

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ TRICHOPTERA (INSECTA)
FAUNASI ÜZERİNE SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ İLE İLİŞKİLİ
OLARAK EKOLOJİK ARAŞTIRMALAR**

**ECOLOGICAL RESEARCHES ON TRICHOPTERA
(INSECTA) FAUNA OF EASTERN BLACK SEA REGION IN
RELATION TO WATER FRAMEWORK DIRECTIVE**

PINAR EKİNGEN ABDİK

PROF. DR. NİLGÜN KAZANCI

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

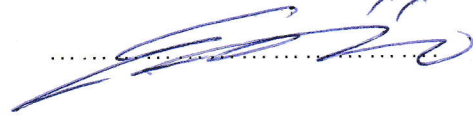
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2017

Pınar EKİNGEN ABDİK'in hazırladığı “**Doğu Karadeniz Bölgesi Trichoptera (Insecta) Faunası Üzerine Su Çerçeve Direktifi İle İlişkili Olarak Ekolojik Araştırmalar**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

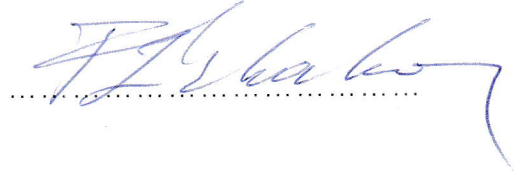
Prof. Dr. Ertunç GÜNDÜZ
Başkan



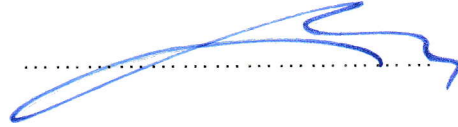
Prof. Dr. Nilgün KAZANCI
Danışman



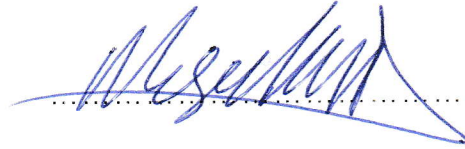
Prof. Dr. Füsün ERK'AKAN
Üye



Prof. Dr. Sönmez GİRGİN
Üye



Prof. Dr. Muzaffer DÜGEL
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- Tezimin 25/04/2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

25 / 04 / 2017



Pinar EKİNGEN ABDİK

Babama...

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

18/04/2017



Pınar EKİNGEN ABDİK

ÖZET

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ TRICHOPTERA (INSECTA) FAUNASI ÜZERİNE SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ İLE İLİŞKİLİ OLARAK EKOLOJİK ARAŞTIRMALAR

Pınar EKİNGEN ABDİK

Doktora, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nilgün KAZANCI

Nisan 2017, xi+115 sayfa

Su Çerçeve Direktifi kapsamında, sucul ekosistemlerin habitat kalite durumunu anlayabilmek için referans istasyonların belirlenmesi ve referans istasyonlarla, aynı tipe sahip istasyonlar arasında karşılaştırma yapılması gerekmektedir. Yapılan karşılaştırmada, istasyonlarda bulunan tür kompozisyonu, çeşitliliği kullanılabileceği gibi, habitat üzerine etkilerin belirlenebileceği işlevsel özellikler de kullanılabilir. Bu çalışmada, sucul ekosistemde bulunan canlıların taksonomik çeşitliliği yerine işlevsel çeşitliliği kullanılmıştır. İşlevsel çeşitliliğin değerlendirilmesinde beslenme davranışları kullanılmış, bentik makroomurgasız grubu olarak da Trichoptera takımı kullanılmıştır.

Trichoptera takımı, sucul ekosistemlerde farklı ekolojik isteklere sahip birçok tür içeren bir gruptur. Bu özelliği sayesinde, akarsu ekosistemlerinde su ve habitat kalitesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Trichoptera takımına ait larvaların ağız salgıları sayesinde kendilerine yarattıkları yeni nişler, bu larvaların,

sucul ekosistemlerde gözlenen neredeyse bütün beslenme davranışlarını kullanmalarını sağlamıştır.

Bu tez çalışması kapsamında 2008, 2009 ve 2011 yıllarında Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Giresun, Trabzon ve Rize illerinde bulunan 5 akarsu üzerinde 66 istasyon seçilmiştir. Bu istasyonlardan toplanan, 5375 Trichoptera larvası cins düzeyinde teşhis edilmiş ve örneklerin 13 familya ve 22 cinse ait olduğu belirlenmiştir.

Cinslerin, buldukları habitat ile ilişkisinin anlaşılabilmesi için iki ayrı çok değişkenli analiz uygulanmıştır. İlkinde, 66 istasyonda bulunan cinslerin bollukları ile 10 adet bağımsız değişken (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, akarsu genişliği, kenar orman varlığı, kıyı bitkilenme yüzdesi, dip yapısındaki çakıl yüzdesi, dip yapısındaki kum yüzdesi, yükseklik ve çözünmüş oksijen) ile değerlendirilmiştir. İkinci analizde ise, yalnızca 44 istasyonda ölçülen bağımsız değişkenler de dahil edilerek 11 bağımsız değişkenle (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, nitrat ve nitrit azotu, magnezyum sertliği, çinko, bakır, iki değerlikli demir, nikel ve akıntı hızı) 22 cinsin ilişkisi incelenmiştir.

Nehir Devamlılık Kavramı'nın Türkiye'de uygulanabilirliğini test etmek için Trichoptera larvalarının beslenme davranışları üzerinden istasyonlarda kullanılan beslenme oranları hesaplanmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsuların ağaç sınırının yukarisından kaynaklanması sebebiyle Nehir Devamlılık Kavramı'nda model olarak kullanılan ormanlık alandan kaynaklanan akarsudaki beslenme grubu oranlarından farklı örüntüler gözlenmiştir. Parçalayıcı beslenen larvaların yükseklikten bağımsız olarak kıyı ormanları ile ilişkili olduğu, kazıyıcı beslenme davranışı gösteren larvaların, akarsuyun aşağı bölgelerinde, gölgelenmenin yok olduğu bölgelerde baskın olması beklenirken, Doğu Karadeniz Bölgesi akarsularında, ağaç sınırının yukarisında baskın oldukları belirlenmiştir. Akarsu kenarında bulunan kıyı ormanlarının, Trichoptera larvalarının dağılımında büyük etkisi olduğu gözlenmiştir.

Tür seviyesinde teşhisin zor olduğu bazı gruplarla çalışılırken, fauna elemanları bilinmeyen bölgelerde çalışılırken veya zaman, emek ve para kaybının azaltılmasının amaçlandığı durumlarda işlevsel çeşitliliğin kullanılmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Trichoptera, larva, Nehir Devamlılık Kavramı, Su Çerçeve Direktifi, habitat, işlevsel beslenme grupları, işlevsel çeşitlilik, biyolojik çeşitlilik, biyoçeşitlilik sıcak noktası

ABSTRACT

ECOLOGICAL RESEARCHES ON TRICHOPTERA (INSECTA) FAUNA OF EASTERN BLACK SEA REGION IN RELATION TO WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

Pınar EKİNGEN ABDİK

Doctor of Philosophy, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Nilgün KAZANCI

April 2017, xi+115 pages

Within the scope of Water Framework Directive, reference conditions have to be determined and compared with stations of the same type to understand habitat quality condition of aquatic ecosystems. Functional characteristics can be used for comparison as well as species composition, richness. In this study, instead of taxonomic diversity of organisms in aquatic ecosystems, functional diversity of them was used. Feeding behavior was used to determine functional diversity and order Trichoptera was used as benthic macroinvertebrate.

Order Trichoptera includes lots of species with different ecological requirements in aquatic ecosystems. Because of this feature, order Trichoptera is widely used in water and habitat quality studies in stream ecosystems. Trichoptera larvae use their mouth secretions and they can create new niches, so they use almost all feeding behaviors observed in aquatic ecosystems.

In this study, 66 stations were determined in 5 streams located in Giresun, Trabzon and Rize in Eastern Black Sea Region in 2008, 2009 and 2011. 5375 Trichoptera

larvae collected from the stations were identified at genus level, and 13 family and 22 genera were determined.

Two multivariate analysis were applied to understand relationship between genera and their habitats. The abundance of genera were assessed with 10 independent variables (temperature, pH, electrical conductivity, stream width, riparian forest, percentage of riparian vegetation, percentage of gravel and sand, altitude and dissolved oxygen) in first analysis. The relationship between 22 genera and 11 independent variables (temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, nitrogen of nitrate and nitrite, magnesium hardness, zinc, copper, ferrous iron, nickel and stream velocity) were analyzed in second analysis.

The feeding ratios are calculated over the feeding behaviors of Trichoptera larvae to test the applicability of the River Continuum Concept in Turkey. Due to the fact that streams in the Eastern Black Sea Region originated from the upper part of tree line, different patterns were observed. It was determined that predator larvae were independent of altitude and that they were related to forests along the streams. Scraper larvae were predicted to be predominate in the lower regions of the river and in the regions where the shadows had disappeared, but it was dominant above the tree line in the Eastern Black Sea Region streams. It has been observed that riverside forests nearby the stream are a major factor that influence the distribution of the Trichoptera larvae.

It may be useful to use functional diversity when working with some groups that are difficult to identify at species level, where fauna elements are unknown, or when it is intended to reduce the loss of time, labor and money.

Keywords: Trichoptera, larvae, River Continuum Concept, Water Framework Directive, habitat, functional feeding group, functional diversity, biological diversity, biodiversity hotspot

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren, tez çalışmamın planlanması ve uygulanmasında her tür yardımı sağlayan değerli hocam, tez danışmanım Prof. Dr. Nilgün Kazancı'ya teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde yer alan ve tez çalışmam boyunca katkılarını esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Sönmez Girgin ve Prof. Dr. Muzaffer Dügel'e; tez çalışmamın değerlendirilmesinde harcadıkları zaman ve emek için değerli hocalarım Prof. Dr. Füsün Erk'akan ve Prof. Dr. Ertunç Gündüz'e teşekkür ederim.

Çalışma arkadaşlarım Dr. Özge Başören, Dr. Gencer Türkmen, Hüseyin Ali Bolat ve Tolga Tugaytimur'a arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki destekleri için teşekkür ederim.

Trichoptera larva çizimini yaparak bana hediye eden ve tez içinde kullanmamı sağlayan sevgili arkadaşım Dr. Golshan Zare'ye teşekkür ederim.

Başta babam Feyzi Ekingen olmak üzere bana her konuda destek olan bütün aileme teşekkür ederim.

Yeğenlerim Elif Esirgen, Efe Esirgen ve Barış Tümer'e bana kattıkları enerji ve neşe için teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve tez çalışmamı huzur içinde tamamlamamı sağlayan eşim Aykut Abdik'e sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Trichoptera Kirby, 1813	1
1.1.1. Trichoptera Takımının Genel Morfolojik Özellikleri	3
1.1.2. Trichoptera Takımının Evrimi	5
1.1.3. Trichoptera Takımının Biyocoğrafyası	10
1.1.4. Trichoptera Takımının Habitatı, Beslenme İlişkileri ve Evcik	11
1.1.5. Nehir Devamlılık Kavramı, İşlevsel Beslenme Grupları ve Trichoptera	17
1.1.6. Trichoptera Takımının Çevresel Değişkenlerle İlişkisi	23
1.1.7. Su Çerçeve Direktifi	25
2. GEREÇ VE YÖNTEM	30
2.1. Çalışma Alanı	30
2.2. Biyolojik Örneklerin Toplanması ve Teşhisi	32
2.3. Fizikokimyasal Verilerin Toplanması	33
2.4. Cinslerin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi	33
2.5. İstatistiksel Analizler	35
3. BULGULAR	38
3.1. Çevresel veri ve cins verisi	38
3.1.1. Aksu Deresi	39

3.1.2. Değirmendere	47
3.1.3. Fırtına Deresi	53
3.1.4. İyidere	60
3.1.5. Solaklı Deresi.....	73
3.2. CCA sınıflandırması	79
3.3. Kümeleme analizi.....	84
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	86
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ	115

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Trichoptera larvası	4
Şekil 1.2 Trichoptera filogenetik ağacı.....	9
Şekil 1.3 Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera takımlarına ait cinslerin trofik kategorileri.....	13
Şekil 1.4 Nehir Devamlılık Kavramı'nda akarsu boyunca beslenme tiplerindeki değişimlerin gösterimi.....	19
Şekil 2.1 Doğu Karadeniz Havzası ve çalışılan akarsular	31
Şekil 3.1 Kanonik Uyum Analizi-I'e (CCA-I) dahil edilen fizikokimyasal değişkenlerin kutu grafikleri	76
Şekil 3.2 Nitrat azotu, nitrit azotu ve ortofosfat fosforu kutu grafikleri	77
Şekil 3.3 Cu, Zn, Fe+2, Ni, Mg sertliği ve akıntı hızı için kutu grafikleri	78
Şekil 3.4 Havzalarda bulunan Trichoptera cins, çeşitlilik ve birey sayıları kutu grafikleri.....	78
Şekil 3.5 On bağımsız değişken ve 22 cinsin bolluğunun dahil edildiği Kanonik Uyum Analizi (CCA-I)	80
Şekil 3.6 Onbir bağımsız değişken ve 22 cinsin bolluğunun dahil edildiği Kanonik Uyum Analizi (CCA-II)	82
Şekil 3.7 İstasyonlarda yer alan işlevsel beslenme grup yüzdelerine göre kümeleme grafiği	85

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1 Cinslerin beslenme durumları (onluk sisteme göre)	34
Tablo 3.1 Çalışma istasyonlarında bulunan Trichoptera takımına ait cinsler.....	38
Tablo 3.2 Aksu Deresi istasyonlarında bulunan cinsler	39
Tablo 3.3 Değirmende üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler.....	47
Tablo 3.4 Fırtına Deresi üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler	53
Tablo 3.5 İyidere üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler	60
Tablo 3.6 Solaklı Deresi üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler	73
Tablo 3.7 Ondört bağımsız değişkenin birbirleriyle ilişkisi (Pearson).....	79
Tablo 3.8 Kanonik Uyum Analizi sonuçları (CCA-I)	81
Tablo 3.9 Kanonik Uyum Analizi sonuçları (CCA-II)	83

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C: Santrigrat derece

Kısaltmalar

NDK Nehir Devamlılık Kavramı

SÇD Su Çerçeve Direktifi

m: metre

m/sn: metre/saniye

mg/l: miligram/litre

µS/cm: mikroSimens/santimetre

1. GİRİŞ

1.1. Trichoptera Kirby, 1813

Günümüzde 14548 tür, 616 cins ve 49 familya ile temsil edilen Trichoptera takımı; fosil 685 tür, 125 cins ve 12 familyayı da kapsamaktadır [1]. Ancak tanımlanmayı bekleyen birçok tür olduğu düşünülmekte ve Trichoptera dünya faunasının en az 50000 civarında türden oluştuğu tahmin edilmektedir [2]. Antarktika kıtası dışında bütün kıtalarda yayılış gösteren bu takıma [3] ait ilk bireyler, önceleri, Neuroptera takımı içinde sınıflandırılırken, Trichoptera takım ismi, 1813 yılında İngiliz doğabilimci Williams Kirby tarafından verilmiştir [4, 5].

Yunanca kökenli *trichos* (kıl) ve *pteron* (kanat) kelimelerinden oluşan Trichoptera ismi, bu takım içinde yer alan ergin bireylerin kanatlarında bulunan ince kılları işaret eder. İngilizcede yaygın olarak kullanılan “caddisfly” kelimesinin kökeninin ise larvaların evcik yapma özelliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir [4, 5]. William Shakespeare’in 1611 Kış Masalı (Winter’s Tale) adlı eserinde “cadysses” kelimesini, pamuk veya ipek materyali ifade etmek için kullanımı, Trichoptera larvalarının ipek salgısı ile ilişkilendirilmiş olabilir. Kıyafetine, sergilemek amacıyla satılık eşya tutturan kişilere söylenen “caddice men” kelimesi, Trichoptera larvalarının evcik yapmak için materyalleri birbirine bağlaması ile ilişkilendirilerek kullanılmış ve bu canlıların yaygın kullanılan ismi için ilham kaynağı olmuş olabilir [4, 5].

Holometabol olan (tam başkalaşım geçiren) bu takımın erginleri karasal ortamda yaşarken larva ve pupaları genellikle sucul habitatlarda yaşar [6]. Larvalar, soğuk kaynak suları, akarsular, nehirler, gölcükler, bataklıklar, geçici göletler, göllerin kıyı bölgesinden dip bölgelerine kadar her tip tatlısu habitatında yaşar. Tatlısu sistemlerinde enerji ve besinlerin trofik seviyeler boyunca taşınmasına katkıda bulunurlar [7]. Bu sebeple tatlısu ekosistemlerinde önemli bir role sahiplerdir.

Ürettikleri ipek salgısını kullanarak yaptıkları çeşitli tiplerdeki evcikler ve larvanın içine çekilebildiği yapılar Trichoptera larvalarının kendilerine ekolojik fırsatlar yaratmalarını sağlamış ve Trichoptera takımının çeşitliliğinin artmasına neden olmuştur [8]. Trichoptera takımının morfoloji, beslenme ve davranış açısından çeşitliliğinin fazla olması ise bu takımı, akarsuların yapısı ile ilgili çalışmalarda tek başına kullanılabilir bir grup haline getirmiştir [9]. Su kalitesi değerlendirme

çalışmalarında, sucul böcekler yaygın olarak kullanılmakta ancak, Trichoptera larvaları bu çalışmaların temelini oluşturmaktadır [10].

Trichoptera türlerinde larva evresinin uzunluğu 2 ay ile 2 sene arasında değişirken [7], pupa evresi ılıman iklimlerde yaklaşık 3 hafta [4], ergin evresi ise birkaç haftadan 3 aya kadar sürmektedir. Genellikle univoltin (her yıl tek jenerasyon) hayat döngüsüne sahip olan Trichoptera takımına ait taksonların yanında, bivoltin ve hatta trivoltin hayat döngüsüne sahip taksonlar da bulunmaktadır [7]. Trichoptera takımına ait bazı türlerin erginleri yalnızca akarsu ve vadi boyunca uçarken çok uzun mesafeler katedebilen türler de vardır [11].

Türkiye’de Trichoptera takımı ile ilgili taksonomik çalışmalar McLachlan [12] ile başlamış, Botosaneanu, Hans Malicky ve Füsün Sipahiler [13-17] ile devam etmiştir. Türkiye faunası ile ilgili yapılan çalışmalarda türlerin ergin evreleri kullanılmıştır. Trichoptera takımının “larva ve pupa” evreleri ile ilgili taksonomik çalışmalar Avrupa’da 19. yüzyılın sonlarına doğru başlarken [4], Türkiye’de yakın zamanda başlamıştır ve sınırlı sayıda [18-22].

Türkiye’de şimdiye kadar 449 tür, 32 alttür bulunduğu ve bunların yaklaşık %41’inin endemik olduğu bildirilmiştir [23]. Sipahiler [24], Türkiye’nin, Trichoptera takımı açısından, Akdeniz ülkeleri arasında en yüksek endemizm oranına sahip olduğunu belirtmiştir. Illies [25]’in belirttiği 25 ekobölgede Trichoptera takımının endemik türlerine bakıldığında en yüksek endemizme sahip dört ekobölgeden biri Doğu Karadeniz Bölgesi ile komşu olan Kafkasya Ekobölgesi’dir [26]. Türkiye Avrupa, Kafkasya, İran ve Doğu Akdeniz ile ortak türler paylaşmaktadır [24]. Türkiye’de bulunan türlerin larva evreleri ile ilgili taksonomik ve ekolojik bilgiler daha çok diğer ülkelerde çalışılan bu ortak türlerden elde edilmiştir, endemik olan türlerin çoğunun larva evreleri bilinmemektedir.

Trichoptera takımında tür tanımları, ergin bireyler (çoğunlukla erkek bireyler) kullanılarak yapılırken habitat değerlendirme çalışmalarının türün larva evresi kullanılarak yapılması ve endemik türlerle ilgili larval karakterlerin bilinmiyor olması bu tür çalışmaları sınırlandırmaktadır. Larva evresinde teşhislerinin zor olması nedeniyle böcek türlerinin komünite içindeki ekolojik rollerinin açıklanmasında zorluklar yaşanmakta [7], su kalitesinin değerlendirilmesi için

yapılacak biyolojik izleme çalışmalarında larvaların, tür düzeyinde teşhis edilememesi nedeniyle bu takımın kullanılması engellenmektedir [27].

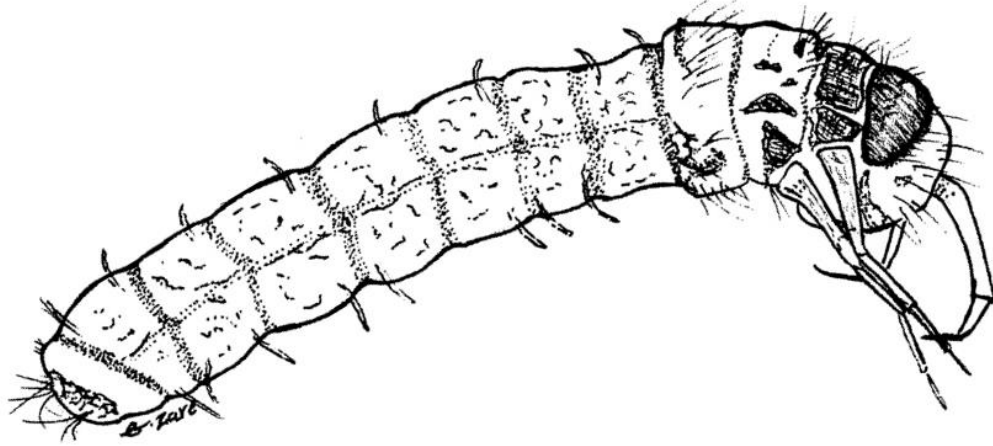
Larva teşhisi ile ilgili bu sıkıntılardan dolayı, hem zaman hem de maddi kayıpları azaltmak için, hem de daha verimli olduğu düşünüldüğünden son zamanlarda, habitat kalitesinin belirlenmesi, ekosistemde değişen durumların tahmin edilmesi için taksonomik çeşitlilik yerine işlevsel çeşitlilik kullanılmaktadır.

Bu çalışmada da insan etkisini olmadığı veya çok az olduğu akarsulardan toplanan Trichoptera takımına ait larvalar cins düzeyinde teşhis edilip işlevsel beslenme gruplarına göre ayrılmış ve işlevsel özellik üzerinden habitat özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, Nehir Devamlılık Kavramı'nda akarsu boyunca işlevsel beslenme gruplarının oransal olarak değişiminin Doğu Karadeniz Bölgesi akarsularına uygulanabilirliği sınanmıştır.

1.1.1. Trichoptera Takımının Genel Morfolojik Özellikleri

Larva. Trichoptera larvaları birbirinden iyi ayırt edilebilen baş, toraks ve abdomen kısımlarından oluşur; toraks ve abdomen birbiri ile kaynaşmamıştır (Şek. 1.1). Protoraks genellikle iyi bir şekilde sertleşmiş bir yapıdayken mezotoraks ve metatorakstaki sertleşmeler türler arası farklılık gösterir. Tüm bu sertleşmeler genellikle güvenilir tanısal karakterlerdir [28]. Baş, toraks ve abdomende yer alan setaların dizilişi de teşhiste kullanılan karakterlerdir [7]. Toraks segmentleri, sertleşmiş yürüme bacaklarını taşır. Abdomen dokuz segmentten oluşur ve son segment anal bacak taşır [28]. Bazı kaynaklarda abdomenin on segmentten oluştuğu, anal bacağın onuncu segmentten türediği belirtilmiştir [29]. Abdominal segmentler genellikle solungaç taşır [30]. Larva, diğer böcek gruplarından, herbiri kıvrılmış terminal tırnak taşıyan bir çift anal proleg (bacak) taşıması ile ayrılır [3]. Anal proleg, yapısal olarak çok çeşitlilik gösterir [31].

Larvanın uzunluğu, 2 ile 60 mm arasında değişir, en küçük larva Hydroptilidae familyasına aitken en büyük larvalar Rhyacophilidae, Stenopsychidae, Phryganeidae ve Limnephilidae familyalarına aittir [28]. Trichoptera larvaları genellikle 5 instar evresine sahiptir [32], ancak bazı türlerin (örneğin *Agapetus fuscipes*) 7 instar evresine sahip olduğu gözlenmiştir [33].



Şekil 1.1 Trichoptera larvası

Bazı larvalar evcik yaparken bazıları su altında ağlar oluştururlar, bazıları ise serbest yaşarlar [30]. İpek salgısı kullanılarak sucul bitki yaprakları, dallar, taşlar veya kumlar birleştirilerek yapılan evcikler enine kesitte kare, yuvarlak, üçgen ve eliptik olabilirken, genel görünüşleri uzun veya kısa; kalın veya ince; düz, sarmal şeklinde veya kıvrılmış olabilir [31]. Yapılan evcikler ve ağ yapıları genellikle familya ve cins düzeyinde ayırtedici [34]. Bazı türlerde evcikler, o tür için tanımlayıcı ve değişmez olabilirken, bazı türlerde eklenen maddeyle ilişkili olarak tür içinde bile bireysel farklılıklar gösterebilmektedir [31].

Evcikli Trichoptera larvalarının hepsi pupa evresine girerken evciklerini sert bir cisme tuttururlar, evciğin açıklıklarını kapatırlar. Evciksiz olanlar ise küçük taş ve ipek salgılarını kullanarak kendilerine pupa kılıfı yaparlar [30, 35].

Pupa. Trichoptera türlerinin pupaları genellikle iyi gelişmiş mandibullara sahiptir. Bu mandibullar, gelişimini tamamladıktan sonra pupa kılıfını yırtmak için kullanılmaktadır [30]. Phryganeidae familyasında ise sertleşmiş pupal mandibullar kaybedilmiştir [36], bu yüzden pupa (pharate), gevşekçe bir araya getirilmiş bitki materyallerinin oluşturduğu anteriyor kısmı iterek kılıftan çıkar [37]. Kılıftan çıkan pupa (pharate) su kenarındaki herhangi bir nesneye tutunur ve ergin döneme geçer [30]. Taşınabilir tüp evciğe sahip larvalar, pupa dönemine girerken larval evciği kullansa da, bazı taksonlar farklı materyallerden yeni evcik yapıp pupa evresini burada geçirirler [37]. Çoğu türün larvası, evciğin anteriyor ve posteriyor kısımlarını su akıntısının pupa ile temas etmesine izin verecek

şekilde ipek salgısı ile kapatır veya geçirgen bir zar ile tamamen çevrelenir, bu sayede pupanın solunumu sağlanır [37].

Ergin. Trichoptera takımına dahil olan türlerin dört kanadı çoğunlukla kıllı olsa da nadiren pul da taşımaktadır, dinlenme durumunda kanatlar abdomen üzerinde çatı gibi durmaktadır [30]. Bazı türler, çarpıcı renklere ve kanat şekillerine sahip olsa da kanat rengi genellikle donuk sarı, gri, kahverengi ve siyah renk aralığında değişir [3, 30]. Erginlerin uzunluğu 3 mm ile 100 mm arasında değişir [3]. Göze çarpan antenleri vardır, bazı türlerde antenler vücudun iki katı kadar olabilir; genellikle iyi gelişmiş maksillar ve labial palplere sahiplerdir [3]. Erginler genellikle beslenmezler, beslenen erginler ise sıvı besin tüketirler [38].

1.1.2. Trichoptera Takımının Evrimi

Günümüzde varlığını sürdüren türlerine bakıldığında, tatlısularda en çok türe sahip ikinci monofiletik hayvan grubu olan Trichoptera takımı [39], Lepidoptera takımı ile birlikte Amphiesmenoptera supertakımı içinde yer alır [40]. Son dönemde fosil kayıtlar ile yapılan çalışmalarda Tarachoptera isminde yeni bir takım daha tanımlanmış ve bu takım da Trichoptera takımının bulunduğu Amphiesmenoptera supertakımı içine dahil edilmiştir [41]. Trichoptera ve Lepidoptera takımlarının atası olan Amphiesmenoptera supertakımı bireylerinin nemli ormanlarda yaşadığı, Trichoptera takımının soğuk kaynak sularına geçerek bu süperordodan çeşitlendiğine dair birçok kanıt gösterilmektedir [4]. Fosil veri kullanılarak yürütülen bir çalışmanın sonuçlara göre, 234 milyon yıl önce (Orta-Geç Trias Dönemi) bu iki takımın birbirinden ayrıldığı düşünülmektedir [39].

Trichoptera takımının erginleri, donuk renkli küçük güvelere benzer [31]. Ağ yapan veya Glossosomatidae familyası gibi “eyer” şeklinde evcik (saddle case maker) yapan larvaların pronotum dışında bütün segmentlerinde üç çift kıl yapısı bulunur ve bu kıllar ilkel güve (Lepidoptera) larvalarının vücutlarındaki kıllarla homologdur [31]. Bu homolog yapılar tüp-eycik yapan larvalarda da bulunur ancak büyük ölçüde değişikliğe uğramıştır [31]. Trichoptera takımının en ilkel formu olduğu düşünülen ağ kuran ve serbest yaşayan Trichoptera larvalarının öne ve arkaya hızlı bir şekilde hareket edebilme özelliği güve larvalarında da gözlenirken tüp-eycik yapan larvalarda gözlenmez [31]. Ağ yapan Trichoptera larvalarının Lepidoptera takımının temel ağ ve pupa yapma davranışını

neredeysi aynen uyguladığı bilinmekte, bu şekilde ağ ve pupa yapma davranışının Trichoptera-Lepidoptera atasından kalıtıldığı ve ağ yapan Trichoptera larvalarının ilkel form olduğu düşünölmektedir [31]. Serbest yaşayan ve ağ yapan larvalardaki serbestçe hareket ettirilebilen anal tırnağın pozisyonunun, güve larvaları ile yakından ilişkili olduğu ve bu yüzden bu yapının da atasal özellik gösterdiği belirtilmektedir [31]. Bazı Trichoptera bireylerinin atası olan canlının larvasında spirakıllar kaybolmuş ve larva kütikular solunum yapmaya başlamış, pupa kokondan çıkabilmek için ilkel ancak güçlü bir mandibul ve dorsalde kısa ve güçlü kancalar geliştirirken, ergin birey sıvıları emebilmek/içebilmek için bir dil geliştirmiştir [34]. Sucul ortama geçişle birlikte oksijenin sudan alınması gerekmiş ve larvada iki çeşit adaptasyon gözlenmiştir. Solungaçlar (parmak şeklinde, tek filamentli, dallı veya grup şeklinde) gelişmiş ve tüp-evciğe sahip olan tüm larvalarda olduğu gibi vücut çevresindeki suyun değişimini sağlayan ritmik dalgalanma hareketi geliştirilmiştir [34].

Trichoptera takımı, ilk defa Kolenati [42] tarafından iki gruba ayrılmıştır. Bu ayırım, aynı canlının erkeğinde bulunan maksillar palpler ile dişide bulunan maksillar palplerin eşit sayıda olup (Aequipalpia) olmamasına (Inaequipalpia) göre yapılmıştır. Daha sonraki ayırım ise Martynov [43] tarafından, maksillar palpustaki son segmentin kullanılması ile yapılmıştır ve Annulipalpia ve Integripalpia olmak üzere iki grup belirlenmiştir.

Larva evresi ile ilgili yapılan çalışmalar arttıkça Trichoptera evrimi ile ilgili yapılan araştırmalarda bu evrenin kullanımını merkezi konuma gelmiştir [34].

Milne and Milne [44] akarsulardaki akıntı hızının, Trichoptera larvalarının filogenisinin anlaşılması için büyük öneme sahip olduğunu öne sürmüştür. Hızlı akıntılı sularda hem evcikli hem de evciksiz familyalar yaşarken durgun sularda, evciksiz familyalara rastlanmadığını belirtmiştir. Aynı yayında, bazı larvalar tarafından yapılan abdomenin dalgalanma hareketinin, ilkel larvalarda bulunan solunuma yardımcı bir özellik olduğu, Trichoptera takımının atalarının karadan sakin sulara geçtiği ve bu atasal formun sucul habitata girmeden hemen önce veya hemen sonra barınak yapma (shelter-making) davranışı geliştirdiği ileri sürölmüştür. Buna göre sakin sularda yaşayan larvalar, besin tercihleri ve solunum ile ilişkili olarak farklı dallar oluşturmuştur. Bir grup, barınağı terk ederek akarsuyun yukarı bölgelerine göç edip aktif olarak diğer canlılar üzerinden

beslenmeye başlarken (Rhyacophilidae), diğerk bir grup yine yukarı bölgelere göç edip beslenmek için suyun akıntısından yararlanacak şekilde ağlar kurmuştur. Başka bir grup ise barınağını, substrattan çıkarıp taşınabilir hale getirmiş ve bitkisel olarak veya leş yiyerek beslenmeye başlamıştır.

Larvaların evcık yapım yöntemlerini inceleyen Hanna [45], evcık yapım davranışının çukur kazma davranışından geliştiğini, bu atasal larvanın oksijen ve besin eksikliğinde yüzeye çıkıp “sabitlenmiş (fixed) tünel” kurduğunu, son aşamada ise kurduğu bu tüneli zeminden ayırıp taşınabilir hale getirdiğini savunmuştur.

Trichoptera takımının morfoloji ve davranışa dayalı ilk modern filogeni hipotezini kuran Ross [34] sabitlenmiş ve içine çekilebilen ağ (fixed retreat) yapımının atasal bir davranış olduğunu, taşınabilir evcık yapımının daha sonradan türediğini belirtmiştir. Ross [34], Trichoptera takımını Annulipalpia ve Integripalpia olmak üzere iki alttakıma ayırmış, bunu yaparken hem ergin hem de larva özelliklerini kullanmıştır. İçine çekilebilecekleri (retreat) ağlar yapan larvalar Annulipalpia alttakımı içinde yer alırken, dokuzuncu abdominal segmentte tergitin bulunduğu diğerk bir dalın Integripalpia alttakımını oluşturduğunu belirtmiştir. Ross [31] evcık yapma davranışının 135 milyon yıl önce erken Kretase döneminde evrildiğini söylemiştir. Trichoptera takımının erken evriminin soğuk akarsularda meydana geldiğini ve ilkel formların hala bu habitatlarda yaşadıklarını belirtmiştir [34].

İlkel Trichoptera larvalarının tüp şeklinde ağlar kurduğu, bu özelliğın Annulipalpia alttakımının atalarından kalıtıldığı ancak, Integripalpia alttakımının atalarında kaybedildiği belirtilmiştir [31, 34]. Integripalpia alttakımının atalarının önce serbest yaşayan larva, daha sonra sırayla eyer şeklinde evcık (saddle-case), cüzdan şeklinde evcık (purse-case) ve en sonunda da tüp şeklinde evcık yapan larvalara evrildiği belirtilmiştir [34]. Bu sebeple ağ yapan ve serbest yaşayan larvalar Trichoptera takımının en ilkel iki grubu olarak gösterilmiştir [31] (Şek. 1.2).

