiye zoocoğrafyasının şekillenmesinde Anadolu'daki doğal bariyerlerin önemi büyüktür. Çünkü çoğu canlı grubunun evrimsel farklılaşması, doğal bariyerlerin etkisi ile gerçekleşmiştir. Özellikle buzul - buzul sonrası dönemlerde doğal bariyerler geçişleri önemli ölçüde önlediği için, popülasyonların yayılışların sınırlanmasına sebep olmuştur. Anadolu'yu kuzeydoğudan Antakya'ya doğru ikiye bölen yüksek dağ silsilelerinin oluşturduğu "Anadolu Diyagonali", tatlı su bağlantıları ve dolayısıyla tatlı su canlıları arasında bir coğrafik izolasyon

oluşturmuştur. Böylelikle canlıların Anadolu'da tekrardan karşılaşmalarına engel oluşturmuştur (Demirsoy, 2002). Anadolu Diyagonalı'nın doğu kısmında kalan Afrin Çayı'nın, Anadolu diyagonalinin batı kısmında kalan Türkiye'deki diğer örneklerden farklı kladlarda yer alması bu coğrafik izolasyon ile açıklanabilir. Afrin Çayı'nın kaynağı Gaziantep sınırlarındaki Sof Dağı'ndan gelen dereler ve Kartal Dağı'ndan beslenen Sabunsuyu Çayı'dır. Afrin Çayı il sınırlarında 70 km'lik bir uzunluğa ulaşarak Kilis il sınırını terk eder ve bir süre Suriye sınırlarında dolaştıktan sonra Reyhanlı'dan Hatay'a girmektedir. Ve Amik Gölü yatağında Karasu Çayı'yla birleşerek Asi Nehri'ne dökülmektedir (Dağlı, 2008).

Genetiksel farklılaşma bir gen havuzunun alışverişlerini engelleyecek bir etkenin devreye girmesi olarak tanımlanabilecek başlangıç, ayrılan gen havuzlarının süreç içerisinde farklılaşması ve üreme izolasyonunun kazanılması sonucu bağımsız bir evrimsel birim haline gelmesi olarak tanımlanabilir. Türkiye'nin bir kara parçası olarak bugünkü haline ulaşmaya kadar geçirdiği topoğrafik değişiklikler, ülkemizin sucül canlıların yayılış ve çeşitlenmesini yani genetiksel farklılaşması için gerekli olan değişiklikleri sağlamıştır.

Anadolu faunası konusunda araştırmaların azlığından kaynaklanan bilgilerin kısıtlı olması nedeniyle Anadolu'nun zoocoğrafyasını açıklamak günümüzde olası gözükmemektedir. Ancak Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında çeşitli fauna elemanlarına değişik zamanlarda geçit görevi yapması ve özellikle buzullaşma dönemlerinde, kuzeyden gelen canlılara sığınak görevi yapması ve birçok canlının buzul sonrası dönemlerde bu sığınaklardan tekrar kuzeye yayılması, bu kıtaların zoocoğrafyasının ve fauna bileşiminin eksiksiz açıklanabilmesi açısından son derece büyük öneme sahiptir. Anadolu'nun topografik yapısı çok farklı olduğu ve özellikle çok kısa mesafelerde ekolojik faktörleri çok farklı ortamlar içerdiği için, alttür cenneti denebilecek şekilde bir çeşitlenme görülmektedir. Son yıllara kadar tür ve alttür tanımlarında çoğunlukla morfolojik karakterler esas alınarak yukardaki sonuçlara varılmaya çalışılmıştır. Ancak, filogenetik akrabalıkların ortaya konmasında bu karakterlerin bir kısmındaki özellikle konvergentlik nedeniyle yeterli olmadığı, bu ilişkinin genetik düzeyde tespit edilmesi gerektiği bilinmektedir. Filogenetik ilişkiler faunaların oluşumu hakkında en önemli bilgiyi verecek verilerdir.



Morfolojik teşhis anahtarları ile kesinlikle farklı türler olarak belirlenen örneklerin 16S rDNA ve COI verileri ile oluşturulan ağaçlarda morfotipler ile aynı kladda yer aldığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak kullanılan gen bölgelerinin örnekleri ayırmada yeterli çözümlenmeye sahip olmadığı görülmüştür. Ayrıca Türkiye’de bu örneklerin türleşme zamanının dünyadaki diğer *Nais* cinsine ait tür / morfotiplerden daha yakın zamanlı olduğu kanısına varılmıştır. Aynı zamanda cins içinde kriptik türleşme varlığı tespit edilmiş ve teşhis anahtarında revizyon ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Özellikle Türkiye’deki örnekler ile tamamen farklı kladda yer alan Afrin Çayı’nda tespit edilen *Nais variabilis / communis* morfotipinin, teşhis anahtarında verilen *Nais variabilis* ve *N. communis* türlerinden gösterdiği sapmalar aşağıdaki şekildedir:

- İğne seta belirgin olarak bifiddir (Teşhis anahtarında; iğne seta *N. communis* türünde belirgin olarak ayrık, *N. variabilis*’te ise daha dar açıdır),
- İğne seta uzunluğu 48-65 µm uzunluğundadır (Teşhis anahtarında; *N. variabilis*’in iğne seta uzunluğu 42-86 µm iken *N. communis* 40-82 µm uzunluğundadır),
- *N. variabilis*’in VII. segmentteki ventral setaları daha kısa ve ince dişli (Teşhis anahtarında; *N. variabilis*’in VI. segmentteki ventral setaları daha kısa, daha kalın ve dişler eşit uzunlukta ya da üst diş çok az uzun fakat her zaman daha ince; *N. communis* türünde posterior setalar anteriorlardan çok az kalın ve daha kıvrıktır, kademeli olarak eşitlenen diş uzunluğuna sahip),
- VI. segmentten sonraki segmentlerde kalınlaşma bariz değildir (Teşhis anahtarında; *N. variabilis*’in VI. segmentteki ventral setalarındaki kalınlaşma barizdir; *N. communis*’te kalınlaşma çok azdır),
- Mide birden genişlemektedir (bu karakter hem *N. elinguis* türünden net ayrımı vermektedir, ayrıca teşhis anahtarında *N. variabilis* türünde mide birden genişlemektedir; *N. communis* türünde ise kademeli olarak genişlemektedir),
- II-V. segmentlerdeki ventral demetlerin dişlerinde paralellik çok azdır (Teşhis anahtarında *N. variabilis* ve *N. communis* türlerinde II-V. segmentlerdeki ventral demetlerdeki setaların üst dişleri daha uzun ve incedir),
- Her demette 1-2 adet tüy seta / 1-2 adet iğne seta mevcuttur,
- Her demette 4-5 adet anterior ventral setaya sahiptir (Teşhis anahtarında *N. variabilis* ve *N. communis* türlerinde anterior ventral demetler 2-7 adettir.).

