

**BOLU İLİ'NDEKİ BAZI AKARSULARDAN SEÇİLEN
REFERANS İSTASYONLARDAKİ MAKROBENTİK
TOPLULUKLARIN ANALİZİ**

**ANALYSIS OF MACROBENTHIC COMMUNITY OF
REFERENCE SITES IN SOME RUNNING WATERS IN THE
PROVINCE OF BOLU**

GENCER TÜRKMEN

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

BİYOLOJİ Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2008

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Sedat YERLİ

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Nilgün KAZANCI

Üye : Prof.Dr. Semra KOCABIYIK

Üye : Doç.Dr. Sönmez GİRGİN

Üye : Doç.Dr. Muzaffer DÜGEL

ONAY

Bu tez/...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Erdem YAZGAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BOLU İLİ'NDEKİ BAZI AKARSULARDAN SEÇİLEN REFERANS İSTASYONLARDAKİ MAKROBENTİK TOPLULUKLARIN ANALİZİ

GENCER TÜRKMEN

ÖZ

Bu çalışmada, 3-5 Haziran 2007 tarihinde Bolu İli'ndeki Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki bazı akarsuların bentik makroinvertebrat faunası araştırılmış ve bulgular istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir. Bu bölgeden 10 istasyon seçilmiştir. Bu istasyonların fiziko-kimyasal değişkenleri ölçülerek su kalite sınıfları tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulunan canlıların tercih ettikleri ortamların saprobik düzeyleri ile bulundukları istasyonların saprobik düzeyleri karşılaştırılmıştır ve bu ortamların indikatör türleri belirlenmiştir. Ayrıca, istasyonların referans habitat özellikleri de belirlenmiştir. Bentik makroinvertebrat örnekleri Turbellaria, Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Gordioida, Arachnida, Malacostraca, Entognatha ve Insecta olmak üzere 9 sınıfa ait 137 taksa ve 14184 bireyden oluşmaktadır.

Çalışmada, istasyonların baskınlık ve benzerlik analizleri yapılmıştır. Ayrıca 4 adet çeşitlilik analizi (Shannon Çeşitlilik İndeksi, Simpson Çeşitlilik İndeksi, Margalef Çeşitlilik İndeksi ve McIntosh Çeşitlilik İndeksi) ve 2 adet eşitlik analizi (Pielou Eşitlik İndeksi ve McIntosh Eşitlik İndeksi) uygulanmıştır.

Tüm bu bulgular ve değerlendirmeler sonucunda 10 istasyondan 7'si referans habitat özelliklerine sahiptir. İstasyonların su kaliteleri I. ve II. sınıf olarak bulunmuştur. Ayrıca, Yedigöller Milli Parkı'ndaki ve yakın çevresindeki istasyonların su kaliteleri yüksek kalitede bulunurken, uzak çevresindeki istasyonların su kaliteleri düşük kalitede bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Bentik, Çeşitlilik İndeksi, Eşitlik İndeksi, Fiziko-kimyasal değişkenler, Habitat kalitesi, İndikatör, Makroinvertebrat, Milli Park, Referans Habitat, Su kalitesi, Türkiye, Yedigöller.

ANALYSIS OF MACROBENTHIC COMMUNITY OF REFERENCE SITES IN SOME RUNNING WATERS IN THE PROVINCE OF BOLU

GENCER TÜRKMEN

ABSTRACT

In this study, benthic macroinvertebrate fauna of some running waters were studied in Yedigöller National Park and surrounding areas in Bolu in July 2007. The data were assessed with statistical analyses. The ten sites were chosen from this area. The water quality of ten collecting sites were determined using benthic macroinvertebrate species and physico-chemical variables. The saprobic level of preferred habitats of identified benthic macroinvertebrates in this study were been compared with the saprobic level of the collecting sites. Reference habitat conditions of these sites were also determined. The benthic macroinvertebrate samples consisted of 137 taxa and 14184 individuals belonging to 9 classes which were Turbellaria, Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Gordioida, Arachnida, Malacostraca, Entognatha and Insecta.

Dominance and similarity analyses were applied. Also, four diversity indices (Shannon Diversity Index, Simpson Diversity Index, Margalef Diversity Index and McIntosh Diversity Index) and two evenness indices (Pielou Evenness Index and McIntosh Evenness Index) were used.

As a result of these assessments, the seven sites were accepted as reference habitats. The water quality of collecting sites were found I. and II. Class. While the water quality of the sites which were in and nearby Yedigöller National Park were found in high quality, the water quality of the sites which were far from Yedigöller were found in low quality.

KEY WORDS: Benthic, Diversity Index, Evenness Index, Physico-chemical variables, Habitat Quality, Indicator, Macroinvertebrate, National Park, References Habitats, Water Quality, Turkey, Yedigöller.

TEŞEKKÜR

Tez konumu belirleyen ve tüm çalışma boyunca engin bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde her türlü desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nilgün KAZANCI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hem arazi çalışmalarında hem de laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan ve manevi desteğini hiç esirgemeyerek bu çalışmanın tamamlanmasında her zaman yanımda olan Araş. Gör. Özge ERTUNÇ' a,

Arazi çalışmalarında yardımlarından dolayı Doç. Dr. Muzaffer DÜGEL' e (Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi) ve Başak ÖZ' e,

Laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Pınar EKİNGEN ve Yasemin GÜLTUTAN' a,

Ayrıca, bu çalışmanın tüm döneminde her türlü gösterdikleri destek, sabır ve hoşgörü için sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	1
1.2. Akarsu Kirliliği Hakkında Genel Bilgi.....	5
1.2.1. Su kalitesi kriterleri ve sınıfları	5
1.2.2. Saprobik Sınıflandırma	6
1.3. Çalışma Alanın Tanımı	8
1.4. Alanda Yapılan Önceki Çalışmalar	11
2. MATERYAL VE METOD	12
2.1. İstasyonların Seçimi	12
2.2. İstasyonların Özellikleri.....	12
2.3. Bentik Makroinvertebrat Örneklerinin Toplanması ve Saklanması	15
2.4. Fiziko-kimyasal Değişkenlerin Ölçümü	15
2.5. Örneklerin İncelenmesi	16
2.6. İstatistiksel Analizler	16
2.6.1. Baskınlık analizi.....	16
2.6.2. Benzerlik analizi.....	17
2.6.3. Çeşitlilik analizleri	17
2.6.3.1. Shannon indeksi	18
2.6.3.2. Simpson indeksi	18
2.6.3.3. Margalef indeksi	19
2.6.3.4. McIntosh indeksi.....	19
2.6.4. Eşitlik analizleri	19
2.6.4.1. Pielou eşitlik indeksi.....	20
2.6.4.2. McIntosh eşitlik indeksi	20

2.6.5. Korelasyon analizi	20
2.6.6. Özgöl elektriksel iletkenlik	21
3. BULGULAR	22
3.1. Fiziko-kimyasal Bulgular	22
3.1.1. Elektriksel iletkenlik	24
3.1.2. pH.....	25
3.1.3. Çözünmüş oksijen	25
3.1.4. Sıcaklık.....	26
3.1.5. Ortofosfat.....	26
3.2. Biyolojik Bulgular	27
3.3. Biyolojik Analizler	35
3.3.1. Baskınlık analizi.....	35
3.3.2. Benzerlik analizi.....	41
3.3.3. Çeşitlilik analizleri	42
3.3.3.1. Shannon indeksi	42
3.3.3.2. Simpson indeksi	42
3.3.3.3. Margalef indeksi	43
3.3.3.4. McIntosh indeksi.....	43
3.3.4. Eşitlik analizleri	44
3.3.4.1. Pielou eşitlik indeksi.....	44
3.3.4.2. McIntosh eşitlik indeksi	44
3.3.5. Korelasyon analizi	45
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	46
4.1. Fiziko-kimyasal Değişkenler	46
4.2. Biyolojik Değerlendirmeler	50
4.3. Biyolojik Analizler	50
4.3.1. Baskınlık analizi.....	50
4.3.2. Benzerlik analizi.....	55
4.3.3. Çeşitlilik analizleri	58
4.3.4. Eşitlik analizleri	61
KAYNAKLAR.....	64
EK-1 FOTOĞRAFLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bolu İli'nin Türkiye'deki konumu	8
Şekil 1.2. Yedigöller Milli Parkı'nın Türkiye'deki konumu.....	11
Şekil 3.1. Yedigöller Milli Parkı'ndaki 10 istasyonun fiziko-kimyasal verileri	22
Şekil 3.2. Birey düzeyinde dağılım	27
Şekil 3.3. Tür düzeyinde dağılım	28
Şekil 3.4. Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki istasyonlarda bulunan bentik makroinvertebrat örneklerinin istasyonlara göre baskınlık analizleri (%)	37
Şekil 3.5. Shannon indeksi	42
Şekil 3.6. Simpson indeksi	42
Şekil 3.7. Margalef indeksi.....	43
Şekil 3.8. McIntosh indeksi	43
Şekil 3.9. Pielou indeksi	44
Şekil 3.10. McIntosh eşitlik indeksi	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Saprobik sınıflar ile su kalitesi sınıfları.....	7
Çizelge 3.1. Su Kirliliği Yönetmeliği'nin belirlediği kalite kriterleri	23
Çizelge 3.2. Su Kirliliği Yönetmeliğine göre istasyonların su kalite sınıfları	23
Çizelge 3.3. İstasyonda tespit edilen örneklerin sistematik sınıflandırılması.	28
Çizelge 3.4. İstasyonda tespit edilen örneklerin bulundukları istasyonlar	32
Çizelge 3.5. Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki bentik makroinvertebrat örneklerinin toplandığı istasyonların benzerlik analizi.....	41
Çizelge 3.6. İstasyonlarda bulunan tür ve birey sayıları ile çeşitlilik ve eşitlik indeks değerleri	45
Çizelge 3.7. İstasyonlarda bulunan tür ve birey sayıları ile çeşitlilik ve eşitlik indekslerinin korelasyon katsayıları	45

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Foto 1. İstasyon 1	71
Foto 2. İstasyon 2	71
Foto 3. İstasyon 3	72
Foto 4. İstasyon 4	72
Foto 5. İstasyon 5	73
Foto 6. İstasyon 6	73
Foto 7. İstasyon 7	74
Foto 8. İstasyon 8	74
Foto 9. İstasyon 9	75
Foto 10. İstasyon 10	75

1. GİRİŞ

1.1. Amaç

Dünya'nın %71'i sudan oluşmaktadır. Bu su kütesinin %99'unu okyanuslar, denizler ve buzullar oluşturur. Geri kalan kısmı ise tatlı sulardır. Canlılar, yaşamlarını devam ettirebilmeleri için suya bağımlıdırlar. Yaşamsal fonksiyonların yerine getirilebilmesi için deniz suyunun kullanılması hem zaman alıcı hem de oldukça masraflı bir dizi işlemleri gerektirir (Wetzel 1983). Bu işlemlerin gerçekleştirildiği arıtma tesislerinde bu yüksek maliyete rağmen çok az miktarda içme suyu elde edilebilmektedir (Kazancı vd. 1997). Bu nedenle doğal kaynaklar olarak tatlı sular öncelikle tercih edilmektedir.

Son yıllarda küresel ısınmanın etkilerinin artan bir şekilde hissedilmesiyle birlikte hızla azalmaya başlayan su kaynakları, giderek daha da önem kazanmaya başlamış ve bu kaynakların korunması, restorasyonu ve izlenmesi gibi çalışmalarda büyük bir artış olmuştur. Ülkemizde de su kaynakları ve sulak alanlar hızla yok olmaya başlamıştır. Ayrıca çeşitli nedenlerle bazı bölgelerde kalitelerinde bozulma ve kirliliklerinde artış gözlenmektedir.

Nüfusun hızla artması ve artan sanayileşme ile insanoğlunun temiz suya ihtiyacı giderek artarken yeryüzündeki tatlı su kaynakları da hızlı bir şekilde kirlenmektedir. İnsan yaşamında da çok büyük önem teşkil eden tatlı sular bir çok amaçla kullanılmaktadır. Bu kullanım alanları arasında evsel kullanım, endüstriyel kullanım, tarımsal kullanım, içme suyu üretmek, elektrik üretmek, taşımacılık gibi insanların yararlandığı pek çok alanı sayabiliriz. Tüm bu kullanımların sonucunda tatlı su ekosistemleri olumsuz yönde etkilenmektedir.

Yeryüzünde çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenen sucul ekosistemlerin başında akarsular gelmektedir. Yerleşim yerlerinden ve fabrikalardan akarsulara bırakılan atıklar su tarafından taşınarak etkisini bir çok yere taşımaktadır. Tarım alanlarında da akarsulardan sulama amaçlı yararlanılmaktadır. Su yolları açılarak suların ekili alana ulaşması sağlanmakta bunun sonucunda bu alanlardan suya gübre, tarımsal ilaç gibi bir çok kirletici karışmaktadır. Ayrıca akarsular üzerine

kurulan baraj ve göletlerin de bu ekosistemler üzerine tahribatı oldukça fazladır. Fiziksel tahribatın yanı sıra bu ortamlarda yaşayan canlıların doğal habitatı da tahrip edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu sorunları ortan kaldırmak için uzun süreli çalışmalar yürütölmekte, etki eden faktörlerin değeriendirilmesinde çeşitli metotlar geliştirilmektedir.

Su kalitesini belirlemek ve kirliliğı saptamak için uygulanan ilkin çalışmalarda sadece fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktaydı. Yaklaşık son yüzyıllık dönemde, özellikle Amerika ve Avrupa'da, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle birlikte biyolojik yöntemler de kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü fiziksel ve kimyasal yöntemlerle yürütölen çalışmalarda elde edilen veriler suyun o andaki fiziksel ve kimyasal durumu hakkında bilgi vermektedir (Kazancı vd. 1997). Fiziko-kimyasal değışkenler içme ve kullanma açısından su kalitesinin belirlenmesinde kullanışlıdır. Türkiye'de sucul ekosistemlerin fiziksel ve kimyasal değışkenlerle birlikte bentik makroinvertebratlar kullanılarak incelenmesi son yıllarda artış göstermektedir (Kazancı vd. 1992; Kazancı 1993; Girgin ve Kazancı 1994; Dügel 1995; Girgin ve Kazancı 1996; Girgin 1997; Girgin vd. 1997; Kazancı vd. 1997; Kazancı ve Girgin 1998; Kazancı ve Girgin 2001; Dügel 2001; Girgin vd. 2003; Kazancı vd. 2003; Duran vd 2003; Dügel ve Kazancı 2004; Duran 2006; Sukatar vd. 2006; Öz 2007; Kazancı vd. 2008; Kalyoncu vd. 2008; Kazancı ve Türkmen 2008). Akarsuyun dinamik bir sistem olduğı, içinde yaşıyan canlılarla ve çevresiyle sürekli etkileşim halinde olduğı göz önüne alındığında su kalitesi belirleme, kirlilik derecesini saptama ve uzun süreli izleme çalışmaları biyolojik yöntemleri de içermelidir. Bu sayede daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde edilmektedir.

Su kirliliğini, ortamın herhangi fiziksel yada kimyasal bir etmenden etkilenererek doğal yapısının bozulması olarak tanımlayabiliriz. Doğal yapının bozulması kirliliğın en önemli göstergesidir (Kazancı vd. 1997).

Su kirliliğının başlıca nedenleri şunlardır (Ellenberg vd. 1991);

- Evsel, tarımsal ve endüstriyel atıkların suya karışmasıyla oluşın suda kullanılabilir oksijenin azalması,

- Bu atıklardan kaynaklanan hastalık etmenlerinin taşınması,
- Alglerin ve makrofitlerin hızla büyümesine neden olan besleyicilerinin normal düzeyin üzerinde bulunması,
- Deterjan ve pestisit gibi organik kimyasalların suya karışması,
- Mineraller, inorganik kimyasallar, fabrika atıkları, petrol işleme ve zirai aktivitelerden habitatların etkilenmesi.

Doğal yapının bozulması etkisini öncelikle ortamda yaşayan canlılar üzerinde gösterir. Bu da ortamda yaşayan canlıların belirlenmesi ve çeşitli yönden incelenmesi ile belirlenir.

Sucul ekosistemlerdeki besin zincirinde önemli bir yere sahip olan makrobentik omurgasızlar biyolojik yöntemlerde öncelikle tercih edilen canlılardır. Bu tercihin nedenleri şunlardır;

- Ortama karışan çeşitli kirlilik kaynaklarına karşı değişik düzeylerde duyarlılık göstererek, çabuk tepki verirler,
- Kozmopolit bir dağılım gösterirler,
- Besin zincirinde önemli bir yer teşkil ederler.
- Toplanmaları ve sayımları akarsu habitatı içerisindeki diğer canlı gruplarına göre daha kolaydır,
- Tür düzeyinde teşhisleri zordur, fakat cins ve bazen de familya düzeyindeki teşhisleri bile çalışmalarda tamamen doğru ve kesin sonuç vermektedir.
- Komünite yapıları su kalitesine bağlı olarak değişir.

- Hareket yetenekleri oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle bulundukları ortamın koşullarını temsil etmede oldukça başarılıdırlar.
- Sucul ekosistemlerde yılın her döneminde bulunurlar.
- Hayat döngüleri ortamdaki değişikliklerin anlaşılmasını sağlayacak düzeyde uzundur.
- Bentik makroinvertebrat komüniteleri çok sayıda filum içerdiğinden heterojen bir yapıdadır.

Tüm bu nedenlerden ötürü biyolojik izleme çalışmalarında bu canlı grubu daha çok tercih edilmektedir. Bu tip çalışmalarda çalışılan bölgede bulunan biyoindikatör türlerin belirlenmesi gerekmektedir. Biyoindikatör (biyolojik gösterge canlı), yaşama ortamında meydana gelen bir kirliliğe karşı yaşam fonksiyonlarını değiştirerek veya toksinleri vücudunda biriktirerek cevap veren canlıdır (Ellenberg vd. 1991). Biyoindikatör türler fiziko-kimyasal değişkenlerde meydana gelebilecek değişimlere karşı oldukça hassastırlar. İndikatör canlıların habitattaki varlığı o habitatın durumunu ve kalitesini yansıtır.

Bu çalışmada Bolu İli'ndeki bazı akarsulardan özellikle Yedigöller Milli Parkı'ndaki ve çevresindeki akarsular seçilmiştir. Milli parklardaki habitatlar, korunabilmeleri nedeni ile referans habitat olma özelliklerini taşıyabilmektedir. Türkiye'de "referans habitat" tanımı ilk defa Yedigöller'deki bazı akarsular üzerinde belirlenen istasyonlarda Kazancı ve Türkmen (2008) tarafından uygulanmıştır. Buradaki akarsuların referans habitat özelliği taşıyanlarının faunaları da "referans fauna" olarak kabul edilebilir.

Referans koşulları taşıyan habitatların özellikleri şöyle sıralanabilir (Buffagni vd. 2001):

- Akaçlama alanında yerleşim alanı, ekili alan çok az olmalı, doğal orman bulunmalı.

- Ağaç kalıntıları toplanmamalı, ortamda doğal olarak bulunmalı.
- Akarsu kenarlarında düzenleme olmamalı ve bu bölgelerden gelen su akıntıları doğal halde olmalı.
- Baraj, gölet gibi su toplama yapılarının bulunmaması, su akışının doğal düzeninin bozulmamış olması, yeraltı suyunun çekilmemesi, akarsu yönünün değiştirilmemesi, madencilik olmaması gerekmektedir.
- Noktasal veya yaygın kirlilik kaynakları (Organik kirlilik, ağır metal kirliliği, asidifikasyon, termal kirlilik, tuzluluk artışı, diğer kimyasal kirlilik kaynakları) tarafından etkilenmemeli.
- Biyolojik özellikleri değiştirecek müdahaleler (Yabancı türlerin ortama bırakılması, göç bariyerleri oluşturma) olmamalı.

Bu çalışmada Bolu İli'ndeki bazı akarsulardan özellikle Yedigöller Milli Parkı'ndaki ve çevresindeki akarsuların bentik makroinvertebrat faunası belirlenerek ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlerle birlikte değerlendirilmesi, indikatör türlerle bulundukları ortamın karşılaştırılması ve belirlenen istasyonların referans habitat özelliklerinin tartışılması amaçlanmıştır.

1.2. Akarsu Kirliliği Hakkında Genel Bilgi

1.2.1. Su kalitesi kriterleri ve sınıfları

Akarsulara karışan kirletici maddeler akarsuların kalitesini etkileyip bozulmalara yol açmaktadır. Bu etkiler göz önüne alınarak T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı (2004) tarafından "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre su kalitesi kriteri şu şekilde tanımlanmıştır; kullanım amaçlarının belirlenmiş olup olmadığına bakılmaksızın bütün su kaynaklarının dengeli ve sağlıklı ortamlar olarak muhafazası esasına göre, su kaynaklarının korunmasına ve kullanım

planlanmasına temel teşkil etmek üzere, yapılmış veya yapılacak kullanım sınıflarına uygunluk açısından su kaynaklarından beklenen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri esas alınarak belirlenen kriterlerdir.

Bu kriterler kapsamında kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflamada dört ana sınıf belirlenmiştir.

- Sınıf I : Yüksek kaliteli su,
- Sınıf II : Az kirlenmiş su,
- Sınıf III : Kirli su,
- Sınıf IV : Çok kirlenmiş su.

Bu sınıflamaya göre su kalitesi I. sınıf kalitede olan suların kullanım alanları yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil), alabalık üretimi, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı olarak belirlenmiştir. Su kalitesi II. sınıf kalitede olan suların kullanım alanları için İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık dışında balık üretimi, teknik Usuller Tebliği'nde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar belirtilmiştir. Su kalitesi III. sınıf kalitede olan sular ise gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir. Su kalitesi IV. sınıf kalitede olan sular, Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılabilecek yüzeysel sulardır.