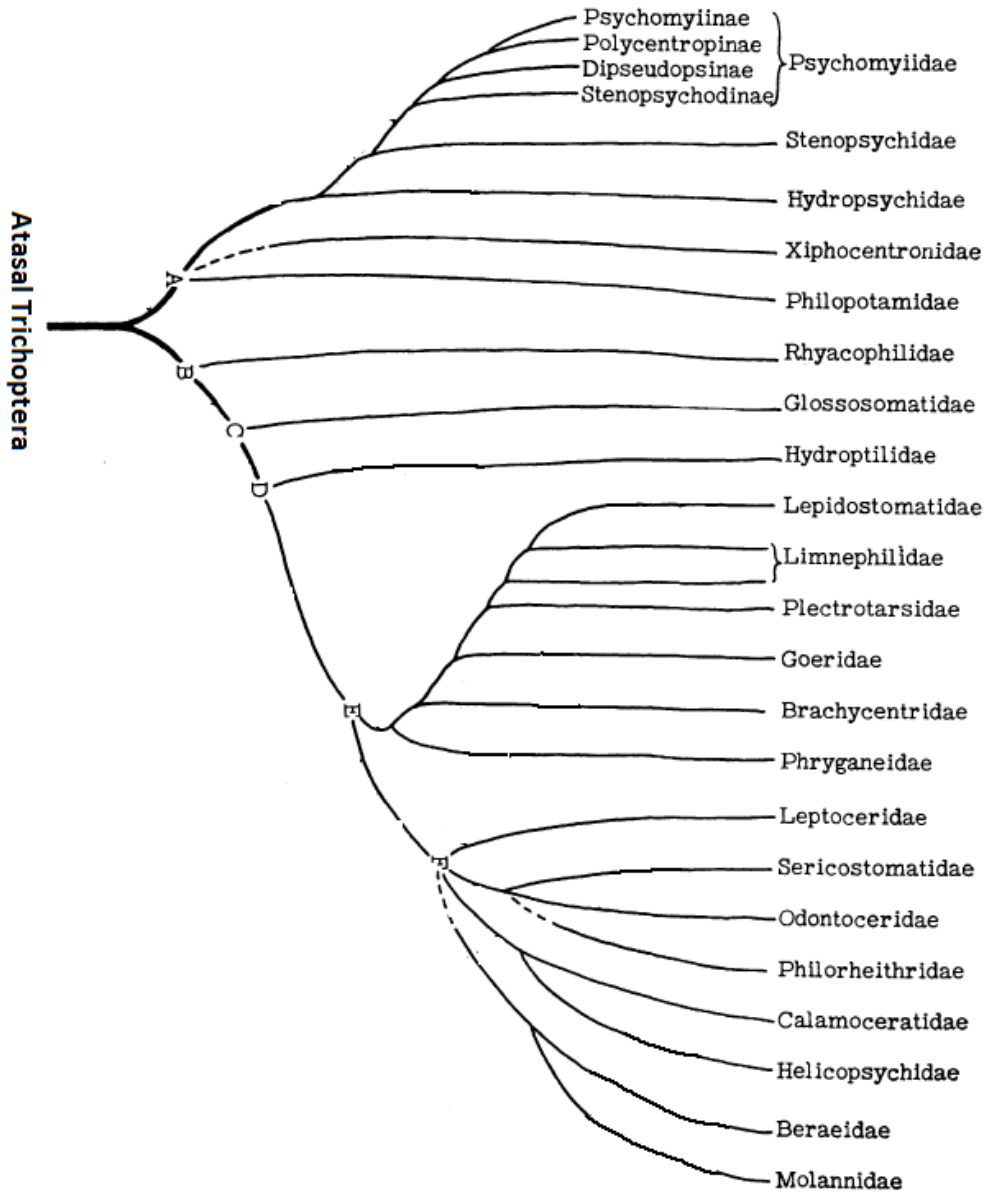
Weaver III ve Morse [46] ise larvaların serbest yaşamaları, ağ kurma veya evcık yapma davranışı göstermelerine ve beslenme alışkanlıklarına göre bu canlıların evrimsel gelişimlerini incelemiştir. Bu araştırmacılar, atasal formun Ross [31]’un savunduğu gibi serbest yaşayan larva olamayacağını, atasal Trichoptera’nın

lentik veya lotik çökeltme habitatlarda tüp içinde yaşayıp detritivor beslendiğini ve bu atasal formdan Integripalpia ve Annulipalpia alttakımlarının evrildiğini, Spicipalpia grubunun (Hydrobiosidae, Rhyacophilidae, Glossosomatidae ve Hydroptilidae familyalarının oluşturduğu bir grup) Curvipalpia grubu ile birlikte Annulipalpia içinde yer aldığını belirtmiştir. Trichoptera takımı larvalarında görülen bütün beslenme tiplerinin atasal özellik olduğu düşünülen detritivor beslenme tipinden evrildiği ve bu yüzden tüp içinde yaşamının atasal özellik olduğu öne sürülmüştür. Bu düşünceyi savunurken evcikli larvaların, evciklerinden çıkarıldığında substratı kazıp ağız salgıları ile bu bölgeyi güçlendirmeleri ile ilgili gözlemlerden [45, 47] ve bu davranışın toprağı delerek içine yerleşen atalarından kalan atasal özellik olduğu ile ilgili değerlendirmelerinden [47] yararlanmıştır.

Wiggins ve Wichard [37]'in pupa yapısını kullanarak öne sürdüğü filogenetik hipoteze göre, yarıgeçirgen kokon yapısı sebebiyle Spicipalpia (Rhyacophilidae, Hydrobiosidae, Glossosomatidae ve Hydroptilidae) grubunun, oksijen alabilmek için soğuk akarsu habitatlarında olmaları gerektiğini ve dar bir ekolojik istekleri olduğunu ileri sürmüştür. Akarsu hızının azaldığı daha ılık sulara ise pupa solunum yapabilmek için delikli kokon yapıları geliştirmiş ve vücudun su tarafından sürekli yıkanarak oksijenlenmesi sağlanmıştır. Böylece Annulipalpia ile Integripalpia alttakımları ortaya çıkmıştır. Bu görüşe göre Spicipalpia, Annulipalpia ve Integripalpia alttakımları gibi bir alttakım olarak kabul edilmiş, Spicipalpia grubu içinde yer alan Rhyacophilidae, Hydrobiosidae ve Glossosomatidae familyalarının en ilkel familyalar olabileceği belirtilmiştir.

Dodds ve Hisaw [48] evcik yapımı ile ortaya çıkan abdominal dalgalanma hareketinin larvaya, oksijen alımında avantaj sağladığını belirtmiştir, ancak Trichoptera larvalarının atasının durgun sulara bulunduğunu daha sonra hızlı akıntılı sulara geçtiğini kaydetmiştir. Wiggins [32] de evcik içindeki larvanın abdominal dalgalanma hareketinin, evciğe giren suyun değişimini sağlayarak solunum etkinliğini arttırdığı görüşüne katılmış ancak yayılım konusunda Dodds ve Hisaw [48]'den farklı olarak, larvaların iyi oksijenlenmiş sulara bulunduğunu, larvaların evcikleri sayesinde bu bölgelere bağımlılığından kurtulup durgun su habitatlarına da uyum sağlayabildiğini belirtmiştir. Wiggins ve Wichard [37] ise pupanın delikli yapıya geçişinin kapalı geçirgen bir pupa yapısından bağımsız

olarak evrildiğini belirtmiştir. Bu durumun, solunum için soğuk ve iyi oksijenlenmiş sulara sahip akarsulara ihtiyaç duyan canlıların daha farklı sıcaklık ve akıntı aralıklarını keşfetmesine olanak sağlayacağını ileri sürmüştür. Wiggins [7], Kuzey Amerika'da bulunan familyaların hepsinin soğuk ve akıntı hızının yüksek olduğu bölgelerde bulunduğunu, sıcaklığın artıp, oksijen miktarının azaldığı daha sıcak ve durgun sularda belirli familyaların bulunmasını, Trichoptera takımının soğuk akıntılı sularda evrimleşmesine kanıt olarak göstermiştir.



Şekil 1.2 Trichoptera filogenetik ağacı [31]

Takımın filogenisi ile ilgili çalışmalarda, bilgisayar teknikleri, moleküler veriler ve ergin erkek bireyler yerine hayat döngüsündeki farklı evreler, fizyoloji, davranış, ekoloji ve tarihsel biyocoğrafya kullanılmaya başlanmıştır [49].

Moleküler teknikler ve morfolojik karakterler kullanarak yapılan bir çalışmada, Ross [34]'un filogeni hipotezine benzerlik gösteren bir sonuç elde edilmiş; monofiletik Annulipalpia alttakımının ağacın tabanında yer aldığı saptanmıştır [40]. Monofiletik Integripalpia alttakımı ile monofiletik durumu kesinlik kazanmamış olan Spicipalpia grubunun aynı kökenden gelen bir yapı oluşturduğu da belirtilmiştir

Spicipalpia grubunun yeri ve monofiletik olup olmaması ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Trichoptera sistematigi çalışmaları, yalnızca monofiletik gruplara resmi sınıflandırmada isim verilmesi ile ilgili eğilim söz konusu olduğu için takım altı basamakların isimlerinin geçerliliği parafiletik ve polifiletik gruplar için tartışma konusudur. Bu durum Spicipalpia grubu için de geçerlidir.

1.1.3.Trichoptera Takımının Biyocoğrafyası

Dünya biotasının yayılımı ve daha sonra çeşitlenmesinde geç Permiyan - erken Trias döneminde levhaların biraraya gelmesi ile Pangea kıtasının oluşumu en önemli olaydır [4]. Permiyan dönemi ve Palaeozoik devrin sonundaki yokoluştan sonra Trias döneminin başında, böceklerin çeşitliliği artarak baskın hale gelmiştir [4]. Jurasik dönemde okyanus, içeri girerek kıtaların kuzeyde Laurasia, güneyde Gondwana olmak üzere birbirinden ayrılmasına neden olmuş, bu ayrım sonucu Pangea kıtası boyunca yayılmış olan bütün canlı organizmalar çeşitlenmeye başlamıştır [4].

Trichoptera takımının Amphiesmenoptera süpertakımı içinde birlikte yer aldığı Lepidoptera takımından Trias döneminde farklılaşmaya başladığı ve Pangea kıtasının ayrılmaya başladığı zaman bazı Trichoptera familyalarının zaten varlığını sürdürdüğü düşünülmektedir [4]. Bu kıtanın ayrılması, Trichoptera takımının yalıtılmasına ve çeşitlenmesine sebep olmuştur [3]. Trichoptera'nın Geç Mezozoik evrimi, bazı güncel familyalar için biocoğrafyayı yansıtmaktadır [38]. Spicipalpia ve Annulipalpia, Pangea ayrılırken hem Laurasia hem de Gondwana'da bulunurken, evcik yapan Integripalpia'nın dağılımına bakıldığında infraorder Plenitentoria'nın genellikle Kuzey yarımkürede, infraorder

Brevitentoria'nın ise genellikle güney yarımkürede bulunduğu görülmektedir [4]. Annulipalpia ve Spicipalpia'nın geniş yayılımına karşı, Integripalpia familyalarının bölgeye özgü olması, Trichoptera'nın erken tarihinin, Pangea kıtasının parçalanmasından etkilendiğini düşündürmektedir [38].

Günümüzde bulunan Trichoptera türlerine bakıldığında yarısından fazlasının Oryantal ve Neotropikal Bölge'de bulunduğu, en yüksek tür sayısının ise Oryantal Bölge'ye ait olduğu görülmektedir [3]. Bu durum, tropikal ekosistemlerin çok sayıda farklı türü desteklediğini ve yokolma oranının bu bölgelerde az olduğunu göstermektedir [3]. Endemizmin yüksek olduğu bölgelerin nem ve yüksek yağış koşullarının görüldüğü tropikal ve dağlık alanlar olduğu belirtilmiştir [3]

Batı Palearktik, Integripalpia alttakımının Limnephilidae, Sericostomatidae ve Beraeidae familyalarından en fazla sayıda türü içeren bölge olduğu belirtilmiştir [3]. Neotropikal Bölge ise Hydroptilidae ve Glossosomatidae familyalarının en çok tür ile temsil edildiği ancak, Rhyacophilidae familyasından hiçbir türün bulunmadığı bölgedir [3]. Rhyacophilidae familyası, Integripalpia alttakımına ait olan Goeridae, Calamoceratidae ve Leptoceridae familyaları ile birlikte Oriental bölgede en yüksek tür sayısı ile temsil edilir [3].

1.1.4. Trichoptera Takımının Habitatu, Beslenme İlişkileri ve Evcik Tipleri

Trichoptera erginleri tamamen karasal iken larva ve pupaları çoğunlukla tatlısulara bulunur [32] ancak larvası karasal [8, 50] ve denizel ortamlara [39] uyum sağlamış olan türler de mevcuttur. Çoğu Trichoptera larvası, soğuk akarsu habitatlarında bulunsa da diğer akarsu ve durgun su habitatlarında da iyi bir şekilde temsil edilirler; soğuk ve sıcak, hızlı ve yavaş, sızıntı halindeki veya geçici sular olmak üzere birçok habitata uyum sağlamışlardır [50].

Trichoptera larvalarının karasal ekosistemle ilişkisi ise üç farklı şekilde sınıflandırılmıştır [51]: (1) tamamen karasal ortamda yaşayan türler, (2) son larval evrede akarsudan karaya geçen ve burada pupa evresine giren türler (3) belirli dönemlerde kuruyan akarsularda, larva dönemini akarsu yatağının yeniden su ile dolmasına kadar yumurtanın jelatinimsi yapısının içinde yaşayan türler. Hatta bazı Trichoptera türlerinin (eg. *Desmona bethula*) ışık yoğunluğu, sıcaklık ve buhar basıncı ile ilişkili olarak beslenmek için karasal ortama göç ettiği, daha sonra akarsu ortamına geri döndüğü bilinmektedir [51].

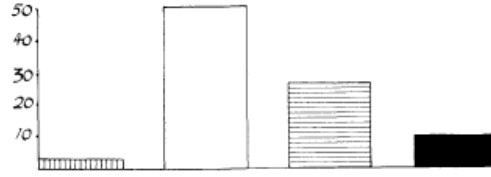
Trichoptera takımının larvaları, en yakın akrabaları olan Lepidoptera larvaları gibi damarlı bitkilerle beslenmediği için tahrip edici böceklerden değildir [32]. Bitki ve hayvanların parçalanmış organik kısımları, algler veya diğer böcek ve omurgasızlar gibi geniş bir aralıkta beslenme çeşitliliğine sahip oldukları için enerji ve besinleri çözünme sürecinden daha yüksek beslenme seviyesine taşırlar [32]. Trichoptera larvaları, birçok balık türünün ve diğer sucul hayvanların besinlerinin önemli bir kısmını oluşturduğu için önemlidir [30].

Larvaların farklı beslenme ve yaşama yöntemleri, lotik habitatlarda farklı nişlerin keşfedilmesini sağlamıştır [7]. Larva ve ergin formlarının farklılık göstermeye başlamasıyla birlikte aynı akarsu içinde yaşayan ve besin için rekabet eden birçok türün ortaya çıkması ile sonuçlanan türleşme meydana gelmiştir [34]. Rekabet, larvaların farklı nişleri işgal etmelerine ve farklı besin elde etme şekilleri geliştirmelerine sebep olmuştur [34].

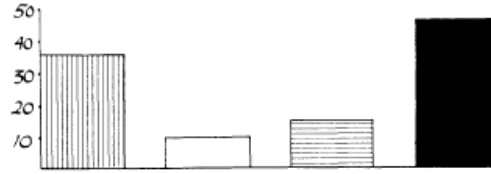
Trichoptera takımı evrim basamaklarında ortaya çıkmadan önce Ephemeroptera, Plecoptera gibi daha eski gruplar akarsulardaki ekolojik nişleri işgal etmişti [4]. Ephemeroptera takımı, daha çok kazıyıcı ve toplayıcı davranışlara sahip taksonlara sahipken Plecoptera takımının çoğunlukla parçalayıcı ve avcı beslenme davranışına sahip grupları içermeleri bu grupların birlikte evrimleştiğini düşündürmektedir [50]. Trichoptera larvaları ise ipek salgısının onlara sağladığı avantajlar sayesinde, sucul ekosistemlerde kullanılan işlevsel beslenme davranışlarından neredeyse hepsini kullanan birçok takson içermektedir [4] (Şek. 1.3).

Trichoptera takımının diğer sucul böcek takımlarından daha fazla tür ve habitat çeşitliliğine ve geniş bir besin tercihinine sahip olmasının sebebi larvalarının ürettiği ipek salgısı ve bu salgıları kullanarak kendilerine uygun ortamlar inşa etmeleridir [8, 50]. Larvalar, labiumun uç tarafından çıkarılan ipek salgısı ve bunun kullanımı ile evcikler, içlerinde yaşayabilecekleri veya besinlerini yakalayabilecekleri ağlar ve pupa evresini geçirebilecekleri kokonlar yaparak yeni ekolojik nişler elde etmişlerdir [4]. İpekten bu şekilde yararlanılması davranışsal evrime yeni bir boyut kazandırmış ve ekolojik çeşitliliklerinde artışı sağlamıştır [7]. İpek salgısı, bu larvaların bentik omurgasızların yaygın olarak kullandığı bütün beslenme yöntemlerini kullanmalarını sağlarken, solunumla ve akıntıya karşı koymakla ilgili yapılar geliştirmelerine de izin vermiştir [50].

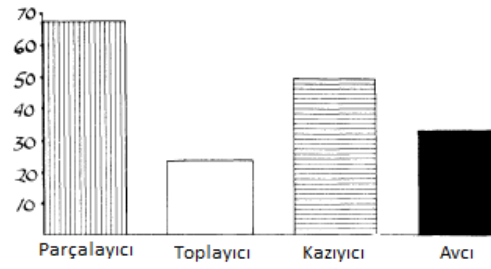
Ephemeroptera



Plecoptera



Trichoptera



Şekil 1.3 Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera takımlarına ait cinslerin trofik kategorileri [50]

Mackay ve Wiggins [8] ipek salgısının üç farklı kullanımının üç farklı yaşam formu oluşturduğunu söylemiştir: (1) ipek salgısını bir yerden bir yere tırmanmak için kullanan ve yalnızca son evrede veya pupa evresinden hemen önce barınak yapan serbest yaşayan larvalar için, (2) yerleşik yaşayan ve besini substrattan doğrudan veya salgısı ile kurduğu yakalama ağından elde eden larvalar için, (3) ipek salgısını kullanarak mineral veya organik maddeler ile kendilerine evcik yapan ve hareketli olan larvalar için. İlk kategorideki serbest yaşayan larvaların hareketine yardımcı olmak için kullanılan ağlar Rhyacophilidae familyasında görülür. Pupa evresinden hemen önce evcik yapan serbest yaşayan larvalara Hydroptilidae familyası örnek olarak verilebilir [31]. İkinci kategorideki, ağa takılan besinlerle beslenenlere örnek olarak Hydropsychidae familyası verilebilir; üçüncü kategoriye ise tüp şeklinde, taşınabilir evcikler yapan Limnephilidae ve

her iki tarafı da açık olan evcikler yapan Glossosomatidae familyası örnek olarak gösterilebilir [31].

Larvalarda gözlenen en belirgin adaptasyonlar ağ ve evcik yapımı, solunum, besin elde edimi ve yüzmedir [34]. Evcik yapan larvalar genellikle bitki üzerinden beslenirken, ağ yapan larvalar akarsuyun yukarı kısmına bakan ağ açıklığı içine akıntı sayesinde dolan materyal ile (alg, bakteri veya döküntü), serbest yaşayan larvalar ise diğer canlı türleri üzerinden avlanarak beslenir [30].

Serbest yaşayan ve tüp-evcik yapan larvalar, alg ve diatomları substrat malzemelerinin üzerinden kazıyarak beslenirler [34]. Limnephilidae familyasından bazı türler, salgıları ile evciklerini bir yere sabitleyerek su sınır katmanında bacakları ile serbest bir şekilde de avlanabilmektedir [8]. Bazı gruptaki (Rhyacophilidae ve *Oecetis*) larvalar ise tamamen avcı olup tatarcık larvaları ve benzer organizmalarla beslenirler [34]. Limnephilidae familyasının parçalayıcı olan larvaları lotik, lentik ve hatta karasal ekosistemleri işgal etmişken, kazıyıcı beslenen larvaları genellikle soğuk lotik habitatlarda bulunmaktadır [50].

Evcik veya içine çekilebilen ağ gibi yapılar güve ve kınkanatlılar gibi grupların larvaları tarafından da yapılmakta ancak, hiçbirinde Trichoptera larvalarının evcikleri kadar çeşitlilik göstermemektedir [7]. Bu yapıların inşasında aerodinamik, denge, yüzerlik, yapısal sağlamlılık, kamuflaj, iç su sirkülasyonu ve dış su direnci gibi birçok problemi çözmek için larvaların temel davranışlar geliştirildiği görülmektedir [7].

Bazı Trichoptera larvaları, evcik yaparken diğer canlı organizmaları veya onların oluşturduğu yapıları da kullanır [52]. Limnephilidae familyasından bir larvanın kendi evciğini yaparken Sericostomatidae familyasından bireylerin evciğini [52], Goeridae familyasından *Silo pallipes* türünün kendi evciğini yaparken ise su akarı [53] kullandığı gözlenmiştir. *Ceraclea* (Leptoceridae) cinsine ait larvaların ise beslendikleri tatlısu süngerlerinin bir parçasını kullanarak evciklerinin dış kısmını kapladıkları görülmüştür [45]. Bazı türler ise (örneğin *Ceraclea senilis*) evcik yaparken yalnızca ipek salgısını kullanır, hiçbir dış madde kullanmaz [45].

İpek salgısı kullanılarak yapılan evciklerin, hem korunma hem de solunumla ilgili olarak larvaya avantaj sağladığı düşünülmektedir. Fox ve Sidney [54], evcik

taşıyan larvaların abdomenin dalgalanma hareketi ile solungaçlarını havalandırdığını, vücudun dalgalanma sıklığının iyi havalandırılmış sularda orta seviyede iken, iyi oksijenlenmemiş sularda daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Ross [34], abdomende bulunan çıkıntılarının (hump) ve kılsı yapıların evcik içinden geçen su akışının etkinliğini arttırdığını belirtmiştir. Wiggins [32] ise evcik içindeki larvanın abdominal dalgalanma hareketi ile evciğe giren suyun değişimini sağlayarak solunum etkinliğini artırması sayesinde larvaların iyi oksijenlenmiş sulara bağımlılıktan kurtulup durgun su habitatlarına da uyum sağladığını öne sürmüştür. Jaag ve Ambühl [55], Limnephilidae familyasından bir cinsin evcikli halinin, evciği uzaklaştırılmış haline göre daha düşük oksijen yoğunluğuna sahip sularda hayatta kalabildiğini keşfetmiştir.

Otto [56], oksijenlenmenin çok olduğu hızlı akan sularda da larvaların enerji harcayarak evcik yaptıklarını, oksijen sıkıntısı olan durgun sularda da evciksiz larvalarının olabildiğini söyleyerek evcik yapımının solunum ile ilişkili olmadığını, evcik yapımının avcı baskısından kaçma yolu olarak geliştirildiğini ileri sürmüştür. Aynı araştırmacı, başka bir yayınında ise akarsularda yaşayan bazı Limnephilidae larvalarının kuraklık zamanlarında, düşük oksijen yoğunluğunda evciklerini terk ettiklerini gözlemlemiştir. Yapraklarla evcik yapan türün mineralli evcik yapan türe göre daha geç evciğini terk ettiğini de gözlemlemiş, bunun yapraklı evciğin su tutabilme kapasitesinden kaynaklandığını belirtmiştir [57].

Williams vd. [58], evciğin solunum için kullanımının bütün türlerde geçerli olmadığını, aksine yapılan deneylerde bazı türlerin evcikli iken daha çok enerji harcadığını bazı diğer türlerde ise evciğin solunumla ilişkili olmadığını, avcılardan korunmak için kamuflaj amacıyla kullanılıyor olabileceğini belirtmiştir. Organik materyal kullanan larvalar avcılara karşı korunmasız kalırken kuraklığa karşı korunurlar [59]. Mineral madde içeren evciklere sahip larvalar avcılara karşı koruma sağlarken kuraklık ve enerji harcama yönünden dezavantajlıdır [59]. Evcik yapımı, hem daha fazla salgı kullanmayı gerektirdiği hem de taşıma esnasında ağır olduğu için larvanın daha fazla enerji harcamasına sebep olur [60].

Potamophylax cingulatus ile yapılan bir çalışmada yapraktan yapılmış evciğe sahip larvaların mineralden yapılmış evciğe sahip larvalara göre alabalıklar

tarafından daha çok avlandıkları gözlenmiştir [61]. Evcığın yapılacağı maddenin çeşidi, ortamda bulunan avcı baskısına göre çeşitlilik göstermektedir [56]. Avcı baskısının az olduğu akarsu habitatlarında daha az enerji gerektiren organik maddeli evcik yapılırken, durgun su habitatlarında evcik yapımı için taş ve kum gibi maddeler tercih edilerek balık gibi avcılardan korunma sağlanır [56].

Evcik yapımında kullanılan taş ve kum gibi maddelerin larvanın ağırlığını arttırarak canlının akıntı ile sürüklenmesine engel olduğu [35], ayrıca akıntı hızının yüksek olduğu durumlarda da larva veya evciğin, ipek salgısı ile substrata tutturularak sürüklenmekten korunduğu [8] ileri sürülmüştür. Ancak *Silo pallipes* ile yapılan bir deneyde, evciklerin her iki lateral tarafına tutturulan ve larvanın akıntı ile sürüklenmesini engellediği düşünülüp “denge taşları” olarak isimlendirilen taşların, larvanın akıntıdan korunması ile ilgili işlevi olmadığı ancak küçük boyutlardaki balıklara karşı korunma sağladığı bildirilmiştir [62].

Larvaların evciklerine tutturdukları çubukların güçlü akıntılara karşı adaptasyon olduğu söylene de, bu çubuklar büyük ihtimalle larvanın balıklar tarafından avlanmasını engellemektedir [63]. Uzunlamasına tutturulan çubuklar, hem evciklerin daha uzun görünmesini sağlayarak potansiyel avcıları, larvayı avlamaktan vazgeçirmekte hem de kuşların bu evcikler içindeki larvalara anterior veya posterior açıklıklardan ulaşmasını zorlaştırarak larvanın av olmasını engellemektedir [56].

Helicopsyche borealis'in salyangoz şeklindeki evciğinin avcıdan kaçınmak için geliştirilen bir mimikri olup olduğu araştırılmış ve bu evcik yapısının mimikri olmadığı, konvergent/daralan evrimin sonucu olduğu gösterilmiştir [64]. Bu şekilde evcik yapısının akıntılı sulara hidrodinamik açıdan çok uyumlu olduğu ve canlıyı, su taşkınları sırasında hareket eden çakıl taşları tarafından ezilmekten koruduğu bulunmuştur [65].

1.1.5. Nehir Devamlılık Kavramı, İşlevsel Beslenme Grupları ve Trichoptera

Akarsu ve nehirlerin biyolojik olarak değerlendirilmesi amacıyla, omurgasız canlıların kullanımlarında taksonomik ve işlevsel olmak üzere iki farklı yaklaşımdan bahsedilmektedir [66]. Taksonomik yaklaşımda canlının ne olduğu üzerinde durulurken, işlevsel yaklaşım canlının ne yaptığı üzerinde durur ve bu yaklaşım, ekosistem koşullarının belirlenmesinde daha uygun ve daha hızlıdır [66].

Akarsu içindeki komuniteler besin olarak otokton birincil üretim ve allokton döküntüler olmak üzere iki farklı kaynağa bağımlıdırlar; bu kaynaklar, her akarsu sisteminde bulunsa da oranları, akarsu çevresindeki bitkilenme durumundan büyük ölçüde etkilenir [67]. Akarsu kıyısında bulunan komunitenin kompozisyonu (ot, çalı, yaprak döken veya iğne yapraklı ağaç vs.), sucul sistemlerde kullandığı organik maddenin hem miktarını hem de kalitesini belirler [67]. Bu sebeple, kenar vejetasyonunun yapısındaki, kompozisyonundaki ve işlevindeki değişimler, akarsu komunitelerinin de işlevinde ve kompozisyonunda değişimlere neden olur [67].

“Nehir Devamlılık Kavramı”nda ormanlık bir alandan kaynaklanan bir akarsu içinde bulunan canlıların, hem sağlanan enerji (organik madde girdisi) hem de fiziksel yapı (gölgelenme vs.) nedeniyle kenar bitkilenmesinden nasıl etkilendikleri incelenmiştir [68]. Bu incelemede, akarsuda bulunan canlıların beslenme davranışları incelenmiş, besin olarak kullanılan organik maddelerin kökeni, büyüklükleri, akarsu boyunca taşınmaları, yararlanılma şekilleri ve beslenme grupları ile ilişkilerinin akarsu boyunca devamlı olarak değiştiği ileri sürülmüştür.

Nehir Devamlılık Kavramı'na (NDK) göre, akarsuyun kaynak bölgesinden akarsu ağzına kadar, fiziksel etmenlerin sebep olduğu devamlı değişim, akarsu içindeki canlılarda da sürekli bir değişime sebep olmaktadır [68]. Bu kavramın ortaya atıldığı makalede, akarsuyun kaynak kısımları ormanlık bölge olarak verilmiş ve kaynak sularının, kenar orman ekosisteminden enerji girdisi açısından güçlü bir şekilde etkilendiği belirtilmiştir. NDK'na göre, akarsuyun kaynaklandığı bölgede orman ekosisteminin akarsu ile ilişkisi sonucu, parçalayıcı beslenme davranışına sahip omurgasızlar yoğun olarak bulunur. Akarsuyun orta kısımlarında

parçalayıcılar azalır, toplayıcılar ve kazıyıcılar artar; daha aşağı bölgelerde ise yukarı bölgelerden gelen besleyici maddeleri kullanan toplayıcılar baskın duruma geçer (Şek. 1.4).

Akarsu içinde yaşayan canlıların, akarsu ve çevresinin fiziksel özellikleri ve bunların sebep olduğu enerji akışı üzerinden tahmin edilmesine dayalı bu kavram, Kuzey Amerika akarsularından elde edilen bilgilere dayandırılarak ortaya atılmıştır. Bu kavramı ortaya atan Vannote vd. [68] kavramın, akarsuların uzunluğu boyunca elde edilebilecek kapsamlı veri setleri ile sınanmasına ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Dünyanın diğer bölgelerinde de uygulanıp uygulanamayacağı ile ilgili yapılan araştırmalarda, beslenme gruplarının akarsu sırası boyunca yer değişimlerinin Yeni Zelanda akarsularına uymadığı gözlenmiştir [69]. Parçalayıcı beslenen birçok cinse sahip Limnephilidae ve Sericostomatidae familyalarının Yeni Zelanda'da temsil edilmediği veya temsilinin az olduğu ve bu ülke akarsularında, akarsu içindeki enerji akışında parçalayıcıların NDK'ndaki gibi önemli bir role sahip olmadığı belirtilmiştir. Barmuta and Lake [70] ise coğrafi farklılıklarla ilgili tartışmaların, nehir ekolojisi ile ilgili karşılaştırmalı çalışmalara temel sağlayacak yaklaşımlara engel olduğunu, sunulan bu kavramın farklı bölgelere göre değiştirilerek farklı coğrafyalarda da uygulanabileceğini belirtmiştir.

Statzner ve Higler [71], fiziksel değişimlerin, NDK'ında sözü edildiği gibi akarsu boyunca sürekli bir değişim göstermediğini ve enerji dengesinin öne sürülen bu kavramdan daha karmaşık olduğunu söylemiştir. Aynı araştırmacılar, NDK'nda öne sürülen, akarsuyun orta bölgesinin en yüksek çeşitliliğe sahip olduğu fikrinin belli coğrafik alanlarla sınırlı olduğunu vurgulayıp, bunun ile ilgili kısmın çıkarılmasının kavramı daha esnek ve daha uygulanabilir yapacağını ileri sürmüşlerdir.

Beslenme ekolojisi çalışan araştırmacılar, akarsuların kaynak bölgelerindeki kıyı ormanlarından gelen iri taneli organik materyalin, parçalayıcılar tarafından küçültülüp ince taneli organik materyale dönüştürüldüğünü ve bu parçaların da akarsuyun aşağısında bulunan toplayıcılar tarafından kullanıldığını öne sürmüşlerdir [72, 73]. Ancak, Yeni Zelanda'da bulunan birçok akarsu, Vannote vd. [68] ve Cummins [74]'in çalışmalarına kaynak olan Kuzey Amerika akarsuları

Akarsu içinde yaşayan böceklerin beslenme davranışları incelendiğinde tükettikleri besinlerin ve beslenme şekillerinin çok çeşitli olduğu görülmektedir [75]. Sucul böcekler, beslenme şekillerine göre *parçalayıcılar*, *toplayıcılar*, *kazıyıcılar* ve *avcılar* olmak üzere temel olarak dört gruba ayrılmaktadır. Bu temel beslenme davranışları ise kendi içinde, besinin canlı bitki olması veya döküntü kaynaklı olması, pasif veya aktif olarak elde edilmesi, besinin tamamının veya bir kısmının kullanılması, besinin elde edildiği zeminin mineral veya organik yapıda olması ve besin büyüklüğü gibi özelliklere göre gruplara ayrılırlar [73-76].

Beslenme grupları, tatlısu komuniteleri boyunca enerji ve besin aktarımının izlenmesi yoluyla elde edilmiştir. Omurgasızların mide içerikleri ve ağız parçalarının morfolojileri incelenerek hangi besinlerle hangi yöntemleri kullanarak beslendikleri belirlenebilmektedir [77]. Bazı araştırmacılar ise beslenme alışkanlıkları ile morfolojik karakter arasındaki ilişkilerin her zaman doğruyu yansıtmayacağını belirtmiştir. Örneğin, Slack [78], beslenme alışkanlıklarının, mandibulda bulunan fırça şeklindeki setalar ve gözlerin pozisyonuyla ilişkisi olduğu ile ilgili varsayımları incelemiş, yaptığı gözlemlerle bunların çok genel olduğunu belirtmiştir.

Sucul ekosistemlerde enerji ve madde dönüşümü için büyük omurgasız komuniteleri önemlidir [79]. Akarsularda yaprak gibi cansız organik maddeler mikroorganizmalardan ayrı bulunmaz, organik maddelerle birlikte bulunan mantarlar ve mikroplar makroomurgasızlar için önemli bir besin değerine sahiptir [73]. Büyük makroomurgasızlar da, beslenme tipleri gibi işlevsel özellikleri sayesinde, sedimentin karışmasını sağlayarak mikrobiyal süreçleri etkilerler ve sedimentin organik madde bakımından zenginleşmesini sağladıkları için tatlısu ekosistemlerinde önemli rol oynarlar [80]. Karasal ekosistemden gelen (allokton) maddeler, suyun içerisinde çeşitli süreçler geçirirler ve bentik omurgasızların besin olarak kullanılabilmesi için uygun hale getirilirler [81]. Karasal ekosistemlerden gelen bitki parçaları, mikroorganizmalar tarafından yapısal ve biyokimyasal olarak değişime uğrar ve bu “iri taneli organik materyaller” *parçalayıcılar* tarafından daha küçük parçalara dönüştürülür [72]. İri taneli organik materyal ile beslenen bireyler, besin olarak aldıkları maddeleri dışkı olarak sucul ekosisteme geri verirler [75]. Geri verilen bu “ince taneli organik materyaller” ise bunları toplamak için morfolojik ve davranışsal olarak uyum geliştirmiş *toplayıcılar*

tarafından besin olarak kullanılır [73]. Toplayıcılar, besini su içindeki taşınımdan filtre ederek (filter-collector) veya sediment üzerinden toplayarak (gatherer-collector) elde edebilirler [75].