Ayrıca bu tez çalışması kapsamında tespit edilen morfotipler ile Envall vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen morfotiplerin dahil edilerek gerçekleştirilen moleküler analizler sonucunda, Afrin Çayı'nda tespit edilen *N. variabilis / communis* morfotipinin Envall vd. (2012)'nin çalışmasında tespit ettiği A1 ve A2 morfotipleri ile aynı kladda yer aldığı tespit edilmiştir (Şekil 5.7 ve Şekil 5.9). Çalışmada tespit edilen A1 morfotipinin tanımlamasında kullanılan morfolojik karakterler; her demette 1-2 adet tüy seta varlığı; her demette paralel ya da çok az açılı zor farkedilebilir bifid dişli 1-2 adet iğne setaya sahip; her demette 2-3 adet anterior ventral setaya sahip; her demette 4-5 adet posterior ventral setaya sahip; anterior ventral setanın üst dişi alt dişten çok az uzun ve ince; posterior ventral setanın üst dişi alt diş kadar ya da çok az uzun fakat daha ince; posterior ventral setalar daha kıvrık, fakat anterior setalardan bariz kalın değil, şeklindedir. A2 morfotipi için ise verilen morfolojik karakterler; her demette 1-2 adet tüy seta; paralel ya da çok az açılı ince bifid fakat kolayca ayırt edilebilen dişler ile 1-2 adet iğne seta; her demette 3-4 adet ventral seta; anterior ventral setaların üst dişleri alt dişlerden çok az uzun ve ince; posterior ventral setanın üst dişi alt diş kadar ya da çok az uzun, fakat daha ince; posterior ventral seta anterior setadan daha kalın ve daha kıvrık, şeklindedir. Afrin Çayı'nda belirlenen *N. variabilis / communis* morfotipi, Envall vd. (2012) tarafından belirlenen A1 ve A2 morfotipleri ile morfolojik yönden benzerlik göstermektedir. Morfolojik karakterler ile benzerlik tespit edilen morfotipler arasında yapılan moleküler çalışmalar sonucunda moleküler verilerin de morfolojiyi desteklediği görülmektedir (Şekil 5.7 ve Şekil 5.9). Envall vd. (2012), yaptıkları çalışmada belirledikleri A1 ve A2 morfotiplerin setal morfolojilerinde küçük farklılıklar göstermekte olduğuna ve hem COI hem de tüm birleştirilmiş gen verilerine göre ayrı kladlar oluşturduğuna dikkat çekmiştir. Ayrıca çalışmada 16S Bayesian ağacının A2 morfotipini bazen desteklerken (PP 0,80), A1 morfotipini çözümlemediği; ITS ağacında iki morfotipin birbirinden çözümlenmediği ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda; A1 ve A2 morfotipinin allopatrik türleşmenin erken safhalarında olduğu ve A1 ve A2 morfotiplerinin tek bir metapopulasyon olduğu kanaatine varılmıştır (Envall vd., 2012). Bu bulgular tez çalışması kapsamında Türkiye'den toplanan *Nais* örneklerin tek bir kladda yer almasını ve Afrin Çayı örneklerinin farklı kladda yer alması durumunu da açıklamaktadır.

Bu noktada biyolojide en çok tartışılan konulardan biri olan; "Tür nedir?" konusuna değinmek gerekir. de Queiroz (2007), geleneksel tür kavramlarının çoğunun altında yatan bir kavramsal bütünlük sergilediğine dikkat çeker: farklı türler ayrı evrimleşen soylardır ve

bu soylar farklılaştıkça farklılıklar geliştirirler. Temelde, her tür ikincil tanımlama kriteri gibi bir farklılığı benimsemiştir ve fenetik ayırt edilebilirlik, üreme izolasyonu ya da ekolojik ayrılma gibi belirli bir özelliğe dayanmaktadır. Büyük ölçüde, eski kavramlar arasındaki uyumsuzluk, bu özelliklerin soy ayrımı sürecinde aynı anda ortaya çıkamayabileceği gerçeğine bağlıdır ve de Queiroz ayrı evrimleşen bir soy olarak salt varoluşun bir türün tek gerekli özelliği olduğunu savunuyor. Hatta, ikincil tür kriterlerinin her birinin, soy ayrımı için kanıt olduğuna dikkat çekiyor. Yani, herhangi bir tür sınırlandırması durumunda, bu kriterlerden ne kadar çok uygulanırsa durum o kadar güçlüdür. Bu şekilde, ayrı ayrı gelişen metapopulasyonlar olan bütünleşik tür kavramı benimsenebilir (de Queiroz, 2007; Envall vd., 2012).

DNA temelli tür sınırlandırılması, tamamiyle farklı türlerin / ayrı evrimleşen soyların çalışılan lokustaki allellerinde monofiletik olduğunu varsayar. Fakat, tür seviyesinde parafili ve polifilin yaygın olduğu gösterilmiştir (Funk ve Omland, 2003; Envall vd., 2012). Gen ağacı / tür ağacı uyumsuzlukların önemli potansiyel nedenleri; introgressif hibridizasyon, hibrit türleşme, paraloji ve eksik soy sınıflandırmasıdır. Son yıllarda kriptik türleri keşfetmede COI tek başına yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen; yukarıda bahsedilen yanıltıcı evrim mekanizmalarına dayalı yanlış sonuçların riskini azaltmak adına farklı moleküler belirteçlerin kullanımı oldukça önemlidir. Türlerin en azından eşeyli üreme dönemine sahip olduğu (çoğunlukla paratomik olarak üreyen *Nais* üyeleri zaman zaman eşeyli üreme de göstermektedirler.) bilindiğinde, nükleer gen dizilerinin dahil edilmesi özellikle önemlidir. Mitokondriyal DNA sadece anasal olarak kalıtılmaktadır (Envall vd., 2012). Çalışma kapsamında kullanılan *COI* ve *16S* rDNA gen bölgeleri mitokondriyal DNA'ya aittir. Bu nedenle çalışma kapsamında elde edilen verilerin kriptik türleşmeyi tam anlamıyla ayırmada yetersiz kaldığı görülmüştür. İleriki çalışmalarda, nükleer marker olan ITS gen bölgesinin de dahil edildiği çalışmalarla kriptik türlerin moleküler verilerle daha net olarak ortaya konulabileceği kanaatine varılmıştır.

Çalışma kapsamında ana hedeflerden biri; tür teşhisi, oldukça zor görülen, değişken olan ve hatta nominal türler arasında örtüşen setal karakterleri temel alan *Nais* cinsinde mevcut olan karmaşayı çözümlenektir. Bu kapsamda, *Nais* cinsi içinde yer alan *N. communis* / *variabilis* morfortipindeki varyasyonların habitat çeşitliliğine bağlı bir ekofenotipik farklılaşma mı yoksa izolasyona bağlı çeşitlenmeler neticesinde aynı türün populasyonları

arasında bir genetik varyasyon mu olduğunun ortaya konması amaçlanmıştır. Morfolojik ve moleküler çalışmalar neticesinde Anadolu Diyagonalı aracılığıyla coğrafik izolasyona maruz kalan Afrin Çayı'nda tespit edilen bireyler *N. communis* / *variabilis* morfortipi olarak teşhis edilmiş ve Türkiye'deki diğer tüm türlerden tamamen farklı kladda yer almaktadır. Böylelikle bu farklılığa coğrafik izolasyonun yol açtığı kanısına varılabilir. Aynı zamanda Afrin Çayı'ndan elde edilen *Nais* türlerinin türleşme mekanizması başlamış morfolojide gözle görülebilecek düzeyde farklılaşmalar meydana gelmiştir. Moleküler verilerde de farklılıklar mevcut; fakat net olarak söylenebilmesi adına çalışma kapsamında kullanılan mitokondriyal gen bölgelerine nükleer gen bölgelerinin de (ITS gibi) eklenerek moleküler dizi verilerinin çoğaltılarak kapsamın genişletilmesi gerekliliğine ihtiyaç vardır. Bir başka görüş ise Afrin Çayı'nda belirlenen bu metapopulasyonun daha yakın tarihli (yaklaşık 50-60 milyon yıl önce) coğrafik izolasyona maruz kaldığını göstermektedir.