1.2.2. Saprobik Sınıflandırma

Saprobik terimi latince kokuşmuş anlamına gelen “sapro” kelimesinden köken alır. Saprobik sınıflandırma organik madde oksidasyonuna göre on sınıftan oluşmaktadır. Bu sınıflar temiz bölgeden kirli bölgeye doğru şu şekildedir; katharobik, ksenosaprobik, oligosaprobik, beta-mesosaprobik, alfa-mesosaprobik, polisaprobik, isosaprobik, metasaprobik, hipersaprobik ve ultrasaprobik bölgelerdir

(Metcalf 1989). Bu çalışmadaki istasyonların saprobik sınıfları oligosaprobik ve beta-mezosaprobikdir.

Saprobik sınıflar ile bunlara karşılık gelen su kalitesi sınıfları izelge 1.1.'de verildiği gibidir.

Çizelge 1.1. Saprobik sınıflar ile su kalitesi sınıfları

Saprobik sınıf	Su kalitesi sınıfı	Kirlilik Derecesi
Oligosaprobik	I	Temiz ve çok hafif kirli
Beta-mezosaprobik	II	Hafif kirli
Alfa-mezosaprobik	III	Kirli
Polisaprobik	IV	ok Kirli

Oligosaprobik özellikteki sularda mineralizasyon ve oksidasyon olayları sona ermiştir. Su, duru ve oksijence zengindir. Organik materyal tamamen parçalanmış bakteri sayısı çok azalmıştır (1 cm^3 suda 100 den az), bu nedenle bakteriler ile beslenen organizma sayılarında da azalma görülür. Az miktarda mavi, yeşil ve kırmızı alglere rastlanır. Bu ortamların organizmaları H_2S gibi çürüme maddelerine ve düşük oksijen içeriğine karşı çok hassastırlar. Oligosaprobik özellikteki sulara örnek olarak dağların yukarı kısımlarında bulunan dereler ve gller verilebilir.

Beta-mezosaprobik özellikteki sularda oksidasyon daha ilerlemiştir. Oksijen tüketimi %50'nin altındadır. Bakteri yoğunluğu oldukça azalmıştır. Fazla kirlenmemiş nehirlerin belirli kısımları ile gllerin büyük kısımları bu su grubuna girmektedir.

Alfa-mezosaprobik özellikteki sularda oksidasyon olayları yoğun bir şekilde başlar ve protein parçalanması sonucu suda aminoasitlerin birikmesi gözlenir. Klorofil içeren küçük organizma sayılarında yoğun bir artış gözlenir. Oksijen tüketimi fazla olup %50 nin üzerindedir. Koku farkedilmez. Bakteri sayısı polisaprobik özellikteki sulara oranla daha azdır (1 cm^3 suda 10^3 den az). Bu sulara örnek olarak nehir koyları, küçük gller ve su birikintileri gösterilebilir.

Polisaprobik özellikteki sularda kolay parçalanarak organik madde bol miktarda bulunmaktadır. Bu organik materyal içinde proteinler, polipeptidler ve karbonhidratlar belirtilebilir. Bu yüzden oksijen tüketimi çok yüksektir. Amonyak ve kükürtlü hidrojen oluşumu çok yoğun olabilir ve bu durum koku ile farkedilebilir. Siyah renkli demir-sülfürün oluşumu bu sular için karakteristiktir. Bakteri popülasyon yoğunluğu 1 cm³ suda oldukça fazladır. Polisaprobik özellikteki sular taze veya henüz çürümeye başlamış organik kirli sulardır.

1.3. Çalışma Alanının Tanımı

Bolu İli, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz bölümünde yer alır. 8.294 km² yüzölçümüne sahip ilin komşuları batıda Sakarya ve Düzce, güneybatıda Bilecik ve Eskişehir, güneyde Ankara, doğusunda Çankırı, kuzeyinde Zonguldak ve kuzeydoğusunda Karabük'tür (Erşahin ve Şerifeken 2002).



Şekil 1.1. Bolu İli'nin Türkiye'deki konumu

Bolu İli'nin toprakları jeolojik bakımdan yerleşmemiş genç topraklar üzerindedir. Saroz Körfezinden Aras Vadisine kadar devam eden ve Bolu'nun da üzerinde bulunduğu çöküntü alanı, Türkiye'nin en önemli deprem kuşağı üzerindedir. Topraklarının %60'ı dağlarla, %30'u plato ve yaylalarla ve %10'u ovalarla kaplıdır. Ormanlık bölge %55'e yakındır (Özmen 2000).

Bolu'nun iklimi deniz iklimi ile iç Anadolu'nun kara (bozkır) iklimi arasında bir geçiş alanıdır. Her iki iklimin tesiri de vardır. Karadeniz kenarındaki yerlerde yazlar serin ve kışlar ılık geçer. Yaz ve kış arasında fark azdır. İç kısımlarda ise yaz ve kış arasındaki sıcaklık farkı çok fazladır. Hatta gece ile gündüz arasında büyük ısı farkı vardır. Bu kısımda kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. Senelik yağış miktarı 535 – 1084 mm arasındadır. Yağışın üçte biri kış devresine aittir. Bolu'nun yarısından fazlası ormanlıktır. Ormanların arazi içindeki oranı %55'e yaklaşmaktadır. Ormanlar kestane, kayın, kavak, defne, ıhlamur, dışbudak, karaağaç, gürgen, meşe ve 1200 metreden sonra çam ağaçları ile çok zengin ağaç türlerine sahiptir. Topraklarının %20'si ekili arazidir. Çayır ve meralar %16'dır. İl topraklarının sadece %10'u tarıma elverişli değildir.

Kuzey Anadolu dağlarının batıya doğru uzanan kolları, birbirine az çok paralel sıralar halinde devam ederler. En yüksek dağı Köroğlu Dağ'dır (2499 m). Diğer dağlar 2400 metreden alçaktır. Başlıca dağları: Bolu Dağı (1577 m), Sünnice Dağları (182 m), Abant Silsilesi (1748 m), Kızıltepe (1486 m), Çele Tepesi (1980 m), Naldöken Tepesi (1911 m). Ayrıca Orhan ve Kaplan dağları, Elmacık Dağ, Gül Dağı, Ardıç Dağı, Kapıorman ve Kocaman dağlarıdır. Bolu ile Köroğlu Dağları, dağ sırası teşkil ederler. Başlıca yayla ve platolar ise Melen, Bolu, Gerede, Kıbrısçık, Seben, Mudurnu ve Göynük yaylarıdır.

Dalgalı olan Bolu arazisinde ovalar ve yaylalar bütün Anadolu'da olduğu gibi dağ silsilelerinin arasında bulunur. Düzce Ovası; 30 km uzunluğunda, 15 km genişliğinde ve 110 m yüksekliktedir. Bolu Ovası 725 m yükseklikte bulunur ve iklimi serittir. Yağış azdır. Yayla durumundadır. Gerede Ovası, 1300 m yüksekliktedir. Bolu Ovasına nazaran daha çok yağmur alır. Düzce, Bolu ve Gerede ovaları kademe kademe yükselir. Bu ovaların dışında, Mudurnu Ovası,

Yeniçağa Ovası ve Himmetoğlu Ovası vardır. Bolu Dağı, Düzce Ovası ile Bolu Ovasını birbirinden ayırır.

Bolu'da çok sayıda dere ve çay olmasına rağmen, büyük bir ırmak yoktur. Küçük dere ve çaylar ise üç havza içinde toplanırlar. Bunlar Sakarya, Filyos ve Efteni havzalarıdır. Başlıca akarsular şunlardır: Büyük Su, Abant Gölü'nden çıkar. Bolu Ovasını sular ve Mudurnu Suyu ile birleşir. Mudurnu Çayı, Abant Dağlarından çıkar. Diğer akarsular ise Büyük Melen, Küçük Melen, Aksu, Asar Suyu, Uğur Suyu, Aladağ Göynük Suyu, Büyük Su, Gerece, Ulusu Çayı ve Çatak Suyudur.

İrili ufaklı birçok gölleri vardır. Bunlardan başlıcaları; Abant Gölü, Çağa (Yeni Çağa) Gölü, Efteni Gölü, Çubuk Gölü, Sünnet Gölü, Karagöl, Karamurat Gölü, Hasanlar Baraj Gölü, Gölköy Baraj Gölü ve Yedigöller bölgesidir (Erşahin ve Şerifeken 2002).

Yedigöller Milli Parkı, Bolu İli'nin kuzeyinde yer alır. 1965 yılında koruma altına alınmış bir milli parktır. Yaklaşık 2019 hektarlık bir alanı kapsayan bu milli park bünyesinde 7 tane göl (Büyük Göl, Serin Göl, Derin Göl, Sazlı Göl, Nazlı Göl, İnce Göl ve Kuru Göl) ve çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Bu göller heyelanların oluşturduğu göllerdir. Serpantinlerden ve volkanik kayalardan oluşan bir yer yapısına sahip bölgede zaman zaman göçüklerin olması ve sürüklenmeye hazır arazi yapısı göllerin oluşumuna neden olan başlıca faktörlerdir. Kayan kitlelerin vadilerin önünü kapamasıyla suların biriktiği set gölleridir. Bu göllerden bazıları yer altı suları ile birbirine bağlıdır.



Şekil 1.2. Yedigöller Milli Parkı'nın Türkiye'deki konumu

1.4. Alanda Yapılan Önceki Çalışmalar

Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki akarsuların bentik makroinvertebrat faunasını belirleme ve elde edilen bulguların istatistiksel analizlerle incelenmesi üzerine bir çalışma daha önceden yapılmamıştır. Bu nedenle bu çalışma bölge için ilk verilerin elde edilmesi ve ileriki çalışmalar için ön bilgilerin sağlanması açısından önem teşkil etmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. İstasyonların Seçimi

Bu çalışmada, özellikle Yedigöller Milli Parkı içerisindeki ve etrafındaki bazı akarsuların referans habitat özelliği taşıyan bölgelerinden istasyonlar belirlenmiştir. Bölgedeki akarsuların bentik makroinvertebrat faunası bölgenin koruma alanı olması ve yalıtılmış bir yapıya sahip olması nedeniyle oldukça iyi korunduğu için buradaki akarsular tercih edilmiştir.

2.2. İstasyonların Özellikleri

İstasyonların 1 tanesi Yedigöller Milli Park sınırı içerisindeki (9. istasyon), 5 tanesi yakın çevresindeki (4., 5., 6., 7., ve 8. istasyonlar), 4 tanesi ise (1., 2., 3. ve 10. istasyonlar) uzak çevresindeki akarsular üzerinden seçilmiştir.

1. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 900 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Orta akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 2 m olup çekik zaman genişliği ise 80 cm – 1 m arasındır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı %20 taş, %60 çakıl ve %20 oranında kumdan oluşmaktadır. Akarsuyun epirihitron bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 1).

2. İstasyon:

Bu istasyon da denizden yaklaşık 900 m kadar yükseklikte olup bulanık bir suya sahiptir. Hızlı bir akıntıya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 10 – 11 m olup çekik zaman genişliği ise 5 m'dir. Orman içersinde bulunan bu istasyonun taban yapısı %20 çakıl ve %80 oranında kum ve siltten oluşmaktadır. Akarsuyun hiporihitron bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 2).

3. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 950 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Gövdesi orta akıntılı, kollara ayrıldığı yerde hızlı akıntıya sahip olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 10 m olup çekik zaman genişliği ise 5 – 6 m arasındır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı %70 çakıl ve %30 oranında kumdan oluşmaktadır. Akarsuyun hiporihitron bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 3).

4. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 900 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Hızlı akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 2,5 m olup çekik zaman genişliği 1 m kadardır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı %30 taş, %50 çakıl ve %20 oranında kum ve siltten oluşmaktadır. Akarsuyun epirihitron bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 4).

5. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 780 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Orta akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 1 m olup çekik zaman genişliği ise 40 cm kadardır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı %40 taş, %20 çakıl ve %40 oranında kum ve siltten oluşmaktadır. Akarsuyun hipokrenon bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 5).

6. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 800 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Hızlı akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 4 m olup çekik zaman genişliği ise 1,5 m kadardır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı %30 taş, %40 çakıl ve %30 oranında kum ve siltten oluşmaktadır. Akarsuyun epirihitron bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 6).

7. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 950 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Orta akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 1 m olup çekik zaman genişliği ise 20 cm kadardır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı %60 çakıl ve %40 oranında kum ve siltten oluşmaktadır. Akarsuyun hipokrenon bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 7).

8. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 950 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Orta akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 1 m olup çekik zaman genişliği ise 50 cm kadardır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı, %30 taş, %50 çakıl ve %20 oranında kumdan oluşmaktadır. Akarsuyun epirihitron bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 8).

9. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 1000 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Hızlı akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 5 m olup çekik zaman genişliği ise 3 m kadardır. Orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı, %40 taş, %50 çakıl ve %10 oranında kumdan oluşmaktadır. Akarsuyun hipokrenon bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 9).

10. İstasyon:

Bu istasyon denizden yaklaşık 900 m kadar yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Orta akıntılı olan bu istasyonun normal akarsu genişliği 4 m olup çekik zaman genişliği ise 2 m kadardır. Etrafında yerleşim yerleri olan ve orman içerisinde bulunan bu istasyonun taban yapısı, %10 taş, %50 çakıl ve %40 oranında kumdan oluşmaktadır. Akarsuyun metarihitrone bölgesinde bulunmaktadır. (Foto. 10).

2.3. Bentik Makroinvertebrat Örneklerinin Toplanması ve Saklanması

Belirlenen 10 istasyonun bentik örnekleri standart dip kepçesi ile ayakla dip materyali karıştırılarak toplanmıştır. Her istasyondan yaklaşık 50 m uzunluğundaki bir alandan 45 dk. boyunca örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılırken özellikle akarsuyun hızlı akan kısımları seçilirken aynı zamanda farklı zemin yapılarına sahip bölgeler (kayalık, taşlı, çakıllı, kumlu zeminler), hafif akıntılı kısımlar, kenar bitkilenmesi olan ve olmayan kısımlar, gölgeli ve ışık alan yerler gibi bir akarsuyun tüm özelliklerini yansıtabilecek farklı habitatlardan örnekleme yapılmıştır. Toplanan örnekler %80'lik alkol içerisinde muhafaza edilmiştir.

2.4. Fiziko-kimyasal Değişkenlerin Ölçümü

Çalışmalarda, istasyonların örnekleme yapıldığı andaki fiziko-kimyasal değişkenleri de arazi sırasında ölçülmüştür. Bu değişkenler sıcaklık, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, pH ve ortofosfat fosfatı değişkenleridir. Bu ölçümler YSI 550 DO (oksijenmetre), YSI 63 Multiprobe System (pH, elektriksel iletkenlik, sıcaklık) ve ortofosfat ölçümü için de DR/890 Datalogging Colorimeter kullanılarak yapılmıştır.

Çözünmüş haldeki inorganik ortofosfatın (PO_4) tayini için kullanılan yöntemde, 10ml'lik örneğe PhosVer3 fosfat kiti eklenerek 15sn hızlıca çalkalanır. Reaksiyonun gerçekleşmesi için 2dk beklenir. Daha sonra yine 10ml'lik kör tüpü hazırlanır. Program numarası olarak 79 tuşlandıktan sonra önce kör tüpü alete yerleştirilerek sıfırlanır. İki dakikalık bekleme süresi dolduktan sonra içine PhosVer3 kiti katılan örnek alete yerleştirilerek okunur. Aletin gösterdiği sonuç mg/l PO_4 miktarıdır. Ortofosfat fosforu (PO_4 -P) miktarı, 0,326 katsayısı ile çarpılarak hesaplanmıştır (HACH 2005)

2.5. Örneklerin İncelenmesi

Laboratuvara getirilen örnekler, Leica Zoom 2000 binoküler mikroskop ve Olympus CX21FS1 stereomikroskop kullanılarak teşhis edilmiştir. Yapılan teşhislerde tür düzeyine kadar inilmiştir. Fakat bazı bireyler cins ve bazen de familya düzeyine kadar teşhis edilmiştir.

Bentik makroinvertebrat örneklerin teşhisinde Kazancı 2001a, Kazancı 2001b, Zwick 2004, Quigley 1980, Pennak 1978, Macan 1976, Macan 1981, Gledhill vd. 1976, Illies 1978, Reynoldson 1978, Radolfzell 1979, Edington ve Hildrew 1981, Strable ve Krauter 1981, Bellmann 1988, Gloer vd. 1992, Ludwig 1993, Malzacher 1984, Merrit ve Cummins 1978, Haybach 1999 kaynaklarından yararlanılmıştır.

2.6. İstatistiksel Analizler

Teşhis edilen bireylerin değerlendirilmesi amacıyla baskınlık (hem genel hem de istasyonlara göre) ve benzerlik analizleri, 4 adet çeşitlilik analizi ile 2 adet eşitlik analizi uygulanmıştır.

2.6.1. Baskınlık analizi

Baskınlık, bir istasyonda bulunan bir türe ait birey sayısının o istasyondaki tüm birey sayısına oranının yüzde ifadesi olarak hesaplanmıştır. Bunun için Kocataş (1992)'ın belirttiği formül kullanılmıştır.

$$D = N_a / N_n \times 100$$

D : Baskınlık

N_a : a türüne ait birey sayısı

N_n : Tüm türlere ait birey sayısı

2.6.2. Benzerlik analizi

İstasyonların teşhis edilen bentik makroinvertebrat örneklerine dayalı benzerliğini saptamak için Sorensen benzerlik indeksi kullanılmıştır. Bu analiz sayesinde bir istasyonun bentik komünitesi, diğer istasyonların bentik komüniteleri ile karşılaştırılarak istasyonların benzerliği belirlenir. Bu indeks sonucunda bulunan değerler 0 – 1 arasında değişir. İki istasyon arasında bulunan değer 1'e ne kadar yakınsa o istasyonlar birbirine o kadar benzer demektir. 0'a yaklaştıkça ise istasyonların farklı olduğu anlaşılır.

Sorensen indeksi şu şekilde hesaplanır,

$$q = 2c / (a + b)$$

q : Benzerlik

c : iki örnekleme noktasındaki ortak tür sayısı

a : 1. örnekleme noktasındaki tür sayısı

b : 2. örneklemedeki birinciden farklı olan tür sayısı

2.6.3. Çeşitlilik analizleri

Akarsularda kirletici maddelerin sayısı ve çeşidi arttıkça tür çeşitliliği ve yoğunluğu azalma göstermektedir. Buradan yola çıkılarak bir çok çeşitlilik indeksi bulunmuş ve bir komünitenin bulunduğu ortamın kalitesine verdiği cevap olarak tanımlanmıştır.

Bozulmamış çevreler yüksek çeşitlilik ve tür sayısı ile nitelendirilir. Akarsulara organik atıkların karışmasıyla zengin besin kaynağı oluşur ve toleranslı türlerin sayısında artış görülür. Kirliliğin artmasıyla birlikte hassas türler de ortadan kalkar. Komünitede hem çeşitlilik hem de yoğunluk azalır. Çeşitlilik indeksleri kullanılarak akarsuyun yapısı hakkında önemli bulgular sağlanır.

Bu çalışmada 4 farklı çeşitlilik indeksi kullanılmıştır.

2.6.3.1. Shannon indeksi

Bu indeks, 1948 yılında Shannon'un iletişim alanında kullanılan bir matematik formülünden türetilerek, biyolojik sistemlere uygulanan bir indekstir (Shannon 1948). Çeşitlilik indeksleri arasında en çok tercih edilenidir. Bu indeks değerleri 0 – 5 aralığındadır. Sonuçlar genelde 1,5 – 3,5 değerleri arasındadır. Çok nadir durumlarda 4,5'un üzerine çıkar. 3'ün üstündeki değerler habitat yapısının kararlı ve dengede olduğunu, 1'in altındaki değerler ise kirlilik olduğunu ve habitat yapısının bozulduğu anlamına gelmektedir.

$$H' = -\sum [(n_i / N) \times (\ln n_i / N)]$$

H': Shannon indeksi

n_i : i türüne ait birey sayısı

N : Toplam birey sayısı

2.6.3.2. Simpson indeksi

1949 yılında Simpson tarafından türetilmiş bir çeşitlilik indeksidir (Simpson 1949). Simpson İndeksi (Δ), 0 – 1 arasında değişir. Sonuca gidilirken kolaylık olması açısından “1 - Δ ” yada “1 / Δ ” olarak hesaplanır. Çünkü hesaplama sonucundaki küçük Δ değeri yüksek çeşitliliği gösterir. Bu ters orantıyı düzeltmek için sonuç ya 1'den çıkarılır yada 1'e bölünür. Bu çalışmada 1 – Δ değeri kullanılmıştır.

$$1 - \Delta = [\sum n_i (n_i - 1)] / N (N - 1)$$

Δ : Simpson indeksi

n_i : i türüne ait birey sayısı

N : Toplam birey sayısı

2.6.3.3. Margalef indeksi

Margalef İndeksi'nin belli bir sınır değeri yoktur. Tür sayısına bağlı bir değişim gösterir. Bu nedenle de daha çok karşılaştırmalar için kullanılır (Kocataş 1992).

$$d = (S-1) / \ln N$$

d : Margalef indeksi

S : Toplam tür sayısı

N : Toplam birey sayısı

2.6.3.4. McIntosh indeksi

1967 yılında McIntosh tarafından önerilmiştir. 0 – 1 arasında değerler alır. 1'e yaklaştıkça komünitedeki organizmaların daha homojen dağıldığı anlaşılır (McIntosh 1967).

$$Mc = [N - \sqrt{(\sum n_i^2)}] / [N - \sqrt{N}]$$

Mc : McIntosh indeksi

n_i : i türüne ait birey sayısı

N : Toplam birey sayısı

2.6.4. Eşitlik analizleri

Eşitlik indeksleri, bir komünitedeki bireylerin eşit şekilde dağılıp dağılmadığının belirlenmesinde kullanılır. Bu çalışmada iki farklı eşitlik indeksi uygulanmıştır.