Nehir Devamlılık Kavramı'na göre, ormanlık alanın yoğun bir şekilde bulunduğu kaynak bölgesinde enerjinin büyük bir kısmı, karasal alandan akarsu içine giren "iri taneli organik materyal"den oluşmaktadır ve bu bölgede parçalayıcı olarak beslenen omurgasızlar yaygındır [68]. Akarsu sırası arttıkça parçalayıcılar azalır, organik maddelerin daha küçük parçalar haline gelmesi ile toplayıcılar artar ve ağaçların sebep olduğu gölgenin azalması ile güneş ışığının akarsuya ulaşabilmesi sayesinde birincil üreticiler ve buna bağlı beslenen kazıyıcılar artar [68].

Beslenmeleri, akarsu içindeki birincil üretime bağlı olan *kazıyıcılar*, vücut ve ağız parçalarındaki değişim sayesinde dip materyali üzerindeki birincil üreticileri (algler) kazıyarak beslenirler [73]. Akarsu kenarındaki ağaçların sebep olduğu gölge, güneş ışığının emilimini ve yansımaları etkileyerek sucul birincil üreticiler tarafından kullanılacak ışığın niteliğini ve miktarını değiştirir [82]. Kazıyıcılar, akarsu içindeki ototrof beslenen canlılara bağımlı oldukları için ormanlık alandan kaynaklanan akarsularda, genişliğin arttığı ve birincil üretimi engelleyen kanopi yapısının azaldığı/kaybolduğu aşağı bölgelerde bulunurlar [68]. Perifitonun kazınarak omurgasızlar tarafından alınması ile oluşan enerji aktarımı çoğu akarsuda, besin ağının önemli bir parçasını oluşturmaktadır [4].

Sucul ekosistem içinde *avcılar* olarak tanımlanan omurgasızlar ise diğer beslenme davranışlarını gösteren omurgasızlar üzerinden beslenir, bunlar avlarının tamamını yutarak beslenebildiği gibi avı, ısırıklarla parçalayarak da beslenebilir [4].

Akarsu kıyısındaki bitki komuniteleri yapısal ve kompozisyonel olarak çok geniş bir çeşitlilik sergilerler [82]. Detritivor beslenen sucul canlıların bolluğu ve kompozisyonunun büyük kısmı, kıyı bölgesindeki bitki kompozisyonu ile belirlenir [68].

İşlevsel beslenme gruplarının oluşturduğu örüntü, kaynakların dağılımını ve kullanımını yansıtır ve akarsudaki organik madde sürecinin anlaşılmasını sağlar [68]. Sucul ekosistemlerin nasıl işlediğini anlayabilmek için enerji ve besinin nasıl

elde edildiği, bunların komünite içinde türler arasında ne şekilde ve nasıl aktarıldığı bilinmelidir [4]. Usseglio-Polatera, vd. [83] bentik makroomurgasızların sahip olduğu özelliklerin işlevsel çeşitlilik hakkında bilgi sağladığını söylemiş ve işlevsel çeşitliliklerin tatlısu ekosistemlerinin durumunun anlaşılması ve farklı tip insan etkilerinin birbirinden ayrılması için kullanılabilir olduğunu ve değişimlerin gözlenmesinde izleme aracı olarak yararlanılabileceğini belirtmiştir.

Wiggins ve Mackay [50], Nehir Devamlılık Kavramı modelinde bahsedilen, enerji kaynaklarının akarsu boyunca değişiminin anlaşılmasında, sahip oldukları beslenme çeşitliğinin fazlalığından dolayı, Nearktik Trichoptera cinslerinin yeterli veri sunabileceğini ileri sürmüştür.

Besin tercihi, aynı türün farklı popülasyonlarında farklılık gösterebildiği gibi, aynı popülasyonun farklı yaştaki/evredeki bireyleri arasında da değişebilir [75]. Bu durum, her ne kadar besin tercihi ile ilgili yapılan genellemelerin yanlış olduğunu düşündürtse de, türlerin baskın olarak yararlandıkları bir veya birkaç beslenme kategorisinin kullanılmasının, habitatlar arasında yapılacak karşılaştırma çalışmalarında yararlı olabileceği ve bu kullanımın daha detaylı çalışmalar için bir başlangıç noktası oluşturabileceği belirtilmiştir [75].

Çalışmalarda, yetkin uzman eksikliği ve yeterli para ve zamanın olmayışı tür teşhislerinin yapılmasına engel olmaktadır [84]. Araştırmacılar, taksonomik karmaşıklığın bentik çalışmaları sınırladığı düşüncesi ile biyolojik izleme çalışmalarında parasal ve zamansal avantajlar sağlayabilmek için çeşitli yöntemler geliştirmektedirler [85]. Cummins [76], taksonomik teşhis ile ilgili problemlerin akarsu ekosistemlerinin işlevlerinin anlaşılmasıyla ilgili gelişmeleri ciddi anlamda sınırladığını söylemiş ve akarsuyun içinde işleyen süreçlerin açıklanmasında trofik sınıflandırmanın taksonomik betimleme kadar tanımlayıcı olabileceğini belirtmiştir. Dudgeon [77] özellikle faunası iyi bilinmeyen bölgelerde, işlevsel grupların kullanımının büyük omurgasız komünite araştırmalarında maliyeti düşürdüğünü ileri sürmüştür, Paunović vd. [86] ise komünite yapısının tanımlanmasında işlevsel gruplar arasındaki ilişkinin, organizmaların taksonomik durumundan daha önemli olduğunu belirtmiştir.

Büyük omurgasızları, işlevsel beslenme gruplarına göre sınıflandırmak için sınırlı taksonomik hassasiyet yeterlidir [86]. Gayraud vd. (2003), akarsularda

omurgasızların işlevsel tanımlaması yapılırken cins ve familya düzeyindeki teşhislerin yeterli olduğunu söylerken, Wiggins [4] enerji ve besin metabolik yolları takip edilmek isteniyorsa larvaların en azından cins seviyesine kadar teşhis edilmesi gerektiğini öne sürmüştür. Dolédec vd. [87] de aynı şekilde akarsu bentiklerinin işlevsel çeşitliliğinin belirlenebilmesi için tür düzeyinde teşhisin gerekli olmadığını belirtmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalara bakıldığında, işlevsel çeşitlilik belirlenirken hangi taksonomik seviye kullanılacağı ile ilgili fikir birliği olmasa da cins seviyesinin kullanılması uygun görülmektedir [88].

Schmera vd. [88], tatlısu ekosistemlerindeki büyük omurgasızların işlevsel çeşitliliği ile ilgili yapılan çalışmaları derlediği makalede, çalışmaların Avrupa ve Kuzey Amerika ile sınırlı olduğunu, diğer kıtalarda bu konu ile ilgili çok az çalışma olduğunu ortaya çıkarmıştır.

1.1.6. Trichoptera Takımının Çevresel Değişkenlerle İlişkisi

Ekolojik komuniteler, farklı zaman ve mekan ölçeğinde hem biyolojik hem de abiyotik süreçlerin ifadesi olarak görülürler [89]. Biyolojik izleme çalışmaları insanların sebep olduğu etkileri belirlemek için biyolojik yanıtları kullanır; çünkü biyolojik yanıtlar, kimyasal su kalitesi standartlarına göre daha kapsayıcıdır ve daha sağlıklı sonuçlar verir [90]. Biyolojik ölçümler bozulmanın tanımını, buna sebep olan durumları ve nasıl geri çevrilebileceği ile ilgili bilgiler sunar [90]. Kimyasal ölçümler ise tek başına, canlı organizmaların kirlilikten nasıl etkilendiğine dair sınırlı bilgi verdiğinden sucül ekosistemlerin yönetimi için yeterli bilgi sağlayamaz [91]. Büyük omurgasızlar kullanılarak yapılan biyolojik değerlendirmeler belli bir zaman aralığını kullandığı için kimyasal ölçümlere göre avantajlıdır [92, 93].

Akarsuların ekolojik durumlarının izlenmesinde en yaygın olarak kullanılan canlı grubu makroomurgasızlardır, bu grubu ötrofikasyonun belirlenmesinde kullanılan diyatomlar, morfolojik değişimlerin etkilerinin belirlenmesinde kullanılan makrofitler ve uzun yaşamlarından dolayı hormon ve ağır metallerin biriken etkilerinin izlenmesinde kullanılan balıklar izler [94].

Hayatlarının bir bölümünü tatlısu ekosistemlerinin taban kısmında geçiren bentik makroomurgasızların sahip olduğu birçok avantaj, insanların sebep olduğu

habitat yapısını etkileyecek değişimlerin belirlenmesinde kullanılmalarını sağlar [95]. Bu avantajlardan biri omurgasızların yaşam döngülerinin uzunluğudur; balıklarla karşılaştırıldığında daha kısa yaşam döngüsü çevresel değişimlere kominite ve populasyon yapısındaki farklılaşmalarla daha hızlı tepki vermesini sağlarken [96], diğer tatlısu organizmaları (alg gibi) ile karşılaştırdıklarında ise daha uzun yaşam döngüsüne sahip olmaları, bozulmadan kaynaklı zamana bağlı değişimlerin açıklanmasına izin verir [97]. Bentik makroomurgasızların biyolojik izleme çalışmalarında kullanılma sebepleri birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir [91, 97-101]. Bunlar, rneklenmelerinin kolay ve düşük maliyetli olması, bazı taksonlar dışında cins ve familya düzeyinde görece daha kolay teşhis edilebiliyor olmaları, yerleşik yaşama sahip olmaları, farklı bozulma etkilerine farklı tepkiler verecek birçok farklı taksonomik grubu ve trofik seviyeyi barındırıyor olmaları ve sucul ekosistemlerde çoğu zaman rastlanan bir grup olmasıdır.

Önceleri yalnızca organik kirliliğin tespit edilmesinde kullanılan bentik makroomurgasızlar günümüzde sucul ekosistemlerdeki morfolojik değişimler, toksik maddelerin etkileri ve asidifikasyonun belirlenmesinde de kullanılmaktadır [102].

Gagic vd. [103], ekosistem işlevlerinin tahmin edilmesinde, canlıların özelliklerine dayalı yaklaşımın, türlerin varlık ve yokluğuna dayalı yaklaşımdan daha güçlü olduğunu belirtmiş, tek özellik kullanımında seçilecek özelliğin çok önemli olduğunu ancak çok özellikli işlevsel indeks kullanımlarında, indeksin hangi özelliğin kullanılacağı ile ilgili seçimden çok etkilenmediğini ifade etmiştir. Tatlısu makroomurgasızlarının işlevsel çeşitliliğinin değerlendirildiği makaleler incelendiğinde en çok kullanılan özelliğin beslenme alışkanlıkları olduğu görülmektedir [88].

Yaşayabildikleri habitatların geniş bir aralıkta olmasından dolayı Trichoptera takımı tatlısularda büyük bir ekolojik öneme sahiptir [6]. Larvalar genellikle kirliliğe hassas oldukları için su kalitesi göstergesi olarak kullanılırlar [6].

Ekolojik eşitliliği ve kirliliğe karşı duyarlı olması Trichoptera larvalarını su kalitesi çalışmalarında çok iyi bir biyolojik gösterge yapar [99]. Akarsularda su kalitesinin biyolojik değerlendirilmesi için kullanılacak ideal taksonomik grup arayışında

onbeş taksonomik grup (Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Actinedida, Coleoptera, Oligochaeta, Plecoptera, Gastropoda, Turbellaria, Hirudinea, Crustacea, Megaloptera, Odonata ve Heteroptera) değerlendirilmiş, bunların içinden Trichoptera ve Diptera takımlarının çevresel strese karşı cevaplarının geniş bir spektrumda olması sebebiyle iyi gösterge canlılar olabileceği belirtilmiştir [104]. Dohet [104], çevresel bozulmalara karşı çoğu Trichoptera taksonunun yüksek hassasiyeti ve çoğu Diptera taksonunun yüksek toleransı ile birbirinden ayrıldığını ifade etmiştir.

Trichoptera takımının tatlısulara kirlilik göstergesi olarak potansiyele sahip olmasının sebebi birçok türünün dar aralıktaki ekolojik şartlara uyum sağlamasındandır [34].

1.1.7. Su Çerçeve Direktifi

Su Çerçeve Direktifi (SÇD), bütün yeraltı suları, geçiş suları, kıyı suları ve iç yüzey sularının “iyi durum” a getirilmesi, daha sonraki bozulmalardan korunması ve sürdürülebilir kullanımlarının sağlanması amacıyla Avrupa Birliği üye ülkeleri tarafından 2000 yılında kabul edilerek yürürlüğe girmiştir [105]. Yüzey suları için ulaşılabilecek beklenen “iyi durum”, hem “ekolojik durum” hem de “kimyasal durum” değerlendirilerek belirlenmektedir. Su Çerçeve Direktifi’nde bahsedilen “Nehir Havza Yönetimi” kavramında, havza plan ve yönetiminin, idari sınırlara göre değil de akarsu havza sınırlarına göre yapılması, aynı havzaya sahip komşu ülkelerin işbirliği içinde çalışması gerektiği belirtilmiştir. Nehir Havza Yönetim Planları’nın her bir nehir havzası için en geç 2009 yılına kadar yayınlanması ve en geç 2015 yılında bu planların gözden geçirilmesi ve güncellenmesi gerektiği belirtilmiştir (SÇD, Madde 13). Avrupa Birliği Üyesi ülkelerden bazıları (Almanya, Hollanda, İngiltere, Fransa, Portekiz, Lüksemburg, Danimarka, Polonya, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Estonya, Letonya, Slovakya, Macaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Malta, İtalya, Bulgaristan ve Romanya) 2009-2015 yıllarını kapsayacak Nehir Havzası Yönetim Planlarını tamamlayıp, 2015-2021 yılları için İkinci Nehir Havzası yönetim planlarını oluşturmuşken, bazı ülkeler (İsveç, Letonya, Avusturya, İrlanda ve Yunanistan) İkinci Nehir Havzası Yönetim Planlarını henüz hazırlamamıştır. İspanya ve Belçika’da ise ikinci yönetim planlarının henüz bir kısmı oluşturulmuştur [106].

Direktifin sağlıklı bir Şekilde uygulanabilmesi için öncelikle “referans koŐul” ve “akarsu tipi” kavramlarının iyi anlaşılması ve referans koşulların her bir akarsu tipi için doğru belirlenebilmesi önemlidir. Referans koşullar, yüzey sularının su tipleri için biyolojik kalite elemanları ve biyolojik kalite elemanlarını destekleyecek hidromorfolojik ve fizikokimyasal kalite elemanları kullanılarak belirlenir (SD, Ek V).

Su ereve Direktifi’nde ekolojik durumlar çok iyi (yüksek), iyi, orta, zayıf ve kötü olmak üzere beş sınıfa ayrılmıştır. Direktifte, belirlenecek beş ekolojik kalite sınıfından ilki olan “yüksek ekolojik durum” referans koŐullarını ifade etmektedir. Referans koşullar, insan etkisinin olmadığı veya çok az etkinin olduğu koşulları belirtirken, “referans istasyon” ise insan etkisinden en az düzeyde etkilenmiŐ istasyonları belirtir. Referans istasyonun sahip olduğu “akarsu tipi” belirlenerek aynı akarsu tipine sahip ancak, ekolojik kalite durumu bilinmeyen istasyonların karŐılaŐtırılması yapılabilmekte ve istasyonun ekolojik durumu belirlenebilmektedir.

Tipe özgü referans koşullarının belirlenmesi, direktifin en önemli koŐullarından biridir. Ancak, Avrupa’nın birçok bölgesinde etkilenmemiş alanların eksikliği, referans koşulların elde edilmesini zorlaştırmaktadır [107]. Referans koşullar, çalışma alanındaki referans istasyonlardan, geçmiş verilerden, modellemelerden veya uzman görüŐleri kullanılarak elde edilebileceği gibi [108], benzer su tiplerine sahip başka bölgelerden veri ödünç alınarak da elde edilebilir [109]. Örneğin, hiç referans istasyona sahip olmayan Hollanda, karşılaştırma yapacağı referans koşulları elde etmek için hem tarihsel veriden, hem de Almanya ve İsveç’te bulunan akarsulara ait verilerden yararlanmaktadır [109].

Akarsularda “tip”in belirlenmesi Su ereve Direktifi Ek II’de verilen A ve B olmak üzere iki farklı sisteme göre yapılabilmektedir. Sistem A, akarsu tipinin belirlenmesinde ekoblge, havza alanı büyüklüğü, havzanın jeolojisi ve yükseklik bilgilerini kullanırken, Sistem B’de zorunlu ve isteğe bağlı olmak üzere iki farklı kısım yer almaktadır. Zorunlu kısımda enlem, boylam, yükseklik, alanın jeolojisi ve büyüklükle ilgili özellikler, isteğe bağlı kısımda ise kaynaktan uzaklık, akış enerjisi, ortalama su genişliği, ortalama su derinliği, ortalama su eğimi, akarsu yatağının Őekli, akarsu deŐarj kategorisi, vadi Őekli, katıların taŐınımı, asit

nötrleştirme kapasitesi, substrat kompozisyonu, klorid, hava sıcaklığı aralığı, ortalama sıcaklık aralığı ve yağış gibi bilgiler bulunmaktadır. Akarsu tiplerinin henüz belirlenmediği bölgelerde başlangıç sınıflandırması için Sistem A tablosunun kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir [110]. Ancak Sistem A kullanılarak yapılan bir çalışmada, Sistem A'da verilen dört özelliğin, akarsu tipinin belirlenmesi ve karşılaştırma yapılmasında yeterli olmadığı görülmüş, akarsu tiplerinin daha iyi ayrılabilmesi için ek özelliklerden yararlanılması gerektiği belirlenmiştir [111].

Akarsu tipleri belirlendikten sonra, "tipe özgü" şartlar ve komuniteler belirlenir ve seçilen istasyonların bu sınıflardan hangisine dahil olduğu referans koşullar ile karşılaştırma yapılarak anlaşılabilir. Su Çerçeve Direktifi, bu karşılaştırmanın yapılabilmesi ve referans koşullardan (çok iyi ekolojik durum) ne kadar sapıldığıнын belirlenebilmesi için Ekolojik Kalite Oranları'nın (EKO) hesaplanmasını önermektedir. Ekolojik Kalite Oranları, gözlenen biyolojik değerlerin beklenen biyolojik değerlere oranı ile hesaplanır. Her bir üye ülkenin, Ekolojik Kalite Oranları'nı farklı su tiplerine ait bütün ekolojik durumlar için (yüksek, iyi, orta, zayıf ve kötü) sınır değerlerini içerecek şekilde geliştirilmesi ve bu değerlerin sayısal olarak ifade edilmesi gerekmektedir (SÇD, Ek V, Bölüm 1.4.). İzleme çalışmaları, belirlenen bu sınır değerlerine göre yapılmalıdır. Ekolojik kalite oranları için standartların belirlenmesinde en önemli öğeler, su kütlelerinin sınıflandırılması, referans koşulların tanımı ve tipleridir. Bunlar doğru bir şekilde belirlendikten sonra, değerlendirme çalışmalarının temelini bunlar üzerinden yapılacak metrik çalışmaları oluşturur [112]. Referans koşullarının "istasyona özgü" olarak belirlenmesi, hem pratik olmadığı, laboratuvar ve arazide çok zaman gerektirdiği için hem de değerlendirme yaparken sınırlı kapasiteye sahip olduğu için önerilmemektedir [108].

Moog vd. [113] akarsuların tiplerinin belirlenmesinde kullanılan ekobölge kavramının çok genel olduğunu, ekobölgelerin biyobölgeler olarak yeniden bölünmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir. Yürüttükleri çalışmada çok değişkenli analiz sonuçlarına göre benzer bentik topluluklarının bir arada olduğu 15 adet biyobölge saptamış, bu biyobölgelerin bentik toplulukları için güçlü tanımlayıcılar olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada, Trichoptera tür sayısı, EPT (Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera) taksonlarının yüzde değişimi, tüm

bentik omurgasız tür sayısı ve toplayıcıların oranları kullanılarak “Alp Ekobölgesi” içinde yer alan 4 adet biyobölge arasındaki ayırım ortaya konulmuştur [113].

Su Çerçeve Direktifi’nde, ekolojik durumun anlaşılmasında biyota en önemli bileşendir [113]. Su Çerçeve Direktifi’nde, yüzey suları ile ilişkili sucul ekosistemin yapısal ve işlevsel kalitesi kullanılarak ekolojik durum değerlendirmesi yapılmaktadır. Su Çerçeve Direktifi Ek V’te yüzeysel suların ekolojik durumunun belirlenmesinde kullanılabilecek biyolojik kalite elemanları sucul flora, bentik omurgasız faunasının ve balık faunasının kompozisyonu ve taksonlarının bolluğunun yanısıra, balık faunasının yaş yapısı olarak belirtilmiştir. Büyük omurgasızların kompozisyon ve bolluk bilgileri dışında bu grubun hassas taksonlarının ve çeşitliliklerinin de akarsulardaki ekolojik durum belirlemede kullanılabileceği SÇD Ek V Tablo 1.2.1.’de gösterilmiştir. Su Çerçeve Direktifi Ek V’te biyolojik kalite elemanlarını destekleyecek hidromorfolojik ve kimyasal ve fizikokimyasal elemanlardan da bahsedilmiştir. Hidromorfolojik kalite elemanları olarak hidrolojik rejim (akış dinamikleri ve miktarı, yeraltı suları ile bağlantısı), nehir devamlılığı ve morfolojik şartlar (nehir derinliği ve genişlik değişimi, nehir yatağının substratı ve yapısı, kenar bölge yapısı) verilirken fizikokimyasal kalite elemanları olarak sıcaklık koşulları, oksijenlenme koşulları, tuzluluk, asitleşme durumu, besin durumu ve kirleticiler verilmiştir.

Su Çerçeve Direktifi’nin uygulanmasında en önemli ve aynı zamanda en zorlayıcı kısım ekolojik değerlendirme ve sınıflandırma sisteminin geliştirilmesidir [114]. Sınıflandırmada kullanılan ekolojik kalite oranlarının sonuçları 0 ile 1 arasında yer almakta, 0 en kötü durumu ifade ederken 1 en iyi durumu ifade etmektedir. Su kütlelerinin ekolojik durumu belirlenirken biyolojik kalite elemanları kullanılmalıdır. Biyolojik kalite elemanlarını destekleyecek hidromorfolojik kalite elemanları çok iyi ekolojik durumun iyi ekolojik duruma düşmesine neden olurken, fizikokimyasal kalite elemanları biyolojik olarak çok iyi durumda olarak belirlenmiş su kütlelerinin iyi ve orta ekolojik duruma düşmesine neden olabilir [115].

Su Çevre Direktifi, Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı’nın önemli bir parçasıdır. Türkiye’nin 1999 yılında Avrupa Birliği aday üyeliğine geçmiş, bununla birlikte direktifin uygulanabilmesi için Matra Projesi kapsamında, Hollanda Hükümeti tarafından destek almıştır. Bu destek kapsamında, SÇD’nin uygulanma

süreçlerini başlatmak, ulusal ve bölgesel düzeyde uygulanması için yöntemler sunmak ve daha sonraki uygulamaları için yol haritası çıkarmak amacıyla “uygulama “kitapçığı” hazırlanmıştır [116]. Su Çerçeve Direktifi'nin Türkiye’de uygulanması için pilot bölge olarak Büyük Menderes Havzası seçilmiş ve bu havza için taslak nehir havzası yönetim planı (NHYP) hazırlanmıştır [117]. Bu pilot çalışmanın Türkiye’de uygulanacak diğer nehir havza yönetim planlarına örnek olacağı düşünülmüştür.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

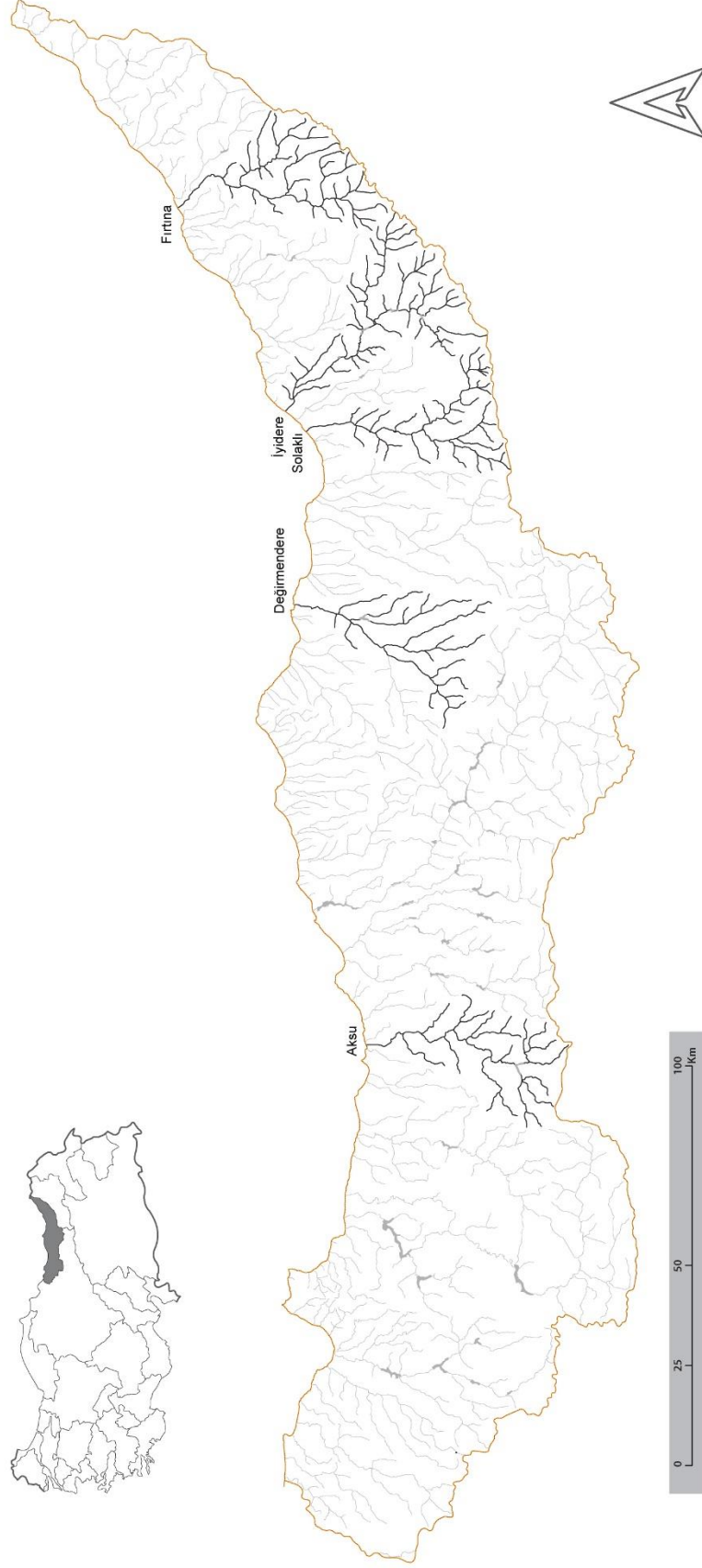
2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma, Türkiye'nin kuzeydoğu bölgesinde yer alan ve Türkiye'nin 25 akarsu havzasından biri olan Doğu Karadeniz Havzası'nda 2008, 2009 ve 2011 yıllarında yürütülmüştür (Şek. 2.1). Giresun, Trabzon ve Rize illerinde bulunan ve Karadeniz'e dökülen Aksu Deresi, Değirmendere, Solaklı Deresi, İyidere ve Fırtına Deresi olmak üzere beş farklı akarsu üzerinde 66 istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonların yükseklikleri 10 m ile 2753 m aralığında bulunmaktadır. Bu istasyonların hepsi Su Çerçeve Direktifi'nde tanımı yapılan doğal su kütleleridir.

Kafkasya Bölgesi dünyadaki biyoçeşitlilik sıcak noktalarından biridir [118]. Doğu Karadeniz Bölgesi de, Kafkasya Bölgesi'nin alt ekobölgesi konumunda bu biyoçeşitlilik sıcak noktasına dahildir [119]. Bu sebeple, yüksek biyoçeşitliliğine sahip Doğu Karadeniz Bölgesi, aynı zamanda türlerin neslinin tehlike altında olduğu bölgelerden biridir. Özellikle akarsuların yüksek bölgelerinde yaşamaya adapte olmuş türler, iklim değişimi gibi etkenlerden dolayı tehdit altındadır [120].

Doğu Karadeniz Havzası, Ordu-Giresun Suları Alt Havzası, Harşit Çayı Alt Havzası, Trabzon Suları Alt Havzası ve Rize-Artvin Suları Alt Havzası olmak üzere dört alt havzaya bölünmüştür. Havza yönetiminde daha etkin çalışabilmesi için benzer özelliklere sahip alanların gruplandırılması gerekliliği böyle bir bölünmeye (veya mikro havzaların birleştirilmesine) neden olarak gösterilmiştir [121]. Çalışmanın konusu olan derelerden Aksu Deresi Ordu-Giresun Suları Alt Havzası içinde, Değirmendere ve Solaklı Deresi Trabzon Suları Alt Havzası içinde, İyidere ve Fırtına Deresi ise Rize Artvin Suları Alt Havzası içinde yer almaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yıllık yağış ortalaması 1000 mm civarındadır [122] ve Türkiye'nin en fazla yağış alan bölgesidir [123]. Bu bölgede, her mevsim yağışın görüldüğü ancak, sonbaharda yağışın en yüksek seviyeye ulaştığı, ılıman Karadeniz Yağış Rejimi görülmektedir [124]. Türkiye'de en düşük yıllık yağış değişkenliği de hem kış hem de yaz mevsimlerinde yağış alması ile ilişkili olarak bu bölgede gözlenmiştir [125]. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin jeolojik yapısı genellikle volkanik kayalar niteliğindedir; yağışın yeraltı suyuna karışmasına engel



Şekil 2.1 Doğu Karadeniz Havzası ve çalışılan akarsular

olan bu jeolojik yapı, topografyanın aşırı eğimi ile birleşince bu bölge Türkiye'nin en fakir yeraltı suyuna sahip bölgesi olmuştur [126].

CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırması ile bölgedeki arazi kullanımına bakıldığında havzadaki arazilerin %66'sının orman ve yarı doğal alanlar, %33'ünün tarım alanı, %0,6'sının yapay alanlar, %0,5'inin ise yüzey sularının kapladığı alanlar olduğu görülmektedir [121]. Doğu Karadeniz Bölgesi nüfus azlığı, sanayileşmenin yoğun olmaması, tarımsal gübre ve kimyasal ilaçların çok kullanılmaması nedeniyle diğer akarsu havzalarına nazaran su kirliliğinin daha az görüldüğü bir bölgedir [126].

İstasyonların isimlendirilmesinde kolaylık olması açısından kısaltmalar kullanılmıştır; havza isimlerinin baş harfi (A, D, S, İ, F), toplandığı yıl (2008=8, 2009=9, 2011=11) ve istasyonun arazideki toplama ismi birleştirilerek istasyon isimleri oluşturulmuştur. Örneğin I1134, İyidere Havzası'nda 2011 yılında örnekleme yapılan 34 numaralı istasyonu belirtmektedir.

2.2. Biyolojik Örneklerin Toplanması ve Teşhisi

Bentik makroomurgasız örnekleri, seçilen istasyonlardaki farklı habitatları kapsayacak şekilde, 500 µm delik açıklığına sahip dip kepçesi kullanılarak tekmeleme tekniği ile toplanmıştır. Toplanan canlı örnekler, arazide tepsi içine konulmuş, taşıma esnasında örnekler zarar verebilecek büyük dip materyalleri ayıklandıktan sonra %37'lik formaldehit eklenerek laboratuvara götürülmüştür. Trichoptera takımına ait örnekler diğer takımlardan ayrılmış, cins düzeyinde teşhisleri Leica EZ4 stereomikroskop kullanılarak yapılmıştır. Teşhis aşamasında Rusya [28, 127] Avrupa [128-131] ve Amerika [7] teşhis anahtarlarından yararlanılmıştır. Cinslerin birbirinden ayrılmasına teşhis karakterlerinin yetmediği durumlarda her iki cinsin ismi de kullanılmıştır (örneğin *Stenophylax/Micropterna*). Teşhislerin güvenilirliğini sağlamak için metamorfotip yöntem ile [132] ergin ve pupa evrelerindeki bireyler de kullanılmıştır [133]. Bu yöntem ile istasyonlarda bulunan pharate pupanın genitalia yapısı ile erginler eşleştirilip teşhis edilmiş, pupa kılıfı içinde bulunan "exuvia"lar (larvadan kalan sklerit parçaları) istasyonda bulunan larvaların skleritleri ile karşılaştırılarak larva teşhislerinin güvenilirlikleri arttırılmıştır. Teşhisleri tamamlanan örnekler %80'lik

etil alkol içerisinde koleksiyona alınmıştır (Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Biyolojik İzleme Laboratuvarı).

2.3. Fizikokimyasal Verilerin Toplanması

Trichoptera faunasına etkisi test edilmek istenen çevresel faktörlerden sıcaklık (S), çözünmüş oksijen (ÇÖ), pH, elektriksel iletkenlik (Eİ), tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde (TDS), arazide YSI 556 çoklu prob sistemi ile [134] bentik makroomurgasız örneklerinin toplandığı sırada 66 istasyondan da ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Belirlenen istasyonların deniz seviyesinden yüksekliği ve akarsu genişliği örnekleme esnasında kaydedilmiştir.

Azot (NO₃-N, NO₂-N) ve fosfor (PO₄-P) ölçümleri için su örneği alınmış, aynı gün içinde süzölmüş ve kolorimetrik yöntem ile analizi yapılmıştır [135]. Bakır (Cu), çinko (Zn), nikel (Ni), ferrus demir (Fe⁺²), magnezyum (Mg) sertliği için alınan örnekler asit ile muamele edilip laboratuvara götürülüp analizleri kolorimetrik yöntem ile yapılmıştır [135]. Akıntı hızı ölçümü taşınabilir akıntı hızı ölçer ile yapılmıştır [136]. Bu analizler yalnızca 2009 ve 2011 arazilerindeki istasyonlar için yapıldığı için bu değişkenler ile 44 istasyonun dahil edildiği ikinci bir çoklu değişken analizi yapılmıştır (CCA-II).

Akarsu çevresinde bulunan kenar bitkilerinin oranı yüzde olarak, akarsu kenarında orman olup olmadığı 0-1 verisi ile, akarsudaki gölgelenme ise yarı sayısal (semiquantitative) olarak arazi çalışmaları esnasında belirlenmiştir. Akarsu taban yapısı, Cummins and Lauff [137]'ta belirtilen sınıflandırmaya göre arazide kaydedilmiştir. Akarsu taban yapısı sınıflandırmasının daha sağlıklı yapılabilmesi için belirtilen sınıflandırmadaki 16-64 mm ve 2-16 mm aralıkları tek bir sınıf olarak birleştirilerek kaya (>256 mm), taş (64-256 mm), çakıl (2-64 mm) ve kum (<2 mm) olmak üzere dört farklı kategori her istasyon için yüzde olarak belirlenmiştir.

