

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MALACOSTRACA (CRUSTACEA) SINIFININ SU
ÇERÇEVE DİREKTİFİNE UYGUN OLARAK İZLEME
ÇALIŞMALARINDA KULLANILMASI VE EKOLOJİK
YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ: CEYHAN VE
SEYHAN HAVZALARI ÖRNEĞİ**

**Tezi Hazırlayan
Burak SEÇER**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Sevil SUNGUR**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Doktora Tezi**

Ağustos 2023

Doç. Dr. Sevil SUNGUR danışmanlığında **Burak SEÇER** tarafından hazırlanan “**Malacostraca (Crustacea) Sınıfının Su Çerçeve Direktifine Uygun Olarak İzleme Çalışmalarında Kullanılması ve Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi: Ceyhan ve Seyhan Havzaları Örneği**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

21/08/2023

JÜRİ

Başkan

Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK

Üye

Doç. Dr. Didem GÖKÇE

Üye

Doç. Dr. Ercan SOYDAN

Üye

Doç. Dr. Sevil SUNGUR

Üye

Dr. Öğr. Üye. İbrahim KÜÇÜKBASMACI

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

/09/2023

Doç. Dr. Cemal ÇARBOĞA

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Burak SEÇER

TEŞEKKÜR

BaŐta tez konusu seğiminde, ęalıŐmanın her aŐamasında fikir ve önerileriyle yol gösterici olan her zaman yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Sevil SUNGUR'a,

Bilimsel katkıları ile tez ęalıŐmamı ileri taŐımamı sağlayan doktora tez izleme jüri üyeleri Prof. Dr. Erdoğan IEK ve Dr. Öğr. Üye. İbrahim KÜÇÜKBASMACI'a teşekkürü bir borę bilirim. Ayrıca tez ęalıŐmamın son şeklini almasındaki öneri ve katkıları için Doç. Dr. Didem GÖKÇE ve Doç. Dr. Ercan SOYDAN'a teşekkür ederim.

İstatistiksel analizlerin yapılmasında katkıda bulunan ve ęalıŐmalarıyla daima yanımda olan değerli arkadaşım Selda ÖZTÜRK'e,

Arazi ęalıŐmalarının yanı sıra doktora tez ęalıŐmamın her aŐamasında beraber ęalıŐtığım maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan değerli arkadaşım Ümit LAÇIN'e teşekkür ederim.

Malacostraca (Crustacea) Sınıfının Su Çerçeve Direktifine Uygun Olarak İzleme Çalışmalarında Kullanılması ve Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi: Ceyhan ve Seyhan Havzaları Örneği

(Doktora Tezi)

Burak SEÇER

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ağustos 2023

ÖZET

Bu çalışma 2014-2019 yılları arasında Ceyhan ve Seyhan havzalarından belirlenen 72 istasyondan ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinden birer kez olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmasında 16.669 birey incelenmiş olup Malacostraca sınıfına ait üç takım (Amphipoda, Decapoda ve Isopoda), altı familya (Asellidae, Athyidae, Gammaridae, Niphargidae, Paleomonidae ve Potamidae) ve yedi cinse mensup 18 tür tespit edilmiştir. Ceyhan Havzasında tespit edilen türler içerisinde 8.345 birey ile en baskın tür *Gammarus pseudanatoliensis* iken Seyhan havzasında ise 2.039 birey ile en baskın tür *Gammarus goedmakersae* olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında Ceyhan Havzasından tespit edilen 13 türden beşi (*Gammarus lacustris*, *G. effultus*, *G. agrarius*, *Echinogammarus ischnus* ve *Potamon ibericum*) Seyhan Havzasında ise 10 türden dördü (*Gammarus mladeni*, *G. pseudanatoliensis*, *Potamon potamios* ve *Echinogammarus ischnus*) ilgili havzalar için yeni kayıt niteliği taşımaktadır. Fizikokimyasal parametrelerin Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre değerlendirilmesi sonucunda; Ceyhan Havzasında üç istasyon orta derecede kirlenmiş su kalitesinde (III. sınıf), 15 istasyon az kirlenmiş su (II. sınıf) ve 31 istasyon ise yüksek kaliteli su (I. kalite) sınıfında tespit edilmiştir. Seyhan Havzasında ise 12 istasyon az kirlenmiş su (II. sınıf), 11 istasyon ise yüksek kaliteli su (I. sınıf) sınıfında olduğu belirlenmiştir. Biyotik indeksleri kullanarak yapılan havzalar için genel değerlendirme sonucunda Ceyhan Havzasında sekiz istasyon, Seyhan Havzasında ise iki istasyon kirlenmiş ya da kirlilik etkisi altında olarak gözlemlenirken diğer istasyonlar ise nispeten kirlilik baskısından uzak iyi kalitede (orta, iyi, yüksek kalite) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ceyhan, Seyhan, Malacostraca, Biyotik indeks, Fizikokimyasal parametre*

Tez Danışman: Doç. Dr. Sevil SUNGUR

Sayfa Adeti: 95

**The Use of Malacostraca (Crustacea) Class in Biomonitoring Studies in
Accordance with Water Framework Directive and Ecological Evaluation: The
Case of Ceyhan and Seyhan Basins
(Phd. Thesis)**

Burak SEÇER

**UNIVERSITY OF NEVSEHIR HACI BEKTAS VELI
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

August 2023

ABSTRACT

In this thesis, 72 stations were sampled from the Ceyhan and Seyhan basins between 2014 and 2019, once each in the spring, summer and fall seasons. As a result of the study, 16669 individuals were examined. As a result of the species identification, 18 species belonging to three orders (Amphipoda, Decapoda and Isopoda), six families (Asellidae, Athyidae, Gammaridae, Niphargidae, Paleomonidae and Potamidae) and seven genera belonging to the class Malacostraca were identified. It was determined that *Gammarus pseudanatoliensis* was the most dominant species with 8345 individuals in Ceyhan basin and *Gammarus goedmakersae* was the most dominant species with 2039 individuals in Seyhan basin. Within the scope of the study, five of the 13 species identified in the Ceyhan basin (*Gammarus lacustris*, *G. effultus*, *G. agrarius*, *Echinogammarus ischnus* ve *Potamon ibericum*) and four of the 10 species in the Seyhan basin (*Gammarus mladeni*, *G. pseudanatoliensis*, *Potamon potamios* ve *Echinogammarus ischnus*) are new records for the region. The final quality classes of the average values of the physicochemical parameters measured at the stations were evaluated according to the Regulation on Surface Water Quality Management. In Ceyhan Basin, three stations were found to be in moderately polluted water quality (Class III), 15 stations in slightly polluted water (Class II) and 31 stations in high quality water (Class I). In Seyhan Basin, 12 stations were classified as slightly polluted water (Class II) and 11 stations were classified as high quality water (Class I). If a general evaluation is made for the basins by using biotic indices, eight stations in Ceyhan Basin and two stations in Seyhan Basin were observed as polluted or under the influence of pollution, while the other stations were relatively free from pollution pressure and in good quality (medium, good, high quality).

Keywords: *Ceyhan, Seyhan, Malacostraca, Biotic index, Physicochemical parameter*

Supervisor: Assoc. Prof. Sevil SUNGUR

Number of page: 95

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
1. BÖLÜM	
GİRİŞ	1
1.1. Malacostraca Sınıfının Genel Özellikleri.....	3
1.1.1. Amphipoda.....	4
1.1.1.1. Vücut Yapıları	6
1.1.1.2. Ekolojisi	8
1.1.2. Isopoda	9
1.1.2.1. Vücut Yapıları	10
1.1.2.2. Ekolojisi	11
1.1.2.3. Filogenisi.....	11

1.1.3.	Decapoda.....	12	
1.1.3.1.	Karidesler	13	
1.1.3.2.	Kerevitler.....	14	
1.1.3.3.	Yengeçler	16	
1.1.3.4.	Habitat ve Ekoloji.....	16	
1.1.3.5.	Filogenisi.....	17	
1.2.	Fizikokimyasal Parametrelere Ait Genel Bilgiler	17	
2. BÖLÜM			
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....			20
2.1.	Türkiye’de Malacostraca İle İlgili Taksonomik Çalışmalar	20	
2.2.	Bentik Makroomurgasız Taksonları İle Fizikokimyasal Parametreler Arasındaki İlişki Kapsamındaki Çalışmalar.....	22	
3. BÖLÜM			
MATERYAL ve YÖNTEMLER.....			25
3.1.	Çalışma Alanı.....	25	
3.1.1.	Ceyhan Havzası.....	25	
3.1.2.	Seyhan Havzası	28	
3.2.	Yöntem	30	
3.2.1.	Arazi çalışmaları ve tür teşhisi	30	
3.2.2.	Su numunelerinin alınması ve fizikokimyasal ölçümler.....	32	

3.3.	İstatistiksel Analizler.....	33	
3.3.	İstatistiksel Analizler.....	33	
3.3.1.	Baskınlık analizi.....	33	
3.3.2.	Sıklık (frekans) analizi	34	
3.3.2.	Sıklık (frekans) analizi	34	
3.3.3.	Benzerlik analizi.....	34	
3.3.4.	Çeşitlilik ve Yoğunluk analizi.....	34	
3.4.	Biyolojik Kalite Unsurları.....	35	
3.4.1.	Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Biyotik İndeksi-İspanyol versiyonu (BMWP-Sp)	36	
3.4.2.	%EPT Taksa.....	37	
3.4.3.	Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi	37	
4. BÖLÜM			
BULGULAR VE TARTIŞMA			38
4.1.	Ceyhan Havzası.....	39	
4.1.1.	Fizikokimyasal değerlendirme	39	
4.1.2.	Faunastik değerlendirme.	47	
4.1.3.	İstatistik değerlendirme	49	
4.1.3.1.	Bray-Curtis benzerlik indeksine göre istasyonlar arasındaki benzerlikler... 52		
4.1.3.2.	Çeşitlilik analizi.....	53	

4.1.3.3.	Malacostraca taksonları ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkiler	57	
4.2.	Seyhan Havzası.	60	
4.2.1.	Fizikokimyasal değerlendirme	60	
4.2.2.	Faunastik değerlendirme.	65	
4.2.3.	İstatistik değerlendirme	67	
4.2.3.1.	Bray-Curtis benzerlik indeksine göre istasyonlar arasındaki benzerlikler... ..	69	
4.2.3.2.	Çeşitlilik Analizi	70	
4.2.3.3.	Çeşitlilik Analizi	72	
4.3.	Ceyhan ve Seyhan Havzalarına Ait Mevsimsel Benzerlikler.	74	
4.4.	Ceyhan ve Seyhan Havzasına Ait Biyotik İndeks Analizi.....	75	
4.5.	Ceyhan ve Seyhan Havzasına Ait Su Kalite Durumunun Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'ne Göre Nihai Değerlendirmesi.....	77	
5. BÖLÜM			
SONUÇ VE ÖNERİLER			80
KAYNAKLAR			85
ÖZGEÇMİŞ			95

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1.	Ceyhan Havzası Örnekleme İstasyonlarına Ait Bilgiler.	27
Tablo 3.2.	Seyhan Havzası Örnekleme İstasyonlarına Ait Bilgiler.	30
Tablo 3.3.	YSK Yönetmeliği'ne göre kalite sınıfları.....	32
Tablo 3.4.	Su Kalitesi Sınıfları ve Renk Kodları.	33
Tablo 3.5.	Belirlenen multimetrik indeksler ve indekslerde yer alan metrikler.	36
Tablo 3.6.	Çalışma havzaları için belirlenen sınıf sınır değerleri.....	37
Tablo 4.1.	Tespit edilen Malacostraca sınıfına ait türlerin Ceyhan ve Seyhan havzalarına göre dağılımı.	38
Tablo 4.2.	Seyhan ve Ceyhan havzaları fizikokimyasal parametrelere ait Multicollinearty analizi.	39
Tablo 4.3.	Ceyhan Havzasındaki istasyonlara ait fizikokimyasal değişkenler.....	39
Tablo 4.4.	Ceyhan Havzası fizikokimyasal parametrelere ait Pearson korelasyon analizi.....	43
Tablo 4.5.	Ceyhan Havzası Malacostraca taksonlarının istasyonlara göre dağılımı.....	48
Tablo 4.6.	Ceyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimlere göre dağılımı.....	49
Tablo 4.7.	Ceyhan Havzası Malacostraca türlerinin istasyonlara göre birey sayısı (BS) ve % baskınlıkları (%D).	50
Tablo 4.8.	Ceyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimsel olarak bolluk (BS/m ²), % baskınlık (D) ve % sıklık (F) değerleri.	52
Tablo 4.9.	Ceyhan Havzası örnekleme istasyonlarına ait Bray-Curtis indeksi benzerlik oranları.	54
Tablo 4.10.	Ceyhan Havzasına ait istasyonlardaki çeşitlilik indeksleri.	55
Tablo 4.11.	Seyhan Havzasındaki istasyonlara ait fizikokimyasal değişkenler.....	60
Tablo 4.12.	Seyhan Havzası fizikokimyasal parametrelere ait Pearson korelasyon analizi.....	62

Tablo 4.13.	Seyhan Havzası Malacostraca taksonlarının istasyonlara göre dağılımı.....	66
Tablo 4.14.	Seyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimlere göre dağılımı.....	67
Tablo 4.15.	Seyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimsel olarak bolluk (BS/m^2), % baskınlık (D) ve % sıklık (F) değerleri.	67
Tablo 4.16.	Seyhan Havzası Malacostraca türlerinin istasyonlara göre birey sayısı (BS) ve % baskınlıkları (%D).	68
Tablo 4.17.	Seyhan Havzası örnekleme istasyonlarına ait Bray-Curtis indeksi benzerlik oranları.	70
Tablo 4.18.	İstasyonlara ait tür ve birey sayılarına bağlı hesaplanan çeşitlilik analizi değerleri.	71
Tablo 4.19.	Ceyhan ve Seyhan havzasına ait mevsimsel benzerlikler (Bray-Curtis).....	74
Tablo 4.20.	Seyhan Havzasına ait istasyonlarda hesaplanan ekolojik kalite oranları.....	76
Tablo 4.21.	Ceyhan havzasına ait istasyonlarda hesaplanan ekolojik kalite oranları.....	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Amphipoda takımında eşeyssel organlar.....	5
Şekil 1.2.	Amphipoda takımına mensup türlerde çiftleşme.....	5
Şekil 1.3.	Amphipoda takımının genel yaşam alanları.....	6
Şekil 1.4.	Amphipoda takımına mensup bireyin (<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>) genel vücut görüntüsü.....	7
Şekil 1.5.	Amphipoda takımına mensup bireylerde (<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>) anten yapısı.....	7
Şekil 1.6.	Amphipoda takımına mensup bireylerde (<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>) periopod yapısı.....	8
Şekil 1.7.	<i>Asellus aquaticus</i>	10
Şekil 1.8.	<i>Gammarus</i> sp.- <i>Asellus aquaticus</i> genel habitat.....	11
Şekil 1.9.	Malacostraca ve Isopoda'nın filogenetik ilişkileri.....	12
Şekil 1.10.	<i>Palaemon antennarius</i> A. Genel vücut görüntüsü. B. Göz. C. Frontal region. D. Anten. E. 5. Pleuron. F. Uropod. G. Scaphocerite.....	13
Şekil 1.11.	<i>Palaemonetes antennarius</i>	14
Şekil 1.12.	<i>Pontastacus leptodactylus</i>	14
Şekil 1.13.	<i>Pontastacus leptodactylus</i> . A. Genel vücut görüntüsü; B. gözler ve rostrum, C-D. telson; E-I. periopods 1-5,ventral görüntüsü; J-N. pereopods 1-5'in distal segmenti.....	15
Şekil 1.14.	<i>Potamon ibericum</i>	16
Şekil 1.15.	Decapoda'nın filogenisi.....	18
Şekil 3.1.	Ceyhan Havzası fiziki harita.....	26
Şekil 3.2.	Seyhan havzası fiziki harita.....	29
Şekil 3.3.	Örnekleme çalışmalarına ait resimler.....	31
Şekil 3.4.	Örneklerin depolanması.....	32
Şekil 4.1.	Mevsimlere göre istasyonların sıcaklık değişimleri.....	44
Şekil 4.2.	Mevsimlere göre istasyonların pH değişimleri.....	44
Şekil 4.3.	Mevsimlere göre istasyonların elektriksel iletkenlik değişimleri.....	45
Şekil 4.4.	Mevsimlere göre istasyonların çözünmüş oksijen değişimleri.....	46
Şekil 4.5.	Mevsimlere göre istasyonların toplam azot değişimleri.....	46

Şekil 4.6.	Ceyhan Havzası istasyonlarının benzerliklerine ait Cluster Kümeleme Analizi Grafiği (Bray-Curtis).....	53
Şekil 4.7.	Ceyhan Havzasına ait istasyonlardaki çeşitlilik indeksleri (H: Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi, EH: Shannon-Evenness yoğunluk indeksi).	57
Şekil 4.8.	Malacostraca türleri ve fizikokimyasal değişkenler arasındaki Kanonik Uyum Analizi.....	58
Şekil 4.9.	Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların sıcaklık değişimleri	63
Şekil 4.10.	Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların pH değişimleri.....	63
Şekil 4.11.	Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların elektriksel iletkenlik değişimleri	64
Şekil 4.12.	Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların çözünmüş oksijen değişimleri	64
Şekil 4.13.	Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların toplam azot değişimleri	65
Şekil 4.14.	Seyhan Havzası istasyonlarının benzerliklerine ait Cluster kümeleme analizi grafiği (Bray-Curtis).....	69
Şekil 4.15.	Seyhan havzası istasyonlarına ait çeşitlilik (H) ve yoğunluk (E) analiz grafiği.	71
Şekil 4.16.	Malacostraca türleri ve fizikokimyasal değişkenler arasındaki Kanonik Uyum Analizi.....	73
Şekil 4.17.	Havzalardaki mevsimsel benzerliklere ait Cluster kümeleme dendogramı (Bray-Curtis).....	75
Şekil 4.18.	Ceyhan ve Seyhan havzasına ait mevsimsel ayrımların n-MDS analizi ile gösterimi.....	75

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
%EPT	: % Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
µm	: Mikrometre
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASPT	: Takson Başına Ortalama Puan
BMWP	: Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Biyotik İndeksi
BMWP-Sp	:Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Biyotik İndeksi-İspanyol Modifikasyonu
°C	: Santigrat derece
CCA	: Canonical Correspondance Analysis
cm	: Santimetre
EKO	: Ekolojik Kalite Oranları
EPT-takson	: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera takson sayısı
EQR	: Ecological Quality Ratio
ha	: Hektar
HES	: Hidroelektrik Santral
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
m	: Metre
m ²	: Metrekare
mg/l	: Litrede miligram
mm	: Milimetre
MYÖ	: Milyon yıl önce
YSKY	: Yerüstü Su Kalite Yönetmeliği
µS/cm	: Santimetrede 1 mikrosimens

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Artan nüfus ile birlikte her geçen gün birçok doğal kaynak insan ihtiyaçları doğrultusunda sömürülmekte ve tahrip edilmektedir. Özellikle de sucul kaynaklar bu tahribattan çok daha fazla etkilenmektedir. Su kirliliğinin artması, dengesiz ve bilinçsiz kullanım, sucul canlılar üzerindeki baskının kontrol edilemez artışı gibi olumsuz gelişmeler, bilim insanlarını sucul kaynakların sürdürülebilir kullanımının yollarını bulmaya yönlendirmiştir (Aküzüm ve ark. 2010). Bu sebeple su kaynaklarının ekolojik kaliteleri belirlenerek yüksek kaliteli suların koruma altına alınması, kötü kalitede olan suları iyileştirme ve düzenlemeler yapılarak gerekli önlemlerin alınması çok önemlidir (Verdonschot 2004). Bu bağlamda yapılacak olan incelemelerde sadece suyun fizikokimyasal özelliklerine bakılması ekosistemin yapısı hakkında yeterli bilgi sağlamada yetersiz kalmaktadır. Ancak ortamdaki sucul canlılarla birlikte değerlendirilince kapsamlı ve güvenli bilgi edinmemizi sağlayabilmektedir (Alonso ve ark. 2010).

Bu nedenle suyun fizikokimyasal özelliklerine göre değerlendirmeyi temel alan standart su kalitesi izleme çalışmalarının yanısıra ekosistem hakkında daha detaylı bilgi sunan biyolojik izlemelerin önemi gittikçe daha iyi anlaşılmaktadır. Kimyasal inceleme ile sudaki anlık durum tespiti yapılabilirken, biyolojik kalite unsurlarının dahil edildiği yöntemler anlık durum tespitinin yanı sıra kullanılan canlı grubuna bağlı olarak geçmişten günümüze sucul ortamın maruz kaldığı etkiler hakkında değerlendirme yapmaya olanak sağlamaktadır. Biyolojik indeks yaklaşımlarından en çok bilinen ve kabul görüleni Biyotik Bütünlük İndeksleridir. Karr (1981) tarafından geliştirilen doğal kaynakların yönetimi ve kontrolü için izleme ve değerlendirme amacıyla kullanılan biyotik indeksler ABD’de Temiz Su Yasası ile birlikte birçok alanda uygulanmıştır. Geçen zamanla birlikte biyolojik izleme çalışmaları, yüzey suyunun fiziko-kimyasal ve biyolojik bütünlüğünün korunması ve iyileştirilmesini de barındıran su kaynaklarının yönetiminde önemli bir bileşen olmuştur.

Türkiye, Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında çevre ve su müktesebatına uyum amacıyla çeşitli çalışmalar yürütmektedirler. Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi (SÇD), 23 Ekim 2000 yılında Avrupa Paramentosunca su politikası adına hazırlanan bir eylem planıdır (Türkmen 2013). Su Çerçeve Direktifine göre, AB üye ülkeleri, 15 yıllık bir süreç içerisinde sınırları dahilinde yer alan bütün su kütlelerini iyileştirip koruyarak “iyi ekolojik durum”a getirmenin taahhütünü vermişlerdir. Bu direktifte, su kaynaklarının bir ticari değer değil, korunması ve iyileştirilmesi gereken bir kaynak olduğuna değinilmektedir. Hedefleri; sucul ekosistemlerde artan tahribatı önlemek, bu ekosistemlerin iyileştirilmesi ve korunmasını sağlamaktır (Türkmen 2013).

Bu direktife göre sucul ekosistemlerin ekolojik kalitelerinin belirlenmesinde aynı tipolojiye sahip akarsularda, benzer canlı grupları barındırabileceği varsayımından yola çıkılarak ilk adım olarak su kaynaklarının tipolojileri belirlenmektedir. Daha sonraki adım ise referans koşulunun belirlenmesidir. Bu kavram SÇD’nin temelini oluşturan bir kavramdır (Kazancı 2012). Buffagni ve ark. (2001)’ye göre referans koşulları barındıran ortamlarda;

1. Yerleşim alanı, tarım alanı bulunmamalı, varsa da çok az olmalı ve doğal orman barındırmalı,
2. Bulunan doğal ormanlardan dökülen yaprak dal gibi kalıntılar toplanmayıp ortamda doğal olarak kalmalı,
3. Nehir yapısı değiştirilmemiş ve akışın doğal halde olmalı,
4. Madencilik yapılmamalı, suyun akış yönüne bir müdahale olmamalı, doğal olmalı, gölet ve baraj bulunmamalı,
5. Bölgesel veya genel bir kirlilik kaynağı bulunmamalı ve
6. Biyolojik yapısını bozacak müdahaleler olmamalıdır.

Yukarıda bahsi geçen şartları barındıran sucul habitatlar, referans noktalar olarak belirlenir. Bu noktaların ekolojik kalite oranları ise tahmin edilen değer referans değere oranı ile hesaplanmaktadır (Buffagni ve ark. 2009).

Makroomurgasızlar biyolojik izleme çalışmaları için en elverişli canlı gruplarının başında gelmektedirler. Söz konusu canlılar biyoçeşitlilik ve sucul ekosistemlerin kalite değerlendirme çalışmalarında kritik ve kullanışlı veriler sağlamaktadır.

Makroomurgasızların yaygın olarak bulunmaları, yüksek birey sayılarına sahip olmaları, yüksek biyoçeşitlilik, yaşam şekilleri, ağız ve beslenme çeşitliliği gibi biyolojik özellikleri biyotik kalite elementi olarak kullanılmalarını ön plana çıkartmaktadır (Kazancı 2012).

Biyolojik izleme çalışmalarında kullanılan bentik makroomurgasızlar; alg ve makrofitlere oranla uzun bir yaşam sürelerine sahip olmaları sayesinde ekolojik koşulların daha eski zamanlardaki durumunu gösterebilmeleri, çevresel değişimlere balıklara kıyasla daha hızlı tepki vermeleri, örnekleme yöntemlerinin daha kolay olması, belirgin morfolojik özellikleri ve boyutları gibi tür teşhisini belirli seviyede kolaylaştıran özellikleri gibi nedenlerden dolayı ekolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılan canlılardır. Ayrıca ekolojik değişimlere birbirinden çok farklı tepkiler veren canlı gruplarını barındırması ve hareket özelliklerinin kısıtlı olması biyolojik izleme çalışmalarında tercih edilmelerine sebep olmaktadır (Kazancı ve ark. 2010).

Bentik makroomurgasızların fonksiyonel beslenme grupları öğütücüler, kazıyıcılar, toplayıcılar, süzücüler ve predatörlerdir (Cummins 1994). Bu grupların belirlenmesi habitat kalitesini değerlendirmek adına önemli belirteçlerdir. Süzücüler ve toplayıcıların kirliliğe toleransı yüksek olup habitat kalitesi düşük akarsularda bol ve yaygın olarak bulunmaktadır. Buna karşın kazıyıcılar ve öğütücüler hassas türler olmaları sebebiyle yüksek habitat kalitesine sahip sularda bulunurlar (Hynes 1970).

Havza izleme çalışmalarında biyolojik değerlendirme için bütün makroomurgasız grupları kullanılmaktadır. Seyhan ve Ceyhan havzaları içerisinde yürütülen bu çalışmada belirlenen istasyonların kalite durumu hem biyolojik hem de fizikokimyasal parametrelerle değerlendirilmiştir ve havzada dağılım gösteren Malacostraca sınıfına ait türlerin tek başına bu değerlendirme çalışmalarına nasıl bir etkisi olduğu araştırılmıştır.

1.1. Malacostraca Sınıfının Genel Özellikleri

Malacostraca sınıfı dünyada tanımlanmış 20.000'in üzerindeki tür ile Crustacea altşubesi içerisindeki en büyük sınıflardan biridir. Çoğunluğu denizel olmakla beraber tatlısulara ve karasal ortamlara da uyum sağlamış olup çok geniş bir dağılıma

sahiptirler. Isopoda, Amphipoda ve büyük bir takım olan Decapoda, Malacostraca sınıfı içerisinde yer alan en önemli takımlardır (Özbek ve Ustaoglu 2001). Literatür verilerine göre Türkiye’de Malacostraca sınıfına ait 201 taksonun bulunduğu belirlenmiştir. Bunlardan 121’i Amphipod (16 familya, 31 cins), 27’i Isopod (9 familya, 13 cins), 9’u Mysid (1 familya, 5 cins), 4’ü Tanaid (3 familya, 4 cins) ve 40’i Decapod (16 familya, 18 cins) olarak belirlenmiştir. Endemizm oranı en yüksek (%47) olan takım ise Amphipodadır (İpek ve Özbek 2022).

Malacostraca sınıfına mensup türler genel olarak altı thorax, sekiz abdomen olmak üzere 14 segmentten oluşmakta olup bilateral simetridir. Her bir segment bir çift üye taşımaktadır. İki çift anten, bir çift mandibul, bir çift birleşik göz ve iki çift maksilladan oluşan baş toraks kısmı ile birleşik olup sefalotoraks olarak adlandırılır. 1. çift anten antennul, 2. çift anten antenna olarak adlandırılmakta ve her iki anten de duyu organı olarak bilinmektedir. Crustacea grubuna mensup diğer türlerde 2. anten beslenme, hareket ve çiftleşmek için kullanılmaktadır. Genital açıklık (gonopor) dişilerde 6. torasik segmentte, erkeklerde ise 8. torasik segmentte yer alır (Ekinci 2015).

Bazı gruplar predatör, bazıları ise detritivor olup detritusu karıştırarak buldukları canlı ve ölü parçaları tüketirler. Bazı bireyler ise parazit olup bazı balık ve sucul canlılar üzerinden beslenmektedirler. Daha ilkel olan gruplarda beslenme suyu süzerek gerçekleştirilmektedir. Toraksta yer alan uzantıların oluşturduğu akıntılar ağız açıklığından ilerler (Demirsoy 1999).

1.1.1. Amphipoda

Amphipoda takımı tüm dünyada 6.000’e yakın tür ile temsil edilmektedir. Caprellidea, Hyperidea, Ingolfiellidea ve Gammaridea olmak üzere 4 büyük alt takımı bulunmaktadır. Şu ana kadar tanımlanmış türlerin yaklaşık %80’i Gammaridea alttakımına mensuptur. Türkiye’de 121 tür ile temsil edilmekte olup endemizm oranı yüksektir (İpek ve Özbek 2022).

Eşeyssel bezler göğüste yer alır. Testisleri bir çift iğ ya da silindir şeklindedir. Sperm kanalları bunların arka uçlarının uzantısı gibidir. Erkek eşey açıklığı göğsün son

segmentinin karın tarafındaki papilden açılır (Şekil 1.1.). Dişi eşey açıklığı ise 5. göğüs koksasının üzerinden açılır. Ovaryum bir ya da dallanmış iki uzun borudan ibarettir. Dişilerde, solungaçların yanlarından ayrılan kaşık şeklindeki epipodit eklentileri ile vücut arasında kuluçka boşluğu meydana gelir (Demirsoy 1999).



Şekil 1.1. Amphipoda takımında eşeysel organlar (Orijinal)

Amphipoda takımına mensup bazı türlerde, çiftleşmek için hazır olan erkeklerin göz ve birinci antenlerindeki calceolinin şişmesiyle karakterize edilir. Çiftleşme sırasında erkek bireyler kendinden daha küçük dişiye gnathopodlarıyla metasom segmentlerinden yakalar (ampleksus) ve beraber hareket ederler (Özbek 2003) (Şekil 1.2.).



Şekil 1.2. Amphipoda takımına mensup türlerde çiftleşme (Orijinal)

Gammaridae familya üyeleri “Dere Bitleri” ya da ”Tırnaksılar” olarak bilinmektedir. Demersal bölgede yaşamalarına rağmen kendilerine has yüzmeleri ile tanınmaktadır (Demirsoy 1999). Göl, gölet, akarsu, yeraltı suları ve çeşme yalıkları gibi hemen hemen bütün habitatlarda bulunurlar. Çoğunlukla suların verimli kısımlarında ve avcılardan saklanabilecekleri bitkiler arasında, taşların altında, kumul ve çakıl alanlarında tercih ederler. (Şekil 1.3.) (Ekinci 2015). Genel olarak ölü hayvansal ve bitkisel atık maddeler ile beslenirler. Sucul canlıların özellikle balık ve su kuşlarının besin kaynağını oluştururlar.



Şekil 1.3. Amphipoda takımına ait genel yaşam alanları (Orijinal)

Türkiye’de Amphipoda takımına ait endemik türler bulunmakla beraber 8 adet egzotik türde bulunmaktadır. Belarus’da yapılan bazı çalışmalarda egzotik *Dikerogammarus haemobaphes* türünün Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (AS-ISK) analizine göre yüksek istilacılık potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Bulunduğu ortamda agresif yaşam tarzı nedeniyle endemik türler üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır ve hatta bulunduğu istasyonlarda kendisi dışında herhangi bir türe rastlanmadığı rapor edilmektedir (Semechenko ve ark. 2018).

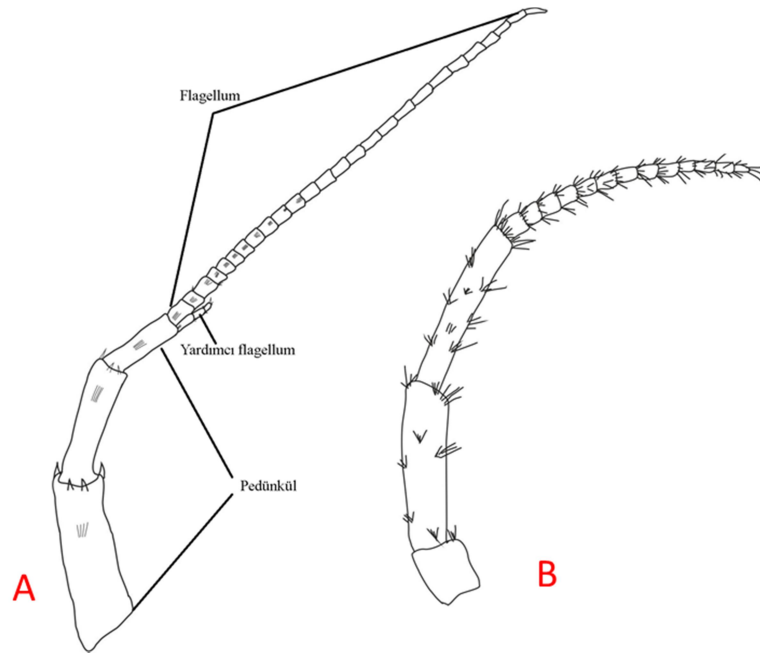
1.1.1.1. Vücut Yapıları

Lateralden yassı olan vücutları 14 segmentlidir. İlk sekizi göğüste, altısı ise abdomende yer alır (Şekil 1.4.). Tüm segmentlerde bir ekstremite bulunmaktadır. Bu ekstremitelerden ilk dört çifti öne doğru diğer üç çifti geriye doğru toplamda yedi çift periopod taşırlar.

Baş kısmını oluşturan segment ile thorax birleşik olup sefalothorax olarak adlandırılır. İki çift anten taşırlar. Birinci antende uzunluğu ve sayısı türden türe değişen bir anten ve yardımcı anten bulunmaktadır. İkinci anten genellikle hareket, beslenme ve çiftleşmede kullanılmaktadır (Şekil 1.5.). Antenlerde sayısı ve uzunluğu türler arasında ve eşeyssel olarak farklılık gösteren kıl demetleri bulunmaktadır (Gledhill ve ark. 1993; Özbek 2003).

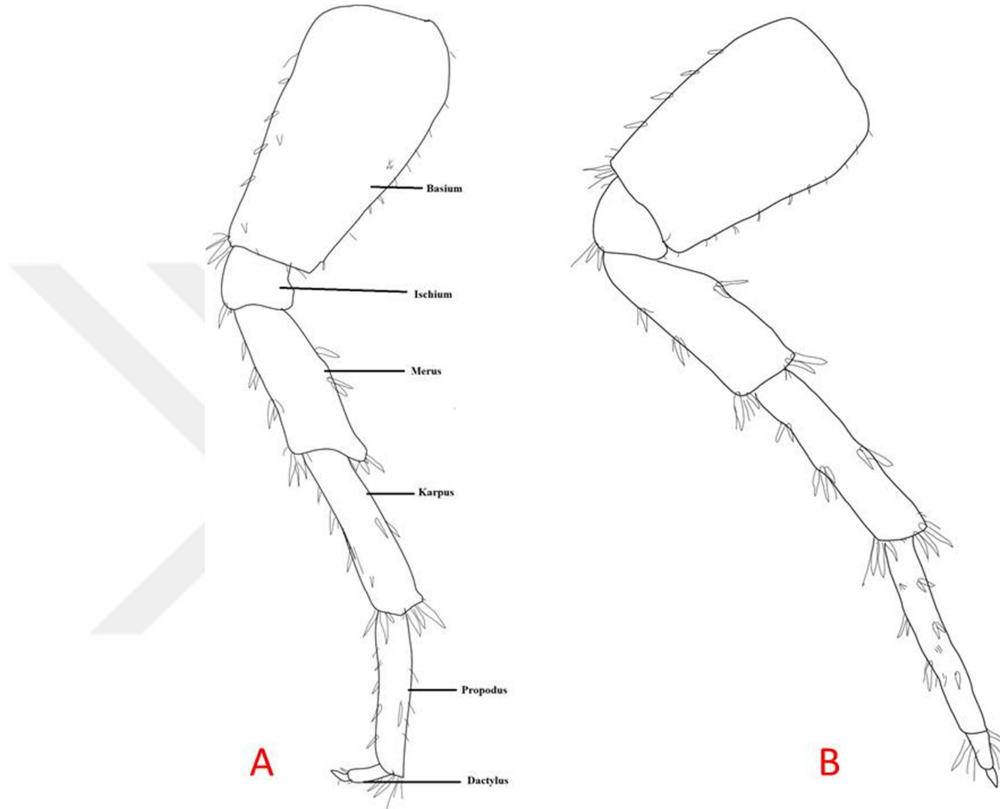


Şekil 1.4. Amphipoda takımına mensup bireyin (*Gammarus pseudanatoliensis*) genel vücut görüntüsü (Orijinal)



Şekil 1.5. Amphipoda bireylerinde (*Gammarus pseudanatoliensis*) anten yapısı. A= Antenna I; B=Antenna II (Orijinal)

Yürüme bacağı olarak bilinen periopodlar 7 çifttir. Bunların yapısı ve kıllanma kompozisyonu tür teşhisinde kullanılan önemli karakterlerdendir. Her bir periopod yedi eklemden oluşmaktadır. Bunlar; koksa, basium, ischium, merus, karpus, propodus ve dactylus'tur (Karaman ve Pinkster 1977a) (Şekil 1.6.).



Şekil 1.6. Amphipoda bireylerinde (*Gammarus pseudanatoliensis*) Periopod yapısı A= Periopod 7; B=Periopod 5

Amphipoda takımına mensup türlerin ayırımında, metasom ve urosomun dorsal armatür yapısı, göz şekli, pedüncülün uzunluğu ve kıllanma şekli, ağız parça yapıları, koksal plakaların şekli, birinci gnatopodun şekli ve yapısı, periopodların yapısı ve kıllanma durumu, epimeralin şekli, uropodların şekil-yapısı ve telson loblarının yapısı tür ayırımında kullanılan karakterlerdir (Karaman ve Pinkster 1977a).

1.1.1.2. Ekolojisi

Amphipoda takımına mensup üyeler detritusu süzüp besin zincirine kazandırarak yaşadıkları ortamlarda besin zincirinin önemli bir halkasını oluştururlar (Ekinci 2015). Bu takıma ait türler, deniz ve iç su ekosistemlerinde kolay ve yeteri miktarda

toplanabilmeleri, bentik bölge ile doğrudan temas halinde olmaları ve bazı biyotik indekslerin (Trend Biyotik İndeks) kilit organizmaları olmaları sebebiyle indikatör tür olarak bilinmektedir (De-La-Ossa-Carretero ve ark. 2011). Son zamanlarda geliştirilen bir biyotik indeks olan *Gammarus-Asellus* oranı organik kirliliğin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Genel olarak orta derecede kirlenmiş suların indikatör türleri olup ekotoksikolojik çalışmalarda kullanılan en önemli organizmalardır (Rainbow ve White 1990; Rainbow ve ark. 1989; Gerhardt ve Quindt 2000; Alonso ve ark. 2010; Baytaşoğlu ve Gözler 2018; İpek ve Özbek 2022).

1.1.2. Isopoda

Malacostraca sınıfının en kalabalık takımı olan Isopoda karasal ortamlardan okyanusun derin bölgelerine kadar oldukça geniş bir yaşam alanı bulunmaktadır ve 10.000'den fazla tespit edilmiş türü barındıran bir takımdır. Ülkemizde 9 familya, 13 cins ve 27 tür ile temsil edilmektedir (İpek ve Özbek 2022).

Tatlı su isopodlarının çoğu genel detritivor-omnivor olarak nitelendirilebilir, ancak fakültatif olarak diğer maddeleri de seçebilirler. Phreatoicideanlar çürüten bitki örtüsü ve köklerle beslenir (Wilson ve Fenwick 1999) ancak bazen etobur olarak beslenmektedirler.

Isopodlar, diğer peracarid kabukluların aksine, embriyoların marsupium içine salınmasından önce iç döllenebilir (Wilson 1991). Birçok isopod, özellikle Asellota ve Oniscidea alt takımları, hem erkeklerde hem de dişilerde sistematik için de kullanışlı olan çiftleşmek için ikincil eşeysel özelliklere sahiptir. Yavruların kuluçkaya yatırılması, doğrudan gelişim ve iç döllenebilirlik, çoğu isopod taksonunda gözlemlenen yüksek endemizm derecesine katkıda bulunan önemli faktörler olarak nitelendirilebilmektedir (Wilson 1991).

Isopodlar lotik ve lentik habitatlarda görülmekle birlikte birçok tür yeraltı sularında da yaşamaktadırlar. Microcerberidae tatlı su veya deniz kumları arasında bulunur. Stenasellidae, Microparasellidae ya da Tainisopidae gibi birçok familya mağara ya da yeraltı habitatlarıyla sınırlıdır. Asellidae'nin Kuzey Amerika ve Avrupa üyeleri hem

epijen hem de hipojen olabilir (Lewis ve Bowman 1981). Bazı taksonlar (Hypsimitopidae, Heterias ve Janiridae) en iyi infaunal olarak tanımlanabilirler. Bu canlılar su altındaki kökler arasında yuva yaparak, diğer hayvanların su altındaki yuvalarında (pholotos) ya da akarsuların yüzey altı suları (hyporheos) gibi yüzeysel habitatlarda yaşamaktadırlar. ABD'nin güneybatısındaki sıcak su kaynaklarında yaşayan *Thermosphaeroma thermophilum* gibi birkaç isopod alışılmadık derecede ekstrem koşullara sahip habitatlarda da görülebilmektedir (Taiti ve Humphreys 2001).

1.1.2.1. Vücut Yapıları

Vücut şekilleri çeşitlilik gösterse de genel olarak alttan üste doğru basık ve ovalimsidir. En ayırıcı özellikleri yalnızca 1 çift üropoda sahip olmaları ve 1. torasik segmentlerinde güçlü tırnaklı gnathopodlarının bulunmamasıdır. Karapaks bulunmamaktadır. Genel vücut görüntüsünde baş ile 7 segmentli bir pereon ve 6 segmentli pleon bulunmaktadır. Toraksın (Pereon) herbir segmentinde 1 çift bacak bulunmaktadır (Şekil 1.7.). Sapsız bir göz bulunmaktadır (Salman 2006).



Şekil 1.7. *Asellus aquaticus*

1.1.2.2. Ekolojisi

Isopoda takımına ait türlerden bazıları detritusu karıştırarak beslenirler. Bazı türler ise balıkların ağız boşluğu, derisi ve solungaçlarına yerleşerek parazitik bir yaşam tarzı benimsemişlerdir (Salman 2006; Wilson 2003). Amphipoda takımına oranla organik kirliliğe daha az toleranslıdırlar (Şekil 1.8.).



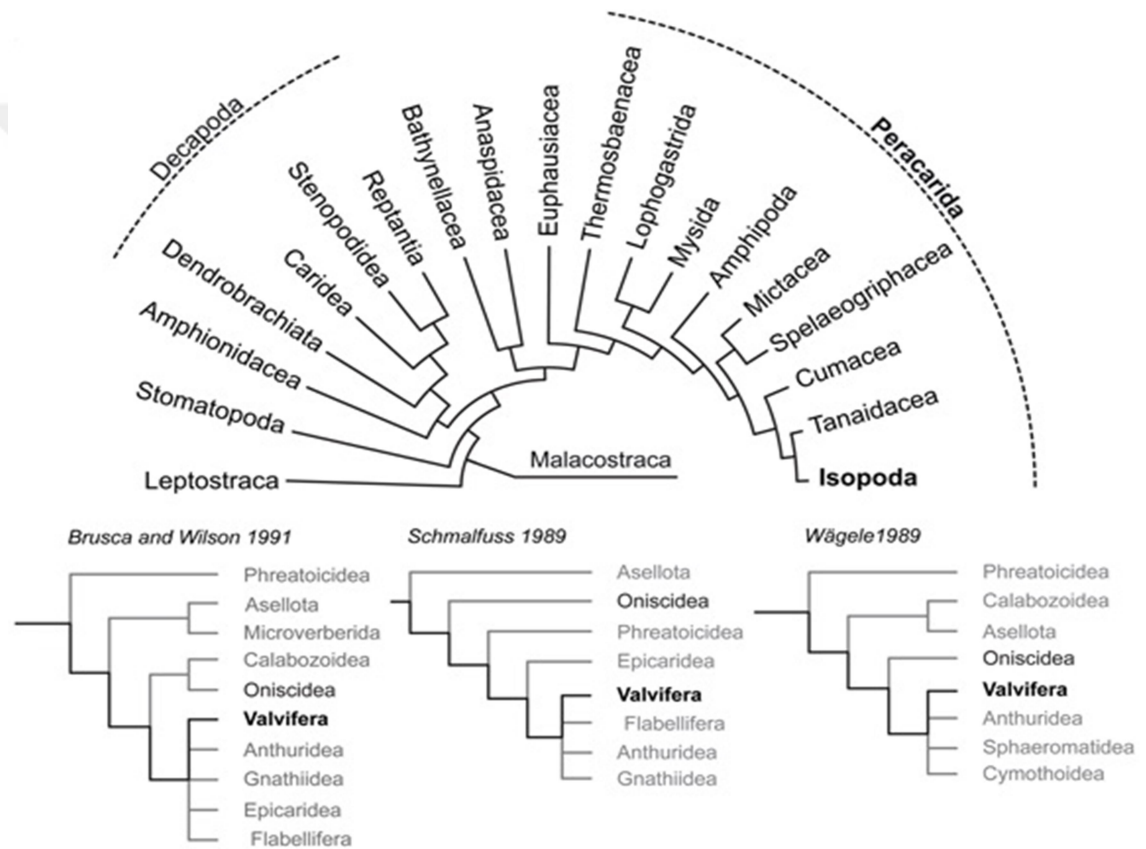
Şekil 1.8. *Gammarus sp.*-*Asellus aquaticus* genel habitat

1.1.2.3. Filogenisi

Tatlı suda yaşayan isopodlar, tatlı suya adaptasyonu ve evrimleşme zamanlarına göre iki gruba ayrılabilir. İlk grup “birincil tatlı su” olarak adlandırılan ve sadece tatlı sularda yaşayan familyaları içerir. Asellota'nın birkaç familyası hariç tamamı ve Phreatoicidea alt takımının tamamı “birincil tatlı su” olarak kabul edilmektedir. Her iki alt takson da Paleozoik'te ortaya çıkmıştır (Wilson 1999). “İkincil tatlı su” grubuna mensup olanlar denizden tatlı su habitatlarına kadar değişen üyeleri olan takımlardır (Şekil 1.9.). Denizden tatlı su bölgelerine geçiş Isopoda gruplarında birbirlerinden bağımsız olarak

gerçekleşir ve tatlı su adaptasyonları farklı filogenetik seviyelerde ortaya çıkar (Wilson ve Edgecombe 2003).

Asellota hem tatlı su hem de deniz taksonlarına sahiptir, ancak fosilleşmezler, bu nedenle atanın tatlı su mu yoksa deniz mi olduğu doğrudan belirlenemez. Asellidae, Stenasellidae ve Protojaniridae gibi bazı asellota taksonlarının atalarının tatlı su olduğu bilinmektedir (Wilson ve Edgecombe 2003).



Şekil 1.9. Filogenetik ilişkiler (Richter ve Scholtz 2001).

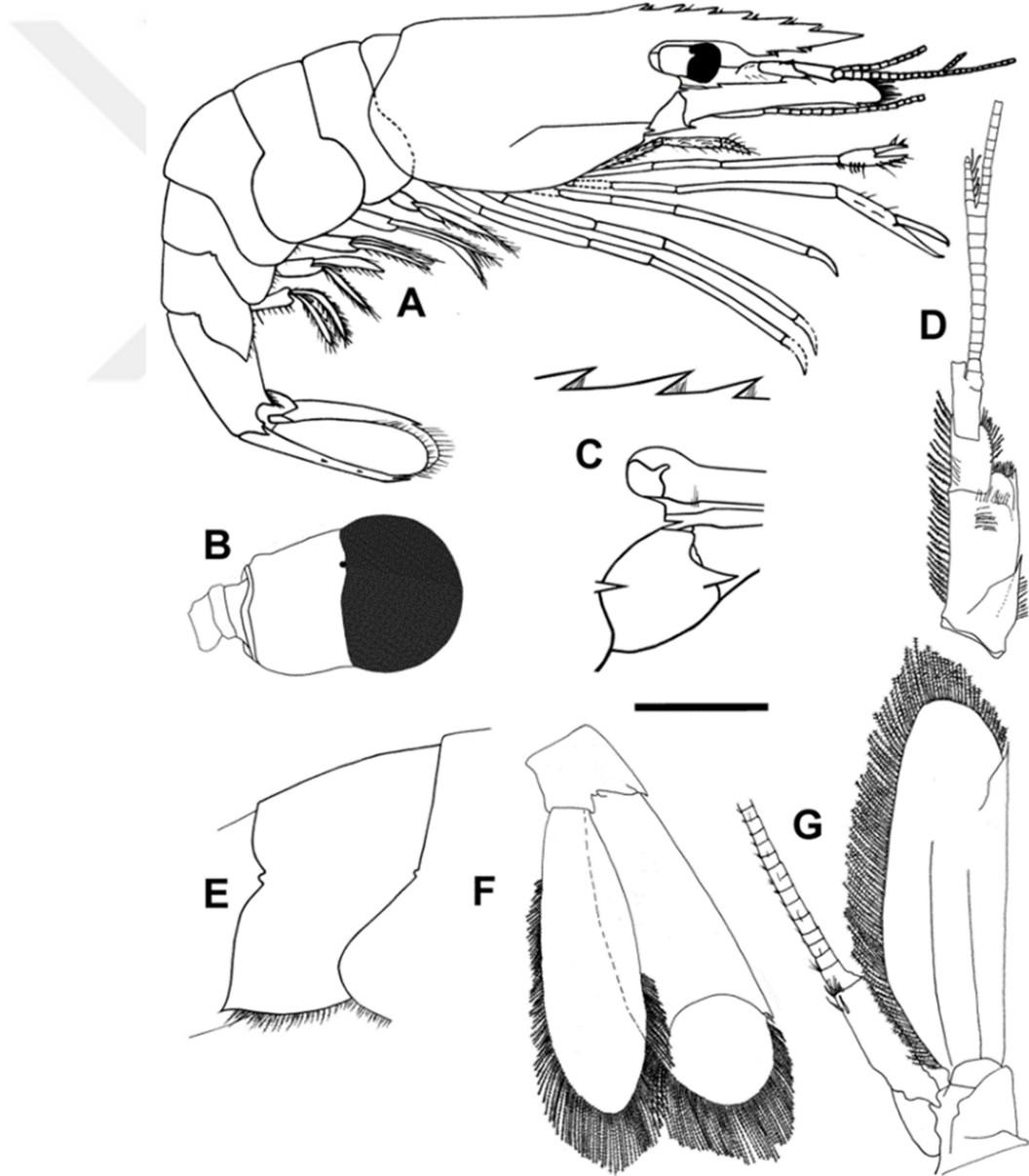
1.1.3. Decapoda

Çok büyük ve görünüş olarak birbirinden oldukça farklı grupları barındıran büyük bir takımdır. Genel olarak bir decapodun vücut yapısı 1 çift kısaç (keliped) ve 4 çift yürüme bacağından oluşmaktadır. Karapaks çok gelişmiş olup baş ile iç organları korur. İki siyah nokta şeklinde göz bulunmakta olup gözler sabit değil hayvan hareket

ettirilebilir. Türkiye’de 16 familya, 18 cins ve 40 tür ile temsil edilmektedir (Özbek 2003; İpek ve Özbek 2022).

1.1.3.1. Karidesler

Türkiye’de dokuz familya ve dokuz cinse ait 17 karides türü bulunmaktadır. Bu türlerden 14’ü acı sularda, beş tanesi ise sadece tatlı sularda yaşamaktadır (İpek ve Özbek 2022). Palemonidea familyası yüksek çeşitliliğe ve geniş bir dağılıma sahip olup tamamı epigean türlerden oluşmaktadır (İpek ve Özbek 2022) (Şekil 1.10-1.11).



Şekil 1.10. *Palaemon antennarius* A. Genel vücut görüntüsü. B. Göz. C. Frontal region. D. Anten. E. 5. pleuron. F. Uropod. G. Scaphocerite. (Tzomos ve ark. 2015).



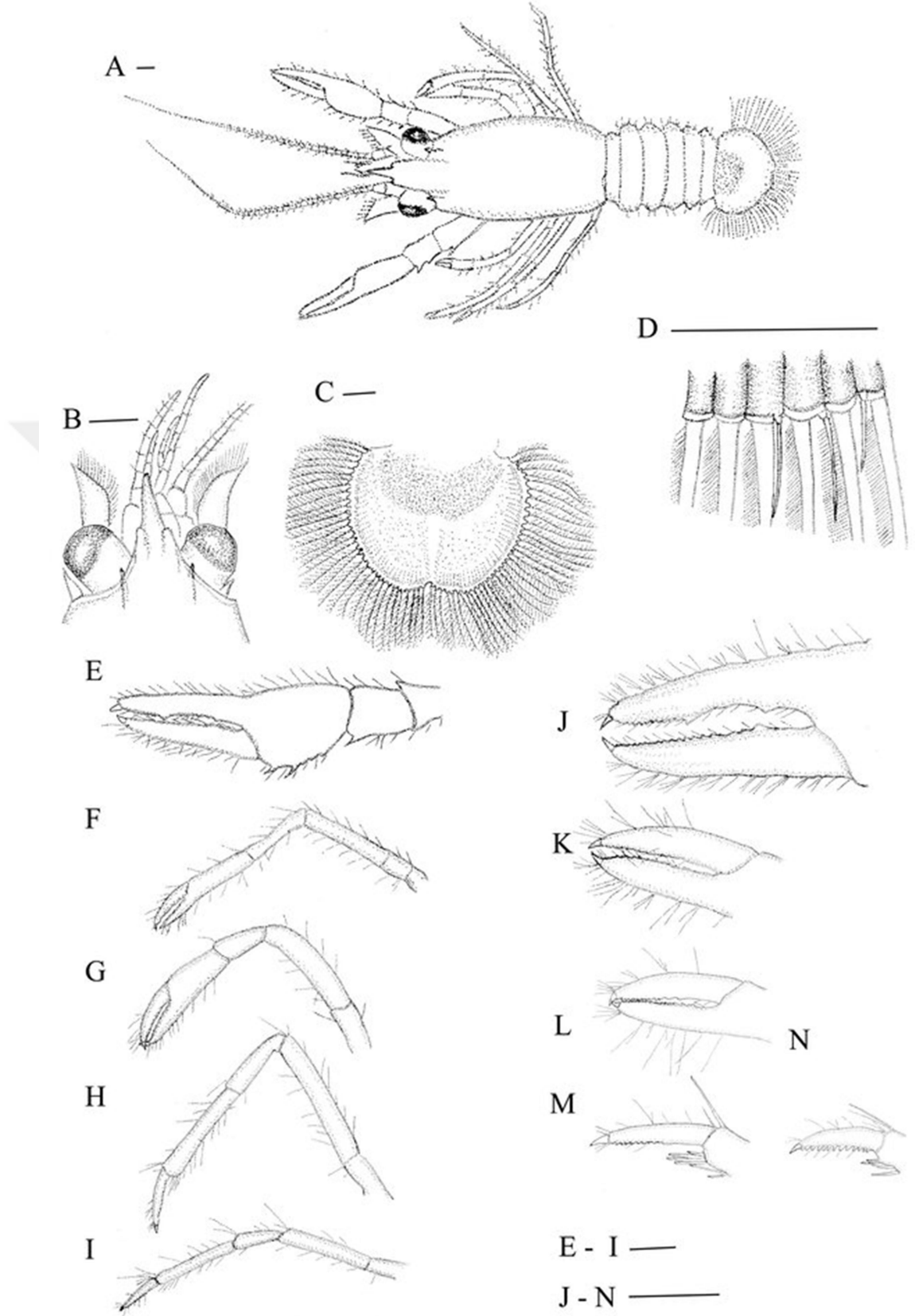
Şekil 1.11. *Palaemonetes antennarius*

1.1.3.2. Kerevitler

Türkiye’de bir familya ve üç cinsle ait altı tür ile temsil edilmektedir. Türlerden tamamı epigean ve tatlı sularda yaşar (İpek ve Özbek 2022) (Şekil 1.12-Şekil 1.13)



Şekil 1.12. *Pontastacus leptodactylus*



Şekil 1.13. *Pontastacus leptodactylus*. A. genel vücut görüntüsü; B. gözler ve rostrum, C-D. telson; E-I. pereopods 1-5, ventral görüntüsü; J-N. pereopods 1-5'in distal segmenti (Kawai ve Kouba 2020).

1.1.3.3. Yengeçler

Türkiye’de altı familya, altı cinse ait 16 tür ile temsil edilmektedir (Şekil 1.14.). Türlerden tamamı epigean olup tatlı sularda yaşarlar. Potamidae familyası ikisi endemik olmak üzere 12 tür ile çeşitliliği en yüksek ve dağılımı en geniş olan familyadır (İpek ve Özbek 2022).



Şekil 1.14. *Potamon ibericum*

1.1.3.4. Habitat ve Ekoloji

Tatlı su decapodları göller, göletler, bataklıklar ve akarsularda hemen hemen her türlü tatlı su habitatında yaşarlar. Bazı kerevit türleri karasal habitatlarda yaşar ve su tabanına kadar yuva kazarak karasal ortamda avlanmak için gece ortaya çıkarlar. Çoğunlukla birçok karides ve kerevit türleri sığ ve kıyı bölgeleri tercih ederler. Özellikle karidesler, göllerin makrofit bakımından zengin kıyı bölgelerinde ve durgun, bitki örtüsüyle kaplı akarsularda yaşarlar. Birçok kerevit hem lentik hem de lotik habitatlara iyi adapte olmuşlardır (Hobbs ve Lodge 2010).

Çoğu tatlı su decapodları düşük tuzlulukta sularda sınırlı süre, birçok karides ve yengeç ile bazı kerevitler en azından kısa süreliğine acı suya girmeyi tolere edebilirler. Benzer şekilde, birkaç temel deniz karidesi ve yengeci bazen haliçlere bağlı tatlı su habitatlarında gözlemlenmektedir (Hobbs ve Lodge 2010).

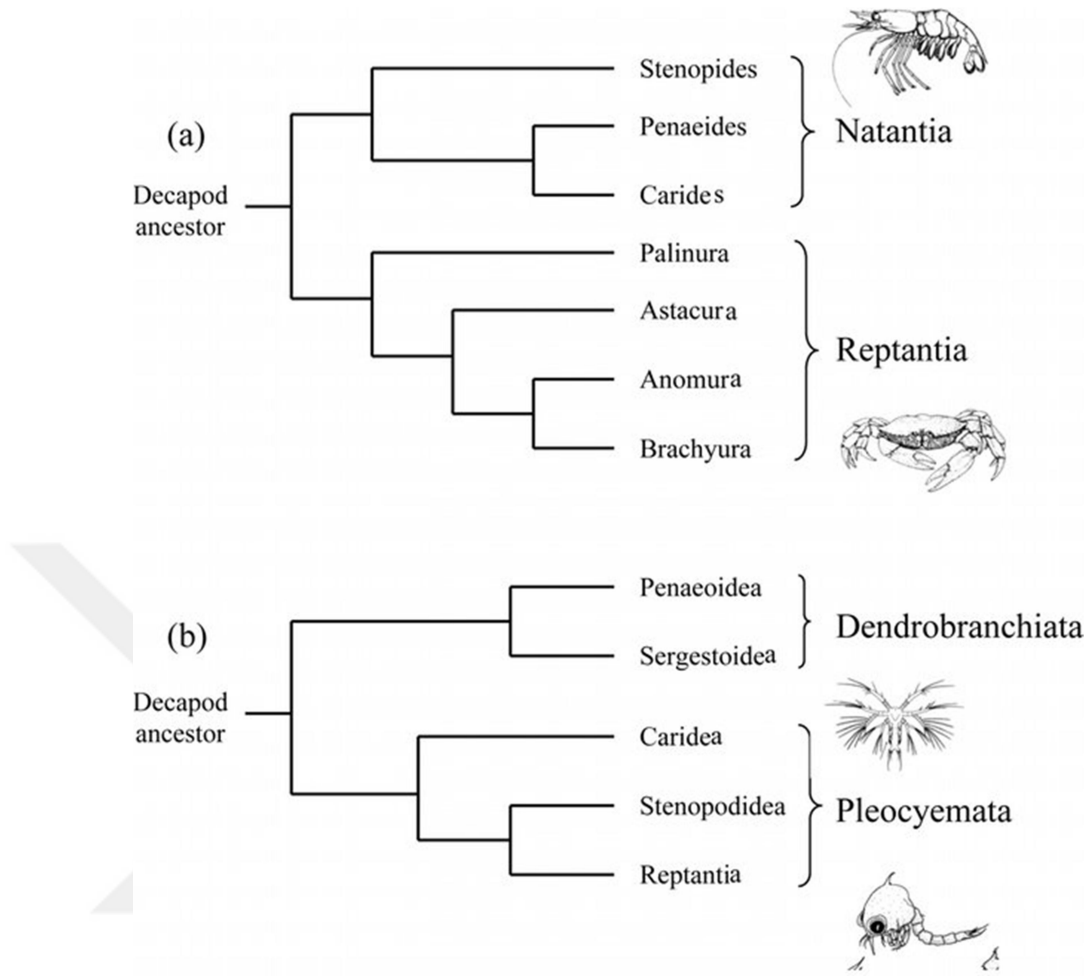
1.1.3.5. Filogenisi

Decapodlar önceleri hareket tarzı dikkate alınarak iki gruba ayrılmıştır: (1) Natantia ("yüzen" soylar, örneğin karidesler) ve (2) Reptantia ("sürünen" soylar, örneğin kerevitler, yengeçler). Natantia daha sonra parafiletik bir grup olarak kabul edilmiş ve Decapoda takımı Dendrobranchiata ve Pleocyemata alt takımları olarak yeniden yapılandırılmıştır. Soyu tükenmiş ve mevcut formların kapsamlı morfolojik analizlerinin bir dizi moleküler araçla birleştirilmesiyle, decapodların filogenetik geçmişi artık daha net bir şekilde bilinmektedir (Porter ve ark. 2005). Yapılan çalışmalar ile iki alt takımın erken Silüryen Dönemde [437 milyon yıl önce (MYÖ)] ortaya çıktığını, Natantia soylarının 417 MYÖ'ye kadar erken bir zamanda geldiğini ve karides üst ailelerinin erken Permiyen'de (263 MYÖ) yayıldığını göstermektedir. Astacoidea soyu, astacid soyları (Astacoidea ve Parastacoidea üst familyaları) ile Nephropoidea arasında 278 MYÖ ortaya çıkmıştır. Astacoidea ve Parastacoidea arasındaki bölünme, Pangea'nın parçalanmasıyla aynı zamana denk gelen 185 MYÖ'de meydana gelmiştir (Porter ve ark. 2005; Hobbs ve Lodge 2010; Breinholt ve ark. 2012) (Şekil 1.15.).

1.2. Fizikokimyasal Parametrelere Ait Genel Bilgiler

Türkiyede yüzeysel su kalite parametrelerine ilişkin çalışma ve uygulamalarda; Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY 2021) göre değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında analizi yapılan su kalite parametrelerine ilişkin genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

Sıcaklık sucul ekosistemler için kritik bir değişken olup ortamda meydana gelen birçok fiziko-kimyasal ve biyolojik olayı doğrudan etkilemektedir. Çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH gibi önemli değişkenlerin üzerinde etkili rol oynamaktadır. Su sıcaklığı ile çözünmüş oksijen miktarı arasında ters bir ilişki söz konusudur. Yüzey sularındaki sıcaklık değişimi yükseltti, mevsim, debi, coğrafi konum gibi etkilere bağlı olarak değişmektedir (Durhasan 2006).



Şekil 1.15. Decapoda'nın filogenisi (a) yetişkin morfolojisine dayanan eski sistem (Borradaile, 1907); (b) ağırlıklı olarak üreme ve larva özelliklerine dayanan modern sistem (Bowman ve Abele 1982).

Çözünmüş oksijen canlı yaşamında en temel enerji kaynağı olup miktarı günün farklı saatlerine, suyun akış hızına, akarsuyun morfolojik yapısına, mevsime ve suyun kirlilik durumu ve tuz yoğunluğuna göre değişmektedir. Su kirliliğini belirlemede kullanılan en önemli değişkenlerden biridir (Tanyolaç 1993).

Ortamdaki hidrojen iyonu konsantrasyonuna bağlı bir değişken olan pH asitler ile bazlar arasındaki dengeyi gösteren bir parametredir. pH değeri ile çözünmüş oksijen arasında ters bir ilişki söz konusudur. Yüksek pH değeri ile birlikte düşük oksijen değeri canlılar üzerinde ölümcül bir etki yaratmaktadır. pH derecesi düşük olan sucul ekosistemlerde öncelikle bentik omurgasızlar etkilenmekte olup bu değer 4'ün altına düşmesi bu canlı grupları üzerinde ölüm riski yaratmaktadır. Bataklıklar pH'nin düşük olduğu ve akarsu sistemleri ise yüksek olduğu ekosistemlerdir (Yıldırım 2006; Tanyolaç 1993).

Sucul ekosistemlerde iyon konsantrasyonu durumunu anlayabilmek için kullanılan bir parametre olan elektriksel iletkenlik ortamdaki katı maddelerden kaynaklanmaktadır. Bunların başında çözülmüş tuzlar gelmekte olup en önemlileri sülfatlar, fosfatlar, karbonatlar ve klorürlerdir. Bu nedenle tuzluluk ile elektriksel iletkenlik arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Doğal ekosistemler için elektriksel iletkenlik genellikle 10-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değer aralığında olup bu seviyenin üzerindeki değerler kirliliğin başladığını göstermektedir (Göksu 2003; Tanyolaç 1993).



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen Malacostraca sınıfı için Seyhan ve Ceyhan havzaları kapsamında yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Havza genelinde Öztürk (2021) tarafından Ephemeroptera (Insecta) takımının su kalitesi ile ilişkisinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmaktadır. Bu tez materyalini oluşturulan Malacostraca sınıfına ait çalışmalar genelde yeni tür bildirimleri ile faunistik çalışmalar temelinde ele alınmıştır. Tez kapsamına giren Malacostraca sınıfı ile ilgili taksonomik ve makroomurgasızlar kullanılarak su kalitesini değerlendirmeye yönelik çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

2.1. Türkiye’de Malacostraca İle İlgili Taksonomik Çalışmalar

Türkiye’de Malacostraca sınıfı ile ilgili en eski çalışma *Gammarus argeaus* türünün Erciyes Dağında tanımlanması ile başlamıştır (Vavra 1905). İzleyen yıllarda ise ülkenin farklı bölgelerinden tür ve yeni kayıt bildirimleri devam etmiştir.

Coifman (1938) Türkiye’nin farklı bölgesinden topladığı tatlı su yengeçlerini *Potamon edule* olarak isimlendirmiştir.

Holthius (1961) Türkiye ve Balkanları içine alan bir çalışmada *Paleomon* ve *Paleomonetes* cinsleri ile alakalı detaylı bir çalışma yürütmüş ve *Paleomonetes turcorum* isimli yeni bir tür bildirimini yapmıştır.

Karaman (1971) *Echinogammarus antalyae* türünü Kırkgözden (Antalya) bildirmiştir. Ayna araştırmacı sonraki yıllarda Kırşehir’den *G. abciscus* ve Kırkgözden *G. accolae* ile *G. agrarius* türlerinin deskripsiyonunu yapmıştır (Karaman 1973a).

Karaman ve Pinkster (1977a, b, 1987) çalışmalarında *Gammarus* cinsini *balcanicus*, *roeseli* ve *pulex* olarak 3 gruba ayırmışlardır ve çalışmalarında türlerin detaylı tanımlamaları ile bildirilen tür ve alttürlerin çizimlerini vermişlerdir.

Jażdżewski (1980) Ponto-Caspian türlerin Avrupa'nın iç kesimlerine doğru ilerleme sebebinin kanal açma faaliyetlerinin bir sonucu olduğunu bildirmiştir.

Özbek ve Ustaoglu (1998) İzmir ili ve çevresinde yaptıkları çalışmada sekiz tür tespit etmiş olup bunlardan yedisinin bölge için ilk kayıt olduğunu bildirmişlerdir.

Yeşilmen ve Kırgız (1996) Kırklareli'nde gerçekleştirdikleri çalışmada *Gammarus fossarum* türünü bölge için yeni kayıt olarak bildirmiştir.

Göller Bölgesi malacostraca faunasını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, iki tanesi bölge için yeni kayıt olmak üzere 17 tür tespit edilmiştir (Özbek 2003).

Özbek (2012a) Bartın İnderesinde *Gammarus obruki*, Kütahya Domaniç'ten *G. katagani*, Zonguldak Cumayanı mağarasından ise *G. baysali* türlerini tanımlamıştır (Özbek 2012b; Özbek ve arkadaşları 2013).

Özbek ve Özkan (2017) Gökçeada iç sularının malacostraca faunasını belirlemeye yönelik gerçekleştirdikleri çalışmada *Gammarus komareki*, *Gammarus aequicauda* ve *Orchestia cavimana* türlerini tespit etmişlerdir.

İpek ve Özbek (2021) Batı Anadolu, Marmara ve Trakya bölgelerinin tatlı su amphipoda çeşitliliği belirlemek için yaptıkları çalışmada bölgede 11 tür tespit etmişlerdir.

Özbek (2018) yaptığı çalışmada Türkiye'de *Synurella* cinsine ait *S. ambulans*, *S. lepida* ve *S. osellai* türlerinin dağılım gösterdiğini bildirmiştir.

Özbek ve çalışma arkadaşları (2023) Zonguldak Gököl Mağarasında *Gammarus tumaf* türünü bildirmişlerdir.

Özbek ve Aydın (2023) tarafından Anamurda Türkiye'nin üçüncü en derin mağarası olan Morca Düdeninde *Gammarus morcae* yeni bir tür olarak tanımlanmıştır.

2.2. Bentik Makroomurgasız Taksonları İle Fizikokimyasal Parametreler Arasındaki İlişki Kapsamındaki Çalışmalar

Malacostraca sınıfına ait bireyler metal ve kimyasal kirliliğe karşı çok hassas olmaları sebebiyle biyoindikatör olarak değerlendirildiğinden toksikoloji çalışmalarında kullanılmaktadır (Dzeroski ve ark. 2000; Gazea ve ark. 1999; Rindergehan ve ark. 2000). Bu kapsamda Amphipoda takımından *Gammarus pulex* ve *G. kischineffensis* türleri toksikoloji çalışmalarında en sık kullanılan türlerdir (Uğurlu ve ark. 2015).

Gazea ve arkadaşları (1999) kireç madenlerinin bulunduğu alanda yer alan iki küçük deredeki *Gammarus* türünün dokularındaki metal birikimine bakarak sedimentte bulunan ağır metaller hakkında çıkarım yapmışlardır.

Bat ve arkadaşları (2000) *Gammarus pulex* türünü, bakır, kurşun ve çinko toksisitesinin sıcaklıkla olan ilişkisini tespit etmek için kullanmışlardır. Çalışma sonucunda LC₅₀ değerine bakarak en toksik metalin bakır olduğu bunu çinko ve kurşunun takip ettiği bildirilmiştir.

İmamoğlu (2000) fizikokimyasal parametreler ve bentik omurgasızları kullanarak Dipsiz ve Çine çaylarının su kalitesini belirlemiştir. Çalışmada Saprofit ve Belçika biyotik indekslerini kullanarak su kalitesi belirlenmiştir.

Kazancı ve Dügel (2000) tarafından yürütülen çalışmada Yuvarlak Çayın makrozoobentik canlıları ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada istasyonlar arasındaki benzerlik için baskınlık, yoğunluk, çeşitlilik ve sıklık analizleri, su kalitesini değerlendirmek için ise Belçika Biotik İndeksi kullanılmıştır.

Son zamanlarda geliştirilen *Gammarus/Asellus* oranı organik kirliliğin belirlenmesinde kullanılmaya başlanmıştır (Whitehurst 1991; Graça ve ark. 1994; MacNeil 2002). Bu

analizde *Gammarus*'ların *Asellus*'lara oranı hesaplanmaktadır. Çoğu zaman birlikte bulunsalar da genel olarak *Gammarus* organik kirliliğe karşı daha hassastır. Bu sebeple ortamdaki *Asellus* oranının fazla olması bölgede organik kirliliğe işaret etmektedir.

Kara ve Çömlekçiöglü (2004) fizikokimyasal parametreler ile canlı gruplarını kullanarak Karaçayın kirlilik durumunu değerlendirdikleri çalışmalarında akarsuyun endüstriyel ve evsel atıklar nedeniyle yoğun bir baskı altında olduğunu belirlemişlerdir.

Küçük Menderes Nehrindeki kirlilik yükünü belirlemek amacıyla Balık ve çalışma arkadaşları (2006) bentik omurgasızları kullanmışlardır. Belçika Biyotik İndeksi kullanılarak yapılan bu çalışmada Küçük Menderes Nehrinin kirli su sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Zeybek (2007) Isparta Deresi ve Çukurca Deresine ait istasyonların su kalitesini değerlendirmek için bentik makroomurgasızları kullanmıştır.

Kazancı ve arkadaşları (2010) tarafından, Yeşilırmak Nehrinin ekolojik kalitesi bentik makroomurgasızlar ve fizikokimyasal parametreler kullanılarak belirlenmiştir. Bahsi geçen çalışmada Amphipoda takımına mensup bireylerin III. sınıf su kalitesine sahip sulara bulunduğunu ve organik kirliliğe toleranslarının yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Zeybek ve arkadaşları (2014), bentik makroomurgasızları kullanarak Değirmendere Çayının su kalitesini belirledikleri çalışmalarında BMWP ve ASPT indekleri kullanılmıştır. Çalışılan istasyonların 1. ve 2. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Selvi ve Akbulut (2014) kurşun nitratın $Pb(NO_3)_2$ *Gammarus aequicauda* üzerine akut toksisitesini araştırdıkları çalışmalarında LC_{50} değeri 4,56 olarak belirlenmiştir.

Öztürk (2021) Seyhan, Ceyhan ve Doğu Akdeniz havzasında yürüttüğü çalışmada Ephemeroptera (Insecta) türleri ile bazı fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişki ile Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'ne göre havzalardaki referans istasyonlar belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Seyhan Havzasında 18., Ceyhan Havzasında 4. ve

18., Doğu Akdeniz Havzasında ise 7. ve 8. istasyonlar haricinde diğer tüm istasyonların referans özelliğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Baytaşoğlu (2023) Güneydoğu Karadeniz Havzasında belirlenen akarsularda tespit edilen Malacostraca türleri ile bazı organik ve inorganik kirlilik parametreleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda *Gammarus pulex pulex* türünün hem temiz hem de nispeten kirlili istasyonlarda dağılım gösterdiği, *Potamon ibericum* türünün kirliliğe karşı hassas olduğu ve temiz suları tercih ettiği, *A. aquaticus*'un hem azotlu ve fosforlu bileşiklerdeki hem de ağır metallerdeki artışları tolere edebildiğini ve *Gammarus komeraki* türünün ise daha toleranslı bir tür olduğu bildirilmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

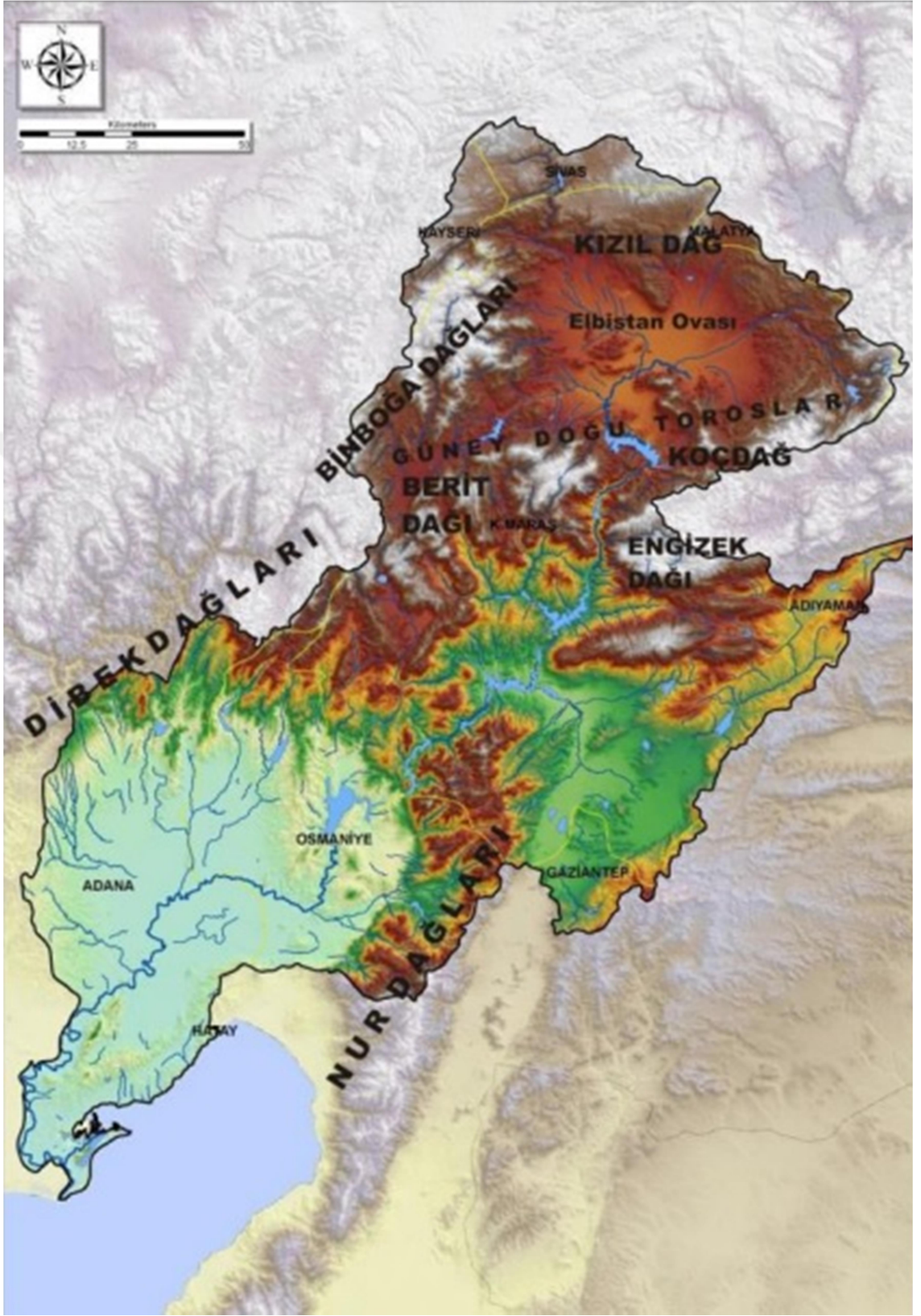
3.1. Çalışma Alanı

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen materyallerin örnekleme çalışmaları 2014-2019 yılları arasında toplanmıştır. Örnekler Seyhan ve Ceyhan havzalarını temsil edecek şekilde belirlenen istasyonlarda üç mevsimde toplanmıştır.

3.1.1. Ceyhan Havzası

Ceyhan Havzası Fırat Havzası ile doğu ve kuzeyden, Asi Havzası ile güneyden ve Seyhan Havzası ile ise batıdan komşu olup 26.875 km² yüzölçümü ile Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %3,4'üne sahiptir (Anonim 2018). Ceyhan Havzası, Elbistan (Kahramanmaraş) ilçesinden doğan Ceyhan Nehri ve kollarından oluşmaktadır (Şekil 3.1.). Ceyhan Nehri Elbistan'ın Pınarbaşı mevkiinden doğup güneye doğru akarak Göksu, Sarsap ve Hurman dereleri ve Söğütlü Çayınında katılması ile doğuya doğru ilerler. Daha sonra Nergile Deresi katıldıktan sonra tekrardan güneye doğru ilerler. Sonrasında Andırın Suyu ve Kesis Deresi katıldıktan sonra Kahramanmaraş il sınırından ayrılarak Adana il sınırları içerisinde İskenderun Körfezine dökülür (Anonim 2018). Havzada, Çeyhan Nehri üzerinde kurulmuş olan Menzelet, Kılavuzlu ve Sır gibi büyük barajlar dışında diğer akarsular üzerinde de irili ufaklı baraj ve Hidroelektrik Santralleri (HES) mevcuttur.

Ceyhan Havzasının kuzey kesimlerinde karasal iklim özellikleri görülürken güneyinde Akdeniz iklimi hakimdir. Havzada yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise sert geçmektedir (Anonim 2018; Yüce ve ark. 2019). Yıllık yağışlar havza sınırları içerisinde 300-900 mm arasında değişmekte olup yaz aylarında neredeyse hiç yağış almamaktadır (Yüce ve Eşit 2020). Örnekleme çalışmaları Ceyhan havzasında 49 istasyonda yürütülmüş olup istasyonlara ait bilgiler Tablo 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Ceyhan Havzası fiziki harita (Anonim 2018)

Tablo 3.1. Ceyhan Havzası örnekleme istasyonlarına ait bilgiler

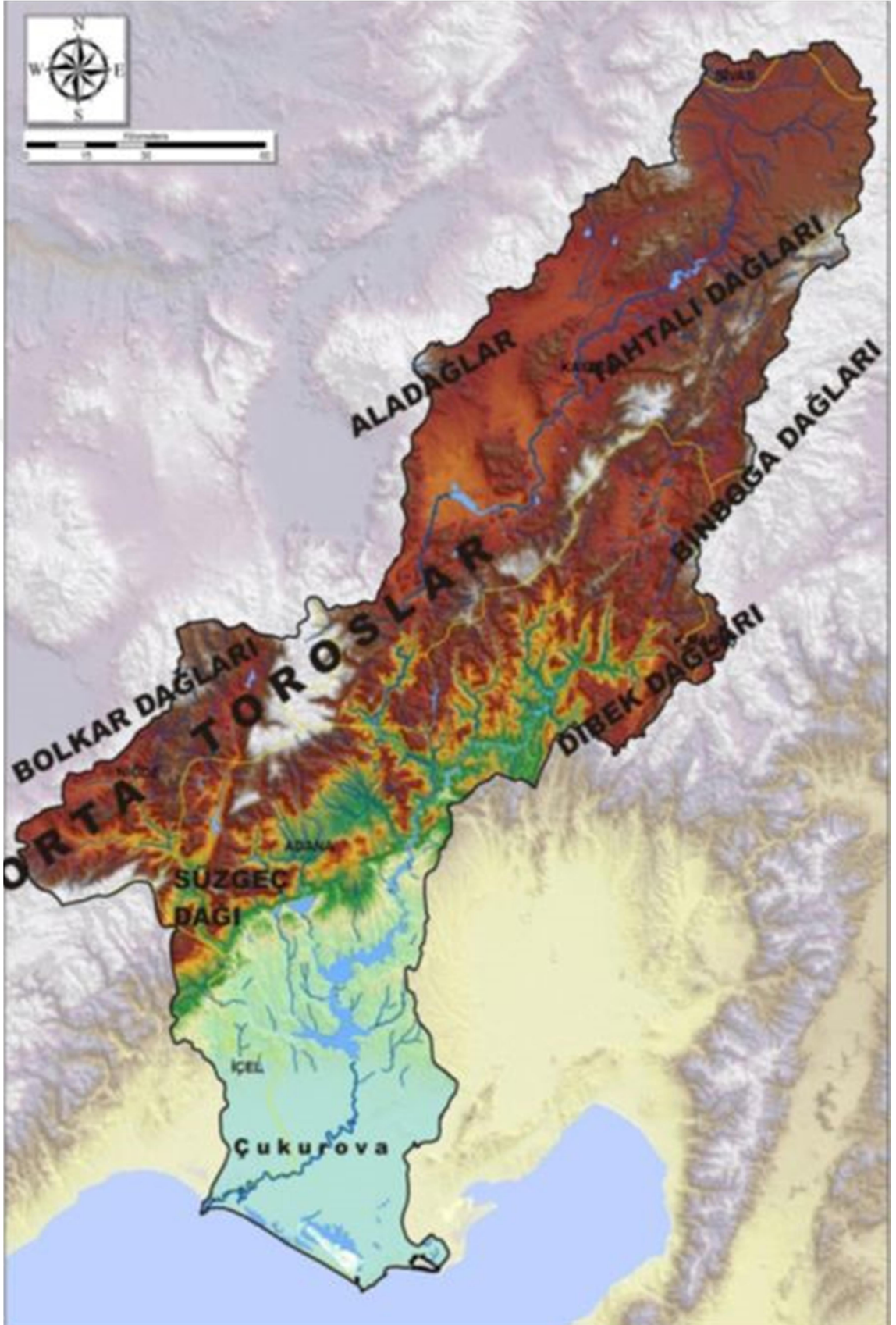
İstasyon No	Nehir/Dere/Çay	İl	Enlem	Boylam	Rakım
1	Ceyhan	Adana	36,95661	35,63357	27
2	Kesiksu	Osmaniye	37,45501	36,04550	107
3	Savruk	Osmaniye	37,35132	36,08387	120
4	Ceyhan	Osmaniye	37,26609	36,08902	81
5	Aslantaş Barajı'na Giren Kol	Osmaniye	37,30132	36,36820	174
6	Aksu Çayı Yan Kol	Kahramanmaraş	37,41040	36,89120	531
7	Erkenez	Kahramanmaraş	37,54058	36,92023	477
8	Kara Çay	Kahramanmaraş	37,40923	36,89146	477
9	Aksu Çayı Yan Kol	Kahramanmaraş	37,44592	37,16913	236
10	Ayvalı Barajı'nı Besleyen Kol	Kahramanmaraş	37,59335	37,18661	919
11	Erkenez	Kahramanmaraş	37,57333	37,10781	717
12	Merzimen Barajı'nı Besleyen Kol	Kahramanmaraş	37,80664	36,78875	652
13	Ceyhan	Kahramanmaraş	37,81886	36,96637	610
14	Söğütlü	Kahramanmaraş	38,21846	37,20131	1140
15	Söğütlü	Kahramanmaraş	38,25428	37,53286	1350
16	Kılavuzlu Barajı Çıkışı	Kahramanmaraş	37,61984	36,79707	445
17	Kartalkaya Barajı'na Giren Kol	Kahramanmaraş	37,54031	37,34748	746
18	Kabaağaç	Kahramanmaraş	38,20014	37,0841	1123
19	Göksun	Kahramanmaraş	38,14764	37,00002	1114
20	Ceyhan	Kahramanmaraş	38,49329	36,87492	998
21	Aksu	Kahramanmaraş	37,36195	37,02992	531
22	Fırnis	Kahramanmaraş	37,75880	36,69838	651
23	Karaçay	Osmaniye	37,02650	36,17905	491
24	Kömürsuyu	Kahramanmaraş	38,11852	36,34077	1029
25	Çatağın	Kahramanmaraş	38,36949	36,68033	1652
26	Tokadun	Kahramanmaraş	38,07066	36,44295	1430
27	Fenk	Kahramanmaraş	37,83089	36,51513	1245
28	Büyükçat	Kahramanmaraş	37,76909	36,40425	1306
29	Kırksu	Kahramanmaraş	37,77113	36,36456	1380
30	Topaktas	Kahramanmaraş	37,70541	36,36270	1250
31	Hüseyin	Osmaniye	37,06847	36,39426	879
32	Baskonus	Osmaniye	37,25438	36,53387	1148
33	Zokur	Osmaniye	37,34633	36,55773	840
34	Çağrgan	Kahramanmaraş	37,39108	36,60487	1161
35	Keven	Kahramanmaraş	37,79895	37,03649	1379
36	Karataş	Kahramanmaraş	37,90035	36,77581	1130
37	Kızıldağ	Kahramanmaraş	37,94049	36,75949	1376
38	Geyikbeli	Kahramanmaraş	37,98516	36,95934	1313
39	Söğütlü	Kahramanmaraş	38,11674	37,63291	1500
40	Pasaölen Deresi	Kahramanmaraş	38,23852	36,58571	1570
41	Mahmut	Kahramanmaraş	38,4868	36,99009	1490

İstasyon No	Nehir/Dere/Çay	İl	Enlem	Boylam	Rakım
42	Çamlı	Kahramanmaraş	37,76583	36,31581	1460
43	Kuru	Kahramanmaraş	37,75084	36,34822	1280
44	Kirazlı	Kahramanmaraş	37,64492	36,40000	1250
45	Azaplı Gölü	Adıyaman	37,74364	37,55406	878
46	Gölbaşı Gölü	Kahramanmaraş	37,79842	37,66101	878
47	Kılavuzlu Barajı	Kahramanmaraş	37,63759	36,80643	492
48	Kızılınış Göleti	Kahramanmaraş	37,34618	36,78124	560
49	Zorkun Göleti	Kahramanmaraş	37,76265	37,28910	1140

3.1.2. Seyhan Havzası

Seyhan Havzası Türkiye'nin güneyinde yer almakta olup Seyhan Nehri'ni oluşturan ana su kaynağı Toros Dağlarından kaynaklanmaktadır (Şekil 3.2.). Seyhan Nehri Göksu ve Zamantı nehirleri ile birleştikten sonra Akdeniz'e dökülmektedir. Nehir 850 km'lik uzunluğu ve 20.600 km²'lik havza alanı ile Türkiye'nin Akdeniz'e dökülen en önemli nehirlerindedir. Nehir üzerinde Çatalan, Seyhan, Bahçelik ve Nergizlik barajları bulunmaktadır (Saraçoğlu 1990). Havzada, Seyhan Nehri üzerinde kurulmuş olan Çatalan ve Seyhan gibi büyük barajlar dışında diğer akarsular üzerinde de irili ufaklı baraj ve HES'ler mevcuttur.

Nehrin Çukurova'ya kadar olan bölgesi yüksek ve yağışın çok olduğu yaylalar ve dağlardır. Havzanın Pınarbaşı ve Uzunyayla bölgeleri kışları sürekli yağışlı ve yavaş akıntılıdır. Torosların Çukurova'ya bakan kısmında çok şiddetli yağışlar olmaktadır. Sonucunda da akarsularda akış hızı oldukça yüksektir (Saraçoğlu 1990). Havza genelinde Akdeniz bölgesinde yer alan kısımlarda Akdeniz iklimi, İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan bölgelerde ise karasal iklim görülmektedir. Özellikle Adana'da yağışlar yağmur şeklinde görülmekte olup, ortalama yağış miktarı ise yılda 650-700 mm civarındadır. Havzanın daha üst kesimleri olan, Niğde, Kayseri ve Kahramanmaraş'ta özellikle de kaynağa yakın bölgelerde sert kara iklimi görülmektedir. Yağışlar bölgeye göre farklılık göstermekle beraber 350-750 mm arasındadır. Kış aylarında ise kuvvetli kar yağışı görülmektedir (Saraçoğlu 1990). Örnekleme çalışmaları Ceyhan havzasında 23 istasyonda yürütülmüş olup istasyonlara ait bilgiler Tablo 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Seyhan Havzası fiziki harita (Anonim 2018)

Tablo 3.2. Seyhan Havzası örnekleme istasyonlarına ait bilgiler

İstasyon	Akarsu/Göl	Şehir	Enlem	Boylam	Rakım
1	Meşelik	Kayseri	38.6811	36.5499	1710 m
2	Sal	Kayseri	38.6517	36.5659	1801 m
3	Soğuksu	Kayseri	38.6236	36.4487	1679 m
4	Kömün	Kayseri	38.4631	36.3572	1816 m
5	Hamamgözü	Kahramanmaraş	37.8757	36.3906	1450 m
6	Daru	Kahramanmaraş	37.8377	36.3488	1400 m
7	Sazak	Adana	38.0441	35.911	1250 m
8	Sarnaz	Kayseri	38.0692	35.7611	1680 m
9	Terece	Kayseri	38.0862	35.6907	1530 m
10	Bahçecik	Adana	37.9228	35.7713	1120 m
11	Gürlean	Adana	37.7582	35.8298	643 m
12	Söğüt	Adana	37.6378	35.4882	1280 m
13	Simidin	Adana	37.4389	35.3964	650 m
14	Ayiotu	Adana	37.5950	35.1287	1040 m
15	Cin	Adana	37.5396	35.0115	1234 m
16	Halimiharmanyeri	Niğde	37.6840	34.7792	1400 m
17	Derin	Niğde	37.6746	34.7955	1574 m
18	Taşpınar	Niğde	37.6022	34.602	1500 m
19	Ardıçlı	Niğde	37.5321	34.8243	940 m
20	Kuru	Kayseri	38.6549	36.5682	1796 m
21	Acar	Kahramanmaraş	37.8529	36.3549	1330 m
22	Gümüşören	Kayseri	38.2181	35.717722	1290 m
23	Dölekli	Adana	37.5994	35.28766	832 m

3.2. Yöntem

3.2.1. Malacostraca örnekleme ve tür teşhisi

Örnekleme çalışmaları akarsular ve göllerin girilebilir littoral kısımlarında 500 µm göz açıklığına sahip el kepçeleri, daha derin su kütlelerinde ise 15-15-15 cm boyutlarında 225 cm² örnekleme alanına sahip olan ekman kepçesi kullanılarak yapılmıştır.

Akarsularda yapılan örnekleme çalışmalarında 20 tekrardan oluşan çoklu habitat örnekleme metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre akarsuda bulunan bütün farklı mikro habitatlardan örnekleme çalışması yapılmasına dikkat edilmiştir (Şekil 3.3.).

Örnekleme çalışmalarında elde edilen bentoz %96'lık alkol içeren kavanozlarda tespit edildikten sonra Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Hidrobiyoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler bol su ile yıkanıp 500 µm göz açıklığına sahip elekler kullanılarak elendikten sonra masa tipi ışıklı büyüteç ile bentoz içindeki canlı grupları ayıklanmıştır. Ayıklanan canlılar içerisinde %96'lık alkol içeren cryo tüplere alınmıştır (Şekil 3.4.).

Malacostraca grubuna ait örneklerin tür teşhislerinde morfolojik varyasyon aralığının daha dar olması sebebiyle erkek bireyler kullanılmaktadır (Özbek 2003). Laboratuvara getirilen örneklerin teşhisleri stereo mikroskop (LEICA EZ-4D) ve ışık mikroskobu (LEICA DM-500) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla tür tayinlerinde Amphipoda takımı için Karaman ve Pinkster (1977a, 1977b, 1987), Barnard ve Barnard (1983), Mateus ve Mateus (1990), Özbek (2003; 2011; 2012), Fişer ve ark. (2009) ve İpek ve Özbek (2022), Isopoda takımı için Kırkım (1998), Akbulut (2001) ve Özbek (2003) ve Decapoda takımı için ise Brandis ve ark. (2000)'den faydalanılmıştır.



Şekil 3.3. Örnekleme çalışmasına ait resimler



Şekil 3.4. Örneklerin depolanması

3.2.2. Su numunelerinin alınması ve Fizikokimyasal parametre ölçümleri

Her istasyonda akarsuyun orta kısmında sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH parametreleri HachLange Hq 40 D multi-parametreölçer ile yerinde ölçülerek kaydedilmiştir. Toplam azot analizi için 1 litrelik polietilen kaplar içerisinde su numunesi alınarak soğuk zincir ile laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra toplam Azot analizi için TS EN 12260 standartları takip edilmiştir.

Çalışma kapsamında Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (YSK) göre değerlendirilen fizikokimyasal parametrelere ait kalite sınıfları ve ekolojik durumları Tablo 3.3. ve Tablo 3.4.'te verilmiştir.

Tablo 3.3. YSK Yönetmeliği'ne göre kalite sınıfları (Tarım ve Orman Bakanlığı 2021)

Su Kalitesi parametreleri	Kalite sınıfları		
	I	II	III
Su sıcaklığı (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30
pH	6-9	6-9	6-9
Çözülmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	< 6
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	> 1000
Toplam Azot (mg /L)	< 3,5	11,5	> 11,5

Tablo 3.4. Su Kalitesi Sınıfları ve Renk Kodları (Tarım ve Orman Bakanlığı 2021)

Su kalitesi sınıfları	Renk	Ekolojik durum
I	Mavi	Yüksek kaliteli su
II	Yeşil	Az kirlenmiş su
III	Sarı	Kirli su

3.3. İstatistiksel Analizler

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen çevresel parametreler arasındaki bağlantı sorunlarının giderilip uygun olan parametrelerin seçilip bu seçilen parametreler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla IBM SPSS Statistics 22 programı üzerinden Multicollinearty Testi ve Pearson Korelasyon Analizi uygulanmıştır.

Multicollinearty Testi ile belirlenen çevresel parametreler ile çalışma kapsamında elde edilen taksonlar arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla CANOCO-4.5 yazılımı üzerinden kanonik uyum analizi (Canonical Correspondance Analysis, CCA) yapılmıştır ve ordinasyon eksenleri arasındaki istatistiksel anlamlılık Monte Carlo Permutasyon testi ile test edilmiştir (Clarke 1993).

Çalışma kapsamında değerlendirilen istasyonlarda tespit edilen Malacostraca popülasyonlarının komünite yapılarını belirlemek için bolluk, baskınlık, sıklık, benzerlik ve çeşitlilik analizleri uygulanmıştır.

3.3.1. Baskınlık analizi

Baskınlık popülasyonlarda yer alan bir türün diğer türlerden sayısal olarak daha çok olduğunu ve bunun sonucunda söz konusu türün elde ettiği görece kontrol yeteneğini ifade eder. Dominant tür komünite içerisindeki en belirgin organizmadır. Söz konusu değer çalışılan istasyonda bulunan bir türün birey sayısının istasyondaki toplam birey sayısına yüzdesi olarak hesaplanmaktadır (Kocataş 2008).

3.3.2. Sıklık (frekans) analizi

Örneklemede herhangi bir türe ait birey sayısı bolluk, aynı türün bulunma yüzdesine ise sıklık (frekans) denilir. Belirli bir alanda çok sayıda örnekleme çalışması gerçekleştirildiğinde aynı türe ait bireylere daima karşılaşılmaz. Karşılaşılan örnekleme sayısının, söz konusu türün karşılaşıma sayısına oranının yüzdesi o türün sıklık derecesini ifade eder (Kocataş 2008).

3.3.3. Benzerlik analizi

Çalışma kapsamında istasyonların benzerlik analizi için Bray-Curtis indeksi kullanılmıştır. Bray- Curtis benzerlik indisi tür sayısının yanında birey sayılarını da (bolluk) dikkate alan bir indekstir (Waite 2000). Analiz sonucunda elde edilen skor 0 ile 1 arasında olup 1'e yaklaştıkça benzerlik artmaktadır.

İstasyonlar ve havzalar arasındaki faunal benzerlikler Bray-Curtis benzerlik indeksine bağlı Cluster kümeleme analizi ile belirlenmiştir. Söz konusu analiz için Past-4.03 istatistik paket programı kullanılmıştır (Clarke 1993).

3.3.4. Çeşitlilik ve Yoğunluk analizi

Tür çeşitliliği, popülasyonların ya da ekosistemlerin zenginliğini göstermektedir. Tahrip olmamış ekosistemler, tür çeşitliliğin yüksek ve bu türlere ait birey sayısının homojen bir dağılıma sahip olması ile karakterize edilir. Ekosistemde meydana gelen bir kirlilik ya da bozulma, komünitenin çeşitliliğinin değişmesine sebep olur. Organik kirliliğe karşı hassas olan türler ortamdaki yok olurken, daha toleranslı olan türler ortamda baskın bir hale gelecektir. Sonucunda ise çeşitlilik azalırken toleranslı olan türlerin birey sayılarında artış görülecektir (Türkmen 2013). Çeşitlilik indekslerinden biri olan Shannon–Wiener indeksi (H) karasal ve sucul ortamlarda hassas ve dominant olan türleri ayırmadan gerçekçi sonuçlar vermesinden dolayı ekolojik araştırmalarda biyoçeşitliliği hesaplamak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Özkan 2020). Çalışma kapsamında Çeşitlilik ve popülasyon yoğunluğu ilişkilerinin ortaya çıkarılmasında Past-

4.03 Software yazılımı kullanılarak Shannon-Wiener çeşitlilik (H) ve Shannon Evenness (EH) yoğunluk indeksleri uygulanmıştır.

3.4. Biyolojik Kalite Unsurları

Su kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan biyolojik değerlendirme, kimyasal değerlendirmeyi tamamlayıcı yöntem olarak geliştirilmiştir. Kimyasal değerlendirmeler sadece değerlendirme yapıldığı andaki sucul ekosistemin durumunu göstermektedir. Bu sebeple su kalitesi çalışmalarında bölgeye ait detaylı ve daha uzun vadeli değerlendirmeyi yapmak amacıyla hem fizikokimyasal hem de biyolojik değerlendirmelerin beraber yapılması gerekmektedir (Barlas 1995). Bu yöntemler uzun zamandır Avrupa ülkelerinde kullanılmaktadır. Söz konusu değerlendirmeler ile alakalı fitoplankton, diyatom, makrofit, bentik makroomurgasız ve balık gibi canlı grupları kullanılarak birçok biyotik indeks geliştirilmiştir. Bu canlı grupları arasında en çok kullanılanları bentik makroomurgasız ve diatomlardır (Sladeck 1973; Kalyoncu ve ark. 2009).

Tez çalışması kapsamında değerlendirilen Ceyhan ve Seyhan havzalarının biyolojik kalite değerlendirilmesinde ASTERICS 4.04 (AQEM/STAR Ecological River Classification System) yazılımından yararlanılarak indeks hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığının 2016 yılında yürüttükleri Ülkemize Özgü Su Kalitesi Ekolojik Değerlendirme Sisteminin Kurulması Projesi kapsamında bentik makroomurgasız grupları için 8 havzaya ait metrik indeksler geliştirilmiştir. Türkiye'deki tüm havzalar için bu metrik indeksler geliştirilene kadar sekiz havza için belirlenen metriklerin diğer havzalar için de kullanılması tavsiye edilmiştir (Dügel 2001). Seyhan ve Ceyhan havzası için belirlenen metrikler BMWP (İspanyol Versiyonu), Shannon-Wiener, [%] epirhitral ve EPT Taxa (%)'dır. Söz konusu havzalara ait belirlenen multimetrik indeksler, indekslere ait geliştirilen metrikler ve muhtemel kullanılabilecek havzalar Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Belirlenen multimetrik indeksler ve indekslerde yer alan metrikler

Havza Adı	Muhtemel Kullanılabilecek Havzalar	İndeşte Yer Alan Metrikler	Metrik Tipleri
Ceyhan	Seyhan, Asi	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Shannon-Wiener	Çeşitlilik
		[%] epirhitral	Fonksiyonel
		EPT Taxa (%)	Kompozisyon
Kuzey Ege	Gediz, Susurluk, Küçük Menderes	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Shannon-Wiener İndeksi	Çeşitlilik
		EPT Taxa (%)	Kompozisyon
Aras	Çoruh, Yukarı Fırat, Orta Fırat, Van Gölü Kapalı Havzası	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Shannon-Wiener İndeksi	Çeşitlilik
		[%] Grazers and Scrapers	Fonksiyonel
Aşağı Fırat	Dicle	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Margalef İndeksi	Çeşitlilik
		[%] hyporhithral	Fonksiyonel
Batı Akdeniz	Orta Akdeniz, Doğu Akdeniz, Büyük Menderes, Burdur Gölü Kapalı Havzası	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Shannon-Wiener İndeksi	Çeşitlilik
		Type Aka+ Lit+Psa (%)	Fonksiyonel
Doğu Karadeniz	Yeşilirmak	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Margalef Çeşitlilik İndeksi	Çeşitlilik
		EPT Taxa (%)	Kompozisyon
Sakarya	Marmara, Konya Kapalı Havzası, Akarçay	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Shannon-Wiener İndeksi	Çeşitlilik
		[%] epirhitral	Fonksiyonel
		EPT Taxa (%)	Kompozisyon
Batı Karadeniz	Kızılırmak, Meriç, Marmara	BMWP (İspanyol Versiyonu)	Tolerans
		Margalef Çeşitlilik İndeksi	Çeşitlilik
		[%] Littoral	Fonksiyonel
		EPT Taxa (%)	Kompozisyon

3.4.1. Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Biyotik İndeksi-İspanyol versiyonu (BMWP-Sp)

Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Biyotik İndeksi (BMWP) 1978 yılında İngilterede yer alan akarsuları biyolojik açıdan değerlendirilmesi, zamana göre değişimi ve karşılaştırılmaların yapılması amacıyla geliştirilmiştir. Taksonomik yönden birlikteliği elde etmek amacıyla teşhisler familya düzeyinde bırakılmıştır ve bolluk değerleri dikkate alınmamıştır (Metcalf 1989). Bu yöntem her türlü su sistemi için uygun olup kolayca uygulanabilir (Bahçeci 2010). Bu yöntemde bentik makroomurgasız familyalarına, çevresel değişimlere karşı duyarlılığına bağlı skorlar verilmektedir. Bu skorlar 1-10 arasında olup hassas familyalar yüksek skor ile toleranslı olanlar ise düşük skorlara sahiptir. Toplam skor 0-250 arasında değişip çalışma alanındaki çevresel ve fizikokimyasal faktörlerin etkisindeki durumun bir göstergesidir (Bahçeci 2010).

3.4.2. %EPT Taksa

EPT taksa indeksi Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera takımına ait bireylerin, çalışma kapsamında elde edilen bentik makroomurgasızların toplam sayısına yüzdesi ile hesaplanmaktadır (Lewin ve ark. 2013).

3.4.3. Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi

Sucul ekosistemlerde en sık kullanılan çeşitlilik indeksidir. Ekosistemdeki baskın ve nadir bulunan taksonları ayırmadan gerçekçi sonuç vermektedir. Taksonların sayısı ve dağılımı ile birlikte Shannon-Wiener (H) değeri de artmaktadır. H değerinin yüksek olması türlerin dağılımının dengeli ve habitatın bozulmamış olduğunu göstermektedir. H değerinin 3'ten büyük olması suyun temiz olduğunu, 1'den küçük olması suyun ağır şekilde kirli olduğunu ve ara değerler ise suyun orta derecede kirli olduğunu bir göstergesidir (Mason 1983).

Biyolojik değerlendirme sonucunda elde edilen skor 0 ile 1 arasındadır. Bu ölçek su kalitesinin değerlendirilmesi çalışmalarında biyoindikatör türlere göre değerlendirilen bir kavram olan Ekolojik Kalite Oranı (EKO)'dır. EKO değerinin 1'e yaklaşması referans durumu, sıfıra yaklaşması ise kötü ekolojik durumu temsil etmektedir (EQR 2007; Uyanık ve Cebe 2017). Seyhan ve Ceyhan havzasında ait belirlenen sınıf değerleri (Tablo 3.6.).

Tablo 3.6. Çalışma havzaları için belirlenen sınıf sınır değerleri (EQR 2007)

Seyhan ve Ceyhan Havzası İndeks Değeri	Kalite Sınıfı
0,98 ve üzeri	Yüksek
0,75-0,97	İyi
0,54-0,74	Orta
0,46-0,53	Zayıf
0,45 ve aşağısı	Kötü

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında Seyhan ve Ceyhan havzalarından belirlenen 72 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucunda toplam 16669 birey toplanmıştır. Malacostraca sınıfına ait üç takım (Amphipoda, Decapoda ve Isopoda), altı familya (Asellidae, Athyidae, Gammaridae, Niphargidae, Palaemonidae ve Potamidae) ve yedi cinse mensup 18 tür tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Tespit edilen Malacostraca türlerinin havzalara göre dağılımı

Sistematik Sınıflandırma	Kısaltmalar	Seyhan Havzası	Ceyhan Havzası
Şube: Arthropoda Alt Şube: Crustacea Sınıf: Malacostraca Takım: Amphipoda Familya: Gammaridae Leach, 1814			
<i>Echinogammarus ischnus</i> Stebbing, 1899	Ech ish	+	+
<i>Gammarus agrarius</i> Karaman, 1973	Gam agr	+	+
<i>Gammarus balcanicus</i> Schaferna, 1922	Gam bal	+	+
<i>Gammarus effultus</i> Karaman, 1975	Gam eff		+
<i>Gammarus goedmakersae</i> Karaman & Pinkster, 1977	Gam goe	+	
<i>Gammarus kischineffensis</i> Schellenberg, 1937	Gam kis		+
<i>Gammarus lacustris</i> Sars, 1864	Gam lac		+
<i>Gammarus mladeni</i> Karaman & Pinkster, 1977	Gam mla	+	
<i>Gammarus osellai</i> Karaman & Pinkster, 1977	Gam ose	+	
<i>Gammarus pseudanatoliensis</i> Karaman & Pinkster, 1987	Gam pse	+	+
Familya: Niphargidae Bousfield, 1977			
<i>Niphargus kirgizi</i> Fişer, Çamur-Elipek & Özbek, 2009	Nip kır	+	
<i>Niphargus</i> sp.	Nip sp		+
Takım: Decapoda Latreille, 1802 Familya: Potamidae Ortmann, 1896			
<i>Potamon ibericum</i> (Bieberstein, 1809)	Pot ibe		+
<i>Potamon potamios</i> (Olivier, 1804)	Pot pot	+	
<i>Potamon setigerum</i> Rathbun, 1904	Pot set		+
Familya: Atyidae De Haan, 1849			
<i>Atyaephyra desmarestii</i> (Millet, 1831)	Aty des		+
Familya: Palaemonidae Rafinesque, 1815			
<i>Palaemon antennarius</i> H. Milne Edwards, 1837	Pal ant	+	+
Order: Isopoda Latreille, 1817 Family: Asellidae Rafinesque, 1815			
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	Ase aqu		+

Ceyhan ve Seyhan havzalarına ait fizikokimyasal parametreler arasındaki çoklu ilişki sorunlarını ortadan kaldırmak amacıyla Multicollinearty Testi yapılmıştır. Test sonucuna ait R^2 ve varyans şişme değerleri (VIF) Tablo 4.2’de verilmiş olup tuzluluk ve

elektriksel iletkenlik değişkenleri arasında yüksek korelasyonun olduğu belirlenmiştir (VIF>10). Bu sebeple analizlerden tuzluluk değişkeni elenerek devam edilmiştir.

Tablo 4.2. Seyhan ve Ceyhan havzaları fizikokimyasal parametrelere ait Multicollinearty analizi

Bağımlı parametreler	Seyhan		Ceyhan	
	R ²	VIF	R ²	VIF
Sıcaklık (°C)	0,520	1,921	0,688	1,454
pH	0,876	1,141	0,821	1,218
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	0,003	37,64	0,120	8,315
Çözünmüş oksijen (mg/L)	0,612	1,634	0,603	1,659
Tuzluluk (%)	0,003	34,51	0,135	7,396
Toplam azot (mg/L)	0,121	8,287	0,678	1,475

4.1. Ceyhan Havzası

4.1.1. Fizikokimyasal değerlendirme

Çalışma kapsamında değerlendirilen 49 istasyona ait mevsimsel olarak ölçümü gerçekleştirilen fizikokimyasal parametreler ve YSKY'ya göre bazı parametrelerin ortalama değerlerine ait nihai durumları Tablo 4.3.'te verilmiştir.

Değerlendirilen fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amacıyla uygulanan Pearson Korelasyon Analizine göre; çözünmüş oksijen ile sıcaklık ve elektriksel iletkenlik, toplam azot ile pH arasında anlamlı negatif bir korelasyon tespit edilmiştir (p<0,01) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.3. Ceyhan Havzası istasyonları fizikokimyasal parametre değerleri (EC: Elektriksel iletkenlik, ÇO: Çözünmüş oksijen, TA: Toplam azot, İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, Ort: Ortalama)

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
1	İ	14,60	8,04	387,00	9,08	3,29
	Y	28,40	8,51	584,00	7,03	25,00
	S	15,60	7,74	453,00	4,00	3,02
	Ort	19,53	8,10	474,67	6,70	10,44
2	İ	17,10	8,48	341,00	9,99	3,12
	Y	26,60	8,69	327,00	7,84	0,98
	S	16,90	8,13	356,00	9,32	3,12
	Ort	20,20	8,43	341,33	9,05	2,41
3	İ	16,90	8,32	308,00	9,56	1,53
	Y	26,70	8,03	515,00	7,74	4,60
	S	16,20	7,83	275,00	11,23	2,38
	Ort	19,93	8,06	366,00	9,51	2,84

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
4	İ	20,90	8,45	1022,00	8,75	5,78
	Y	27,50	8,47	470,00	7,26	2,06
	S	15,20	7,93	310,00	10,64	4,72
	Ort	21,20	8,28	600,67	8,88	4,19
5	İ	14,40	8,13	553,00	10,31	2,76
	Y	23,30	8,37	755,00	8,83	6,70
	S	16,50	7,93	526,00	9,94	2,48
	Ort	18,07	8,14	611,33	9,69	3,98
6	İ	17,60	8,20	627,00	8,10	6,50
	Y	36,20	7,21	2390,00	3,90	0,90
	S	15,20	8,18	978,00	3,57	17,08
	Ort	23,00	7,86	1331,67	5,19	8,16
7	İ	21,40	8,30	860,00	7,31	4,04
	Y	33,00	6,45	1345,00	6,65	80,75
	S	20,10	8,62	3350,00	2,99	0,74
	Ort	24,83	7,79	1851,67	5,65	28,51
8	İ	23,50	8,82	2480,00	6,44	6,08
	Y	32,70	6,54	1358,00	6,80	8,75
	S	25,30	8,75	9610,00	2,84	26,09
	Ort	27,17	8,04	4482,67	5,36	13,64
9	İ	13,80	8,09	309,00	9,50	2,44
	Y	28,80	8,73	349,00	11,72	0,24
	S	-	-	-	-	-
	Ort	21,30	8,41	329,00	10,61	1,34
10	İ	12,60	8,41	320,00	9,24	1,55
	Y	25,30	8,57	475,00	7,05	0,92
	S	15,00	9,02	303,00	8,97	0,98
	Ort	17,63	8,67	366,00	8,42	1,15
11	İ	12,10	8,54	380,00	9,72	1,60
	Y	25,70	8,66	345,00	9,10	1,21
	S	10,80	7,86	298,80	11,55	0,53
	Ort	16,20	8,35	341,27	10,12	1,11
12	İ	13,70	8,54	255,00	9,52	0,92
	Y	26,50	8,83	402,00	7,93	0,29
	S	11,00	8,37	282,00	13,42	0,24
	Ort	17,07	8,58	313,00	10,29	0,48
13	İ	15,60	8,30	281,00	9,38	2,04
	Y	21,60	8,86	359,00	8,10	1,19
	S	13,30	8,28	259,00	11,46	0,89
	Ort	16,83	8,48	299,67	9,65	1,37
14	İ	9,90	8,31	196,10	10,01	1,28
	Y	21,50	7,31	245,00	5,14	8,80
	S	12,20	8,75	297,00	8,07	2,75
	Ort	14,53	8,12	246,03	7,74	4,28
15	İ	10,00	8,24	162,40	9,37	0,90
	Y	21,60	8,48	1315,00	8,88	0,85
	S	13,00	9,10	210,20	9,86	0,46
	Ort	14,87	8,61	562,53	9,37	0,74
16	İ	12,70	8,15	268,00	9,19	1,06
	Y	17,60	8,24	342,00	7,30	1,04
	S	12,50	8,00	250,00	11,83	0,63
	Ort	14,27	8,13	286,67	9,44	0,91
17	İ	13,50	8,27	315,00	9,41	1,81
	Y	26,80	8,62	402,00	7,39	1,24
	S	11,60	8,05	266,80	12,00	0,99

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
	Ort	17,30	8,31	327,93	9,60	1,35
18	İ	11,20	8,07	271,00	8,75	2,00
	Y	23,00	8,16	469,00	4,10	2,57
	S	11,30	8,45	348,00	7,54	2,25
	Ort	15,17	8,23	362,67	6,80	2,27
19	İ	12,20	8,19	325,00	10,42	1,84
	Y	24,80	8,68	513,00	8,44	1,21
	S	8,60	8,00	325,00	10,42	0,48
	Ort	15,20	8,29	387,67	9,76	1,18
20	İ	11,10	7,76	189,50	9,51	1,08
	Y	12,70	8,49	204,00	9,58	0,38
	S	-	-	-	-	-
	Ort	11,90	8,13	196,75	9,55	0,73
21	İ	20,00	7,50	477,00	7,14	5,19
	Y	21,70	7,77	488,00	6,45	2,48
	S	19,10	8,05	505,00	8,50	5,10
	Ort	20,27	7,77	490,00	7,36	4,26
22	İ	12,80	8,37	200,20	9,09	0,74
	Y	15,00	8,47	249,00	9,25	0,42
	S	11,90	8,16	218,00	12,89	1,07
	Ort	13,23	8,33	222,40	10,41	0,74
23	İ	11,50	8,45	294,00	10,31	0,15
	Y	25,40	8,88	586,00	8,12	0,10
	S	-	-	-	-	-
	Ort	18,45	8,67	440,00	9,22	0,13
24	İ	11,10	8,86	239,00	8,74	0,71
	Y	19,60	8,58	252,00	7,52	2,76
	S	10,80	8,11	245,00	8,22	2,22
	Ort	13,83	8,52	245,33	8,16	1,90
25	İ	12,00	8,51	436,00	9,46	0,11
	Y	17,60	8,40	475,00	8,23	0,47
	S	12,20	7,91	439,00	9,58	0,37
	Ort	13,93	8,27	450,00	9,09	0,32
26	İ	11,90	8,88	250,00	9,12	0,29
	Y	17,20	8,50	409,00	8,29	1,20
	S	16,10	7,92	434,00	7,84	0,19
	Ort	15,07	8,43	364,33	8,42	0,56
27	İ	11,10	8,60	383,00	10,10	0,10
	Y	23,60	8,38	444,00	8,06	0,82
	S	-	-	-	-	-
	Ort	17,35	8,49	413,50	9,08	0,46
28	İ	10,80	8,58	288,00	9,28	0,14
	Y	14,60	8,34	338,00	7,76	0,70
	S	12,40	7,44	331,00	7,92	0,44
	Ort	12,60	8,12	319,00	8,32	0,43
29	İ	11,30	8,61	399,00	9,42	0,10
	Y	18,80	8,44	396,00	7,60	0,56
	S	16,60	8,82	357,00	8,56	1,28
	Ort	15,57	8,62	384,00	8,53	0,65
30	İ	12,70	8,75	402,00	9,67	1,20
	Y	18,00	8,74	479,00	8,74	0,38
	S	16,70	8,36	465,00	7,91	0,76
	Ort	15,80	8,62	448,67	8,77	0,78
31	İ	17,70	8,41	153,00	8,45	0,17
	Y	18,60	8,39	191,00	7,44	0,72

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
	S	15,90	7,36	200,00	8,35	0,92
	Ort	17,40	8,05	181,33	8,08	0,60
32	İ	16,90	8,89	384,00	9,22	0,10
	Y	19,10	8,91	415,00	8,63	0,88
	S	18,10	8,60	390,00	7,86	0,45
	Ort	18,03	8,80	396,33	8,57	0,48
33	İ	15,30	8,51	259,00	9,29	0,52
	Y	19,00	8,51	292,00	8,60	1,81
	S	-	-	-	-	-
	Ort	17,15	8,51	275,50	8,95	1,17
34	İ	16,00	8,75	236,00	8,75	0,49
	Y	16,90	8,37	277,00	7,61	0,62
	S	-	-	-	-	-
	Ort	16,45	8,56	256,50	8,18	0,56
35	İ	12,20	8,78	345,00	9,60	0,19
	Y	18,60	8,43	340,00	8,09	1,59
	S	16,30	7,91	396,00	7,84	0,52
	Ort	15,70	8,37	360,33	8,51	0,77
36	İ	8,20	8,84	79,80	9,80	0,21
	Y	16,10	8,40	91,00	7,58	1,18
	S	16,10	8,40	290,00	8,03	0,50
	Ort	13,47	8,55	153,60	8,47	0,63
37	İ	10,40	8,56	161,00	9,96	0,17
	Y	18,50	8,64	265,00	8,04	1,60
	S	18,30	7,78	237,00	7,65	1,11
	Ort	15,73	8,33	221,00	8,55	0,96
38	İ	10,50	8,65	208,00	9,58	0,31
	Y	16,30	8,50	244,00	8,11	2,18
	S	14,20	7,78	233,00	8,07	1,17
	Ort	13,67	8,31	228,33	8,59	1,22
39	İ	9,90	8,50	245,00	9,75	0,63
	Y	13,60	8,60	270,00	8,67	2,45
	S	14,50	8,34	281,00	8,38	1,50
	Ort	12,67	8,48	265,33	8,93	1,53
40	İ	14,30	8,43	442,00	7,24	0,63
	Y	17,40	8,76	506,00	7,44	1,24
	S	-	-	-	-	-
	Ort	15,85	8,60	474,00	7,34	0,94
41	İ	11,60	8,63	319,00	9,34	0,13
	Y	22,60	8,60	414,00	7,26	2,54
	S	15,90	8,18	385,00	8,53	0,74
	Ort	16,70	8,47	372,67	8,38	1,14
42	İ	11,60	8,46	430,00	9,38	0,19
	Y	19,40	8,38	424,00	7,20	1,42
	S	14,50	7,90	418,00	8,58	0,35
	Ort	15,17	8,25	424,00	8,39	0,65
43	İ	11,60	8,54	397,00	9,60	0,12
	Y	18,60	8,41	362,00	7,74	1,49
	S	15,30	7,40	367,00	7,55	0,32
	Ort	15,17	8,12	375,33	8,30	0,64
44	İ	18,20	8,57	365,00	11,14	2,10
	Y	27,90	8,95	317,00	11,90	0,75
	S	15,10	8,83	286,00	8,60	1,35
	Ort	20,40	8,78	322,67	10,55	1,40
45	İ	18,30	8,39	345,00	9,46	1,44

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
	Y	29,10	8,88	304,00	8,15	0,52
	S	14,90	8,69	265,00	7,84	0,27
	Ort	20,77	8,65	304,67	8,48	0,74
46	İ	13,80	8,31	281,00	9,83	1,19
	Y	21,80	8,48	345,00	8,40	0,89
	S	13,60	7,96	240,00	8,55	0,72
	Ort	16,40	8,25	288,67	8,93	0,93
47	İ	19,90	8,71	503,00	7,68	0,71
	Y	25,10	8,80	438,00	6,48	0,90
	S	21,70	8,54	480,00	7,65	1,91
	Ort	22,23	8,68	473,67	7,27	1,17
48	İ	16,00	8,55	303,00	9,67	0,83
	Y	22,00	8,41	265,00	8,14	2,27
	S	19,80	7,61	232,00	7,40	1,67
	Ort	19,27	8,19	266,67	8,40	1,59
49	İ	21,70	9,17	248,00	8,33	0,30
	Y	25,00	9,03	265,00	7,57	3,51
	S	20,20	9,04	263,00	8,53	1,24
	Ort	22,30	9,08	258,67	8,14	1,68

Tablo 4.4. Ceyhan Havzası fizikokimyasal parametrelere ait Pearson korelasyon analizi (EC: Elektriksel iletkenlik, ÇO: Çözünmüş oksijen, TA: Toplam azot)

	Sıcaklık(°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO(mg/L)	TA(mg/L)
Sıcaklık(°C)	1				
pH	-0,070	1			
EC(µS/cm)	0,305	-0,14	1		
ÇO(mg/L)	-0,484	0,151	-0,469	1	
TA(mg/L)	0,354	-0,376	0,355	0,053	1

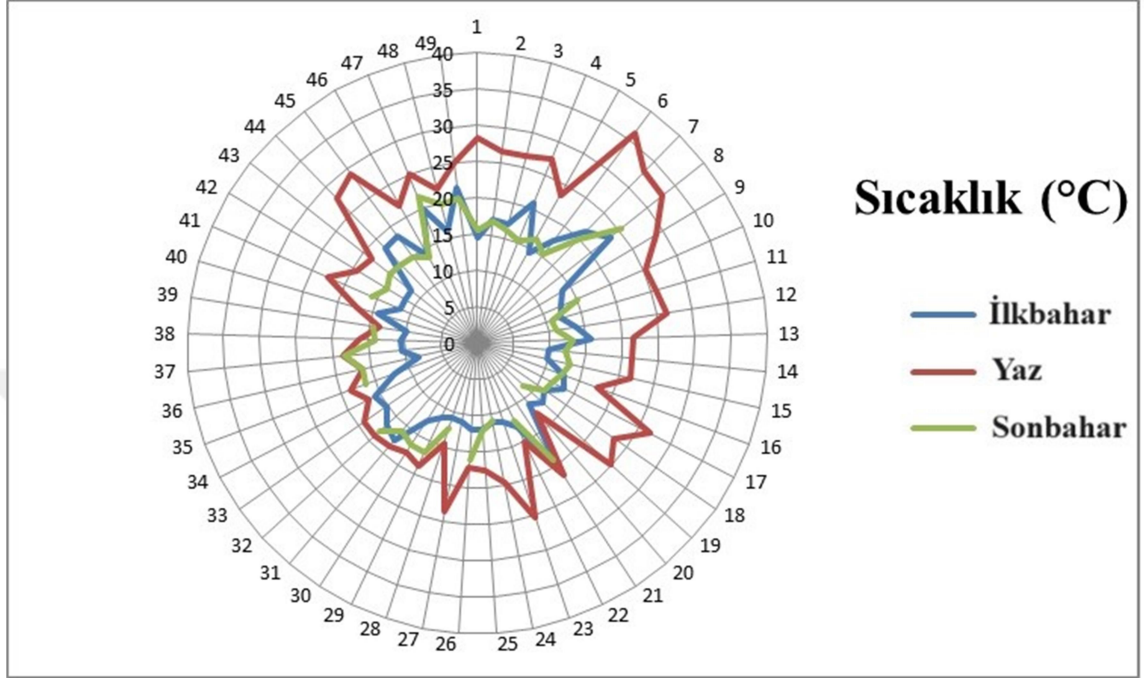
Korelasyon $p < 0,01$ seviyesinde önemlidir.

Ceyhan Havzasında gerçekleştirilen ölçümlerde en düşük ve en yüksek sıcaklık 8,2-36,2 (°C) olarak ölçülmüştür. Yaz dönemi 6., 7. ve 8. istasyonlar III. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiş olup üç döneme ait diğer tüm istasyonlar I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1.).

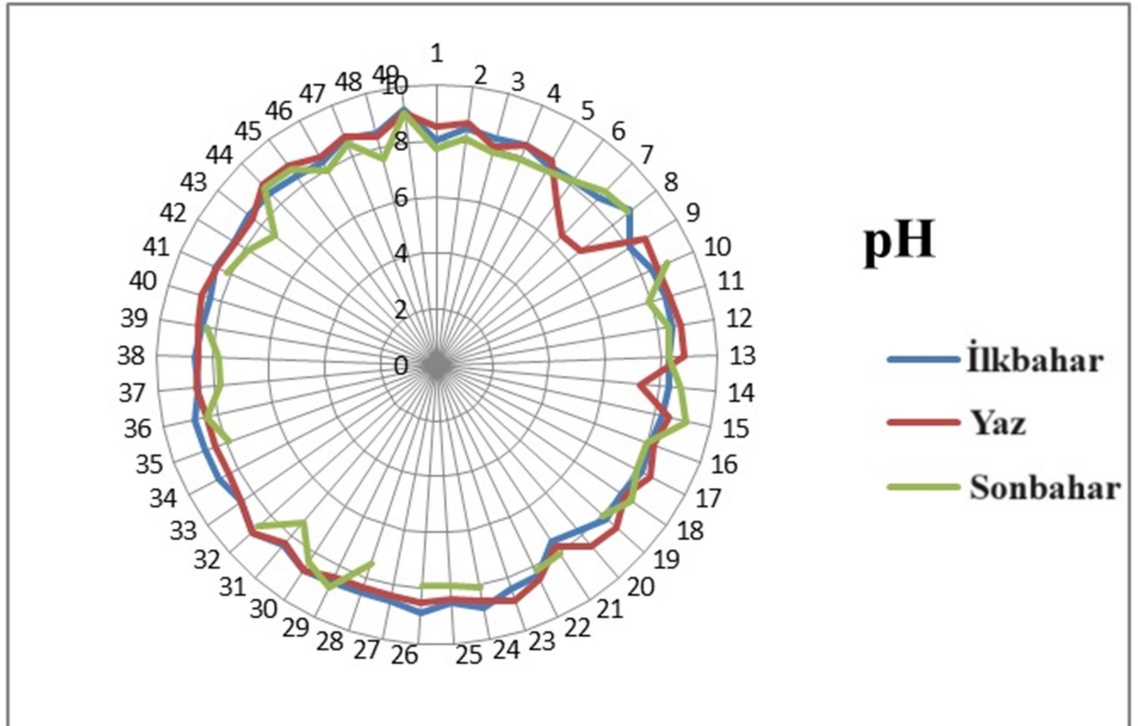
İstasyonların pH değeri 6,45-9,17 aralığında değişmektedir. Değerlendirilen istasyonlardan 49. istasyon pH değerine göre II. sınıf su kalitesinde olup diğer tüm istasyonlar I. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür (Şekil 4.2.).

Çalışılan istasyonlara ait elektriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında 79,8-9610 µS/cm arasında değişmektedir. En düşük değer 36. istasyonun ilkbahar dönemine (79,8 µS/cm) olup en yüksek değer ise 8. istasyonun sonbahar dönemine (9610 µS/cm) aittir. Elektriksel iletkenlik değerine göre istasyonlardan 3'ü (6., 7., ve 8. istasyon) III. sınıf

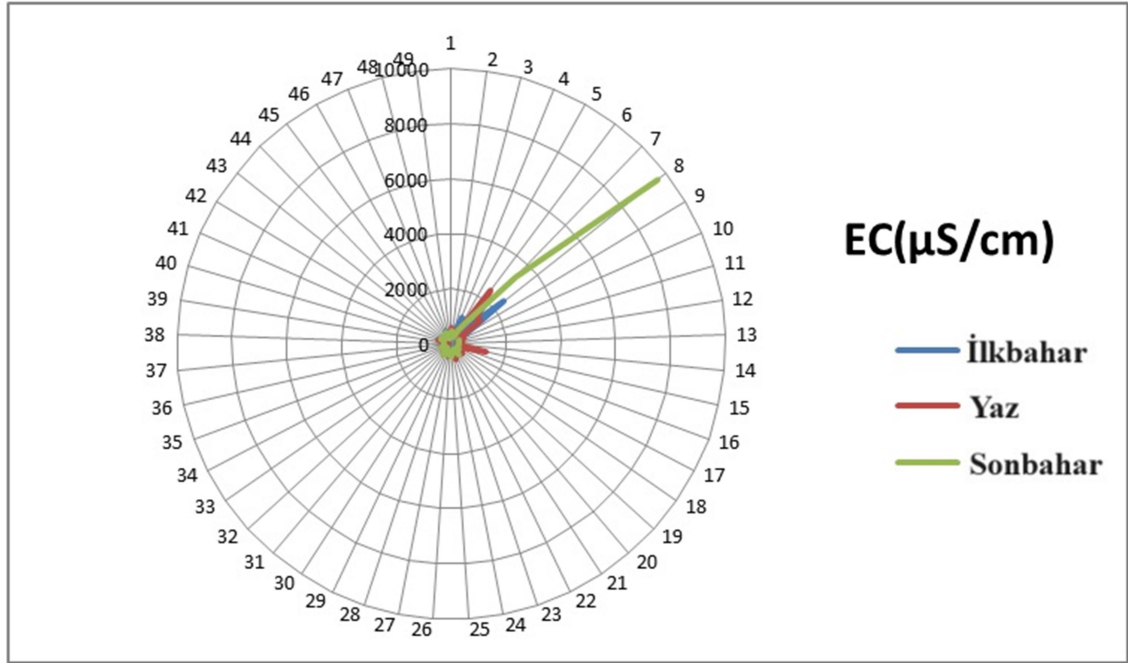
kalitesinde, 12 istasyon II. sınıf su kalitesinde ve 34 istasyon ise I. sınıf su kalitesinde yer aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.1. Mevsimlere göre istasyonların sıcaklık değişimleri



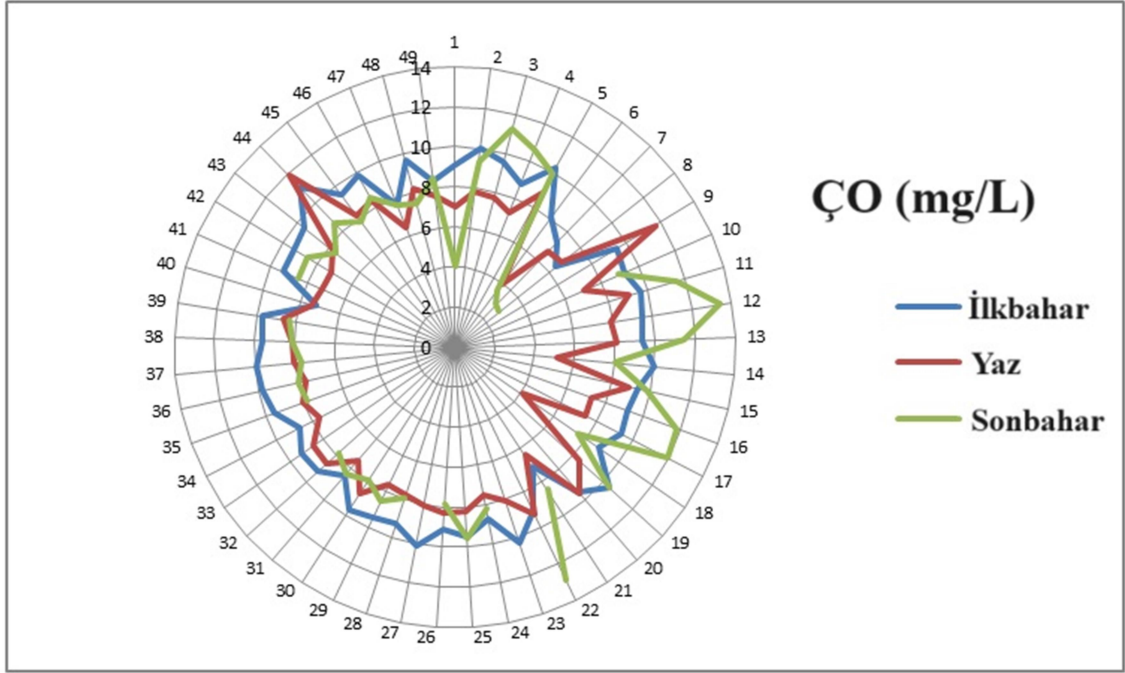
Şekil 4.2. Mevsimlere göre istasyonların pH değişimleri



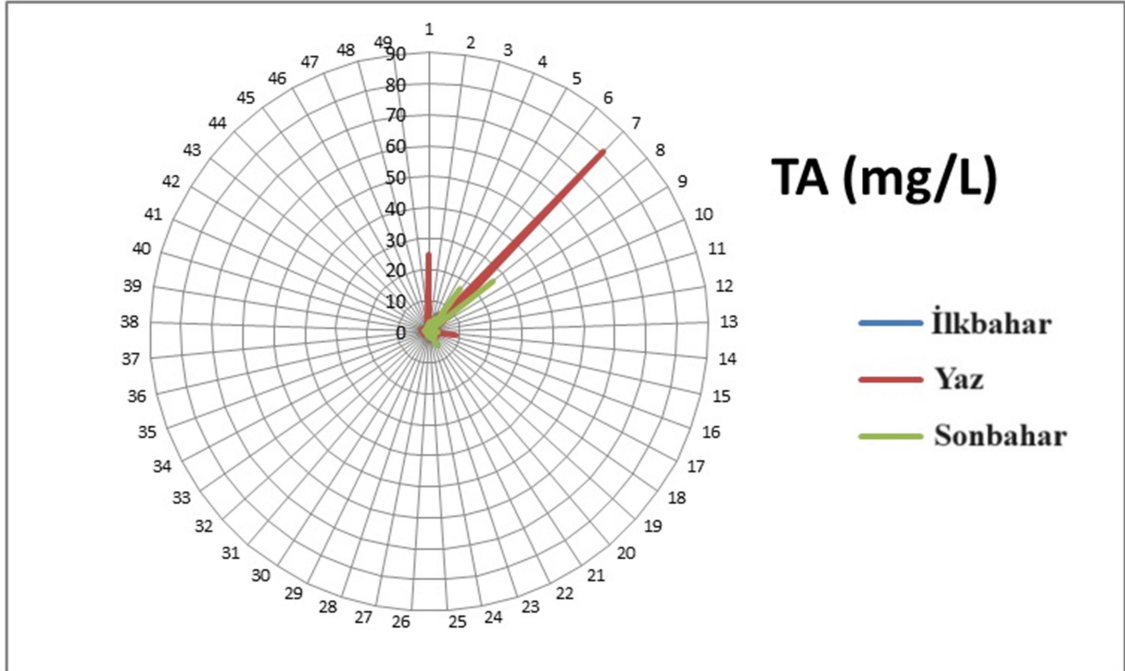
Şekil 4.3. Mevsimlere göre istasyonların elektriksel iletkenlik değişimleri

Çalışılan istasyonlara ait çözülmüş oksijen değerlerine bakıldığında 2,84-13,42 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değer (2,84 mg/L) 8. istasyonun sonbahar dönemine olup en yüksek değer (13,42 mg/L) ise 12. istasyonun sonbahar dönemine aittir. Elektriksel iletkenlik değerine göre değerlendirilen istasyonlardan 3'ü (6., 7., ve 8. istasyon) III. sınıf kalitesinde, 7 istasyon II. sınıf su kalitesinde ve 39 istasyon ise I. sınıf su kalitesinde yer aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.4.).

Çalışılan istasyonlara ait toplam azot değerlerine bakıldığında 0,1-80,75 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değer (0,1 mg/L) 32. istasyonun sonbahar dönemine olup en yüksek değer (80,75 mg/L) ise 7. istasyonun yaz dönemine aittir. Toplam azot değerine göre değerlendirilen istasyonlardan 2'si (7., ve 8. istasyon) III. sınıf kalitesinde, 6 istasyon II. sınıf su kalitesinde ve 41 istasyon ise I. sınıf su kalitesinde yer aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5.).



Şekil 4.4. Mevsimlere göre istasyonların çözülmüş oksijen değişimleri



Şekil 4.5. Mevsimlere göre istasyonların toplam azot değişimleri

4.1.2. Faunistik değerlendirme

Tez alışması kapsamında Ceyhan Havzasında değerlendirilen 49 istasyonun 24'ünde Malacostraca sınıfına mensup bireylere rastlanılmış olup toplam 12.367 birey örneklenmiştir. Çalışmada Malacostraca sınıfına mensup  takım (Amphipoda, Isopoda ve Decapoda) ve altı familya (Niphargidae, Gammaridae, Asellidae, Athyidae, Palemonidae ve Potamidae) tespit edilmiştir. Amphipoda takımına ait sekiz, Isopoda takımına mensup bir ve Decapoda takımına mensup iki tür tespit edilmiştir. Toplanan rnekler arasında 8.345 birey ile en baskın türün *Gammarus pseudanatoliensis* olduğu ve bunu 1.112 birey ile *G. lacustris* türünün takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Ceyhan Havzası Malacostraca taksonlarının istasyonlara göre dağılımı

Türler	İstasyonlar																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Echinogammarus ischnus</i>	✓																					✓			
<i>Gammarus agrarius</i>																									✓
<i>Gammarus balcanicus</i>																							✓		
<i>Gammarus effultus</i>															✓				✓			✓			
<i>Gammarus kischineffensis</i>																				✓	✓				
<i>Gammarus lacustris</i>									✓				✓			✓		✓							
<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>	✓												✓			✓		✓	✓			✓			✓
<i>Niphargus sp.</i>																						✓			
<i>Potamon ibericum</i>																									
<i>Potamon setigerum</i>	✓														✓						✓				
<i>Atyaephyra desmarestii</i>																									
<i>Palaemon antennarius</i>	✓																					✓			
<i>Asellus aquaticus</i>																			✓						
Türler	İstasyonlar																								
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
<i>Echinogammarus ischnus</i>																						✓			
<i>Gammarus agrarius</i>																									
<i>Gammarus balcanicus</i>																✓									
<i>Gammarus effultus</i>																	✓								
<i>Gammarus kischineffensis</i>																									
<i>Gammarus lacustris</i>				✓		✓													✓						✓
<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>	✓					✓								✓											
<i>Niphargus sp.</i>																									
<i>Potamon ibericum</i>							✓										✓								
<i>Potamon setigerum</i>																									
<i>Atyaephyra desmarestii</i>																					✓	✓			
<i>Palaemon antennarius</i>																								✓	
<i>Asellus aquaticus</i>																									

4.1.3. İstatistik değerlendirme

Malacostraca sınıfına mensup türlerin mevsimsel olarak % baskınlıklarına bakıldığında ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde sırasıyla %46,54, %45,60 ve %55,53 oran ile *G. pseudanatoliensis* baskın tür olduğu belirlenmiş olup bunu %18,64, %3,58 ve %9,67 ile *G. lacustris* takip etmektedir. Tespit edilen türlere ait frekans değerlerini incelediğimizde sırasıyla %30,43, %34,78 ve %43,98 sıklık oranı ile *G. pseudanatoliensis* sık karşılaşılan tür olarak belirlenmiş olup bunu %30,43, %21,74 ve %26,09 ile *G. lacustris* takip etmektedir. *G. pseudanatoliensis* 'in üç dönemde de baskın bir şekilde bulunması türün ekolojik toleransının oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Ceyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimlere göre bulunurluğu (+:Nadir, ++:Seyrek, +++:Genellikle, ++++:Çoğunlukla, +++++: Sürekli)

Türler	Mevsimler		
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
<i>Echinogammarus ischnus</i>	+	+	+
<i>Gammarus agrarius</i>	+	-	++
<i>Gammarus balcanicus</i>	+	+	-
<i>Gammarus effultus</i>	++	+	+
<i>Gammarus kischineffensis</i>	+	+	+
<i>Gammarus lacustris</i>	+++	++	+++
<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>	+++	++++	++++
<i>Niphargus sp.</i>	+	-	-
<i>Potamon ibericum</i>	-	-	+
<i>Potamon setigerum</i>	+	+	+
<i>Atyaephyra desmarestii</i>	+	+	+
<i>Palaemon antennarius</i>	-	-	+
<i>Asellus aquaticus</i>	-	+	+

Ceyhan Havzasında belirlenen Malacostraca taksonlarının istasyonlardaki yüzde baskınlıkları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Ceyhan Havzası Malacostraca türlerinin istasyonlara göre birey sayısı (BS) ve % baskınlıkları (%D)

İstasyonlar		Türler												
		<i>E. ischnus</i>	<i>G. agrarius</i>	<i>G. balcanicus</i>	<i>G. effultus</i>	<i>G. kischineffensis</i>	<i>G. lacustris</i>	<i>G. pseudanatoliensis</i>	<i>Niphargus sp.</i>	<i>P. ibericum</i>	<i>P. setigerum</i>	<i>A. desmarestii</i>	<i>P. antennarius</i>	<i>A. aquaticus</i>
1	BS/m ²	190						125				6		
	%D	58,82						38,70				1,86		
9	BS/m ²						79							
	%D						100							
13	BS/m ²						30	354						
	%D						7,81	92,19						
15	BS/m ²				78					3				
	%D				96,30					3,70				
16	BS/m ²						345	716						
	%D						32,52	67,48						
18	BS/m ²						184	81					25	
	%D						63,45	27,93					8,62	
19	BS/m ²				127			5389		1				
	%D				2,30			97,68		0,02				
20	BS/m ²					544				2				
	%D					99,63				0,37				
21	BS/m ²					248		402	12			10		
	%D					36,74		59,56	1,78			1,48		
22	BS/m ²	212		313	37								3	
	%D	36,74		54,25	6,41								0,44	
25	BS/m ²		330					769						
	%D		30,03					69,97						
26	BS/m ²							150						
	%D							100						
29	BS/m ²						113							
	%D						100							
31	BS/m ²						112	19						
	%D						85,50	14,50						
32	BS/m ²									3				
	%D									100				
39	BS/m ²							320		1				
	%D							99,69		0,31				
41	BS/m ²			172										

İstasyonlar	Türler													
	<i>E. ischnus</i>	<i>G. agrarius</i>	<i>G. balcanicus</i>	<i>G. effultus</i>	<i>G. kischineffensis</i>	<i>G. lacustris</i>	<i>G. pseudanatoliensis</i>	<i>Niphargus sp.</i>	<i>P. ibericum</i>	<i>P. setigerum</i>	<i>A. desmarestii</i>	<i>P. antennarius</i>	<i>A. aquaticus</i>	
	%D		100											
42	BS/m ²			89					2					
	%D			97,80					2,20					
43	BS/m ²					103								
	%D					100								
45	BS/m ²										254			
	%D										100			
46	BS/m ²	39									110			
	%D	29,17									73,83			
48	BS/m ²											170		
	%D											100		
49	BS/m ²					146								
	%D					100								

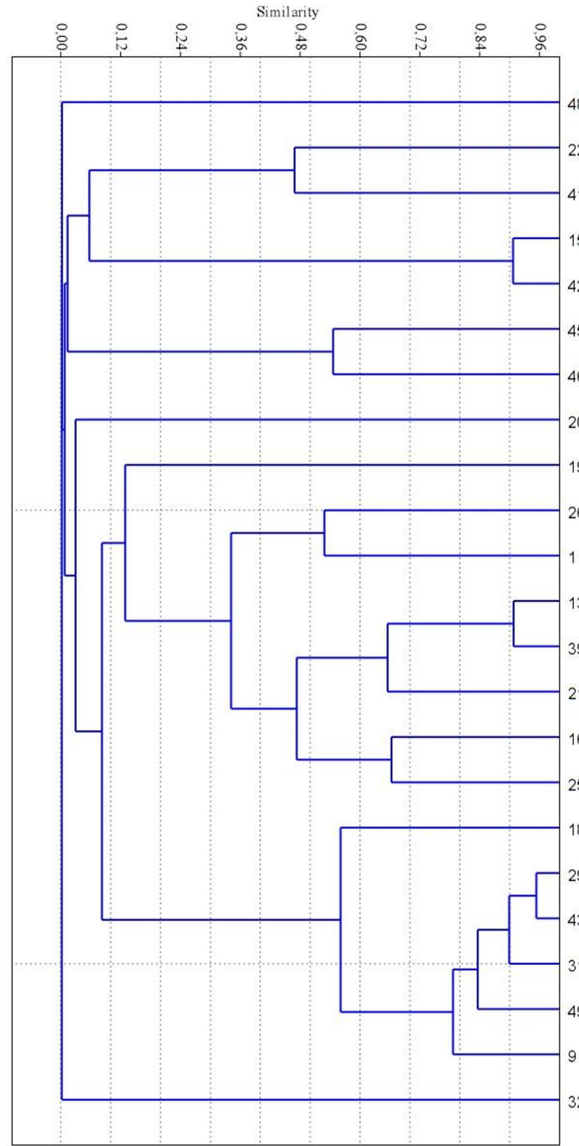
Malacostraca sınıfına mensup türlerin mevsimsel olarak baskınlık ve sıklık değerlerine bakıldığında ilkbahar mevsiminde %48,17 oranla en baskın tür *Gammarus pseudanatoliensis* iken sık karşılaşılan tür %30,43 oran ile *G. lacustris* ile *G. pseudanatoliensis*'tir. Yaz mevsiminde %75,73 oranla en baskın tür *G. pseudanatoliensis* olup en sık karşılaşılan tür ise %34,78 ile yine *G. pseudanatoliensis*'tir. Sonbahar mevsiminde ise diğer mevsimlerde olduğu gibi en baskın ve en sık karşılaşılan tür *G. pseudanatoliensis*'tir.

Tablo 4.8. Ceyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimsel olarak bolluk (BS/m²), % baskınlık (D) ve % sıklık (F) değerleri

Türler	İlkbahar			Yaz			Sonbahar		
	BS/m ²	%D	%F	BS/m ²	%D	%F	BS/m ²	%D	%F
<i>Echinogammarus ischnus</i>	59	1,70	8,70	281	4,32	8,70	16	0,67	4,35
<i>Gammarus agrarius</i>	140	4,03	4,35	0	0,00	0,00	290	7,96	4,35
<i>Gammarus balcanicus</i>	83	2,39	8,70	423	6,51	8,70	0	0,00	0,00
<i>Gammarus effultus</i>	218	6,27	17,39	46	0,71	8,70	67	2,81	8,70
<i>Gammarus kischineffensis</i>	195	5,61	8,70	568	8,74	8,70	29	1,21	4,35
<i>Gammarus lacustris</i>	648	18,64	30,43	233	3,58	21,74	231	9,67	26,09
<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>	1675	48,17	30,43	4924	75,73	34,78	1746	73,12	43,48
<i>Niphargus sp.</i>	12	0,38	4,35	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Potamon ibericum</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	5	0,21	8,70
<i>Potamon setigerum</i>	5	0,14	8,70	3	0,05	4,35	1	0,04	4,35
<i>Atyaephyra desmarestii</i>	247	7,10	8,70	23	0,35	4,35	94	3,94	4,35
<i>Palaemon antennarius</i>	185	5,32	13,04	1	0,02	4,35	0	0,00	0,00
<i>Asellus aquaticus</i>	0	0,00	0,00	10	0,29	8,70	9	0,38	4,35

4.1.3.1. Bray-Curtis benzerlik indeksine göre istasyonlar arasındaki benzerlikler

Tez çalışması kapsamında tespit edilen taksonların dağılımları dikkate alınarak istasyonlar arasındaki benzerlik oranları Şekil 4.6'da ve Tablo 4.9'da verilmiştir. Tespit edilen taksonların dağılımları dikkate alınarak istasyonlar arasındaki benzerlik Bray-Curtis Analiz yöntemi ile incelenmiştir. Analiz sonucuna göre en fazla benzerlik %92 oran ile 29. ve 43. istasyonlar arasında görülürken bunu %91'lik oranla 39. ve 13. istasyon takip etmektedir. En düşük benzerlikler ise %0,1'lük benzerlik oranları ile 20. ve 15 istasyonlarında görülürken bunu %0,2'lik oranla 39. ve 43. istasyon ile 48. ve 1. istasyonlar arasında hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. Ceyhan Havzası istasyonları tür kompozisyonuna dayalı Cluster Kümeleme Analizi Grafiği (Bray-Curtis)

4.1.3.2. Çeşitlilik analizi

Arazi çalışmaları kapsamında elde edilen Malacostraca taksonlarına ait birey sayılarından elde edilen veriler kullanılarak çeşitlilik indekslerinden Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H) ve Shannon-Evenness (EH) yoğunluk indekleri hesaplanmıştır (Tablo 4.10.). Analiz sonucuna göre ilkbahar mevsiminde en yüksek çeşitlilik (H) 21. (0,97) istasyonda, en düşük çeşitlilik ise 20. istasyonda (0,10) tespit edilmiştir. Dengeliliği ifade eden EH değerinin ise en yüksek 46. (0,93) ve en düşük ise 18. istasyonlarda (0,56) olduğu görülmüştür.

Tablo 4.9. Ceyhan Havzası örnekleme istasyonlarına ait Bray-Curtis indeksi benzerlik oranları

	1	9	13	15	16	18	19	20	21	22	25	26	29	31	32	39	41	42	43	45	46	48	49	
1	1																							
9	0,00	1																						
13	0,35	0,13	1																					
15	0,01	0,00	0,00	1																				
16	0,18	0,14	0,53	0,00	1																			
18	0,26	0,43	0,33	0,00	0,39	1																		
19	0,04	0,00	0,12	0,03	0,22	0,03	1																	
20	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	1																
21	0,26	0,00	0,67	0,00	0,46	0,17	0,13	0,41	1															
22	0,43	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	1														
25	0,18	0,00	0,48	0,00	0,66	0,12	0,23	0,00	0,45	0,00	1													
26	0,53	0,00	0,56	0,00	0,25	0,37	0,05	0,00	0,36	0,00	0,24	1												
29	0,00	0,82	0,12	0,00	0,19	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1											
31	0,08	0,75	0,19	0,00	0,22	0,62	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,14	0,92	1										
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1									
39	0,39	0,00	0,91	0,01	0,46	0,27	0,11	0,00	0,65	0,00	0,45	0,64	0,00	0,08	0,00	1								
41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1							
42	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	1						
43	0,00	0,87	0,12	0,00	0,18	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	1					
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1				
46	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	1		
48	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	
49	0,00	0,70	0,11	0,00	0,24	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Tablo 4.10. Ceyhan Havzasına ait istasyonlardaki çeşitlilik indeksleri (TS: tür sayısı; BS: birey sayısı; İ: İlkbahar; Y: Yaz; S: Sonbahar)

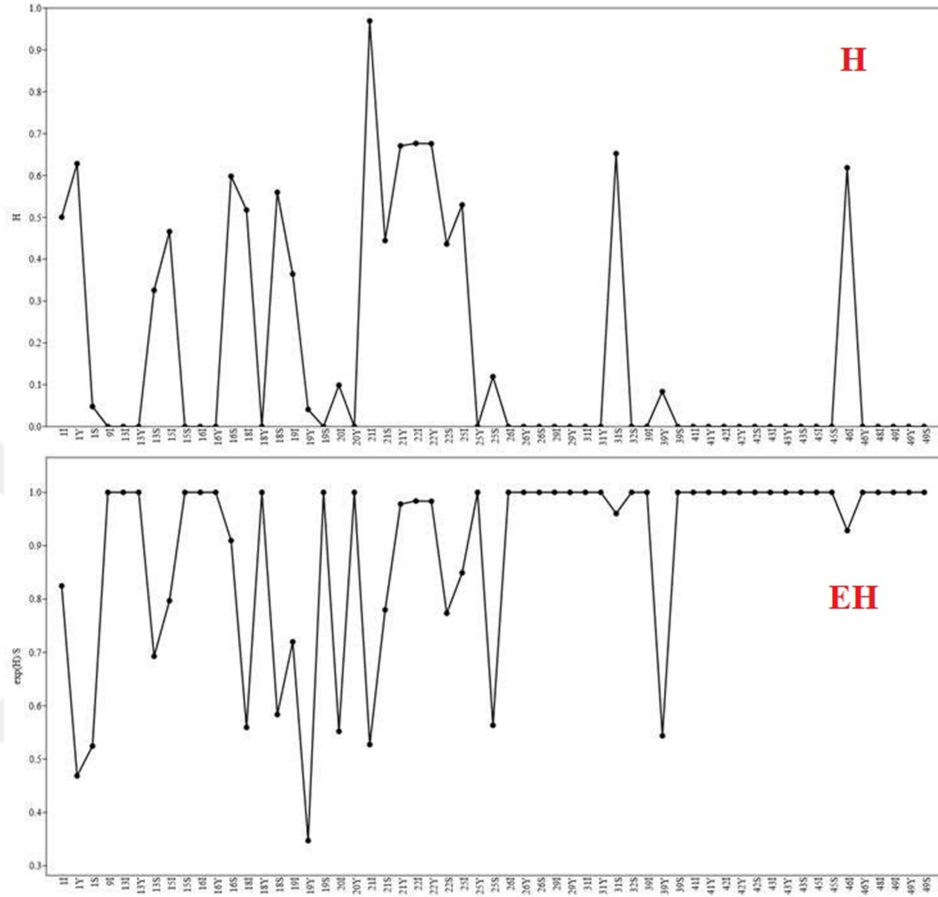
İstasyon	TS	BS	H	EH
1-İ	2	25	0,500	0,825
1-Y	4	112	0,628	0,469
1-S	2	121	0,048	0,525
9-İ	1	79	0,000	1,000
13-İ	1	48	0,000	1,000
13-Y	1	37	0,000	1,000
13-S	2	299	0,326	0,693
15-İ	2	17	0,466	0,797
15-S	1	64	0,000	1,000
16-İ	1	277	0,000	1,000
16-Y	1	546	0,000	1,000
16-S	2	238	0,598	0,910
18-İ	3	198	0,518	0,559
18-Y	1	14	0,000	1,000
18-S	3	69	0,560	0,584
19-İ	2	842	0,365	0,720
19-Y	3	4228	0,041	0,347
19-S	1	447	0,000	1,000
20-İ	2	99	0,099	0,552
20-Y	1	447	0,000	1,000
21-İ	5	297	0,969	0,527
21-S	2	178	0,445	0,780
21-Y	2	200	0,671	0,978
22-İ	2	83	0,677	0,984
22-Y	2	480	0,676	0,983
22-S	2	19	0,436	0,773
25-İ	2	630	0,530	0,849
25-Y	1	274	0,000	1,000
25-S	2	195	0,119	0,563
26-İ	1	27	0,000	1,000
26-Y	1	79	0,000	1,000
26-S	1	44	0,000	1,000
29-İ	1	15	0,000	1,000
29-Y	1	98	0,000	1,000
31-İ	1	29	0,000	1,000
31-Y	1	49	0,000	1,000
31-S	2	53	0,653	0,960
32-S	1	3	0,000	1,000
39-İ	1	170	0,000	1,000
39-Y	2	61	0,084	0,544
39-S	1	90	0,000	1,000
41-İ	1	34	0,000	1,000

İstasyon	TS	BS	H	EH
41-Y	1	139	0,000	1,000
42-İ	1	70	0,000	1,000
42-Y	1	19	0,000	1,000
42-S	1	2	0,000	1,000
43-İ	1	35	0,000	1,000
43-Y	1	49	0,000	1,000
43-S	1	19	0,000	1,000
45-İ	1	160	0,000	1,000
45-S	1	94	0,000	1,000
46-İ	2	126	0,619	0,928
46-Y	1	23	0,000	1,000
48-İ	1	170	0,000	1,000
49-İ	1	46	0,000	1,000
49-Y	1	23	0,000	1,000
49-S	1	77	0,000	1,000

Yaz mevsiminde en yüksek çeşitlilik (H) 22. (0,68) ve en düşük çeşitlilik 19. istasyonda (0,04) hesaplanmışken en dengeli dağılım 22. istasyonda (0,98) ve en az dengeli dağılım ise 19. (0,35) istasyonda tespit edilmiştir.

Sonbahar mevsiminde ise en yüksek çeşitlilik (H) 31. (0,65) ve en düşük çeşitlilik 1. istasyonda (0,05) belirlenmişken en dengeli dağılım 31. istasyonda (0,96), en az dengeli dağılım ise 1. istasyonda (0,53) tespit edilmiştir. İnceleme yapılan tüm mevsimlerde bir türle temsil edilen istasyonlarda anlamlı bir sonuç elde edilememiştir ve bu istasyonlarda H ve EH değerleri sırası ile 0 ve 1 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.10. ve Şekil 4.7.). İncelenen tüm istasyon ve dönemlerde hesaplanan H değerinin 1'in altında olduğu ve 0,04-0,97 arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Wilhm ve Dorris (1968)'e göre değer 3'ten büyükse yüksek kaliteli su sınıfını, 1-3 arasında ise orta kirlenmiş su sınıfı ve 1'den küçükse kirli su sınıfını göstermektedir. Sonuçlar her ne kadar kirli su sınıfını gösterse de bu durum istasyonlarda homojen bir dağılımın olmaması, baskın türlerin az sayıda ve düşük popülasyon oranlarıyla gözlenmesi ve tespit edilen diğer taksonların yoğun popülasyonlar oluşturmaması ile açıklanabilir. Dolayısıyla Malacostraca sınıfı için hesaplanan Shannon-Wiener indeks değerine göre istasyonlardaki su kalitesinin kirli su sınıfından ziyade orta derecede kirli su sınıfına sahip olduğu söylenebilir. Malacostraca sınıfına mensup en büyük takım olan Amphipoda takımının orta derecede kirlenmiş suların indikatör türlerini içermesi ve

ölçümü yapılan fizikokimyasal değişkenlerin tüm istasyonlarda çok temiz ve orta derecede kirli su sınıfı temsil etmesi bu durumu destekler niteliktedir (Tablo 4.3.).

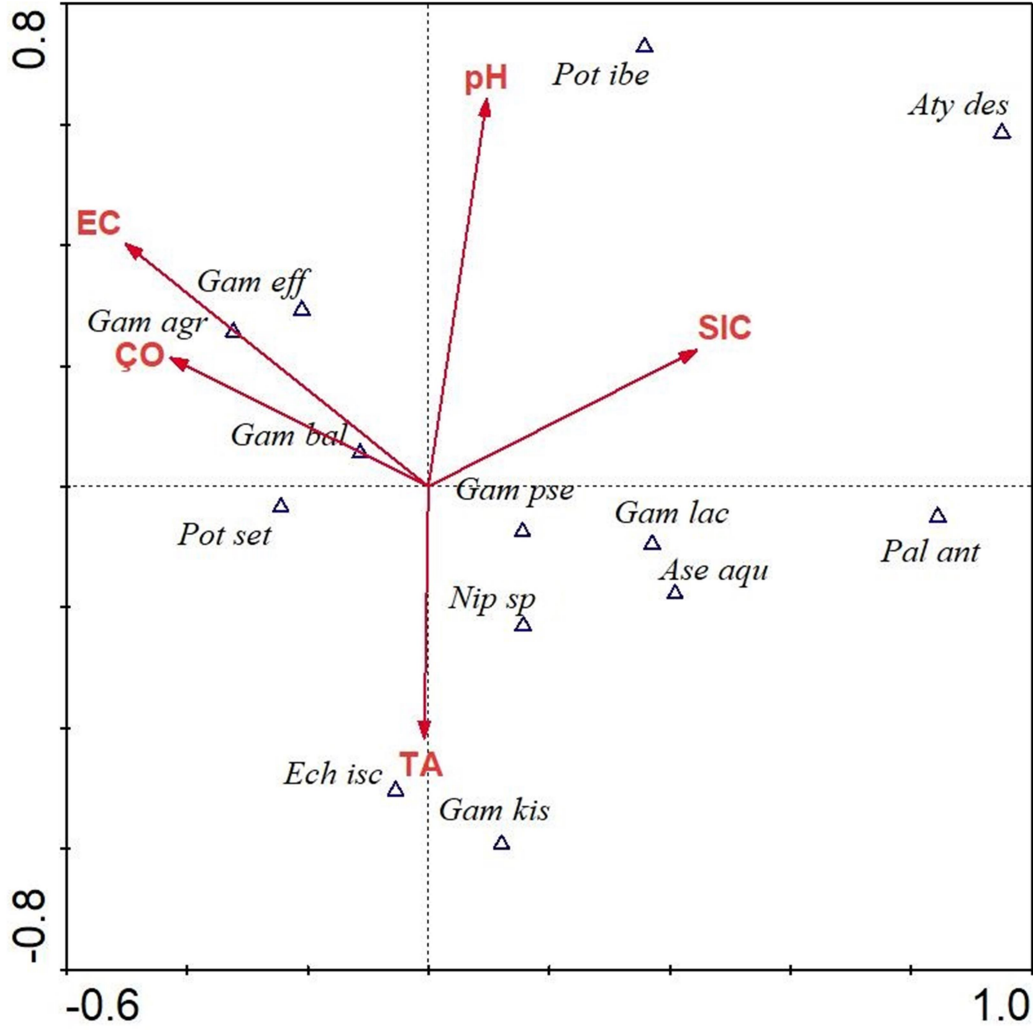


Şekil 4.7. Ceyhan Havzasına ait istasyonlardaki çeşitlilik indeksleri (H: Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi, EH: Shannon-Evenness)

4.1.3.3. Malacostraca taksonları ile fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkiler

Ceyhan Havzası Malacostraca taksonları ile çevresel parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Kanonik Uyum Analizi (CCA) uygulanmıştır. Analizde 13 taksa ve beş çevresel değişken kullanılmıştır. Teşhis edilen türler ile istasyonlar ve çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerin sonuçları dendogram şeklinde görselleştirilmiştir (Şekil 4.8.). Buna göre çözünmüş oksijen, toplam azot ve elektriksel iletkenlik değişkenleri ile sıcaklık ve pH değişkenlerinin zıt eksenlerde konumlanmış oldukları görülmektedir. Ekolojik isteklerine göre türlerin dağılımları

değerlendirildiğinde *Gammarus agrarius*, *G. effultus*, *G. balcanicus*, *G. kischineffensis*, *Potamon ibericum* ve *Echinogammarus ischnus* türlerinin CCA grafiğinde pH, EC, ÇO ve TA değişkenleri ile aynı yönde yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4.8. Malacostraca türleri ve fizikokimyasal değişkenler arasındaki Kanonik Uyum Analizi [TA: Toplam Azot, SIC: Sıcaklık, ÇO: Çözünmüş Oksijen; EC: Elektriksel İletkenlik, Ase aqu: *Asellus aquaticus*, Aty des: *Atyaephyra desmarestii*, Esc isc: *Echinogammarus ischnus*, Gam. agr: *Gammarus agrarius*, Gam lac: *Gammarus lacustris*, Gam. bal: *Gammarus balcanicus*, Gam eff: *Gammarus effultus*, Gam kiss: *Gammarus kischineffensis*, Gam pse: *Gammarus pseudanatoliensis*, Nip sp: *Niphargus sp*, Pal ant: *Palaemon antennarius*, Pot ibe: *Potamon ibericum*, Pot set: *Potamon setigerum*]

Gammarus balcanicus türünün dağılımı elektriksel iletkenlik ile çözülmüş oksijen arasında pozitif, pH, sıcaklık ve toplam azot ile negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. *Gammarus balcanicus* türü her ne kadar organik kirliliğe toleransı yüksek olsa da

genellikle oksijeni bol ve soğuk kaynak sularında dağılım göstermektedir (Özbek 2003). Daha önce yapılan çalışmalarda Parvulescu ve Hamchevici (2010) tarafından türün dağılımında çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, NO₂-N ve PO₄-P'in etkili faktörler olduğu bildirilmiştir. Çoruh Havzasında *G. balcanicus* dağılımı ile çözünmüş oksijen arasında güçlü ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Baytaşoğlu 2018).

Gammarus agrarius bol vejetasyonlu akarsular ile göllerin kıyı kesimlerinde bulunmaktadır. Organik kirliliğe toleransı yüksek olan bu türün iyon konsantrasyonun yüksek olduğu sularda dağıldığı bilinmektedir (Özbek 2003). Nitekim bu çalışmada *G. agrarius* türünün elektriksel iletkenlik ile pozitif ilişkiye sahip olduğu ve çözünmüş oksijen değişkeni ile de aynı yönde konumlandığı tespit edilmiştir.

CCA dendogramında *G. pseudanatoliensis*, *Niphargus* sp. ve *P. setigerum* merkeze yakın olarak konumlanması türlerin ekolojik toleransının yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Gammarus lacustris genel olarak yüksek miktarda organik tortu içeren durgun suları tercih etmektedir (Fryer 1953; Roux 1972). Düşük sıcaklıklarda uzun süre hayatta kalabilir ancak 20°C'den yüksek sıcaklıklara karşı oldukça hassastır (Karaman 1975). Çalışma kapsamında *Gammarus lacustris* bulunan istasyonların tamamında sıcaklık 11,60-21,70 arasında dağılım göstermektedir. Yoğunluğunun en fazla olduğu istasyonlarda su sıcaklığı oldukça düşük olup ekolojik istekleri literatür bilgisi ile örtüşmektedir.

Gammarus effultus'un ekolojisi ile alakalı literatürde herhangi bilgi bulunmamaktadır. Çalışma kapsamında söz konusu tür dört istasyon da örneklenmiştir. Çizdirilen CCA dendogramında elektriksel iletkenlik ve çözünmüş oksijen ile birlikte toplam azot ve sıcaklık ile zıt konumlanmıştır. Örneklenen istasyonlarda su sıcaklığının düşük ve oksijen değerinin yüksek olması türün nispeten daha temiz ve soğuk suları tercih ettiğini göstermektedir.

Gammarus kischineffensis Avrupa’da temiz su kaynaklarında yaygın bir şekilde bulunan ve birçok balık türünün besinini oluşturan indikatör bir türdür (Özbek ve Ustaoglu 2001). Türün ekolojisi ile alakalı detaylı bir çalışma bulunmamakla birlikte söz konusu türün nispeten toleranslı olduğu bilinmektedir (Baytaşoğlu 2018). Çalışma sonucunda hazırlanan CCA diyagramında tür toplam azot ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu ve diğer değişkenlerden zıt olarak konumlandığı görülmüştür. Bu sonuçlar türün organik kirliliğe toleransının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Atyaephyra desmarestii taksonunun ise CCA diyagramında diğer taksonlardan ve fizikokimyasal değişkenlerden uzak konumlandığı görülmektedir.

4.2. Seyhan Havzası

4.2.1. Fizikokimyasal değerlendirme

Çalışma kapsamında değerlendirilen 23 istasyona ait mevsimsel olarak ölçümü gerçekleştirilen fizikokimyasal parametreler ve YSKY’ya göre parametrelerin ortalama değerlerine ait nihai durumları Tablo 4.11.’de verilmiştir. İstasyonlarda belirlenen fizikokimyasal parametreler arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amacıyla uygulanan Pearson Korelasyon Analizine göre; çözülmüş oksijen ile sıcaklık ve toplam azot arasında anlamlı negatif bir korelasyon gözlenirken, sıcaklık ile elektriksel iletkenlik arasında anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$) (Tablo 4.12.).

Tablo 4.11. Seyhan Havzası istasyonları fizikokimyasal parametre değerleri (EC: Elektriksel iletkenlik, ÇO: Çözülmüş oksijen, TA: Toplam azot, İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, Ort: Ortalama)

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
1	İ	15,1	8,27	291	8,3	0,65
	Y	17,8	8,24	312	7,1	1,10
	S	12,1	8,47	324	7,96	1,65
	Ort	15	8,33	309	7,79	1,13
2	İ	13,2	8,14	282	7,79	0,57
	Y	20,4	8,37	249	7,1	1,08
	S	10,4	8,66	244	10	1,34
	Ort	14,67	8,39	258,33	8,3	1
3	İ	13,2	7,66	298	8,65	0,53
	Y	13,4	8,06	256	8,23	1,12
	S	13,1	8,58	296	9,15	1,76

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(µS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
	Ort	13,23	8,1	283,33	8,68	1,14
4	İ	17,3	8,16	306	8,34	0,69
	Y	18,4	7,82	369	8,08	1,32
	S	-	-	-	-	-
	Ort	17,85	7,99	337,5	8,21	1
5	İ	12,4	7,84	368	8,5	0,10
	Y	14	7,9	400	8,06	1,07
	S	12,6	8,48	350	9,74	1,31
	Ort	13	8,07	372,67	8,77	0,83
6	İ	14,2	8,06	242	9,18	0,14
	Y	15,1	8,07	276	7,87	0,93
	S	-	-	-	-	-
	Ort	14,65	8,07	259	8,53	0,53
7	İ	12,5	8,04	313	9,14	0,18
	Y	17	7,84	393	8,05	1,53
	S	16	8,63	408	8,44	1,02
	Ort	15,17	8,17	371,33	8,54	0,91
8	İ	11,8	7,67	222	8,39	0,43
	Y	15,5	8	291	6,88	0,98
	S	-	-	-	-	-
	Ort	13,65	7,84	256,5	7,64	0,71
9	İ	10,5	7,62	104	8,81	0,22
	Y	18,7	8,13	212	7,18	1,02
	S	15,1	8,44	218	8,6	0,38
	Ort	14,77	8,06	178	8,2	0,54
10	İ	18,3	8,15	193	7,84	0,10
	Y	17,6	7,99	279	7,81	1,38
	S	16,1	8,61	299	8,15	0,63
	Ort	17,33	8,25	257	7,93	0,70
11	İ	17,6	8,06	349	8,77	0,39
	Y	19,1	8,1	378	8	1,28
	S	16,6	8,5	349	7,96	0,98
	Ort	17,77	8,22	358,67	8,24	0,88
12	İ	14,6	8,28	277	8,22	0,15
	Y	19,5	8,27	410	6,75	0,56
	S	15,8	8,55	401	7,75	0,45
	Ort	16,63	8,37	362,67	7,57	0,39
13	İ	18,7	7,89	456	8,35	0,35
	Y	23,4	7,83	453	6,96	1,28
	S	21,4	8,28	435	7,84	0,63
	Ort	21,17	8	448	7,72	0,75
14	İ	9,2	7,59	167	9,65	0,36
	Y	14,1	7,94	225	8,27	1,92
	S	12,8	8,6	219	8,42	1,69
	Ort	12,03	8,04	203,67	8,78	1,32
15	İ	17,5	8,78	469	7,96	0,32
	Y	17,1	8,47	481	7,7	1,41
	S	14,1	8,91	467	9,15	0,94
	Ort	16,23	8,72	472,33	8,27	0,89
16	İ	20,5	7,15	173	7,56	0,24
	Y	30	8,7	223	7,18	0,87
	S	21,9	9,21	205	8,15	0,76
	Ort	24,13	8,35	200,33	7,63	0,62
17	İ	22,6	7,57	151	7,23	0,27
	Y	20,1	8,21	218	6,98	0,80

İstasyonlar	Mevsim	Sıcaklık (°C)	pH	EC(μS/cm)	ÇO (mg/L)	TA (mg/L)
	S	20,3	8,98	201	8,2	0,57
	Ort	21	8,25	190	7,47	0,55
18	İ	18,5	8,15	331	7,64	0,21
	Y	23,2	8,42	396	6,73	0,10
	S	20,2	8,52	413	7,8	0,10
	Ort	20,63	8,36	380	7,39	0,14
19	İ	22,6	7,25	373	7,94	0,26
	Y	24,1	8,4	391	7,67	1,37
	S	19,6	8,61	417	7,6	0,84
	Ort	22,1	8,09	393,67	7,74	0,82
20	İ	12,4	8,12	252	8,98	0,53
	Y	13,4	8,26	228	8,74	0,89
	S	10,3	8,74	214	7,44	1,47
	Ort	12,03	8,37	231,33	8,39	0,96
21	İ	13,3	8,1	298	9,41	0,10
	Y	15,9	7,95	315	8,43	1,65
	S	13,3	8,23	290	10	2,03
	Ort	14,17	8,09	301	9,28	1,26
22	İ	20,8	8,21	380	7,88	0,87
	Y	27,6	8,52	357	7,9	1,45
	S	17,2	9,73	269	5,8	1,62
	Ort	21,9	8,82	335	7,19	1,31
23	İ	18,5	8,04	542	9,08	0,13
	Y	25,5	8,2	544	6,99	0,90
	S	22,3	8,36	503	7,15	1,14
	Ort	22,1	8,2	530	7,74	0,73

Tablo 4.12. Seyhan Havzası fizikokimyasal parametrelere ait Pearson korelasyon analizi (EC: Elektriksel iletkenlik, ÇO: Çözünmüş oksijen, TA: Toplam azot)

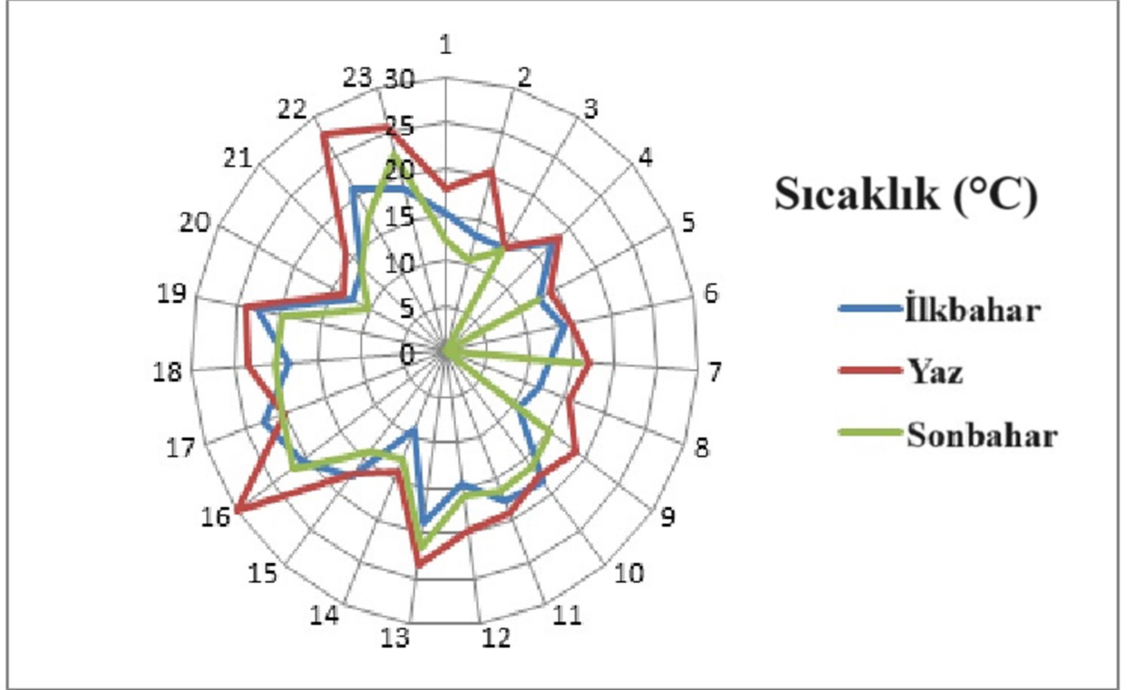
	Sıcaklık(°C)	pH	EC(μS/cm)	ÇO(mg/L)	TA(mg/L)
Sıcaklık(°C)	1				
pH	0,092	1			
EC(μS/cm)	0,329	0,111	1		
ÇO(mg/L)	-0,605	-0,154	-0,136	1	
TA(mg/L)	-0,051	0,294	0,042	-0,57	1

Korelasyon $p < 0,01$ seviyesinde önemlidir.

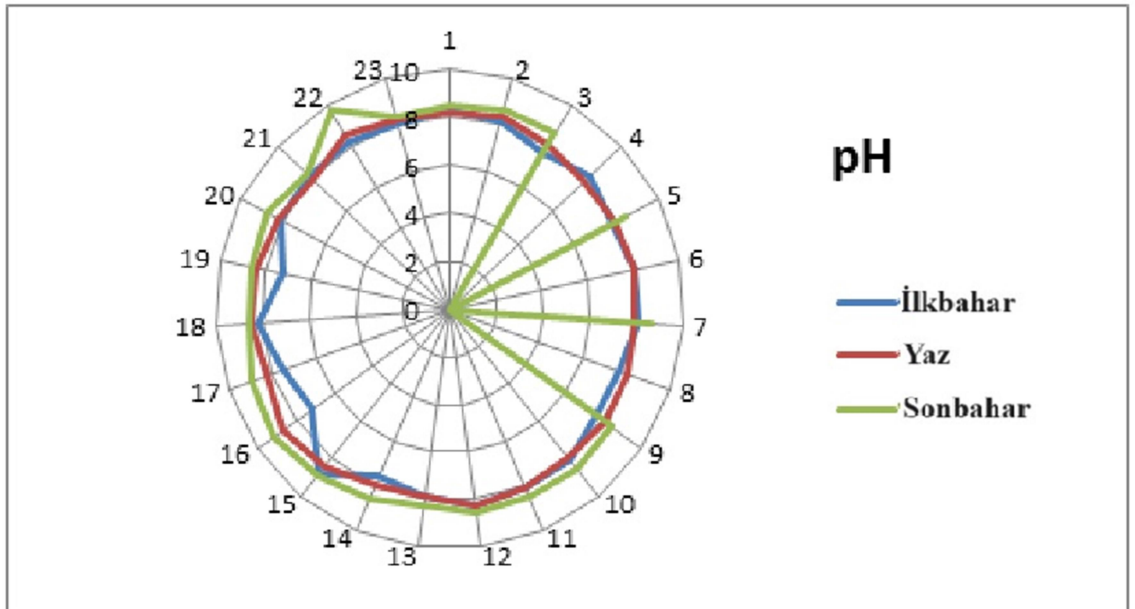
Seyhan Havzası'nda gerçekleştirilen ölçümlerde sıcaklık değeri 12,0-24,1 olarak ölçülmüştür. Yaz dönemi 16. istasyonda III. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiş olup üç döneme ait diğer tüm istasyonlar I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9.). Çalışma istasyonlarının pH değeri ise 7,84-8,82 aralığında değişmektedir. Değerlendirilen tüm istasyonlar I. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür (Şekil 4.10.).

Çalışılan istasyonlara ait elektriksel iletkenlik değeri 104-544 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmektedir. En düşük değer 9. istasyonun ilkbahar dönemine (104 $\mu\text{S/cm}$) olup en yüksek değer ise 23. istasyonun yaz dönemine (544 $\mu\text{S/cm}$) aittir. Elektriksel iletkenlik

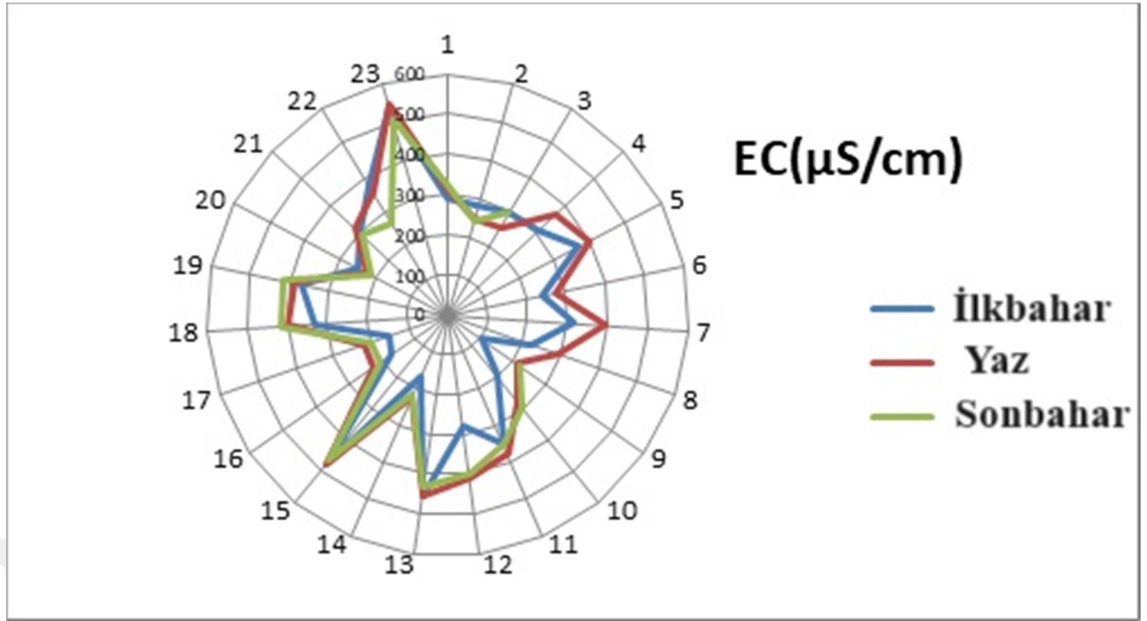
değerine göre istasyonlardan 3'ü (8., 15., ve 23. istasyon) II. sınıf kalitesinde olup diğer istasyonlar ise I. sınıf su kalitesinde yer aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.11.).



Şekil 4.9. Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların sıcaklık değişimleri

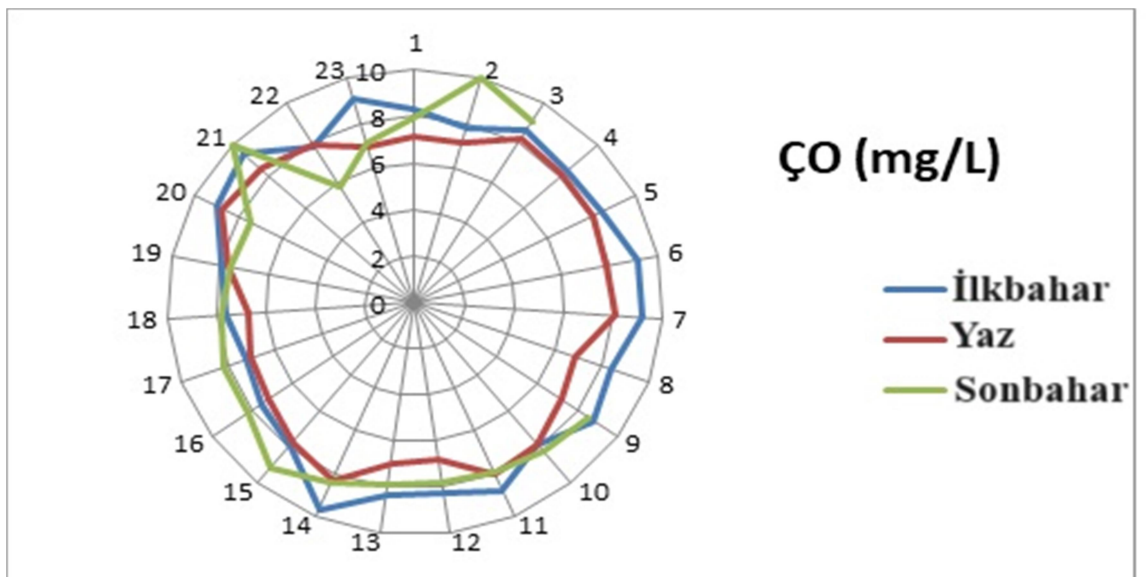


Şekil 4.10. Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların pH değişimleri



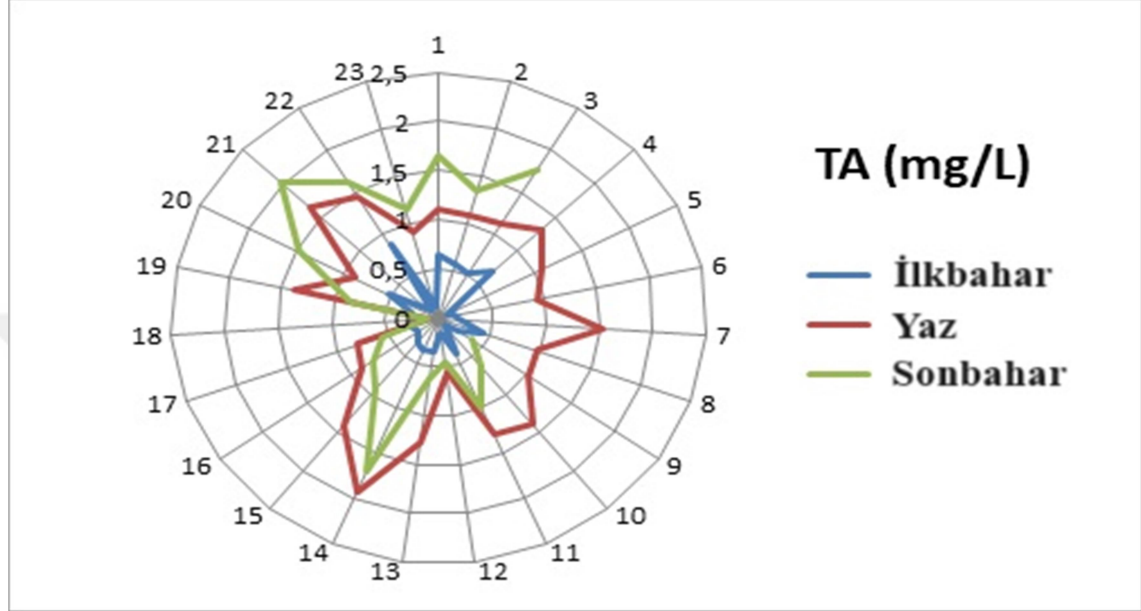
Şekil 4.11. Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların elektriksel iletkenlik değişimleri

Çalışılan istasyonlara ait çözünmüş oksijen değerlerine bakıldığında 5,8-10,00 mg/L arasında değişmektedir. En düşük değer 22. istasyonun sonbahar dönemine (5,8 mg/L) ait olup en yüksek değer ise 2. ve 21. istasyonun sonbahar dönemine (10,00 mg/L) aittir. Elektriksel iletkenlik değerine göre istasyonlardan üçü (6., 7., ve 8. istasyon) III. sınıf kalitesinde, 7. istasyon II. sınıf su kalitesinde ve 39. istasyon ise I. sınıf su kalitesinde yer aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların çözünmüş oksijen değişimleri

Çalışılan istasyonlara ait toplam azot değerlerine bakıldığında 0,10-2,03 mg/L arasında değişmektedir. Toplam azot değerine göre istasyonların tamamının I. sınıf su kalitesinde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. Seyhan havzası mevsimlere göre istasyonların toplam azot değişimleri

4.2.2. Faunistik Değerlendirme

Tez çalışması kapsamında Seyhan Havzasında değerlendirilen 23 istasyondan 12'sinde Malacostraca sınıfına mensup bireylere rastlanılmıştır. Mevsimsel olarak gerçekleştirilen arazi çalışmalarında toplam 4.302 birey örneklenmiştir. Çalışmada Malacostraca sınıfına mensup iki takım (Amphipoda ve Decapoda) ve dört familya (Niphargidae, Gammaridae, Palemonidae ve Potamidae) tespit edilmiştir. Amphipoda takımından sekiz ve Decapoda takımından iki tür olmak üzere toplam 10 tür tespit edilmiştir. Toplanan örnekler arasında 2.039 birey ile en baskın tür *Gammarus goedmakersae* olup bunu 1.325 birey ile *G. pseudanatoliensis* takip etmektedir (Tablo 4.13.).

Malacostraca sınıfına mensup türlerin mevsimsel olarak dağılımlarına bakıldığında *Gammarus goedmakersae* türünün üç mevsimde de en sık bulunan tür olduğu bunu *G. pseudanatoliensis*'in takip ettiği görülmüştür. *Gammarus mladeni* ve *G. osellai* türlerine

ilkbahar döneminde, *Niphargus kargizii* türüne yazın rastlanılmazken *G. agrarius* türüne ise sonbahar döneminde rastlanılmamıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4.13. Seyhan Havzası Malacostraca taksonlarının istasyonlara göre dağılımı

İST	Türler									
	<i>G. agrarius</i>	<i>G. balcanicus</i>	<i>G. goedmakersae</i>	<i>G. mladeni</i>	<i>G. osellai</i>	<i>G. pseudanatoliensis</i>	<i>N. kargizii</i>	<i>E. ischnus</i>	<i>P. antennarius</i>	<i>P. Potamios</i>
1			✓			✓				
2				✓						
3		✓	✓							
4					✓					
5			✓							
6										
7										
8										
9			✓							
10										✓
11	✓						✓			✓
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										✓
19										
20					✓	✓				
21										
22								✓	✓	
23									✓	

Tablo 4.14. Seyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimlere göre bulunurluluğu (+:Nadir, ++:Seyrek, +++:Genellikle, ++++:Çoğunlukla, +++++: Sürekli)

Türler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
<i>Echinogammarus ischnus</i>	+	+	+
<i>Gammarus agrarius</i>	+	+	-
<i>Gammarus balcanicus</i>	+	+	+
<i>Gammarus goedmakersae</i>	+++	++	+++
<i>Gammarus mladeni</i>	-	+	+
<i>Gammarus osellai</i>	-	+	+
<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>	+	++	++
<i>Niphargus kızılgözü</i>	+	-	+
<i>Palaemon antennarius</i>	++	++	+
<i>Potamon potamios</i>	++	++	+

4.2.3. İstatistik Değerlendirme

Malacostraca sınıfına mensup türlerin mevsimsel olarak baskınlıklarına (%) bakıldığında ilkbahar ve yaz mevsimlerinde sırasıyla %64,36 ve %37,59 oran ile *G. goedmakersae*, sonbahar döneminde ise %46,15 oran ile *G. pseudanatoliensis* türünün en baskın olduğu, bunu %18,64, %3,58 ve %9,67 ile *G. lacustris* takip etmektedir. Tespit edilen türlere ait frekans değerlerini (%) incelediğimizde sırasıyla %30,43, %34,78 ve %43,98 sıklık oranı ile *G. pseudanatoliensis* sık karşılaşılan tür iken bunu ilkbahar ve yaz mevsiminde sırasıyla %20,93 ve %14,87 ile *G. pseudanatoliensis*, sonbahar döneminde ise %40,94 ile *G. goedmakersae* takip etmektedir (Tablo 4.15 ve 4.16.).