2.6.4.1. Pielou eşitlik indeksi

Shannon indeksinden türetilmiştir. Shannon indeksinin gözlenen değerinin maksimum değere oranı Pielou Eşitlik İndeksi'nin sonucunu verir. Değerler 0 – 1 arasında değişir. 1' e yaklaştıkça bireylerin eşit şekilde dağıldığı anlaşılır (Pielou 1966).

$$J' = H' / H'_{\max}$$

J' : Pielou eşitlik indeksi

H' : Shannon indeksinin gözlenen değeri

H'_{\max} : \ln S

S : Toplam tür sayısı

2.6.4.2. McIntosh eşitlik indeksi

McIntosh indeksinden türetilmiştir. Değerler 0 – 1 arasında değişir. 1' e yaklaştıkça bireylerin eşit şekilde dağıldığı anlaşılır.

$$Mc E = [N - \sqrt{(\sum n_i^2)}] / [N - (N / \sqrt{S})]$$

Mc E : McIntosh eşitlik indeksi

n_i : i türüne ait birey sayısı

N : Toplam birey sayısı

S : Toplam tür sayısı

2.6.5. Korelasyon analizi

Korelasyon, iki bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirtir. İstatistiksel kullanımda en iyi bilineni Pearson Korelasyon Katsayısıdır.

Korelasyon katsayısı (r), -1 ile +1 arasında değerler alır. Katsayının işareti ilişkinin yönünü, mutlak değer ise ilişkinin gücünü gösterir. Tam bir artan doğrusal ilişkinin varlığı halinde korelasyon katsayısı +1 değerini alır. Tam bir azalan ilişkinin varlığında ise -1 değerini alır. Katsayının alabileceği tüm değerler ise ilişkinin doğrusallığına bağlı olarak bu iki değer arasında olacaktır. Korelasyon katsayısı 0 ise söz konusu değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur.

Bulunan r değeri 0.00 – 0.25 arasında değişkenler arasında çok zayıf, 0.26 – 0.49 arasında zayıf, 0.50 – 0.69 arasında orta, 0.70 – 0.89 arasında güçlü, 0.90 – 1.00 arasında ise çok güçlü bir ilişki vardır.

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

r : Korelasyon katsayısı

n : Örneklem sayısı

x,y : Değişkenler

2.6.6. Özgül elektriksel iletkenlik

Çalışmada farklı sıcaklıklara sahip istasyonların elektriksel iletkenlik değeri 25°C'deki elektriksel iletkenliğe çevrilmiştir. Bunun için Hem (1985)'in ön gördüğü formül kullanılmıştır.

$$EC_{25^{\circ}C} = EC_{t^{\circ}C} / [1 + 0,0191 \times (t^{\circ}C - 25^{\circ}C)]$$

EC_{25°C} : 25°C'deki özgül elektriksel iletkenlik

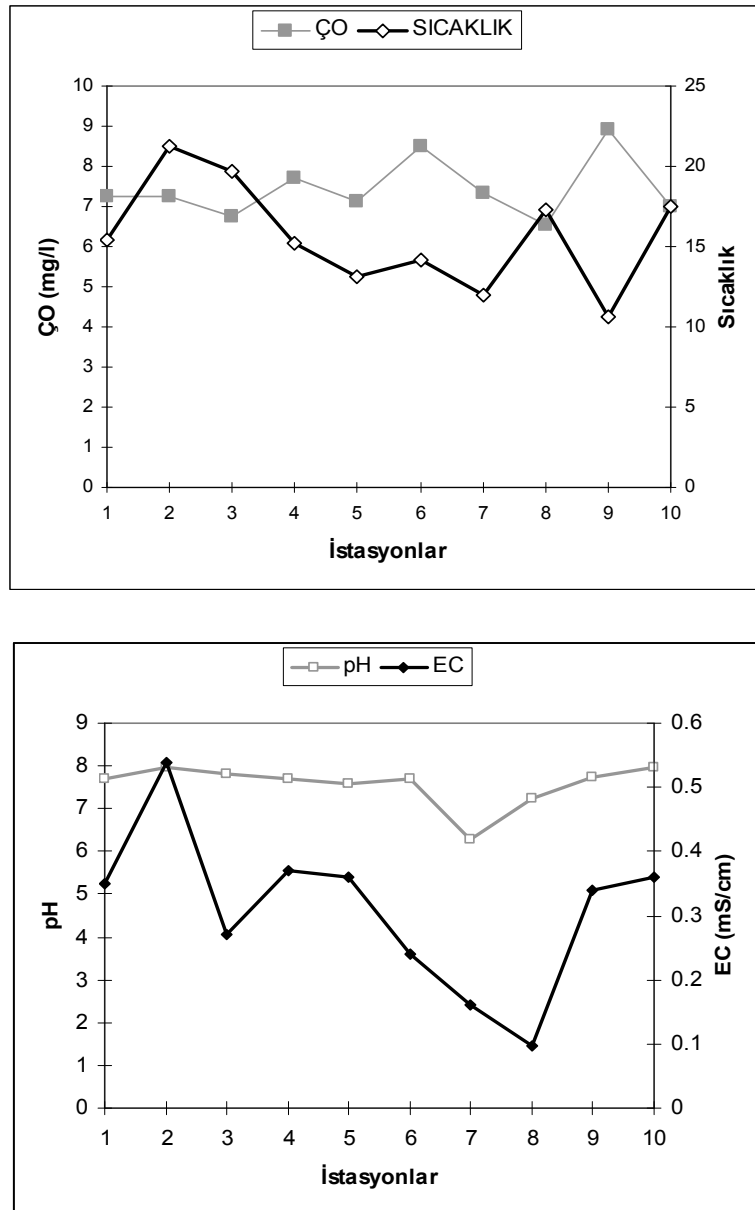
EC_{t°C} : Arazi çalışmalarında ölçülen elektriksel iletkenlik

t°C : Arazi çalışmalarında ölçülen su sıcaklığı

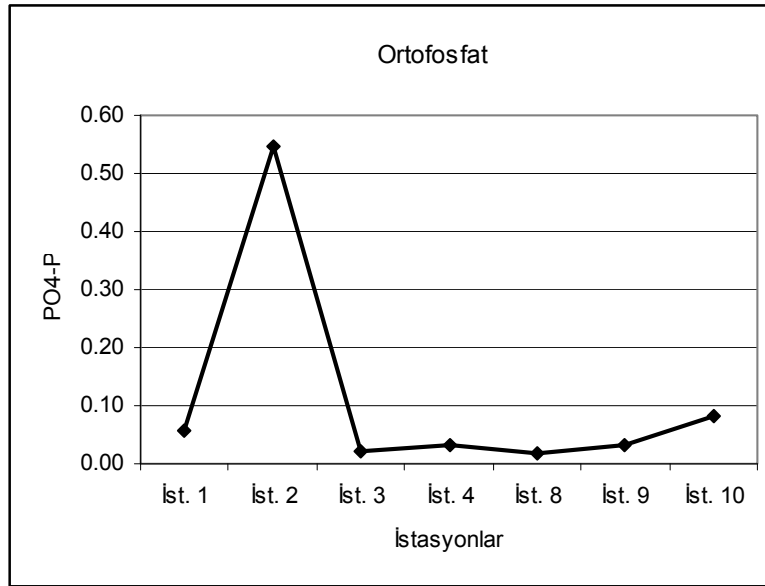
3. BULGULAR

3.1. Fiziko-kimyasal Bulgular

3-5 Haziran 2007 tarihleri arasında Yedigöller Milli Parkı, Bolu'da yapılan arazi çalışmalarında, belirlenen 10 istasyonun ölçülen fiziko-kimyasal verileri (Çözünmüş oksijen (ÇÖ, mg/l) - Sıcaklık (°C) ile pH – Elektriksel iletkenlik (EC, 25°C'de, mS/cm), ortofosfat fosforu (PO₄-P) şekil 3.1.'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1. Yedigöller Milli Parkı'ndaki 10 istasyonun fiziko-kimyasal verileri



Şekil 3.1. Yedigöller Milli Parkı'ndaki 10 istasyonun fiziko-kimyasal verileri

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kıta içi su kalite sınıflarına ait kriterlere göre (Çizelge 3.1.) belirlenen akarsular üzerinden seçilen 10 istasyonun fiziko-kimyasal özelliklerine göre su kalite sınıfları Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Su Kirliliği Yönetmeliği'nin belirlediği kalite kriterleri (2004)

Su kalite parametreleri	I	II	III	IV
Sıcaklık	25	25	30	>30
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.0 - 9.0	6.9 - 9.0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg/l)	8	6	3	<3
Çözünmüş oksijen (%)	90	70	40	<40
Ortofosfat fosforu (PO ₄ -P)	0.02	0.16	0.65	> 0.65

Çizelge 3.2. Su kirliliği yönetmeliğine göre istasyonların su kalite sınıfları

	İst-1	İst-2	İst-3	İst-4	İst-5	İst-6	İst-7	İst-8	İst-9	İst-10
Su kalite Sınıfı	I-II	II	II	I	I-II	I	I	I	I	II

Çizelge 3.2.'ye göre 4., 6., 7., 8. ve 9. istasyonların su kalitesi I. sınıf kalitede, 1. ve 5. istasyonların su kalitesi I-II. sınıf arası kalitede, 2., 3. ve 10. istasyonların su kalitesi de II. sınıf kalitede bulunmuştur.

3.1.1. Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik (EC), suyun elektrik akımını iletebilme yeteneğinin ölçümüdür. Su içerisindeki elektrik iyonlarla taşınır. Suyun elektriksel iletkenliğini değiştiren bir çok faktör vardır. Örneğin nitrat, sülfat, fosfat gibi anyonlar ile kalsiyum, magnezyum, alüminyum gibi katyonlar suyun elektriksel iletkenliğini artırır. Balçık, çamur ve alüvyonlu zeminlerde de yüksek elektriksel iletkenlik görülür. Ayrıca sıcaklık da elektriksel iletkenliği etkiler. Sıcak sular yüksek elektriksel iletkenliğe sahipken, soğuk sular daha düşük elektriksel iletkenliğe sahiptir (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2006). Ölçümlerin yapıldığı anlarda farklı istasyonların sıcaklıkları da farklı olduğundan ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri ifadeyi standartlaştırmak için 25°C'deki iletkenliğe çevrilerek belirtilmiştir.

2004 yılındaki Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin belirlediği kriterlerde elektriksel iletkenlik bulunmamaktadır. Fakat bu değişken, su kalitesi çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca pH ve elektriksel iletkenlik birlikte kullanılarak modelleme çalışmaları yapılmakta ve bu çalışmalarla ekosistemlerdeki bozulmalar gözlemlenmektedir. Elektriksel iletkenlik, pH ile doğru orantılıdır (Dow ve Zampella 2000). Bu çalışmada da Çizelge 3.1.'deki pH - EC grafiğinden de görüleceği üzere pH ve elektriksel iletkenlik değerleri genelde doğru orantılıdır.

Bentik makroinvertebratlar ve balıklar için uygun elektriksel iletkenlik aralığı 0,15 - 0,5 mS/cm olarak bildirilmiştir (EPA 2006). İstasyonlarda ölçülen 25°C'deki ortalama iletkenlik 0,31 mS/cm'dir. En düşük elektriksel iletkenlik, 0,097 mS/cm, I. sınıf su kalitesine sahip 8. istasyonda ölçülmüştür. Aynı zamanda bu istasyon en düşük ikinci pH değerine sahiptir. En yüksek elektriksel iletkenlik ise 0,54 mS/cm olarak II. sınıf su kalitesine sahip 2. istasyonda ölçülmüştür. Bu istasyon aynı zamanda en yüksek pH değerine ve en yüksek sıcaklığa sahiptir.

3.1.2. pH

Goldman ve Horn (1983)'a göre canlılar için uygun pH aralığı 6.0 – 8.5, Hem (1983)'e göre kirlenmemiş suların pH aralığı 6.5 – 7.5 ve EPA (2006)'ya göre sucul canlılar için uygun pH aralığı 6.5 – 8.0'dır. İstasyonlar arasında en düşük pH değeri 6.3 ile 7. istasyonda ve en yüksek pH değeri 7.96 ile 2. istasyondadır.

3.1.3. Çözünmüş oksijen

Çözünmüş oksijen, sucul yaşamın sürekli olabilmesi ve su kalitesi açısından çok büyük önem teşkil etmekte ve bu nedenle su kalitesi belirleme çalışmalarında kullanılan en yaygın değişkenlerden biri olmaktadır (Wetzel 1983).

Suda organik madde miktarının arttığı durumlarda oksijen gereksinimi de artar. Özellikle bitki döküntülerinden kaynaklı organik maddeler arttığında çözünmüş oksijenin kimyasal ve mikrobiyal kullanımı da artmaktadır. Bu da sudaki oksijen miktarını azaltmaktadır (Schneller 1955; Hynes 1960).

Ayrıca akarsulara karışan yer altı suları bakteriyel solunum, kimyasal oksidasyon ve topraktan geçerken bünyesine kattığı organik maddeler nedeniyle büyük ölçüde yada tamamen oksijenden yoksundur. Oksijence fakir yer altı sularının akarsulara karıştığı bölgelerde de çözünmüş oksijen miktarı düşüktür (Wetzel 1983).

Alglerin ve makrofitlerin fotosentetik aktiviteleri ise sudaki oksijen konsantrasyonunu artırır (Müller ve Weise 1987). Ayrıca akarsuyun atmosferle olan etkileşimiyle de sudaki oksijen miktarı artar. Fakat bu çok yavaş bir süreçtir. Bu süreç akarsuyun türbülanslı bölgelerinde daha kısa sürmektedir (Wetzel 1983).

En yüksek çözünmüş oksijen değeri 8.9 mg/l olarak 9. istasyonda, en düşük değer ise 6.3 mg/l olarak 8. istasyonda ölçülmüştür.

3.1.4. Sıcaklık

Su kalitesi çalışmalarında kullanılan önemli değişkenlerden bir tanesi de sıcaklıktır. Akarsularda sıcaklığı etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar hava sıcaklığı, mevsim, yükselti, debi, derinlik gibi fiziksel ve coğrafi faktörler ile organik maddeler ve çeşitli kirleticiler gibi çeşitli kimyasal ve insan kaynaklı faktörlerdir. Sıcaklığın azalmasıyla birlikte gazların çözünürlüğü artmaktadır. Bu nedenle azalan sıcaklıkla birlikte sudaki çözünmüş oksijen miktarı da artmaktadır (Wetzel 1983).

Örnekleme yapıldığı anlarda istasyonların su sıcaklıkları arasında en düşük sıcaklık 10.6°C ile 9. istasyonda, en yüksek sıcaklık ise 21.3°C ile 2. istasyonda ölçülmüştür.

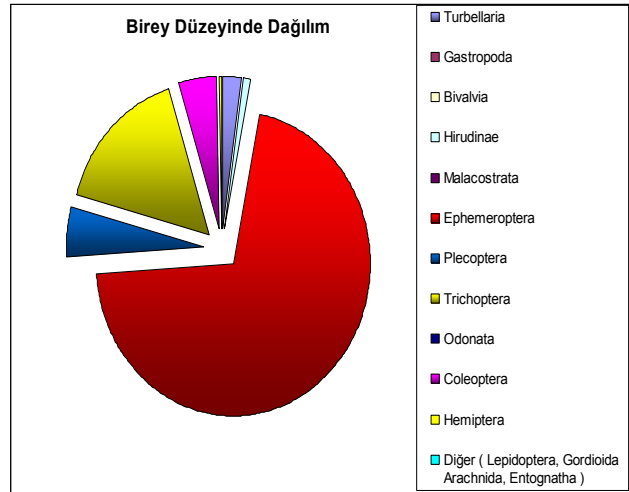
3.1.5. Ortofosfat

Fosfat birleşikleri akarsu boyunca kimyasal ve biyolojik olaylardan sağlanır. Yazın inorganik fosfat yoğunluğu biyolojik olaylar nedeniyle artış gösterir (Wetzel 1983). Organik yada inorganik fosfatlar ya ortofosfat yada kondense olmuş halde bulunurlar (Kazancı vd. 1999). Ortofosfat (PO_4^{-3}) organik fosfor bileşiklerinin temel yapıtaşını oluşturan anyondur. Azot gibi ortofosfat da canlıların temel yapıtaşlarından biridir. Evsel atıkların önemli bir bölümünü oluşturan fosfat, aynı zamanda sentetik deterjanların yapısında da bulunmaktadır. Bu nedenle akarsuların kirlenmesinde, özellikle evsel kaynaklı olanlarda, en önemli etkenlerden bir tanesidir.

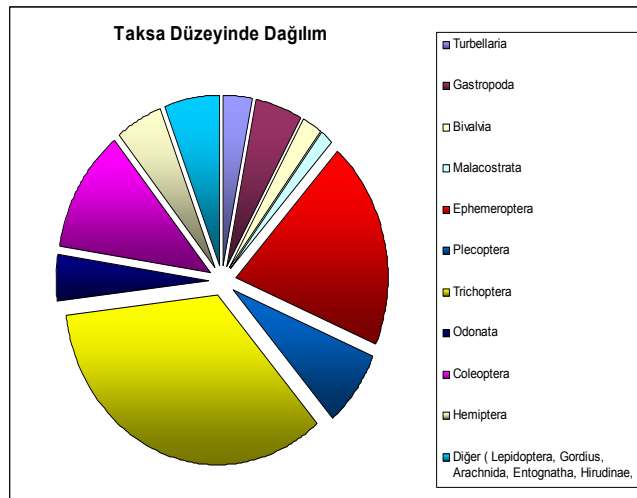
Ortofosfat fosforu tayini yapılan istasyonlarda en yüksek değere 0,55 mg/l ile 2. istasyonda, en düşük değere de 0,02 mg/l değeri ile 8. istasyonda rastlanmıştır.

3.2. Biyolojik Bulgular

2007 Haziran ayında, Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki 10 istasyonda tespit edilen bentik makroinvertebrat canlıların sistematik sınıflandırılması Çizelge 3.3.'de ve bulundukları istasyonlar da Çizelge 3.4.'de gösterildiği gibidir. Bu istasyonlarda 137 taksaya ait toplam 14184 birey teşhis edilmiştir. Bu 137 taksadan, 4 taksa Turbellaria, 7 taksa Gastropoda, 3 taksa Bivalvia, 1 takson Hirudinea, 2 taksa Gordioida, 1 takson Arachnida, 2 taksa Malacostraca, 2 taksa Entognatha ve 115 taksa da Insecta sınıflarına aittir. Bu 115 Insecta taksasının da, 27 taksasını Ephemeroptera, 10 taksasını Plecoptera, 47 taksasını Trichoptera, 6 taksasını Odonata, 16 taksasını Coleoptera, 7 taksasını Hemiptera ve 2 taksasını da Lepidoptera takımları oluşturmaktadır.



Şekil 3.2. Birey düzeyinde dağılım



Şekil 3.3. Tür düzeyinde dağılım

Toplanan örneklerden en fazla birey Ephemeroptera takımına aittir. Birey sayısı olarak toplam sayının %71'ini Ephemeroptera takımı oluşturmaktadır. Onu sırasıyla %16,13 ile Trichoptera, %5,13 ile Plecoptera ve %4,47 ile Coleoptera takımları takip etmektedir. Tüm bireylerin dağılımı Şekil 3.2.'deki gibidir. Toplanan örneklerden en fazla taksa ise Trichoptera takımındadır. Toplam taksa sayısının %34,31'i bu takıma aittir. Onu %19,71 ile Ephemeroptera, %11,68 ile Coleoptera ve %7,30 ile Plecoptera takımları takip etmektedir. Tüm taksonların dağılımı Şekil 3.3.'deki gibidir.