2.4. Cinslerin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

Cummins [75], aynı türün beslenme alışkanlıklarındaki yaşa veya habitata özgü davranış farklılıklarından dolayı tür için tek bir beslenme kategorisi belirlemenin yanlış olacağını söylemiştir. Büyük omurgasız bireylerinin çoğu tek bir beslenme davranışı göstermek yerine hayatlarının farklı evrelerinde veya aynı evre içinde

farklı beslenme taktiklerini kullanabilirler [138]. Bu nedenle işlevsel beslenme grupları ile çalışırken her grup tek bir beslenme davranışı gösteriyormuş gibi davranılmamalıdır [139].

Tablo 2.1 Cinslerin beslenme durumları (onluk sisteme göre)

<i>Philocrena</i>	Philoc	av*. 10
<i>Rhyacophila</i>	Rhyaco	av. 10
<i>Glossosoma</i>	Glosso	kaz8/top. 2
<i>Agapetus/Synagapetus</i>	AgaSyn	kaz8/top. 2
<i>Wormaldia</i>	Wormal	top. 10
<i>Philopotamus</i>	Philop	top. 10
<i>Plectrocnemia</i>	Plectr	av. 9/top. 1
<i>Cheumatopsyche</i>	Cheuma	top. 5/av. 3/kaz. 2
<i>Hydropsyche</i>	Hydrop	top. 5/av. 3/kaz. 2
<i>Psychomyia</i>	Psycho	kaz. 6/top. 3/ av. 1
<i>Micrasema</i>	Micras	kaz. 5/par. 5
<i>Thremma</i>	Thremm	kaz. 10
<i>Lithax</i>	LitSil	kaz. 9/top. 1
<i>Apatania</i>	Apatan	kaz. 8/top. 1
<i>Drusus</i>	Drusus	kaz. 8/par. 1/top. 1
<i>Chaetopteryx</i>	Chaeto	par. 6/kaz. 2/av. 2
<i>Halesus</i>	Halesu	par. 7/av. 2/ kaz. 1
<i>Potamophylax</i>	Potamo	par. 6/kaz. 2/top. 2
<i>Stenophylax/Micropterna</i>	SteMic	par. 6/kaz. 2/av. 2
<i>Sericostoma/Schizopelex</i>	SerSch	par. 9/av. 1
<i>Notidobia</i>	Notido	par. 10
<i>Athripsodes</i>	Artrip	par. 5/kaz. 3/av. 2

(*Kısaltmalar: par: parçalayıcı; av: avcı; kaz: kazıyıcı; top: toplayıcı)

Avusturya sucul faunasında yer alan canlıların ekolojik istekleri belirlenirken türün sahip olduğu farklı beslenme davranışları için, bu davranışı gösterme oranına göre 10 üzerinden değerler verilmiştir [140]. Bu bilgiler, Avrupa'da bulunan Trichoptera takımına ait türler için de derlenmiştir [141]. Bu çalışmada, bu yayınlar dikkate alınmış ve cinsler için baskın olan tek bir beslenme tipi değil, sahip olduğu beslenme davranışlarının hepsi kullanılmış, istasyonların beslenme

tipleri ile ilgili oranlar hazırlanırken cinslerdeki birey sayıları, bu beslenme davranışlarının oranlarına göre belirlenmiştir (Tablo 2.1). Örneğin, *Hydropsyche* cinsi için, toplayıcı (5), avcı (3), kazıyıcı (2) olarak verilen oranlar 100 birey için 50 toplayıcı, 30 avcı ve 20 kazıyıcı olmak üzere bölüştürülüp istasyonlardaki Trichoptera takımından bireylerin beslenme yüzdeleri hesaplanmıştır. Bir taksonda bulunan birey sayılarının birkaç farklı beslenme grubuna ayrılması sayısal olarak gerçek olmayan durumları ortaya çıkarsa da, bu yaklaşım, her bir takson için tek bir beslenme grubunun kullanımına göre daha hassastır [138].

Cins içindeki türlerin sahip oldukları beslenme tipi yüzdelerinin birbiriyle çok farklılık göstermesi durumunda (*Drusus* gibi) veya cinsin beslenme durumu ile ilgili herhangi bir bilginin olmadığı durumlarda (*Philocrena* gibi) larvaların ağız parçalarının morfolojileri incelenmiş ve buna uyan beslenme oranları kullanılmıştır.

2.5. İstatistiksel Analizler

Çevresel faktörlerin Trichoptera faunasına etkisinin araştırılabilmesinde uygulanacak analizin belirlenmesi için öncelikle veri setinin homojen ya da heterojen olma durumu incelenmiş, bunun için “Detrended Correspondant Analysis” (DCA) uygulanmış ve beta çeşitliliği ifade eden “gradient uzunluğu” elde edilmiştir. Literatürde 3 ve aşağısındaki gradient uzunlukları için linear modele uyumlu “Redundancy Analysis”, 4 ve yukarısındaki gradient uzunlukları için unimodale uyumlu Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondance Analysis) uygulanması önerilmektedir [142]. Ancak 3-4 arası değerler için iki analizin de uygulanabileceği söylenmiştir. Bazı yazarların iki analizi de uygulayıp bağımsız ve bağımlı değişkenlerin ilişkisinin varyans oranının yüksekliğine göre seçim yaptıkları gözlenmiştir ancak CCA’daki sınıflandırma diyagramında bu yüzde oranı düşük olsa bile çok bilgilendirici sonuçlar ortaya çıktığı görülmektedir [143]. Ayrıca RDA’da Öklid uzaklığı kullanılırken CCA’da ki-kare uzaklığı kullanılmaktadır.

Cinsler bağımlı değişken (responce variable), fizikokimyasal ölçümler bağımsız değişken (predictors) olarak kullanıldı. İstasyonların Trichoptera cinslerine göre çeşitlilikleri de CANOCO programı ile hesaplanmıştır.

Çevresel faktörlerin Trichoptera faunasına etkisini araştırabilmek için bir çoklu değişken analizi olan Kanonik Uyum Analizi (Canonical Correspondance Analysis), CANOCO programı (4.5 versiyonu) kullanılarak uygulanmıştır [144]. İstasyonlarda cinslerin bollukları logaritmik olarak $[\log(10Y+1)]$ program içinde dönüştürülmüştür. Bu sayede, yüksek oranda bulunan cinslerin dağılıma etkisi azaltılmıştır. CCA'da kullanılan ki-kare ölçümü düşük bolluktaki bağımlı değişkenlerden güçlü bir şekilde etkilendiği için, istasyonlar içinde, oranları düşük çıkan cinsler için programda bulunan "Downweighting of rare species" seçeneği kullanılmış, bu sayede bu nadir türlerin analize etkisi azaltılmıştır. Bağımsız değişkenlerden yüzde verileri ile ifade edilenler önce 0-1 aralığındaki değerlere dönüştürülmüş, daha sonra ters trigonometrik fonksiyonlar (arcsin) uygulanmıştır [145]. Sayı olarak ifade edilen değişkenler (pH hariç) $\log(x+1)$ ile dönüştürülmüştür, akarsu genişliği için logaritmik dönüşüm hem metre hem de santimetre cinsinden yapılarak iki şekilde de analizde test edilmiş ve akarsu genişliği için uzunluk ölçü birimindeki değişimlerin analize etkisinin önemsiz olduğu gözlenmiştir.

CCA-I analizinde ondört çevresel değişkenden (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş katı, çözünmüş oksijen, yükseklik, kenar orman varlığı, kenar bitkilenme yüzdesi, dip yapısında yer alan kaya, taş, çakıl, kum yüzdesi, akarsu genişliği) yüksek karşılıklı ilişki gösteren değişkenlerden (toplam çözünmüş katı, elektriksel iletkenlik, tuzluluk gibi) (Tablo 3.7) yalnızca bir tanesi analizde (elektriksel iletkenlik) kullanılmış ve istasyonlarda bulunan 22 cinsin bolluğu ile ilişkileri değerlendirilmiştir.

CCA-II analizine ise sıcaklık (S), elektriksel iletkenlik (E.I), pH, çözünmüş oksijen (C.O), bakır (Cu), çinko (Zn), Ferrus demir (Fe^{+2}), nitrat ve nitrit azotları (NO_3-N+NO_2-N), Nikel (Ni), magnezyum sertliği (Mg sert.) ve akıntı hızı dahil edilmiş, bu bağımsız değişkenlerin 22 cins ile ilişkisi için çok değişkenli analiz yöntemlerinden biri olan Kanonik Uyum Analizi uygulanmıştır. Her iki analizde de "inflation" faktör 10'un altında kalacak şekilde çevresel değişkenler analize dahil edilmiştir.

İstasyonların beslenme gruplarına göre kümelemesi PAST (PAleontological STatistics, V. 3.12) [146] programı kullanılarak yapılmış, kümelemede

kullanılacak benzerlik indeksinde taksonların bolluklarını da dikkate alan Bray Curtis seçilmiştir.

Bağımsız değişkenlerin birbiri ile ilişkisini ve bunların istatistiksel olarak anlamlılığını belirleyebilmek için SPSS V23.0 kullanılarak [146] Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 3.7). 1 ile -1 arasında bir değer alan “r” değerinin yorumlanmasında Evans [147]’ın belirttiği aralıklardan yararlanılmıştır, r için:

- .00 – .19 çok zayıf
- .19 – .39 zayıf
- .40 – .59 orta
- .60 – .79 güçlü
- .80 – 1.0 çok güçlü doğrusal ilişkiyi ifade eder.

Bu sayılar pozitif olduğunda pozitif doğrusal ilişki, negatif olduğunda negatif doğrusal ilişkiden bahsedilebilir.

3. BULGULAR

3.1. Çevresel veri ve cins verisi

Toplam 66 istasyondan 13 familya, 22 cinse ait 5375 larva toplanmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunması beklenen familyaların %68,4'üne, cinslerin ise %45,8'ine bu çalışmada rastlanmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1 Çalışma istasyonlarında bulunan Trichoptera takımına ait cinsler

Familya	Cins
Rhyacophilidae	<i>Philocrena</i> Lepneva <i>Rhyacophila</i> Pictet
Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> Curtis <i>Agapetus</i> Curtis/ <i>Synagapetus</i> McLachlan
Philopotamidae	<i>Wormaldia</i> McLachlan <i>Philopotamus</i> Stephens
Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> Stephens
Hydropsychidae	<i>Cheumatopsyche</i> Wallengren <i>Hydropsyche</i> Pictet
Psychomyiidae	<i>Psychomyia</i> Latreille
Brachycentridae	<i>Micrasema</i> McLachlan
Uenoidae	<i>Thremma</i> McLachlan
Goeridae	<i>Lithax</i> McLachlan
Apataniidae	<i>Apatania</i> Kolenati
Limnephilidae	<i>Drusus</i> Stephens <i>Chaetopteryx</i> Stephens <i>Halesus</i> Stephens <i>Potamophylax</i> Wallengren <i>Stenophylax</i> Kolenati/ <i>Micropterna</i> McLachlan
Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i> Latreille/ <i>Schizopelex</i> McLachlan <i>Notidobia</i> Stephens
Leptoceridae	<i>Athripsodes</i> Billberg

3.1.1. Aksu Deresi

Tablo 3.2 Aksu Deresi istasyonlarında bulunan cinsler

	A807	A808	A901	A902	A903	A904	A905	A906	A907	A1101	A1102	A1103	A1104	A1105	A1106
<i>Philocrena</i>									*						
<i>Rhyacophila</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Glossosoma</i>	*	*	*	*			*	*			*	*			*
<i>Agapetus/Synagapetus</i>									*						
<i>Wormaldia</i>		*										*	*		
<i>Philopotamus</i>						*									
<i>Plectrocnemia</i>						*									
<i>Cheumatopsyche</i>			*												
<i>Hydropsyche</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Psychomyia</i>	*													*	
<i>Micrasema</i>							*					*			
<i>Thremma</i>					*										
<i>Lithax</i>						*	*		*						
<i>Apatania</i>													*		
<i>Drusus</i>				*	*	*	*	*	*		*	*			
<i>Chaetopteryx</i>				*	*	*	*	*	*		*	*	*		
<i>Halesus</i>						*	*	*	*		*	*	*		
<i>Potamophylax</i>						*	*	*	*		*	*	*		
<i>Stenophylax/Micropterna</i>															
<i>Sericostoma/Schizopelex</i>		*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	
<i>Notidobia</i>				*	*	*	*	*	*						
<i>Athripsodes</i>		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

3.1.1.1. A807



Aksu Çayı, Dereli Yolu, Duroğlu Beldesi, Giresun

40° 50' 42.6" K; 38° 27' 35.6" D

62m

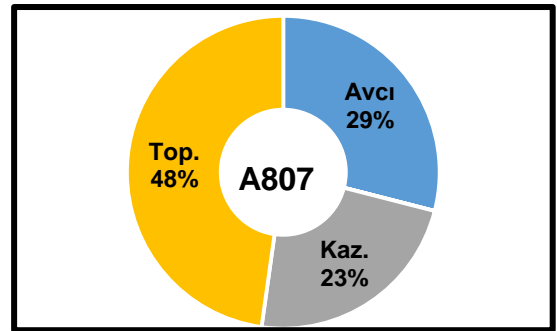
İstasyonda bulunan cinsler:

Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Psychomyia



3.1.1.2. A808



Aksu Deresi, Dereli Yolu, Taşlıca Beldesi, Giresun

40° 46' 15.1" K; 38° 26' 23.7" D

190 m

İstasyonda bulunan cinsler:

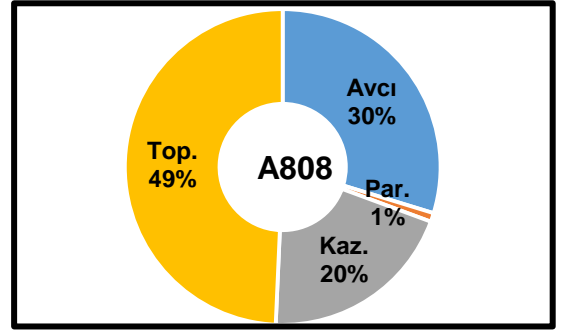
Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



3.1.1.3. A901



Aksu Deresi, Dereli Yolu, Duroğlu Beldesi, Giresun

40° 50' 42.6" K; 38° 27' 35.6" D

55 m

İstasyonda bulunan cinsler

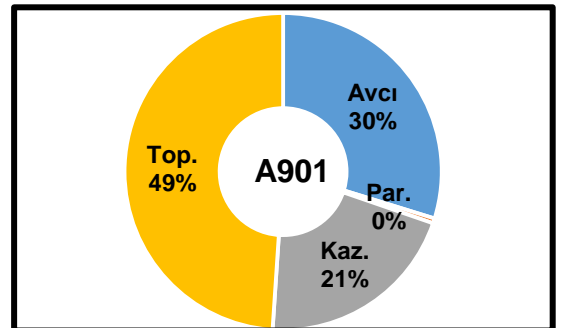
Rhyacophila

Glossosoma

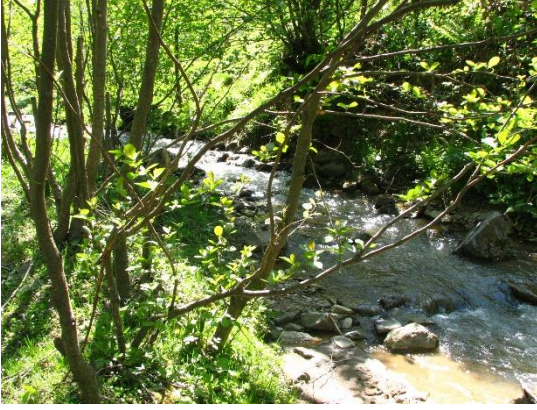
Cheumatopsyche

Hydropsyche

Sericostoma/Schizopelex



3.1.1.4. A902



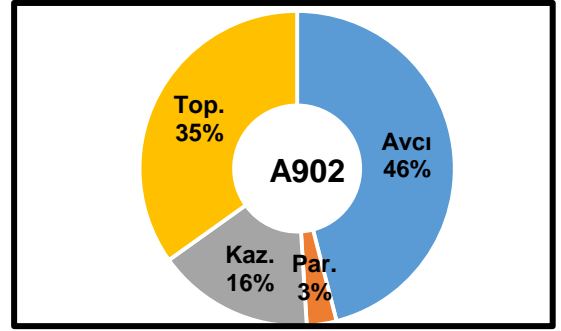
Aksu Deresi, Kümbet Yolu, Giresun

(?)

601 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Glossosoma
Hydropsyche
Drusus
Chaetopteryx
Notidobia
Athripsodes



3.1.1.5. A903



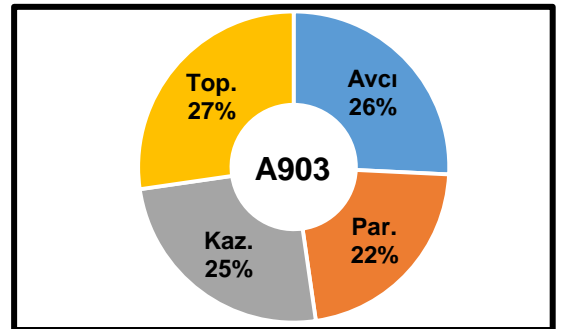
Aksu Deresi, Kümbet Yolu, Giresun

(?)

1650 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Hydropsyche
Drusus
Chaetopteryx
Sericostoma/Schizopelex
Athripsodes



3.1.1.6. A904



Aksu Deresi, Kümbet, Giresun

40° 34,4' 16.38" K; 38° 28' 53.18" D

1875 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Wormaldia

Philopotamus

Psychomyia

Hydropsyche

Drusus

Chaetopteryx

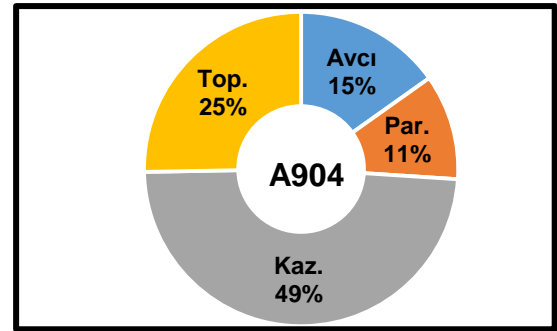
Halesus

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex

Notidobia

Athripsodes



3.1.1.7. A905



Aksu Deresi, Giresun

40°32'31.00"K; 38°23'40.00"D

1568 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Micrasema

Lithax

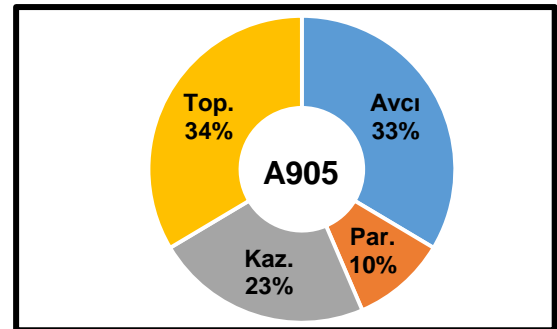
Drusus

Halesus

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



3.1.1.8. A906



Aksu Deresi, Uzundere, Kümbet,
Giresun

40°32'22.00"K; 38°24'6.00"D

1540 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Drusus

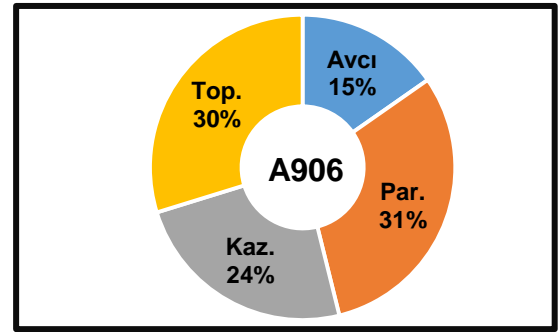
Chaetopteryx

Halesus

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



3.1.1.9. A907



Aksu Deresi, Kanlıhan Köprüsü,
Giresun

40°32'19.00"K; 38°21'35.00"D (?)

1360 m

İstasyonda bulunan cinsler

Philocrena

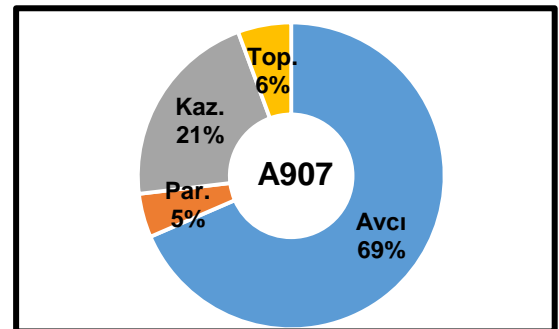
Rhyacophila

Agapetus/Synagapetus

Hydropsyche

Drusus

Chaetopteryx



3.1.1.10. A1101



Aksu Deresi, Kümbet, Giresun

40° 34,4' 16.38" K; 38° 28' 53.18" D

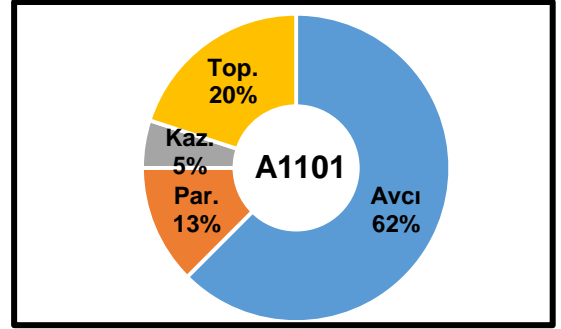
1875 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Athripsodes



3.1.1.11. A1102



Aksu Deresi, Giresun

(?)

1363 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Drusus

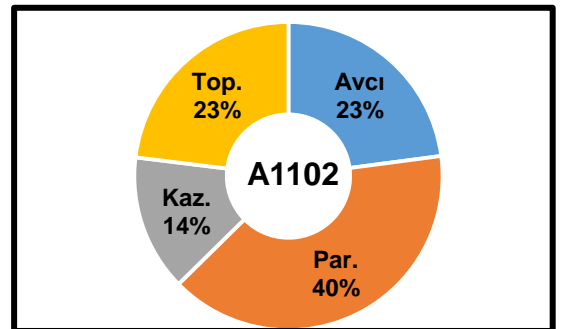
Chaetopteryx

Halesus

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



3.1.1.12. A1103



Aksu Deresi ,Kanlıhan Köprüsü,
Giresun

40°32'19.00"K; 38°21'35.00"D (?)

1360 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

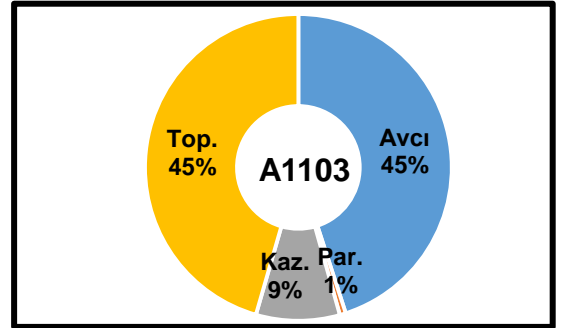
Glossosoma

Agapetus/Synagapetus

Hydropsyche

Micrasema

Drusus



3.1.1.13. A1104



Aksu Deresi Tamdere, Giresun

40°29'20.56"K 38°21'59.02"D

1821 m

Wormaldia

Hydropsyche

Apatania

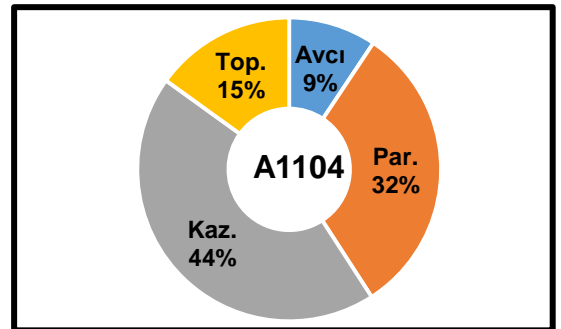
Chaetopteryx

Halesus

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



İstasyonda bulunan cinsler

3.1.1.14. A1105



Aksu Deresi, Dereli Yolu, Duroğlu Beldesi, Giresun

(?)

103 m

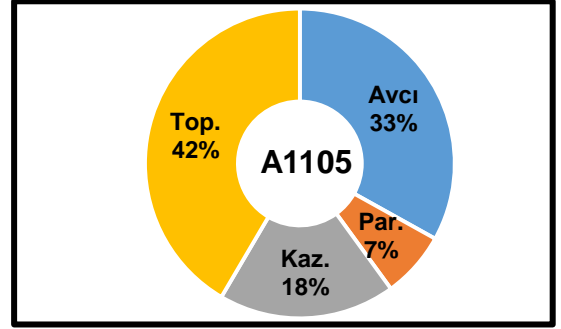
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Psychomyia

Sericostoma/Schizopelex



3.1.1.15. A1106



Aksu Deresi, Dereli Yolu, Duroğlu Beldesi, Giresun

40° 50' 42.6'' K; 38° 27' 35.6'' D

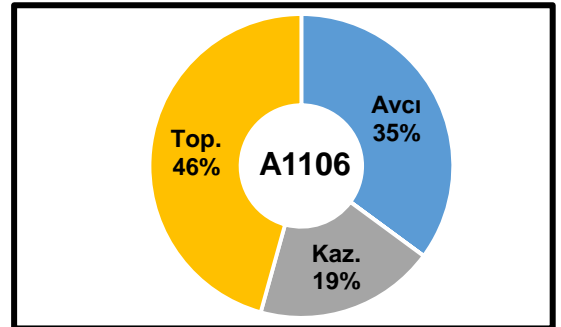
55 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche



3.1.2. Değirmendere

Tablo 3.3 Değirmende üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler

	D809	D811	D910	D913	D1107	D1108	D1109	D1110	D1111	D1112
<i>Philocrena</i>										
<i>Rhyacophila</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*
<i>Glossosoma</i>										
<i>Agapetus/Synagapetus</i>										
<i>Wormaldia</i>										
<i>Philopotamus</i>										
<i>Plectrocnemia</i>							*	*		
<i>Cheumatopsyche</i>										
<i>Hydropsyche</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*
<i>Psychomyia</i>										
<i>Micrasema</i>				*						
<i>Thremma</i>										
<i>Lithax</i>				*						
<i>Apatania</i>										
<i>Drusus</i>	*				*	*	*	*	*	*
<i>Chaetopteryx</i>		*				*	*	*	*	*
<i>Halesus</i>	*					*	*	*	*	*
<i>Potamophylax</i>										
<i>Stenophylax/Micropterna</i>					*					
<i>Sericostoma/Schizopelex</i>		*		*						
<i>Notidobia</i>										
<i>Athripsodes</i>		*		*						

3.1.2.1. D809



Değirmendere, Maçka, Trabzon
40° 36' 48.7" K; 39° 41' 18.0" D
2200 m

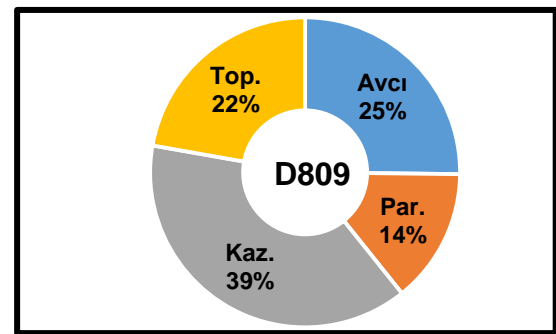
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus

Halesus



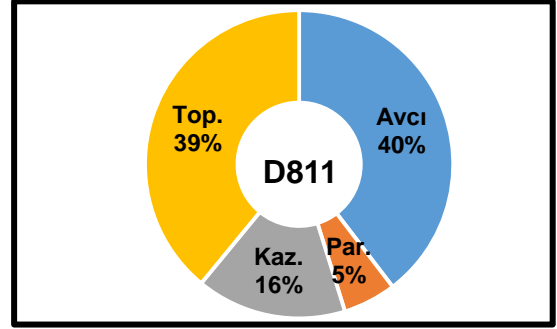
3.1.2.2. D811



Değirmendere, Maçka, Trabzon
40° 40' 31.1" K; 39° 39' 43.7" D
1500 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Hydropsyche
Chaetopteryx
Sericostoma/Schizopelex
Athripsodes



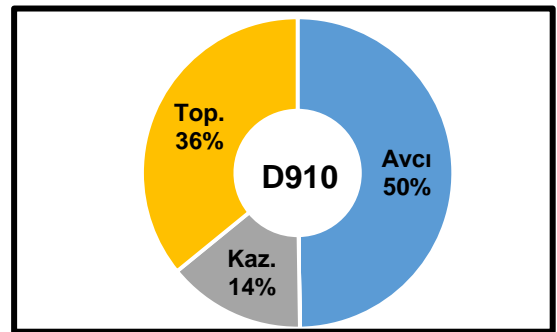
3.1.2.3. D910



Değirmendere, Camiboğazı Yaylası
Yolu, Maçka, Trabzon
40°37'21.55"K; 39°35'37.67"D (?)
1836 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Hydropsyche



3.1.2.4. D913



Değirmendere, Camiboğazı Yaylası
Yolu, Maçka, Trabzon

(?)

1400 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

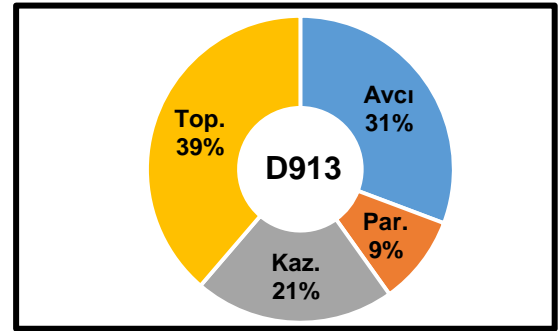
Hydropsyche

Micrasema

Lithax

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



3.1.2.5. D1107



Değirmendere, Maçka, Trabzon

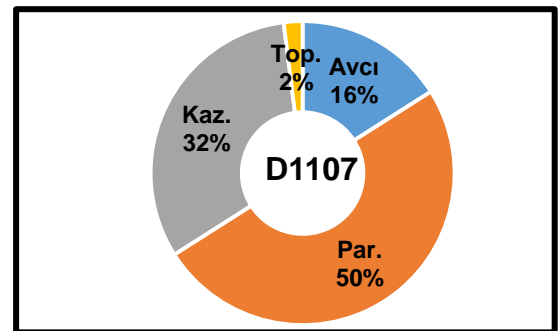
40°36'20.90"K; 39°38'48.80"D

2435 m

İstasyonda bulunan cinsler

Drusus

Stenophylax/Micropterna



3.1.2.6. D1108



Değirmendere, Maçka, Trabzon

40°36'6.70"K; 39°38'42.80"D

2394 m

İstasyonda bulunan cinsler

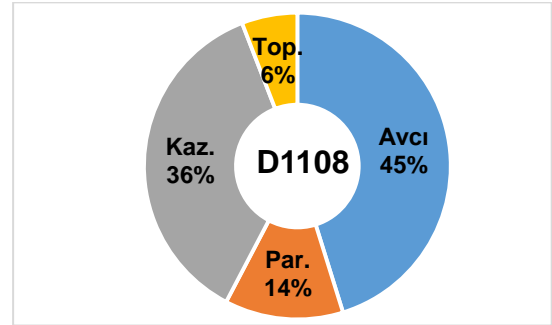
Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus

Chaetopteryx

Halesus



3.1.2.7. D1109



Değirmendere, Maçka, Trabzon

(?)

2149 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

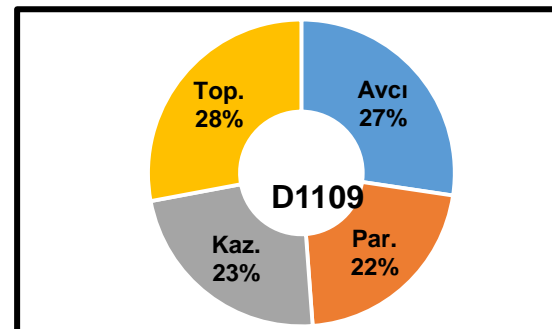
Plectrocnemia

Hydropsyche

Drusus

Chaetopteryx

Halesus



3.1.2.8. D1110



Değirmendere, Camiboğazı Yaylası
Yolu, Maçka, Trabzon

40°35'99.70"K; 39°37'00"D

2128 m

İstasyonda bulunan cinsler

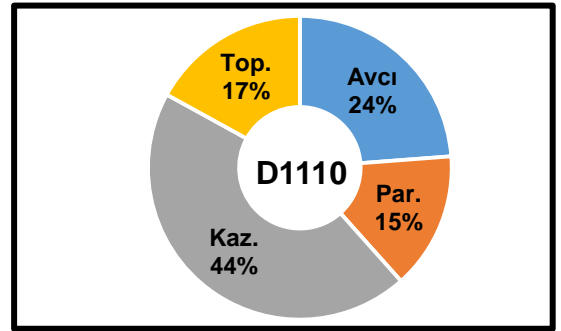
Rhyacophila

Plectrocnemia

Hydropsyche

Drusus

Halesus



3.1.2.9. D1111



Değirmendere, Camiboğazı Yaylası
Yolu, Maçka, Trabzon

40°37'37.22"K; 39°35'63,8"D

1919 m

İstasyonda bulunan cinsler

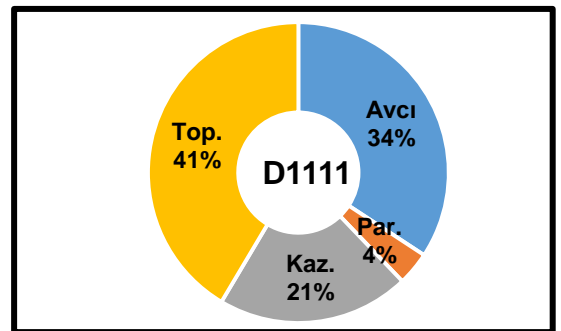
Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus

Chaetopteryx

Halesus



3.1.2.10. D1112



Değirmendere, Maçka, Trabzon

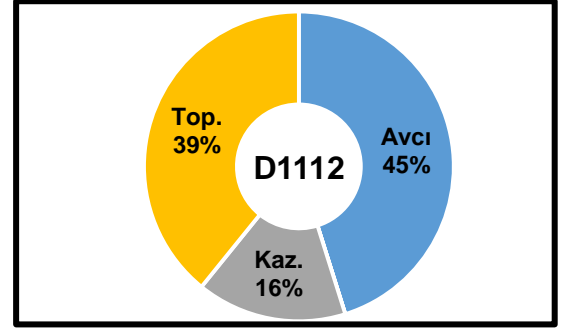
(?)