Tablo 4.15. Seyhan Havzası Malacostraca taksonlarının mevsimsel olarak bolluk (BS/m²), % baskınlık (D) ve % sıklık (F) değerleri

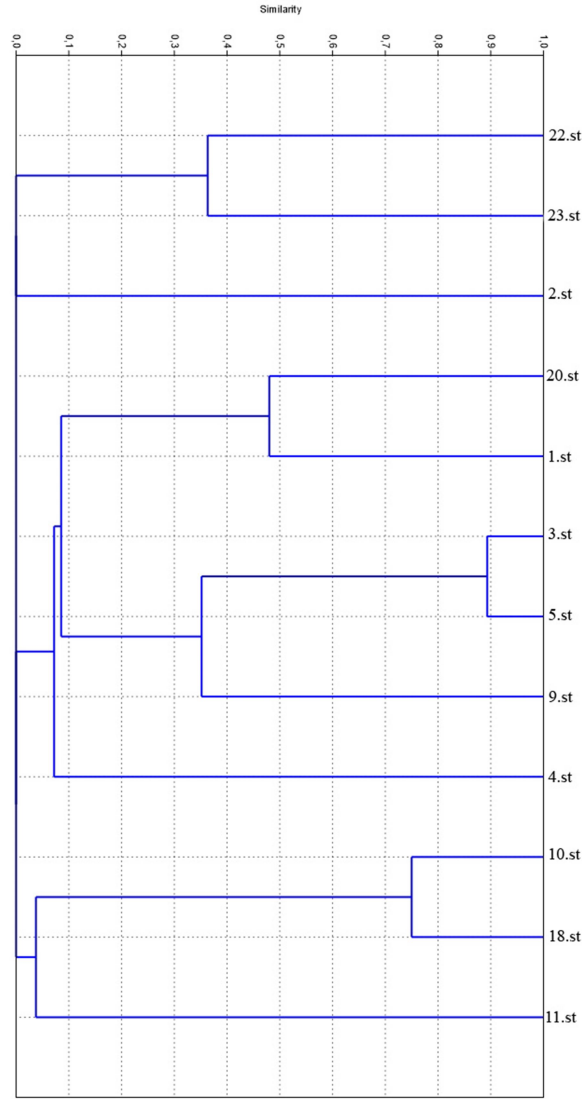
Türler	İlkbahar			Yaz			Sonbahar		
	BS/m ²	%D	%F	BS/m ²	%D	%F	BS/m ²	%D	%F
<i>Echinogammarus ischnus</i>	15	1,15	8,33	30	2,84	8,33	10	0,52	8,33
<i>Gammarus agrarius</i>	36	2,75	8,33	100	9,47	8,33	0	0,00	0,00
<i>Gammarus balcanicus</i>	12	0,92	8,33	75	7,10	8,33	3	0,15	8,33
<i>Gammarus goedmakersae</i>	849	64,86	33,3	397	37,59	25,00	793	40,94	33,33
<i>Gammarus mladeni</i>	0	0,00	0,00	60	5,68	8,33	28	1,45	8,33
<i>Gammarus osellai</i>	0	0,00	0,00	34	3,22	8,33	156	8,05	8,33
<i>Gammarus pseudanatoliensis</i>	274	20,93	8,33	157	14,87	16,67	894	46,15	16,67
<i>Niphargus kızılgözü</i>	13	0,99	8,33	0	0,00	0,00	3	0,15	8,33
<i>Palaemon antennarius</i>	103	7,87	16,67	200	18,94	16,67	49	2,53	8,33
<i>Potamon potamios</i>	7	0,53	25,00	3	0,28	16,67	1	0,05	8,33

Tablo 4.16. Seyhan Havzası Malacostraca türlerinin istasyonlara göre birey sayısı (BS) ve % baskınlıkları (%D)

İstasyonlar		TÜRLER									
		<i>E. ischnus</i>	<i>G. agrarius</i>	<i>G. balcanicus</i>	<i>G. goedmakersae</i>	<i>G. mladeni</i>	<i>G. osellai</i>	<i>G. pseudanatoliensis</i>	<i>N. kargizii</i>	<i>P. antennarius</i>	<i>P. potamios</i>
1	BS/m ²			913				575			
	%D			61,36				38,64			
2	BS/m ²					88					
	%D					100					
3	BS/m ²			90	524						
	%D			14,66	85,34						
4	BS/m ²						34				
	%D						100				
5	BS/m ²				496						
	%D				100						
9	BS/m ²				106						
	%D				100						
10	BS/m ²										3
	%D										100
11	BS/m ²		136						16		3
	%D		87,74						10,32		1,94
18	BS/m ²										5
	%D										100
20	BS/m ²						156	750			
	%D						17,22	82,78			
22	BS/m ²	55								74	
	%D	42,64								57,36	
23	BS/m ²									278	
	%D									100	

4.2.3.1. Bray-Curtis benzerlik indeksine göre istasyonlar arasındaki benzerlikler

Tez çalışması kapsamında tespit edilen taksonların dağılımlarına bağlı olarak istasyonlar arasındaki benzerlik oranları Şekil 4.14.'te ve Tablo 4.17.'de verilmiştir. Analiz sonucuna göre en fazla benzerlik %89 oran ile 3. ve 5. istasyonlar arasında görülürken bunu %75'lik oranla 10. ve 18. istasyon takip etmektedir. Benzerliğin en düşük olduğu istasyonlar ise %0,4'lük benzerlik oranları ile 10. ve 11 istasyon ile 11. ve 18. istasyonlar arasında görülmüştür. 2. istasyonun ise diğer hiç bir istasyon ile benzerliğinin olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.14. Seyhan Havzası istasyonları tür kompozisyonuna dayalı Cluster Kümeleme Analizi Grafiği (Bray-Curtis)

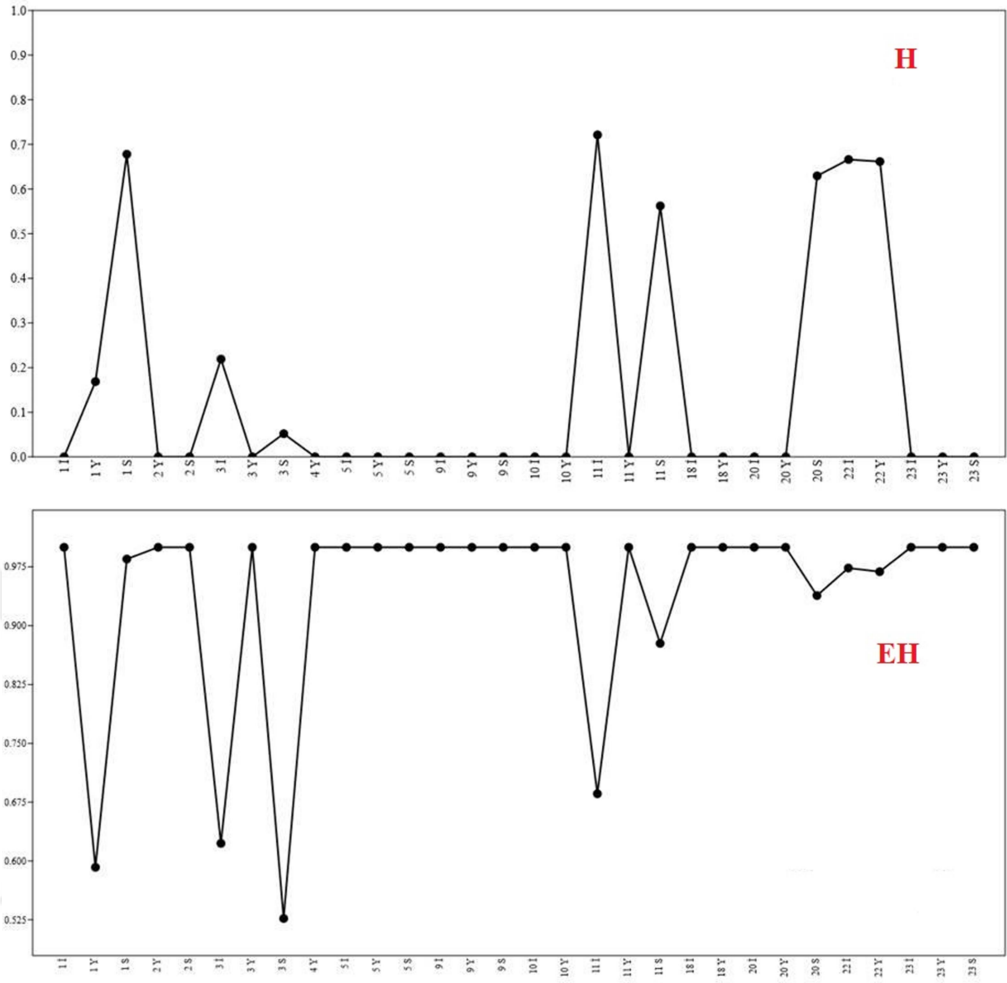
Tablo 4.17. Seyhan Havzası örnekleme istasyonlarına ait Bray-Curtis indeksi benzerlik oranları

	1	2	3	4	5	9	10	11	18	20	22	23
1	1											
2	0,00	1										
3	0,50	0,00	1									
4	0,00	0,00	0,00	1								
5	0,50	0,00	0,89	0,00	1							
9	0,13	0,00	0,29	0,00	0,35	1						
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1					
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1				
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,04	1			
20	0,48	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1		
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	1

4.2.3.2. Çeşitlilik Analizi

Çalışma kapsamında istasyonlarda tespit edilen türler ve bunlara ait birey sayıları kullanılarak Shannon-Wiener çeşitlilik (H) ve Shannon Evenness (E) yoğunluk indeksleri hesaplanmıştır (Tablo 4.18). Analiz sonucuna göre; ilkbahar mevsiminde en yüksek çeşitlilik (H) 11. (0,72) ve 22. (0,67) istasyonlarda, en düşük çeşitlilik ise 3. istasyonda (0,22) tespit edilmiştir. Dengeliliği ifade eden E değerinin ise en yüksek 22. istasyonda (0,97) ve en düşük ise 3. istasyonda (0,22) olduğu görülmüştür.

Yaz mevsiminde en yüksek çeşitlilik (H) 22. (0,66) ve en düşük çeşitlilik 1. istasyonda (0,17) hesaplanırken, en dengeli dağılım 22. (0,97) ve en az dengeli dağılım ise 1. (0,59) istasyonda tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde ise en yüksek çeşitlilik (H) 22. (0,66) ve en düşük çeşitlilik 3. istasyonda (0,05) hesaplanırken, en dengeli dağılım 1. (0,96) ve 20. (0,94), en az dengeli dağılım ise 3. istasyonda (0,53) tespit edilmiştir. İnceleme yapılan tüm mevsimlerde bir türle temsil edilen istasyonlarda anlamlı bir sonuç elde edilememiştir ve bu istasyonlarda H ve E değerleri sırası ile 0 ve 1 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.18. ve Şekil 4.15.).



Şekil 4.15. Seyhan havzası istasyonlarına ait çeşitlilik (H) ve yoğunluk (E) analiz grafiği

Tablo 4.18. İstasyonlara ait tür ve birey sayılarına bağlı hesaplanan çeşitlilik analizi değerleri, tür sayıları (TS) ve birey sayıları (BS) (İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar)

İstasyon-Mevsim	TS	BS	H	E
1-İ	1	346	0,000	1,000
1-Y	2	174	0,168	0,591
1-S	2	968	0,678	0,985
2-Y	1	60	0,000	1,000
2-S	1	28	0,000	1,000
3-İ	2	210	0,219	0,622
3-Y	1	75	0,000	1,000
3-S	2	329	0,051	0,526
4-Y	1	34	0,000	1,000
5-İ	1	290	0,000	1,000
5-Y	1	198	0,000	1,000
5-S	1	8	0,000	1,000
9-İ	1	15	0,000	1,000
9-Y	1	32	0,000	1,000
9-S	1	59	0,000	1,000
10-İ	1	2	0,000	1,000

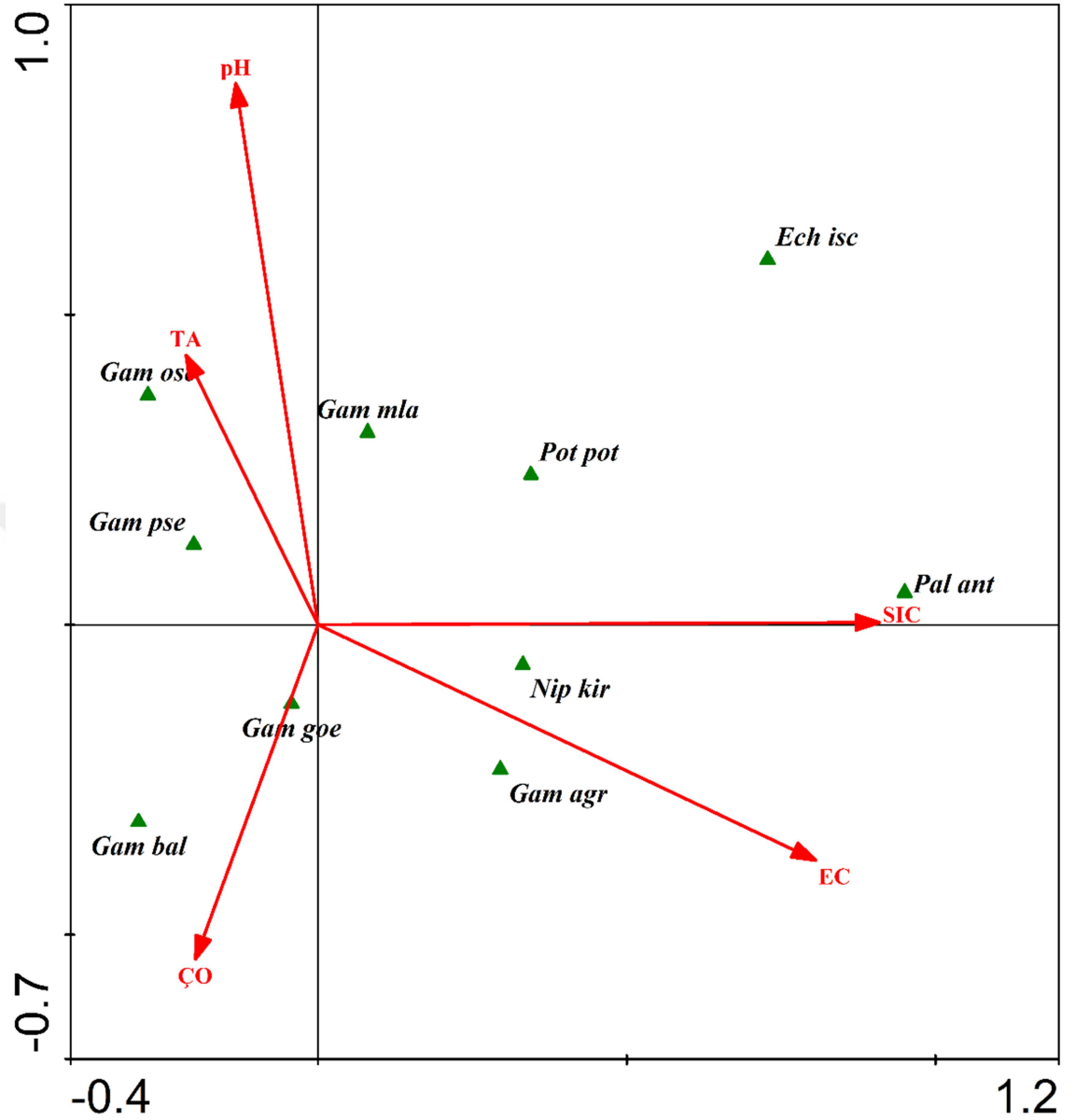
İstasyon-Mevsim	TS	BS	H	E
10-Y	1	1	0,000	1,000
11-İ	3	51	0,721	0,685
11-Y	1	100	0,000	1,000
11-S	2	4	0,562	0,877
18-İ	1	3	0,000	1,000
18-Y	1	2	0,000	1,000
20-İ	1	274	0,000	1,000
20-Y	1	150	0,000	1,000
20-S	2	482	0,629	0,938
22-İ	2	39	0,666	0,973
22-Y	2	80	0,661	0,968
23-İ	1	79	0,000	1,000
23-Y	1	150	0,000	1,000
23-S	1	49	0,000	1,000

4.2.3.3. Malacostraca taksonları ile çevresel parametreler arasındaki ilişki

Seyhan Havzası Malacostraca taksonları ile çevresel parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Kanonik Uyum Analizi (CCA) uygulanmıştır. Analizde 10 takson ve 5 çevresel parametre kullanılmıştır. Teşhis edilen türler ile istasyonlar ve çevresel parametreler arasındaki ilişkilerin sonuçları dendogram şeklinde verilmiştir (Şekil 4.16.). Buna göre çözülmüş oksijen, toplam azot ve pH değişkenleri ile sıcaklık ve elektriksel iletkenlik değişkenlerinin zıt eksenlerde konumlanmış oldukları görülmüştür. Türlerin dağılımda en belirleyici değişkenler pH, elektriksel iletkenlik ve sıcaklık olarak tespit edilmiştir. Ekolojik isteklerine göre türlerin dağılımları değerlendirildiğinde *Gammarus agrarius*, *G. balcanicus*, *G. osellai* ve *Palaemon antennarius* türlerinin CCA grafiğinde toplam azot, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik değişkenleri ile aynı yönde yer aldığı görülmektedir.

Gammarus agrarius bol vejetasyonlu akarsular ile göllerin kıyı kesimlerinde bulunmaktadır. Organik kirliliğe toleransı yüksek olan bu türün iyon konsantrasyonunun yüksek olduğu sularda dağıldığı bilinmektedir (Özbek 2003). Nitekim bu çalışmada *G. agrarius* türünün elektriksel iletkenlik ile pozitif ilişkiye sahip olduğu ve sıcaklık değişkeni ile de aynı yönde konumlandığı tespit edilmiştir.

İlkbahar ve yaz dönemlerinde baskın tür olarak belirlenmiş olan *G. goedmakersae*'nin CCA dendogramında merkeze yakın olarak konumlanması türün ekolojik toleransının yüksek olduğunu şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 4.16. Malacostraca türleri ve fizikokimyasal değişkenler arasındaki Kanonik Uyum Analizi [TA: Toplam Azot, SIC: Sıcaklık, ÇO: Çözülmüş Oksijen; EC: Elektriksel İletkenlik, Esc isc: *Echinogammarus ischnus*, Gam. agr: *Gammarus agrarius*, Gam. bal: *Gammarus balcanicus*, Gam goe: *Gammarus goedmakersae*, Gam mla: *Gammarus mladeni*, Gam pse: *Gammarus pseudanatoliensis*, Gam ose: *Gammarus osellai*, Nip kır: *Niphargus kızılgızı*, Pal ant: *Palaemon antennarius*, Pot pot: *Potamon potamios*]

Gammarus pseudanatoliensis ise toplam azot ve pH değerleri ile aynı yönde konumlanmıştır. Ayrıca bu tür sonbahar döneminde en baskın tür olarak tespit edilmiştir. Bu sebeple bu türün de ekolojik toleransının yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

Gammarus balcanicus türüne Ceyhan havzasında da rastlanılmıştır ve ekolojik istekleri detaylıca verilmiştir. Seyhan havzası için oluşturulan CCA diyagramında da tıpkı Ceyhan havzasında olduğu gibi çözülmüş oksijen ile pozitif, pH, sıcaklık ve toplam azot ile negatif ilişkili olduğu görülmüştür.

Echinogammarus ischnus taksonunun ise CCA diyagramında diğer taksonlardan ve fizikokimyasal değişkenlerden uzak konumlandığı görülmektedir.

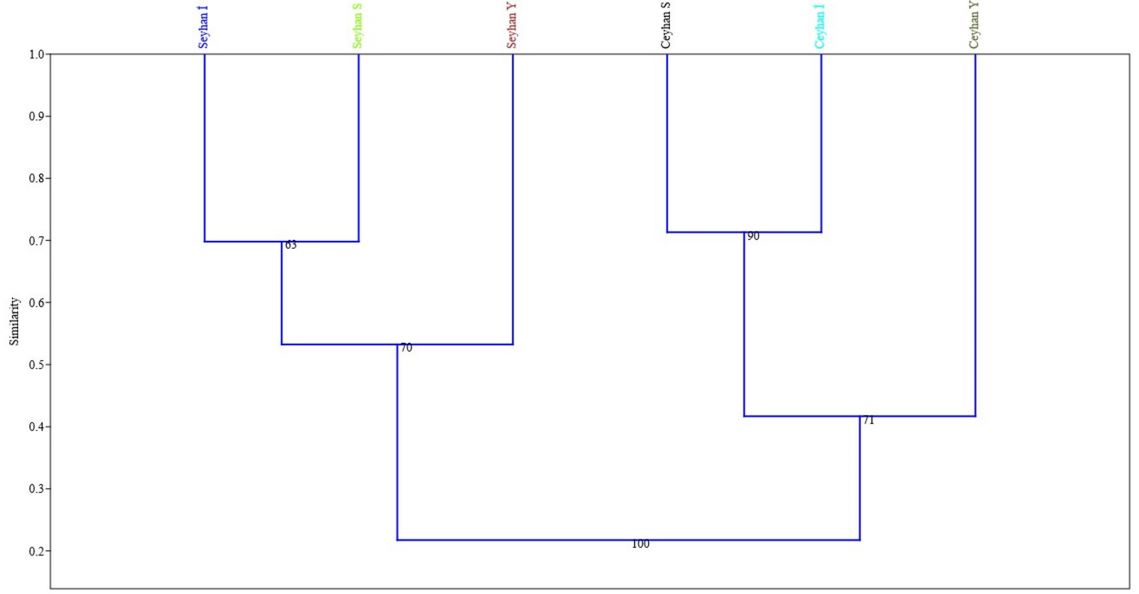
4.3. Ceyhan ve Seyhan Havzalarına Ait Mevsimsel Benzerlikler

İncelenen havzalara ait tespit edilen Malacostraca taksonlarının dağılım ve bolluk değerleri kullanılarak havza içi ve havzalar arası mevsimsel benzerlikler Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre Ceyhan havzasına ait benzerlik oranları 0,71, 0,45 ve 0,39 oranlar ile sırasıyla ilkbahar-sonbahar, ilkbahar-yaz, sonbahar-yaz mevsimleri arasında, Seyhan havzası için ise 0,70, 0,61 ve 0,45 oranlar ile sırasıyla ilkbahar-sonbahar, ilkbahar-yaz, sonbahar-yaz mevsimleri arasında görülmüştür (Tablo 4.19).

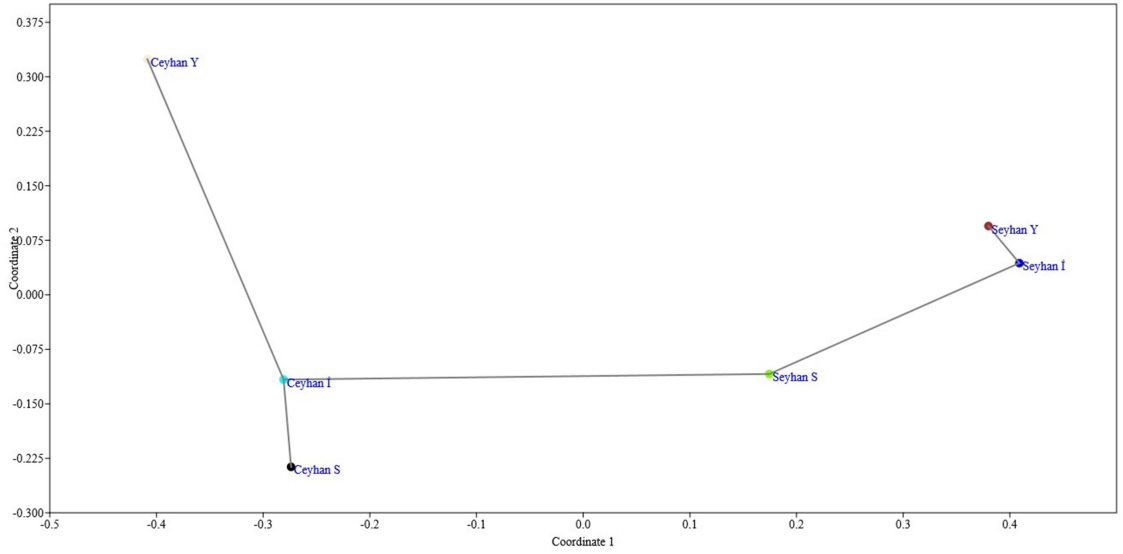
Tablo 4.19. Ceyhan ve Seyhan havzalarına ait mevsimsel benzerlikler (Bray-Curtis) (İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar)

Havzalar/ Mevsimler	Ceyhan-İ	Ceyhan-Y	Ceyhan-S	Seyhan-İ	Seyhan-Y	Seyhan-S
Ceyhan-İ	1					
Ceyhan-Y	0,45	1				
Ceyhan-S	0,71	0,39	1			
Seyhan-İ	0,18	0,07	0,20	1		
Seyhan-Y	0,24	0,07	0,18	0,61	1	
Seyhan-S	0,35	0,21	0,46	0,70	0,45	1

Çalışma verilerine göre en çok benzerlik Seyhan sonbahar ile Ceyhan sonbahar dönemlerinde en düşük benzerlik ise Seyhan ilkbahar ile Ceyhan yaz mevsimleri arasında görülmüştür. Ancak bu benzerlik oranları oldukça düşüktür. Cluster dendogramında da görüleceği üzere incelenen havzalar kendi içlerinde gruplanmıştır. (Şekil 4.17). n-MDS ile Cluster grafik sonuçları örtüşmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Havzalardaki mevsimsel benzerliklere ait Cluster kümeleme dendrogramı (Bray-Curtis) (İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar)



Şekil 4.18. Ceyhan ve Seyhan havzasına ait mevsimsel ayrımların n-MDS analizi ile gösterimi (İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar)

4.4. Ceyhan ve Seyhan Havzaları Biyotik İndeks Analizi

Analiz kapsamında Seyhan Havzasından 12 takıma ait 126 takson, Ceyhan havzasından ise 15 takıma ait 175 takson değerlendirilmiştir. Ceyhan ve Seyhan havzaları için BMWP (İspanyol versiyon), %EPT Taxa, Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi ve % Epirhithral metrikleri ASTERICS 4.04 (AQEM/STAR Ecological River Classification

System) (Anonim 2014) programından uygulanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen metriklerin 75. persentil oranı kullanılarak veriler standart hale getirilmiştir (Tablo 4.20-Tablo 4.21.). Metrikler yardımıyla havzalar için belirlenen ekolojik kalite durumları değerlendirildiğinde;

Tablo 4.20. Seyhan Havzası istasyonları ekolojik kalite oranları

İstasyon	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Nihai skor
	Skor	Kalite sınıfı	Skor	Kalite sınıfı	Skor	Kalite sınıfı	
1	0,75	İyi	0,51	Zayıf	0,75	İyi	0,76
2	0,35	Kötü	0,85	İyi	0,35	Kötü	0,78
3	0,81	İyi	0,55	Orta	0,81	İyi	0,70
4	0,70	Orta	0,83	İyi	0,70	Orta	0,51
5	0,99	Yüksek	0,56	Orta	0,99	Yüksek	0,79
9	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00
10	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00
11	0,86	İyi	0,87	İyi	0,86	İyi	0,91
18	0,86	İyi	0,46	Zayıf	0,86	İyi	0,59
20	0,94	İyi	0,99	Yüksek	0,94	İyi	0,92
22	0,47	Zayıf	0,36	Kötü	0,47	Zayıf	0,48
23	0,35	Kötü	0,05	Kötü	0,35	Kötü	0,14

Tablo 4.21. Ceyhan Havzası istasyonları ekolojik kalite oranları

İstasyon	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Nihai Skor
	Skor	Kalite sınıfı	Skor	Kalite sınıfı	Skor	Kalite sınıfı	
1	0,50	Zayıf	0,33	Kötü	0,50	Zayıf	0,44
9	0,83	İyi	0,17	Kötü	0,83	İyi	0,61
13	0,66	Orta	0,60	Orta	0,66	Orta	0,64
15	0,50	Zayıf	1,00	Yüksek	0,50	Zayıf	0,74
16	0,24	Kötü	0,57	Orta	0,24	Kötü	0,35
18	0,12	Kötü	0,36	Kötü	0,13	Kötü	0,20
19	0,53	Orta	0,42	Kötü	0,51	Zayıf	0,49
20	0,59	Orta	0,94	İyi	0,70	Orta	0,74
21	0,21	Kötü	0,43	Kötü	0,21	Kötü	0,28
22	0,99	Yüksek	0,87	İyi	0,93	İyi	0,93
25	0,81	İyi	1,00	Yüksek	0,89	İyi	1,00
26	0,87	İyi	0,94	İyi	0,82	İyi	0,88
29	1,00	Yüksek	0,71	Orta	1,00	Yüksek	1,00
31	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00
32	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00	Yüksek	1,00
39	0,78	İyi	1,00	Yüksek	0,78	İyi	0,86
41	0,87	İyi	0,75	İyi	0,85	İyi	0,82
42	0,80	İyi	0,75	İyi	0,63	Orta	0,73
43	0,96	İyi	0,75	İyi	0,99	Yüksek	0,90
45	0,37	Kötü	0,28	Kötü	0,33	Kötü	0,32
46	0,81	İyi	0,70	Orta	0,84	İyi	0,78
48	0,27	Kötü	0,15	Kötü	0,27	Kötü	0,23
49	0,32	Kötü	0,70	Orta	0,32	Kötü	0,45

Seyhan Havzası ilkbahar mevsiminde; 2. ve 23. istasyonlar kötü, 22. istasyon zayıf, 4. istasyon orta, 5., 9. ve 10. istasyonlar yüksek, diğer 5 istasyon ise iyi su kalitesi sınıfında, yaz mevsiminde; 1. ve 18. istasyon zayıf, 22. ve 23 istasyon kötü, 3. ve 5. istasyon orta, 2., 4. ve 11 istasyon iyi, 9., 10. ve 20. istasyon ise yüksek su kalitesinde, sonbahar mevsiminde ise 2. ve 23. istasyon kötü, 4. istasyon orta, 22. istasyon zayıf, 1., 3., 11., 18. ve 20. istasyonlar iyi ve 5., 9. ve 10 istasyon ise yüksek kaliteli olarak belirlenmiştir. Üç mevsime ait ortalama değerlerin alındığı nihai sonuca bakılacak olursa 23. istasyon kötü, 22. istasyon zayıf, 3. ve 18. istasyon orta, 1., 2., 5., 11. ve 20. istasyon iyi kalitede, 9. ve 10. istasyon ise yüksek su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Ceyhan Havzası ilkbahar mevsiminde; 16., 18., 21., 45.,48. ve 49. istasyon kötü, 1. ve 15. zayıf, 13., 19. ve 20. orta, 22., 29.,31. ve 32. istasyon yüksek ve diğer 8 istasyon ise iyi su kalitesinde, yaz mevsiminde; 1., 9., 18., 19., 21., 45. ve 48. istasyonlar kötü, 13., 16., 29., 46. ve 49. istasyonlar orta, 15., 25., 31., 32. ve 39. istasyonlar yüksek su kalitesinde ve diğer 6 istasyon ise iyi su kalitesinde, sonbahar mevsiminde ise 16., 18., 21., 45., 48. ve 49. istasyonlar kötü, 1., 15. ve 19. istasyon zayıf, 13., 20. ve 42. istasyon orta, 29., 31., 32. ve 43. istasyon yüksek ve diğer 7 istasyon ise iyi su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Üç mevsime ait verilerin ortalamasından elde edilen nihai sonuç, 1., 16., 18., 21., 45., 48. ve 49. istasyon kötü, 19. istasyon zayıf, 9., 13., 15., 20. ve 42. istasyon orta, 25., 29., 31. ve 32. istasyon yüksek ve diğer 6 istasyonun ise iyi su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

4.5. Ceyhan ve Seyhan Havzasına Ait Su Kalite Durumunun Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'ne Göre Nihai Değerlendirmesi

Ceyhan ve Seyhan havzalarında çalışma kapsamındaki noktalara ait mevsimsel olarak ölçümü gerçekleştirilen fizikokimyasal parametreler için elde edilen ölçüm aralığı ve su kalite sınıfları renk kodları ile birlikte Tablo 4.3-4.11'de verilmiştir.

Değerlendirilen istasyonlarda ölçümü yapılan parametrelerin ortalama değerlerine ilişkin nihai kalite sınıfları Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (Tarım Orman Bakanlığı 2021)'ne göre değerlendirildiğinde; Ceyhan Havzasında üç istasyon orta derecede kirlenmiş su kalitesinde (III. sınıf), 15 istasyon az kirlenmiş su (II. sınıf) ve 31 istasyon ise yüksek kaliteli su (I. kalite) sınıfında tespit edilmiştir. Seyhan Havzasında ise 12 istasyon az kirlenmiş su (II. sınıf), 11 istasyon ise yüksek kaliteli su (I. sınıf) sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Seyhan Havzasına ait değerlendirilen noktaların çoğu referans koşullarda bulunmaktadır. İstasyonların çevresinde her ne kadar tarım ve hayvancılık yapılsa da bu durum akarsuların fizikokimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkilememektedir ve organik yükü arttıracak seviyede değildir. Ceyhan Havzasında ise 31 istasyon referans özellik gösteren noktalar diğer 18 istasyon ise kirlenmiş ya da az kirlenmiş durumdadır. Bu istasyonlarda antropojenik etkiler (Yerleşim yerine yakın olması ve tarım-hayvancılık vb.) daha yoğun görülmektedir. Ancak referans koşula sahip olan noktalarda Seyhan havzasında olduğu gibi tarım ve hayvancılık, evsel atık gibi antropojenik etmenler su kalitesini çok etkilememektedir.

Seyhan Havzasında yaz ve sonbahar mevsimlerinde elektriksel iletkenlik oranında artış, çözülmüş oksijen oranında ise bir düşüş görülmektedir. Hava sıcaklığında meydana gelen yükseliş sebebiyle artan buharlaşma ve sonucunda organik maddelerdeki artış elektriksel iletkenlik değerini arttırmakta, çözülmüş oksijeni ise düşürmektedir. Ancak bu değişimler ciddi bir sorun yaratacak durumda değildir. Sonuç olarak ise Seyhan Havzası için değerlendirilen fizikokimyasal parametrelerde akarsuya tehdit oluşturacak düzeyde olmadığı ve istasyonların genellikle düzgün bir ekosistem yapısında olduğunu söylemek mümkündür.

Ceyhan Havzasında ise toplam azot, elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen değerlerinde sonbahar ve yaz mevsimlerinde bir artış görülmüştür. Genel olarak artışın en yüksek olduğu istasyonlar 6., 7. ve 8. istasyonlardır. Bu istasyonlarda su kalite sınıfı III. sınıf (Kirlenmiş su) belirlenmiştir. Yerleşim yerine yakın olan ve antropojenik etkilerin yüksek olduğu bu istasyonlarda akarsu yapısı genel olarak bozulmuştur ve

sağlıklı bir ekosistem görülmemektedir. Diğer istasyonlarda ise genel olarak bir artış görölse de bu artışın ekosistemin dengesini çok bozacak derecede olmadığı görülmüştür.



BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışması Ceyhan ve Seyhan havzalarında belirlenen 72 istasyonda ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde yapılan örnekleme çalışması sonucunda Malacostraca sınıfına ait üç takım (Amphipoda, Decapoda ve Isopoda), altı familya (Asellidae, Athyidae, Gammaridae, Niphargidae, Paleomonidae ve Potamidae) ve yedi cinse mensup 18 tür tespit edilmiştir.

Ceyhan havzasında tespit edilen türler içerisinde 8.345 birey ile en baskın türün *Gammarus pseudanatoliensis* olduğu, Seyhan havzasında ise 2.039 birey ile en baskın türün *Gammarus goedmakersae* olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında Ceyhan havzasından tespit edilen 13 türden beşi (*Gammarus lacustris*, *G. effultus*, *G. agrarius*, *Echinogammarus ischnus* ve *Potamon ibericum*), Seyhan havzasında ise 10 türden dördü (*Gammarus mladeni*, *G. pseudanatoliensis*, *Potamon potamios* ve *Echinogammarus ischnus* bölge için yeni kayıt niteliği taşımaktadır.

Belirlenen Malacostraca taksonlarının ekolojik isteklerine göre dağılımları, ölçümü gerçekleştirilen fizikokimyasal parametreler ile büyük oranda uyum göstermiştir.

Gammarus balcanicus Türkiye’de Akdeniz, İç Anadolu, Karadeniz, Marmara ve Doğu Anadolu’da geniş bir dağılım sergilemektedir. Tez çalışması kapsamında söz konusu türe Ceyhan havzasında 22. ve 41. istasyonda, Seyhan Havzasında ise 3. istasyonda rastlanılmıştır. *Gammarus balcanicus* türü her ne kadar organik kirliliğe toleransı yüksek olsa da genellikle oksijeni bol ve soğuk kaynak sularında dağılım göstermektedir (Özbek 2003). Daha önce yapılan çalışmalarda Parvulescu ve Hamchevici (2010) tarafından türün dağılımında çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, NO₂-N ve PO₄-P’in etkili faktörler olduğu bildirmiştir. Çoruh Havzasında *G. balcanicus* dağılımı ile çözünmüş oksijen arasında güçlü ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Baytaşoğlu 2018). Romanya’da bazı Amphipoda türlerinin rakıma bağlı olarak dağılımları değerlendirilmiştir ve *G. balcanicus*’un 1500-2000 m yükseltilerde dağılım gösterdiği bildirilmiştir (Copilaş-Ciocianu ve ark. 2014). Tez çalışması kapsamında *G*

balcanicus örneklenen istasyonlarda çözünmüş oksijen değerleri 7,26-12,89 (mg/L) arasında, rakımın ise 651-1679 m arasında olduğu görülmüştür. Copilaş-Ciocianu ve ark. (2014) yaptığı çalışmada her ne kadar 1500-2000 m yüksekliği sahip noktalarda dağılım gösterdiği bildirilse de İpek ve Özbek (2022)'in Batı Anadolu, Marmara ve Trakya bölgelerinde yaptıkları çalışmada 50-950 m arasında, Özbek (2003) göller bölgesinde yaptığı çalışmada 850-1200 m arasında dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu veriler çerçevesinde literatürde verilen bilgiler ile tez çalışmasında elde edilen bilgiler uyum içeresindedir.

Gammarus agrarius Adana, Afyonkarahisar, Antalya, Isparta, Kayseri, Konya ve Niğde illerinde dağılım gösteren endemik bir türdür. Tez çalışması kapsamında söz konusu türe Ceyhan havzasında 25. istasyonda, Seyhan havzasında ise 11. istasyonda rastlanılmıştır. *Gammarus agrarius* bol vejetasyonlu akarsular ile göllerin kıyı kesimlerinde bulunmaktadır. Organik kirliliğe toleransı yüksek olan bu türün iyon konsantrasyonunun yüksek olduğu sularda dağılım göstermektedir (Özbek 2003). Nitekim bu çalışmada *G. agrarius* türünün elektriksel iletkenlik ile pozitif ilişkiye sahip olduğu ve sıcaklık değişkeni ile de aynı yönde konumlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen istasyonlarda makrofit yoğunluğunun fazla olduğu görülmüştür.

Gammarus lacustris Afyonkarahisar, Artvin, Bitlis, Bolu, Burdur, Isparta, İstanbul, İzmir, Karaman, Konya ve Van illerinde dağılım göstermektedir. Çalışma kapsamında söz konusu türe Ceyhan havzasında sekiz istasyonda rastlanılmıştır. *G. pseudanatoliensis*'ten sonra havzada en sık karşılaşılan ikinci türdür. Genel olarak yüksek miktarda organik tortu içeren durgun suları tercih etmektedir (Fryer 1953; Roux 1972). Düşük sıcaklıklarda uzun süre hayatta kalabilir ancak 20°C'den yüksek sıcaklıklara karşı oldukça hassastır (Karaman 1971). Çalışma kapsamında *Gammarus lacustris* bulunan istasyonların tamamında sıcaklık 11,60-21,70°C arasında dağılım göstermektedir. Yoğunluğunun en fazla olduğu istasyonlarda su sıcaklığı oldukça düşük olup ekolojik istekleri literatür bilgisi ile örtüşmektedir.

Gammarus effultus Ankara, Ordu ve Van illerinde dağılım göstermektedir. Çalışma kapsamında Kahramanmaraş ilinde dört lokalitede tespit edilmiştir. Söz konusu türün

ekolojisi ile alakalı literatürde herhangi bilgi bulunmamaktadır. CCA dendogramında elektriksel iletkenlik ve çözünmüş oksijen ile birlikte toplam azot ve sıcaklık ile zıt konumlanmıştır. Örneklenen istasyonlarda su sıcaklığının düşük ve oksijen değerinin yüksek olması türün nispeten daha temiz ve soğuk suları tercih ettiğini göstermektedir.

Gammarus kischineffensis Bayburt, Bitlis, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Kahramanmaraş, Siirt ve Tunceli illerinde dağılım göstermektedir. Çalışma kapsamında Ceyhan havzasında 20. ve 21. istasyonlarda rastlanılmıştır. Söz konusu tür Avrupa'da temiz su kaynaklarında yaygın bir şekilde bulunan ve birçok balık türünün besinini oluşturan indikatör bir türdür (Özbek ve Ustaoglu 2001). Türün ekolojisi ile alakalı detaylı bir çalışma bulunmamakla birlikte söz konusu türün nispeten toleranslı olduğu bilinmektedir (Baytaşoğlu 2018). Çizdirilen CCA diyagramında tür toplam azot ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu ve diğer değişkenlerden zıt olarak konumlandığı görülmüştür. Çoruh Havzasında gerçekleştirilen çalışmada söz konusu tür NO₂-N ve NH₄-N ile güçlü, sıcaklık ve çözünmüş oksijen ile zayıf olmakla birlikte pozitif ilişkisinin olduğu bildirilmiştir (Baytaşoğlu, 2018). Gerek literatür verileri gerekse çalışma sonucunda elde edilen bulgular sonucunda bu türün organik kirliliğe toleransının nispeten yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında Potamidae familyasına mensup üç tür (*Potamon ibericum*, *P. potamios* ve *P. setigerum*) tespit edilmiştir. Bu türlerden *P. ibericum* İç Anadolu, Batı Anadolu, Ege, Marmara, Trakya ve Karadeniz bölgelerinde geniş bir dağılım göstermektedir. Çalışma kapsamında söz konusu türe Ceyhan havzasında 32. ve 42. istasyonlarda rastlanılmıştır. Genellikle temiz akarsuların taşlık-çakıllı bölgelerinde dağılım göstermektedir (Özbek 2003). Çoruh havzasında yapılan çalışmada birçok değer bakımında birinci sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Baytaşoğlu 2018). Çalışma kapsamında tespit edilen istasyonlarda su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve toplam azot bakımında birinci sınıf su kalitesinde olduğu ve literatürde verilen bilgilerle uyumlu olduğu görülmüştür. Potamidae familyasına ait diğer bir tür olan *P. potamios* türünde ekolojik istekler *P. ibericum*'a oldukça benzemektedir. Tez çalışması kapsamında *P. potamios*'a Seyhan havzasında 10., 11. ve 18. istasyonlarda rastlanılmıştır. Tespit edilen istasyonlarda 10. ve 18. istasyonlarda çözünmüş oksijen

değeri 2. sınıf su kalitesinde, diğer karakterler bakımında ise 1. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür.

Tez çalışması kapsamında Asellidae familyasına mensup *Asellus aquaticus* Ceyhan havzasında sadece Kabağaç çayında (18. istasyonda) 25 bireyle örneklenmiştir. Türkiye’de Batı Anadolu, Marmara, İç Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde geniş dağılım göstermektedir. Organik kirliliğe toleransı yüksektir bu sebeple indikatör tür olarak kabul edilmektedir (Holdich ve Tolba 1981). Tatlısulara bitkilerin ve organik detritusun bol olduğu, durgun sular ya da akarsuların yavaş akan çamurlu dip kısımlarında yaşarlar (Özbek 2003). Çoruh havzasında yapılan çalışmada birçok değişken bakımından 1. sınıf su kalitesinde olduğu, CCA grafiğinde merkeze yakın konumlandığı ve ölçümü yapılan parametrelere toleransının yüksek olduğu bildirilmiştir (Baytaşoğlu 2018). Tez çalışması kapsamında tespit edilen istasyonda çözünmüş oksijen değeri dışında tüm değerler bakımından 1. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür. Ayrıca çizdirilen CCA dendogramında merkeze yakın konumlanmış olup değerlendirilen fizikokimyasal parametrelere toleransının yüksek olduğu görülmüştür. Söz konusu türe Kabağaç çayında yaz ve sonbahar mevsiminde karşılaşılmıştır. Yaz mevsiminde debi 2,496 m³/s, sonbahar mevsiminde ise 7,395 m³/s olarak ölçülmüştür. Akarsu yatağında genel olarak derinlik ve genişlik oldukça yüksektir (sırasıyla 25-162 cm, 16,5-35 m). *Asellus aquaticus* türü akarsu yatağında akışın çok az olduğu ve makrofitçe zengin olan kıyı kesiminde örneklenmiştir.

Biyotik indeksler kullanılarak yapılan değerlendirmede Ceyhan Havzasında sekiz istasyon, Seyhan Havzasında ise iki istasyon kirlenmiş ya da kirlilik etkisi altında olarak gözlemlenirken diğer istasyonlar ise nispeten kirlilik baskısından uzak iyi kalitede (orta, iyi, yüksek kalite) olduğu söylenebilir. Analiz sonucunda kötü su kalitesi sınıfına sahip istasyonlardaki Malacostraca taksonlarının dağılımına bakılacak olursa; *Gammarus pseudanatoliensis*, *G. lacustris*, *G. kischineffensis* ve *Paleomonetes antennarius* gibi hem organik kirliliğe toleransının yüksek olduğu bilinen hem de çalışma kapsamında en baskın olan taksonlar bulunmaktadır. *Gammarus balcanicus*, *G. agrarius*, *G. mladeni*, *Potamon ibericum*, *P. potamios* ve *P. setigerum* gibi daha hassas türler ise referans özelliği gösteren istasyonlarda baskın şekilde bulunmaktadır.

Bölgelerdeki faunistik çalışmalar ve fizikokimyasal parametreler kullanılarak kalite sınıflarının belirlenmesi mevcut su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin korunmasında büyük önem taşımaktadır.

Ceyhan ve Seyhan havzalarında Malacostraca faunasının sistematik ve ekolojik açıdan geniş bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın daha sonra gerçekleştirilecek olan ekolojik çalışmalar için katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Akbulut M, Sezgin M, Çulha M, Bat L (2001) On the Occurrence of *Niphargus valachicus* Dobreanu & Manolache, 1933 (Amphipoda, Gammaridae) in the Western Black Sea Region of Turkey. Turkish Journal of Zoology 25:235–239,
- Aküzüm T, Çakmak B, Gökalp Z (2010) Türkiye'de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3(1):67–74.
- Alonso Á, De Lange HJ, Peeters ET (2010) Contrasting sensitivities to toxicants of the freshwater amphipods *Gammarus pulex* and *G. fossarum*. Ecotoxicology 19:133–140.
- Altın TB, Barak B (2012) Seyhan Havzasında 1970-2009 yılları arasında yağış ve hava sıcaklığı değerlerindeki değişimler ve eğilimler. Türk Coğrafya Dergisi 58:21–34.
- Anonim (2018) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. Atık su arıtımı eylem planı 2017-2023. [Erişim tarihi: 10.01.2018]
- Anonim AQEM (2014) consortium. manual for the application of the AQEM system a comprehensive method to assess European Streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/>
- Bahçeci H (2010) Su Çerçeve Direktifi kapsamında tatlı sularda su kalitesinin biyolojik izlenmesi -Büyük Menderes Havzası örneği. Çevre ve Orman Bakanlığı, Uzmanlık Tezi s34.
- Balık S, Ustaoglu MR, Özbek M, Yıldız S, Taşdemir A, İlhan A (2006) Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk-İzmir) aşağı havzasındaki kirliliğin makrobentik omurgasızlar kullanılarak saptanması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 23(1–2):61–65.
- Barlas M (1995) Akarsu kirlenmesinin biyolojik ve kimyasal yönden değerlendirilmesi ve kriterleri. Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 465–479.
- Barnard JL, Barnard CM (1983) Freshwater Amphipoda of the World. I. evolutionary patterns I-VIII, IX-XVIII 1-358; II. handbook and bibliography XIX Hayfield Ass. Mt. Vernon, Va. U.S.A. 359-830.

- Bat L, Akbulut M, Çulha M, Gündoğdu A, Satılmış HH (2000) Effect of temperature on the toxicity of zinc, copper and lead to the freshwater Amphipod *Gammarus pulex pulex* (L., 1758). Turkish Journal of Zoology 24:409–415.
- Baytaşoğlu H (2018) Çoruh Havzası'nın Malacostraca (Crustacea) faunasının taksonomik ve biyoekolojik olarak incelenmesi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 122s.
- Baytaşoğlu H (2023) Spatial and Seasonal Variations of Organic and Inorganic Pollution Parameters and Relationship Between Malacostraca Fauna in the Eastern Black Sea Rivers. Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s41208-023-00553-6>
- Baytaşoğlu H, Gözler AM (2018) Seasonal changes of Malacostraca (Crustacea) fauna of the Upper Coruh River Basin (Bayburt Province, Turkey) and its ecological characteristics. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 18(3):367–375.
- Borradaile LA (1907) On the classification of the Decapoda Crustacea. Annals and Magazine of Natural History 19(7):457–486.
- Bowman TE, Abele, LG (1982) Classification of the récent Crustacea. In: The Biology of Crustacea. Vol. 1: Systematics, the Fossil Record, and Biogeography. New York: Académie Press 1–27
- Brandis D, Storch V Türkay M (2000). Taxonomy and zoogeography of the freshwater crabs of Europe, North Africa, and the Middle East (Crustacea: Decapoda: Potamidae). Senckenbergiana Biologica 80:5–56.
- Breinholt JW, Porter ML, Crandall KA (2012) Testing Phylogenetic Hypotheses of the Subgenera of the Freshwater Crayfish Genus *Cambarus* (Decapoda: Cambaridae). PLoS ONE 7(9):1–11.
- Buffagni A, Cazzola M, López-Rodríguez MJ, Alba-Tercedor J, Armanini DG (2009) Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms. Pensoft Publishers (Sofia-Moscow) 1–254.
- Clarke KR (1993) Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Australian Journal of Ecology 18(1):117–143.
- Coifman I (1938) Nota Sul Potamon edule, Dell'anatolia. Boll. Zool. D. Unione Zoologica Italiana 17(5):223–225.

- Copilaş-Ciocianu D, Grabowski M, Parvulescu L, Petrusek A (2014) Zoogeography of epigeal freshwater Amphipoda (Crustacea) in Romania: fragmented distributions and wide altitudinal variability. *Zootaxa* 2:243–260.
- Cummins KW (1994) Invertebrates. In: *The rivers handbook*. Blackwell Sci Publ 2: 523 Oxford.
- De-La-Ossa-Carretero JA, Del-Pilar-Ruso Y, Giménez-Casalduero F, Sánchez-Lizaso L, Dauvin JC (2011) Sensitivity of Amphipods to sewage pollution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 96(1):129–138.
- Demirsoy A (1999) Yaşamın Temel Kuralları (Omurgasızlar/Böcekler Dışında) Cilt II / Kısım I Metakzan A.Ş. Ankara 1210s.
- Durhasan D (2006) Baraj göllerinden su temininde derinliğin su kalitesine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Dügel M (2001) Büyük Menderes Nehri'nin su kalitesinin biyolojik ve fiziko-kimyasal yöntemlerle belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Džeroski S, Demšar D, Grbović J (2000) Predicting chemical parameters of river water quality from bioindicator data. *Applied Intelligence* 13:7–17.
- Ekinci M (2015) Ordu ili (Türkiye) tatlısu Gammaridea (Crustacea, Amphipoda) faunası üzerine bir araştırma, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Fişer C, Çamur-Elipek B, Özbek M (2009) The subterranean genus *Niphargus* (Crustacea, Amphipoda) in the Middle East: A faunistic overview with descriptions of two new species. *Zoologischer Anzeiger* 248:137–150.
- Fryer G (1953) The occurrence of *G. lacustris* and *G. pulex* in Malham Tarn and a note on their morphological differences. *Naturalist* 847:155–156.
- Gazea A, Koukounides C, Lazaridou-Dimitriadou M, White KN (1999) Heavy metals in tissues of *Gammarus* spp. (Amphipoda, Crustacea), from a mining area of Chalkidiki. 6th. International Conference on Environmental Science and Technology, Samos, Greece, 30 August-2 September.
- Gerhardt A, Quindt K (2000) Waste water toxicity and bio-monitoring with *Gammarus pulex* (L.) and *Gammarus tigrinus* (Sexton) (Crustacea: Amphipoda). *Wasser Boden* 52:19–26.

- Gledhill T, Sutcliffe DW, Williams WD (1993) British Freshwater Crustacea Malacostraca: a key with ecological notes. Scientific Publications of the Freshwater Biological Association No: 52.
- Göksu ZL (2003) Su kirliliği. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Adana.
- Graça MAS, Maltby L, Calow P (1994) Comparative ecology of *Gammarus pulex* (L.) and *Asellus aquaticus* (L.) I: population dynamics and microdistribution. *Hydrobiologia* 281:155–162.
- Hobbs HH, Lodge DM (2010) Decapoda. In *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* 901-68 San Diego.
- Holthuis LB (1961) Report on a collection of Crustacea Decapoda and Stomatopoda from Turkey and the Balkans. *Zoologische Verhandlungen* 47:1–67.
- Holdich DM, Tolba MR (1981) The effect of temperature and water quality on the in vitro development and survival of *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda) eggs. *Hydrobiologia* 78:227–236.
- Hynes HBN (1970) The ecology of running waters. University of Toronto Press, Toronto.
- İmamoğlu Ö (2000) Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çay'ının fiziko-kimyasal ve biyolojik (bentik makroinvertebrat) yönden incelenmesi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla.
- İpek M, Özbek M (2022) Freshwater amphipod species of western anatolia, marmara and turkish thrace regions. *Aquatic Sciences and Engineering* 37(2):74–85.
- Jazdzewski K (1980) Range extensions of some gammaridean species in European inland waters caused by human activity. *Crustaceana (Suppl)* 6:84–107.
- Kalyoncu H, Barlas M, Ertan ÖO (2009) Aksu Çayı'nın su kalitesinin biotik indekslere (diyatomlara ve omurgasızlara göre) ve fizikokimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. *Türk Bilim Dergisi* 2(1):46–57.
- Kara C, Çömlekçioglu U (2004) Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 7(1):1–7.
- Karaman G (1971) Beitrag zur Kenntnis der Amphipoden. Über einigen Amphipoden

- aus Griechenland und Kleinasien. – Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium 12(103):22–40.
- Karaman GS (1973a) 53. Contribution to the knowledge of the Amphipoda. some new or very interesting *Gammarus* species from southern Europa and Asia minör. Polyoprivreda I. Sumarstvo 19(3):1–42.
- Karaman GS (1973b) XXXIV. Beitrag zur kenntnis der Amphipoden. neubeschreibung der art *Niphargus tauri* schellenberg, 1933 (Gammaridea) aus dem taurus gebirge. Klein Asien. Crustaceana 24:275–282.
- Karaman GS (1975) *Gammarus* species from Asia minör (fam. Gammaridae), (56. contribution to the knowledge of the Amphipoda). Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona 1:311–343.
- Karaman GS, Pinkster S (1977a) Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and Adjacent Regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part 1 *Gammarus pulex*-Group and related species. Bijdragen Tot De Dierkunde 47:1–197.
- Karaman GS, Pinkster S (1977b) Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and Adjacent Regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part II *Gammarus roeseli* group and related species. Bijdragen Tot De Dierkunde 47:165–196.
- Karaman GS, Pinkster S (1987) Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and Adjacent Regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part III *Gammarus balcanicus* group and Related Species. Bijdragen Tot De Dierkunde 57(2):207–260.
- Karr JR (1981) Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6:21–27.
- Kawai T, Kouba AA (2020) Description of Postembryonic Development of *Astacus astacus* and *Pontastacus leptodactylus*. Freshwater Crayfish 25(1):103–116.
- Kazancı N (2012) Yüzeysel sularda biyolojik indeksler ve ekolojik kalite oranlarının belirlenmesi adımları ve yöntemleri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Kıyı Suları, Yeraltı Suları ve Yüzeysel Suların Kalitesinin Belirlenmesi ve Yönetimi konulu Eğitim Programı 1-4, Nevşehir-Ürgüp.

- Kazancı N, Dügel M (2000) An evaluation of water quality of Yuvarlakçay stream in the Köyceğiz-Dalyan protected area, SW Turkey. Turk J Zool 24(1):69–80.
- Kazancı N, Türkmen G, Başören Ö, Ekingen-Ertunç Ö, Öz B, Gültutan Y (2010) Su Çerçeve Direktifi kapsamındaki taban büyük omurgasızlarına dayalı yöntemlerin uygulanması ile Yeşilirmak Nehri'nin ekolojik kalitesinin belirlenmesi. Hidrobiyoloji Dergisi 3(2):89–110.
- Kırkım F (1998) Ege denizi Isopoda (Crustacea) faunasinin sistematığı ve ekolojisi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kocataş A (2008) Ekoloji ve çevre biyolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi, Bornova/İzmir.
- Lewin I, Kusza IC, Szoszkiewicz K, Ewa A, Jusik S (2013) Biological indices applied to benthic macroinvertebrates at reference conditions of mountain streams in two ecoregions (Poland, the Slovak Republic). Hydrobiologia 709:183–200.
- Lewis JJ, Bowman TE (1981) The subterranean asellids (Caecidotea) of Illinois (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Smithsonian Contributions to Zoology 335:1–66.
- Macneil C, Dick TJ, Elwood RW, Montgomery I (2002) The validity of the *Gammarus:Asellus* ratio as an index of organic pollution: abiotic and biotic influences. Water Research 36:75–84.
- Mason CF (1983) Biology of freshwater pollution. Longman Group Limited, England.
- Mateus A, Mateus E (1990) Etude D'une Collect ion D'amphipodes, Specialement Du Sudouest Asiatique. Du Museum D'histoire Naturelle De Vienne (Autriche). Annales Des Naturhistorischer Museum Wien 91:27–33.
- Metcalf J (1989) Biological Water Quality Assessment of Running Waters Based on Macroinvertebrate Communities: History and Present Status in Europe. Environmental Pollution 60:101–139.
- Özbek M (2003) Göller bölgesi içsularının Malacostraca (Crustacea-Arthropoda) faunasının taksonomik ve ekolojik açıdan incelenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Özbek M (2018) An overview on the distribution of *Synurella* genus in Turkey (Crustacea: Amphipoda). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 35(2):111–114.
- Özbek M, Yurga L, Külköylüoğlu O (2013) *Gammarus baysali* sp nov., a new freshwater amphipod species from Turkey (Amphipoda: Gammaridae). Turkish Journal of Zoology 37:163–171.
- Özbek M (2011) An overview of the *Gammarus* Fabricius (Gammaridae: Amphipoda) species of Turkey, with an updated checklist. Zoology in The Middle East 53:71–78.
- Özbek M (2012a) A new freshwater Amphipod species, *Gammarus obruki* sp. nov., from Turkey (Amphipoda: Gammaridae). Turkish Journal of Zoology 36(5):567–575.
- Özbek M (2012b) A new freshwater Amphipod species, *Gammarus katagani* sp. nov., from Turkey (Amphipoda: Gammaridae). Zoology in the Middle East 55:47–54.
- Özbek M, Aksu İ, Baytaşoğlu H (2023) A new freshwater amphipod (Amphipoda, Gammaridae), *Gammarus tumaf* sp. nov. from the Gököl Cave, Türkiye. Zoosyst Evol 99(1):15–27
- Özbek M, Aydın G (2023) A new amphipod from the depth of the Morca Sinkhole (Anamur, Türkiye): *Gammarus morcae* n. sp. (Amphipoda: Gammaridae), with notes on cavernicolous amphipods of Türkiye. Turkish Journal of Zoology 47:81–93.
- Özbek M, Özkan N (2017) Gökçeada içsularının Amphipoda (Crustacea: Malacostraca) faunası. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 34(1):63–67.
- Özbek M, Ustaoglu MR (1998) Amphipoda (Crustacea-Arthropoda) fauna of İzmir and adjacent areas inland-waters. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 15(3–4):211–231.
- Özbek M, Ustaoglu MR (2001) İzmir ili ve civarı tatlısu Malacostraca (Crustacea) faunası. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 2(1):19–25.
- Özkan K, Küçükşille EU, Mert A, Gülsoy S, Süel H, Başar M (2020) Biyolojik çeşitlilik bileşenleri (BİÇEB) hesaplama yazılımı. Turkish Journal of Forestry 21:344–348.

- Öztürk S (2021) Ephemeroptera (Insecta) Grubunun Su Çerçeve Direktifine Uygun Olarak İzleme Çalışmalarında Kullanılması ve Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi: Seyhan, Ceyhan ve Doğu Akdeniz Havzaları Örneği. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Nevşehir.
- Pârvulescu L, Hamchevici C (2010) The relation between water quality and the distribution of *Gammarus balcanicus* Schäferna, 1922 (Amphipoda: Gammaridae) in the Anina Mountains. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences 5:161–168.
- Porter ML, Perez-Losada M, Crandall KA (2005) Model based multi-locus estimation of Decapod phylogeny and divergence times. Molecular Phylogenetics and Evolution 37:355–369.
- Rainbow PS, Moore PG, Watson D (1989) Talitrid amphipods (Crustacea) as biomonitors for copper and zinc. Estuarine, Coastal and Shelf Science 28:567–82.
- Rainbow PS, White SL (1990) Comparative accumulation of cobalt by three crustaceans: a decapod, an amphipod and a barnacle. Aquatic Toxicology 16:113–26.
- Richter S, Scholtz G (2001) Phylogenetic analysis of the Malacostraca (Crustacea). Journal of Zoology System Evolution Res 39:113–136.
- Rinderhagen M, Ritterhoff J, Zauke GP (2000) Crustaceans as bioindicators, biomonitoring of polluted water – reviews on actual topics trans tech publications. Scitech Publications, Environmental Research Forum 9:161–194.
- Roux C (1972) Les variations de la courbe métabolisme/ température de *Gammarus lacustris* G. O. Sars (Crustacé, Amphipode) sous l'influence de divers facteurs écologiques. Crustaceana 3:287–296.
- Salman S (2006) Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara, 501 s.
- Saraçoğlu H (1990) Bitki örtüsü akarsular ve göller. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Selvi K, Akbulut M (2014) Kurşun nitrat'ın Pb(NO₃)₂ *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) üzerine akut toksisitesi. Tabiat ve İnsan 1(1):25–29.
- Semenchenko V, Lipinskaya T, Vilizzi L (2018) Risk screening of non-native macroinvertebrates in the major rivers and associated basins of Belarus using

- the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit. Management of Biological Invasions 9(2):127–136.
- Sladek V (1973) System of water quality from the biological point of view. *Limnol Stuttgart* 218.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2021) Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete, Ek-2 ve Ek-5, Sayı:31513.
- Taiti S, Humphreys WF (2001) New aquatic Oniscidea (Crustacea: Isopoda) from groundwater calcretes of Western Australia. *Records of the Western Australia Museum Supplement* 64:133–151.
- Tanyolaç J (1993) *Limnoloji*. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 261s.
- Türkmen G (2013) Doğu Karadeniz bölgesi Ephemeroptera faunasının Su Çerçeve Direktifi (SÇD) uygulamasında yer almak üzere sistematik ve ekolojik yönden araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Tzomos T, Koukouras A (2015, Redescription of *Palaemon antennarius* H. Milne Edwards, 1837 and *Palaemon migratorius* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) and description of two new species of the genus from the circum-Mediterranean area. *Zootaxa* 3905(1):27–51.
- Uğurlu P, Ünlü E, Satar Eİ (2015) The toxicological effects of thiamethoxam on *Gammarus kischineffensis* (Schellenberg 1937) (Crustacea: Amphipoda). *Environmental Toxicology and Pharmacology* 39:720–726.
- Uyanık S, Cebe A, (2017) AB Su Çerçeve Direktifi kapsamında biyolojik kalite unsurları ile su kalitesinin izlenmesi. *HU Muh Der* 3:64–72.
- Vávra V (1905) Rotatorien und Crustaceen. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 20:106–112.
- Verdonschot PFM, Nijboer RC (2004) Testing the stream typology of the Water Framework Directive for macroinvertebrates, *Hydrobiologia* 516:35–54.
- Waite S (2000) *Statistical Ecology in Practice. A Guide to Analysing Environmental and Ecological Field Data* Prentice Hall, London, UK.
- Whitehurst IT (1991) The *Gammarus: Asellus* ratio as an index of organic pollution. *Water Res* 25(3):333–339
- Wilhm JL, Dorris TC (1968) Biological parameters for water quality criteria. *Bioscience* 18:477–481.

- Wilson GDF (1991) Functional morphology and evolution of isopod genitalia. Crustacean Sexual Biology. Columbia University Press, New York/Oxford: 228–245.
- Wilson GDF (1999) Some of the deep-sea fauna is ancient. Crustaceana (Leiden) 72:102–1030.
- Wilson GDF (2003) A new genus of Tainisopidae fam. nov. (Crustacea: Isopoda) from the Pilbara, Western Australia. Zootaxa 245:1–20.
- Wilson GDF, Edgecombe, DG (2003) The Triassic isopod *Protamphisopus wianamattensis* (Chilton) and comparison with extant taxa (Crustacea, Phreatoicidea). Journal of Paleontology 77:454–470.
- Wilson GDF, Fenwick GD (1999) Taxonomy and ecology of *Phreatoicus typicus* Chilton, 1883 (Crustacea, Isopoda, Phreatoicidae). Journal of The Royal Society of New Zealand 29:41–64.
- Yeşilmen TÖ, Kırgız T (1996) Freshwater *Gammarus* (Gammaridae) species of Kırklareli province. Turkish Journal of Zoology 20:315–318.
- Yıldırım N (2006) Fırınz Çayı (Kahramanmaraş)’nın fiziko-kimyasal ve bazı biyolojik (bentik makroinvertebrat) özellikleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Yüce M, Esit M (2020) Ceyhan Havzasının Kuraklık Risk Haritasının SPI ve SPEI Metotları ile Belirlenmesi. Su Kaynakları 5(2):1–8.
- Yüce M, Esit M, Karatas MC (2019) Hydraulic geometry analysis of Ceyhan River, Turkey. SN Applied Sciences 1(7):763.
- Zeybek M (2007) Çukurca Dere ve Isparta Deresi’nin su kalitesinin makrozoobentik organizmalara göre belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Isparta.
- Zeybek M, Kalyoncu H, Karakaş B, Özgül S (2014) The use of BMWP and ASPT indices for evaluation of water quality according to macroinvertebrate in Değirmendere Stream (Isparta, Turkey). Turkish Journal of Zoology 38(5):603–613.