Çizelge 3.3. On istasyonda tespit edilen örneklerin sistematik sınıflandırılması

Filum	Sınıf	Takım	Familiya	Cins		Tür
Platyhelminthes	Turbellaria	Seriata	Planariidae	<i>Planaria</i>	1	<i>Planaria torva</i>
					2	<i>Planaria</i> sp.
			Dugesidae	<i>Dugesia</i>	3	<i>Dugesia lugubris</i>
					4	<i>Dugesia gonocephala</i>
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	<i>Bythiospeum</i>	5	<i>Bythiospeum</i> sp.
		Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Radix</i>	6	<i>Radix ovata</i>
				<i>Galba</i>	7	<i>Galba truncatula</i>
			Physidae	<i>Physella</i>	8	<i>Physella acuta</i>
					9	<i>Physella fontinalis</i>
			Planorbidae	<i>Planorbis</i>	10	<i>Planorbis planorbis</i>
				<i>Gyraulus</i>	11	<i>Gyraulus albus</i>
	Bivalvia	Unionoida	Unionidae	<i>Anodonta</i>	12	<i>Anodonta cygnea</i>
		Veneroidea	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	13	<i>Pisidium subtruncatum</i>
				<i>Sphaerium</i>	14	<i>Sphaerium corneum</i>
Annelida	Hirudinea	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	15	<i>Erpobdella</i> sp.
Nematomorpha	Gordioida	Gordea	Gordiidae	<i>Gordius</i>	16	<i>Gordius</i> sp. 1
					17	<i>Gordius</i> sp. 2
Arthropoda	Arachnida	Prostigmata	Hydrachnidae		18	Hydrachnidae gen. sp.
	Malacostraca	Decapoda	Potamonidae	<i>Potamon</i>	19	<i>Potamon</i> sp.
		Isopoda	Asellidae	<i>Asellus</i>	20	<i>Asellus</i> sp.
	Entognatha	Collembola	Poduridae	<i>Podura</i>	21	<i>Podura aquatica</i>
					22	<i>Podura</i> sp.
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i>	23	<i>Caenis luctuosa</i>
					24	<i>Caenis</i> sp.
			Ephemerellidae	<i>Torleya</i>	25	<i>Torleya major</i>
				<i>Ephemerella</i>	26	<i>Ephemerella major</i>
					27	<i>Ephemerella ignita</i>

Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>	28	<i>Oligoneuriella rhenana</i>
			Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i>	29	<i>Habrophlebia lauta</i>
				<i>Paraleptophlebia</i>	30	<i>Paraleptophlebia wernerii</i>
					31	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>
					32	<i>Paraleptophlebia</i> sp.
			Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	33	<i>Ephemera danica</i>
					34	<i>Ephemera vulgata</i>
			Baetidae	<i>Baetis</i>	35	<i>Baetis pavidus</i>
					36	<i>Baetis rhodani</i>
					37	<i>Baetis fuscatus</i>
					38	<i>Baetis</i> sp.
					39	<i>Baetis lutheri</i>
					40	<i>Baetis gemellus</i>
					41	<i>Baetis muticus</i>
			Potamanthidae	<i>Potamanthus</i>	42	<i>Potamanthus luteus</i>
			Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	43	<i>Ecdyonurus insignis</i>
					44	<i>Ecdyonurus</i> sp.
					45	<i>Ecdyonurus venosus</i>
				<i>Electrogena</i>	46	<i>Electrogena</i> sp.
				<i>Rhithrogena</i>	47	<i>Rhithrogena</i> sp.
				<i>Iron</i>	48	<i>Iron</i> sp.
				<i>Epeorus</i>	49	<i>Epeorus</i> sp.
		Plecoptera	Perlidae	<i>Perla</i>	50	<i>Perla</i> sp.
				<i>Agnetina</i>	51	<i>Agnetina</i> sp.
			Nemouridae	<i>Protonemura</i>	52	<i>Protonemura</i> sp.
				<i>Nemoura</i>	53	<i>Nemoura</i> sp.
			Perlodidae	<i>Isoperla</i>	54	<i>Isoperla</i> sp.
			Chloroperlidae	<i>Chloroperla</i>	55	<i>Chloroperla</i> sp.
				<i>Xanthoperla</i>	56	<i>Xanthoperla</i> sp.
				<i>Pontoperla</i>	57	<i>Pontoperla</i> sp.
			Leuctridae	<i>Leuctra</i>	58	<i>Leuctra</i> sp.
			Taeniopterygidae	<i>Brachyptera</i>	59	<i>Brachyptera</i> sp.
		Trichoptera	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	60	<i>Rhyacophila</i> sp.1
					61	<i>Rhyacophila</i> sp.2
					62	<i>Rhyacophila</i> sp.3
					63	<i>Rhyacophila</i> sp.4
					64	<i>Rhyacophila</i> sp.5
					65	<i>Rhyacophila</i> sp.6
					66	<i>Rhyacophila</i> sp.7
					67	<i>Rhyacophila</i> sp.8
			Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	68	<i>Rhyacophila</i> sp.9
					69	<i>Rhyacophila</i> sp.10
			Lepidostomatidae		70	Lepidostomatidae gen. sp.1
					71	Lepidostomatidae gen. sp.2
					72	Lepidostomatidae gen. sp.3

Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Lepidostomatidae		73	Lepidostomatidae gen. sp.4
					74	Lepidostomatidae gen. sp.5
					75	Lepidostomatidae gen. sp.6
			Sericostomatidae		76	Sericostomatidae gen. sp.1
					77	Sericostomatidae gen. sp.2
					78	Sericostomatidae gen. sp.3
			Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	79	<i>Hydropsyche</i> sp.
				<i>Diplectrona</i>	80	<i>Diplectrona atra</i>
					81	<i>Diplectrona</i> sp.1
					82	<i>Diplectrona</i> sp.2
			Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	83	<i>Polycentropus irroratus</i>
					84	<i>Polycentropus kingi</i>
					85	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>
				<i>Plectrocnemia</i>	86	<i>Plectrocnemia brevis</i>
			Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	87	<i>Helicopsyche bacescui</i>
			Hydroptilidae	<i>Agraylea</i>	88	<i>Agraylea sexmaculata</i>
			Phryganeidae		89	Phryganeidae gen. sp. 1
					90	Phryganeidae gen. sp. 2
			Philopotamidae	<i>Wormaldia</i>	91	<i>Wormaldia</i> sp.
			Psychomyiidae	<i>Lype</i>	92	<i>Lype phaeopa</i>
				<i>Psychomyia</i>	93	<i>Psychomyia pusilla</i>
			Leptoceridae	<i>Athripsodes</i>	94	<i>Athripsodes longispinosus</i>
			Brachycentridae	<i>Micrasema</i>	95	<i>Micrasema bifoliatum</i>
				<i>Brachycentrus</i>	96	<i>Brachycentrus</i> sp. 1
					97	<i>Brachycentrus</i> sp. 2
			Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i>	98	<i>Glossosoma</i> sp.1
					99	<i>Glossosoma</i> sp.2
					100	<i>Glossosoma</i> sp.3
				<i>Synagapetus</i>	101	<i>Synagapetus</i> sp.
				<i>Agapetus</i>	102	<i>Agapetus</i> sp.
			Goeridae	<i>Silo</i>	103	<i>Silo piceus</i>
			Limnephilidae		104	Limnephilidae gen. sp.
				<i>Limnephilus</i>	105	<i>Limnephilus</i> sp.1
					106	<i>Limnephilus</i> sp.2
		Odonata	Gomphidae		107	Gomphidae gen. sp. 1
					108	Gomphidae gen. sp. 2
					109	Gomphidae gen. sp. 3
			Aeshnidae		110	Aeshnidae gen. sp.
				<i>Aeshna</i>	111	<i>Aeshna affinis</i>
			Cordulegastridae	<i>Cordulegaster</i>	112	<i>Cordulegaster</i> sp.
	Coleoptera	Elmidae			113	Elmidae gen. sp. 1
					114	Elmidae gen. sp. 2
					115	Elmidae gen. sp. 3
				<i>Elmis</i>	116	<i>Elmis maugetii</i>
				<i>Limnius</i>	117	<i>Limnius</i> sp.

Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Helodidae		118	Helodidae gen. sp. 1
					119	Helodidae gen. sp. 2
			Curculionidae		120	Curculionidae gen. sp. 1
					121	Curculionidae gen. sp. 2
					122	Curculionidae gen. sp. 3
			Hydrophilidae		123	Hydrophilidae gen. sp.
			Gyrinidae	<i>Gyrinus</i>	124	<i>Gyrinus</i> sp.
			Dryopidae		125	Dryopidae gen. sp. 1
					126	Dryopidae gen. sp. 2
			Dytiscidae	<i>Agabus</i>	127	<i>Agabus</i> sp.
			Psephenidae		128	Psephenidae gen. sp.
		Hemiptera	Gerridae	<i>Gerris</i>	129	<i>Gerris lacustris</i>
					130	<i>Gerris najas</i>
					131	<i>Gerris</i> sp.
			Veliidae	<i>Velia</i>	132	<i>Velia</i> sp.
			Pleidae	<i>Plea</i>	133	<i>Plea</i> sp.
			Corixidae		134	Corixidae gen. sp. 1
					135	Corixidae gen. sp. 2
		Lepidoptera	Pyralidae		136	Pyralidae gen. sp. 1
					137	Pyralidae gen. sp. 2

Çizelge 3.4. On istasyonda tespit edilen örneklerin bulundukları istasyonlar

		İst 1	İst 2	İst 3	İst 4	İst 5	İst 6	İst 7	İst 8	İst 9	İst 10
	Tür										
1	<i>Planaria torva</i>	*			*						
2	<i>Planaria</i> sp.							*			
3	<i>Dugesia lugubris</i>	*			*		*		*	*	*
4	<i>Dugesia gonocephala</i>	*			*						
5	<i>Bythiospeum</i> sp.	*			*						
6	<i>Radix ovata</i>		*								
7	<i>Galba truncatula</i>										*
8	<i>Physella acuta</i>		*								
9	<i>Physella fontinalis</i>		*								
10	<i>Planorbis planorbis</i>							*			
11	<i>Gyraulus albus</i>									*	
12	<i>Anodonta cygnea</i>		*								
13	<i>Pisidium subtruncatum</i>		*								
14	<i>Sphaerium corneum</i>								*		*
15	<i>Erpobdella</i> sp.		*								*
16	<i>Gordius</i> sp. 1	*									
17	<i>Gordius</i> sp. 2						*				
18	Hydrachnidae gen. sp.			*							
19	<i>Potamon</i> sp.	*	*	*	*						
20	<i>Asellus</i> sp.	*			*						
21	<i>Podura aquatica</i>				*						
22	<i>Podura</i> sp.				*						
23	<i>Caenis luctuosa</i>		*	*							*
24	<i>Caenis</i> sp.		*	*	*						*
25	<i>Torleya major</i>		*								
26	<i>Ephemerella major</i>	*		*	*		*			*	*
27	<i>Ephemerella ignita</i>	*	*	*							*
28	<i>Oligoneuriella rhenana</i>		*	*							
29	<i>Habrophlebia lauta</i>	*				*			*		*
30	<i>Paraleptophlebia wernerii</i>	*		*	*	*	*		*	*	*
31	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	*							*	*	
32	<i>Paraleptophlebia</i> sp.			*							
33	<i>Ephemera danica</i>	*			*		*				*
34	<i>Ephemera vulgata</i>	*									

35	<i>Baetis pavidus</i>		*	*	*						
36	<i>Baetis rhodani</i>	*	*	*	*		*		*		*
37	<i>Baetis fuscatus</i>	*	*	*							
38	<i>Baetis</i> sp.		*								
39	<i>Baetis lutheri</i>		*	*			*				*
40	<i>Baetis gemellus</i>	*	*		*	*	*			*	*
41	<i>Baetis muticus</i>	*		*	*		*		*	*	*
42	<i>Potamanthus luteus</i>		*	*							
43	<i>Ecdyonurus insignis</i>		*	*							
44	<i>Ecdyonurus</i> sp.						*				
45	<i>Ecdyonurus venosus</i>										*
46	<i>Electrogena</i> sp.	*		*	*	*			*		*
47	<i>Rhithrogena</i> sp.	*		*			*		*	*	*
48	<i>Iron</i> sp.	*		*	*	*	*	*	*	*	*
49	<i>Epeorus</i> sp.		*	*	*						
50	<i>Perla</i> sp.	*		*	*						*
51	<i>Agnetina</i> sp.	*		*	*	*	*				
52	<i>Protonemura</i> sp.	*			*	*	*		*	*	*
53	<i>Nemoura</i> sp.						*	*	*		
54	<i>Isoperla</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
55	<i>Chloroperla</i> sp.	*		*	*	*			*	*	
56	<i>Xanthoperla</i> sp.			*	*						*
57	<i>Pontoperla</i> sp.						*		*	*	
58	<i>Leuctra</i> sp.								*		
59	<i>Brachyptera</i> sp.								*		
60	<i>Rhyacophila</i> sp.1	*	*	*	*		*		*	*	*
61	<i>Rhyacophila</i> sp.2	*		*			*				
62	<i>Rhyacophila</i> sp.3	*		*	*		*		*	*	*
63	<i>Rhyacophila</i> sp.4	*		*	*		*		*	*	
64	<i>Rhyacophila</i> sp.5	*	*	*	*		*		*	*	*
65	<i>Rhyacophila</i> sp.6	*									
66	<i>Rhyacophila</i> sp.7	*				*					
67	<i>Rhyacophila</i> sp.8	*			*	*				*	
68	<i>Rhyacophila</i> sp.9	*					*				
69	<i>Rhyacophila</i> sp.10			*		*					
70	Lepidostomatidae gen. sp.1	*		*							
71	Lepidostomatidae gen. sp.2	*				*					
72	Lepidostomatidae gen. sp.3	*		*	*				*	*	*
73	Lepidostomatidae gen. sp.4	*									

74	Lepidostomatidae gen. sp.5	*	*	*							
75	Lepidostomatidae gen. sp.6						*		*	*	
76	Sericostomatidae gen. sp.1	*			*		*		*	*	*
77	Sericostomatidae gen. sp.2	*			*		*		*	*	*
78	Sericostomatidae gen. sp.3				*						
79	<i>Hydropsyche</i> sp.	*	*	*	*		*		*	*	*
80	<i>Diplectrona atra</i>	*			*		*		*		
81	<i>Diplectrona</i> sp.1			*						*	
82	<i>Diplectrona</i> sp.2				*						
83	<i>Polycentropus irroratus</i>	*		*							
84	<i>Polycentropus kingi</i>	*			*				*		
85	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>						*				
86	<i>Plectrocnemia brevis</i>			*					*	*	
87	<i>Helicopsyche bacescui</i>	*									
88	<i>Agraylea sexmaculata</i>	*									
89	Phryganeidae gen. sp. 1	*									
90	Phryganeidae gen. sp. 2								*		
91	<i>Wormaldia</i> sp.	*		*	*					*	*
92	<i>Lype phaeopa</i>	*		*							
93	<i>Psychomyia pusilla</i>		*								
94	<i>Athripsodes longispinosus</i>	*									
95	<i>Micrasema bifoliatum</i>			*	*					*	
96	<i>Brachycentrus</i> sp. 1						*				
97	<i>Brachycentrus</i> sp. 2										*
98	<i>Glossosoma</i> sp.1				*						*
99	<i>Glossosoma</i> sp.2						*		*	*	
100	<i>Glossosoma</i> sp.3								*	*	
101	<i>Synagapetus</i> sp.						*				
102	<i>Agapetus</i> sp.								*		
103	<i>Silo piceus</i>				*		*		*		*
104	Limnephilidae gen. sp.	*					*		*	*	*
105	<i>Limnephilus</i> sp.1					*					
106	<i>Limnephilus</i> sp.2					*					
107	Gomphidae gen. sp. 1			*							
108	Gomphidae gen. sp. 2		*								
109	Gomphidae gen. sp. 3		*								
110	Aeshnidae gen. sp.	*			*						
111	<i>Aeshna affinis</i>				*						
112	<i>Cordulegaster</i> sp.	*									*

113	<i>Elmis maugetii</i>	*	*	*	*		*		*		*
114	Elmidae gen. sp. 2	*		*	*		*		*	*	*
115	Elmidae gen. sp. 3		*	*							
116	Elmidae gen. sp. 4		*	*	*		*		*		
117	<i>Limnius</i> sp.	*		*			*		*		*
118	Helodidae gen. sp. 1	*		*	*						*
119	Helodidae gen. sp. 2	*		*	*						
120	Curculionidae gen. sp. 1	*									
121	Curculionidae gen. sp. 2				*						
122	Curculionidae gen. sp. 3							*			
123	Hydrophilidae gen. sp.	*		*					*		
124	<i>Gyrinus</i> sp.	*		*							
125	Dryopidae gen. sp. 1						*				
126	Dryopidae gen. sp. 2									*	
127	<i>Agabus</i> sp.							*			
128	Psephenidae gen. sp.										*
129	<i>Gerris lacustris</i>	*									*
130	<i>Gerris najas</i>	*									
131	<i>Gerris</i> sp.	*									
132	<i>Velia</i> sp.		*								*
133	<i>Plea</i> sp.										*
134	Corixidae gen. sp. 1										*
135	Corixidae gen. sp. 2						*				
136	Pyralidae gen. sp. 1		*	*							
137	Pyralidae gen. sp. 2							*			

3.3. Biyolojik Analizler

3.3.1. Baskınlık analizi

Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki 10 istasyonda tespit edilen bentik makroinvertebrat canlıların istasyonlara göre baskınlık analizleri yapılmış ve Şekil 3.4.'de gösterilmiştir.

Birinci istasyonun en baskın türü *Iron* sp.'dir. İkinci en baskın tür *Ephemerella ignita*, üçüncü baskın tür ise *Lepidostomatidae* gen. sp.1'dir.

İkinci istasyonun en baskın türü *Baetis lutheri*'dir. Onu sırasıyla *Potamanthus luteus* ve *Baetis fuscatus* takip eder.

Üçüncü istasyonun en baskın türü *Ephemerella ignita*'dır. İkinci en baskın tür *Baetis lutheri*, üçüncü en baskın tür ise *Baetis rhodani*'dir.

Dördüncü istasyonun en baskın türü *Diplectrona atra*'dır. Onu sırasıyla *Dugesia lugubris* ve Helodidae gen. sp. 1 takip eder.

Beşinci istasyonun en baskın türü *Isoperla* sp.'dir. İkinci en baskın tür *Electrona* sp., üçüncü en baskın tür ise *Iron* sp.'dir.

Altıncı istasyonun en baskın türü *Iron* sp.'dir. Onu sırasıyla *Rhithrogena* sp. ve *Glossosoma* sp. 2 takip eder.

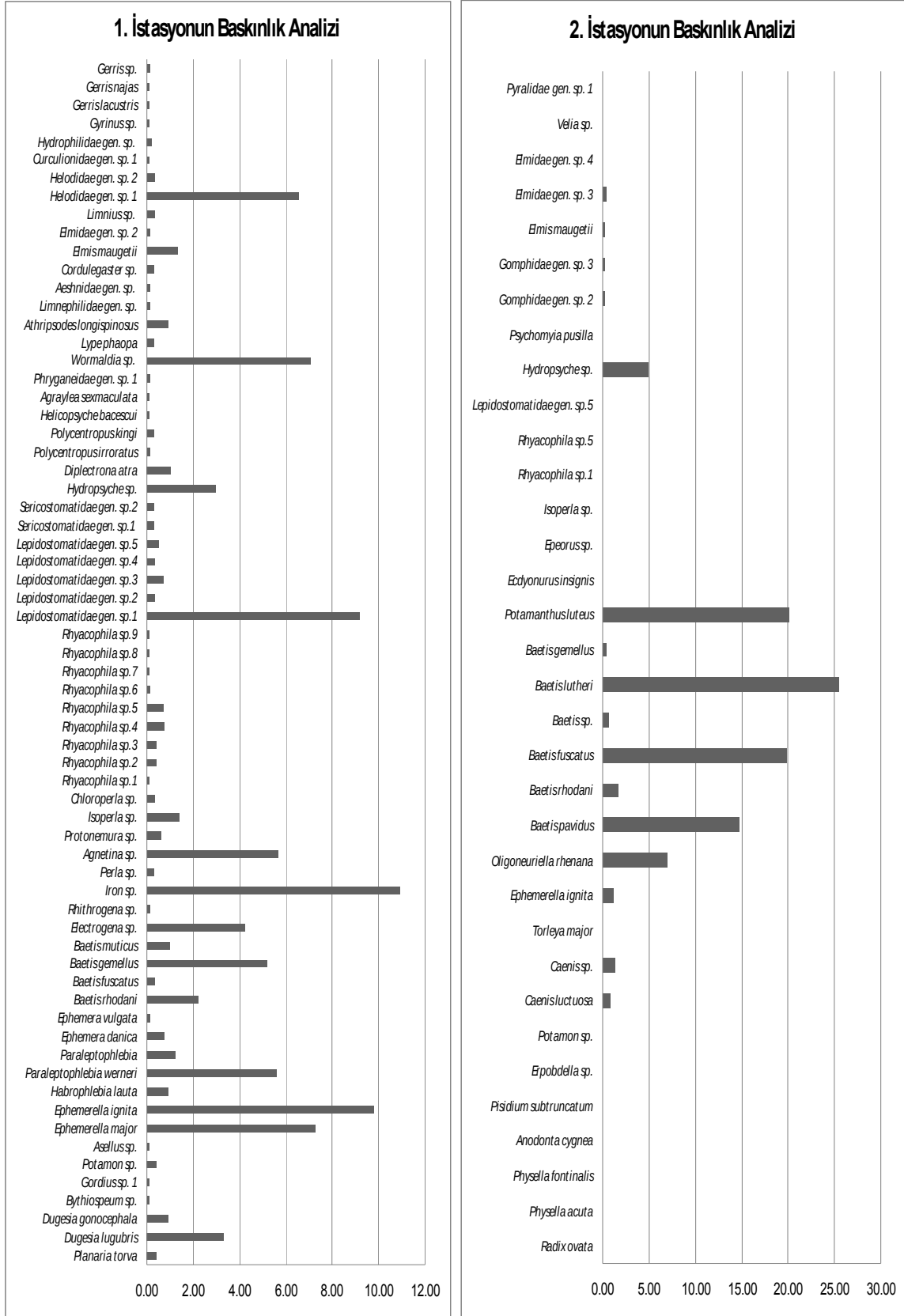
Yedinci istasyonun en baskın türü *Iron* sp.'dir. İkinci en baskın tür *Planaria* sp.'dir. İstasyondaki diğer türlerin baskınlık dereceleri aynıdır. Bunlar Pyralidae gen. sp. 2, *Agabus* sp., Curculionidae gen. sp. 3, *Brachycentrus* sp. 1, *Isoperla* sp., *Nemoura* sp. ve *Planorbis planorbis*'tir.

Sekizinci istasyonun en baskın türü *Baetis rhodani*'dir. Onu sırasıyla *Iron* sp. ve Lepidostomatidae gen. sp.6 takip eder.