1749

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.3. Fırtına Deresi

Tablo 3.4 Fırtına Deresi üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler

	F820	F821	F822	F1113	F1114	F1116	F1117	F1118	F1119	F1120	F1121	F1122
<i>Philocrena</i>										*		
<i>Rhyacophila</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Glossosoma</i>	*						*	*	*	*	*	*
<i>Agapetus/Synagapetus</i>												
<i>Wormaldia</i>										*	*	
<i>Philopotamus</i>												
<i>Plectrocnemia</i>												
<i>Cheumatopsyche</i>												
<i>Hydropsyche</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Psychomyia</i>												
<i>Micrasema</i>												
<i>Thremma</i>												
<i>Lithax</i>				*								
<i>Apatania</i>												
<i>Drusus</i>	*			*		*		*			*	
<i>Chaetopteryx</i>							*	*				
<i>Halesus</i>												
<i>Potamophylax</i>												
<i>Stenophylax/Micropterna</i>												
<i>Sericostoma/Schizopelex</i>	*		*								*	
<i>Notidobia</i>	*		*							*		
<i>Athripsodes</i>											*	

3.1.3.1. F820



Fırtına Deresi,

40°58'13.00"K; 41° 4'20.30"D

926 m

İstasyonda bulunan cinsler

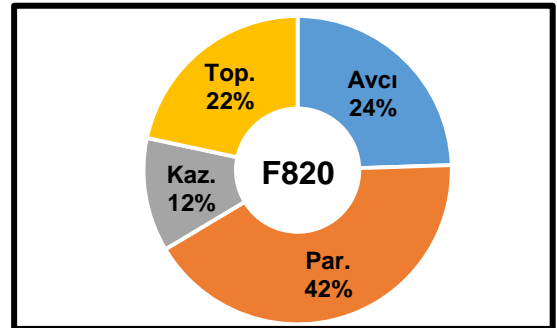
Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Sericostoma/Schizopelex

Notidobia



3.1.3.2. F821



Fırtına Deresi, Kale (Hala) Köprüsü,
Çamlıhemşim, Rize

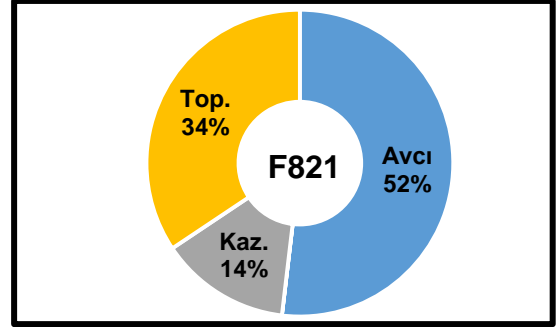
41° 1'18.40"K; 41° 2'58.30"D

699 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.3.3. F822



Fırtına Deresi, Çamlıhemşin, Rize

41° 1'11.00"K; 40°59'52.10"D

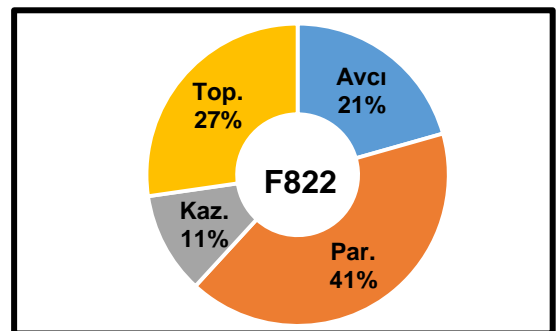
370 m

İstasyonda bulunan cinsler

Hydropsyche

Sericostoma/Schizopelex

Notidobia



3.1.3.4. F1113



Fırtına Deresi, Yukarı Kavrun Yaylası,
Rize

40°52'56.42"K; 41° 7'52.75"D

2271 m

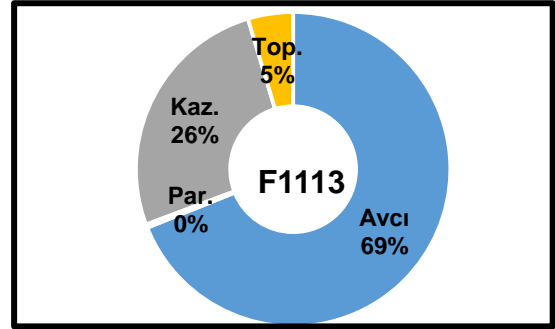
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Lithax

Drusus



3.1.3.5. F1114



Fırtına Deresi, Yukarı Kavrun Yaylası,
Rize

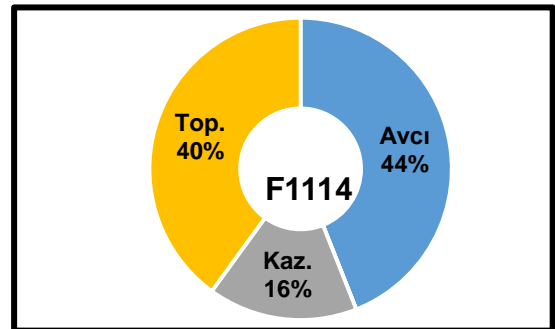
40°53'6.77"K; 41° 7'52.00"D

2255 m

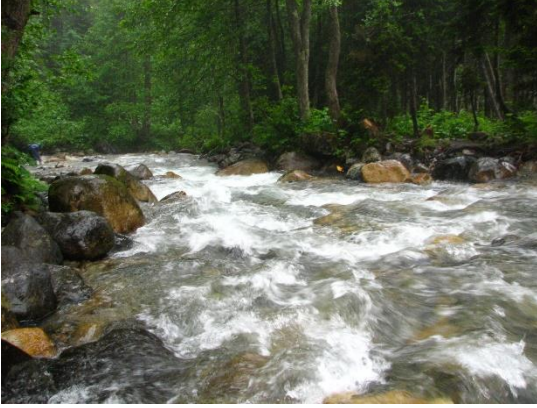
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.3.6. F1116



Fırtına Deresi, Ayder Yaylası, Rize

40°55'38.44"K; 41° 8'46.14"D

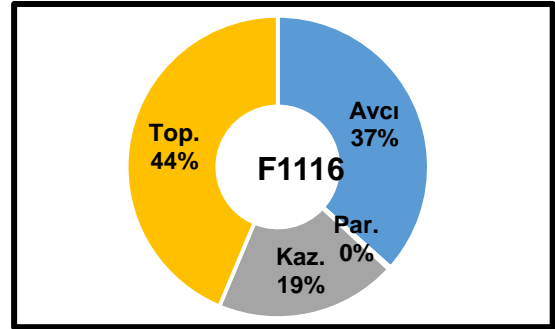
1697 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus



3.1.3.7. F1117



Fırtına Deresi, Ayder Yaylası, Rize

40°57'39.04"K; 41° 4'38.73"D

1128 m

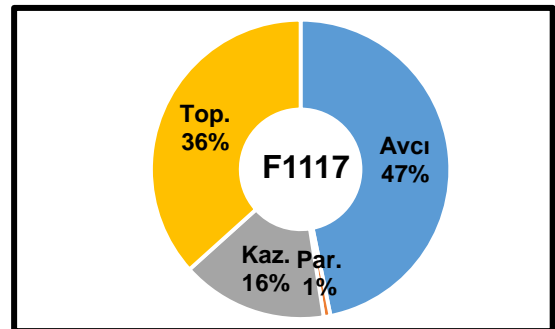
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Chaetopteryx



3.1.3.8. F1118



Fırtına Deresi, Ayder Yaylası, Rize

40°59'9.17"K; 41° 3'38.02"D

759 m

İstasyonda bulunan cinsler

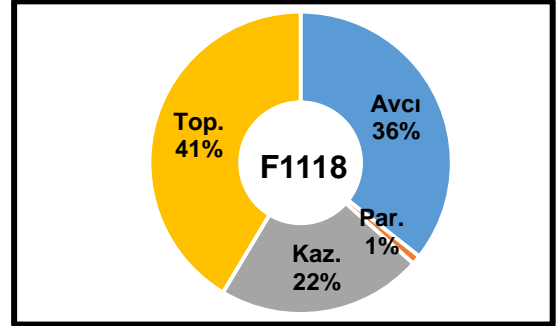
Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche

Drusus

Chaetopteryx



3.1.3.9. F1119



Fırtına Deresi, Güroluk Köyü,
Çamlıhemşin, Rize

41° 1'32.00"K; 41° 2'48.00"D

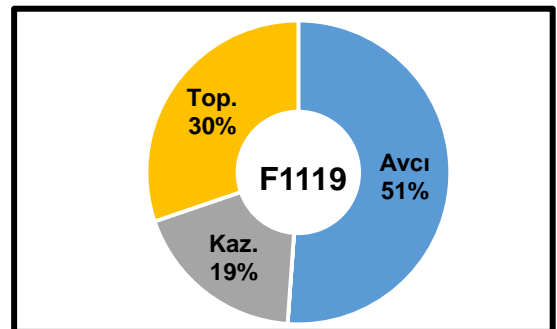
568 m

İstasyonda bulunan cinsler

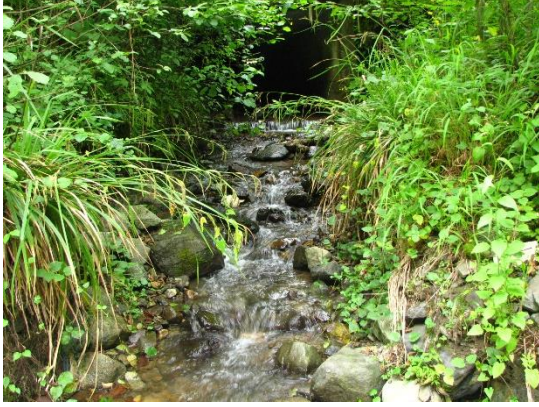
Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche



3.1.3.10. F1120



Fırtına Deresi, Güroluk Köyü,
Çamlıhemşin, Rize

41° 1'32.66"K; 41° 2'47.83"D

568m

İstasyonda bulunan cinsler

Philocrena

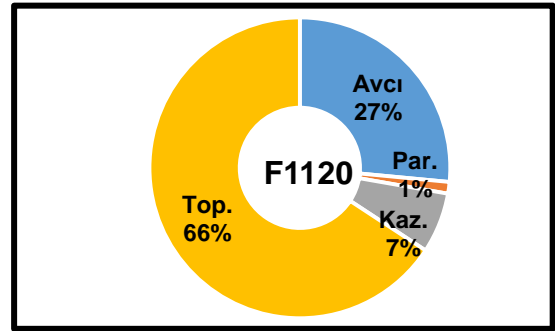
Rhyacophila

Glossosoma

Wormaldia

Hydropsyche

Notidobia



3.1.3.11. F1121



Fırtına Deresi, Çamlıhemşin, Rize

40°59'13.16"K; 40°57'56.99"D

495 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Glossosoma

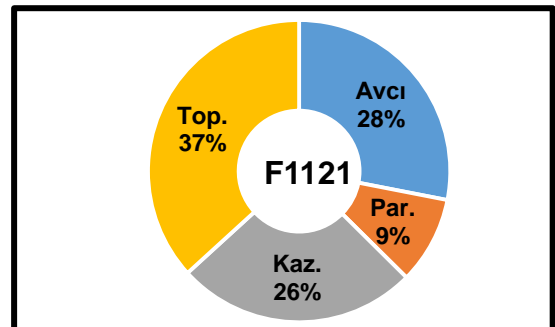
Wormaldia

Hydropsyche

Drusus

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



3.1.3.12. F1122



Firtına Deresi, Çamlıhemşin, Rize

41° 3'40.21"K; 41° 0'27.88"D

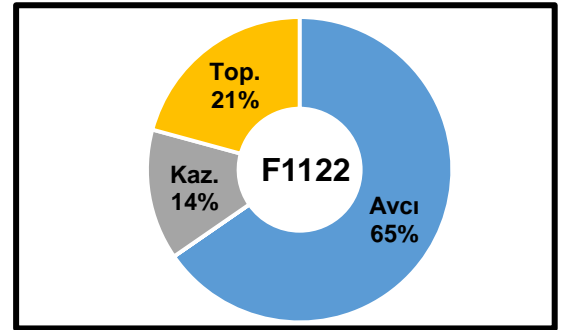
487 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Glossosoma

Hydropsyche



3.1.4. İyidere

Tablo 3.5 İyidere üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler

	I815	I816	I817	I823	I824	I827A	I827B	I828	I829	I830	I832	I835
<i>Philocrena</i>												
<i>Rhyacophila</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Glossosoma</i>			*		*							
<i>Agapetus/Synagapetus</i>												
<i>Wormaldia</i>												
<i>Philopotamus</i>												
<i>Plectrocnemia</i>								*				
<i>Cheumatopsyche</i>												
<i>Hydropsyche</i>	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	
<i>Psychomyia</i>												
<i>Micrasema</i>					*							
<i>Thremma</i>												
<i>Lithax</i>							*					
<i>Apatania</i>												
<i>Drusus</i>	*		*		*				*		*	
<i>Chaetopteryx</i>	*											
<i>Halesus</i>												
<i>Potamophylax</i>												
<i>Stenophylax/Micropterna</i>												*
<i>Sericostoma/Schizopelex</i>		*	*		*	*					*	
<i>Notidobia</i>												
<i>Athripsodes</i>					*							

	I1123	I1124	I1125	I1126	I1127	I1128	I1129	I1130	I1131	I1132	I1133	I1134
<i>Philocrena</i>												
<i>Rhyacophila</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Glossosoma</i>	*	*										
<i>Agapetus/Synagapetus</i>												
<i>Wormaldia</i>	*									*	*	
<i>Philopotamus</i>												
<i>Plectrocnemia</i>										*	*	*
<i>Cheumatopsyche</i>												
<i>Hydropsyche</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		*		
<i>Psychomyia</i>												
<i>Micrasema</i>												
<i>Thremma</i>												
<i>Lithax</i>												
<i>Apatania</i>											*	*
<i>Drusus</i>		*								*	*	*
<i>Chaetopteryx</i>									*			
<i>Halesus</i>			*							*		
<i>Potamophylax</i>		*	*									
<i>Stenophylax/Micropterna</i>												*
<i>Sericostoma/Schizopelex</i>	*	*	*									
<i>Notidobia</i>												
<i>Athripsodes</i>												

3.1.4.1. I815



İyidere, Sivrikaya Köyü, İkizdere, Rize

40° 39' 47.1" K; 40° 42' 56.2" D

1980 m

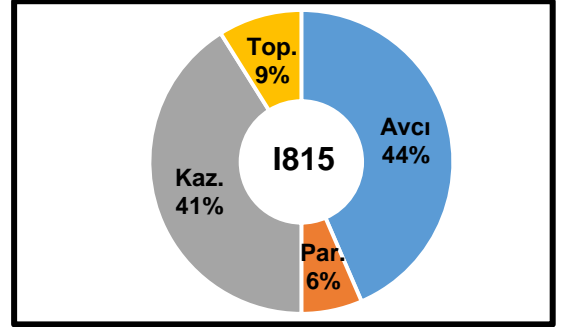
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus

Chaetopteryx



3.1.4.2. I816



İyidere, Sivrikaya Köyü, İkizdere, Rize

40° 41' 02.4" K; 40° 42' 20.2" D

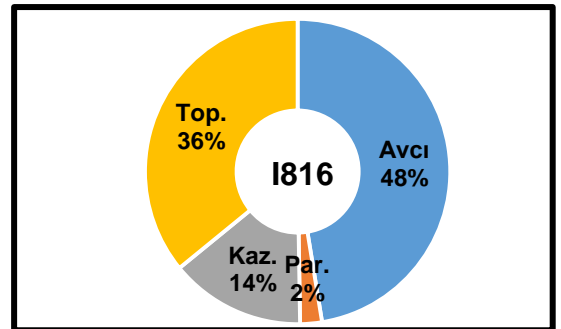
1816 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Sericostoma/Schiopelix



3.1.4.3. I817



İyidere, Koylav (Bakırköy), İkizdere, Rize

40° 45' 13.6" K; 40° 35' 36.9" D

765 m

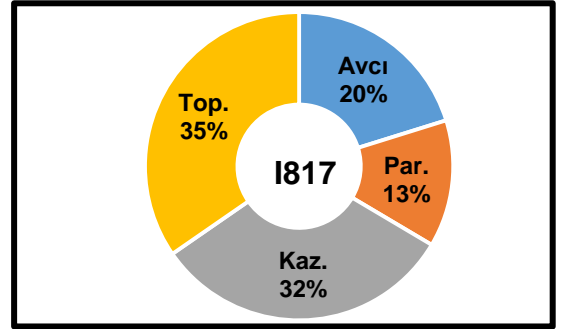
İstasyonda bulunan cinsler

Glossosoma

Hydropsyche

Drusus

Sericostoma/Schizopelex



3.1.4.4. I823



İyidere, Yokuşlu, Kalkandere, Rize

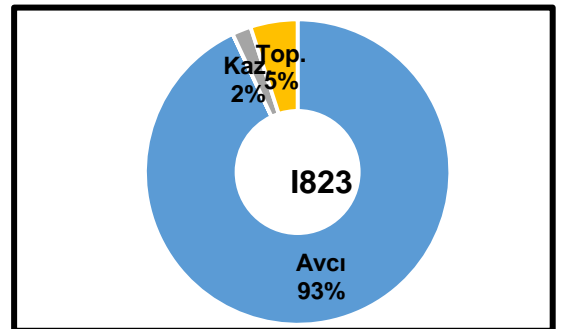
40° 53' 26.7" K; 40° 26' 16.8" D

135 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



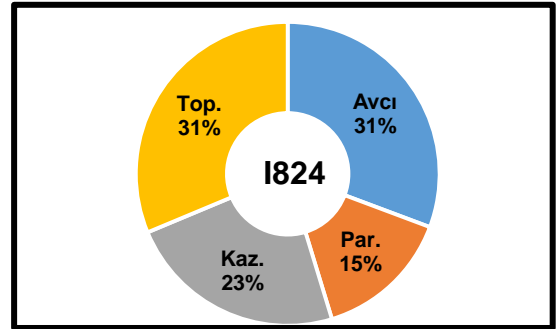
3.1.4.5. I824



İyidere, Yerelma Köyü, İkizdere, Rize
40° 42' 0.69" K; 40° 35' 56.0" D
880 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Glossosoma
Hydropsyche
Micrasema
Drusus
Sericostoma
Athripsodes



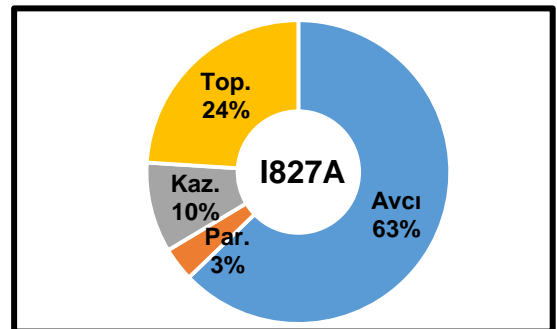
3.1.4.6. I827A



İyidere, Anzer Vadisi, Rize
(?)
2060 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Hydropsyche
Sericostoma/Schizopelex



3.1.4.7. I827B



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

(?)

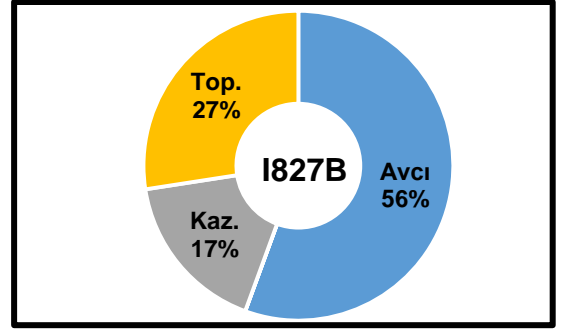
2050 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Lithax



3.1.4.8. I828



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

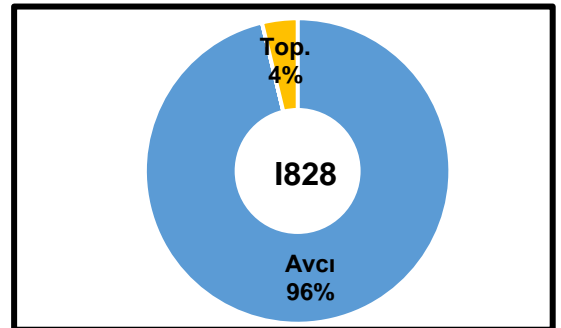
40°32'3.60\"K; 40°30'11.50\"D

2500 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Plectronemia



3.1.4.9. I829



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

40°35'11.73"K; 40°30'58.84"D

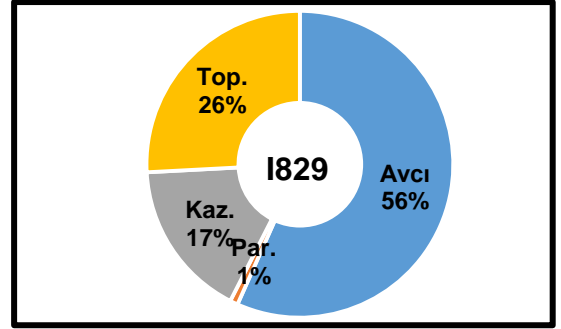
2154 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus



3.1.4.10. I830



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

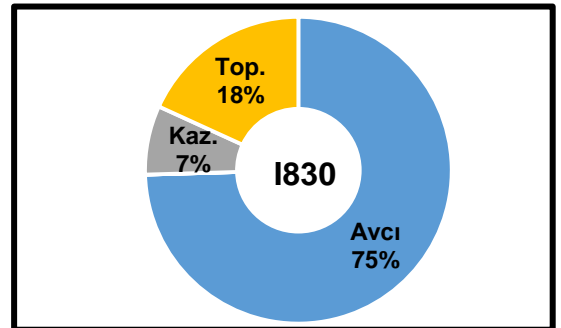
(?)

2164 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.4.11. I832



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

40°35'36.66"K; 40°31'1.21"D (?)

2095 m

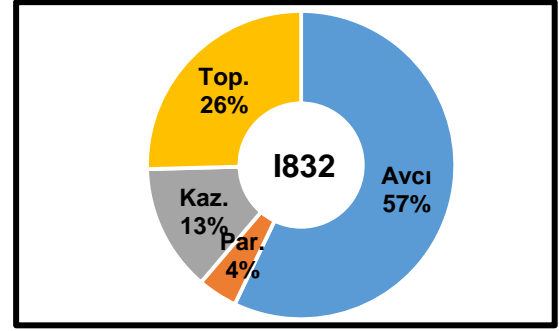
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus

Sericostoma/Schizopelex



3.1.4.12. I835



İyidere, Ovit Yaylası, İkizdere, Rize

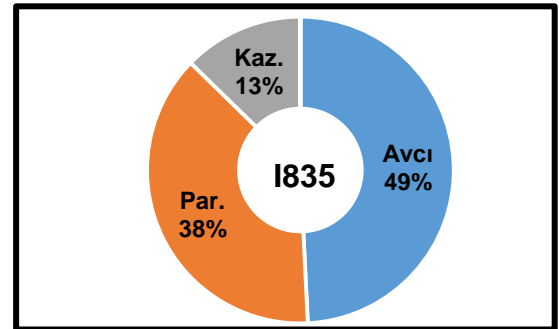
40° 37' 29.1" K; 40° 46' 45.3" D

2640 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Stenophylax/Micropterna



3.1.4.13. I1123



İyidere, İkizdere, Rize

40°48'21.89"K; 40°32'10.47"D

10 m

İstasyonda bulunan cinsler

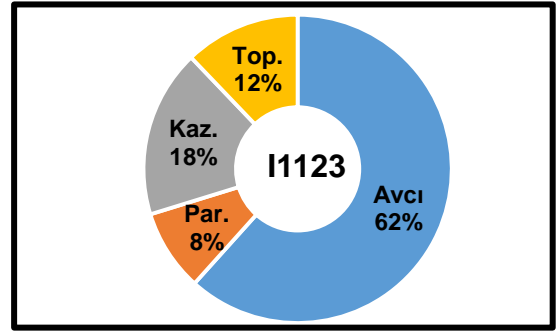
Rhyacophila

Glossosoma

Wormaldia

Hydropsyche

Sericostoma/Schizopelex



3.1.4.14. I1124



İyidere, İkizdere, Rize

40°42'44.05"K; 40°38'22.61"D

560 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

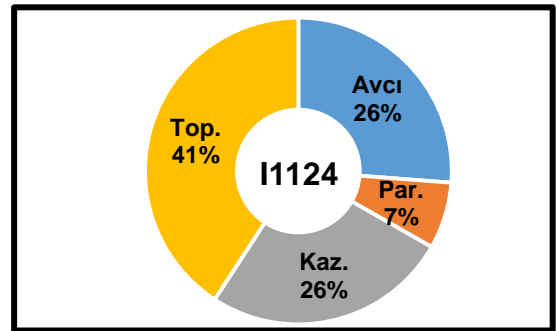
Glossosoma

Hydropsyche

Drusus

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex



3.1.4.15. I1125



İyidere, İkizdere, Rize

40°39'35.47"K; 40°33'15.53"D

1230 m

İstasyonda bulunan cinsler

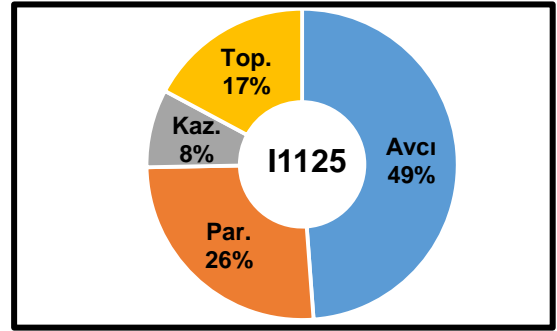
Rhyacophila

Hydropsyche

Halesus

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex



3.1.4.16. I1126



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

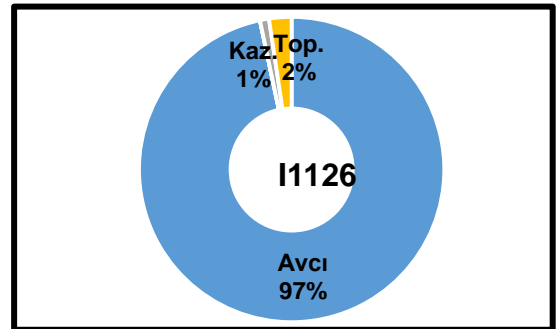
40°37'6.41"K; 40°31'59.88"D

1950 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.4.17. I1127



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

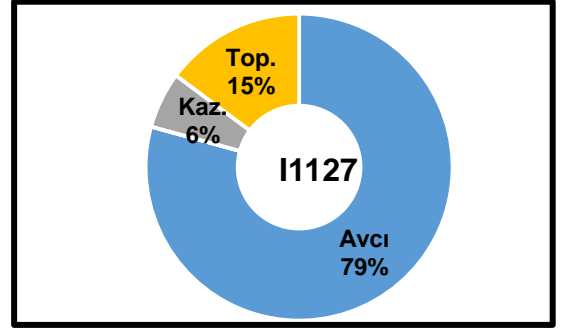
40°36'0.01"K; 40°31'23.05"D

1970 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.4.18. I1128



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

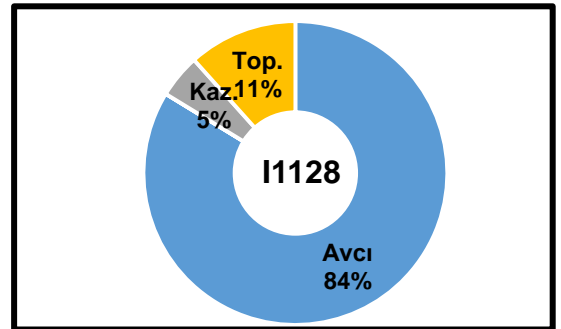
40°35'37.68"K; 40°31'2.33"D

2080 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.4.19. I1129



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

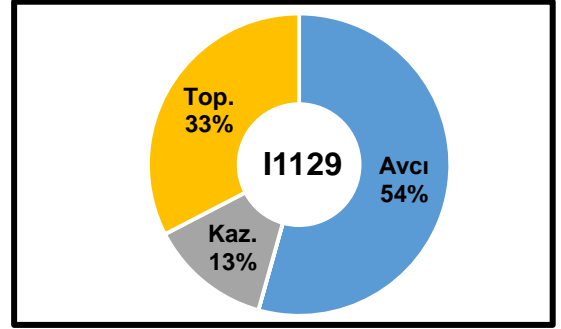
40°34'15.66"K; 40°30'36.12"D

2093 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.4.20. I1130



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

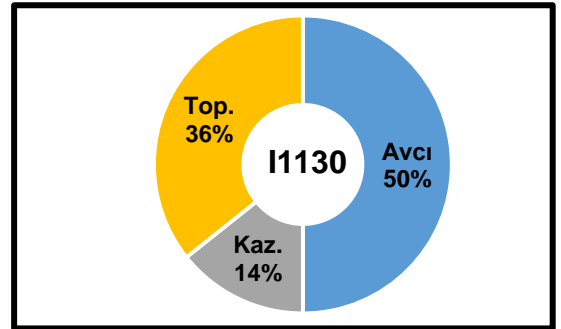
40°34'14.03"K; 40°30'38.79"D

2088 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche



3.1.4.21. I1131



İyidere, Anzer Vadisi, Rize

40°32'26.06"K; 40°30'2.34"D

2552 m

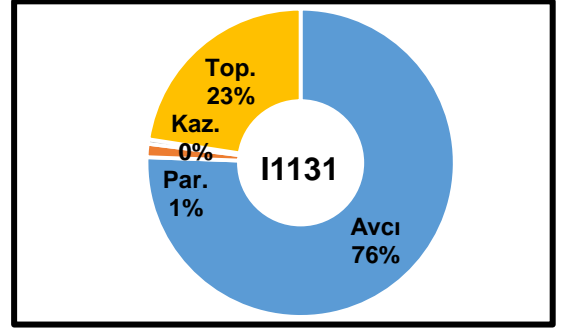
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Wormaldia

Philopotamus

Chaetopteryx



3.1.4.22. I1132



İyidere, Ovit Dağı, Dağbaşı Gölü'nün aşağısı, Rize

40°37'22.60"K; 40°46'53.34"D

2679 m

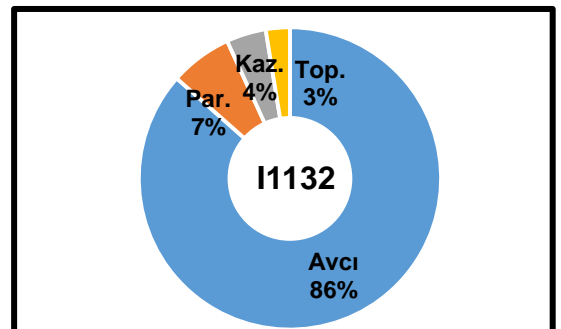
İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

Drusus

Halesus



3.1.4.23. I1133



İyidere, Ovit Dağı, Dağbaşı Gölü'nün
aşağısı, Rize

40°37'17.70"K; 40°46'50.32"D

2708 m

İstasyonda bulunan cinsler

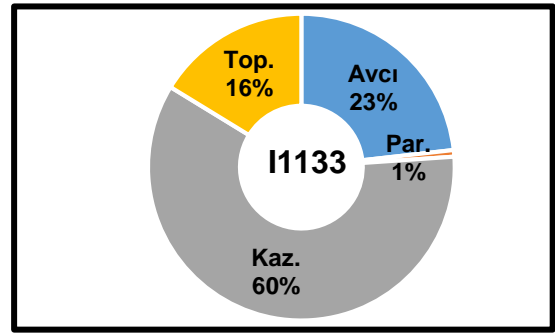
Rhyacophila

Wormaldia

Plectrocnemia

Apatania

Drusus



3.1.4.24. I1134



İyidere, Ovit Dağı, Dağbaşı Gölü'nün
aşağısı, Rize

40°37'13.04"K; 40°46'46.08"D

2753 m

İstasyonda bulunan cinsler

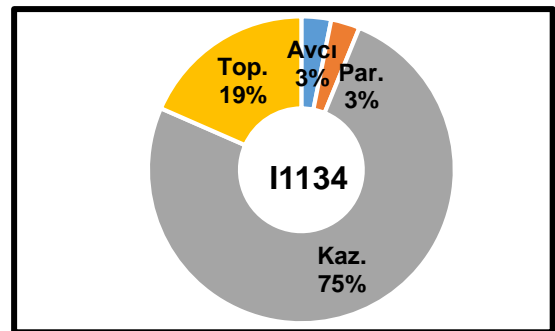
Rhyacophila

Plectrocnemia

Apatania

Drusus

Stenophylax/Micropterna



3.1.5. Solaklı Deresi

Tablo 3.6 Solaklı Deresi üzerindeki istasyonlarda bulunan cinsler

	S812A	S812Y	S813	S908	S909
<i>Philocrena</i>					
<i>Rhyacophila</i>	*	*	*	*	*
<i>Glossosoma</i>			*		
<i>Agapetus/Synagapetus</i>					
<i>Wormaldia</i>		*			*
<i>Philopotamus</i>					
<i>Plectrocnemia</i>					
<i>Cheumatopsyche</i>					
<i>Hydropsyche</i>	*	*	*	*	*
<i>Psychomyia</i>					
<i>Micrasema</i>				*	
<i>Thremma</i>					*
<i>Lithax</i>					
<i>Apatania</i>					
<i>Drusus</i>	*	*	*	*	
<i>Chaetopteryx</i>	*			*	
<i>Halesus</i>					
<i>Potamophylax</i>	*				
<i>Stenophylax/Micropterna</i>					
<i>Sericostoma/Schizopelex</i>	*	*	*	*	*
<i>Notidobia</i>					*
<i>Athripsodes</i>	*	*		*	*

3.1.5.1. S812A



Solaklı Deresi, Uzungöl, Trabzon

40° 35' 58.8" K; 40° 19' 11.8" D

1210 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila

Hydropsyche

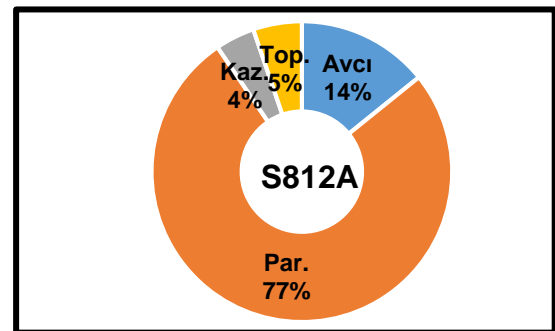
Drusus

Chaetopteryx

Potamophylax

Sericostoma/Schizopelex

Athripsodes



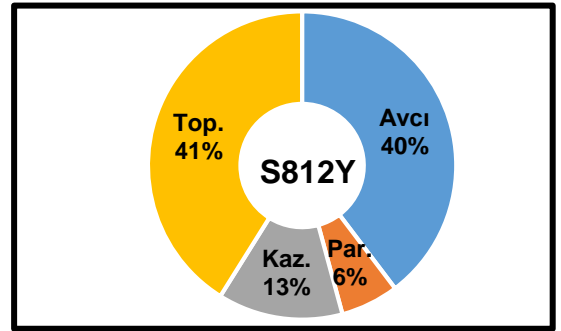
3.1.5.2. S812Y



Solaklı Deresi ,Uzungöl, Trabzon
40° 35' 58.94" K; 40° 19' 12.61" D
1216 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Wormaldia
Hydropsyche
Drusus
Sericostoma/Schizopelex
Atripsodes



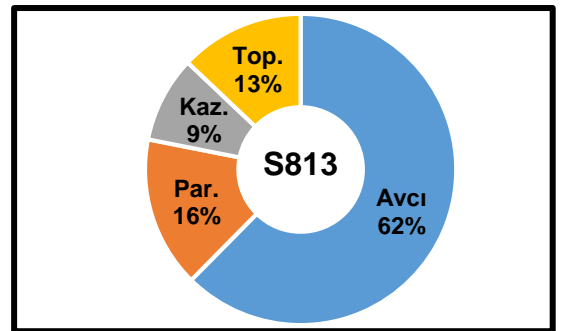
3.1.5.3. S813



Solaklı Deresi , Uzungöl, Trabzon
40° 35' 33.3" N; 40° 20' 16.0" E
1280

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Glossosoma
Hydropsyche
Drusus
Sericostoma/Schizopelex