Morfolojik tayin anahtarında dorsal demetlerde yer alan iğne setaların morfolojisi birbirinden tamamen farklı olan *N. barbata* (basit dişlenme) ve *N. elinguis* (bifid dişli) örneklerinin *16S* rDNA ve *COI* gen dizilerine dayalı oluşturulan Bayesian ve Maksimum Olasılık analizlerinde aynı kladda yer alması bu mitokondriyal gen bölgelerinin Türkiye'de tespit edilen *Nais* morfortiplerini ayırmada yeterli olmadığını açık bir göstergesidir.

Tez çalışması kapsamında, Türkiye'de kaydı verilen *Nais* cinsine ait türlerden *Nais alpina* ve *N. simplex* haricinde tüm türler elde edilmiştir. Bu türlerden özellikle teşhis anahtarında ayırt edilmesinde güçlük çekilen, kriptik türlerin varlığından şüphe duyulan morfortiplere odaklanılmıştır. *Nais* cinsine ait örneklerin morfolojik teşhisler ile tür seviyesine kadar indirilemeyen morfortipleri ile gerçekleştirilen moleküler analizler sonucunda; morfortiplerin tür sınırlarının belirlenmesinde *16S* rDNA ve *COI* gen bölgelerinin yetersiz kaldığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle ileriki çalışmalarda daha fazla gen bölgesinin dahil edildiği çalışmalar ile *Nais* cinsinde belirlenen morfortiplerin ayırt edilmesi sağlanabilir. Ayrıca cins içinde yer alan kriptik türlerin durumu ortaya konulabilir ve cinsin teşhis anahtarında revizyon yapılması gerekliliği giderilebilir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akbulut, M., Çelik, E.Ş., Odabaşı, D.A., Kaya, H., Selvi, K. vd., 2009, Seasonal distribution and composition of benthic macroinvertebrate communities in Menderes Creek, Çanakkale, Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 18,11a, 2136-2145.
- Apakupakul, K., Siddall, M.E., Bureson, E.M., 1999, Higher level relationships of leeches (Annelida: Clitellata: Euhirudinea) based on morphology and gene sequences, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 12, 350-359.
- Aras, S., Fındık, O., 2016, The aquatic oligochaetes (Annelida: Clitellata) of eight lakes in the Aşağı Fırat River Basin (Lower Euphrates, Turkey), *Biologia*, 71,1, 38-43.
- Arnason, U., Gullberg, A., Widegren, B., 1991, The complete nucleotide sequence of the mitochondrial DNA of the Fin Whale, *Balaenoptera physalus*, *Journal of Molecular Evolution*, 33, 556-568.
- Arslan, N., 2006, Littoral fauna of Oligochaeta (Annelida) of Lake Eğirdir (Isparta), *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23,3-4, 315-319.
- Arslan, N., Ahıska, S., 2007, Manyas Gölü Oligochaeta (Annelida) faunasının taksonomik açıdan belirlenmesine yönelik bir ön araştırma, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5,5-8, 278-285.
- Arslan, N., İlhan, S., 2010, Distribution and abundance of Oligochaeta (Annelida) species and environmental variables of Porsuk Stream (Sakarya River, Turkey), *Review of Hydrobiology*, 3,1, 51-63.
- Arslan, N., Mercan, D., 2020, The aquatic oligochaete fauna of Lake Çıldır, Ardahan-Kars, Turkey, including an updated checklist of freshwater annelids known to occur in the country, *Zoosymposia*, 17, 53-76.
- Arslan, N., Şahin, Y., 2006, A preliminary study on the identification of the littoral Oligochaete (Annelida) and Chironomidae (Diptera) fauna of Lake Kovada, a national park in Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 30, 67-72.
- Arslan, N., Şahin, Y., 2004, First records of some Naididae (Oligochaeta) species for Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 28, 7-18.
- Arslan, N., İlhan, S., Şahin, Y., Filik, C., Yılmaz, V. vd., 2007b, Diversity of invertebrate fauna in littoral of shallow Musaözü Dam Lake in comparison with environmental parameters, *Journal of Applied Biological Sciences*, 1,3, 67-75.
- Arslan, N., Kara, D., Akkan Kökçü, C., Rüzgar, M., 2014, Aquatic Oligochaeta (Annelida) of Dam Lakes Çatören and Kunduzlar (Turkey), *Zoosymposia*, 9, 70-76.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Arslan, N., Kökmen Aras, S., Mercan, D., 2018, An indigenous species, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) (Mollusca, Bivalvia), as an invader in Lake Büyük Akgöl, Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research, 20.2, "The Wetlands Diversity", 39-50.
- Arslan, N., Salur, A., Kalyoncu, H., Mercan, D., Barışık, B. vd., 2016, The use of BMWP and ASPT indices for evaluation of water quality according to macroinvertebrates in Küçük Menderes River (Turkey), *Biologia*, 71,1, 49-57.
- Arslan, N., Timm, T., Erséus, C., 2007a, Aquatic Oligochaeta (Annelida) of Balıkdamı wetland (Turkey), with description of two new species of Phalloporilinae, *Biologia*, 62,3, 323-334.
- Avise, J.C., Shapira, J.F., Daniel, S.W., Aquadro, C.F., Lansman, R.A., 1983, Mitochondrial DNA differentiation during the speciation process in *Peromyscus*, *Molecular Biology and Evolution*, 1, 38-56.
- Avise, J.C., 1994, *Molecular markers, natural history, and evolution*, New York, Chapman & Hall, p525.