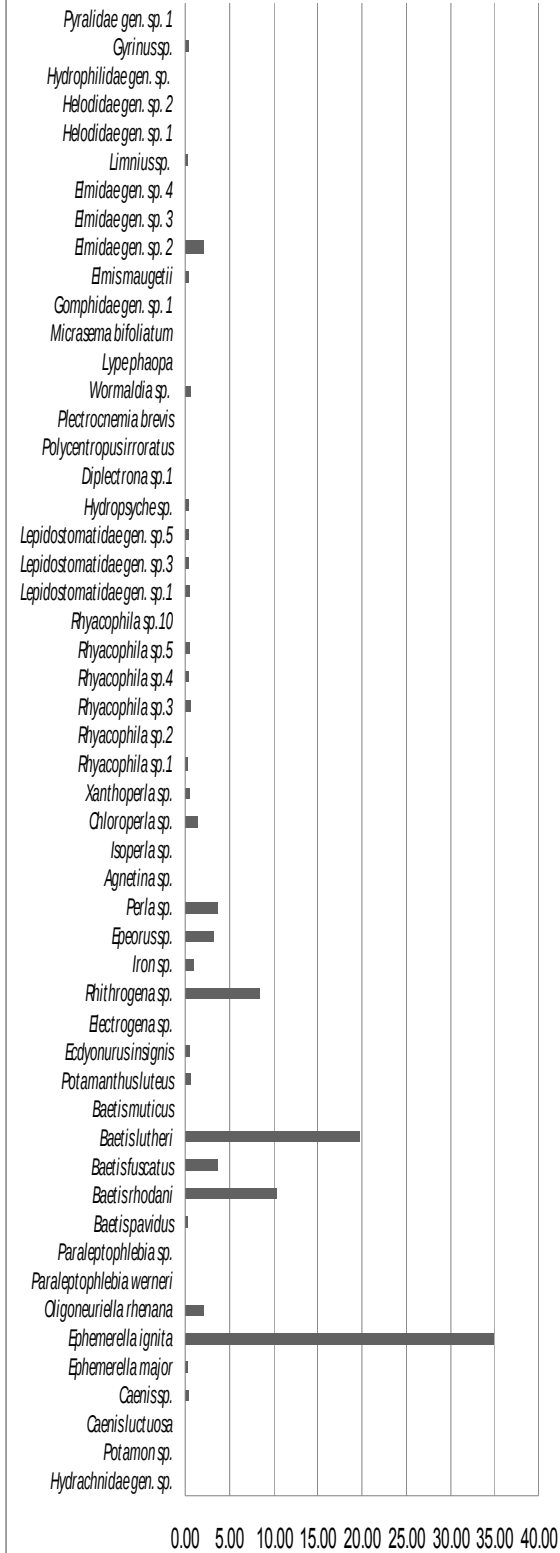
Dokuzuncu istasyonun en baskın türü *Iron* sp.'dir. İkinci en baskın tür *Dugesia lugubris*, üçüncü en baskın tür ise *Protonemura* sp.'dir.

Onuncu istasyonun en baskın türü *Ephemerella major*'dür. Onu sırasıyla *Baetis gemellus* ve *Ephemerella ignita* takip eder.

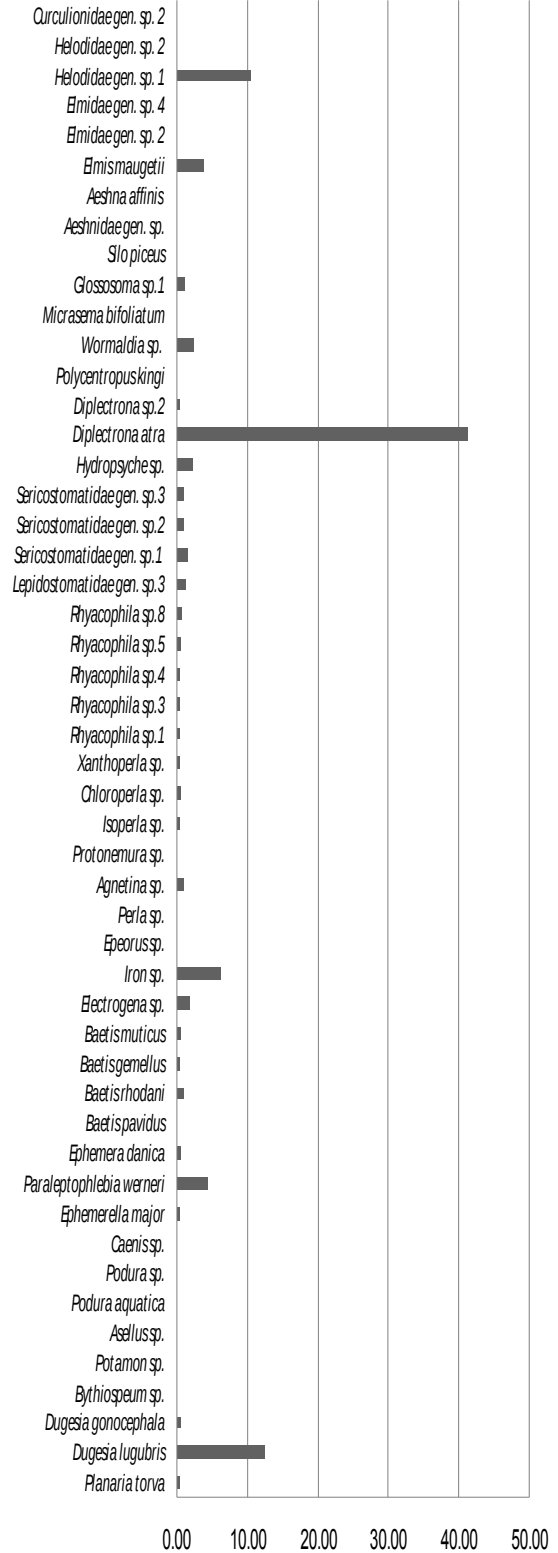
Şekil 3.4. Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki istasyonlarda bulunan bentik makroinvertebrat örneklerinin istasyonlara göre baskınlık analizleri (%).



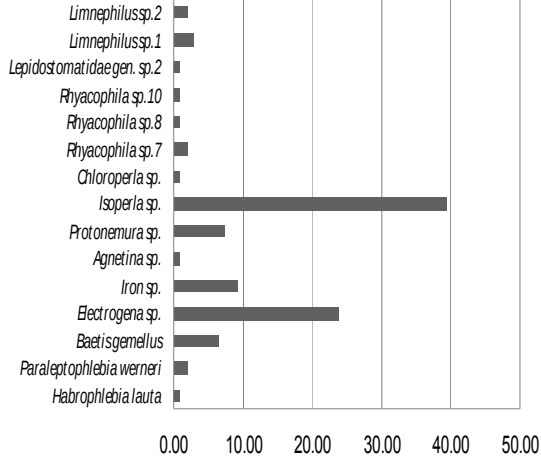
3. İstasyonun Baskınlık Analizi



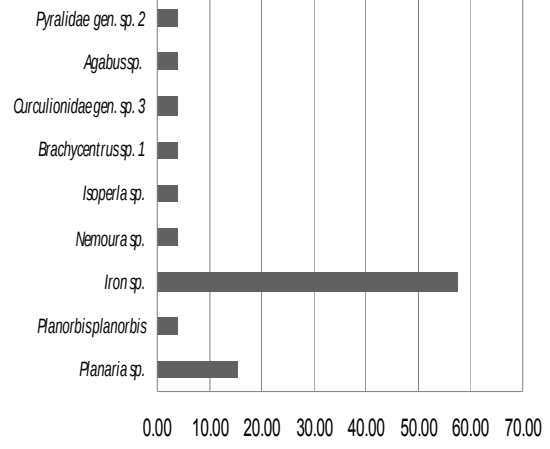
4. İstasyonun Baskınlık Analizi



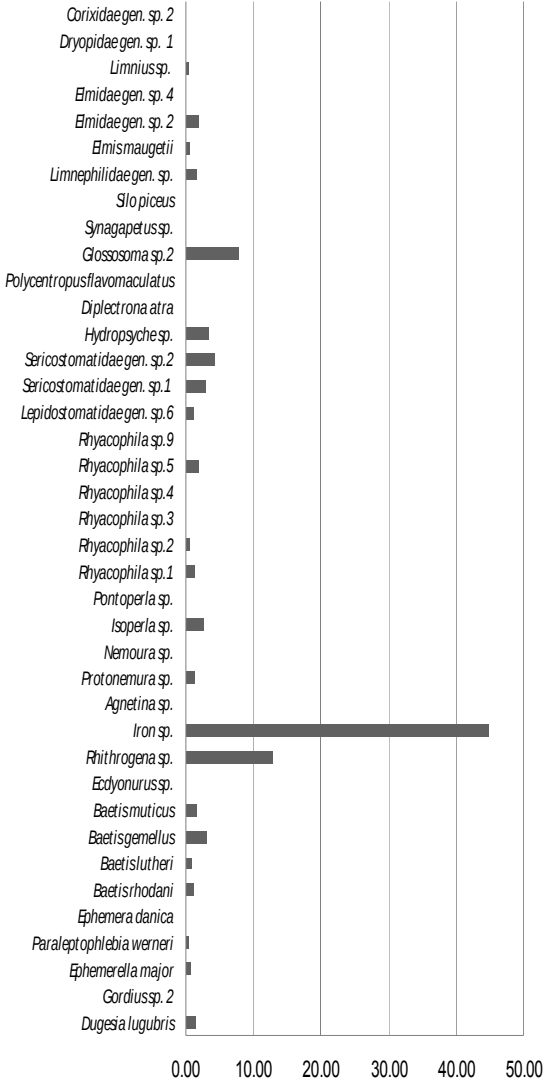
5. İstasyonun Baskınlık Analizi



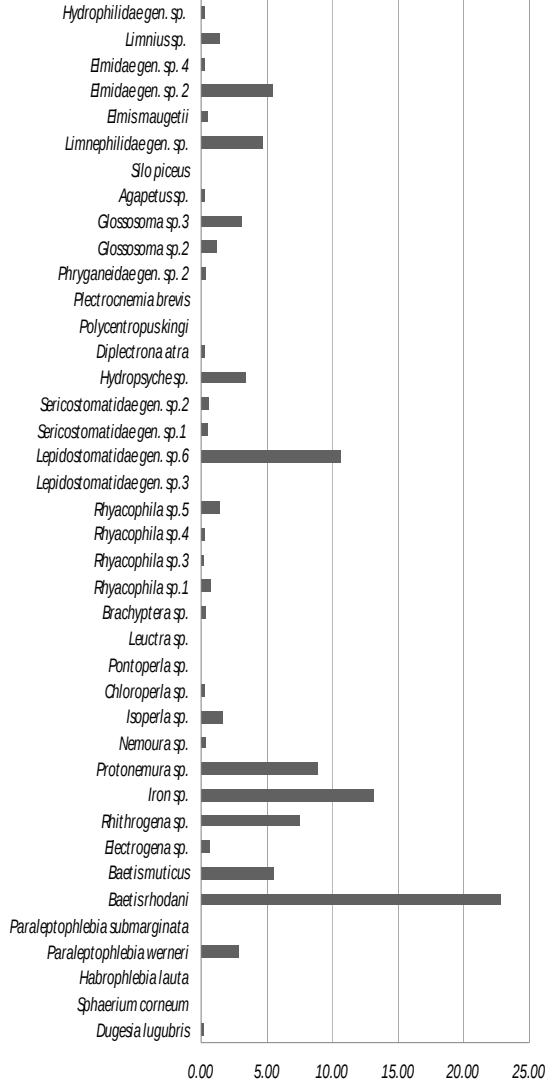
7. İstasyonun Baskınlık Analizi



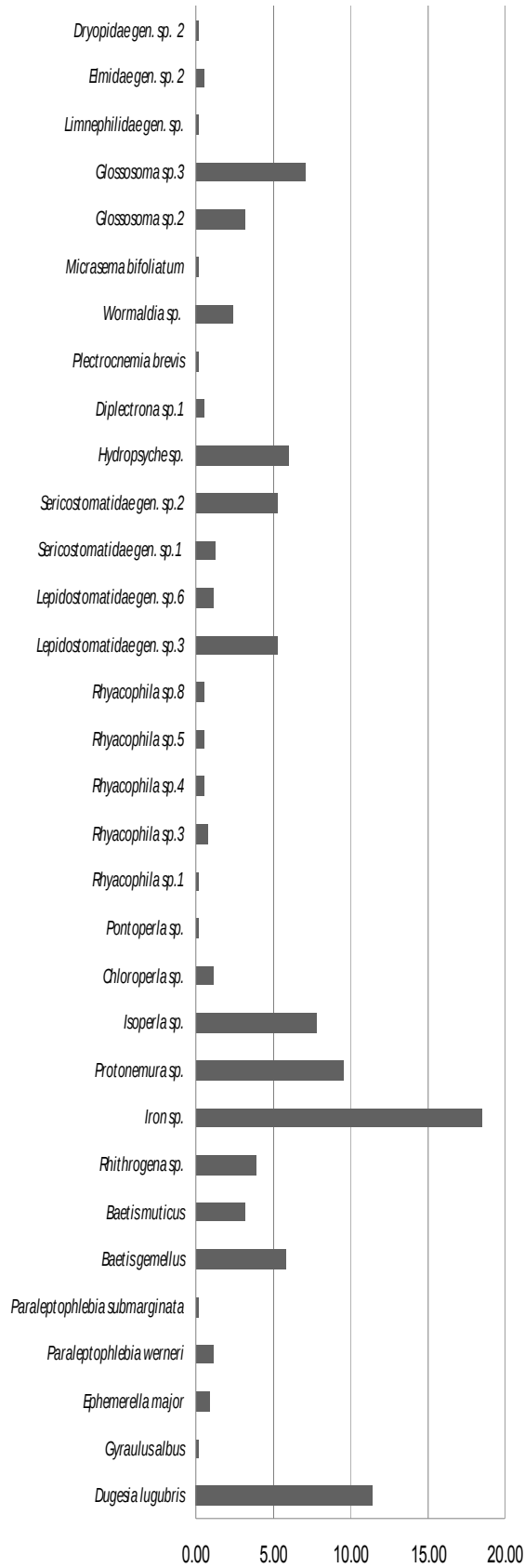
6. İstasyonun Baskınlık Analizi



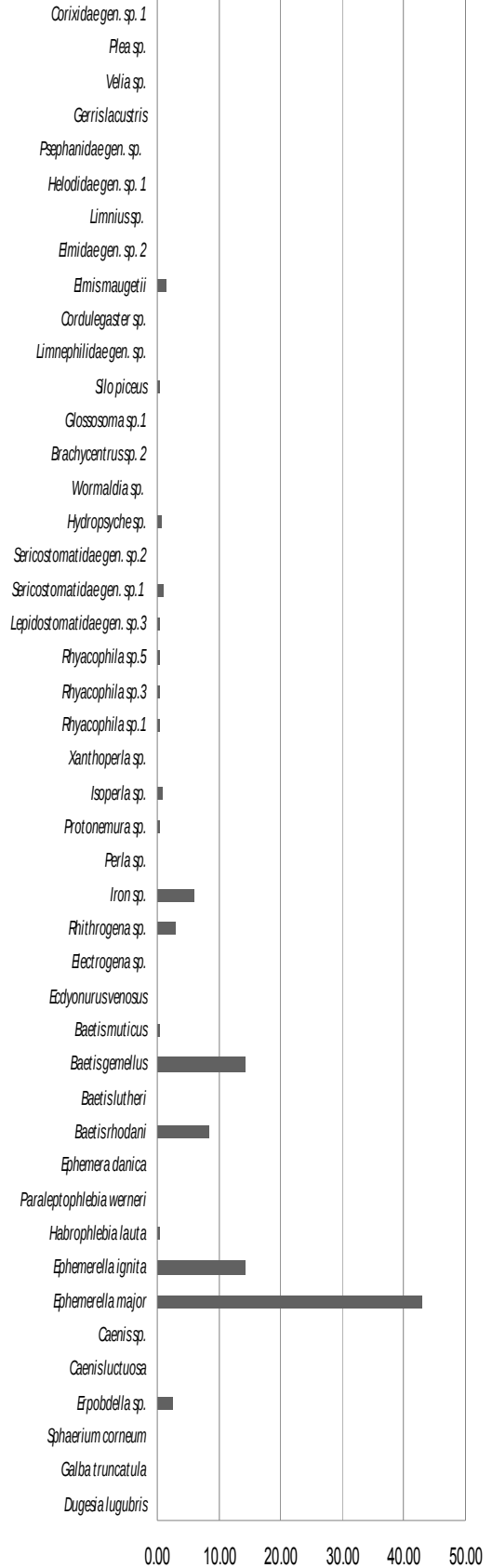
8. İstasyonun Baskınlık Analizi



9. İstasyonun Baskınlık Analizi



10. İstasyonun Baskınlık Analizi



3.3.2. Benzerlik analizi

Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki bentik makroinvertebrat örneklerinin toplandığı 10 istasyonun benzerlik analizleri yapılmış ve Çizelge 3.5.'de gösterilmiştir. İstasyonlar arasında en yakın benzerlik 1 değeri ile 8. ve 9. istasyonlar arasındadır. Diğer en yakın benzerlikler ise sırasıyla 6. ve 8. istasyonlar (0.98), 1. ve 4. istasyonlar (0.86), 6. ve 9. istasyonlar (0.84), 1. ve 3. istasyonlar ile 4. ve 10. istasyonlar (0.79), 3. ve 4. istasyonlar ile 3. ve 10. istasyonlar (0.76), 6. ve 10. istasyonlar (0.75)'dir.

Çizelge 3.5. Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki bentik makroinvertebrat örneklerinin toplandığı istasyonların benzerlik analizleri.

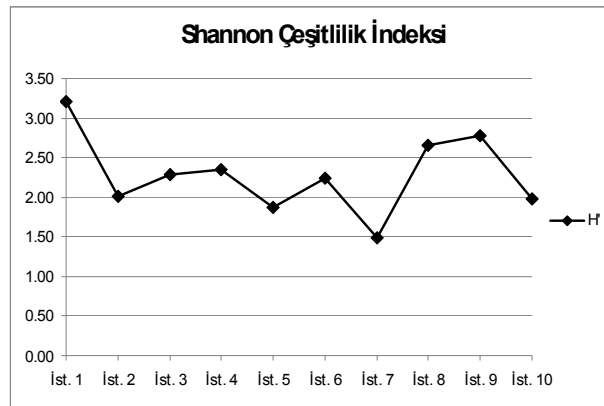
	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 6	İst. 7	İst. 8	İst. 9	İst. 10
İst. 1	1	0.25	0.79	0.86	0.35	0.66	0.05	0.68	0.61	0.74
İst. 2		1	0.65	0.33	0.08	0.28	0.05	0.21	0.16	0.39
İst. 3			1	0.76	0.23	0.53	0.07	0.56	0.55	0.76
İst. 4				1	0.32	0.7	0.07	0.69	0.69	0.79
İst. 5					1	0.25	0.18	0.29	0.35	0.26
İst. 6						1	0.13	0.98	0.84	0.75
İst. 7							1	0.13	0.1	0.08
İst. 8								1	1	0.74
İst. 9									1	0.64
İst. 10										1

3.3.3. Çeşitlilik analizleri

3.3.3.1. Shannon indeksi

Shannon çeşitlilik indeksi grafiği Şekil 3.5.'deki gibidir. İstasyonların indeks değerleri 1.48 ile 3.21 arasında değişmektedir. En düşük çeşitlilik indeks değeri 7. istasyona, en yüksek indeks değeri de 1. istasyona aittir.

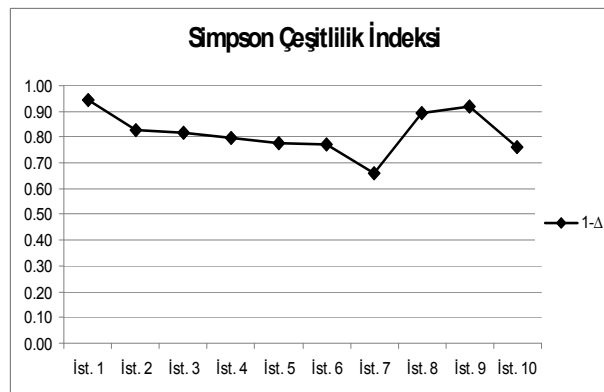
Şekil 3.5. Shannon indeksi



3.3.3.2. Simpson indeksi

Simpson çeşitlilik indeksi grafiği Şekil 3.6.'deki gibidir. İstasyonların indeks değerleri 0.66 ile 0.94 arasında değişmektedir. En düşük çeşitlilik indeks değeri 7. istasyona, en yüksek indeks değeri de 1. istasyona aittir.

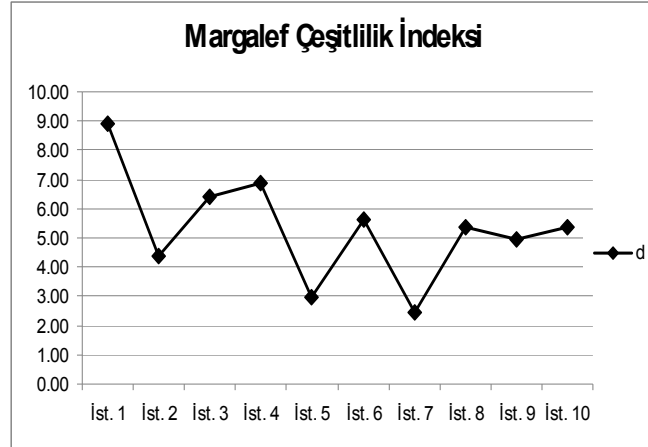
Şekil 3.6. Simpson indeksi



3.3.3.3. Margalef indeksi

Margalef çeşitlilik indeksi grafiği Şekil 3.7.'deki gibidir. İstasyonların indeks değerleri 2.46 ile 8.93 arasında değişmektedir. En düşük çeşitlilik indeks değeri 7. istasyona, en yüksek indeks değeri de 1. istasyona aittir.