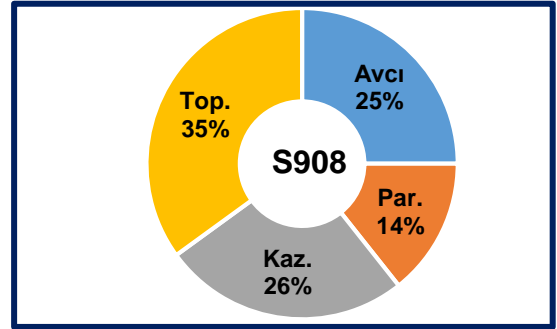
3.1.5.4. S908



Solaklı Deresi, Uzungöl, Trabzon
40°35'34.52"K; 40°19'18.49"D (?)
1250 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Hydropsyche
Micrasema
Drusus
Chaetopteryx
Sericostoma/Schizopelex
Athripsodes



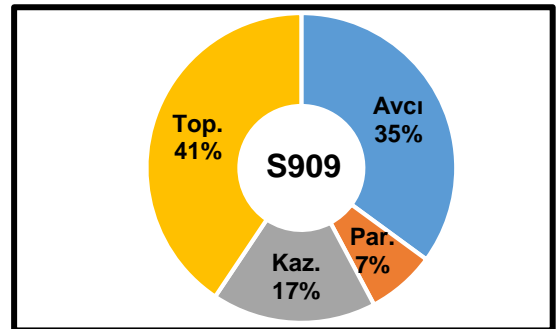
3.1.5.5. S909



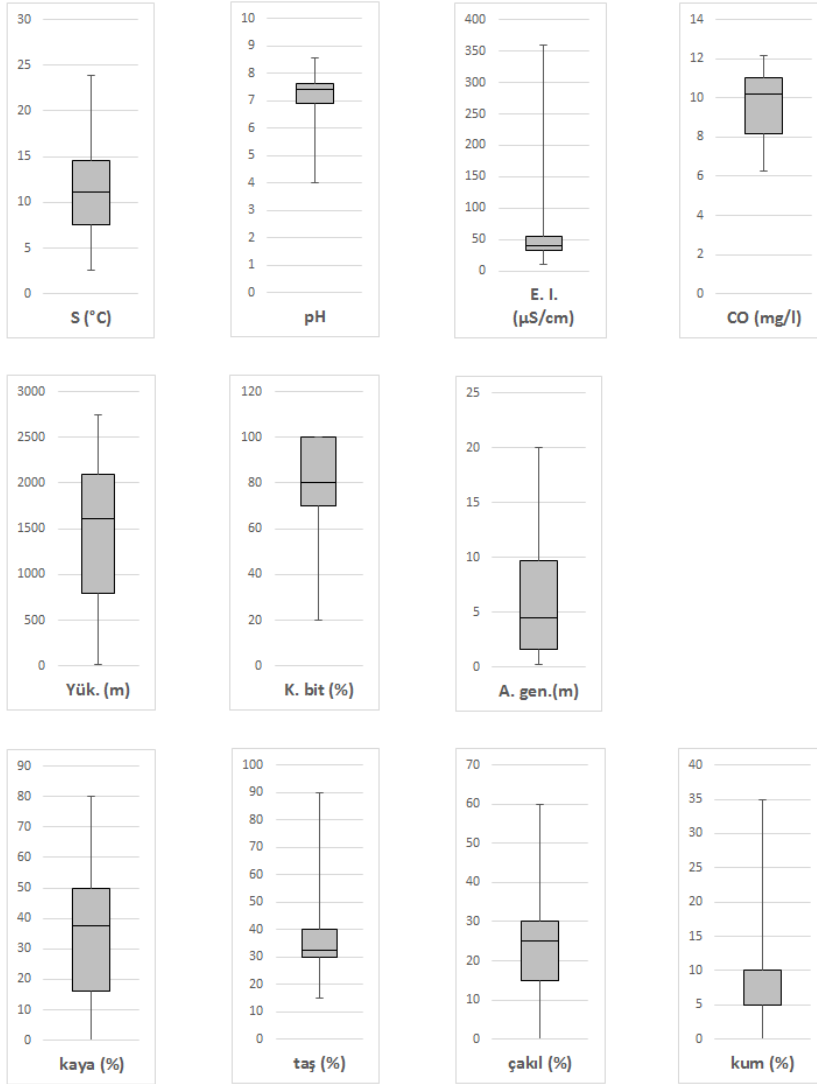
Solaklı Deresi, Uzungöl, Trabzon
40°35'17.31"K; 40°20'47.65"D (?)
1530 m

İstasyonda bulunan cinsler

Rhyacophila
Wormaldia
Hydropsyche
Thremma
Sericostoma/Schizopelex
Notidobia
Athripsodes

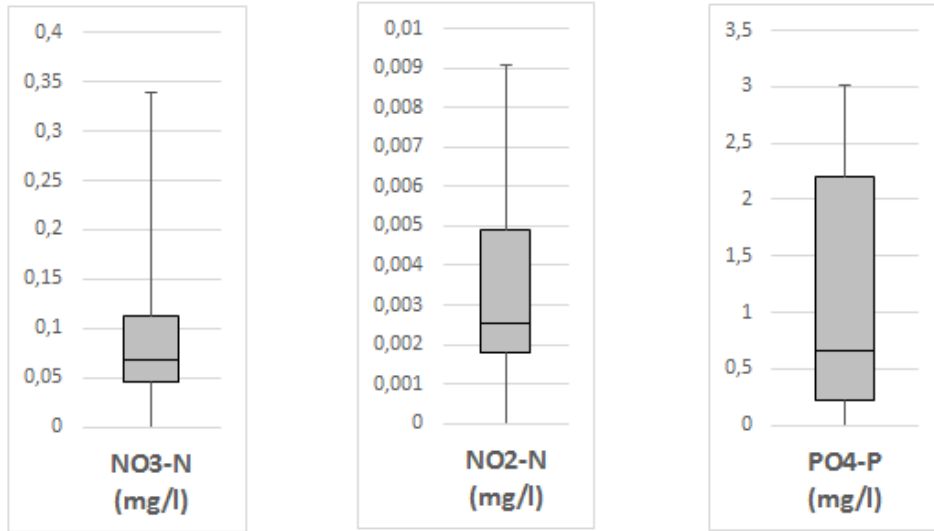


Ağaç sınırının Doğu Karadeniz Bölgesi'nde genellikle 1800-1900 m aralığında sonlandığı görülmektedir. Bu sınırın üzerinde, akarsu kenarında tek yıllık bitkiler yoğun olarak bulunmaktadır. Örneklenen 66 istasyonda sıcaklık 2,63 ila 23,86°C arasında, pH 4 ila 8,58 değerleri arasında, elektriksel iletkenlik 10 ila 360 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, çözünmüş oksijen 6,26 ila 12,17 mg/l arasında, yükseklik 10 ila 2753 m arasında, kenar bitkilenme yüzdesi %20 ila 100 arasında, akarsu genişliği 0,25 ila 20 m arasında, dip yapısında bulunan kaya yüzdesi %0 ila 80 arasında, taş yüzdesi %15 ila 90, çakıl yüzdesi %0 ila 60 arasında, kum yüzdesi ise %0 ila 35 arasında, toplam çözünmüş katı 0,011 ila 0,253 mg/l arasında değişmektedir (Şek. 3.1). Kıyılarında orman varlığı gözlenen istasyonların (n:37) bütün istasyonlar içinde oranı %56,1 olarak bulunmuştur.



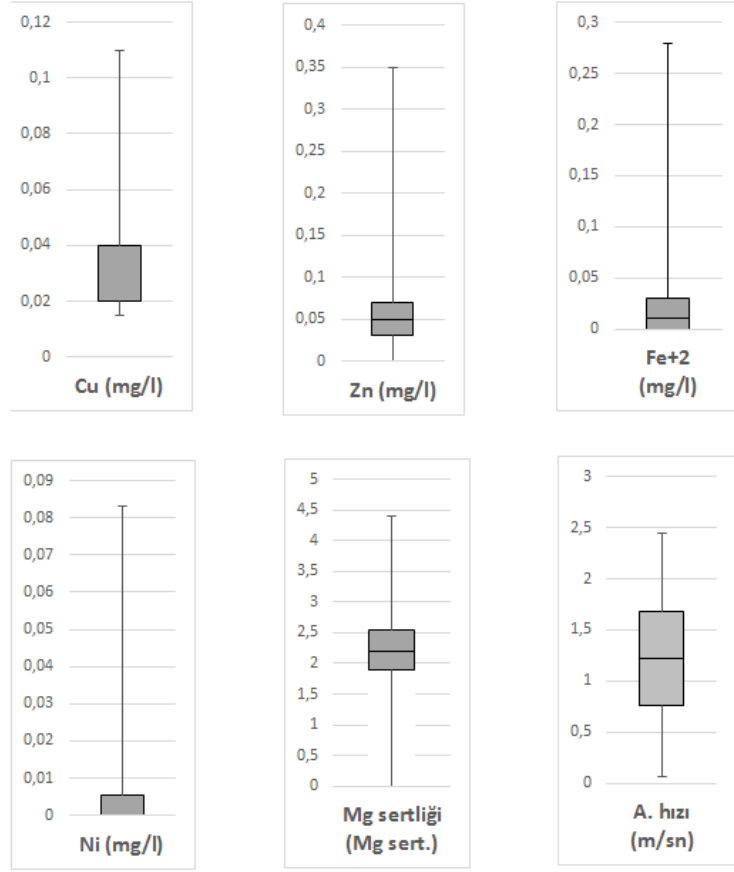
Şekil 3.1 Kanonik Uyum Analizi-I'e (CCA-I) dahil edilen fizikokimyasal değişkenlerin kutu grafikleri

Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) değerleri 0 ila 0,3394 mg/l arasında, nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) değerleri 0 ila 0,0091 mg/l arasında, ortofosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$) 0 ila 3,0122 mg/l arasında ölçülmüştür (Şek. 3.2). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre [148] fizikokimyasal parametreler açısından bakıldığında nitrat azotu, elektriksel iletkenliğe göre I. sınıf su kalitesine, çözünmüş oksijen açısından I. ve II. sınıf su kalitesine sahiptir. İstasyonların ortofostat fosforu ve pH değerleri yönetmeliğin su kalitesi kriterlerine göre kirli suları işaret etse de ölçümlerdeki bu durum, dönemsel asitleşme olarak kabul edildiği için [149] su kalitesi belirlenmesinde bu kriterler kullanılmamıştır. Nitrit azotu değerleri güncellemelerden önceki yönetmelik tablosuna göre I. sınıf su kalitesini işaret ederken yönetmelikte yapılan değişlikle birlikte nitrit azotu sınıf değerleri su kalitesi kriter tablosundan çıkarılmıştır.



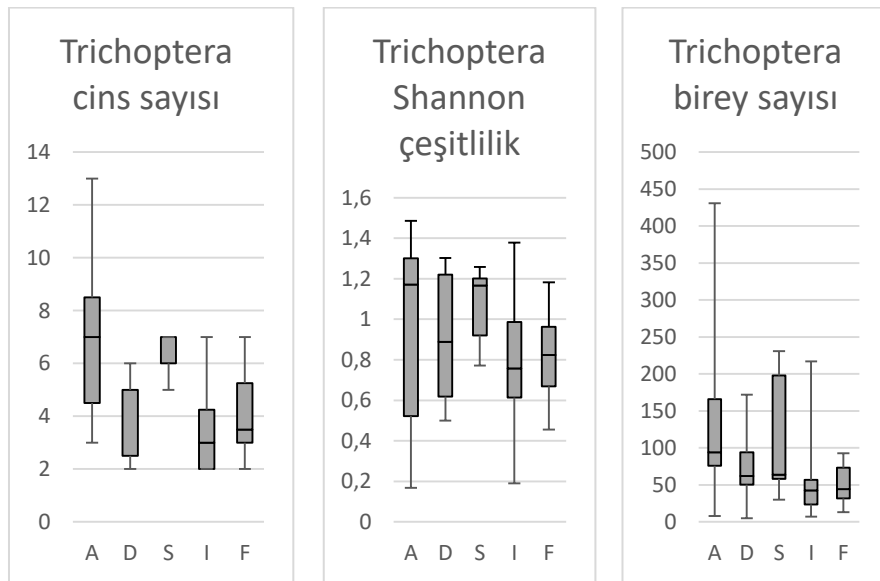
Şekil 3.2 Nitrat azotu, nitrit azotu ve ortofosfat fosforu kutu grafikleri

İstasyonlarda ölçülen çinko (Zn) değerleri 0 ila 0,35 mg/l, bakır (Cu) değerleri 0 ila 0,11 mg/l, nikel (Ni) 0 ila 0,083 mg/l, iki değerlikli demir (Fe^{+2}) 0 ila 0,28 mg/l, magnezyum sertliği (Mg) 0 ila 4,4 mg/l, akıntı hızı ise 0,07 ila 2,44 m/sn arasında ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Cu, Zn, Fe+2, Ni, Mg sertliği ve akıntı hızı için kutu grafikleri

Havzalardaki istasyonlara göre Trichoptera cins sayıları, birey sayıları ve çeşitliliklerine bakıldığında en fazla cins (A0904), en yüksek çeşitlilik değerleri (A1102) ve en fazla birey sayısı (A906) Aksu Deresi'nde bulunmuştur (Şek. 3.4).



Şekil 3.4 Havzalarda bulunan Trichoptera cins, çeşitlilik ve birey sayıları kutu grafikleri (A: Aksu D.; D: Değirmendere; S: Solaklı D.; I: İyidere; F: Fırtına D.)

Tablo 3.7 Ondört bağımsız değişkenin birbirleriyle ilişkisi (Pearson)

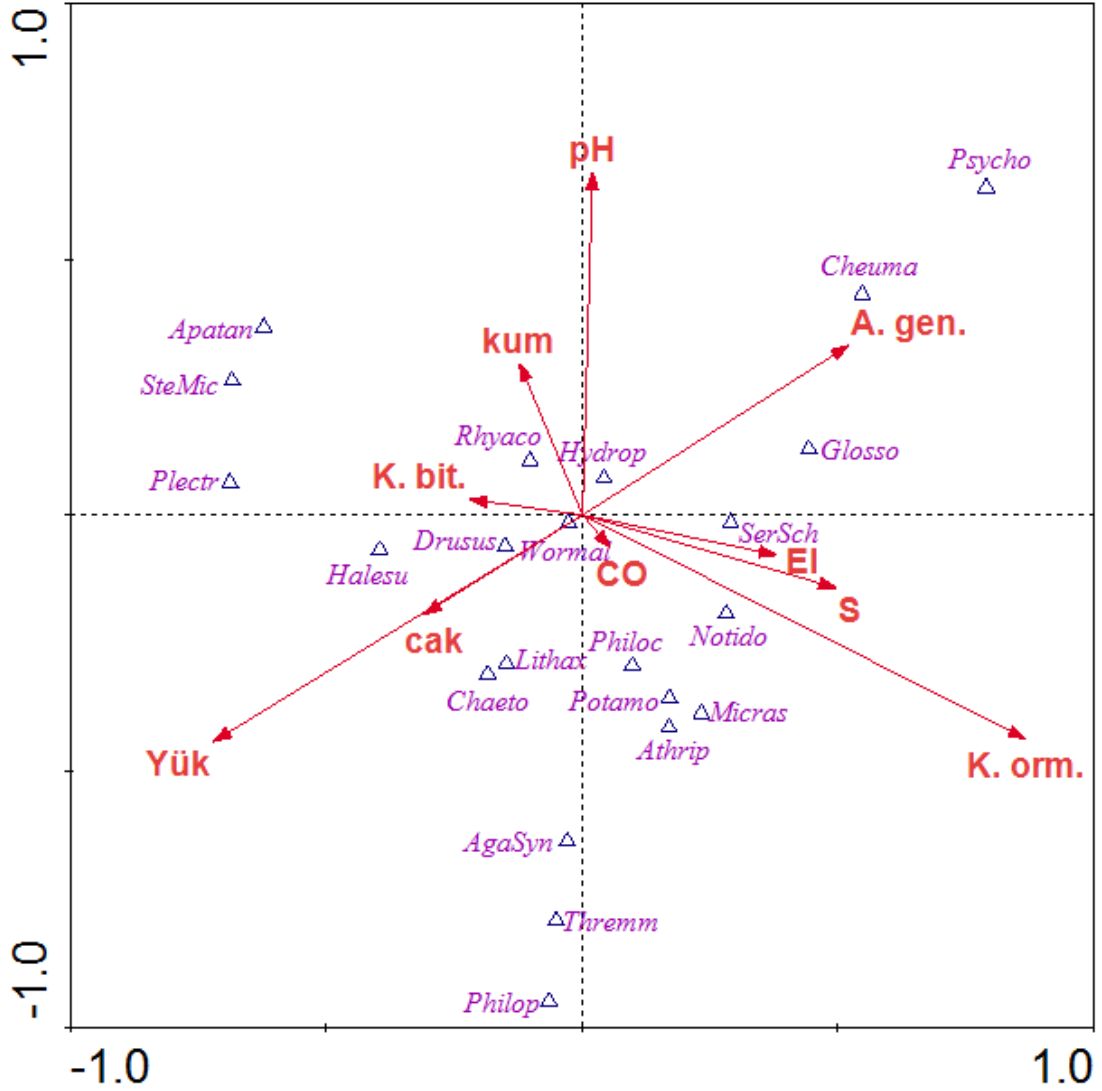
	S (°C)	pH	E. I. (µS/cm)	Tuz.	TÇK	CO (mg/l)	Yük. (m)	% K. bit	A. gen.(m)	% kaya	% taş	% çakıl	% kum	K. orm. (0-1)
S (°C)	1													
pH	-,017	1												
E. I. (µS/cm)	,484**	,220	1											
Tuz.	,390**	,215	,984**	1										
TÇK	,398**	,230	,988**	,997**	1									
CO (mg/l)	-,699**	-,191	-,056	,034	,022	1								
Yük. (m)	-,365**	-,112	-,490**	-,498**	-,491**	-,240	1							
% K. bit	-,159	-,017	-,240	-,236	-,246*	-,074	,199	1						
A.gen. (m)	,350**	,143	,261*	,221	,222	,070	-,697**	-,234	1					
%kaya	-,121	-,352**	-,316**	-,309*	-,304*	,096	,016	,126	-,056	1				
%taş	,174	,237	,177	,175	,174	-,182	-,055	,013	-,022	-,622**	1			
%çakıl	-,055	,180	,234	,226	,225	,033	,144	-,188	-,046	-,786**	,113	1		
%kum	,164	,325**	,224	,219	,207	-,036	-,219	-,059	,292*	-,514**	-,054	,357**	1	
K. orm. (0-1)	,272*	-,148	,339**	,358**	,347**	,268*	-,803**	-,113	,417**	,022	,086	-,108	-,019	1

** . Korelasyon 0.01 seviyesinde anlamlı

* . Korelasyon 0.05 seviyesinde anlamlı

3.2. CCA sınıflandırması

Çalışma istasyonunda bulunan cinsler ve bu cinslerin on çevresel değişken ile ilişkisine bakıldığında akarsu kenarı orman varlığı (k. orm), yükseklik (yük), akarsu genişliği (a. gen), çakıl yüzdesi (cak), sıcaklık (S), çözünmüş oksijen (CO), pH, kıyı bitkilenme yüzdesi (k. bitki), kum yüzdesi (kum), ve elektriksel iletkenlik (E.I.) değişkenlerinin eksenlerle olan ilişkileri Tablo 3.8’de verilmiştir. Çevresel değişkenlerin hepsinin inflation faktör değeri 10’un altındadır. Dip yapısındaki kaya yüzdesi, taş yüzdesi bağımsız değişkenleri analize etkileri az olduğu için ve akarsu üzerine düşen gölgelenme bağımsız değişkeni kıyı orman varlığı ile yüksek korelasyon göstermesi nedeniyle analizden çıkarılmıştır.



Şekil 3.5 On bağımsız değişken ve 22 cinsin bolluğunun dahil edildiği Kanonik Uyum Analizi (CCA-I)

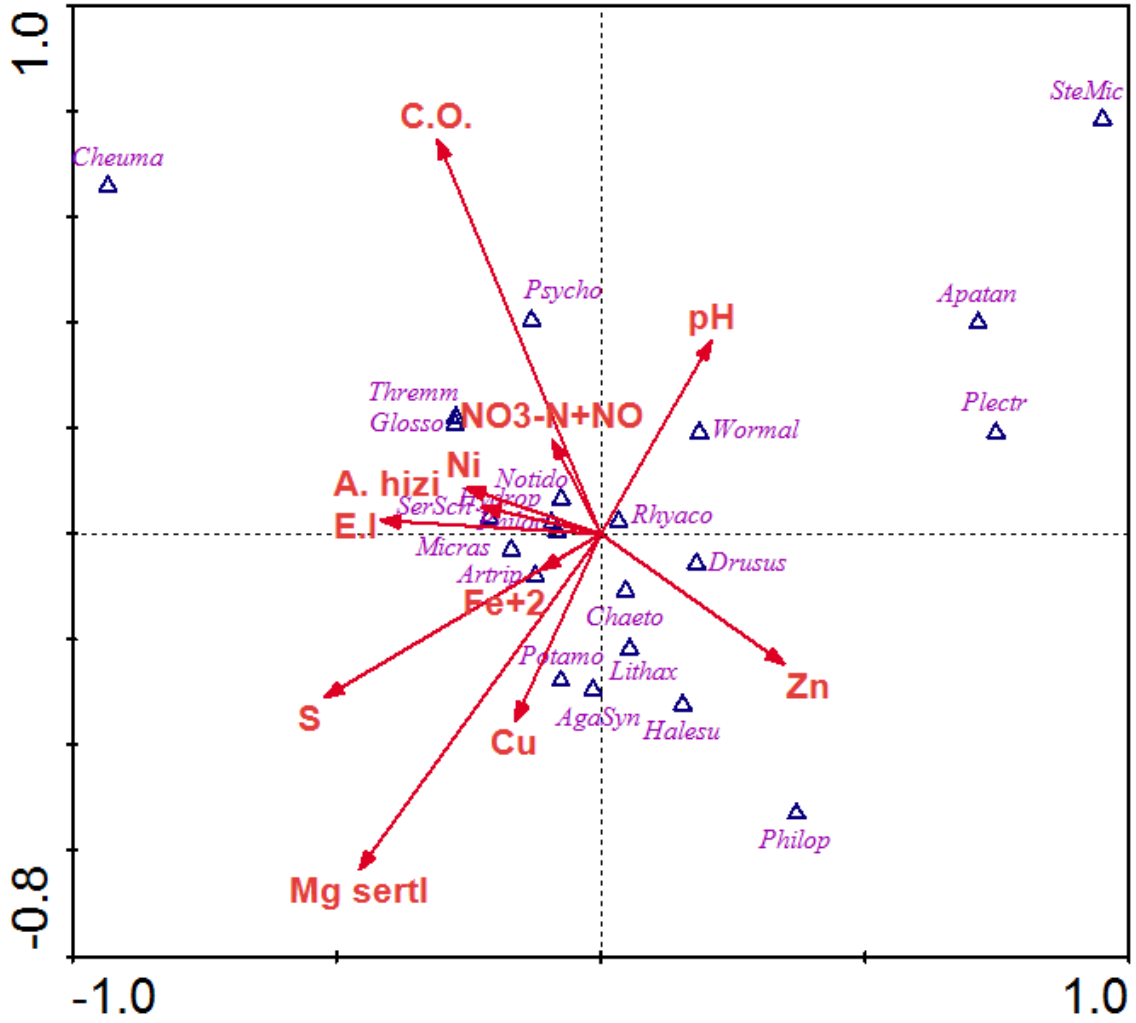
(Kısaltmalar: Aga/Syn: *Agapetus/Synagapetus*; Apatan: *Apatania*; Athrip: *Athripsodes*; Chaeto: *Chaetopteryx*; Cheuma: *Cheumatopsyche*; Drusus: *Drusus*; Glosso: *Glossosoma*; Halesu: *Halesus*; Hydrom: *Hydropsyche*; Lithax: *Lithax*; Micras: *Micrasema*; Notido: *Notidobia*; Philoc: *Philocrena*; Philop: *Philopotamus*; Plectr: *Plectronemia*; Potamo: *Potamophylax*; Psycho: *Psychomyia*; Rhyaco: *Rhyacophila*; SerSch: *Sericostoma/Schizopelex*; SteMic: *Stenophylax/Micropterna*; Thremm: *Thremma*; Wormal: *Wormaldia*; S: sıcaklık; EI: elektriksel iletkenlik; CO: çözünmüş oksijen; A. gen: akarsu genişliği; K. bit: kenar bitkilenme oranı; Yük: yükseklik; K. orman: kenar orman varlığı; cak: dip yapısındaki çakıl yüzdesi; kum: dip yapısındaki kum yüzdesi)

Tablo 3.8 Kanonik Uyum Analizi sonuçları (CCA-I)

	Eksenler				Total inertia 1,703
	1	2	3	4	
Eigenvalues	0.174	0.094	0.069	0.042	
Tür-çevre korelasyonu	0.836	0.720	0.686	0.578	
Kümülatif değişken yüzdesi...					
...tür verisinin	10,2	15,7	19,8	22,3	
... tür-çevre verisinin	38,5	59,3	74,5	83,9	
Bütün "eigen" değerlerinin toplamı					1,703
Bütün kanonik "eigen" değerlerinin toplamı					0,452
Monte Carlo permütasyon testi F (P=0.005)	6,253				
S	0,4153	-0.1023	-0.3038	-0.0700	
pH	0.0169	0.4833	0.0259	-0.0824	
E.I.	0.3179	-0.0564	0.0809	0.1318	
CO	0.0466	-0.0455	0.2891	0.2497	
Yük.	-0.6023	-0.3184	-0.1619	-0.1939	
K. bit.	-0.1846	0.0222	0.1994	0.0637	
çak	-0.2586	-0.1392	0.1645	0.1212	
kum	-0.1027	0.2142	-0,0189	0.3446	
A. gen.	0.4352	0.2393	-0.3578	0.2081	
K. orm.	0.7243	-0.3150	0.1237	0.0260	

CCA-I sınıflandırma diyagramındaki iki eksen birlikte, bolluk veri setindeki toplam değişkenlerin %15,7'sini, çevresel değişkenlerle açıklanabilen değişimlerin %59,3'sini ifade etmektedir. İlk eksen (varyasyonların %38,5'i) (Monte Carlo permutasyon test, P=0.005, Monte Carlo perm. 199), akarsu kenarı orman varlığı (çevresel değişkenlerle eksen arası korelasyon: 0,72), akarsu genişliği (ko. 0,44), sıcaklık (ko. 0,42), iletkenlik (ko. 0,32) ve çözünmüş oksijen ile (ko. 0,05) pozitif ilişkili iken yükseklik (ko. -0,60), çakıl yüzdesi (ko. -0,26), kıyı bitkilenme yüzdesi (ko. -0,18) ve kum oranı (ko. -0,10) ile negatif ilişkilidir (Tablo 3.8). İkinci eksen (varyasyonların %20,8'u) pH (ko. 0,48), akarsu genişliği (ko. 0,24) ile pozitif ilişkili iken, akarsu kenarı orman varlığı (ko. -0,32) ve yükseklik (ko. -0,32) ile negatif ilişkilidir. Birinci ve ikinci eksenler güçlü bir tür-çevre ilişkisi (sırasıyla, $r=0,84$ ve $r=0,72$) göstermektedir.

Ordinasyon grafiğinde bulunan İki eksen birlikte bolluk veri setindeki toplam varyasyonun (inertia) %15,7'sini, çevresel değişkenlerle açıklanabilen değişkenlerin %59,3'ünü ifade etmektedir (Tablo 3.8).



Şekil 3.6 Onbir bağımsız değişken ve 22 cinsin bolluğunun dahil edildiği Kanonik Uyum Analizi (CCA-II)

(Kısaltmalar: Aga/Syn: *Agapetus/Synagapetus*; Apatan: *Apatania*; Athrip: *Athripsodes*; Chaeto: *Chaetopteryx*; Cheuma: *Cheumatopsyche*; Drusus: *Drusus*; Glosso: *Glossosoma*; Halesu: *Halesus*; Hydryp: *Hydropsyche*; Lithax: *Lithax*; Micras: *Micrasema*; Notido: *Notidobia*; Philoc: *Philocrena*; Philop: *Philopotamus*; Plectr: *Plectronemia*; Potamo: *Potamophylax*; Psycho: *Psychomyia*; Rhyaco: *Rhyacophila*; SerSch: *Sericostoma/Schizopelex*; SteMic: *Stenophylax/Micropterna*; Thremm: *Thremma*; Wormal: *Wormaldia*; S: sıcaklık, C.O.: çözülmüş oksijen; El: elektriksel iletkenlik; A. hızı: akıntı hızı; Mg sert: magnezyum sertliği; Cu: bakır; Zn: çinko; Ni: nikel; Fe⁺²: iki değerlikli demir; NO₃-N+NO₂-N: nitrat ve nitrit azotu)

Tablo 3.9 Kanonik Uyum Analizi sonuçları (CCA-II)

	Eksenler				Toplam inert 1,705
	1	2	3	4	
Eigenvalues	0.206	0.110	0.101	0.073	
Tür-çevre korelasyonu	0.834	0.738	0.864	0.672	
Kümülatif değişken yüzdesi...					
...tür verisinin	12,1	18,5	24,5	28,7	
... tür-çevre verisinin	33,1	50,7	67,0	78,7	
Bütün "eigen" değerlerinin toplamı					1,705
Bütün kanonik "eigen" değerlerinin toplamı					0,623
Monte Carlo permütasyon testi F (P=0.01)	4,395				
CO	-0,2571	0,5506	0,2891	0,2497	
S	-0,4355	-0,2283	0,1014	0,3950	
NO ₃ -N + NO ₂ -N	-0,0762	0,1308	0,0370	-0,3473	
pH	0,1745	0,2691	-0,3660	-0,2923	
E.I.	-0,3467	-0,0187	0,2046	0,0971	
A. hızı	-0,1876	0,0376	-0,6038	-0,1100	
Cu	-0,1347	-0,2614	0,0066	0,1034	
Ni	-0,2120	0,0637	0,2586	0,1671	
Fe ⁺²	-0,0943	-0,0498	0,3495	0,1290	
Zn	0,2899	-0,1821	-0,3575	-0,2326	
Mg sert.	-0,3813	-0,4690	0,0801	-0,3348	

CCA-II diyagramında ise 22 cinsin bolluğunun 2009 ve 2011 yıllarına ait ölçümlerin olduğu 44 istasyonda ölçülen sıcaklık (S), elektiriksel iletkenlik (E.I), pH, çözünmüş oksijen (C.O.), bakır (Cu), çinko (Zn), Ferrus demir (Fe⁺²), nitrat ve nitrit azotları (NO₃-N+NO₂-N), Nikel (Ni), magnezyum sertliği (Mg sert.) ve akıntı hızı ile ilişkileri incelenmiştir (Şek. 3.6).

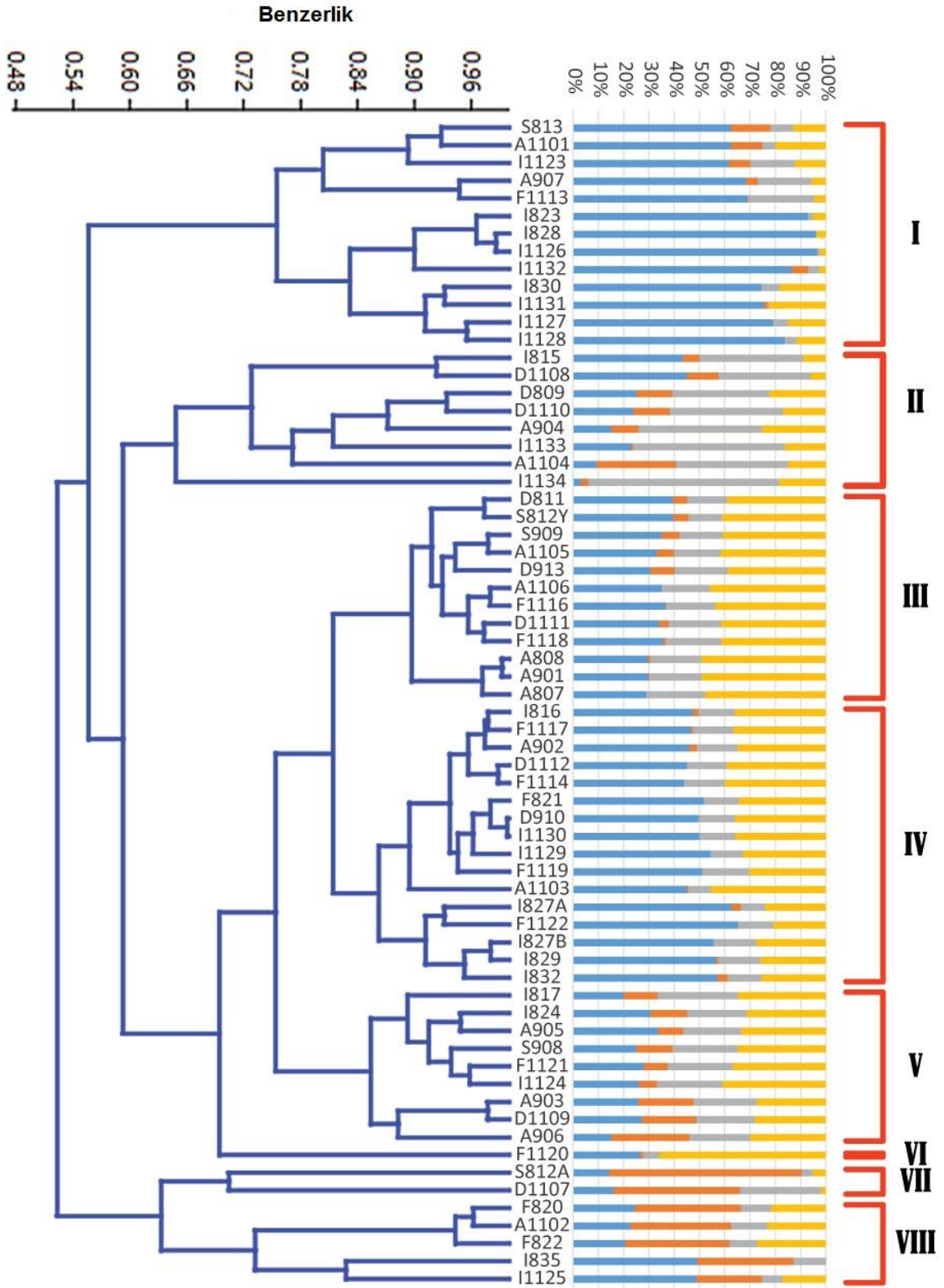
CCA-II sınıflandırma diyagramındaki iki eksen birlikte bolluk veri setindeki toplam değişkenlerin %18,5'ini, çevresel değişkenlerle açıklanabilen değişimlerin %50,7'sini ifade etmektedir. İlk eksen (varyasyonların %33,51'i) (Monte Carlo permutasyon test, P=0.005, Monte Carlo perm. 199), pH (çevresel değişkenlerle eksen arası korelasyon: 0,17) ve Zn (ko. 0,28) ile pozitif ilişkili iken, diğer değişkenlerle negatif ilişkilidir (Tablo 3.9). İkinci eksen (varyasyonların %17,6'sı) C.O. (ko. 0,55), NO₃-N+ NO₂-N (ko. 0,13), pH (ko. 0,27), akıntı hızı (ko. 0,04), Ni (ko. 0,06) ile pozitif ilişkili iken S (ko. -0,23), E.I. (ko. -0,02), Cu (ko -0,26), Fe⁺² (ko.-0,05), Zn (ko. -0,18) ve Mg sertliği (ko. -0,47) ile negatif ilişkilidir. Birinci

ve ikinci eksenler güçlü bir tür-çevre ilişkisi (sırasıyla, $r=0,83$ ve $r=0,73$) göstermektedir.