- Avise, J.C., 2004, *Molecular markers, natural history, and evolution*, Sinauer, Sunderland, MA, p684.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Yıldız, S., 2004, Oligochaeta and Aphanoneura (Annelida) fauna of the Gediz Delta (Menemen-İzmir), *Turkish Journal of Zoology*, 28, 183-197.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A. vd., 2006, Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk, İzmir) aşağı havzasındaki kirliliğin makro bentik omurgasızlar kullanılarak saptanması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23,1-2, 61-65.
- Ball, S.L., Armstrong, K.F., 2006, DNA barcodes for insect pest identification: a test case with tussock moths (Lepidoptera: Lymantriidae), *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 337-350.
- Bartlett, S.E., Davidson, W.S., 1991, Identification of *Thunnus* Tuna species by the polymerase chain reaction and direct sequence analysis of their mitochondrial cytochrome b genes, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48, 309-317.
- Beauchamp, K.A., Kathman, R.D., McDowell, T.S., Hedrick, R.P., 2001, Molecular phylogeny of tubificid oligochaetes with special emphasis on *Tubifex tubifex* (Tubificidae), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19, 216-224.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Bely, A.E., Weisblat, D.A., 2006, Lessons from leeches: a call for DNA barcoding in the lab, *Evolution and Development*, 8, 491-501.
- Bely, A.E., Wray, G.A., 2004, Molecular phylogeny of naidid worms (Annelida: Clitellata) based on cytochrome oxidase I, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30, 50-63.
- Bely, A.E., 1999, Decoupling of fission and regenerative capabilities in an asexual oligochaete, *Hydrobiologia*, 406, 243-251.
- Bely, A.E., Wray, G.A., 2001, Evolution of regeneration and fission in annelids: insights from engrailed- and orthodenticle-class gene expression, *Development*, 128, 2781-2791.
- Bickford, D., Lohman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K., Meier, R. vd., 2007, Cryptic species as a window on diversity and conservation, *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 148-155.
- Bilgin, R., 2011, Back to the suture: the distribution of intraspecific genetic diversity in and around Anatolia, *International Journal of Molecular Sciences*, 12, 4080-4103.
- Brinkhurst, R.O., 1966, A contribution towards a revision of the aquatic Oligochaeta of Africa, *Zoologica Africana*, 2, 131-166.
- Brinkhurst, R.O., 1971, A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta, Ambleside, Freshwater Biological Association, Scientific publication No. 22.
- Brinkhurst, R.O., Jamieson, B.G.M., 1971, Aquatic Oligochaeta of the world, Universtiy of Toronto, p860.
- Brinkhurst, R.O., 1994, Evolutionary relationships within the Clitellata: an update, *Megadrilogica*, 5, 109-112.
- Brinkhurst, R.O., Coates, K.A., 1985, The genus *Paranais* (Oligochaeta: Naididae) in North America, *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 98, 303-313.
- Caterino, M.S., Cho, S., Sperling, F.A.H., 2000, The current state of insect molecular systematics: A thriving tower of babel, *Annual Review of Entomology*, 45, 1-5.
- Cavazza, W., Wezel, F.C., 2003, The Mediterranean region- A geological primer, *Episodes* 26, 160-168.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Chapman, P.M., Brinkhurst, R.O., 1987, Hair today, gone tomorrow: induced chaetal changes in tubificid oligochaetes, *Hydrobiologia*, 155, 45-55.
- Chekanovskaya, O.V., 1962, *Vodnye Maloshchetinkovye Chervy Fauny SSSR* [Aquatic Oligochaeta of the USSR], Akademiya Nauk SSSR Publishers, Moscow & Leningrad, p411.
- Chen, Y., 1940, Taxonomy and faunal relations of the limnetic Oligochaeta of China. contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, Nanking, China, 14, 1-132.
- Cheng, I.J., Levinton, J.S., McCartney, M., Martinez, D., Weissburg, M.J., 1993, A bioassay approach to seasonal variation in the nutritional value of sediment. *Marine Ecology Progress Series*, 94, 275-285.
- Christensen, B., Theisen, B.F., 1998, Phylogenetic status of the family Naididae (Oligochaeta, Annelida) as inferred from DNA analyses, *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 36, 169-172.
- Clarridge, J.E., 2004, Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases, *Clinical Microbiology*, 17, 4, 840-862.
- Clement, M., Posada, D., Crandall, K., 2000, TCS: a computer program to estimate gene genealogies, *Molecular Ecology*, 9, 1657-1659.
- Collado, R., Schmelz, R.M., 2000, *Pristina silvicola* and *Pristina terrena* spp. nov., two new soil-dwelling species of Naididae (Oligochaeta, Annelida) from the tropical rain forest near Manaus, Brazil, with comments on the genus *Pristinella*, *Journal of Zoology*, 251,4, 509-516.
- Conservation International, Hotspots (2014, January). Retrieved on January 18, 2017 from [http://www.conservation.org/where/priority\\_areas/hotspots/](http://www.conservation.org/where/priority_areas/hotspots/)
- Conservation International. "Conservation International: Hotspots". Erişim tarihi 07 Şubat 2017. <http://www.conservation.org/how/pages/hotspots.aspx>
- Cox, A.J., Hebert, P.D.N., 2001, Colonization, extinction and phylogeographic patterning in a freshwater crustacean, *Molecular Ecology*, 10, 371-386.



### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çamur Elipek, B., Arslan, N., Kırgız, T., Öterler, B., 2006, Benthic macrofauna in Tunca River (Turkey) and their relationships with environmental variables, *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 34, 360-366.
- Çamur Elipek, B., Arslan, N., Kırgız, T., Öterler, B., Güher, H. vd., 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.
- Çapraz, S., Arslan, N., 2005, The Oligochaeta (Annelida) fauna of Aksu Stream (Antalya), *Turkish Journal of Zoology*, 29, 229-236.
- Çıplak, B., Heller, K.G., Demirsoy, A., 2002, Review and key to species of *Platycleis* from Turkey (Orthoptera: Tettigoniidae) with descriptions of *Yalvaciana* subgen. n., *P. salmani* sp. n. and *P. melendisensis* sp. n., *Journal of Natural History*, 36, 197-236.
- Çıplak, B., 2003, Distribution of Tettigoniinae (Orthoptera, Tettigoniidae) bush-crickets in Turkey: the importance of the Anatolian Taurus Mountains in biodiversity and implications for conservation, *Biodiversity and Conservation*, 12, 47-64.
- Dağlı, M., 2008, Kınacık Deresi ve Afrin Çayı'nın balık faunası (Kilis, Türkiye), *Journal of FisheriesSciences.com*, 2, 4, 632-638.
- Dasmahapatra, K.K., Elias, M., Hill, R.I., Hoffman, J.I., Mallet, J., 2010, Mitochondrial DNA barcoding detects some species that are real, and some that are not, *Molecular Ecology Resources*, 10, 264-273.
- Dayrat, B., 2005, Towards integrative taxonomy, *Biological Journal of Linnean Society*, 85, 3, 407-415.
- de Carvalho, M.R., Bockmann, F.A., Amorim, D.S., Brandão, C.R.F., 2008, Systematics must embrace comparative biology and evolution, not speed and automation, *Evolutionary Biology*, 35, 150-157.
- De Lattin, G., 1967, *Grundriss der Zoogeographie*, Veb Gustav-Fischer Verlag, Jena, Germany.
- Dehorne, L., 1916, Les Naidimorphes et leur reproduction asexuée. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 56, 25-157.
- de Queiroz, K., 2007, Species concepts and species delimitation, *Systematic Biology*, 56, 879-886.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Demirsoy, A., 2002, Genel zoocoğrafya ve Türkiye zoocoğrafyası “Hayvan coğrafyası”, Meteksan, Ankara, s1007.
- Drummond, A.J., Suchard, M.A., Xie, D., Rambaut, A., 2012, Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7, *Molecular Biology and Evolution*, 29, 1969-1973.
- Dupuis, J.R., Roe, A.D., Sperling, F.A.H., 2012, Multi-locus species delimitation in closely related animals and fungi: One marker is not enough, *Molecular Ecology*, 21, 4422-4436.
- Dzwillo, M., Grimm, R., 1974, A new African Naididae *Rhopalonais africana*, gen nov. sp. nov., *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 71, 87-94.
- Edgar, R.C., 2004, MUSCLE, Multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput, *Nucleic Acids Research*, 32, 1792-1797.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., Lise, Y., 2006, Türkiye'nin önemli doğa alanları, *Doğa Derneği*, Ankara.
- Elissen, H.J.H., Peeters, E.T.H.M., Buys B.R., Klapwijk, A., Rulkens, W., 2008, Population dynamics of free-swimming Annelida in four Dutch wastewater treatment plants in relation to process characteristics, *Hydrobiologia*, 605, 131-142.
- Elissen, H.J., Hendrickx, T.L., Temmink, H., Buisman, C.J., 2006, A new reactor concept for sludge reduction using aquatic worms, *Water Research*, 40, 3713-3718.
- Envall, I., Gustavsson, L.M., Erséus, C., 2012, Genetic and chaetal variation in *Nais* worms (Annelida, Clitellata, Naididae), *Zoological Journal of the Linnean Society*, 165, 495-520.
- Envall, I., Källersjö, M., Erséus, C., 2006, Molecular evidence for the non-monophyletic status of Naidinae (Annelida, Clitellata, Tubificidae), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 40, 570-584.
- Erséus, C., Källersjö, M., Ekman, M., Hovmöller, R., 2002, 18S rDNA phylogeny of the Tubificidae (Clitellata) and its constituent taxa: dismissal of the Naididae, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 22, 414-422.
- Erséus, C., Gustafsson, D., 2009, Cryptic speciation in clitellate model organisms, In: Shain D, ed. *Annelids in modern biology*, Hoboken, N.J., John Wiley and Sons, 31-46.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Erséus, C., Wetzel, M.J., Gustavsson, L., 2008, ICZN rules-a farewell to Tubificidae (Annelida, Clitellata), *Zootaxa*, 1744, 66-68.
- Erséus, C., 1987, Phylogenetic analysis of the aquatic Oligochaeta under the principle of parsimony, *Hydrobiologia*, 155, 75-89.
- Erséus, C., 1990, Cladistic analysis of the subfamilies within the Tubificidae (Oligochaeta). *Zoologica Scripta*, 19, 57-63.
- Erséus, C., Envall, I., De Wit, P., Gustavsson, L.M., 2017, Molecular data reveal a tropical freshwater origin of Naidinae (Annelida, Clitellata, Naididae), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 115, 115-127.
- Erséus, C., Prestegard, T., Källersjö, M., 2000, Phylogenetic analysis of Tubificidae (Annelida, Clitellata) based on 18S rDNA sequences, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 15, 381-389.
- Fındık, O., Aras, S., 2016, Aquatic oligochaetes (Annelida: Clitellata) of seven lakes in the Ceyhan River basin (Turkey), *Biologia*, 71,1, 44-48.
- Fındık, Ö., Akın, E., Aras, S., 2019, Damsa Baraj Gölü (Nevşehir, Türkiye) Oligochaeta faunası ve bazı fizikokimyasal parametrelerle ilişkisi, *Acta Aquatica Turcica*, 15,4, 448-457.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R., 1994, DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates, *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3,5, 294-299.
- Freeman, S., Herron, J.C., 2007, *Evrimsel Analiz*, Çeviri Editörleri: Battal Çıplak, Hasan Başbüyük, Süphan Karaytuğ, İslam Gündüz, 2. Baskı, Palme Yayıncılık.
- Giani, N., Sambugar, B., Rodriguez, P., Martinez-Ansemil, E., 2001, Oligochaetes in southern European groundwater: new records and an overview, *Hydrobiologia*, 463, 65-74.
- Goto, S.G., Kimura, M.T., 2001, Phylogenetic utility of mitochondrial COI and nuclear Gpdh genes in *Drosophila*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 18,3, 404-422.
- Gustafsson, D.R., Price, D.A., Erséus, C., 2009, Genetic variation in the popular lab worm *Lumbriculus variegatus* (Annelida: Clitellata: Lumbriculidae) reveals cryptic speciation, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 51, 182-189.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Gür, H., 2017, Anadolu diyagonalı: Bir biyocoğrafi sınırın anatomisi, *Kebikeç*, 43, 177-188.
- Hajibabaei, M., Singer, G.A., Hebert, P.D., Hickey, D.A., 2007, DNA barcoding: How it complements taxonomy, molecular phylogenetics and population genetics, *Trends in Genetics*, 23, 167-172.
- Hebert, P.D.N., Penton, E.H., Burns, J.M., Janzen, D.H., Hallwachs, W., 2004, 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., Ratnasingham, S., de Waard, J.R., 2003b, Barcoding animal life: Cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270, 96-99.
- Hewitt, G.M., 1996, Some genetic consequence of ice ages, and their role in diverging and speciation, *Biological Journal of the Linnean Society*, 58, 247-276.
- Hewitt, G.M., 2000, The genetic legacy of the Quaternary ice ages, *Nature*, 405, 907-913.
- Hiltunen, J.K., Klemm, D.J., 1980, A guide to the Naididae (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) of North America, Cincinnati, OH: Environmental Monitoring and Support Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency.
- Hoy, M.A., 2003, *Insect molecular genetics, an introduction to principles and applications*, 2nd Edition, Academic Press, USA.
- Hrabě, S., 1981, Vodní Máloštětinatci (Oligochaeta) Československa, *Acta Universitatis Carolinae Biologica*, 9, 1-166.
- Hwang, U.W., Ve Kim, W., 1999, General properties and phylogenetic utilities of nuclear ribosomal DNA and mitochondrial DNA commonly used in molecular systematics, *The Korean Journal of Parasitology*, 37,4, 215-228.
- James, S.W., Porco, D., Decaëns, T., Richard, B., Rougerie, R. vd., 2010, DNA barcoding reveals cryptic diversity in *Lumbricus terrestris* L., 1758 (Clitellata): resurrection of *L. herculeus* (Savigny, 1826), *PLoS ONE*, 5,12, e15629.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Janzen, D.H., Hajibabaei, M., Burns, J.M., Hallwachs, W., Remigio, E. vd., 2005, Wedding biodiversity inventory of a large and complex Lepidoptera fauna with DNA barcoding, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, 1835-1845.