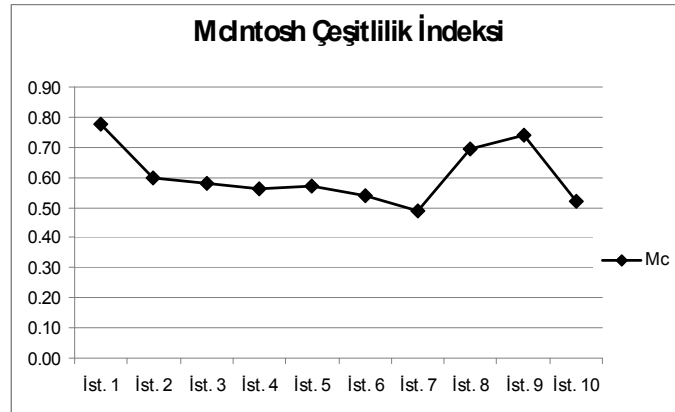
Şekil 3.7. Margalef indeksi



3.3.3.4. McIntosh indeksi

McIntosh çeşitlilik indeksi grafiği Şekil 3.8.'deki gibidir. İstasyonların indeks değerleri 0.49 ile 0.78 arasında değişmektedir. En düşük çeşitlilik indeks değeri 7. istasyona, en yüksek indeks değeri de 1. istasyona aittir.

Şekil 3.8. McIntosh indeksi

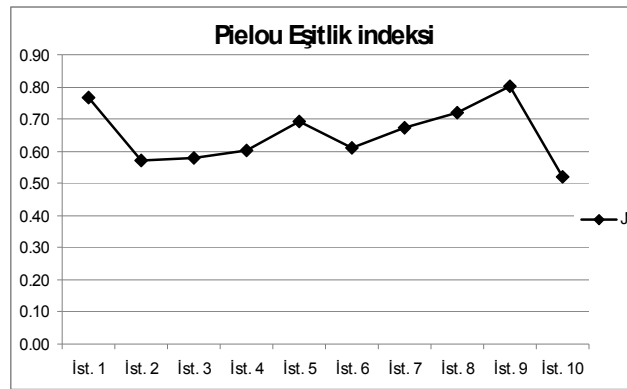


3.3.4. Eşitlik analizleri

3.3.4.1. Pielou eşitlik indeksi

Pielou eşitlik indeksi grafiği Şekil 3.9.'deki gibidir. İstasyonların indeks değerleri 0.52 ile 0.80 arasında değişmektedir. En düşük çeşitlilik indeks değeri 10. istasyona, en yüksek indeks değeri de 9. istasyona aittir.

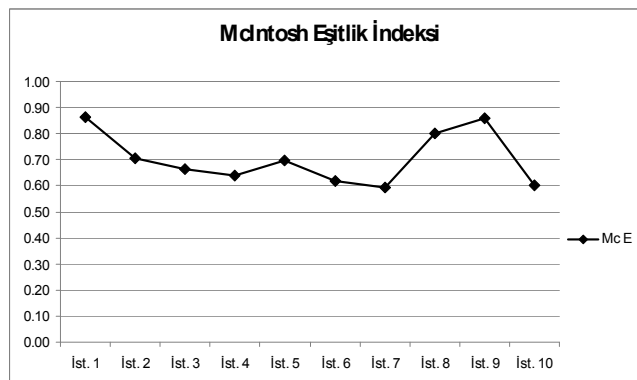
Şekil 3.9. Pielou indeksi



3.3.4.2. McIntosh eşitlik indeksi

McIntosh eşitlik indeksi grafiği Şekil 3.10'deki gibidir. İstasyonların indeks değerleri 0.59 ile 0.86 arasında değişmektedir. En düşük çeşitlilik indeks değeri 7. istasyona, en yüksek indeks değeri de 1. ve 9. istasyonlara aittir.

Şekil 3.10. McIntosh eşitlik indeksi



3.3.5. Korelasyon analizi

Çizelge 3.6. İstasyonlarda bulunan tür ve birey sayıları ile çeşitlilik ve eşitlik indeks değerleri.

	S	N	H'	1 – Δ	d	Mc	J'	Mc E
İst. 1	66	1452	3.21	0.94	8.93	0.78	0.77	0.86
İst. 2	34	1932	2.02	0.83	4.36	0.60	0.57	0.70
İst. 3	52	2840	2.29	0.82	6.41	0.58	0.58	0.66
İst. 4	50	1240	2.35	0.80	6.88	0.56	0.60	0.64
İst. 5	15	109	1.87	0.77	2.98	0.57	0.69	0.70
İst. 6	39	878	2.24	0.77	5.61	0.54	0.61	0.62
İst. 7	9	26	1.48	0.66	2.46	0.49	0.67	0.60
İst. 8	40	1481	2.65	0.89	5.34	0.69	0.72	0.80
İst. 9	32	535	2.78	0.92	4.93	0.74	0.80	0.86
İst. 10	45	3691	1.99	0.76	5.36	0.52	0.52	0.60

Çizelge 3.7. İstasyonlarda bulunan tür ve birey sayıları ile çeşitlilik ve eşitlik indekslerinin korelasyon katsayıları.

	S	N	H'	1 – Δ	d	Mc	J'	Mc E
S	1							
N	0.61	1						
H'	0.74	0.09	1					
1 – Δ	0.61	0.12	0.93	1				
d	0.97	0.42	0.81	0.64	1			
Mc	0.46	-0.09	0.91	0.95	0.54	1		
J'	-0.10	-0.65	0.56	0.55	0.06	0.76	1	
Mc E	0.32	-0.18	0.83	0.92	0.39	0.99	0.81	1

S: Tür sayısı
N: Birey sayısı
H': Shannon çeşitlilik indeksi
1 – Δ: Simpson çeşitlilik indeksi
d: Margalef çeşitlilik indeksi
Mc : McIntosh çeşitlilik indeksi
J': Pielou eşitlik indeksi
Mc E: McIntosh eşitlik indeksi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bolu İli sınırları içerisindeki bir koruma alanı olan Yedigöller Milli Parkı'ndaki ve çevresindeki bazı akarsuların bentik makroinvertebrat faunası araştırılmış ve elde edilen sonuçlar sayısal verilere dönüştürülerek çeşitli indekslerle analizleri yapılmıştır. Ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlerle birlikte, Su Kalite Kontrol Yönetmeliği'nin belirlediği kriterlere göre istasyonların kalite sınıfları belirlenmiş ve bulgular, akarsularda bulunan canlıların saprobik değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca belirlenen 10 istasyonun referans habitat özelliği taşıyıp taşımadığı da tartışılmıştır. Yedigöller Milli Parkı'ndaki ve çevresindeki akarsuların bentik makroinvertebrat faunasına ilişkin daha önce böyle bir çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın sonuçları ileride bu bölgede yapılacak diğer çalışmalar açısından bir temel oluşturacak ve bilgi birikimi sağlayacaktır.

4.1. Fiziko-kimyasal Değişkenler

Belirlenen istasyonların arazi çalışmaları sırasında ölçülen fiziko-kimyasal değişkenleri sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, elektriksel iletkenlik ve ortofosfat fosfordur. Ölçümler sonucunda elde edilen verilerle Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliğine göre istasyonların su kalitesi sınıfları Çizelge 3.2.'deki gibidir. Akarsularda değişik sıcaklık profilleri gözlenebilmektedir. Bunun nedenleri arasında mevsim, yükseklik ve akış hızı bu değişikliğe neden olan başlıca etmenlerdir. Aynı zamanda suyun hacmi, derinliği ve zemin yapısı da su sıcaklığını etkileyebilmektedir. Tüm bu etmenlerle ilişkili olarak çalışma boyunca ölçülen sıcaklık değerleri 10,6 °C – 21,3 °C arasında değişmektedir.

Akarsulardaki çözünmüş oksijen değeri habitat kalitesi açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. Kirlilik düzeyinin belirlenmesinde en sık kullanılan değişkenlerdir (Wetzel 1983). Bu çalışmada ölçülen çözünmüş oksijen değerleri 6,53 mg/l – 8,9 mg/l arasında değişmektedir. Birinci sınıf su kalitesine sahip istasyonların çözünmüş oksijen değerleri yüksek bulunmuştur (8. istasyon dışında). Bu istasyonlar temiz yada çok hafif düzeyde kirliliğe sahip istasyonlardır. İkinci sınıf su kalitesine sahip hafif kirli olan istasyonların çözünmüş oksijen değerleri de düşük

bulunmuştur. Ölçülen pH değerleri 6,3 ile 7,96 arasında değişmektedir. Yedinci istasyon dışında canlı yaşamını tehlikeye sokacak bir pH değerine rastlanmamıştır. Elektriksel iletkenlik, Çizelge 3.1.'de verilen Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği Kriterleri arasında bulunmamaktadır. Fakat özellikle pH ile birlikte su kalitesi çalışmalarında kullanıldığında habitattaki bozulmaları açıklayıcı ve sucul ekosistemin su kalitesinin saptanmasında belirleyici bir rolü olduğu bildirilmiştir (Dow ve Zampella 2000). Çalışma boyunca ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri 0,097 mS/cm ile 0,54 mS/cm arasında değişmektedir. Bu aralıktaki değerlerden sadece 0,097 mS/cm değeri ile 8. istasyon ve 0,54 mS/cm değeri ile 2. istasyon EPA (2006)'nın belirlediği bentik makroinvertebratlar ve balıklar için uygun olan elektriksel iletkenlik sınırları dışında kalmaktadır. Ayrıca elektriksel iletkenlik habitat tahribatı ve kirlilikten etkileneceği gibi akarsuyun bulunduğu arazinin jeolojik özelliklerinden de etkilenebilmektedir (EPA 2006). Ortofosfat fosforu değerlerine bakıldığında en yüksek değer 0,55 mg/l ile II. sınıf su kalitesine sahip 2. istasyonda en düşük değerin ise 0,02 ile I. sınıf su kalitesine sahip 8. istasyonda tespit edildiği görülmektedir.

Birinci istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlere göre I. – II. sınıf arası su kalitesindedir. Sıcaklığı 15,4 °C, çözünmüş oksijen değeri 7,27 mg/l'dir. pH'sı 7,68 olan bu istasyonun elektriksel iletkenliği 0,35 mS/cm olarak ölçülmüştür. Ortofosfat fosforu değeri ise 0,06 mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kriterlere göre I. – II. sınıf arası bir kalitedeki su özelliğine uymaktadır. Hafif kirlilik düzeyinde olan bu istasyon kısmen referans habitat özelliği taşımaktadır.

İkinci istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenler bakımından II. sınıf su kalitesine sahiptir. Sıcaklığı 21,3 °C olup en yüksek sıcaklık değerinin gözlemlendiği istasyondur. Çözünmüş oksijen değeri 7,27 mg/l' dir. En yüksek sıcaklığa sahip olmasına rağmen bu istasyonun çözünmüş oksijen değeri yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni ise akarsuyun hızlı bir akıntıya sahip olmasıdır. Bu sayede atmosferle etkileşimi artmış ve bu artış suyun çözünmüş oksijen değerini de yükseltmiştir. Aynı zamanda bu istasyonun pH'sı 7,96 ile en yüksek değerde olup, elektriksel iletkenliği de yine en yüksek değer olan 0,54 mS/cm olarak ölçülmüştür. Ortofosfat fosforu değeri ise 0,55 mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Su Kirliliği Kontrol

Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kriterlere göre II. sınıf kalitede su özelliğine uymaktadır. Hafif - orta kirlilik düzeyinde olan bu istasyon üzerinde baraj inşaatı nedeniyle yön değiştirme çalışmaları yapılmakta ve akarsuyun doğal habitatı tahrip edilmektedir. Bu tahribatın sonucu da hem ölçüm değerlerine hem de bentik makroinvertebrat faunası bulgularına yansımış durumdadır. Bu istasyon referans habitat özelliği taşımamaktadır.

Üçüncü istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlere göre II. sınıf su kalitesindedir. Sıcaklığı 19,7 °C ile en yüksek ikinci sıcaklığa sahiptir. Çözünmüş oksijen değeri de 6,75 mg/l ile en düşük ikinci değerdir. pH'sı 7,81 olan bu istasyonun elektriksel iletkenliği 0,27 mS/cm olarak ölçülmüştür. Ortofosfat fosforu değeri ise 0,02 mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kriterlere göre I. sınıf kalitede su özelliğine uymaktadır. Bu değer bu suya herhangi bir evsel atık karışmadığının göstergesidir. Hafif - orta kirlilik düzeyinde olan bu istasyonun diğer özelliklerinin referans habitat özelliklerine uymasına rağmen, II. sınıf su kalitesine sahip olmasının nedeni büyük ölçüde ölçülen fiziko-kimyasal değerlerden dolayıdır. Fakat akarsuyun yan kolu ve ana kolu arasındaki bölgede insan müdahalesinden dolayı bozulmalar gözlenmiştir ve bu nedenle, bu istasyon referans habitat özelliği taşımamaktadır.

Dördüncü istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenler açısından I. sınıf su kalitesindedir. Sıcaklığı 15,2 °C, çözünmüş oksijen değeri 7,69 mg/l ile en yüksek üçüncü değerdir. pH'sı 7,71 olan bu istasyonun elektriksel iletkenliği 0,37 mS/cm olarak ölçülmüştür. Ortofosfat fosforu değeri ise 0,03 mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kriterlere göre I. sınıf kalitede su özelliğine uymaktadır. Temiz - hafif kirlilik arası bir düzeyinde olan bu istasyon referans habitat özelliğindedir.

Beşinci istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlere göre I. – II. sınıf arası su kalitesindedir. Sıcaklığı 13,1 °C ile en düşük üçüncü sıcaklıktır. Çözünmüş oksijen değeri 7,14 mg/l'dir. pH'sı 7,6 ile en düşük üçüncü pH değerine sahip olan bu istasyonun elektriksel iletkenliği 0,36 mS/cm olarak ölçülmüştür. Hafif kirlilik düzeyinde olan bu istasyon kısmen referans habitat özelliği taşımaktadır.

Altıncı istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenler bakımından I. sınıf su kalitesine sahiptir. Sıcaklığı 14,2 °C, çözülmüş oksijen değeri ise 8,5 mg/l ile en yüksek ikinci değerdir. pH'sı 7,7 olan bu istasyonun elektriksel iletkenliği 0,24 mS/cm olarak ölçülmüştür. Temiz - hafif kirlilik arası bir düzeyinde olan bu istasyon referans habitat özelliğindedir.

Yedinci istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlere göre I. sınıf su kalitesindedir. Sıcaklığı 12 °C ile en düşük ikinci sıcaklık değerine sahiptir. Çözülmüş oksijen değeri 7,35 mg/l'dir. pH'sı 6,3 ile en düşük pH değerine sahip olan bu istasyonun elektriksel iletkenliği 0,16 mS/cm ile ikinci en düşük değer olarak ölçülmüştür. Temiz - hafif kirlilik arası bir düzeyinde olan bu istasyon referans habitat özelliğindedir.

Sekizinci istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenler açısından I. sınıf su kalitesine sahiptir. Sıcaklığı 17,3 °C, çözülmüş oksijen değeri ise 6,53 mg/l ile en düşük çözülmüş oksijen değeridir. Diğer tüm değişkenleri I. sınıf su kalitesi kriterlerine tamamiyle uyarken istasyonlar arasındaki en düşük çözülmüş oksijen değerinin bu istasyonda saptanmasının nedenleri arasında herhangi bir yer altı suyunun akarsuya karışmış olabileceğidir. Çünkü yer altı suları anaerobik solunum yapılabilecek kadar düşük oksijene sahiptir. Akarsuya karıştıkları zamanda suyun oksijen içeriğini düşürürler. Bu istasyon 7,22 pH değeri ile en düşük ikinci pH' ya ve 0,097 mS/cm değeri ile de en düşük elektriksel iletkenliğe sahip istasyondur. Ortofosfat fosforu değeri ise 0,02 mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kriterlere göre I. sınıf kalitede su özelliğine uymaktadır. Temiz - hafif kirlilik düzeyinde olan bu istasyon referans habitat özelliğindedir.

Dokuzuncu istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlere göre I. sınıf su kalitesine sahiptir. Sıcaklığı 10,6°C ile en düşük sıcaklığa ve 8,9 mg/l ile en yüksek çözülmüş oksijen değerine sahiptir. pH'sı 7,75 olan bu istasyonun elektriksel iletkenliği 0,34 mS/cm olarak ölçülmüştür. Ortofosfat fosforu değeri ise 0,03 mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kriterlere göre I. sınıf kalitede su özelliğine uymaktadır. Tamamiyle temiz düzeyinde olan bu istasyon referans habitat özelliğindedir.

Onuncu istasyon, ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlere bakımından II. sınıf su kalitesindedir. Sıcaklığı 17,5 °C ile en yüksek üçüncü sıcaklık, çözünmüş oksijen değeri de 6,98 mg/l ile en düşük üçüncü değerdir. pH'sı 7,95 ile en düşük ikinci değeri alırken, elektriksel iletkenliği 0,36 mS/cm ile en yüksek üçüncü değer olarak ölçülmüştür. Ortofosfat fosforu değeri ise 0,08 mg/l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin (2004) belirlediği kriterlere göre I. - II. sınıf arası bir kalitede su özelliğine uymaktadır. Hafif – orta kirlilik düzeyinde olan bu istasyon referans habitat özelliğinde değildir. Çünkü bu istasyonun bulunduğu akarsu boyunca kırsal yerleşim yerleri ve ekili alanlar bulunmaktadır. Suya karışan evsel atıklar ve gübreler akarsuyun doğal habitatını bozmaktadır.

4.2. Biyolojik Değerlendirmeler

Yedigöller Milli Parkı ve çevresindeki bazı akarsuların bentik makroinvertebrat topluluklarının belirlendiği bu çalışmada 10 istasyondan toplam 14184 birey ve 137 farklı taksa saptanmıştır. Tespit edilen canlıların akarsuyun su kalitesine ve kirlilik düzeyine göre dağılım ve değişim gösterdiği görülmüştür. Şekil 3.2.'de de görüldüğü üzere birey sayısı olarak Ephemeroptera takımı tüm bireylerin %71'i gibi büyük bir yüzdesini oluşturmaktadır. Onu daha sonra sırasıyla Trichoptera (%16,13) ve Plecoptera (%5,13) takımları takip eder. Saptanan 137 taksanın 47'si Trichoptera takımına, 27'si Ephemeroptera takımına, 16'sı Coleoptera takımına, 10'u Plecoptera takımına aittir (Şekil 3.3.).

4.3. Biyolojik Analizler

4.3.1. Baskınlık analizi

Çalışma sonucunda her istasyon için ayrı ayrı baskınlık analizi uygulanmıştır (Şekil 3.4.).

Birinci istasyonun en baskın türü *Iron* sp.'dir. Bu türü sırasıyla *Ephemerella ignita* ve *Lepidostomatidae* gen. sp.1 türü takip eder. *Iron*, Avrupa'da bulunmayan bir cinstir. Türkiye'de birçok türü bulunmaktadır (Kazancı 2001a). Bu cins Türkiye'de ksenosaprobik ve oligosaprobik özellikteki dağlık bölgelerdeki akarsularda bulunmaktadır (Kazancı vd. 1997). Bu cins temiz suların indikatör türlerini içeren bir taksondur (Kazancı ve Dügel 2000; Kazancı vd. 2008). *E. ignita*, genelde beta-mezosaprobik, az ihtimalle oligosaprobik ve daha az ihtimalle de alfa-mezosaprobik özellikteki bölgelerde bulunur. Çok nadiren de ksenosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). Orta derecede organik kirliliğe karşı toleranslı olan bu tür, çözünmüş oksijenle negatif bir korelasyona sahiptir (Kazancı vd. 2008). *Lepidostomatidae* familyasına ait türler genelde beta-mezosaprobik bölgelerde bulunmakla birlikte daha az ihtimalle oligosaprobik özellikteki yerlerde bulunabilirler. Çok nadiren de bu familya üyelerine alfa-mezosaprobik özellikteki bölgelerde de rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). Bu türlerin baskın olduğu 1. istasyon, I. – II. sınıf arası bir su kalitesine sahip ve hafif kirlilik düzeyinde olan oligosaprobik özellikte bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

İkinci istasyonun en baskın türü *Baetis lutheri* olurken diğer baskın türler sırasıyla *Potamanthus luteus* ve *Baetis fuscatus*' tur. *Baetis* cinsine ait türler orta ve hafif organik kirliliğin görüldüğü ortamlarda sık bulunurlar. Bu tür ortamların indikatör türlerini içerir (Girgin vd. 2003; Dügel ve Kazancı 2004; Kazancı vd. 2008). *Potamanthus* cinsine ait bireyler ise orta ve ağır derecede organik kirlilik gösteren ortamların indikatör türlerini içerir (Dügel ve Kazancı 2004; Kazancı vd. 2008). *B. lutheri*, genelde beta-mezosaprobik bölgelerde sık bulunurken daha az bir ihtimalle oligosaprobik özellikteki bölgelerde de bulunabilmektedir. Çok nadiren de alfa-mezosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). *P. luteus* ve *B. fuscatus* türleri sıklıkla beta-mezosaprobik bölgelerde bulunurken az bir ihtimalle de alfa-mezosaprobik bölgelerde bulunmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). Bu türlerin baskın olduğu 2. istasyon, II. sınıf su kalitesine sahip, hafif – orta kirlilik düzeyinde olan beta-mezosaprobik özellikteki bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Üçüncü istasyonda ise en baskın tür *Ephemerella ignita*'dır. *Baetis lutheri* ikinci, *Baetis rhodani* ise üçüncü baskın türdür. *E. ignita* ve *B. lutheri* türleri genelde beta-mezosaprobik, az ihtimalle oligosaprobik ve daha az ihtimalle de alfa-mezosaprobik özellikteki bölgelerde bulunur. Çok nadiren de ksenosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). *B. rhodani* ise genelde beta-mezosaprobik bölgelerde bulunmakla birlikte az ihtimalle alfa-mezosaprobik ve daha az ihtimalle de oligosaprobik bölgelerde bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). Bu türlerin baskın olduğu 3. istasyon, II. sınıf su kalitesine sahip, hafif – orta kirlilik düzeyinde olan beta-mezosaprobik özellikteki bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Dördüncü istasyondaki en baskın tür *Diplectrona atra* olurken *Dugesia lugubris* ikinci, Helodidae gen. sp.1 ise üçüncü baskın türlerdir. *D. atra* türü genellikle oligosaprobik sularda bulunmakla birlikte az bir ihtimalle de beta-mezosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedir. Bu türe çok nadiren de alfa-mezosaprobik bölgelerde de rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). *D. lugubris* ise sıklıkla beta-mezosaprobik bölgelerde bulunur. Çok az ihtimalle oligosaprobik bölgelerde de bulunabilen bu türe nadiren de alfa-mezosaprobik bölgelerde de rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). Helodidae familyasına ait türler genellikle beta ve alfa-mezosaprobik bölgelerde bulunmakla birlikte daha az ihtimalle de oligosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedirler (Bauernfeind vd. 1995). Bu türlerin baskın olduğu 4. istasyon, I. sınıf su kalitesine sahip, temiz – hafif kirlilik düzeyinde olan oligosaprobik özellikteki bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Beşinci istasyonda ise en baskın tür *Isoperla* sp.'dir. Bu türü sırasıyla *Electrogena* sp. ve *Iron* sp. türleri takip eder. *Isoperla* cinsi genellikle oligosaprobik özellikteki bölgelerde bulunmakla birlikte az bir ihtimalle beta-mezosaprobik ve daha az ihtimalle de ksenosaprobik özellikteki bölgelerde bulunmaktadır. Bu cinse çok nadiren de alfa-mezosaprobik özellikteki bölgelerde de rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). Plecoptera takımına ait bireyler temiz suların indikatör canlılarını içerir. Bu gruba ait bireyler çözünmüş oksijen ile pozitif bir korelasyona

sahiptir (Kazancı ve Dügel 2000; Girgin vd. 2003; Kazancı vd. 2008). *Electrogena* ise genellikle beta-mesosaprobik özellikteki bölgelerde bulunmaktadır. Aynı zamanda bu cinse az ihtimalle alfa-mesosaprobik ve daha az ihtimalle de oligosaprobik özellikteki bölgelerde de rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). *Electrogena* cinsine ait bireyler hafif kirlilik gösteren ortamların indikatör türlerini içerir (Kazancı vd. 2008). *Iron* cinsi ise ksenosaprobik ve oligosaprobik özellikteki dağlık bölgelerdeki akarsularda bulunmaktadır (Kazancı vd. 1997). Bu cinslerin baskın olduğu 5. istasyon, I. – II. sınıf arası bir su kalitesine sahip ve hafif kirlilik düzeyinde olan oligosaprobik özellikte bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Altıncı istasyonda en baskın tür *Iron* sp.'dir. *Rhithrogena* sp. ikinci, *Glossosoma* sp.2 türü ise üçüncü baskın türdür. *Iron* cinsi, ksenosaprobik ve oligosaprobik özellikteki dağlık bölgelerdeki akarsularda bulunmaktadır (Kazancı vd. 1997). *Rhithrogena* sp. ise sıklıkla ksenosaprobik bölgelerde bulunurken daha az ihtimalle de oligosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedir. Bu cinse çok nadiren de beta-mesosaprobik özellikteki bölgelerde rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). *Rhithrogena* cinsine ait bireyler temiz suların indikatör türlerini içerir. Çözünmüş oksijen ile pozitif bir korelasyona sahiptir (Kazancı ve Dügel 2000; Dügel ve Kazancı 2004). *Glossosoma* cinsi ise genelde oligosaprobik bölgelerde bulunmakla birlikte az ihtimalle beta-mesosaprobik, daha az ihtimalle de alfa-mesosaprobik bölgelerde bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). Bu cinslerin baskın olduğu 6. istasyon, I. sınıf su kalitesine sahip ve temiz – hafif kirlilik düzeyinde olan oligosaprobik özellikte bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Yedinci istasyonun en baskın tür *Iron* sp.'dir. İkinci en baskın tür ise *Planaria* sp. türüdür. Bu istasyonda bulunan diğer bentik makroinvertebrat canlıların baskınlık düzeyleri aynı seviyededir. *Iron* cinsi, ksenosaprobik ve oligosaprobik özellikteki dağlık bölgelerdeki akarsularda bulunmaktadır (Kazancı vd. 1997). *Planaria* cinsi sıklıkla beta-mesosaprobik bölgelerde bulunurken az ihtimalle de oligosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedir. Bu cinse çok nadiren de alfa-mesosaprobik

özellikteki bölgelerde de rastlanmaktadır. Bu cinslerin baskın olduğu 7. istasyon, I. sınıf su kalitesine sahip ve temiz – hafif kirlilik düzeyinde olan oligosaprobik özellikte bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Sekizinci istasyonda ise en baskın tür *Baetis rhodani*' dir. Bu türü sırasıyla *Iron* sp. ve *Lepidostomatidae* gen. sp.6 takip eder. *B. rhodani* genelde beta-mezosaprobik bölgelerde bulunmakla birlikte az ihtimalle alfa-mezosaprobik ve daha az ihtimalle de oligosaprobik bölgelerde bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). *Iron* cinsi, ksenosaprobik ve oligosaprobik özellikteki dağlık bölgelerdeki akarsularda bulunmaktadır (Kazancı vd. 1997). *Lepidostomatidae* familyasına ait türler genelde beta-mezosaprobik bölgelerde bulunmakla birlikte daha az ihtimalle oligosaprobik özellikteki yerlerde bulunabilirler. Çok nadiren de bu familya üyelerine alfa-mezosaprobik özellikteki bölgelerde de rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). Bu cinslerin baskın olduğu 8. istasyon, I. sınıf su kalitesine sahip ve temiz – hafif kirlilik düzeyinde olan oligosaprobik özellikte bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Dokuzuncu istasyonun en baskın türü *Iron* sp.' dir. İkinci en baskın tür *Dugesia lugubris*, üçüncü en baskın tür ise *Protonemura* sp.'dir. *Iron* cinsi, ksenosaprobik ve oligosaprobik özellikteki dağlık bölgelerdeki akarsularda bulunmaktadır (Kazancı vd. 1997). *D. lugubris* ise sıklıkla beta-mezosaprobik bölgelerde bulunur. Çok az ihtimalle oligosaprobik bölgelerde de bulunabilen bu türe nadiren de alfa-mezosaprobik bölgelerde de rastlanmaktadır (Bauernfeind vd. 1995). *Protonemura* cinsi genellikle ksenosaprobik bölgelerde bulunurken daha az ihtimalle de oligosaprobik bölgelerde bulunmaktadır. Bu cinse çok nadiren de beta-mezosaprobik bölgelerde rastlanmaktadır. Bu cinslerin baskın olduğu 9. istasyon, I. sınıf su kalitesine sahip ve temiz düzeyde olan oligosaprobik özellikte bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

Onuncu istasyonun en baskın türü *Ephemerella major* olurken bu türü aynı baskınlık seviyesiyle *Ephemerella ignita* ve *Baetis gemellus* türleri takip etmektedir. *E. major* ve *E. ignita* türleri genelde beta-mezosaprobik, az ihtimalle oligosaprobik ve daha az ihtimalle de alfa-mezosaprobik özellikteki bölgelerde bulunur. Çok nadiren de ksenosaprobik bölgelerde de bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). *B.gemellus* ise genellikle oligosaprobik bölgelerde bulunmakla beraber daha az bir ihtimalle de beta-mezosaprobik bölgelerde bulunabilmektedir (Bauernfeind vd. 1995). Bu türlerin baskın olduğu 10. istasyon, II. sınıf su kalitesine sahip ve hafif – orta kirlilik düzeyinde olan beta-mezosaprobik özellikte bir istasyondur. Bu istasyonda baskın olarak bulunan türlerin saprobik düzeyleri literatür bilgilerinde verilen önceki çalışmalardaki bulgularla tamamen uyumlu çıkmıştır.

4.3.2. Benzerlik analizi

Çalışmada bentik makroinvertebrat örneklerinin toplandığı 10 istasyonun benzerlik analizi yapılmış Çizelge 3.5.'te görülen değerlere göre incelenmiştir. Buna göre en yakın benzerlik gösteren istasyonlar 8. ve 9. istasyonlardır. Diğer en yakın benzerlikler ise sırasıyla 6. ve 8. istasyonlar, 1. ve 4. istasyonlar, 6. ve 9. istasyonlar, 1. ve 3. istasyonlar, 4. ve 10. istasyonlar, 3. ve 4. istasyonlar, 3. ve 10. istasyonlar, 6. ve 10. istasyonlardır.

Benzerlik katsayısı 1 olan 8. ve 9. istasyonların ortak taksonları; *Dugesia lugubris*, *Paraleptophlebia wernerii*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Baetis muticus*, *Rhithrogena* sp., *Iron* sp., *Protonemura* sp., *Isoperla* sp., *Chloroperla* sp., *Pontoperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.4, *Rhyacophila* sp.5, Lepidostomatidae gen. sp.3, Lepidostomatidae gen. sp.6, Sericostomatidae gen. sp.1, Sericostomatidae gen. sp.2, *Hydropsyche* sp., *Plectrocnemia brevis*, *Glossosoma* sp.2, *Glossosoma* sp.3, Limnephilidae gen. sp. ve Elmidae gen. sp. 2' dir. *Iron* sp. ve *Baetis rhodani* türlerinin her iki istasyonda da baskınlığı yüksektir. İki istasyonun da su kaliteleri I. sınıf kalitededir.

Benzerlik katsayısı 0,98 olan 6. ve 8. istasyonların ortak taksonları; *Dugesia lugubris*, *Paraleptophlebia weneri*, *Baetis rhodani*, *Baetis muticus*, *Rhithrogena* sp., *Iron* sp., *Protonemura* sp., *Nemoura* sp., *Isoperla* sp., *Pontoperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.4, *Rhyacophila* sp.5, *Lepidostomatidae* gen. sp.6, *Sericostomatidae* gen. sp.1, *Sericostomatidae* gen. sp.2, *Hydropsyche* sp., *Diplectrona atra*, *Glossosoma* sp.2, *Silo piceus*, *Limnephilidae* gen. sp., *Elmis maugetii*, *Elmidae* gen. sp. 2, *Elmidae* gen. sp. 4 ve *Limnius* sp.' dir. *Iron* sp. ve *Rhithrogena* sp. türlerinin her iki istasyonda da baskınlığı yüksektir. İki istasyonun da su kaliteleri I. sınıf kalitededir.

Benzerlik katsayısı 0,86 olan 1. ve 4. istasyonların ortak taksonları; *Planaria torva*, *Dugesia lugubris*, *Dugesia gonocephala*, *Bythiospeum* sp., *Potamon* sp., *Asellus* sp., *Ephemerella major*, *Paraleptophlebia weneri*, *Ephemera danica*, *Baetis rhodani*, *Baetis gemellus*, *Baetis muticus*, *Electrogena* sp., *Iron* sp., *Perla* sp., *Agnetina* sp., *Protonemura* sp., *Isoperla* sp., *Chloroperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.4, *Rhyacophila* sp.5, *Rhyacophila* sp.8, *Lepidostomatidae* gen. sp.3, *Sericostomatidae* gen. sp.1, *Sericostomatidae* gen. sp.2, *Hydropsyche* sp., *Diplectrona atra*, *Polycentropus kingi*, *Wormaldia* sp. , *Aeshnidae* gen. sp. , *Elmis maugetii*, *Elmidae* gen. sp. 2, *Helodidae* gen. sp. 1 ve *Helodidae* gen. sp. 2' dir. Her iki istasyonda da *Iron* sp. türünün baskınlığı yüksektir. İstasyonların su sıcaklıkları 1. istasyonda 15,4 °C, 4. istasyonda ise 15,2°C ile, pH değerleri 1. istasyonda 7,68, 4. istasyonda 7,71 ile, elektriksel iletkenlik değerleri 1. istasyonda 0,35 mS/cm, 4. istasyonda 0,37 mS/cm ile birbirine çok yakın değerlerdedir.

Benzerlik katsayısı 0,84 olan 6. ve 9. istasyonların ortak taksonları; *Dugesia lugubris*, *Ephemerella major*, *Paraleptophlebia weneri*, *Baetis gemellus*, *Baetis muticus*, *Rhithrogena* sp., *Iron* sp., *Protonemura* sp., *Isoperla* sp., *Pontoperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.4, *Rhyacophila* sp.5, *Lepidostomatidae* gen. sp.6, *Sericostomatidae* gen. sp.1 , *Hydropsyche* sp., *Glossosoma* sp.2, *Limnephilidae* gen. sp. ve *Elmidae* gen. sp. 2' dir. Her iki istasyonda da *Iron* sp. türünün baskınlığı yüksektir. İki istasyonun da su kaliteleri I. sınıf kalitededir. İstasyonların çözülmüş oksijen değerleri 6. istasyonda 8,5 mg/l,

9. istasyonda 8,9 mg/l ile, pH değerleri 6. istasyonda 7,7, 9. istasyonda 7,75 ile birbirine çok yakın değerlerdedir.

Benzerlik katsayısı 0,79 olan 1. ve 3. istasyonların ortak taksonları; *Potamon* sp., *Ephemerella major*, *Ephemerella ignita*, *Paraleptophlebia weneri*, *Baetis rhodani*, *Baetis fuscatus*, *Baetis muticus*, *Electrogena* sp., *Rhithrogena* sp., *Iron* sp., *Perla* sp., *Isoperla* sp., *Chloroperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.2, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.4, *Rhyacophila* sp.5, *Lepidostomatidae* gen. sp.1, *Lepidostomatidae* gen. sp.3, *Lepidostomatidae* gen. sp.5, *Hydropsyche* sp., *Polycentropus irroratus*, *Wormaldia* sp. , *Lype phaopa*, *Elmis maugetii*, *Elmidae* gen. sp. 2, *Limnius* sp. , *Helodidae* gen. sp. 1, *Helodidae* gen. sp. 2, *Hydrophilidae* gen. sp. ve *Gyrinus* sp.' dir. Her iki istasyonda da *Ephemerella ignita* türünün baskınlığı yüksektir.

Benzerlik katsayısı 0,79 olan 4. ve 10. istasyonların ortak taksonları; *Dugesia lugubris*, *Caenis* sp., *Ephemerella major*, *Paraleptophlebia weneri*, *Ephemera danica*, *Baetis rhodani*, *Baetis gemellus*, *Baetis muticus*, *Electrogena* sp., *Iron* sp., *Perla* sp., *Protonemura* sp., *Isoperla* sp., *Xanthoperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.5, *Lepidostomatidae* gen. sp.3, *Sericostomatidae* gen. sp.1, *Sericostomatidae* gen. sp.2, *Hydropsyche* sp., *Wormaldia* sp. , *Glossosoma* sp.1, *Silo piceus*, *Elmis maugetii*, *Elmidae* gen. sp. 2 ve *Helodidae* gen. sp. 1' dir. iki istasyonun elektriksel iletkenlik değerleri 4. istasyonun 0,37 mS/cm, 10. istasyonun 0,36 mS/cm ile birbirine çok yakın değerlerdedir.

Benzerlik katsayısı 0,76 olan 3. ve 4. istasyonların ortak taksonları; *Potamon* sp., *Caenis* sp., *Ephemerella major*, *Paraleptophlebia weneri*, *Baetis pavidus*, *Baetis rhodani*, *Baetis muticus*, *Electrogena* sp., *Iron* sp., *Epeorus* sp., *Perla* sp., *Agnetina* sp., *Isoperla* sp., *Chloroperla* sp., *Xanthoperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.4, *Rhyacophila* sp.5, *Lepidostomatidae* gen. sp.3, *Hydropsyche* sp., *Wormaldia* sp. , *Micrasema bifoliatum*, *Elmis maugetii*, *Elmidae* gen. sp. 2, *Helodidae* gen. sp. 1 ve *Helodidae* gen. sp. 2' dir.

Benzerlik katsayısı 0,76 olan 3. ve 10. istasyonların ortak taksonları; *Caenis luctuosa*, *Caenis* sp., *Ephemerella major*, *Ephemerella ignita*, *Paraleptophlebia weneri*, *Baetis rhodani*, *Baetis lutheri*, *Baetis muticus*, *Electrogena* sp., *Rhithrogena* sp., *Iron* sp., *Perla* sp., *Isoperla* sp., *Xanthoperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.5, *Lepidostomatidae* gen. sp.3, *Hydropsyche* sp., *Wormaldia* sp. , *Elmis maugetii*, *Elmidae* gen. sp. 2, *Limnius* sp. ve *Helodidae* gen. sp. 1' dir. Her iki istasyonda da *Ephemerella ignita* ve *Baetis rhodani* türlerinin baskınlıkları yüksektir. İki istasyonun da su kaliteleri II. sınıf kalitededir. İki istasyonun çözünmüş oksijen değerleri 3. istasyonun 6,75 mg/l, 10. istasyonun 6,98 mg/l ile, pH değerleri 3. istasyonun 7,81, 10 istasyonun 7,95 ile birbirine çok yakın değerlerdedir.

Benzerlik katsayısı 0,75 olan 6. ve 10. istasyonların ortak taksonları; *Dugesia lugubris*, *Ephemerella major*, *Paraleptophlebia weneri*, *Ephemera danica*, *Baetis rhodani*, *Baetis lutheri*, *Baetis gemellus*, *Baetis muticus*, *Rhithrogena* sp., *Iron* sp., *Protonemura* sp., *Isoperla* sp., *Rhyacophila* sp.1, *Rhyacophila* sp.3, *Rhyacophila* sp.5, *Sericostomatidae* gen. sp.1, *Sericostomatidae* gen. sp.2, *Hydropsyche* sp., *Silo piceus*, *Limnephilidae* gen. sp., *Elmis maugetii*, *Elmidae* gen. sp. 2 ve *Limnius* sp.' dir.

4.3.3. Çeşitlilik analizleri

Bu çalışmada 4 farklı çeşitlilik indeksi uygulanmıştır. Bunlar Shannon, Simpson, McIntosh ve Margalef çeşitlilik indeksleridir.

Tüm indekslerde 1. istasyon en yüksek değere sahip istasyon olarak bulunmuştur. Su kalitesi bakımından I. – II. sınıf arası bir kalitede olan bu istasyon aynı zamanda oligosaprobik özelliktedir. Hafif kirlilik gösteren bu istasyonda çeşitliliğin fazla çıkmasının nedeni ortamın kalitesini düşüren organik maddelerin buradaki canlılar için uygun besin kaynağı olarak işlev görmesi ve ortamın besince zengin hale gelmiş olmasını söyleyebiliriz. Aynı zamanda sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri de ortamı çok fazla tehdit edici seviyelerde olmadığı için

canlı çeşitliliğin yüksek çıkmıştır. Shannon indeksine göre 1. istasyon 3,21 değeri ile kararlı ve dengeli bir habitat yapısına sahiptir.

Su kalitesi bakımından II. sınıf kalitede olan, beta-mezosaprobik özellikte ve hafif – orta kirlilik düzeyinde olan 2. istasyon çeşitlilik indeks değerlerinde nispeten düşük değerlere sahiptir. Bu istasyon üzerinde baraj inşaatı nedeniyle uygulanan yön değiştirme çalışmaları akarsuyun doğal habitatı tahrip etmiştir. Bu bozulmanın sonuçları çeşitlilik indeks değerlerinde de saptanmıştır. Shannon indeksine göre 2,02 değeri ile kararlı ve dengeli bir habitat yapısından uzaklaşan eğilime sahiptir.

Su kalitesi bakımından II. sınıf kalitede olan, beta-mezosaprobik özellikte ve hafif – orta kirlilik düzeyinde olan 3. istasyon Shannon, Simpson ve McIntosh çeşitlilik indekslerinin tümünde en düşük 5. değere sahip istasyon olmuştur. Bu istasyonda görülen insan etkili tahribatın sonuçları çeşitlilik indeks değerlerinde de saptanmıştır. Shannon indeksine göre 2,29 değeri ile kararlı ve dengeli bir habitat yapısından uzaklaşan eğilime sahiptir.

Su kalitesi bakımından I. sınıf kalitede olan, oligosaprobik özellikte ve temiz – hafif kirli düzeyde olan 4. ve 6. istasyonlar tüm çeşitlilik indekslerinde nispeten yüksek değerlere sahiptir. Shannon indeksine göre 2,35 değeri ile 4. istasyon ve 2,24 değeri ile 6. istasyon kararlı ve dengeli bir habitat yapısına doğru giden bir eğilime sahiptir.

Su kalitesi bakımından I. – II. sınıf arası bir kalitede olan 5. istasyon aynı zamanda oligosaprobik özelliktedir. Hafif kirlilik gösteren bu istasyon en düşük ikinci Shannon indeksi değerine ve en düşük üçüncü Simpson indeksi değerine sahiptir. Shannon indeksine göre 1,87 değeri ile kararlı ve dengeli bir habitat yapısından uzaklaşan eğilime sahiptir.

Tüm indekslerde 7. istasyon en düşük değere sahip istasyon olarak bulunmuştur. Su kalitesi bakımından I. sınıf kalitede olan bu istasyon aynı zamanda oligosaprobik özelliktedir. Yedinci istasyonun bu özelliklerine rağmen tüm çeşitlilik indekslerinde en düşük değerlere sahip olmasının nedeni istasyonun arazi yapısının diğer istasyonlardaki gibi örnek toplanmasına izin vermeyecek düzeyde

elverişsiz olmasından ve dolayısıyla etkin ve standart bir toplama yapılamamasından kaynaklanmaktadır. Arazi yapısının elverdiğince yapılan toplamada bulunan canlıların saprobik düzeyleri ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlerden elde edilen su kalite sınıfı ve ortamın saprobik düzeyiyle uyumlu çıkmış fakat yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü çeşitlilik indeks değerleri düşük bulunmuştur.

Su kalitesi bakımından I. sınıf kalitede olan, oligosaprobik özellikte ve temiz düzeyde olan 8. istasyon Shannon, Simpson ve McIntosh çeşitlilik indekslerinin tümünde en yüksek değerlere sahip üçüncü istasyon olmuştur. Shannon indeksine göre 8. istasyon 2,65 değeri ile kararlı ve dengeli bir habitat yapısına doğru giden bir eğilime sahiptir.

Sekizinci istasyon gibi su kalitesi bakımından I. sınıf kalitede olan, oligosaprobik özellikte ve temiz düzeyde olan 9. istasyon Shannon, Simpson ve McIntosh çeşitlilik indekslerinin tümünde en yüksek değere sahip ikinci istasyon olmuştur. Bu iki istasyonun benzerlik katsayıları da en yüksek değere sahiptir. Shannon indeksine göre 9. istasyon 2,78 değeri ile kararlı ve dengeli bir habitat yapısına doğru giden bir eğilime sahiptir.

Su kalitesi bakımından II. sınıf kalitede olan, beta-mesosaprobik özellikte ve hafif – orta kirlilik düzeyinde olan 10. istasyon Shannon indeksinde en düşük üçüncü, Simpson ve McIntosh indekslerinde ise en düşük ikinci değere sahip istasyondur. Bu istasyonun bulunduğu akarsu boyunca bulunan kırsal yerleşim yerlerinden ve ekili alanlardan buraya karışan maddeler habitatı bozulmasına neden olmuştur. Bu bozulmanın sonuçları çeşitlilik indeks değerlerinde de saptanmıştır. Shannon indeksine göre 10. istasyon 1,99 değeri ile kararlı ve dengeli bir habitat yapısından uzaklaşan eğilime sahiptir.

Margalef çeşitlilik indeksi diğer indekslerden farklıdır. Bu indeks hesaplamasında bireylerin türlerle arasındaki dağılımı hakkında bir değerlendirme yapılamaz. Ayrıca bu indekste minimum ve maksimum değerler olmadığından sadece istasyonların birbiriyle karşılaştırması yapılabilir. Çizelge 3.7.'de görüldüğü üzere takson sayısı ile çok güçlü bir korelasyona sahiptir. Margalef indeksi sadece tür

sayısına bağımlıdır. Shannon indeksinin düşük olduğu durumlarda Margalef indeksi yüksek olabilmektedir. Çünkü, eğer bir tür çok yüksek sayıda birey sayısına sahipse ve diğer türler az sayıda birey içeriyorsa, Margalef indeksinde önemli olan tür sayısı olduğu için, bu indeks değeri yüksek çıkabilir. İndeks hesaplamalarının sonucunda bu durum gözlenmiştir.

Simpson indeksinde eğer bir tür, bir bireyle temsil ediliyorsa, hesaplamada bu değer sıfır çıkacağından bu türün indeks değerine bir katkısı yoktur. Oysa Shannon indeksinde bir tür, bir bireyle temsil edilse bile bu türün indeks değerine katkısı vardır.

4.3.4. Eşitlik analizleri

Bu çalışmada 2 farklı eşitlik indeksi uygulanmıştır. Bunlar Pielou ve McIntosh eşitlik indeksleridir.

Eşitlik indeksleri türlerin istasyonlarda eşit şekilde dağılıp dağılmadığını belirlemede kullanılır. Bu değer 1'e ne kadar yakınsa bireylerin istasyonda o derece yakın dağıldığı belirtir. Her iki indekste de 9. istasyon 0,80 Pielou değeri ve 0,86 McIntosh eşitlik değeri ile en yüksek değerlere sahip istasyon olmuştur. Aynı şekilde her iki indekste 1. istasyon 0,78 Pielou değeri ve 0,86 McIntosh eşitlik değeri ile en yüksek ikinci değerlere sahip istasyon olmuştur. Sekizinci istasyon da 0,72 Pielou değeri ve 0,80 McIntosh eşitlik değeri ile en yüksek değerlere sahip üçüncü istasyon olmuştur. Bu sonuçlara göre bu üç istasyon bireylerin en eşit şekilde dağıldığı istasyonlar olmuştur. Onuncu istasyonda ise eşitlik indekslerinin en düşük değerlerine rastlanmıştır. Bu sonuca göre 10. istasyonda bireylerin eşit şekilde dağılmadığını söyleyebiliriz.

Eşitlik indekslerinde birey sayısının tür sayısına oranı ne kadar düşük olursa eşitlik indeks değeri o kadar yüksek olur. Eşitlik indeksi hesaplamaları sonucunda bu durum gözlenmiştir.

Bütün değerlendirmeler sonucunda çalışmalar sırasında len fiziko-kimyasal değişkenlere göre istasyonların su kalite sınıfları I. sınıf kalite ve II. sınıf kalite arasındadır. Çalışma alanının izole bir yapıya sahip olması ve koruma alanı olması nedeniyle istasyonların bulunduğu akarsularda ileri düzeyde bir kirliliğe rastlanmamıştır. Yedigöller Milli Parkı'nın içindeki 9. istasyonun su kalitesi I. sınıf, yakın çevresindeki istasyonlardan 4., 6., 7. ve 8. istasyonların su kaliteleri I. sınıf, 5. istasyonun su kalitesi I. – II. sınıf arası, uzak çevresindeki 1. istasyonun su kalitesi I. – II. sınıf arası, 2., 3. ve 10. istasyonların su kaliteleri II. sınıf kalitede bulunmuştur. Bu da göstermektedir ki bir koruma alanı olan Yedigöller Milli Parkı'ndan uzaklaştıkça istasyonların kalitelerinde bozulmalar görülmektedir. Ayrıca yön değiştirme çalışmaları, evsel ve tarımsal atıkların sulara karışması gibi etmenler akarsuları direkt etkilemektedir.

Yine aynı şekilde, çalışma alanının izole bir yapıya sahip olması ve koruma alanı olması nedeniyle buradaki akarsuların bentik makroinvertebrat faunası oldukça zengin bulunmuştur. Çalışmada bulunan 137 farklı taksa böyle bir ortamın sonucunu göstergesidir.

Akarsuların bentik makroinvertebrat faunası da istasyonların kaliteleri ile tamamen paralel sonuçlar sergilemiştir. Birinci sınıf su kalitesine sahip, oligosaprobik özellikteki istasyonlarda temiz sularda bulunan indikatör türlerin baskın olarak bulunduğu, II. sınıf su kalitesine sahip, beta-mezosaprobik özellikteki istasyonlarda ise hafif kirliliğin görüldüğü sularda bulunan indikatör türlerin baskın olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında uygulanan baskınlık ve benzerlik analizleri, dört farklı çeşitlilik indeksi ve iki farklı eşitlik indeksi ile sonuçların istatistiksel analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre analizlerin bu tip çalışmalarda kullanımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Fiziko-kimyasal ölçümlere göre belirlenen su kalite sınıfları ile bu sularda bulunan bentik makroinvertebrat canlının uyumu çeşitlilik indekslerinde çok açık bir şekilde kendini göstermiştir. Temiz ve çok hafif kirlilik gösteren istasyonlardaki

Çeşitlilik indeks değerleri yüksek, hafif kirliliğin görülmeye başlandığı yada görüldüğü istasyonlardaki değerler ise düşük çıkmıştır.

Bu çalışmadaki değerlendirmeler akarsuların fiziko-kimyasal değişkenleri, bentik makroinvertebrat faunası ve çeşitli istatistiksel analizlerin birlikte kullanılması ile yapılmıştır. Tüm bu değerlendirmelerle birlikte temiz bir istasyonun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının nasıl olduğu, çevresel değişiklikler ve insan müdahaleleri ile habitatlarda meydana gelecek bozulmaların ortamı ve bentik makroinvertebrat faunasını nasıl etkileyeceği gösterilmiştir.

Bu alışma sayesinde Yedigöller Milli Parkı'ndaki ve çevresindeki akarsularda ileride uygulanabilecek biyolojik izleme ve restorasyon çalışmalarında kullanılabilecek veriler elde edilmiş ve bu tip çalışmalara yönelik ön bilgiler sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Bauernfeind, E., Moog, O. & Weichselbaumer, P., 1995 Ephemeroptera. In: Moog, O. (Ed.): Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung 1995, 2002. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Bellmann, H., 1988, Leben in Bach und Teich, München, Mosaik – Verlag, Germany, 287p.
- Buffagni, A., Kemp J.L., Erba, S., Belfiore, C., Hering, D. And Moog, O., 2001, A Europe-wide system for assessing the quality of rivers using macroinvertebrates: the AQEM Project and its importance for southern Europe (with special emphasis on Italy). Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater Journal of Limnology 60,1: 39-48.
- Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Ankara, 73s.
- Dow, C. and Zampella, R., 2000, Specific conductance and pH as indicators of watershed disturbance in streams of the New Jersey Pinelands, USA, Environmental Management 26, 4: 437-445.
- Duran, M., 2006, Monitoring water quality using benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters of the Behzat Stream (Tokat, N TURKEY). *Polish Journal of Environmental Studies* 15 (5), 709-717
- Duran, M., Tuzen, M., and Kayım, M., 2003, Exploration of biological richness and water quality of stream Kelkit, Tokat-Turkey, *Fresenius Envir. Bull.* 12(4), 368-375.
- Dügel, M. and Kazancı, N., 2004, Assessment of water quality of the Büyük Menderes River (Turkey) by using ordination and classification of macroinvertebrates and environmental variables, Journal of Freshwater Ecology 19: 605-612.

- Dügel, M., 2001, Büyük Menderes Nehri'nin Su Kalitesinin Biyolojik ve Fiziko-kimyasal Verilerle Belirlenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 130s.
- Dügel, M., 1995, Köyceğiz Gölü'ne dökülen akarsuların su kalitelerinin fiziko-kimyasal ve biyolojik parametrelerle belirlenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 88s.
- Edington, J.M. and Hildrew, A.G., 1981, Caseless caddish larvae of the British Isles, Freshwater Biological Association Scientific Publication, London, No.43, 91p.
- Ellenberg, H., Arndt, U., Bretthauer, R., Ruthsatz, B. and Steubing, L., 1991, Biological Monitoring: signals from the environment, Friaeder. Vieweg and Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, 318p.
- EPA, 2006, U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov>
- Erşahin, G. ve Şerifeken, İ., 2002, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Bolu İli Raporu, 57s.
- Girgin, S., Kazancı, N. and Dügel, M., 2003, Ordination and classification of macroinvertebrates and environmental data of a stream in Turkey, Water Science and Technology 47: 133-139.
- Girgin, S., 1997, Ankara Çayı'nda taban büyük omurgasızlarının çeşitliliklerinin değişik indisler kullanılarak araştırılması, Doğa-Tr. J. of Zoology, 21: 269-274.
- Girgin, S., Kazancı, N. and Doğan, O., 1997, A new approach to the irrigation water quality criteria in Turkey: Ankara Stream, International Conference on "Water management, salinity and pollution control towards sustainable

irrigation in the Mediterranean Region” Vol. II Water Quality and Pollution Control, 43–54 Bari, Italy.

Girgin, S. ve Kazancı, N., 1996, Kirmir Çayı'nda Taban Büyük Omurgasızlarının Dağılımı Üzerine Bir Araştırma, XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Hidrobiyoloji Seksiyonu, 53-62, İstanbul.

Girgin, S. ve Kazancı, N., 1994, Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi I (Ed. N. Kazancı): Ankara Çayı'nda Su Kalitesinin Fiziko - Kimyasal ve Biyolojik Yöntemlerle Belirlenmesi, İmaj Yayıncılık, Ankara, 184s.

Gledhill, T, Sutcliffe, D.W. and Williams, W.D., 1976, Key to British Freshwater Crustacea: Malacostraca, Freshwater Biological Association Scientific Publication, London, No.32, 72p.

Gloer, P., Meier-Brook, C. and Osterman, O., 1992, Süßwasser Mollusken, Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 111p.

Goldman, C. and Horn, A.J, 1983, Limnology, Mac Graw Hill International Book Company, Tokyo, 404p.

HACH, 2005, DR/890 Datalogging Colorimeter Handbook Procedures Manual, 616p.

Haybach, A., 1999, Beitrag zur Larvaltaxonomie der Ecdyonurus-venosus Gruppe in Deutschland, Lauterbornia 37: 113-150.

Hem, J.D., 1985, Study and Interpretation of the chemical characteristic of natural water, USGS Water Supply, Washington D.C., 2254p.

Hynes, H.B.N., 1960, The biology of polluted waters. Liverpool University Press., Liverpool. 202p.

- Illies, J., 1978, Limnofauna Europaea, Gustav Fischer Verlag, Swets and Zeitlinger B.V. Germany, Second Edition, 536p.
- Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Yıldırım, Z. M. Ve Zeybek, M., 2008, Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. 20 (1), 23-33.
- Kazancı, N. ve Türkmen, G., 2008, Yedigöller Milli Parkı (Bolu) Ephemeroptera (Insecta) Faunası üzerine bir araştırma: su kalitesi ve referans habitat özellikleri, Review of Hydrobiology, 1,1: 53-71.
- Kazancı, N., Dügel, M. and Girgin, S., 2008, Determination of indicator genera of benthic mactoinvertebrate communities in running waters in western Turkey, Review of Hydrobiology, 1,1:1-16.
- Kazancı, N., Oğuzkurt, D., Girgin, S. and Dügel, M., 2003, Distribution of benthic macroinvertebrates in relation to physico-chemical properties in the Köyceğiz-Dalyan estuarine channel system (Mediterranean Sea, Turkey), Indian Journal of Marine Sciences 32: 141-146.
- Kazancı. N., 2001a, Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi VI (Ed. N. Kazancı): Türkiye Ephemeroptera (Insecta) Faunası, İmaj Yayınevi, Ankara, 72s.
- Kazancı, N., 2001b, Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi V (Ed. N. Kazancı): Gümüşhane, Erzurum, Erzincan, Artvin, Kars İlleri Ephemeroptera (Insecta) Faunasına ilişkin ön çalışma, İmaj Yayınevi, Ankara, 80s.
- Kazancı, N. and Girgin, S., 2001, Physico-chemical and biological characteristics of thermal springs in Köyceğiz and Dalaman basins in south-western Turkey and recommendations for their protection, Water Science and Technology 43: 211-221.

Kazancı, N. ve Dügel, M., 2000, An evaluation of the water quality of Yuvarlakçay Stream in the Köyceğiz-Dalyan Protected Area, SW Turkey, Turk. J. Zool. 24: 69-80.

Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D., Mutlu, B., Dere, Ş., Barlas, M. and Özçelik, M., 1999, Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi IV (Ed. N. Kazancı): Köyceğiz, Beyşehir, Eğirdir, Akşehir, Eber, Çorak, Kovada, Yarışlı, Bafa, Salda, Karataş, Çavuşçu Gölleri, Büyük ve Küçük Menderes Deltası, Güllük ve Karamuk Bataklığı'nın limnolojisi, çevre kalitesi ve biyolojik çeşitliliği, Form Ofset, Ankara. 372s.

Kazancı, N. and Girgin, S., 1998, Distribution of Oligochaeta species as bioindicators of organic pollution in Ankara Stream and their use in biomonitoring, Turkish Journal of Zoology 22: 83-87.

Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M. and Oguzkurt, D., 1997, Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi II (Ed. N. Kazancı): Akarsuların çevre kalitesi yönünden değerlendirilmesinde ve izlenmesinde biyotik indeks yöntemi, İmaj Yayınevi, Ankara. 100s.

Kazancı, N., 1993, Protection of Environment and Nature in Köyceğiz-Dalyan, Final Report of Hydrobiological Subproject (GTZ) GmbH. Darmstadt, 229p.

Kazancı, N., Izbirak, A., Çağlar, S. S. and Gökçe, D., 1992, Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi sucul ekosisteminin hidrobiyolojik yönden incelenmesi, Özyurt Press, Ankara.

Kocataş, A., 1992, Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniv. Matbaası, İzmir, 564s.

Ludwig, W., 1993, Tiere in Bach, Fluss, Tümpel, See, BLV, Verlagsgesellschaft mBH, München, Wien, 255p.

- Macan, T.T., 1981, A guide to the Freshwater invertebrate animals, Longman, England, 118p.
- Macan, T.T., 1976, A key to the nymphs of the British water bugs (Hemiptera – Heteroptera) with notes of their ecology, Freshwater Biological Association Scientific Publication, London, 16, 77p.
- Malzacher, V.P., 1984, Die europäischen Arten der Gattung *Caenis* Stephens (Insecta: Ephemeroptera). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Ser.A.: 373, 48p.
- McIntosh, R.P., 1967, An Index of Diversity and the Relation of Certain Concepts to Diversity
- Metcalf, J. L., 1989, Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe, Environmental Pollution, 60, 101-139.
- Merrit, R.W. and Cummins, K.W., 1978, An introduction to the aquatic insects of North America, Kendall/Hunt Publishing Company, 441p.
- Müller, J. and Weise, G., 1987, Oxygen budget of a river rich in submerged macrophytes (River Zschopau in the South of the GDR). Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 72: 653-667.
- Öz, B., 2007, Batı Karadeniz Bölgesi akarsularında bentik makroinvertebrat faunası üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 105s.
- Özmen, B., 2000, Düzce – Bolu Bölgesinin jeolojisi, diri fayları ve hasar yapan depremleri, 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Raporu, Ankara, 14s.
- Pennak, R., 1978, Freshwater invertebrates of the United States, Second Edition, John Wiley and Sons Interscience Publication, New York, 803p.

- Pielou, E.C., 1966, The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections, J. Theoret. Biol., 13: 131-144.
- Quigley, M., 1980, A key to identification: Invertebrates of streams and rivers, Spottishwood Ballantyne Ltd., London, 84p.
- Radolfzell, U.F., 1979, Bidbestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellen – Larven (Insecta: Odonata), Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Seria A (Biologie), No.333, Stuttgart, 17p.
- Reynoldson, T.B., 1978, A key to British freshwater Triclad (Turbellaria), Freshwater Biological Association Scientific Publication, London, 2nd Edition, 23, 32p.
- Schneller, M. V., 1955, Oxygen depletion in Salt Creek, Indiana. Invest. Indiana Lakes Streams, 4: 162-175.
- Shannon, C.E., 1948, A Mathematical Theory of Communication, Bell. Syst. Tech. J. 27(3): 379-423, 623-656.
- Simpson, E.H., 1949, Measurement of Diversity. Nature, 163: 688.
- Streble, H. and Krauter, H., 1988, Das Leben im Wassertropfen, Frankhische Verlagsshandlung, Sturttgart, 400p.
- Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D. ve Barlas, M., 2006, Emiralem Deresi'nin (İzmir - Menemen) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10-3,328-333.
- Wetzel, R.G., 1983, Limnology, Sounders College Publishing, New York, 767p.
- Zwick, P., 2004, Key to West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Limnologica, 34: 315-348.

EK-1 FOTOĞRAFLAR



Foto.1. İstasyon 1



Foto.2. İstasyon 2



Foto.3. İstasyon 3



Foto.4. İstasyon 4



Foto.5. İstasyon 5



Foto.6. İstasyon 6



Foto.7. İstasyon 7



Foto.8. İstasyon 8

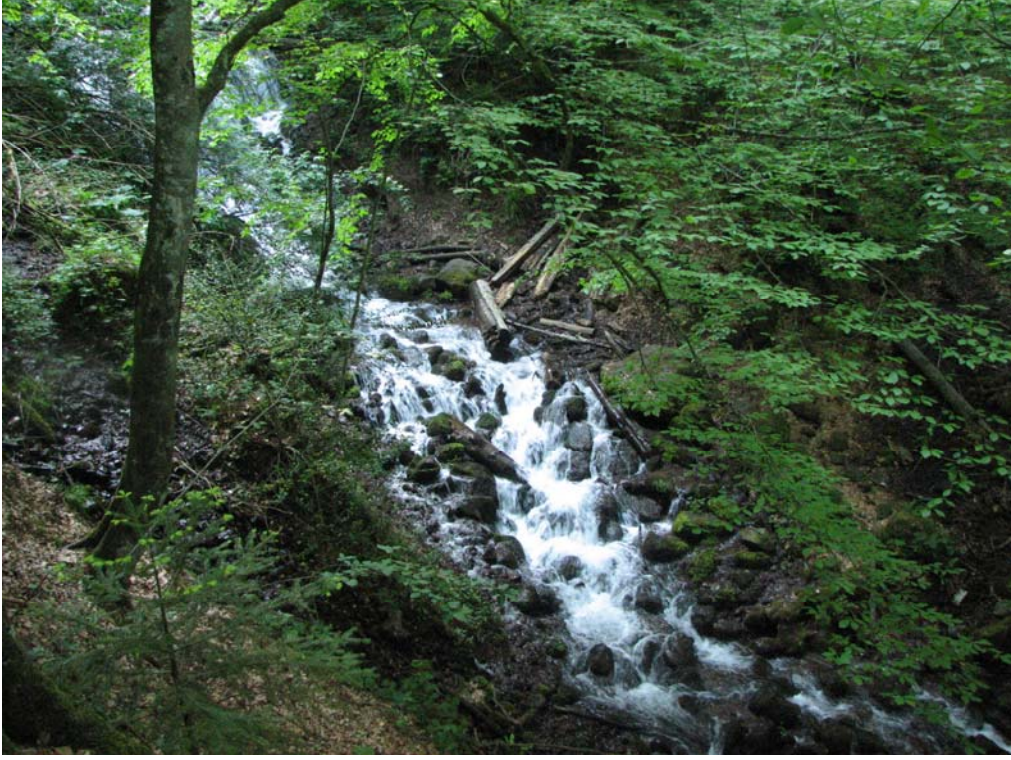


Foto.9. İstasyon 9



Foto.10. İstasyon 10

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : GENCER TÜRKMEN

Doğum Yeri : ANKARA

Doğum Yılı : 27.09.1983

Medeni Hali : BEKAR

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1997 – 2000 KEÇİÖREN LİSESİ

**Lisans 2002 – 2006 HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ, FEN FAKÜLTESİ,
BİYOLOJİ BÖLÜMÜ**

Yabancı Dil : İNGİLİZCE