Ordinasyon grafiğinde bulunan İki eksen birlikte bolluk veri setindeki toplam varyasyonun (inertia) %18,5'ini, çevresel değişkenlerle açıklanabilen değişkenlerin %50,7'sini ifade etmektedir (Tablo 3.9).

3.3. Kümeleme analizi

İstasyonlarda yer alan bireylerin temsil ettiği beslenme yüzdelerine göre yapılan kümeleme grafiğinde görülebileceği gibi istasyonlar havza veya yıl açısından gruplama göstermemiştir (Şek. 3.7). Beslenme yüzdelerinin dağılımının istasyonları sekiz gruba ayırdığı görülmektedir. Bunlardan ilki avcı beslenen bireylerin baskın olduğu (>%60), ikinci grup kazıyıcıların %36'nın üzerinde yüzde ile temsil edildiği, üçüncü ve dördüncü gruplar avcı ve toplayıcıların yüksek yüzdelerle temsil edilirken parçalayıcıların çok az yüzde ile temsil edildiği, beşinci grup bütün beslenme gruplarının hemen hemen eşit oranlarda temsil edildiği istasyonlardan oluşmaktadır. Altıncı grup, 66 istasyon içinde toplayıcıların en yüksek yüzde ile (%65) temsil edildiği tek bir istasyonu temsil etmektedir. Yedinci ve sekizinci gruplarda parçalayıcıların yüksek yüzde ile temsil edildiği istasyonlar bulunmaktadır (Şek. 3.7). Bu iki grubun birbirinden farkı yedinci grupta parçalayıcılar en baskın grup iken sekizinci grupta parçalayıcılarla birlikte avcılar da baskın durumda bulunmaktadır.



Şekil 3.7 İstasyonlarda yer alan işlevsel beslenme grup yüzdelere göre kümeleme grafiği
(mavi: avcı; turuncu: parçalayıcı; gri: kazıyıcı; sarı: toplayıcı)

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsular ağaç sınırının yukarısında yer alan yüksekliklerdeki dağlardan kaynaklanır, bu sebeple kaynak bölgesindeki akarsuların kenar vejetasyon tipi tek yıllık bitkilerden oluşmaktadır. Nehir Devamlılık Kavramı'nda model olarak kullanılan akarsuyun kaynak bölgesinde bulunan kıyı ormanları ve ağaçların oluşturması beklenen gölgelenme durumu, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde akarsuyun kaynaklandığı bölgenin aşağısından başlamaktadır.

Akarsu kenarında bulunan orman varlığı CCA-I diyagramında birinci eksen ile en çok ilişkili olan değişkendir (Tab. 3.8) ve bu durum bu değişkenin Trichoptera komünite yapısında en önemli etken olduğunu göstermektedir. CCA-I diyagramında, akarsu kenarında ormanlık alan varlığının (K. orm.), sıcaklık (S) ve elektriksel iletkenlik (E.I.) ile pozitif ilişkili olduğu görülmektedir (Şek. 3.5). Bu üç değişkenin akarsu genişliğiyle de pozitif ilişkili olduğu, akarsu kenarındaki orman varlığının, kaynağın aşağı bölgelerinde ortaya çıktığı (ağaç sınırının aşağısında), sıcaklık ve elektriksel iletkenlik değerlerinin kaynaktan uzaklaştıkça arttığı gözlenmektedir. NDK'nda model olarak kullanılan akarsuda kaynak bölgesinin düşük sıcaklığı, hem yeraltı suyu beslemesiyle hem de kaynak bölgesinde yer alan ormanlık alanın sebep olduğu gölgelenmenin güneş ışınlarını engellemesi ile ilişkilendirilmiştir [68]. Çalışma alanındaki akarsularda ise, ağaç sınırının yukarısında yer alan kaynak bölgesi güneş ışınlarına maruz kalmasına rağmen ve orta bölgeler ağaçların sağladığı gölgelenme sayesinde güneş ışınlarından etkilenmemesine rağmen, NDK'nda bahsedilen aşağı bölgelerde doğru akarsuyun sıcaklığının artması ile ilgili ölüntüye bu çalışmada da rastlanmıştır. Model akarsu ve bu çalışmaya dahil edilen akarsuların, kenar orman yapısı ve bunun sebep olduğu gölgelenmeyle ilgili özellikleri farklı olmasına rağmen, boylamsal olarak sıcaklık açısından aynı ölüntüyü göstermesinin sebebi, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yeraltı suları bakımından zayıf olması [126] ve bu bölgedeki kaynak sularının, yeraltı sularından çok kar erimeleri ve yağışlardan beslenmesi olarak gösterilebilir. Eriyen kar suları, kaynak bölgesinde soğuk iken güneş ışınlarının neden olduğu ısı enerjisi sayesinde ısınmakta ve orta bölgelerde, ormanlık alanın neden olduğu gölgelenmiş alandan geçerken güneş ışınlarına maruz kalmasa da sıcaklığı

artmış olmaktadır. Daha aşağıda, mansaba yakın olan bölgeler, kenar kısımlarında ormanlık alana sahip olsa da akarsu genişliğinin artması nedeniyle akarsu üzerindeki gölgelenmenin azalması, akarsuyu yeniden güneş ışınlarına maruz bırakmakta ve su sıcaklığının artışı devam etmektedir.

Kuzey Amerika akarsularının dahil edildiği çalışmaya göre akarsuyun kaynaklandığı bölgenin kenarında yer alan ormanlık alanlar, akarsuyun gölgelenmesini sağlamakta, daha aşağı bölgelerde akarsu genişliğinin artması ile birlikte gölgelenme kaybolmakta ve gölgelenmenin kaybolduğu bölgelerde güneş enerjisinin akarsuya ulaşması ile alg ve benzeri otorof üretim yapan canlılar artmaktadır [150]. Birincil üreticiler üzerinden beslenen kazıyıcılar, akarsuda yukarı bölgelerde (ormanlık alanın yoğun olarak bulunduğu kaynak bölgesinde) az bulunurken ormanlık alanın açıldığı ve akarsuya güneş girişinin olduğu bölgelerde en yüksek seviyede bulunduğu belirtilmiştir [68]. NDK'nda, daha aşağı bölgelerde akarsuyun derinliğinin ve bulanıklığının artmasının fotosentez yapan birincil üreticilere engel olacağı ve kazıyıcıların da bu yüzden bu bölgede az bulunacağı (veya hiç bulunmayacağı) belirtilmiştir. Ancak, akarsuyun dağlardan dik bir şekilde denize indiği Doğu Karadeniz Bölgesi'nde aşağı bölgelerin genellikle derin ve bulanık olmadığı ve bu nedenle birincil üreticilerin akarsuyun aşağı bölgelerinde de varlığını sürdürdüğü söylenebilir. Bu durum, CCA-I diyagramına akarsu genişliği ile kazıyıcı beslenme davranışı ağır basan *Glossosoma* ve *Psychomyia* cinslerinin pozitif ilişkisi olarak yansımıştır (Şek. 3.5). Bu iki cinsin kazıyıcı beslenme davranışının yanısıra toplayıcı beslenme davranışı da gösterdiği bilinmektedir [141] ve birincil üreticilerin azalmasına neden olabilecek herhangi bir bulanıklığın artışı durumunda (yoğun yağış gibi), akarsu genişliği ile pozitif ilişki gösteren diğer bir cins olan *Cheumatopsyche* gibi toplayıcı beslenme davranışını kullandıkları düşünülebilir.

Diğer yandan, kazıyıcı beslenme davranışına sahip olan canlıların yüzde olarak baskınlığı (Şek. 3.7, II. Grup), ağaç sınırının yukarısında kalan ve gölgelenmenin olmadığı, bu sebeple de birincil üreticilerin varlığının mümkün olduğu istasyonlardır. Bu grup, 1821 ila 2753 m aralığındaki yüksekliklerde yer alan ve (%60 kenar bitkilenmesine sahip tek bir istasyon dışında) %80 ila %100 kenar bitkilenmesine sahip istasyonlardan oluşmaktadır. NDK'nda bahsedilen ormanın yarattığı gölgelenmenin azaldığı bölgelerdeki kazıyıcı beslenen canlı bolluğunun,

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ormanlık alanların yukarısındaki bölgelerde bulunmasının nedeni, yine ağaç sınırı ve gölgelenme durumunun kaynak bölgelerde olmaması ile ilişkilidir.

Agapetus/Synagapetus ve *Thremma* gibi kazıyıcı beslenme davranışı ağır basan cinslerin CCA-I diyagramında ikinci eksen ile kuvvetli bir negatif ilişki gösterdiği görülmektedir. İkinci eksen ile negatif ilişkili olan bağımsız değişkenler, akarsu kıyı orman varlığı, yükseklik ve dip yapısındaki çakıl oranı olarak görülmektedir (Şek. 3.5). Bu cinsler kenarında ormanlık alan bulunan, ormanlık alanın akarsuyu gölgelediği ve kenar bitkilemesinin %80'inin üzerinde olduğu istasyonlarda bulunmuştur. Bu nedenle bu cinse dahil olan larvaların, literatürde bahsedilen kazıyıcı beslenme davranışı dışında beslenme yöntemleri de kullandıklarını düşündürmektedir. Larvaların beslenme davranışlarını çeşitli sebeplerle değiştirdiğine dair çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların birinde kazıyıcı beslenen *Agapetus* cinsine ait bir türün rekabetten dolayı detritivor beslenme davranışı gösterdiği belirtilirken [151], bir diğesinde Uenoidae familyasına ait bütün cinslerin taşların üzerindeki diatomların oluşturduğu tabaka yanında yukarı bölgelerden gelen ince taneli organik materyal üzerinden de beslendiği ileri sürülmüştür [152]. Bu durumda, ormanlık alan içinde yer alan akarsularda bulunan *Thremma* bireylerinin toplayıcı beslendiği düşünülebilir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsularda bulunan Trichoptera takımının, Nehir Devamlılık Kavramı'nda [68] kazıyıcı davranışa sahip bireylerin tüm bireylere oranlarının akarsu genişliği ile artışı ve sonra azalması ile ilgili akarsu kaynağından akarsuyun döküldüğü yere kadar olan boylamsal değişime uymadığı ancak orman varlığı, gölgelenme ve birincil üretici varlığı ile ilişkili olarak öne sürülen örüntüye uyduğu gözlenmiştir.

Bentik omurgasızların akarsu içindeki dağılımının ve bolluğunun akarsu taban yapısı ile ilişkili olarak değiştiğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır [153, 154]. Akarsu yatağında bulunan materyal boyutunun suyun aşındırma özelliği nedeniyle boylamsal olarak aşağılara doğru azalması beklenmektedir [155]. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde topografyanın aşırı eğimi, akarsu yatağının yapısını da etkilemektedir. Bu çalışmada, örneklenen akarsularda yüksekliğin, dip yapısını oluşturan elemanların büyüklükleri ile anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüştür (Tablo 3.2). Akarsuların denize ulaşmadan önce takip ettiği yolun dik

olması nedeniyle, çoğu istasyonda, akarsu yatağındaki kaya ve taş yüzdelerinin yüksek olduğu ve alüvyon birikiminin az olduğu gözlenmiştir. Örneklenen istasyonlardan çoğu için ortak olan bu iki bağımsız değişkenin, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan akarsularda, Trichoptera taksonlarının dağılımında etkisi olmadığı görülmüştür. Diğer iki dip yapısı (çakıl ve kum yüzdesi) elemanının yüzdeleri, çok değişkenli analize dahil edilmiş ve çakıl yüzdesinin parçalayıcı ağırlıklı beslenen *Halesus* ve *Chaetopteryx* ile ilişkili olduğu görülmüştür (Şek. 3.5). Akarsularda bulunan "riffle" bölgelerinin, yaprak tutabilme potansiyelinin, akarsuyun diğer bölgelerine göre daha fazla olduğu belirtilmektedir [156, 157]. Parçalayıcılar tarafından besin olarak kullanılacak yaprak ve benzeri maddelerin, çakıl varlığı ile ilişkili olan "riffle" bölgelerinde daha çok tutulması, parçalayıcı ağırlıklı beslenen bu iki cinsin (*Halesus* ve *Chaetopteryx*), akarsuyun dip yapısında bulunan çakıl yüzdesi ile pozitif ilişkili çıkmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca, teşhis edilen örneklerde *Halesus* cinsinin evciklerinin tamamen, *Chaetopteryx* cinsinin evciklerinin ise büyük ölçüde bitkilerden yapılmış olması, çakıllı bölgelerde biriken yaprakların besin değerleri olmasa bile evcik için kullanılabilirdiğini düşündürmektedir.

Akarsu genişliğinin artışı ile birlikte, yaprak gibi maddelerin akarsu içinde alıkonulmasını sağlayan etmenler azalma göstermektedir [156]. Bu durum CCA-I diyagramına, akarsuyun genişliği ile ilgili bağımsız değişkenin bulunduğu kuadrantta parçalayıcı ağırlıklı beslenen Limnephilidae familyasına ait cinslerin bulunmaması şeklinde yansımıştır (Şek. 3.5).

Akarsu boyunca dip yapısında belirgin bir boylamsal değişimin gözleendiği akarsularda, akarsu yatağının dip yapısında bulunan elemanların oranlarının Trichoptera taksonlarının dağılımına etkisinin incelenmesi gerekmektedir.

İyidere Havzası'ndaki istasyonlara bakıldığında, ağaç sınırının yukarısında parçalayıcılara az rastlanırken, aşağı istasyonlarda ağaçların görülmeye başlamasıyla birlikte parçalayıcıların oranı da artmaya başlamıştır. NDK'nda ormanlık alandan kaynaklanan akarsularda en yukarı bölgelerde bulunan parçalayıcıların, bu çalışmada ağaç sınırının altında bulunması, tercihlerinin yükseklikten bağımsız olarak kenar orman varlığı ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir.

Akarsu kıyı orman varlığı, Sericostomatidae familyasından *Notidobia*, *Sericostoma/Schizopelex*, Limnephilidae familyasından *Potamophylax*, Leptoceridae familyasından *Athripsodes* ve Brachycentridae familyasından *Micrasema* gibi parçalayıcı beslenme davranışı ağır basan cinslerle ilişkili bulunmuştur (Fig 3.5). *Sericostoma/Schizopelex* örneklerinin gözleendiği 26 istasyondan 23'ünde (%88,5), *Potamophylax* cinsine ait örneklerin gözleendiği 8 istasyonun 7'sinde (%87,5), *Notidobia* cinsine ait örneklerin gözleendiği 6 istasyonun tümünde (%100), *Athripsodes* cinsine ait bireylerin bulunduğu 17 istasyonun 16'sında (%94), *Micrasema* cinsine ait bireylerin gözleendiği 5 istasyonun tümünde (%100) akarsu kenarında ormanlık alanlar bulunmaktadır. Bu cinsler için akarsu kenarındaki orman varlığının önemli olduğu görülmektedir. Ağırlıklı olarak parçalayıcı beslenme davranışı gösteren ve CCA-I diyagramında kıyı orman vejetasyonu ile az ilişkili olarak gözlenen *Chaetopteryx* ve zıt ilişkili olarak gözlenen *Halesus* gibi cinslerin buldukları istasyonların kıyı orman vejetasyonuna sahip olanlarının oranı sırasıyla %58,8 ve %42,7'dir. *Halesus* cinsine ait larvaların bulunduğu 12 istasyondan en fazla bireyle temsil edildiği iki istasyonda kıyı orman vejetasyonu bulunmazken, tek yıllık bitkilerin oluşturduğu kıyı vejetasyonu %100 civarındadır. Kenar orman varlığının olmadığı bölgelerde parçalayıcıların besin olarak yararlanabilecekleri döküntüler çim ve otlardan gelmektedir [158]. Bu durum, *Halesus* cinsine ait larvaların besin olarak tek yıllık bitkileri de kullanabileceklerini ve kenar ormanlarına sahip istasyonları tek yıllık bitkilerin bulunduğu istasyonlara göre daha çok tercih ettiklerini düşündürmektedir.

Hawkins vd. [159] yürüttükleri çalışmada kenar vejetasyonunu ve gölgelenmenin olduğu akarsularda, kenar vejetasyonu ve gölgelenmenin olmadığı akarsulara göre daha çok parçalayıcı beslenme davranışına sahip birey bulmayı beklerken her iki tip akarsuda da aynı yoğunluk ve biyokütlerde parçalayıcı gözlelemişlerdir. Bunun nedeni olarak da, bulunan parçalayıcıların hem beslenme davranışı hem de besin ihtiyacı açısından fakültatif olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Literatürde parçalayıcı beslenme davranışı ağır basan bir başka grup *Stenophylax/Micropterna* örneklerinin bulunduğu bütün istasyonlar ağaç sınırının yukarısında kaldıklarından hiçbirinde kıyı orman vejetasyonu gözlenmemiştir. Bu istasyonlarda tek yıllık bitkilerden oluşan kıyı bitkilenmesi

%60 ila %80 arasında değişmektedir. Parçalayıcı beslenme davranışı gösteren bazı grupların fırsatçı olduğu bilinmektedir [160]. Yukarıda *Halesus* cinsi için bahsedildiği gibi *Stenophylax/Micropterna* örneklerinin de tek yıllık bitkiler üzerinden parçalayıcı beslenme davranışı gösterebildikleri gibi başka beslenme davranışlarını da kullanabildikleri düşünülebilir.

Yeraltı suyu bakımından fakir olan, yağış ve kar erimesi ile beslenen akarsularda olduğu gibi elektriksel iletkenlik Doğu Karadeniz Bölgesi'nde de düşük ölçülmüştür (10-360 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Şek. 3.1). En yüksek iletkenlik değerlerinin ölçüldüğü dört istasyon 190 m'nin aşığısındaki kalan ve akarsu genişliği 10 ila 20 m arasında değişen istasyonlara aittir. Mansaba doğru artan elektriksel iletkenlik, kıyı bitkilenmesinin akarsuya alloktan madde girdisi sağladığını ve bunun da iyon konsantrasyonunu arttırdığını düşündürmektedir. Parçalayıcıların, ormanlık alandan gelen iri taneli organik materyali ince taneli organik materyale dönüştürdükleri ve bunlardan da toplayıcıların yararlandıkları belirtilmiştir [75]. Bu durumun toplayıcıların akarsu boyunca kademeli artışına sebep olduğu ile ilgili varsayımlara sebep olsa da toplayıcıların kullanacağı ince taneli organik materyalin parçalayıcılardan bağımsız olarak da elde edilebildiği bilinmektedir [161]. Heard and Richardson [161] toplayıcıların, yalnızca parçalayıcılar tarafından kullanılan iri taneli organik materyalin (CPOM) küçültülmesi sonucu oluşan ince taneli organik materyale (FPOM) bağımlı olmadığını, parçalayıcılardan bağımsız olarak da toplayıcıların beslenebileceği materyalin akarsuda bulunabileceği belirtilmiştir. Ağaç sınırının yukarisında yer alan akarsularda ince taneli organik materyalin rüzgar, kıyı erozyonu ve yüzey akıntısı ile akarsuya katıldığı belirtilmiştir [69]. Cummins and Klug [73] ise akarsularda bulunan mikropların iri taneli organik materyali ince taneli organik materyale dönüştürebildiğini belirtmiştir. İydere Havzası'nda toplayıcıların, parçalayıcıların görülmeye başladığı istasyonların yukarisındaki istasyonlarda avcılarla birlikte yüksek oranda bulunması bu görüşü desteklemekte toplayıcıların, beslenecekleri ince taneli organik materyalleri, parçalayıcıların organik maddeleri dönüştürme süreçlerinden bağımsız olarak elde ettiklerini göstermektedir. Ancak toplayıcı beslenen bireylerin istasyonlardaki temsil edilme yüzdelerinin yükseklik ile orta derecede negatif ilişkili olması (Pearson korelasyon, $r:-0.485$, $P:0.01$) hem

parçalayıcıların hem de parçalayıcılardan bağımsız etmenlerin birlikte toplayıcıların besinlerine katkısının daha çok olduğunu göstermektedir.

Genellikle göl çıkışlarında plankton artışı ile ilişkili olarak pasif filtre edici larvaların artması beklenmektedir [35]. Ancak, İyidere'de Ovit Dağı'ndaki gölden çıkan akarsu üzerinde örneklenen gölün çıkışına en yakın üç istasyonda (I1134, I1133, I1132) çok az sayıda pasif filtre edici beslenen larva bulunmuştur. Gölün çıkışına en yakın iki istasyonda (I1134, I1133) kazıyıcıların %75 ve %60 oranında, toplayıcıların %19 ve %16 oranında bulunması daha aşağı istasyonlarda bu toplayıcı ve kazıyıcılar üzerinden beslenen avcılarının %86 oranında artışını tetiklemiş olabilir. Daha aşağı istasyonlarda avcılar yine azalışa geçmiş ve diğer beslenme biçimlerinin kullanımında artış görülmüştür. Kazıyıcıların bu iki istasyonda yüksek oranda bulunması, kaya ve taş ağırlıklı dip yapısı, akarsuyun sığ olması, gölgelenmenin de olmaması ile tetiklenen akarsu içindeki birincil üretimden kaynaklanmış olabilir.

Toplayıcı beslenme davranışının, diğer beslenme davranışı gösteren bireylere oranının yüksek olması ile karakterize edilen 3. gruptaki istasyonlar ise (Şek. 3.5) akarsu kenarında ormana sahip olan bölgelerdedir. Bu grupta yer alan 12 istasyonun 7'sinin akarsu genişliği 10 m ve üzerindedir; 66 istasyon içinde ölçülen en yüksek dört elektriksel iletkenlik değerine sahip istasyonlar da bu grupta yer almaktadır.

Yüksekliğin akarsu genişliği ile CCA-I diyagramında da gösterildiği gibi güçlü bir negatif ilişki göstermesi (Pearson korelasyon, $r=-0,69$; $n:66$; $P<0.01$), akarsu sıralarının artışının akarsu genişliği ile ilişkisinden dolayı beklenen bir durumdur. Yükseklik, kıyı orman varlığı ile de çok güçlü bir negatif ilişki ($r: -0,80$; $n:66$ $P<0.01$) göstermektedir (Tab. 3.7). Bunun nedeni de yukarıda bahsedildiği gibi akarsuların ağaç sınırının yukarisından kaynaklanması ve kıyı ormanlarının aşağı bölgelerde ortaya çıkması olduğu söylenebilir.

Rhyacophila ve *Hydropsyche* cinsleri, istasyonların sırasıyla %94 ve %92,4'ünde bulunmaktadır. Baskınlıkları farklı olmakla birlikte bu kadar çok istasyonda yer aldıkları için diyagramın orta bölgesine yakın olarak gözükmektedirler. Bu durum bu cinslerin herhangi bir habitat tercihi göstermediğini düşündürse de *Hydropsyche* cinsinin bu çalışmada elektriksel iletkenlik ile orta dereceli ($r: 0,55$;

n:66; $P>0.01$), sıcaklık ($r: 0,318$; $P>0.01$) ve kıyı orman varlığı ($r: 0,366$; $P>0.01$) ile zayıf da olsa pozitif ilişki gösterdiği, yükseklik ($r: -0,374$; $P>0.01$) ve kıyı bitkilenme yüzdesi ($r: -0,258$; $P>0.001$) ile zayıf negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir. *Rhyacophila* cinsi ise yükseklik ($r: 0,272$; $P<0.05$) ve kenar bitkilenmesi ($r: 0,263$; $P<0,05$) ile zayıf pozitif ilişki gösterirken, sıcaklık ($r: -0,267$; $P<0,05$) ve akarsu genişliği ($r: -0,349$; $P<0.01$) ile zayıf bir negatif ilişki göstermektedir. *Hydropsyche*, farklı birçok sucul habitat tipine uyum sağlamış türleri barındıran bir cinstir [162]. Bu cins içinde yer alan türler farklı boyutlardaki besinleri yakalamak için farklı gözenek büyüklüğüne sahip ağlar kurarlar ve bu şekilde nişleri etkili bir şekilde bölebilirler [4]. *Hydropsyche* cinsinin akarsu boyunca farklı bölgeleri farklı türlerle temsil etmesi, cins içinde farklı habitat tercihlerine sahip birçok türün varlığına işaret etmektedir [162]. *Hydropsyche* cinsinin CCA diyagramında orta kısımda yer almasına, farklı ekolojik istekleri olan birçok türün tek bir cins içinde toplanması ve analize de bu şekilde dahil edilmesi sebep olmuş olabilir. Türkiye’de 67 tür ile temsil edilen *Hydropsyche* cinsinin [23] endemik birçok türe sahip olması nedeniyle larvadan tür düzeyinde teşhis yapılması neredeyse imkansızdır. Başka bölgeler için hazırlanan teşhis anahtarları, bölgeye özgü endemik türleri ve sahip oldukları teşhis karakterleriyle yapılacak ayrımı içermediği için yanlış teşhislere sebep olabilir. Ancak, bu cins üzerine yapılabilecek kapsamlı bir çalışma, larvalarının büyük ölçüde teşhis edilebilir hale getirilmesi ve ekolojik isteklerinin belirlenmesi ile hem kirlilik, hem de morfolojik bozulma gibi konularda komünite içinde güçlü bir gösterge araç olarak kullanılmalarını sağlayabilir.

Ağır metallerin tatlısu ekosistemlerine etkileri ile ilgili bilgi birikimi kısıtlıdır [163]. Ancak, daha çok makroomurgasız taksonlarının, daha çok metal ile ilişkilerinin çalışılması, tatlısu ekosistemlerindeki biyolojik birikim ile ilgili bilgi eksikliğini giderecektir [164].

Sucul omurgasızlar, iz elementlerini metabolik olarak kullansalar da kullanmasalar da vücutlarında biriktirirler [165]. Goodyear and McNeill [164] su ve sedimentte bulunan Cu, Zn, Pb ve Cd miktarlarının, akarsularda yaşayan toplayıcı (collector-gatherer), kazıyıcı ve avcı olarak beslenen organizmalarda bulunan Cu ve Zn oranları ile ilişkili olduğunu ve bunun beslenme tipleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, CCA-II diyagramında Zn ve Cu

miktarlarının *Halesus*, *Chaetopteryx* ve *Potamophylax* gibi parçalayıcı ağırlıklı beslenen evcikli cinslerle ilişkili çıkması, bu canlıların beslenme tiplerinden dolayı bu cinslerin suda bulunan görece yüksek Zn varlığında yaşayabildiklerini düşündürmektedir (Şekil 3.6).

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsuların yukarı bölgeleri, doğaltaş olarak büyük ölçüde granit kayalardan oluşmaktadır [166], granit kayalar ise 39-60 ppm oranında çinko (Zn) ve 10-30 ppm oranında bakır (Cu) içermektedir [167]. CCA-I diyagramında yükseklik ile pozitif ilişkili çıkan *Chaetopteryx*, *Halesus*, *Lithax* ve *Drusus* cinslerinin CCA-II diyagramında bakır (Cu) ve çinko (Zn) ile pozitif ilişkili olduğu gözükmemektedir. Bu durum, yukarı bölgelerdeki granitin içerdiği bakır ve çinko miktarlarının, bu bölgelerde yaşayan bu cinslerin uyum sağlayabildiği miktarlar olduğu ve bu miktarların kirlilik etkeni olarak değil de Doğu Karadeniz Bölgesi akarsuları için suyun doğal içeriği olarak düşünülmesi gerektiğini göstermektedir.

NO₃ ve NO₂ azot değerleri CCA-II diyagramında I. ve II. eksenlerle yüksek ilişki göstermese de (Tab. 3.9), eksenlerle yüksek ilişki gösteren çözünmüş oksijen ile pozitif ilişki göstermektedir. Eksenlerle ilişki göstermemesi, azot değerlerinin çalışılan akarsularda, canlıların dağılımında etkisinin az olduğunu belirtir. Bunun sebebi ise ölçülen nitrat azotu değerinin 0 ila 0,33 mg/l, nitrit azotu değerinin ise 0 ila 0,0091 mg/l gibi dar bir aralıkta yer alması ve canlıların dağılımını açıklayabilecek geniş bir veri aralığı bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Çözünmüş oksijen ve azot değerleri, CCA-I diyagramında yükseklik ile negatif, akarsu genişliği ile pozitif ilişki gösteren, kazıyıcı (*Psychomyia* ve *Glossosoma*) ve toplayıcı (*Cheumatopsyche*) beslenen cinslerle ilişkili çıkmıştır. Bu cinslerin, azot değerinin daha fazla olduğu daha aşağıda yer alan, akarsu genişliği fazla olan istasyonları tercih ettiği görülmektedir.

Kayaçlardan ve vejetasyondan akarsuya karıştığı kabul edilen iki değerli demir (Fe⁺²) [168], CCA-I diyagramında kenar orman varlığı ile pozitif ilişki gösteren *Micrasema* ve *Athripsodes* cinsleri ile ilişkili çıkmıştır (CCA-II, Şek. 3.6). Demirin çeşitli formları sucul ekosistemdeki canlıların metabolizmalarında değişime neden olduğu için dolaylı yoldan etkilemektedir [169]. Nikel ve Fe⁺² değerlerinin Trichoptera komünite dağılımında etkisinin az olduğu görülmektedir.

Akıntı hızı, Trichoptera faunasının dağılımının açıklanmasında çok önemli bir faktör olarak görülmemektedir. Bunun nedeni önceden de açıklandığı gibi Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsuların kaynaktan başlayarak denize dik bir şekilde inmesi ile ilişkili olabilir. Bu topografik yapı akarsu boyunca akıntı hızında önemli değişimin oluşmasını engelliyor görünmektedir.

Trofik Bütünlük İndeksi (Index of Trophic Completeness, ITC), bentik makroomurgasız komünitelerinin işlevsel yaklaşımlarından biri olan trofik yapının akarsularda biyolojik izleme için kullanılabilmesi üzerine oluşturulmuş bir indekstir [79]. Bu çalışmada, Trichoptera takımı ile bu indeksin uygulanamamasının sebebi, tür düzeyinde teşhislerin yapılamıyor olmasının yanısıra türlerin, beslenme davranışlarının tam olarak bilinmiyor olmasından da kaynaklanmaktadır. Ayrıca türlerin tek bir beslenme davranışına sahip olmayışı ITC'nin kullanımını zorlaştırmaktadır. ITC'nin uygulanmasında türlerin farklı yaşam evreleri için farklı beslenme davranışlarının belirlenebileceği söylenmiştir. Ancak, aynı yaşam evresi içinde birçok farklı beslenme davranışının uygulanabilir olacağından bahsedilmemiştir.

Ekosistemin durumunun belirlenmesi için hazırlanan indekslerde, biyolojik tanımlama olarak taksonomik kimliklerin değil de işlevsel grupların kullanılmasına çok az (tüm indekslerin %3'ü) rastlanmaktadır [170]. Ancak, işlevsel özelliklerin kullanımı türlerin coğrafik dağılımından bağımsız olduğu için daha geniş alanlara daha kolay uygulanabilir.

Akarsuyun ormanlık bir alandan veya ağaç sınırının yukarisından kaynaklanıyor olması akarsu boyunca komünite yapısını değiştirmektedir. Kuzey Amerika'nın ormanlık alandan kaynaklanan akarsular üzerinden oluşturulan Nehir Devamlılık Kavramı'nda aşağı bölgelerde yer alan kazıyıcıların [68] Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yukarı bölgelerde daha yüksek oranda çıkması ve bunların coğrafik farklılıklar ve çevresel değişkenlerle açıklanması bu kavramın geliştirilmesi açısından önemlidir. Nehir Devamlılık Kavramı, farklı coğrafyalar için karşılaştırma yapılarak kullanılabilceği gibi [70] çoğu beslenme davranışını gösteren bir takson (Trichoptera) veya takson grubu (EPT) kullanılarak da denenip bu sonuçlar ile bu kavram farklı açılardan geliştirilebilir. Bu şekilde ortaya çıkarılan örüntü, su kalitesi değerlendirme çalışmalarında kullanılıp büyük oranda

zaman, emek ve enerji kullanımı gerektiren taksonomik yapı ile ilgili çalışmaların yerine geçebilir.

İşlevsel yaklaşım, akarsuların biyolojik değerlendirmesi için kullanılırken taksonomik çalışmaların önemini gözardı etmemek gerekir. Taksonların sahip olduğu işlevsel beslenme grupları veya diğer işlevsel özelliklerinin (akıntı hızı, akarsu bölgesi, substrat özellikleri ile ilişkileri gibi) belirlenmesi için tür düzeyinde teşhislerinin yapılabilmesi ve bu türlerin ekolojik isteklerinin belirlenmesi önemlidir. Ekosistemdeki değişimlerin anlaşılmasında, hangi taksonomik basamağın yeterli olduğunun belirlenebilmesi, o taksonomik basamak içinde yer alan taksonların benzer ekolojik isteklerinin olduğunun bilinmesi ile mümkündür. Taksonomik yaklaşım kullanılırken Oligochaeta ve Chironomidae gruplarının teşhislerinin yukarı seviyelerde (familya gibi) bırakılıyor olması bu grupların teşhislerinin zorluğunun yanısıra sahip oldukları türlerin çoğunun benzer ekolojik isteklere sahip türleri içermeleridir. İşlevsel yaklaşım kullanılırken de belirli gruplar için farklı taksonomik seviyelerde teşhisler kullanılabilir.

Su Çerçeve Direktifi'nde, istasyonların durumlarının belirlenebilmesi için geliştirilecek olan ekolojik kalite oranları işlevsel özellikler kullanılarak hesaplanabilir. Öncelikle insan faaliyetlerinden etkilenmemiş akarsularda Nehir Devamlılık Kavramı'na göre beklenen örüntü, coğrafik bölgelere göre oluşturulup bu örüntüye göre istenilen istasyonlardaki beklenen durum işlevsel özellikler üzerinden belirlenebilir. Alan kullanımının, akarsulardaki besin yoğunluğu ve omurgasız komünitelerini etkileyen önemli bir faktör olması nedeniyle [171], Su Çerçeve Direktifi'nde tespit edilmesi beklenen referans koşullardan sapma durumunun tespitinde kullanılabilir. Bu durum coğrafik farklılıkların yarattığı taksonomik sınırlandırmaların önüne geçebileceği için kaynak ve zaman kullanım açısından araştırmacılara avantaj sağlayacaktır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde akarsuların kaynak bölgesinin, ağaç sınırının yukarısında kalmasının yarattığı örüntü, buna benzer özelliklere sahip farklı bölgelerde de ortaya çıkarılıp, diğer ülkelerdeki örneklerle karşılaştırılarak kullanılabilirliği test edilebilir. Nehir Devamlılık Kavramı'nda model olarak gösterilen akarsuya benzer şekilde, ormanlık alandan kaynaklanan akarsuların da işlevsel özellikleri incelenerek benzerlikler ve farklılıklar belirlenebilir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'nin Türkiye'de uygulanmasında bu tür yapısal özelliklerin kullanımı uzman

eksikliğinin, kısıtlı para ve zaman sorununun önüne geçilip sucul ekosistemle ilgili koruma çalışmalarının daha hızlı planlanmasını ve uygulanmasını sağlayabilir.

Özellikle biyoçeşitliliğin ve endemizmin yüksek olduğu, aynı zamanda da türlerin neslinin tükenmesinin yüksek oranda görüldüğü biyoçeşitlilik sıcak noktalarında işlevsel yaklaşımın kullanım alanlarının geliştirilmesinin, hızla değişen koşulların belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde zaman kaybını önleyeceği ve hızlı karar verilmesi gereken durumlarda yararlı olacağı düşünülmektedir. Özellikle bozulmaya uğramamış akarsularda yaşayan birçok Plecoptera türünün yaşam alanı olan ve biyoçeşitlilik sıcak noktası Kafkasya Bölgesi'nin parçası olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde [120], benzer ekolojik isteklere sahip birçok Trichoptera türü de bulunmaktadır ve bu gruplar insan kaynaklı bozulmalara açık haldedir. Bu bölgede yapılan gerek fauna gerekse habitat kalitesi ve korunması çalışmalarının hızlandırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] J. Morse. (2017, [Accessed 12 January 2017]). *Trichoptera World Checklist*.
- [2] F. Schmid, "Essai d'evaluation de la faune mondiale des Trichopteres," in *Proceeding of the 4th International Symposium on Trichoptera*, J. Morse, Ed., ed The Netherland: Dr. W. Junk Publisher, 1984, p. 337.
- [3] F. C. de Moor and V. D. Ivanov, "Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater," *Hydrobiologia*, vol. 595, pp. 393-407, 2008.
- [4] G. B. Wiggins, *Caddisflies: The Underwater Architects*: University of Toronto Press, 2004.
- [5] N. E. Hickin, *Caddis Larvae: Larvae of the British Trichoptera*. London: Hutchinson and Company, 1967.
- [6] J. V. Ward, *Aquatic Insect Ecology, Biology and Habitat*: Wiley, 1992.
- [7] G. B. Wiggins, *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*, Second ed. Toronto: University of Toronto Press, Scholarly Publishing Division, 1996.
- [8] R. J. Mackay and G. B. Wiggins, "Ecological diversity in Trichoptera," *Annual Review of Entomology*, vol. 24, pp. 185-208, 1979.
- [9] P. Wiberg-Larsen, K. P. Brodersen, S. Birkholm, P. Grøn, and J. Skriver, "Species richness and assemblage structure of Trichoptera in Danish streams," *Freshwater Biology*, vol. 43, pp. 633-647, 2000.
- [10] V. H. Resh, "Recent trends in the use of Trichoptera in water quality monitoring," in *Proceedings of the 7th International Symposium on Trichoptera.*, Umea, Sweden, 1993, pp. 285-291.
- [11] M. J. Winterbourn, W. L. Chadderton, S. A. Entrekin, J. L. Tank, and J. S. Harding, "Distribution and dispersal of adult stream insects in a heterogeneous montane environment," *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, vol. 168, pp. 127-135, 2007.
- [12] R. McLachlan, *Monographic revision and synopsis of the Trichoptera of the European fauna*. London, 1874.

- [13] F. Sipahiler, "A checklist of the caddisflies of Turkey (Trichoptera)," in *Proc. 11th Int. Symposium on Trichoptera, Osaka, Tokai University Press, Kanagawa*, 2005, pp. 393-405.
- [14] F. Sipahiler and H. Malicky, "Die Köcherfliegen der Türkei (Trichoptera)," *Entomofauna*, vol. 8, pp. 77-165, 1987.
- [15] H. Malicky and F. Sipahiler, "Köcherfliegen (Trichoptera) aus der Türkei, mit Bemerkungen zu weiteren mediterranen Köcherfliegen," *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, vol. 66, pp. 457- 478, 1993.
- [16] H. Malicky and F. Sipahiler, "A faunistic survey of the caddisflies (Trichoptera) of Turkey," in *Proceeding of the 4th International Symposium on Trichoptera*, J. Morse, Ed., ed: DR. W. Junk 1984, pp. 207 - 212.
- [17] L. Botosaneanu and H. Malicky, "Trichoptera," in *Limnofauna Europaea*, J. Illies, Ed., ed Stuttgart: Fisher, 1978, pp. 333 - 359.
- [18] F. Sipahiler, "The Larva of *Calamoceras illiesi* Malicky & Kumanski, 1974 (Trichoptera, Calamoceratidae)," *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, vol. 20, pp. 21- 26, 2013.
- [19] F. Sipahiler, "Description of larva and the case construction of *Synapegus analoticus* Çakın, 1983 (Trichoptera, Glossosomatidae)," *Nova Acta Científica Compostelana*, 2013.
- [20] P. Ekingen and N. Kazancı, "Key to the family of Trichoptera (Insecta) larvae of Aksu Stream (Giresun, Turkey) in Eastern part of Black Sea Region," *Review of Hydrobiology*, vol. 6, pp. 145 - 155, 2013.
- [21] F. Sipahiler, "The larva of *Anabolia anatolica* Sipahiler, 2001 (Trichoptera, Limnephilidae)," *Entomol.rom.*, vol. 12, pp. 91 - 94, 2007.
- [22] F. Sipahiler, "The pupa of *Calamoceras illiesi* Malicky & Kumanski, 1974 (Trichoptera Calamoceratidae)," *Aquatic Insects*, vol. 28, pp. 263-267, 2006.
- [23] M. C. Darılmaz and A. Salur, "Annotated Catalogue of the Turkish Caddisflies (Insecta: Trichoptera)," *Munis Entomology and Zoology Journal*, vol. 10, pp. 521-734, 2015.

- [24] F. Sipahiler, "Zoogeographical characteristics of the Trichoptera fauna of Turkey," in *Proceedings of the first conference on faunistics and zoogeography of European Trichoptera. Ferrantia*, 2008, pp. 93-109.
- [25] J. Illies, *Limnofauna Europaea*. Verlag, Stuttgart: Gustav Fisher, 1978.
- [26] A. Schmidt-Kloiber, P. J. Neu, M. Malicky, F. Pletterbauer, H. Malicky, and W. Graf, "Aquatic biodiversity in Europe: a unique dataset on the distribution of Trichoptera species with important implications for conservation," *Hydrobiologia*, pp. 1-17, 2017.
- [27] J. C. Morse, "Biodiversity of Aquatic Insects," in *Insect Biodiversity*, ed: Wiley-Blackwell, 2009, pp. 163-184.
- [28] S. G. Lepneva, *Fauna SSSR. Ruchejniki: Tom II. Vypusk 1. Lichinki i kukolki podotryada kol'chatoschupikovyh (Annulipalpia) Zoologicheskii Istitut Akademii Nauk SSSR [In Russian] Translated into English as: Fauna of The U.S.S.R Trichoptera Volume II No. 1 Larvae and Pupae of Annulipalpia. Puslised by Israel Program for Scientific Translations, [1970], 1964.*
- [29] R. Matsuda, *Morphology and Evolution of the Insect Abdomen: With Special Reference to Developmental Patterns and Their Bearings upon Systematics*: Elsevier Science, 1976.
- [30] D. J. Borror, C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson, *An introduction to the study of insects. 6th edition. By D. J. Borror, C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. Philadelphia, Saunders College Publishing 875 pp. . ISBN 0-03-025397-7* vol. 81, 1989.
- [31] H. H. Ross, "Evolution of caddisworm cases and nets," *American Zoologist*, pp. 209-220, 1964.
- [32] G. B. Wiggins, "Order Trichoptera " in *Immature Insects*, F. W. Stehr, Ed., ed: Kendall/Hunt Publishing Company, 1991, pp. 253-287.
- [33] G. Becker, "Life cycle of *Agapetus fuscipes* (Trichoptera, Glossosomatidae) in a first-order upland stream in central Germany," *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, vol. 35, pp. 52-60, 2005.
- [34] H. H. Ross, "The evolution and past dispersal of the Trichoptera," *Annual Review of Entomology*, vol. 12, pp. 169-206, 1967.

- [35] H. B. N. Hynes, *The Ecology of Running Waters*: University of Toronto Press, 1970.
- [36] G. B. Wiggins, "The Unusual Pupal Mandibles in the Caddisfly Family Phryganeidae (Trichoptera)," *The Canadian Entomologist*, vol. 92, pp. 449-457, 1960/006/001 1960.
- [37] G. B. Wiggins and W. Wichard, "Phylogeny of Pupation in Trichoptera, with Proposals on the Origin and Higher Classification of the Order," *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 8, pp. 260-276, Sep 1989.
- [38] D. Grimaldi and M. S. Engel, *Evolution of the Insects*: Cambridge University Press, 2005.
- [39] T. Malm, K. A. Johanson, and N. Wahlberg, "The evolutionary history of Trichoptera (Insecta): A case of successful adaptation to life in freshwater," *Systematic Entomology*, vol. 38, pp. 459-473, 2013.
- [40] K. M. Kjer, R. J. Blahnik, and R. W. Holzenthal, "Phylogeny of caddisflies (Insecta, Trichoptera)," *Zoologica Scripta*, vol. 31, pp. 83-91, 2002.
- [41] W. Mey, W. Wichard, P. Müller, and B. Wang, "The blueprint of the Amphiesmenoptera – Tarachoptera, a new order of insects from Burmese amber (Insecta, Amphiesmenoptera)," *Foss. Rec.*, vol. 20, pp. 129-145, 2017.
- [42] F. A. Kolenati, *Genera et species trichopterorum: P. prior*. Amad. Haase, 1848.
- [43] A. V. Martynov, *Rucheyniki (caddisflies [Trichoptera])* vol. 5. Leningard, 1924.
- [44] M. J. Milne and L. J. Milne, "Evolutionary trends in caddis worm case construction," *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 32, pp. 533-542, 1939.
- [45] H. M. Hanna, "Methods of case-building and repair by larvae of caddis flies," *Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series A, General Entomology*, vol. 35, pp. 97-106, 1960.

- [46] J. S. Weaver III and J. C. Morse, "Evolution of feeding and case-making behavior in Trichoptera," *Journal of the North American Benthological Society*, pp. 150-158, 1986.
- [47] C. Tomaszewski, "The principles of case building behaviour in Trichoptera," in *Proceedings of the Third International Symposium on Trichoptera*, 1981, pp. 365-373.
- [48] G. S. Dodds and F. L. Hisaw, "Ecological studies of aquatic insects: size of respiratory organs in relation to environmental conditions," *Ecology*, vol. 5, pp. 262-271, 1924.
- [49] J. Morse, "Phylogeny of trichoptera," *Annual review of entomology*, vol. 42, pp. 427-450, 1997.
- [50] G. B. Wiggins and R. J. Mackay, "Some relationships between systematics and trophic ecology in nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera," *Ecology*, vol. 59, pp. 1211-1220, 1978.
- [51] N. A. Erman, "Terrestrial feeding migration and life history of the stream-dwelling caddisfly, *Desmona bethula* (Trichoptera: Limnephilidae)," *Canadian Journal of Zoology*, vol. 59, pp. 1658-1665, 1981.
- [52] L. Boyero and P. C. Barnard, "A Potamophylax larva (Trichoptera: Limnephilidae) using other caddisfly cases to construct its own case," *Journal of Natural History*, vol. 38, pp. 1297-1301, 2004.
- [53] E. Serafin and R. Stryjecki, "The living case of *Silo pallipes* (Fabricius, 1781)," *Braueria*, vol. 31, p. 4, 2004.
- [54] H. M. Fox and J. Sidney, "The influence of dissolved oxygen on the respiratory movements of caddis larvae," *Journal of Experimental Biology*, vol. 30, pp. 235-237, 1953.
- [55] O. Jaag and H. Ambühl, "The Effect of Current on the Composition of Biocoenosis in Flowing Water Streams," in *Advances in Water Pollution Research: Proceedings of the International Conference Held, London*, ed: Pergamon Press, Oxford, London & New York, 1964, pp. 31-49.
- [56] C. Otto, "Habitat, size and distribution of Scandinavian limnephilid caddisflies," *Oikos*, pp. 355-360, 1982.

- [57] C. Otto, "Behavioural and physiological adaptations to a variable habitat in two species of case-making caddis larvae using different food," *Oikos*, pp. 188-194, 1983.
- [58] D. D. Williams, A. F. Tavares, and E. Bryant, "Respiratory Device or Camouflage?: A Case for the Caddisfly," *Oikos*, pp. 42-52, 1987.
- [59] C. Zamora-Muñoz and B. Svensson, "Survival of caddis larvae in relation to their case material in a group of temporary and permanent pools," *Freshwater Biology*, vol. 36, pp. 23-31, 1996.
- [60] L. Kwong, P. K. Mendez, and V. H. Resh, "Case-repair in three genera of caddisflies (Trichoptera)," *Zoosymposia*, vol. 5, pp. 269-278, 2011.
- [61] C. Otto and B. S. Svensson, "The significance of case material selection for the survival of caddis larvae," *The Journal of Animal Ecology*, pp. 855-865, 1980.
- [62] C. Otto and A. Johansson, "Why do some caddis larvae in running waters construct heavy, bulky cases?," *Animal Behaviour*, vol. 49, pp. 473-478, 1995.
- [63] I. Wallace, "The Beginner's Guide to Caddis (Order Trichoptera)," *Bulletin of the Amateur Entomologist Society*, vol. 62, pp. 15-26, 2003.
- [64] J. Berger and J. Kaster, "Convergent evolution between phyla: a test case of mimicry between caddisfly larvae (*Helicopsyche borealis*) and aquatic snails (*Physa integra*)," *Evolution*, pp. 511-513, 1979.
- [65] C. C. Vaughn, "Evolutionary ecology of case architecture in the snailcase caddisfly, *Helicopsyche borealis*," *Freshwater Invertebrate Biology*, pp. 178-186, 1985.
- [66] K. W. Cummins, R. W. Merritt, and P. C. Andrade, "The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil," *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, vol. 40, pp. 69-89, 2005.
- [67] F. Swanson, S. Gregory, J. Sedell, and A. Campbell, "Land-water interactions: the riparian zone," in *Analysis of coniferous forest ecosystems*

- in the western United States*, R. L. Edmonds, Ed., ed Stroudsburg, PA: Hutchinson Ross Publishing Company, 1982, pp. 267-291.
- [68] R. L. Vannote, G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell, and C. E. Cushing, "River Continuum Concept," *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 37, pp. 130-137, 1980.
- [69] M. J. Winterbourn, J. S. Rounick, and B. Cowie, "Are New Zealand stream ecosystems really different?," *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, vol. 15, pp. 321-328, 1981/09/01 1981.
- [70] L. A. Barmuta and P. S. Lake, "On the Value of the River Continuum Concept," *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, vol. 16, pp. 227-229, 1982.
- [71] B. Statzner and B. Higler, "Questions and Comments on the River Continuum Concept," *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 42, pp. 1038-1044, 1985.
- [72] K. W. Cummins, M. A. Wilzbach, D. M. Gates, J. B. Perry, and W. B. Taliaferro, "Shredders and Riparian Vegetation," *BioScience*, vol. 39, pp. 24-30, 1989.
- [73] K. W. Cummins and M. J. Klug, "Feeding ecology of stream invertebrates," *Annual review of ecology and systematics*, pp. 147-172, 1979.
- [74] K. W. Cummins, "The ecology of running waters; theory and practice " *Proceedings of the Sandusky River Basin Symposium*, pp. 277-293, 1975.
- [75] K. W. Cummins, "Trophic relations of aquatic insects," *Annual review of entomology*, vol. 18, pp. 183-206, 1973.
- [76] K. W. Cummins, "Structure and function of stream ecosystems," *BioScience*, vol. 24, pp. 631-641, 1974.
- [77] D. Dudgeon, "The influence of riparian vegetation on the functional organization of four Hong Kong stream communities," *Hydrobiologia*, vol. 179, pp. 183-194, 1989.
- [78] H. Slack, "The food of caddis fly (Trichoptera) larvae," *The Journal of Animal Ecology*, pp. 105-115, 1936.

- [79] T. I. Pavluk, A. bij de Vaate, and H. A. Leslie, "Development of an Index of Trophic Completeness for benthic macroinvertebrate communities in flowing waters," *Hydrobiologia*, vol. 427, pp. 135-141, 2000.
- [80] F. Mermillod-Blondin, "The functional significance of bioturbation and biodeposition on biogeochemical processes at the water-sediment interface in freshwater and marine ecosystems," *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 30, pp. 770-778, 2011.
- [81] H. B. N. Hynes, "The stream and its valley," *Verh. Internat. Verein. Limnol*, pp. 1-15, 1975.
- [82] S. V. Gregory, F. J. Swanson, W. A. McKee, and K. W. Cummins, "An Ecosystem Perspective of Riparian Zones," *BioScience*, vol. 41, pp. 540-551, 1991.
- [83] P. Usseglio-Polatera, M. Bournaud, P. Richoux, and H. Tachet, *Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases?*: Springer, 2000.
- [84] M. Furse, D. Moss, J. Wright, and P. Armitage, "The influence of seasonal and taxonomic factors on the ordination and classification of running-water sites in Great Britain and on the prediction of their macro-invertebrate communities," *Freshwater biology*, vol. 14, pp. 257-280, 1984.
- [85] V. H. Resh and D. G. Price, "Sequential sampling: a cost-effective approach for monitoring benthic macroinvertebrates in environmental impact assessments," *Environmental Management*, vol. 8, pp. 75-80, 1984.
- [86] M. Paunović, D. Jakovčev-Todorović, V. Simić, B. Stojanović, and A. Petrović, "Trophic relations between macroinvertebrates in the Vlasina river (Serbia)," *Archives of Biological Sciences*, vol. 58, pp. 105-114, 2006.
- [87] S. Dolédec, J. Olivier, and B. Statzner, "Accurate description of the abundance of taxa and their biological traits in stream invertebrate communities: effects of taxonomic and spatial resolution," *Archiv für Hydrobiologie*, vol. 148, pp. 25-43, 2000.

- [88] D. Schmera, J. Heino, J. Podani, T. Erős, and S. Dolédec, "Functional diversity: a review of methodology and current knowledge in freshwater macroinvertebrate research," *Hydrobiologia*, vol. 787, pp. 27-44, 2017.
- [89] S. Lek, M. Scardi, P. F. M. Verdonschot, J. P. Descy, and Y. S. Park, *Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystems*: Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- [90] J. R. Karr, "Defining and measuring river health," *Freshwater biology*, vol. 41, pp. 221-234, 1999.
- [91] J. L. Metcalfe-Smith, "Biological Water-Quality Assessment of Rivers: Use of Macroinvertebrate Communities," in *The Rivers Handbook*. vol. 2, P. Calow and G. E. Petts, Eds., ed Oxford: Blackwell Science Ltd, 1994, pp. 144-170.
- [92] N. De Pauw and G. Vanhooren, "Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium," *Hydrobiologia*, vol. 100, pp. 153-168, 1983.
- [93] N. Kazancı, S. Girgin, M. Dügel, and D. Oğuzkurt, *Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi*. Ankara: İmaj Yayıncılık, 1997.
- [94] L. Mancini, "Organization of biological monitoring in the European Union," in *Biological Monitoring of Rivers Applications and Perspective*, G. Ziglio, M. Siligardi, and G. Flaim, Eds., ed: John Wiley & Sons, Ltd, London, , 2006, pp. 171 - 201.
- [95] D. M. Rosenberg and V. H. Resh, "Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates," in *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*, D. M. Rosenberg and V. H. Resh, Eds., ed: Chapman & Hall, 1993, pp. 1 - 9.
- [96] P. F. Reece and J. S. Richardson, "Biomonitoring with the reference condition approach for the detection of aquatic ecosystems at risk," *Proc. Biology and Management of Species and Habitats At Risk, Kamloops, BC*, vol. 15, pp. 549-552, 1999.
- [97] Y. J. Bae, H. K. Kil, and K. S. Bae, "Benthic macroinvertebrates for uses in stream biomonitoring and restoration," *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 9, pp. 55-63, 2005.

- [98] N. Bonada, N. Prat, V. H. Resh, and B. Statzner, "Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches," *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 51, pp. 495-523, 2006.
- [99] D. M. Rosenberg and V. H. Resh, *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*: Springer, 1993.
- [100] G. J. Niemi and M. E. McDonald, "Application of ecological indicators," *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 35, pp. 89-111, 2004.
- [101] P. D. Abel, *Water pollution biology*: CRC Press, 1996.
- [102] A. G. Solimini, A. C. Cardoso, J. Carstensen, G. Free, A.-S. Heiskanen, N. Jepsen, *et al.*, "The Monitoring of Ecological Status of European Freshwaters," in *The Water Framework Directive*, ed: John Wiley & Sons, Ltd, 2008, pp. 29-60.
- [103] V. Gagic, I. Bartomeus, T. Jonsson, A. Taylor, C. Winqvist, C. Fischer, *et al.*, "Functional identity and diversity of animals predict ecosystem functioning better than species-based indices," *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol. 282, p. 20142620, 2015.
- [104] A. Dohet, "Are caddisflies an ideal group for the biological assessment of water quality in streams?," *Proc. 10th Int. Symp. Trichoptera- Nova Suppl. Ent. Keltern*, vol. 15, pp. 507 - 520, 2002.
- [105] Council of European Communities, "Directive 2000/60/EC, Establishing a framework for Community Action in the Field of Water Policy," *Official Journal of the European Communities*, vol. 22, pp. 1-72, 2000.
- [106] E. Commission. (2017, [30 January 2017]). *Status of implementation of the WFD in the Member States*.
- [107] A. Borja, J. Franco, V. Valencia, J. Bald, I. Muxika, M. J. Belzunce, *et al.*, "Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach," *Marine pollution bulletin*, vol. 48, pp. 209-218, 2004.
- [108] R. Hughes, "Defining biological status by comparing with reference conditions.," in *Biological Assessment and Criteria. Tools for water resource*

planning and decision making W. S. Davis and T. P. Simon, Eds., ed Boca Raton, Florida: Lewis Publishers, 1995, pp. 31-47.

- [109] R. Nijboer, P. Verdonschot, R. Johnson, M. Sommerhäuser, and A. Buffagni, "Establishing reference conditions for European streams," in *Integrated Assessment of Running Waters in Europe*, D. Hering, P. F. M. Verdonschot, O. Moog, and L. Sandin, Eds., ed the Netherland: Springer, 2004, pp. 91-105.
- [110] D. Hering, A. Buffagni, O. Moog, L. Sandin, M. Sommerhäuser, I. Stubauer, *et al.*, "The development of a system to assess the ecological quality of streams based on macroinvertebrates—design of the sampling programme within the AQEM project," *International Review of Hydrobiology*, vol. 88, pp. 345-361, 2003.
- [111] P. Ekingen and N. Kazancı, "Benthic macroinvertebrate fauna of the Aksu Stream (Giresun, Turkey) and habitat quality assessment based on European Union Water Framework Directive criteria," *Review of Hydrobiology*, vol. 5, pp. 35-55, 2013.
- [112] I. Muxika, Á. Borja, and J. Bald, "Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 55, pp. 16-29, // 2007.
- [113] O. Moog, A. Schmidt-Kloiber, T. Ofenböck, and J. Gerritsen, "Does the ecoregion approach support the typological demands of the EU 'Water Framework Directive'?", *Hydrobiologia*, vol. 516, pp. 21-33, 2004/03/01 2004.
- [114] A. Common Implementation Strategy Working Group, "Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC) Guidance document no 13, Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential," ed, 2003.
- [115] Common Implementation Strategy Working Group, "Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC) Guidance document no 10, River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems," ed, 2003.

- [116] F. J. van Wijk, M. A. A. de la Haye, M. J. Hehenkamp, M. J. v.d. Velde, E. F. L. M. de Bruin, and F. J. M. Schelleman, "Uygulama El Kitabı Su Çerçeve Direktifi'nin Türkiye'de Uygulanması," 2003.
- [117] F. J. van Wijk, M. J. Hehenkamp, M. A. A. De la Haye, I. A. v. d. Velde, Ö. Karaca, D. Akar, I. Kurt, A. Karakuş, S. Cosan, M. Ülgüç, N. Dagdelen, "Draft River Basin Management Plan Büyük Menderes Implementation of the Water Framework Directive in Turkey," Houten2004.
- [118] N. Myers, R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. Da Fonseca, and J. Kent, "Biodiversity hotspots for conservation priorities," *Nature*, vol. 403, pp. 853-858, 2000.
- [119] N. Kazancı, "The records of Plecoptera (Insecta) species from Eastern part of Black Sea Region (Turkey)," *Review of Hydrobiology*, vol. 6, pp. 121-127, 2013.
- [120] N. Kazancı, G. Turkmen, P. Ekingen, and O. Basoren, "Evaluation of Plecoptera (Insecta) community composition using multivariate technics in a biodiversity hotspot," *International Journal of Environmental Science and Technology*, pp. 1-10, 2017.
- [121] Orman ve Su İşleri Bakanlığı, "Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Doğu Karadeniz Havzası Proje Taslak Raporu," 2013.
- [122] S. Fakioğlu and N. Kağnıcıoğlu, "Doğu Karadeniz ve Çoruh Havzalarının Hidroelektrik Enerji Üretimi Açısından Değerlendirilmesi " in *Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri*, Trabzon, 2009.
- [123] M. Türkes, "Meteorological Drought in Turkey: A Historical Perspective, 1930–93," *Drought Network News (1994-2001)*, p. 84, 1996.
- [124] M. Türkes, "Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey," *International Journal of Climatology*, vol. 16, pp. 1057-1076, 1996.
- [125] M. K. Ölgün, "Türkiye'de yıllık mevsimsel yağış değişkenliğinin alansal dağılımı," *Ege Coğrafya Dergisi*, vol. 19, pp. 85 - 95, 2010.
- [126] M. Akın and G. Akın, "Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği " 2007.

- [127] S. G. Lepneva, *Fauna SSSR. Ruchejniki: Tom II. Vypusk 2. Lichinki i kukolki podotryada tsel'noschupikovyh (Integripalpia) Zoologicheskii Istitut Akademii Nauk SSSR [In Russian] Translated into English as: Fauna of the U.S.S.R Trichoptera Volume II No. 2 Larvae and Pupae of Integripalpia. Published by Israel Program for Scientific Translations [1971].* 1966.
- [128] J. Waringer and W. Graf, "Key and bibliography of the genera of European Trichoptera larvae," *Zootaxa*, vol. 3640, pp. 101-151, 2013.
- [129] O. J. Solem and B. Gullefords, "Trichoptera, Caddisflies," in *Aquatic Insects of North Europe A Taxonomik Handbook*. vol. 1, A. Nilsson, Ed., ed Stenstrup: Apollo Books, 1996, pp. 223-255.
- [130] J. Waringer and W. Graf, *Atlas der mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven / Atlas of Central European Trichoptera Larvae*. Germany: Erik Mauch Verlag, 2011.
- [131] W. Lechthaler and W. Stockinger. (2005, Trichoptera Key to larvae from Central Europe.
- [132] M. J. Milne, "The" Metamorphotype Method" in Trichoptera," *Journal of the New York Entomological Society*, pp. 435-437, 1938.
- [133] H. Malicky, *Atlas of European Trichoptera: Atlas der Europäischen Köcherfliegen / Atlas des Trichoptères d'Europe*, Second ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2004.
- [134] YSI, *YSI 556 Multi Probe System Operational Manuel*, 2009.
- [135] Hach, *Datalogging Colorimeter Handbook Procedures Manual*, 2005.
- [136] Hydro-Bios, "Rod Held Current Meter RHCM Operational Manual," ed. Germany, 2003.
- [137] K. W. Cummins and G. H. Lauff, "The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos," *Hydrobiologia*, vol. 34, pp. 145-181, 1969.
- [138] C. Rawer-Jost, J. Böhmer, J. Blank, and H. Rahmann, "Macroinvertebrate functional feeding group methods in ecological assessment," *Hydrobiologia*, vol. 422, pp. 225-232, 2000.

- [139] C. P. Hawkins and J. A. MacMahon, "Guilds: The multiple meanings of a concept," *Annual Review of Entomology*, vol. 34, pp. 423-451, 1989.
- [140] O. Moog, "Fauna Aquatica Austriaca.-Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft," *Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna*, 2002.
- [141] W. Graf, J. Murphy, J. Dahl, C. Zamora-Munoz, and M. J. Lopez-Rodriguez, *Distribution and ecological preferences of freshwater organisms: Trichoptera* vol. 1: PenSoft, 2008.
- [142] J. Lepš and P. Šmilauer, *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*: Cambridge university press, 2003.
- [143] C. J. F. Ter Braak, "Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis," *Ecology*, vol. 67, pp. 1167-1179, 1986.
- [144] C. J. F. Ter Braak and P. Smilauer, "Canoco 4.5: Reference manual and canodraw for windows. User's guide: Software form canonical community ordination (version 4.5)," ed: Microcomputer Power, 2002.
- [145] C. J. Krebs, *Ecological Methodology*: Benjamin/Cummings, 1999.
- [146] O. Hammer, D. A. T. Harper, and P. D. Ryan, "PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm," 2001.
- [147] J. D. Evans, *Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences*: Brooks/Cole Publishing Company, 1996.
- [148] *Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*, 2016.
- [149] N. Kazancı, "Records of Plecoptera (Insecta) species and affects of episodic acidification on physico-chemical properties of their habitats in the Eastern Black Sea Region and Yeflilırmak River Basin (Turkey)," *Review of Hydrobiology*, vol. 2, pp. 197-206, 2009.

- [150] G. W. Minshall, "Autotrophy in stream ecosystems," *BioScience*, vol. 28, pp. 767-771, 1978.
- [151] R. Nijboer, "The ecological requirements of *Agapetus fuscipes* Curtis (Glossosomatidae), a characteristic species in unimpacted streams," *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, vol. 34, pp. 213-223, 2004/10/01 2004.
- [152] R. N. Vineyard and G. B. Wiggins, "Further revision of the caddisfly family Uenoidae (Trichoptera): evidence for inclusion of Neophylacinae and Thremmatidae," *Systematic Entomology*, vol. 13, pp. 361-372, 1988.
- [153] S. R. Reice, "The role of substratum in benthic macroinvertebrate microdistribution and litter decomposition in a woodland stream," *Ecology*, pp. 580-590, 1980.
- [154] L. Higler, "Reactions of some caddis larvae (Trichoptera) to different types of substrate in an experimental stream," *Freshwater Biology*, vol. 5, pp. 151-158, 1975.
- [155] A. Knighton, "Longitudinal changes in size and sorting of stream-bed material in four English rivers," *Geological Society of America Bulletin*, vol. 91, pp. 55-62, 1980.
- [156] R. Speaker, K. Moore, and S. Gregory, "Analysis of the process of retention of organic matter in stream ecosystems," *Verh. Internat. Verein. Limnol*, vol. 22, pp. 1835-1841, 1984.
- [157] S. Kobayashi and T. Kagaya, "Differences in litter characteristics and macroinvertebrate assemblages between litter patches in pools and riffles in a headwater stream," *Limnology*, vol. 3, pp. 37-42, 2002.
- [158] H. L. Menninger and M. A. Palmer, "Herbs and grasses as an allochthonous resource in open-canopy headwater streams," *Freshwater Biology*, vol. 52, pp. 1689-1699, 2007.
- [159] C. P. Hawkins, M. L. Murphy, and N. Anderson, "Effects of canopy, substrate composition, and gradient on the structure of macroinvertebrate communities in Cascade Range streams of Oregon," *Ecology*, vol. 63, pp. 1840-1856, 1982.

- [160] N. Friberg and D. Jacobsen, "Feeding plasticity of two detritivore-shredders," *Freshwater Biology*, vol. 32, pp. 133-142, 1994.
- [161] S. B. Heard and J. S. Richardson, "Shredder-collector facilitation in stream detrital food webs: is there enough evidence?," *Oikos*, vol. 72, pp. 359-366, 1995.
- [162] L. Higler and H. Tolkamp, "Hydropsychidae as bio-indicators," in *Ecological Indicators for the Assessment of the Quality of Air, Water, Soil, and Ecosystems*, ed: Springer, 1983, pp. 331-341.
- [163] A. Gower, G. Myers, M. Kent, and M. Foulkes, "Relationships between macroinvertebrate communities and environmental variables in metal-contaminated streams in south-west England," *Freshwater Biology*, vol. 32, pp. 199-221, 1994.
- [164] K. Goodyear and S. McNeill, "Bioaccumulation of heavy metals by aquatic macro-invertebrates of different feeding guilds: a review," *Science of the Total Environment*, vol. 229, pp. 1-19, 1999.
- [165] P. S. Rainbow, "Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what?," *Environmental Pollution*, vol. 120, pp. 497-507, 12// 2002.
- [166] A. O. Yılmaz, İ. Çavuşoğlu, İ. Alp, R. Kaya, and M. Vıcıl, "Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Doğaltaş Potansiyeli ve Doğaltaş İşletmeciliği ile ilgili sorunlar," *Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 2003.
- [167] K. K. Turekian and K. H. Wedepohl, "Distribution of the elements in some major units of the earth's crust," *Geological Society of America Bulletin*, vol. 72, pp. 175-192, 1961.
- [168] E. T. Gjessing, "Ferrous Iron in Water," *Limnology and Oceanography* vol. 9, pp. 272-274, 1964.
- [169] K.-M. Vuori, "Direct and indirect effects of iron on river ecosystems," in *Annales Zoologici Fennici*, 1995, pp. 317-329.
- [170] R. J. Diaz, M. Solan, and R. M. Valente, "A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality," *Journal of Environmental Management*, vol. 73, pp. 165-181, 2004.

- [171] C. Tate and J. Heiny, "The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors," *Freshwater Biology*, vol. 33, pp. 439-454, 1995.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Pınar EKİNGEN ABDİK

Doğum Yeri: Ankara

Medeni Hali: Evli

E-posta: pekingen@yahoo.com

Adresi: Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı B207
06800 Beytepe Ankara

Eğitim

Lise: 1999-2002 Gazi Anadolu Lisesi Ankara

Lisans: 2002-2007 Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Ankara

Yüksek Lisans: 2008-2011 Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji
Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Ankara

Doktora: 2011-2017 Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji
Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Ankara

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce: Çok iyi

İş Deneyimi

2009-devam ediyor: Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü
Araştırma Görevlisi

Deneyim Alanları

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 25 /04/2017

Tez Başlığı / Konusu: **Doğu Karadeniz Bölgesi Trichoptera (Insecta) Faunası Üzerine Su Çerçeve Direktifi İle İlişkili Olarak Ekolojik Araştırmalar**

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam **98** sayfalık kısmına ilişkin, **25/04/2017** tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **% 1** 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dâhil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

25.04.2017

Adı Soyadı: Pınar EKİNGEN ABDİK
Öğrenci No: N10247850
Anabilim Dalı: Biyoloji
Programı: Hidrobiyoloji
Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

Pınar Ekingen

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Nilgün KAZANCI

Nilgün Kazancı