- Ji, Y.-J., Zhang, D.X. and He, L.J., 2003, Evolutionary conservation and versatility of a new set of primers for amplifying the ribosomal internal transcribed spacer regions in insects and other invertebrates, *Molecular Ecology Notes*, 3, 581–585.
- Johnson, S.B., Waren, A., Vrijenhoek, R.C., 2008, DNA barcoding of *Lepetodrilus limpets* reveals cryptic species, *Journal of Shellfish Research*, 27,1, 43-51.
- Jörger, K.M., Schrödl, M., 2013, How to describe a cryptic species? Practical challenges of molecular taxonomy, *Frontiers in Zoology*, 10, 59.
- Kanca, D., 2011, Sparidae (Perciformes, Actinopterygii) türlerinde mitokondriyal genom evrimi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kasprzak, K., 1973, *Nais christinae* sp. n., a new species of Naididae (Oligochaeta) found in Poland, *Bulletin del'Académie polonaise des Science, Classe II. Série des sciences biologiques* 21, 535-539.
- Kasprzak, K., 1981, *Skaposzczety Wodne, I*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, p226.
- Kathman, R.D., Brinkhurst, R.O., 1998, *Guide to the freshwater Oligochaetes of North America*, College Grove, TN: Aquatic Resources Center.
- Kieneke, A., Arbizu, P.M.M., Fontaneto, D., 2012, Spatially structured populations with a low level of cryptic diversity in European marine Gastrotricha, *Molecular Ecology*, 21,5, 1239-1254.
- King, R.A., Tibble, A.L., Symondson, W.O.C., 2008, Opening a can of worms: unprecedented sympatric cryptic diversity within British lumbricid earthworms, *Molecular Ecology*, 17, 4684-4698.
- Kocher, T.D., Stepien, C.A., 1997, *Molecular systematics of the fishes, molecules and morphology in studies of fish evolution içinde 1-9*, California: Academic Press.
- Kocher, T.D., Thomas, W.K., Meyer, A., Edwards, S.V., Pääbo, S. vd., 1989, Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86, 6196-6200.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kochzius, M., Nölte, M., Weber, H., Silkenbeumer, N., Hjörleifsdottir, S., Hreggvidsson, G.O., Marteinson, V., Kappel, K., Planes, S., Tinti, F., Magoulas, A., Vazquez, E.G., Turan, C., Hervet, C., Falguera, D.C., Antoniou, A., Landi M. ve Blohm, D., 2008, DNA microarrays for identifying fishes, *Marine Biotechnology*, 10, 207-217.
- Kodandaramaiah, U., Simonsen, T.J., Bromilow, S., Wahlberg, N., Sperling, F., 2013, Deceptive single-locus taxonomy and phylogeography: Wolbachia-associated divergence in mitochondrial DNA is not reflected in morphology and nuclear markers in a butterfly species, *Ecology and Evolution*, 3, 5167-5176.
- Korkmaz, E.M., Budak, M., Başıbüyük, H.H., 2011, Utilization of cytochrome oxidase I in *Cephus pygmeus* (L.) (Hymenoptera: Cephidae), *Turkish Journal of Biology*, 35, 713-726.
- Kosel, V., 1976. Bratislavia, new genus for *Pristina elegans* (Oligochaeta: Naididae), *Biologia (Bratislava)*, 31, 105-108.
- Kosswig, C., 1955, Zoogeography of the Near East. *Systematic Zoology*, 4, 49-73.
- Koşal Şahin, S., Yıldız, S., 2011, Species distribution of oligochaetes related to environmental parameters in Lake Sapanca (Marmara Region, Turkey), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11,3, 359-366.
- Kökmen, S., Arslan, N., Filik, C., Yılmaz, V., 2007, Zoobenthos of Lake Uluabat, a Ramsar site in Turkey, and their relationship with environmental variables, *Clean*, 35,3, 266-274.
- Kumar, P., Mina, U., 2018, Biodiversity, Chapter 2, 55-78.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., Tamura, K., 2018, MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms, *Molecular Biology and Evolution*, 35, 1547-1549.
- Kvist, S., Sarkar, I.N., Erséus, C., 2010, Genetic variation and phylogeny of the cosmopolitan marine genus *Tubificoides* (Annelida: Clitellata: Naididae: Tubificinae), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 57, 687-702.
- Lasserre, P., 1975, Clitellata, In: Giese, A.C., Pearse, J.S. (Eds.), *Reproduction of Marine Invertebrates*, Vol. 3: Annelids and Echiurans, Academic Press, New York.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Lastoçkin, D.A., 1924, New and rare Copepoda and Oligochaeta from Central Russia, Bull. Inst. Hydrol. Russ. Leningrad, 9.
- Leaché, A.D., Fujita, M.K., 2010, Bayesian species delimitation in West African forest geckos (*Hemidactylus fasciatus*). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 277, 3071-3077.
- Liu, Y.K., Fend, S.V., Martinsson, S., Erséus, C., 2017, Extensive cryptic diversity in the cosmopolitan sludge worm *Limnodrilus hoffmeisteri* (Clitellata, Naididae), Organisms Diversity and Evolution, 17, 477-495.
- Loden, M.S., Harman, W.J., 1980, Ecophenotypic variation in setae of Naididae (Oligochaeta), In: Brinkhurst, R.O., Cook, D.G., eds. Aquatic oligochaete biology, New York: Plenum Press, 33-39.
- Löhlein, B., 1996, Seasonal dynamics of aufwuchs Naididae (Oligochaeta) on *Phragmites australis* in a eutrophic lake, Hydrobiologia, 334, 115-123.
- Lukhtanov, V.A., 2019, Species delimitation and analysis of cryptic species diversity in the XXI century, Entomological Review, 4, 463-472.
- Lunt, D.H., Zhang, D.X., Szymura, J.M., Hewitt, G.M., 1996, The insect cytochrome oxidase I gene: Evolutionary patterns and conserved primers for phylogenetic studies, Insect Molecular Biology, 5, 153-165.
- Mallet, J., Willmott, K., 2003, "Taxonomy: Renaissance or tower of babel?", Trends in Ecology and Evolution, 18, 57-59.
- Mallo, D., Posada, D., 2016, Multilocus inference of species trees and DNA barcoding, Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences, 371, 20150335.
- Martin, P., Aït Boughrous, A., 2012, Guide taxonomique des oligoche`tes aquatiques du Maghreb, Abc Taxa 12, Belgian national focal point to the global taxonomy initiative, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, p186.
- Martin, P., 2001, On the origin of the Hirudinea and the demise of the Oligochaeta, Proceedings of the Royal Society London B, 268, 1089-1098.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Martin, P., Kaygorodova, I., Sherbakov, D.Yu., Verheyen, E., 2000, Rapidly evolving lineages impede the resolution of phylogenetic relationships among Clitellata (Annelida), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 15, 355-368.
- Martin, P., Martinez-Ansemil, E., Pinder, A., Timm, T., Wetzel, M.J., 2016, December 15, World checklist of freshwater Oligochaeta species. World Wide Web electronic publication.
- Martin, P., Martinez-Ansemil, E., Pinder, A., Timm, T., Wetzel, M., 2008, Global diversity of Oligochaetous Clitellates (“Oligochaeta”; Clitellata) in freshwater, *Hydrobiologia*, 595, 117-127.
- Martinsson, S., Erséus, C., 2014, Cryptic diversity in the well-studied terrestrial worm *Cognettia sphagnetorum* (Clitellata: Enchytraeidae), *Pedobiologia*, 57, 27-35.
- Martinsson, S., Erséus, C., 2017, Cryptic diversity in supposedly species-poor genera of Enchytraeidae (Annelida: Clitellata), *Zoological Journal of the Linnean Society*, 184,4, 749-762.
- Martinsson, S., Rhodén, C., Erséus, C., 2017, Barcoding gap, but no support for cryptic speciation in the earthworm *Aporrectodea longa* (Clitellata: Lumbricidae), *Mitochondrial DNA*, 28, 147-155.
- McElhone, M.J., 1978, A population study of littoral dwelling Naididae (Oligochaeta) in a shallow mesotrophic lake in North Wales, *Journal of Animal Ecology*, 47, 625-626.
- Moritz, C., Dowling, T.E., Brown, W.M., 1987, Evolution of animal mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematics, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18, 269-292.
- Moubayed, Z., Giani, N., Martínez-Ansemil, E., 1987, Distribution of aquatic Oligochaeta and Aphanoneura in the Near East, In: *Beihefte zum Tübinger Atlas des Vorderen Orients*, ser. A, L. Reichert Pub., Wiesbaden 28, 80-90.
- Myers, N., 1988. Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests, *Environmentalist*, 8, 187-208.
- Myers, N., 1990. The biodiversity challenge: expanded hotspots analysis, *Environmentalist*, 10, 243-256.



### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nemec, A.F.L., Brinkhurst, R.O., 1987, A comparison of methodological approaches to the subfamilial classification of the Naididae (Oligochaeta). *Canadian Journal of Zoology*, 65, 691-707.
- Nygren, A., 2013, Cryptic polychaete diversity: a review. *Zoologica Scripta*, 43, 172-183.
- Öntürk, T., Arslan, N., 2003, A preliminary study for the determination on the Oligochaeta and Chironomidae fauna of Gümüş Stream (Mardin–Kızıltepe). In: XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2–5 September, Elazığ, Turkey, p. 131.
- Özbek, M., Taşdemir, A., Yıldız, S., 2016, Adıgüzel Baraj Gölü (Denizli-Türkiye)'nün bentik makroomurgasızları, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33,3, 259-263.
- Padial, J.M., Miralles, A., De la Riva, I., Vences, M., 2010, The integrative future of taxonomy. *Frontiers in Zoology*, 7, 16.
- Palumbi, S., 1996, Nucleic acids II: the polymerase chain reaction. In: Hillis DM, Moritz C, Mable BK, eds. *Molecular systematics*, Sunderland, MA: Sinauer Associates, 205-247.
- Piguet, E., 1906, Observations sur les Naïdidées et revision systématique de quelques espèces de cette famille, *Revue suisse de Zoologie*, 14, 185-315.
- Polatdemir Arslan, N., Şahin, Y., 2003, Nine new Naididae (Oligochaeta) species for Sakarya River, Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 27, 27-38.
- Puillandre, N., Cruaud, C., Kantor, Y.I. 2010, Cryptic species in *Gemmuloborsonia* (Gastropoda: Conoidea), *Journal of Molluscan Studies*, 76, 11-23.
- Puillandre, N., Lambert, A., Brouillet, S., Achaz, G., 2011. ABGD, AutomaticBarcode Gap Discovery for primary species delimitation, *Molecular Ecology*, 21, 8, 1864-77.
- Rambaut, A., Drummond, A. J., 2007, Tracer v.1.5, <http://beast.bio.ed.ac.uk/Tracer>.
- Ratnasingham, S., Hebert, P.D.N., 2007, BOLD: the barcode of life data system ([www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)), *Molecular Ecology Notes*, 7, 355-364.
- Roe, A.D., Sperling, F.A.H., 2007, Patterns of evolution of mitochondrial cytochrome c oxidase I and II DNA and implications for DNA barcoding, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 44, 325-345.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Ronquist, F., Teslenko, M., Van der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., Huelsenbeck, J. P., 2012, MrBayes 3.2, Efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space, *Systematic Biology*, 61, 539-542.
- Rögl, F., 1999, Mediterranean and Paratethys paleogeography during the Oligocene and Miocene, In: Agusti J., Rook L. and Andrews P. (eds), *Hominoid Evolution and Climatic Change in Europe: The Evolution of the Neogene Terrestrial Ecosystems in Europe Vol. 1*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 8-22.
- Römbke, J., Aira, M., Backeljau, T., Breugelmans, K., Domínguez, J. vd., 2016, DNA barcoding of earthworms (*Eisenia fetida/ andrei* complex) from 28 ecotoxicological test laboratories, *Applied Soil Ecology*, 104, 3-11.
- Rubinoff, D., Holland, B.S., 2005, Between two extremes: mitochondrial DNA is neither the Panacea nor the nemesis of phylogenetic and taxonomic inference, *Systematic Biology*, 54, 952-961.
- Schlick-Steiner, B.C., Steiner, F.M., Seifert, B., Stauffer, C., Christian, E. vd., 2010, Integrative taxonomy: a multisource approach to exploring biodiversity, *Annual Review of Entomology*, 55, 421-438.
- Schmelz, R.M., Collado, R., 2010, A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae (Oligochaeta), *Soil Organisms*, 82, 1-176.
- Schroeder, P.C., Hermans, C.O., 1975, Annelida: Polychaeta, In: Giese, A.C., Pearse, J.S. (Eds.), *Reproduction of Marine Invertebrates*, Vol. 3: Annelids and Echiurans, Academic Press, New York.
- Semernoy, V.P., 2004, *Oligochaeta of Lake Baikal*, Nauka, Novosibirsk, p527.
- Siddall, M.E., Trontelj, P., Utevsky, S.Y., Nkamany, M., Macdonald, K.S., 2007, Diverse molecular data demonstrate that commercially available medicinal leeches are not *Hirudo medicinalis*, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274, 1481-1487.
- Siddall, M.E., Apakupakul, K., Burreson, E.M., Coates, K.A., Erséus, C. vd., 2001, Validating Livanow: molecular data agree that leeches, branchiobdellidans, and *Acanthobdella peledina* form a monophyletic group of oligochaetes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 21, 346-351.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Siddall, M.E., Bureson, E.M., 1998, Phylogeny of leeches (Hirudinea) based on mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9, 156-162.
- Silva-Brandão, K.L., Lyra, M.L., Freitas, A.V.L., 2009, Barcoding Lepidoptera: current situations and perspectives on the usefulness of a contentious technique, *Neotropical Entomology*, 38, 441-451.
- Silvestro, D., Michalak, I., 2012, RaxmlGUI, A graphical front-end for RAxML, *Organisms Diversity and Evolution*, 12, 335-337.
- Sites, J.W., Marshall, J.C., 2003, Delimiting species: a renaissance issue in systematic biology, *TRENDS in Ecology and Evolution*, 18, 462-470.
- Sjölin, E., Erséus, C., Källersjö, M., 2005, Phylogeny of Tubificidae (Annelida, Clitellata) based on mitochondrial and nuclear sequence data, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 35, 431-441.
- Sokolskaja, N.L., 1964, The new species and subspecies in family Naididae (Oligochaeta) from brackish reservoir in Kamchatka and south Sakhalin, *Byulleten Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody*, 69, 57-64.
- Sokolskaya, N.L., 1962, New data on the Naididae (Oligochaeta) from Lake Baikal, *Zoologicheskii zhurnal*, 41, 660.
- Sperber, C., 1948, A taxonomical study of the Naididae, *Zoologiska bidrag från Uppsala*, band 28, Uppsala.
- Sperber, C., 1952, A guide for the determination of European Naididae, *Zoologiska bidrag från Uppsala*, band 29, Uppsala.
- Sperber, C., 1958, Über einige Naididae aus Europa, Asien und Madagaskar, *Archiv für Zoologie*, 12, 45-53.
- Stamatakis, A., Hoover, P., Rougemont, J., 2008, A rapid bootstrap algorithm for the RAxML web-servers, *Systematic Biology*, 75, 758-771.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Steininger, F.F., Rögl, F., 1985, Paleogeography and palinspastic reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys, In: Dixon J.E. and Robertson A.H.F. (eds), The Geological Evolution of Eastern Mediterranean, The Geological Society, Blackwell Scientific, Oxford, UK, 659–668.
- Stephenson, J., 1930, The Oligochaeta, Clarendon Press, Oxford.
- Sunnucks, P., Hales, D.F., 1996, Numerous transposed sequences of mitochondrial cytochrome oxidase I-II in aphids of the genus Sitobion (Hemiptera: Aphididae), *Molecular Biology and Evolution*, 13, 510-524.
- Taş Divrik, M., Kırgız, T., 2018, Macrobenthic fauna of the Meriç River (Turkish Thrace): Composition of the community as related to water quality, *Hidrobiológica*, 28,3, 277-285.
- Taş, M., Çamur-Elipek, B., Kırgız, T., Arslan, N., Yıldız, S., 2012, The aquatic and semi-aquatic Oligochaeta fauna of Turkish Thrace Region, *Journal of Fisheries.science.com*, 6,1, 26-31.
- Taş, M., Kırgız, T., Arslan, N., 2011, Dynamics of Oligochaeta fauna in Sazlıdere Stream (Edirne, Turkey) with relation to environmental factors, *Acta zoologica bulgarica*, 63,2, 179-185.
- Taş, M., Kırgız, T., Arslan, N., Çamur-Elipek, B., Güher, H., 2008, Çorlu Deresi'nin (Tekirdağ) Oligochaeta faunası ve bazı fizikokimyasal özelliklerinin zamana bağlı değişimi, *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 25,4, 253-257.
- Tautz, D., Arctander, P., Minelli, A., Thomas, R.H., Vogler, A.P., 2003, A plea for DNA taxonomy, *TRENDS in Ecology and Evolution*, 18, 70-74.
- Tchernov, E., 1992, The Afro-Arabian component in the Levantine mammalian fauna-a short biogeographical review, *Israel Journal of Zoology*, 38, 155-192.
- Timm, T., 1999, A guide to the Estonian Annelida, *Naturalist's handbook 1*, Tallinn: Estonian Academy Publishers.
- Timm, T., Martin, P., 2015, Clitellata: Oligochaeta. Chapter 21, Pages 529-549 in: J.H. Thorp and D. Christopher Rogers (eds.), *Thorp and Covich's Freshwater invertebrates, Volume I: Ecology and General Biology*, Academic Press, Elsevier, Waltham, MA, USA.
- Timm, T., 2009, A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe, *Lauterbornia*, 66, 1-235.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Trebitz, A.S., Hoffman, J.C., Grant, G.W., Billehus, T.M., Pilgrim, E.M., 2015, Potential for DNA-based identification of Great Lakes fauna: Match and mismatch between taxa inventories and DNA barcode libraries, *Scientific Reports*, 5, 12162.
- Tulchinsky, A., Norenburg, J., Turbeville, J., 2012, Phylogeography of the marine interstitial nemertean *Ototyphlonemertes parmula* (Nemertea, Hoplonemertea) reveals cryptic diversity and high dispersal potential, *Marine Biology*, 159,3, 661-674.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Sarı, H.M., Mis, D., Aygen, C. vd., 2008, Uludağ (Bursa)'daki buzul gölleri ve akarsularının faunası, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25,4, 295-299.
- Vaillant, L., 1890. *Histoire naturelle des Annélés marins et d'eau douce*, 3. Paris.
- van Duinen, G.A., Timm, T., Smolders, A.J.P., Brock, A.M.T., Verberk, W.C.E.P. vd., 2006, Differential response of aquatic oligochaete species to increased nutrient availability-a comparative study between Estonian and Dutch raised bogs, *Hydrobiologia*, 564, 143-155.
- Verdonschot, P.F.M., 2006, Beyond masses and blooms: the indicative value of oligochaetes, *Hydrobiologia*, 564, 127-142.
- Vivien, R., Wyler, S., Lafont, M., Pawlowski, J., 2015, Molecular barcoding of aquatic oligochaetes: Implications for biomonitoring, *PLoS ONE*, 10,4, e0125485.
- Vivien, R., Holzmann, M., Werner, I., Pawlowski, J., Lafont, M., Ferrari, B.J.D., 2017, Cytochrome c oxidase barcodes for aquatic oligochaete identification: development of a Swiss reference database, *PeerJ*, 5, 4122.
- Vogler, A.P., Monaghan, M.T., 2006, Recent advances in DNA taxonomy, *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 45, 1-10.
- Wang, H.Z., Cui, Y.D., 2007, On the studies of microdrile Oligochaeta and Aeolosomatidae (Annelida) in China: brief history and species checklist, *Acta Hydrobiologica Sinica*, 31, 87-98.
- Wares, J.P., Cunningham, C.W., 2001, Phylogeography and historical ecology of the North Atlantic intertidal, *Evolution*, 12, 2455-2469.
- Weigert, A., Bleidorn, C., 2016, Current status of annelid phylogeny, *Organisms Diversity & Evolution*, 16,2, 345-362.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S., Taylor, J.W., 1990, Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds. PCR Protocols: a guide to methods and applications, London: Academic Press, 315-322.
- Wiens, J.J., 2007, Species delimitation: new approaches for discovering diversity, *Systematic Biology*, 56, 875-878.
- Will, K.W., Mishler, B.D., Wheeler, Q.D., 2005, The perils of DNA barcoding and the need for integrative taxonomy, *Systematic Biology*, 54, 844-851.
- Wilson, E.O., 1992, *The diversity of life*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Wilson, E.O., 2003, The encyclopedia of life, *TRENDS in Ecology and Evolution*, 18, 77-80.
- Yeates, D.K., Seago, A., Nelson, L., Cameron, S.L., Joseph, L. vd., 2011, Integrative taxonomy, or iterative taxonomy?, *Systematic Entomology*, 36, 209-217.
- Yıldız, S., Ahıska, S., 2010, *Nais stolci* Hrabě, 1981: a new oligochaete (Annelida: Clitellata: Naididae) species for Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 34,4, 547-549.
- Yıldız, S., Balık, S., 2005, The Oligochaeta (Annelida) fauna of the inland waters in the Lake District (Turkey), *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22,1-2, 165-172.
- Yıldız, S., Balık, S., 2010, *Nais christinae* Kasprzak, 1973, an Oligochaeta species new for Turkey, *Zoology in the Middle East*, 50, 151-152.
- Yıldız, S., Ustaoglu, M.R., 2016, Denizli'deki dağ göllerinin Oligochaeta (Annelida) faunası üzerine gözlemler, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33,2, 89-96.
- Yıldız, S., Özbek, M., Taşdemir, A., Balık, S., 2010, Identification of predominant environmental factors structuring benthic macroinvertebrate communities: A case study in the Küçük Menderes coastal wetland (Turkey), *Fresenius Environmental Bulletin*, 19,1, 30-36.
- Yıldız, S., Özbek, M., Ustaoglu, M.R., Sömek, H., 2012, Distribution of aquatic Oligochaetes (Annelida: Clitellata) of high elevation lakes in the Eastern Black Sea Range of Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 36,1, 59-74.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Yıldız, S., Taşdemir, A., Balık, S., Ustaoglu, M.R., 2008a, Kemer Baraj Gölü'nün (Aydın) makrobentik (Oligochaeta, Chironomidae) faunası, *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2,3, 457-465.
- Yıldız, S., Ustaoglu, M.R., Balık, S., 2007, The Oligochaeta (Annelida) fauna of Yuvarlak stream (Köyceğiz-Turkey), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7,1, 1-6.
- Yıldız, S., Ustaoglu, M.R., Balık, S., Sarı, H.M., 2008b, Contributions to the knowledge of Oligochaeta (Annelida) fauna of some lakes in the West Black Sea Region (Turkey), *Journal of the Black Sea-Mediterranean Environment*, 14,3, 193-204.
- Zeybek, M., Ahıska, S., Yıldız, S., 2016, A preliminary taxonomical investigation on the Oligochaeta (Annelida) fauna of Tigris River (Turkey), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33,1, 47-53.
- Zhang, Jiajie, Kapli, P., Pavlidis, P., Stamatakis, A. 2013, A General Species Delimitation Method with Applications to Phylogenetic Placements, *Bioinformatics (Oxford, England)*, 29, 22, 2869-2876.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı-Soyadı:** Deniz MERCAN

**Doğum yeri ve tarihi:** Trabzon / Merkez – 02.08.1988

**Medeni hali:** Evli

**E-posta:** deniss-kara@hotmail.com

### Eğitim bilgileri

**Lisans:** (2005-2010) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta.

**Yüksek lisans:** (2011-2014) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilimdalı, Eskişehir.

**Doktora:** (2014-2020) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilimdalı, Eskişehir.

**Yabancı dil:** İngilizce (ileri düzey)

### İş Tecrübesi

**2011 - 2011:** Araştırma görevlisi. Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ordu.

**2011 - ...:** Araştırma görevlisi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir.