

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇUKURCA DERE VE ISPARTA DERESİ' NİN SU
KALİTESİNİN MAKROZOOBENTİK ORGANİZMALARA
GÖRE BELİRLENMESİ**

Melek ZEYBEK

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hasan KALYONCU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2007**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Çalışma alanının yeri.....	16
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Örneklemeye noktalarının seçimi ve tanıtımı.....	18
I. İstasyon.....	18
II. İstasyon.....	19
III. İstasyon.....	20
IV. İstasyon.....	21
V. İstasyon.....	22
VI. İstasyon.....	23
3.2.2. Örneklerin alınması ve saklanması.....	24
3.2.2.1. Su örneklerinin alınması ve saklanması.....	24
3.2.2.2. Taban büyük omurgasızların alınması, saklanması ve teşhisi.....	25
3.2.3. Fiziko-kimyasal su kalitesi tayin yöntemleri.....	27
3.2.3.1. Klee (1991)'ye göre fizikokimyasal su kalitesi değerlendirmesi.....	27
3.2.4. Biyolojik Olarak Su Kalitesi Belirleme Yöntemleri.....	28
3.2.4.1. Saprobi İndeksi (Saprobi Index).....	28
3.2.4.2. Familya Biyotik İndeks (Family Biotic Index = FBI).....	30
3.2.4.3. Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi (Biological Monitoring Working Party Score System = BMWP).....	31

3.2.4.4. Her taksonun ortalama değeri (Average Score Per Taxon=ASPT).....	32
3.2.4.5. Belçika biyotik indeksi (Belgian Biotic Index=BBI).....	32
3.2.5. İstatiksel Metotlar.....	34
3.2.5.1. Baskınlık analizi.....	34
3.2.5.2. Sıklık analizi.....	34
3.2.5.3. Benzerlik analizi.....	35
3.2.5.4. Çeşitlilik analizi.....	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	37
4.1. Fiziksel ve kimyasal bulgular.....	37
4.1.1. Su sıcaklığı.....	37
4.1.2. Çözünmüş oksijen.....	37
4.1.3. Biyolojik oksijen ihtiyacı	38
4.1.4. pH	39
4.1.5. Elektriksel iletkenlik.....	39
4.1.6. Asit bağlama Yeteneği	40
4.1.7. Toplam Sertlik	41
4.1.8. Klorür iyonu.....	42
4.1.9. Magnezyum iyonu	42
4.1.10. Kalsiyum iyonu	43
4.1.11. Amonyum azotu	44
4.1.12. Nitrat azotu.....	45
4.1.13. Nitrit azotu	45
4.1.14. Ortofosfat fosforu	46
4.2. Biyolojik Bulgular.....	47
4.2.1. Bentik makroomurgasız takımlarının örnekleme noktalarına göre baskınlığı	50
4.2.2. Örnekleme noktalarında bentik makroomurgasızların baskınlığı.....	54
4.2.3. Örnekleme noktalarında Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera (EPT) takımlarının baskınlığı.....	55
4.2.4. Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)/ Chironomus spp. oranları...	56
4.2.5. Bentik makroomurgasızların örnekleme noktalarına göre sıklık değerleri...	58

4.2.6. Örnekleme noktalarının bentik makroomurgasızlara göre benzerlik değerleri.....	61
4.2.7. Örnekleme noktalarının bentik makroomurgasızlara göre çeşitlilik değerleri.....	62
4.2.3. Çukurca Dere ve Isparta Deresi' nde Belirtilen yöntemlere ve örnekleme noktalarına göre su kalitesi bulguları	64
4.3.1. I. İstasyon.....	64
4.3.2. II. İstasyon.....	65
4.3.3. III. İstasyon.....	67
4.3.4. IV. İstasyon.....	68
4.3.5. V. İstasyon.....	70
4.3.6. VI. İstasyon.....	71
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	74
6. KAYNAKLAR.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	100

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇUKURCA DERE VE ISPARTA DERESİ' NİN SU KALİTESİNİN MAKROZOOBENTİK ORGANİZMALARA GÖRE BELİRLENMESİ

Melek ZEYBEK

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Juri: Prof. Dr. Murat BARLAS
Prof. Dr. Ö. Osman ERTAN
Yrd. Doç. Dr. Hasan KALYONCU (Danışman)

Bu çalışma Temmuz 2006-Haziran 2007 tarihleri arasında Çukurca Dere ve Isparta Deresi üzerinden seçilen 6 istasyonda yapılmıştır. Belirlenen istasyonlardan mevsimsel periyotlarla fiziko-kimyasal su analizi için ve aylık periyotlarla taban büyük omurgasızlar için örnekler alınmış ve incelenmiştir. Ayrıca fizikokimyasal verilerle incelenen organizmalar arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda taban büyük omurgasızlardan Turbellaria, Hirudinea, Crustacea, Amphipoda, Oligochaeta, Gastropoda ve Insecta' ya ait toplam 71 takson tespit edilmiştir. Taban büyük omurgasızlar içerisinde en baskın grup Insecta sınıfı olmuştur. Su kalitesi, fizikokimyasal verilere ve taban büyük omurgasızlara göre her istasyonda belirlenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Çukur Dere ve Isparta Deresi' nde belirlenen organizmalara göre sıklık, baskınlık, çeşitlilik ve benzerlik analizleri de yapılarak su kalitesi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Çukurca Dere ve Isparta Deresi' nde üç farklı su kalitesi basamağı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taban büyük omurgasız, su kalitesi, Çukurca Dere ve Isparta Deresi

2007, 100 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF WATER QUALITY IN ÇUKURCA AND ISPARTA STREAM ACCORDING TO MACROZOOBENTIC ORGANISMS

Melek ZEYBEK

**Süleyman Demirel University Graduate School of Applied and Naturel Sciences
Biology Department**

Thesis Committee: Prof. Dr. Murat BARLAS
Prof. Dr. Ö. Osman ERTAN
Asst. Prof. Dr. Hasan KALYONCU (Supervisor)

ABSTRACT

This study, was carried out between the months July 2006- June 2007 in 6 choosen stations on Çukurca and Isparta Stream and its two tributaries. Seasonly, samples were taken from the choosen stations for physico-chemical water analyses and monthly, samples were taken from the choosen stations benthic macroinvertebrates and then they were examined. In addition to these, the relationship between the physico-chemical data and investigated organisms were determined.

At the end of the study, a total 71 numbers of taxa which belong to Turbellaria, Hirudinea, Crustacea, Amphipoda, Oligochaeta, Gastropoda and Insecta were determined. Insecta was found to be the most dominant group among benthic macroinvertebrates.

Quality of water was determined at each station according to the physco-chemical data and benthic macroinvertebrate organisms and compared with each other. According to the organisms of Çukurca and Isparta Stream the frequency, dominancy, diversity and similarity analyses were performed and they were compared whit the results of water quality.

The results of this study revealed that three different levels of water quality were present Çukurca and Isparta Stream.

Key Words: Benthic macroinvertebrate, water quality, Çukurca Stream and Isparta Stream

2007, 100 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışma için beni yönlendiren, katkıda bulunan ve karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesiyle aşmamda yardımcı olan Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan KALYONCU' ya teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında destek ve yardımlarını gördüğüm Muğla Üniversitesi Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlileri Dr. Bülent YORULMAZ' a, Alper TONGUÇ' a ve Necla BİROL' a teşekkür ederim.

1465-YL-06 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım boyunca fiziko-kimyasal analizlerin yapılmasında katkıda bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi' ne teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma sonsuz sevgimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Melek ZEYBEK
ISPARTA, 2007.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	santigrat derece
°dH	Alman sertliği
ABY	Asit bağlama yeteneği
AĞU	Ağustos
ARA	Aralık
ASPT	Her taksonun ortalama değer göstergesi
BBI	Belçika biotik indeks
BMWP	Biyolojik belirleme çalışma sistemi
BNBI	Balkan Biotic Index
BOI ₅	Biyolojik oksijen ihtyacı (5 gñnlük)
CPV	Community Pollution Value
EKİ	Ekim
EPT	Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera
EYL	Eylöl
FBI	Familya Biotik İndeks
HAZ	Haziran
İst.	İstasyon
KAS	Kasım
LAWA	Landerarbeitsgemeinschaft
MAR	Mart
MAY	Mayıs
NBI	Nutrient Biotic Index
NİS	Nisan
OCA	Ocak
Ort.	Ortalama
SI	Saprobi indeks
SKKY	Su kirliliği kontrolü yönetmeliği
SPV	Species Pollution Value
ŞUB	Şubat
TBI	Trend Biotic Index

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanının yeri	17
Şekil 3.2. I. İstasyon.....	18
Şekil 3.3. II. İstasyon	19
Şekil 3.4. III. İstasyon	20
Şekil 3.5. IV. İstasyon.....	21
Şekil 3.6. V. İstasyon	22
Şekil 3.7. VI. İstasyon.....	23
Şekil 4.1. Su sıcaklığının örnekleme noktalarına göre değişimi	37
Şekil 4.2. Çözünmüş oksijenin örnekleme noktalarına göre değişimi.....	38
Şekil 4.3. Biyolojik oksijen ihtiyacının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	38
Şekil 4.4. pH' ın örnekleme noktalarına göre değişimi.....	39
Şekil 4.5. Elektrik iletkenliğinin örnekleme noktalarına göre değişimi.....	40
Şekil 4.6. Asit bağlama yeteneğinin örnekleme noktalarına göre değişimi.....	41
Şekil 4.7. Toplam sertliğin örnekleme noktalarına göre değişim.....	41
Şekil 4.8. Klorür iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	42
Şekil 4.9. Magnezyum iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	43
Şekil 4.10. Kalsiyum iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	43
Şekil 4.11. Amonyum azotu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	44
Şekil 4.12. Nitrat azotu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	45
Şekil 4.13. Nitrit azotu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	46
Şekil 4.14. Ortofosfat iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi.....	46
Şekil 4.15. Örnekleme noktalarından toplanan bireylerin dağılımı	47
Şekil 4.16. I.İstasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı.....	51
Şekil 4.17. II.İstasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı	52
Şekil 4.18. III.İstasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı.....	52
Şekil 4.19. IV.İstasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı.....	53
Şekil 4.20. V.İstasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı.....	53
Şekil 4.21. VI.İstasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı.....	54
Şekil 4.22. Örnekleme noktalarına göre en yüksek, en düşük ve ortalama EPT baskınlığı.....	56

Şekil 4.23. Örnekleme noktalarının göre bentik makroomurgasızlara göre çeşitlilik değerlerinin ortalamaları.....	63
Şekil 5.1. Örnekleme noktalarına göre EPT/ <i>Chironomus</i> sp. oranları.....	85
Şekil 5.2. Örnekleme noktalarına göre çeşitlilik değerleri.....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Farklı Kirlenme Basamaklarının İstatistiki Ortalama Değerlerine Göre Kimyasal Parametrelerin Konsantrasyon Dağılımı (Klee 1991).....	27
Çizelge 3.2 Klee (1990)'Ye Göre Suların Sertlik Derecesinin Sınıflandırılması.....	28
Çizelge 3.3 Saprobi İndeksinde Akarsuların Kalite Sınıfları (LAWA 1980) ...	29
Çizelge 3.4 Saprobi İndeks'de Kullanılan Sıklık Değerleri.....	29
Çizelge 3.5 Familya Biyotik İndekse Göre Su Kalitesini Sınıfları	30
Çizelge 3.6 BMWP' ye Göre Su Kalite Sınıfları.....	31
Çizelge 3.7 ASPT'ye Göre Su Kalite Sınıfları.....	32
Çizelge 3.8 BBI'da Kullanılan Sistematik Birimlerin Düzeyleri.....	33
Çizelge 3.9 Belçika Biyotik İndeksine Göre Su Kalite Sınıfları.....	33
Çizelge 4.1 Çukurca Dere Ve Isparta Deresi' nde Teşhis Edilen Taksonlar Ve Örneklemeye Noktalarına Göre Dağılımları.....	48
Çizelge 4.2 Bentik Makroomurgasız Takımlarının Örneklemeye Noktalarındaki Baskınlığı.....	51
Çizelge 4.3 Örneklemeye Noktalarına Göre EPT/ <i>Chironomus</i> Sp. Oranları.....	57
Çizelge 4.4 Bentik Makroomurgasızların Örneklemeye Noktalarına Göre % Sıklık Değerleri.....	59
Çizelge 4.5 Bentik Makroomurgasızlara Göre Örneklemeye Noktaları Arasındaki Benzerlik Değerleri.....	62
Çizelge 4.6 Örneklemeye Noktalarının Bentik Makroomurgasızlara Göre Çeşitlilik Değerleri.....	63
Çizelge 4.7 I. İstasyonda Çeşitli İndekslere Göre Su Kalite Sınıfları.....	64
Çizelge 4.8 II. İstasyonda Çeşitli İndekslere Göre Su Kalite Sınıfları.....	66
Çizelge 4.9 III. İstasyonda Çeşitli İndekslere Göre Su Kalite Sınıfları.....	67
Çizelge 4.10 IV. İstasyonda Çeşitli İndekslere Göre Su Kalite Sınıfları.....	69
Çizelge 4.11 V. İstasyonda Çeşitli İndekslere Göre Su Kalite Sınıfları.....	70
Çizelge 4.12 VI. İstasyonda Çeşitli İndekslere Göre Su Kalite Sınıfları.....	72
Çizelge 4.13 Örneklemeye Noktalarının Ortalama Su Kalitesi.....	73
Çizelge 5.1. Örneklemeye Noktalarının Su Kalitesi Özellikleri.....	84

1. GİRİŞ

Canlılar için su, yaşamsal etkinliklerin sürekliliği için vazgeçilmez bir ögedir. Yeryüzündeki toplam suyun %98'i okyanuslar, tortul kayaçlar ve buzullarda bulunmaktadır. Tatlı su kaynakları ise %2'nin bile altında yer almaktadır. Tüm canlılar için yaşamsal önem taşıyan su kaynakları, sonsuz değildir aksine günümüz olanakları ile kullanılabilen su miktarı oldukça sınırlıdır (Kocataş, 1994; Kuleli, 1989).

Ülkemiz, su kaynakları açısından dünyanın şanslı ülkelerinden biridir. 8272 km kıyıya sahip olup, nehir, göl ve derelere hemen hemen her yerinde rastlanır. Ancak su kirliliği de Türkiye'nin çevre sorunları arasında önemli yer tutar (Görmez, 2003).

Son yıllarda akarsular; ekolog, hidrolog ve mühendisler için özel önem taşımaktadır. Zira, su, altın veya petrol gibi az bulunmamakla beraber çok önemli ve değerli bir kaynaktır. Bu nedenle araştırmacılar ve diğer ilgililer, suyun endüstri ve tarımda kullanılması, sudan enerji sağlanması, sel kontrolü ve su rezervlerinin katı kimyasal ve termal atıklarla kirlenme tehlikesi üzerinde durmaktadır (Tanyolaç, 2004).

Göllerin ve akarsuların başta içme suyu temini olmak üzere, endüstriyel amaçlar, akarsu düzenlenmesi, tarımsal sulama, balıkçılık gibi pek çok kullanım alanları vardır. Miktar dışında, bir su kaynağının kullanımını belirleyen esas faktör, kalitesidir. Su kalitesi görünüm, tat ve kokusuna göre subjektif olarak tayin edilebilir, fakat su kalitesindeki değişimleri belirlemek ve bunları kirlenme kontrolü ve su yönetiminde kullanılacak bir şekilde sunmak için daha objektif yaklaşımlar gereklidir (Güler, 1989).

Su kalitesi, suyun faydalı bir şekilde kullanılmasını sağlayan tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörleri kapsamaktadır. Bu nedenle su kalitesinin belirlenmesinde suyun kalitesini etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin tespiti esastır. Biyolojik su kalitesi, akarsuyun organik kirlenmesinden dolayı oluşan

biyolojik gösterge (indikatör) türlerine ve ortamda bulunan çözünmüş oksijen miktarına göre değerlendirmektedir (LAWA, 1980).

Su kirliliğinin, ortamda yaşayan canlıları doğrudan doğruya etkilediği göz önüne alınırsa, kirliliğin çevre kalitesinde yarattığı düşüşü belirleme de biyolojik kökenli bir sorundur. Fakat su kirliliğini belirlemeyle ilgili çalışmalarda fiziksel ve kimyasal verileri toplamakla yetinilmektedir. Halbuki fiziksel ve kimyasal veriler ölçüm yapılan yerin o andaki durumu hakkında bilgi verir. Daha uzun bir dönemde su kalitesindeki değişimleri belirlemek için ek bir yönteme gereksinim duyulur. Bu da biyolojik yöntemdir (Kazancı vd., 1997).

Su kalitesinin tayini için biyolojik yaklaşım, kimyasal analizleri tamamlayıcı olarak geliştirilmiştir. Suda belirli organizma veya organizma gruplarının bulunması, belirli bir örnekleme noktasında, haftalık veya aylık su kalitesini gösterebilir; bu organizma gruplarının bulunmaması ise rutin kimyasal örneklemelerde gözden kaçabilen kesikli bir atık deşarjı veya kirleticinin varlığına işaret edebilir. Birçok organizma yaşadıkları ortamdaki değişikliklere, ister insan kaynaklı (kimyasal kirlenme gibi) isterse doğal olsun (sellerden kaynaklanan bulanıklık gibi) oldukça duyarlıdır. Farklı organizmalar bu değişimlere farklı şekillerde cevap verirler, bazıları tamamen yok olurken bazıları yaşadıkları çevreyi değiştirirler, bazılarının ise üreme koşulları ortadan kalkar. Sucul organizmaların değişimler karşısındaki reaksiyonları belirlendiğinde, mevcut su ortamının kalitesi de belirlenmiş olur. Bu nedenle bir göl veya akarsuda, kalite izleme çalışmalarının planlaması yapılırken, kimyasal parametrelerin yanı sıra biyolojik parametrelere de yer verilmelidir (Güler, 1989).

Suyun kalitesinin biyolojik açıdan belirlenmesinde uzun yıllar devam eden bir takım çalışmaların sonucu olarak biyolojik su kalitesi tayin metotları geliştirilmiştir. Bu metotlar orta ve uzun vadedeki değerleri tespit etme amacına yöneliktir. Günümüzde kimyasal su kalitesi yanında biyolojik su kalite tayinleri de yapılmaya başlanmıştır. Bakterilere, algelere, yüksek yapılı su bitkilerine ve makrozoobentik organizmalara bağlı olarak su kalite değerlendirmesi yapılmaktadır. Son yıllarda bu tip çalışmalar yurt dışında oldukça yaygın olarak yapılmaktadır (Dell'Uomo vd., 1999; Gomez vd.,

2001; Iliopoulou-Georgudaki vd., 2003; Soininen vd., 2002; Wu vd., 2002). Bu tip çalışmaların sonucunda oldukça güvenilir veriler alınmaktadır.

Su kalitesinin belirlenmesine önem verilmesinin sebeplerinden biri, gelişen sanayi ile birlikte kirlenen su kaynaklarının, kalite gözlemleri kimyasal ve fiziksel yöntemlerle yapılabilmesidir. Bu yöntemler özellikle kimyasal olanlar laboratuvar şartlarında ve kimyasal madde, alet ve çeşitli malzemeler yardımıyla olmaktadır. Bu yolla sonuç elde etmek çok masraflı olduğu gibi, numunenin araziden alınarak laboratuvara getirilmesi ve deneyin sonuçlanması zaman gerektirmektedir. Bu nedenle daha çabuk sonuç verecek ve daha az masraflı olması sebebiyle tabiat aracılığı ile su kalitesi saptanması üzerinde durulmuştur. Suda yaşayan yüksek bitkiler yanıtıcı sonuçlar verebilmektedir. Çünkü onların hayatında su kalitesi kadar iklimde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle su içinde yaşayan gözle görülebilecek organizmalar (makroinvertebrata) üzerinde durulmuştur (Erbil, 1989).

Kimyasal yönden incelenen tek numune, akarsuyun o andaki durumunu karakterize etmediğinden her zaman ölçüt olarak alınamaz. Ancak bu analiz sonuçlarından istifade edilebilir. Biyolojik açıdan yapılan akarsu analizi her numune yerindeki ortalama kirliliğin büyüklüğü hakkında bilgi verecek durumdadır. Makrozoobentik organizmalar yardımıyla akarsu kalitesi tayini, mikrofitlerle (alglerle) yapılan su kalitesi tayininde olduğu gibi, bir akarsuda orta ve uzun vadedeki kirlenmeyi de gösterir (Barlas, 1995).

Akarsuların ekolojik durumlarının ve ekolojik kalitelerinin gözlemi farklı organizma grupları kullanılarak ortaya çıkarılabilir. Çoğu Avrupalı araştırmacı, düzenli gözlemler için balıklar, makrofitler, fitoplankton ve diatom gibi sistematik olmayan üniteleri biyotik indeks veya bir makroomurgasız grubunu saprobi indekisinde kullanmaktadır (De Pauw vd., 1992).

Yüzeysel suların su kalitesine ilişkin çalışmalarda biyoindikatörlerin kullanımı yaklaşık yüzyıl kadar önce başlamıştır (De Pauw, 1983). Yüzyıl önce bu araştırmacılar kirli sularda ve temiz sularda farklı türlerin yaşadığını görmüşlerdir.

Biyoundikatörler bir ortamda bulunuşları, bollukları, iyi bir gelişim göstermeleri, belirli koşullarda da ortadan kaybolmalarıyla, belirli bir yetişme ortamı koşulları hakkında bir yargıya varma olanağı sağlayan canlı türleridir. Biyoundikatörler çevresel kirliliğe yaşam fonksiyonlarını değiştirerek veya toksinleri vücudunda biriktirerek cevap verirler (Ellenberg vd., 1991). Diğer bir deyişle bir biyotoptaki varlığı ile o çevrenin özelliklerinin tanınmasında kolaylık sağlayan türlerdirler. Biyoundikatör olarak kullanılacak organizma grupları bazı kriterlere göre belirlenmektedirler

Ellenberg vd., (1991) indikatör organizmaların seçiminde önemli olan kriterleri şöyle sıralamıştır; teşhislerinin basit olması, organizmaların kolaylıkla toplanabilmesi, organizmaların kozmopolit bir dağılıma sahip olması, ekolojik isteklerinin iyi bilinmesi, kirlilik etmeni olan maddeleri biriktirebilmeleri, laboratuar koşullarında üretilebilmesi ve kommunitedeki rollerinin bilinmesidir.

Makroomurgasızlar, tüm bu grupların içinde en avantajlı guruptur. Makroomurgasızların habitat tercihleri diğer guruplara göre daha sınırlıdır. Hareket yetenekleri daha azdır. Olumsuz şartlardan etkilendikleri durumlarda yer değiştirmezler ve kommunitte kompozisyonlarının değişmesi ve hassas türlerin yok olması nedeniyle daha kolay izlenebilirler. Teşhisleri, toplanmaları ve saklanmaları diğer bazı guruplara göre daha kolay olmaktadır. Bu türler yılın her döneminde bulunmaktadır ve hayat döngüleri uzun sürmektedir (Kazancı vd., 1997). Bu nedenlerden dolayı makroomurgasızlar indikatör organizma olarak daha çok tercih edilmektedir. İndikatör organizmaların kullanıldığı biyolojik su kalitesi tayin metotlarına “Biyotik İndeks” denmektedir.

Akarsularda su kalitesinin belirlenmesi için en sık kullanılan biyolojik kommunitte makroomurgasız topluluğudur. Bu, birçok makroomurgasız türünün saprobik/trofik toleransları ve ekolojileri ile uğraşan yoğun bir literatürde yansıtılmaktadır (Hynes, 1960; Rosenberg and Resh, 1993; Ghetti and Ravera, 1994; Metcalfe-Smith, 1994; Knoben vd., 1995). Bir grup olarak makroomurgasızlar çeşitli evrimsel taksonların heterojenik bir koleksiyonudur ve bu yüzden kimyasal su kalitesindeki spesifik

değişikliklere cevap verebilecek durumdadır (De Pauw ve Hawkes, 1993). Makroomurgasız türleri, bir kerede alınan kimyasal örneklere karşın uzun yaşam süreleri boyunca üzerlerinden akan suyun gözlenmesinde devamlı olarak kullanılmaktadır.

Su kalitesinin biyolojik yönden değerlendirilmesi konusu önem kazandıkça bu yönde çalışmalar artmıştır. Bazı araştırmacılar biyoindikatörler ve sınıflandırılmaları üzerine çalışmıştır. Çalışmalar sonucunda biyolojik su kalitesi tayin metotları geliştirilmiştir. Kolkwitz ve Marson 1902 yılında 'saprobic system' adını verdikleri sistemle kirliliğin biyolojik göstergeleri kavramını getirmişlerdir. Saprobik indeksler organik kirliliğe karşı türlerin tepkileri üzerine kurulan bir sistemdir. Saprobi sistem Liebmann (1947) tarafından düzenlenerek günümüze kadar kullanılagelmiştir. Son yıllarda konu üzerinde çeşitli araştırmacılar da saprobi sistemi bazı değişikliklerle geliştirmişlerdir (Sladeczek, 1973; Mauch, 1976; LAWA, 1980).

Sonraki yıllarda birçok biyotik indeks geliştirilmiştir. Ülkeler, hatta sadece nehir sistemleri için biyotik indeksler geliştirilmiştir. Woodiwiss (1964) İngiltere'de bulunan Trent nehri üzerinde Trent Biotic Index isimli biyotik indeksi kullanmışlardır. İskoçya'da 1970 yılında Chandler's Biotic Score (Chandler, 1970) ve İngiltere'de 1978 yılında Biological Monitoring Working Party Score (BMWP) kullanılmıştır (Hellowell, 1978). De Pauw ve Vanhooren 1983 yılında Belgian Biotic Index' i Belçika'da geliştirmişlerdir. Yine 1983 yılında, Armitage vd., tarafından BMWP/Average Score Per Taxon (ASPT) indeksini kullanmışlardır (Armitage vd., 1983) Hilsenhoff (1988) Amerika Birleşik Devletleri'nde Family Biotic Index'ini uygulamıştır. Simić ve Simić, (1999) başta Sırbistan olmak üzere, Bulgaristan, Yunanistan, Makedonya, Arnavutluk ve Bosna ülkelerinde kullanılmak üzere Balkan Biotic Index (BNBI) geliştirmişlerdir. Lorenz vd., (2004) Almanya'da beş akarsu tipinde makroomurgasız faunasını inceleyerek German Fauna Index ini geliştirmişlerdir. Jiang (2006) Çin'de Hunan Bölgesi'nde Changde şehrinde bulunan akarsu ve göller üzerinde protozonların tür ve kommunité özelliklerini inceleyerek Species Pollution Value (SPV) ve Community Pollution Value (CPV) indekslerini geliştirmiştir. Smith vd., (2006) bentik makroomurgasızların biyolojik izlenmeleri ve

nutrientlerle ilişkilerini ortaya koymak üzere Toplam Fosfor (NBI-P) ve Nitrat azotu (NBI-N) olmak üzere iki nutrient biyotik indeksini geliştirmiş ve bunların kullanıldığı sisteme de Nutrinet Biotic Index adını vermişlerdir.

Isparta Deresi, Karacaören Baraj Gölü'nü besleyen en büyük kaynaktır. Bu kaynağın ve yan kollarının kirliliğinin tespiti hem Karacaören baraj gölü açısından hem de çevre etkileşimi açısından oldukça önemlidir. Isparta Deresi' nin yan kolu olan Çukurca Dere'nin kirliliğinin biyolojik olarak tespiti akarsulardaki kirlilik düzeylerinin ortaya konulmasının yanında, makrozoobentik omurgasızların tür çeşitliliğinin belirlenmesi açısından da oldukça önemlidir. Bu çalışmada Isparta Deresi'ni besleyen Çukurca Dere'nin kirlilik seviyesinin makrozoobentik omurgasızlara göre belirlenmesi amaçlanmıştır. Çukurca Deresi'nin, Isparta Deresi'ne karıştığı bölümde Isparta Deresi'nin kirlilik düzeyindeki değişimde belirlenmiştir. Çukurca Dere' de bugüne kadar su kirliliğine ve makrozoobentik omurgasızların tespitine yönelik hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Isparta Deresi'nin kirlilik düzeylerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar mevcuttur (Kalyoncu, 1996,2002; Çiçek, 2003; Gülboy, 2004). Elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalarla karşılaştırılmış ve karşılaştırmalar sonucunda Isparta Deresi' nde zaman içerisinde oluşan kirlilik düzeyleri de ortaya konmuştur..

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Mason (1981), su kirliliğinin doğrudan insan da dahil olmak üzere bütün canlıları etkilediğini vurgulamış, organik, toksik ve termal su kirliliği incelenerek, su kirliliğinin biyolojik parametrelerle saptanması konusunda bilgi verilmiştir.

Depiereux ve Feytmans (1985), yaptıkları bir çalışmada , Belçika'daki bir akarsudan toplanan makroomurgasızların bollukları hesaplanarak, örnekler cluster analizi ile kümelendirilmiştir. Çevresel değişikliklerin iki tipi olarak kirlilik ve ötrafikasyon arasında sınıflandırılan bentik makroinvertebratlar, üç farklı kirlilik sınıfına göre sayısal olarak sınıflandırılmıştır.

Barlas (1988), yapmış olduğu doktora çalışmasında Fulda nehrinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyerek, akarsuyun fiziko-kimyasal su kalitesini belirlemiştir. Bentik makroomurgasızları teşhis ederek bu organizmalara göre su kalitesi tayini yapmıştır. Kimyasal su kalitesinin yanı sıra bentik makroomurgasız ve algelere göre su kalitesi de belirlemiştir. Algelere göre yapılan su kalitesi tayin sonuçlarının diğerlerinden yarım basamak daha kötü, makrozoobentik omurgasızların ise genellikle birebir sonuçlar verdiğini ifade etmiştir.

Cosser (1988), Güneydoğu Queensland'da organik olarak kirletilmiş bir çayda, makroomurgasız kominitesinin yapısını araştırmıştır. Organik ve inorganik kirliliğe bağlı olarak makroomurgasızların çeşitlilik, zenginlik ve dominansındaki değişimleri incelemiş ve cluster analizi ile örnekleme noktalarının faunal ilişkisini araştırmıştır.

Quinn ve Hickey (1990), Yeni Zelanda'da 88 nehirde yaptıkları çalışmada bentik makroomurgasızları, çevresel faktörlere bağlı olarak sınıflandırmışlardır. Bu amaçla, Shannon-Weaver çeşitlilik indeksi kullanarak takson zenginliği, toplam yoğunluk, toplam biyomas, invertebrat bolluğu hesaplanmış ve çevresel faktörlere bağlı olarak değerlendirilmiştir.

Battegazzore vd., (1992), Po Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada bentik makroomurgasızları kullanarak çevresel kaliteyi tayin etmişlerdir. Akarsuyun fiziko-kimyasal özelliklerine bentik makroomurgasızların komünite çeşitlilikleri hesaplanmış, Sorensen benzerlik analizleri yapılmıştır.

Girgin ve Kazancı (1994), Ankara Çayı'nda taban büyük omurgasızların kompozisyonunu incelemiştir. Taban büyük omurgasızların sayısal analizi ve fiziko-kimyasal parametrelerin analizinden elde edilen bulgular Ankara Çayı'nın su kalitesi hakkında bilgi vermektedir.

Gökçe ve Kazancı (1994), Köyceğiz-Dalyan estuarin ekosisteminde taban büyük omurgasız faunasını incelemiştir.

Kazancı ve Girgin (1996), Ankara Çayı'nda organik kirlilik biyoindikatörü olan Oligocheata türlerini toplayarak, fiziko-kimyasal parametrelerle birlikte yorumlayarak biyolojik izlemede kullanılmak üzere değerlendirmişlerdir.

Simic (1996), Trgovisk Tımok nehri üzerinde yaptığı çalışmada Biotik indeksi kullanarak, nehrin su kalite değerlendirmesini yapmıştır. Çalışmada indekslerin baskınlığı, sıklığı, benzerliği ve özellikle indeks çeşitliliği kullanılarak bentik fauna yapısına dikkat çekilmiştir.

Thorne ve Williams (1997), yaptıkları çalışmada, gelişmekte olan üç ülke (Tayland, Gana ve Brezilya) nehirlerinden makroomurgasız örnekleri toplayarak, familya seviyesinde teşhis etmişlerdir ve bunları bir multimetrik biyolojik değerlendirmede (BMWP – ASPT – FBI) kullanmışlardır. Çalışmada fiziko-kimyasal parametrelerle biyolojik indeks sonuçları karşılaştırılmıştır ve sonuçların birbiri ile paralellik gösterdikleri ifade edilmiştir.

Kazancı ve Girgin (1998), çalışmalarında çevre kalitesini belirleme ve izleme çalışmalarında kullanılan üç biyolojik yöntemi incelemiş ve biyolojik yöntemlere

ilişkin bilgiler vermişlerdir. İnceledikleri yöntemler Saprobi İndeks, çeşitlilik İndeksi ve Biotik İndekstir.

Graça ve Coimbra (1998), çalışmalarında yaz ve kış örneklerini ayrı ayrı inceleyerek, kütle analiz yöntemi ile istasyonların farklı taksonomik gruplarını tanımlamışlardır ve bu grupların abiyotik etkenlerle ilişkilerini incelemişlerdir.

Linke vd., (1999), Kanada'da yaptıkları araştırmada, bentik makroomurgasız kommunitelerini biyolojik belirlemede kullanarak, akarsuda oluşan geçici değişikliklere karşı istasyonun derecesinin belirlenebileceğini ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda, aynı nehir üzerinde yaz ve kış aylarında farklı su kalitesinin olduğu ve kış aylarında su kalitesinin pozitif yönde arttığını belirlemişlerdir.

Simic ve Simic (1999), 7 yıl boyunca Sırbistan'daki 65 nehir üzerinde makrozoobentik organizmaların kullanımını çalışmışlardır. Bu çalışmada makrozoobentiklerin nitelik ve nicelik kompozisyonları, baskınlığı, sıklığı, biyoçeşitlilik elementleri ve çevresel değişkenler göz önüne alınmıştır.

Sözen ve Yiğit (1999), Akşehir Gölü'nde belirlenen 9 istasyondan su örneği ve bentik örnekleri alarak gölün bentik faunası ve limnolojik özellikleri hakkında bilgiler vermişlerdir.

Smith vd., (1999), taban büyük omurgasızları Batı Avustralya nehirlerinin ekolojik şartlarını belirlemek için kullanmışlardır. Çalışmada Belçika Biotik İndeks, Saprobi İndeks ve fiziko-kimyasal verilerini değerlendirmişlerdir. Avusturalya nehirlerindeki habitatları ayrı ayrı örnekleyerek, toplanan örneklerin teşhislerini familya düzeyinde yapmışlardır.

Charvet vd., (2000), seminatürel Fransa akarsularında yaptıkları çalışmada bentik makroomurgasızların biyolojik-ekolojik özelliklerini ve akarsuyun fiziko-kimyasal özelliklerini incelemişler, 3 ayrı multivariyet (çok değişkenli) analizi kullanarak akarsulardaki kommünite yapısını, biyolojik yapıyı ve ekolojik yapıyı göstermişlerdir.

Kazancı ve Dügel (2000), Yuvarlak Çay'da taban büyük omurgasızların dağılımını ve fiziko-kimyasal değişkenleri bir yıl süreyle incelemiştir. Taban büyük omurgasızların baskınlık, çeşitlilik, sıklık, yoğunluk ve istasyonlar arasındaki bezerliklerini tespit etmişlerdir. Belçika Biotik İndeksini, bu sayısal analizlerle su kalitesini değerlendirmede kullanmışlardır. Fiziko-kimyasal değişkenlerin sonuçlarına ve taban büyük omurgasızların dağılımlarına göre akarsuda sürekli, hafif ve orta derecede organik kirliliğin saptadığını belirlemişlerdir.

İmamoğlu (2000), yüksek lisans tezinde Dipsiz ve Çine Çayı'nın su kalitesini incelemiştir. Bu amaçla taban büyük omurgasızları ve fiziko-kimyasal verileri kullanmıştır. Yaptığı çalışmada, 6 istasyonda toplam 113 takson belirlemiştir. Ayrıca organizmaların sıklık ve baskınlık, istasyonların çeşitlilik ve benzerlik analizlerini yapmıştır. Taban büyük omurgasızları kullanarak Saprobi indekse ve Belçika Biyotik İndeksine göre istasyonların su kalite sınıflarını belirlemiştir.

Akboyun (2000), Çine Çayı'nı besleyen Pınarbaşı ve Dipsiz yan kolları üzerinden Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera ordolarına ait örnekler toplamıştır. Bu ordolardan toplam 12 familyadan 3 takson ve 19 tür tespit etmiştir. Teşhis edilen taksonların morfolojik ve ekolojik özellikleri ve uçuş zamanlarını vererek baskınlık, sıklık, benzerlik, çeşitlilik ve bolluk analizlerini yapmıştır

Barlas vd., (2000), yapmış oldukları çalışmada, Yuvarlak Çay'ın fiziko-kimyasal verilere ve biyolojik verilere göre su kalitesini tespit etmişlerdir. Araştırmada Yuvarlak Çay'ın bentik makroinvertebrat dağılımını ve fiziko-kimyasal parametreleri incelenmiştir.

Sipahiler (2000 a), yaptığı çalışmada bilinen endemik Trichoptera türlerinin listesini vermiş ve bu türlerin coğrafik bölgelere göre dağılımını belirtmiştir. Türkiye'den belirtilen endemik tür sayısının 123, endemik cins sayısının da 2 olduğunu ifade etmiştir. Bunun dışında, Türkiye Trichoptera faunasının zoocoğrafik dağılımını vermiştir.

Sipahiler (2000 b), Camili bölgesi'nin Trichoptera faunasını incelemiştir. Bu faunanın 17 familya ve 35 cinsten 69 türle temsil edildiğini belirtmiştir.

Yorulmaz (2000) yüksek lisans tezinde Dalaman Çayı'nın su kalitesini fiziko-kimyasal ve biyolojik yönden incelemiştir. 7 istasyonda toplam 37 makroomurgasız taksonu tespit etmiştir. Saprobi indeks ve Belçika Biyotik indeks kullanarak istasyonların su kalitesini belirlemiştir. Çalışmada ayrıca istasyonların benzerlik ve çeşitlilik analizleri de incelenmiştir.

Usseglio-Polatera vd., (2000), taban büyük omurgasızların ekolojik ve biyolojik özelliklerini incelemişlerdir ve aynı özellikteki grupların ilişkilerini tanımlamışlardır.

Barlas vd., (2001a), yaptıkları çalışmada Sarıçay'ın su kalitesini ve makrozoobentik faunasını incelemişlerdir. Çalışmada 41 bentik makroinvertebrat taksonu tespit edilmiştir. Taksonların istasyonlara göre dağılımı ve Sarıçay'ın su kalitesi belirlenmiştir.

Barlas vd., (2001b) yapmış oldukları çalışmada Muğla ili sınırlarında bulunan 5 önemli akarsudaki Ephemeroptera faunasını incelemişlerdir. Bu çalışmada Ephemeroptera takımına ait 9 familyadan 12 cins ve 34 tür tespit edilmiştir.

De Pauw vd., (2001), Brüksel Woluwe nehri üzerinde diatom, makroinvertebrat ve makrofitleri kullanarak, karşılaştırmalı bir takip gerçekleştirmişlerdir. 16 istasyon için kimyasal değişkenlerin yanı sıra, diatomlar için Saprobi indeksi, makroinvertebratlar için Belçika Biyotik indeksi ve makrofitler için bir makrofit indeksi kullanmışlardır. Özel nehir sistemlerinde, başlıca üreticileri esas alan indekslerin trofik durumu gösterirken, BBI'nin genel kirlilik derecesi ile daha iyi bir ilişki gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Miserendino (2001), Andean Patagonian nehir ve akarsularında yaptığı çalışmada 29 akarsu ve nehirden alınan makroomurgasız örneklerini ve çevresel ilişkilerini

incelemiştir. Türler ve çevresel faktörler arasındaki ilişki Canonical Correspondence analizi ve Regresyon analizleri kullanarak açıklanmış ve elde edilen sonuçlara göre habitat farklılığının makroomurgasız topluluklarının en güçlü belirleyicisi olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada çalışma alanında bulunan makroomurgasız toplulukları ve değişen çevre şartlarına göre makroomurgasız toplulukları belirlenmiştir.

Swensson (2001), Kuzey İsveç'teki nehirlerde yapmış olduğu çalışmada, bentik makroomurgasızların gelişimini ve bunları etkileyen çevresel faktörleri incelemiştir.

Taşdemir ve Göksu (2001) Hatay ilinin, en önemli su kaynaklarından biri olan, Asi Nehri'nin bazı su kalite özelliklerini incelemişler ve kirlilik baskısını araştırmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada Asi Nehri'nin Çevre Bakanlığı'nın vermiş olduğu ölçütlere göre genel olarak az kirli sular sınıfında yer alabileceğini ancak kirlenme tehlikesi ile karşı karşıya kalabileceğini rapor etmişlerdir.

Kalyoncu (2002), Aksu Çayı'nın fiziko-kimyasal özellikleri ile epilitik alglerin ve makrozoobentik organizmaların mevsimsel değişimlerini inceleyerek, fiziko-kimyasal verilerle incelenen organizmalar arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmıştır. Makrozoobentik organizmalara ait toplam 132 takson belirlemiş, en baskın grubun Insecta olduğunu ifade etmiştir. Aksu Çayı'nda belirlenen organizmalara sıklık, baskınlık, çeşitlilik ve benzerlik analizleri uygulanmış ve ayrıca Saprobi indeks, FBI, BBI, ASPT ve BMWP indeks kullanarak, karşılaştırmalı olarak Aksu Çayı'nın su kalitesi belirlenmiştir.

Duran vd., (2003), Kelkit Nehri'nin biyolojik çeşitliliğini ve su kalitesini incelemişler ve makroomurgasız ile fitoplankton komunitaslerinin zenginliğini araştırmışlardır. Ayrıca, biyolojik ve fizikokimyasal parametreleri kullanarak Kelkit Çayı'nın su kalitesini belirlemişlerdir. Fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalitesi tayin yöntemlerinin sonuçlarının birbirini destekler nitelikte olduğunu ve Kelkit Çayı'nın makroomurgasız ve fitoplankton komunitasleri açısından zengin olduğunu belirtmişlerdir.

Iliopoulou-Georgudaki vd., (2003), Alfeios ve Pineios nehirlerinin su kalitesini incelemiştir. Bu amaçla biyoindeksör olarak balıklar, diyatomlar, sucul vejetasyon ve bentik omurgasızların mevsimsel değişimlerini ve fiziko-kimyasal verileri kullanmışlardır. Örnekleme alanlardaki benzerliklerin bulunması için Cluster Analizi, omurgasız grupları ve örnekleme alanları ile fiziko-kimyasal değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için Canonical Correspondence Analizi uygulanmıştır ve CCA' ya göre çevresel değişikliklerin kommünite üzerindeki etkisi gösterilmiştir. En baskın taksonun Insecta olduğu belirtilmiştir. BBI, TBI, ETBI, BMWP, ASPT, IBMWP, IASPT, LQI ve IBE olmak üzere 9 farklı biyotik indeks uygulanmış ve karşılaştırmalı olarak su kalitesi belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, ekosistemdeki değişimlere çok hassas olmaları nedeniyle, biyoindeksör olarak bentik makroomurgasızların kullanıma en uygun organizmalar ve BBI ve IBE indekslerinin en güvenilir indeksler olduğu ifade edilmiştir.

Roy vd., (2003) yaptıkları çalışmada yerleşim alanlarından geçen nehirlerdeki makroomurgasızların kirleticilere tepkisini incelemiştir. Bunun için, Gürcistan'da şehir, orman ve tarım alanlarından geçen 30 nehir değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, akarsuyun geçtiği havzayla, akarsu biotası arasında sıkı bir ilişki tespit edilmiştir. Su kalitesini yansıtan takson zenginliği ile biyotik indekslerin; yerleşim alanları ile negatif, orman alanları ile pozitif yönde ilişkili oldukları ifade edilmiştir. Yerleşim alanlarındaki nehirlerde, toleranslı makroomurgasız türlerinin sayısı artarken, çeşitlilik ve su kalitesinin kötüleştii diğer ifade edilenler arasındadır.

Gülboy (2004), yüksek lisans tezinde Isparta Deresi ve iki yan kolu (Eğrim ve Darıören)' nun su kalitesini incelemiştir. Bu amaçla fiziko-kimyasal verileri ve taban büyük omurgasızları kullanmıştır. Yaptığı çalışmada 6 istasyonda 84 takson belirlemiştir. Su kalitesi, fizikokimyasal verilere ve taban büyük omurgasızlara göre her istasyonda belirlenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Isparta Deresi ve iki yan kolunda belirlenen organizmalara göre sıklık, baskınlık, çeşitlilik ve benzerlik analizleri de yapılarak su kalitesi sonuçları ile değerlendirilmiştir..

Kara ve Çömlekçioğlu (2004), Karaçay'ın kirlilik düzeyini üç örnekleme noktası seçerek araştırmışlar ve akarsuyun evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı yoğun bir kirlilik baskısı altında bulunduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında oluşan kirlilikten sucul organizmaların önemli derecede etkilendiğini vurgulamışlardır. Özellikle akarsu üzerinde seçmiş oldukları üçüncü örnekleme noktasında yoğun bir kirliliğin bulunduğunu, bu nedenle de sucul organizmaların hemen hemen hiç bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Narin ve Tanatmış (2004), Gönen Çayı ve Biga Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada, Ephemeroptera limnofaunasını incelemişler ve saptanan türleri sabrobi indeksine göre değerlendirerek, Biga Çayı'na ait su kalitesi sınıflarını ortaya koymuşlardır.

Öz ve şengörür (2004), Melen Çayı ve kollarının su kalitesini BMWP, TBI ve BBI yöntemlerini kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre Melen Çayı bir çok kirletici unsur tarafından etkilenmektedir. Birinci örnekleme noktasının en yüksek ve beşinci örnekleme noktasının en düşük su kalitesi sınıfına dahil olduğunu ifade etmişlerdir.

Kalyoncu vd., (2005), Aksu Çayı su kalitesi üzerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik araştırmalar yapmış ve Aksu Çayı üzerinde seçilen ikinci ve üçüncü örnekleme noktalarının yoğun bir kirlilik baskısı altında bulunduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin de Isparta ilinin çöp toplama merkezinden sızan atık suların bu örnekleme noktalarında akarsuya karışması olduğunu rapor etmişlerdir.

Uyanık vd., (2005) Eğri Deresinde, bentik makroomurgasızları ve fiziko-kimyasal verileri kullanarak su kalitesini değerlendirmişlerdir. Çalışma alanındaki biota'nın koşullarını belirlemek amacıyla BMWP, Trend Biotik İndeks (TBI) ve Chandler Skor Sistemlerini kullanılmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda sudaki kirlilik değerlerindeki en yüksek seviyenin evsel atık yüklemesinden sonra gözlendiğini belirtmişlerdir.

Balık vd., (2006) Küçük Menderes Nehri'nin aşağı havzasındaki kirliliği saptamak amacıyla makro bentik omurgasızları kullanmışlardır. Topladıkları bentik materyali kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirmişlerdir. Kantitatif analizlerde, frekans ve baskınlık indekslerini kullanmışlardır. Ayrıca bentik omurgasızlardan yararlanılarak su kalitesinin belirlemek için Belçika Biyotik İndeksi'nden yararlanmışlardır. Yapılan kimyasal ve biyolojik tayinler sonucunda, Küçük Menderes Nehrinin su kalitesi seviyesinin "Aşırı Kirlili Sular" grubuna girdiği tespit edilmiştir.

Yıldırım (2006), Fırınz Çayı'nı fiziko-kimyasal ve bentik makroinvertebratlar yönünden incelemiş ve Fırınz Çayı'nda 14 makroskobik omurgasız taksonu tanımlanmıştır. Sıklık ve baskınlık analiz sonuçlarına göre üç istasyonda *Hydropsyche* sp., *Perla* sp. ve *Gammarus* spp.'nin. en sık ve baskın taksonlar olduklarını ortaya çıkarmışlardır. Benzerlik analiz sonuçları, Fırınz Çayı'ndaki her üç istasyondaki organizma gruplarının benzer olduğu sonucunu göstermiştir.

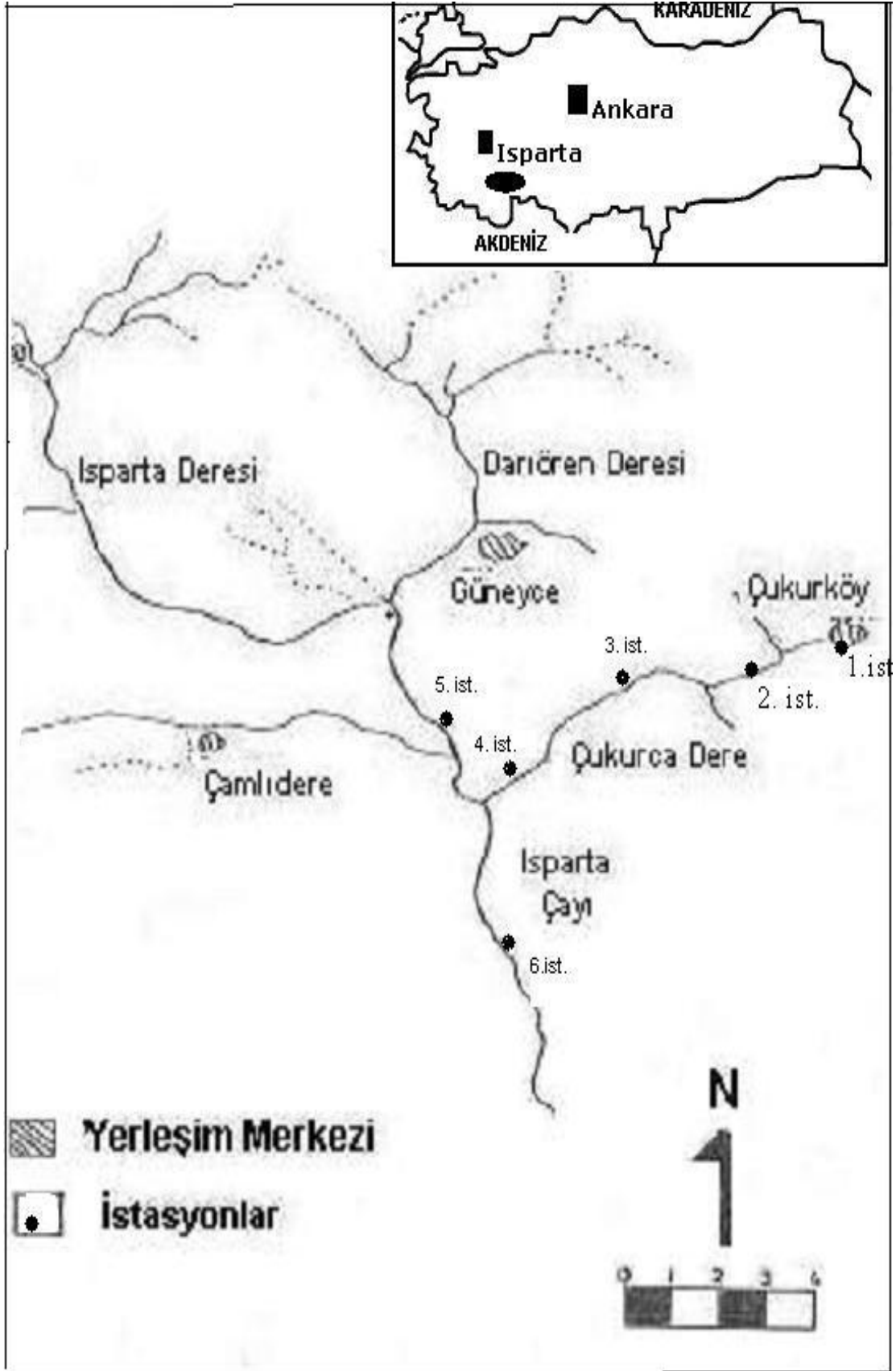
Yorulmaz (2006), Eşen Çayı su kalitesini belirlemek üzere ikisi fiziko-kimyasal, beşi biyolojik olmak üzere yedi farklı su kalitesi tayin yöntemi uygulamış ve hem fiziko-kimyasal hem de biyolojik yöntemlerin sonuçlarının birbirlerini desteklediğini görmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Yeri

Çukurca Deresi, Davraz Dağı'nın güney yamaçlarında, Çukur Köyü üzerinde yer alan kayalık bir arazide kaynak bulur. Bu bölgede, 8 tane küçük kaynağın birleşmesiyle akarsu oluşur. Bu kaynaklar köylüler tarafından içme suyu olarak da kullanılmaktadır. Bu bölgeden itibaren akarsu, Çukur Köyü içerisinden geçer ve Çukur Köyün alt kısmında yer alan alabalık tesislerinin atıklarını da alarak, Dereboğazı Mevkii olarak adlandırılan yerin aşağı kısmında Isparta Deresi ile birleşir. Bu birleşme yerinden önce Isparta Deresi, Isparta ilinin atıklarını, Darıören ve Ağlasun Deresi' nin sularını alır. Çukurca Dere' nin karışımıyla beraber su çatı mevkiine doğru ilerler ve Karacaören Baraj Gölü' ne dökülür. Çukurca Dere' nin uzunluğu yaklaşık 15 km olup, Isparta Deresi üzerinde yer alan istasyonlarda katıldığında 20 km' lik bir uzunluğa sahiptir.



Şekil 3.1. Çalışma alanının yeri

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnekleme Noktalarının Seçimi ve Tanıtımı

I. İstasyon

Çukur Köyü'nün üst kısmında yer alan kayalık bir bölgeden çıkar. Akarsuyun tabanı, çakıl ve taşlardan oluşur. Etrafında bitki örtüsü yoktur. Köyün içinde yer aldığından dolayı bir tarafı karayolu durumundadır. Sekiz küçük kaynak suyunun birleşmesiyle oluşur. Bu kaynak suları da birbirlerine oldukça yakındır. Akarsuyun bu bölümü köylüler tarafından içme suyu olarak da kullanılmaktadır. Özellikle yaz aylarında bu bölgede köylülerin çamaşır yıkadığı ve hayvanların sulandığı gözlenmiştir.



Şekil 3.2. I. istasyon

II. İstasyon

Bu istasyon, birinci istasyona 2 km mesafede yer alır. Çukur Köyü'nün bitiminde yer alan alabalık tesislerinin üst kısmındadır. Bu bölgeye gelene kadar Çukur Köy' den gelen atıklar bu suya karışır. Taban çakıllı, taşlı ve yer yer kum ihtiva eder. Kış aylarında hızlı bir akış gözlenmesine rağmen yaz aylarında akış hızı oldukça düşüktür. Akarsuyun sulama amaçlı kullanılmasından dolayı su miktarı da yaz aylarında azalma gösterir. Bu istasyonda akarsu etrafındaki bitki formasyonu çok azdır. Kıyı vejetasyonu genel olarak, yoğun çınar ağacı (*Platanus orientalis*), zakkum (*Nerium oleander*), ballıbaba bitkisi (*Lamium sp.*), sütleğen (*Euphorbia sp.*), incir ağacı (*Ficus carica L.*) ve çam ağaçlarından (*Pinus sp.*) oluşmaktadır.



Şekil 3.3. II. istasyon

III. İstasyon

Bu istasyon, II. istasyona 6 km mesafede yer alır. Taban yapısı ikinci istasyonla benzerlik gösterir. Fakat kumluk bölgeler bu istasyonda daha fazla yer alır ve yer yer çamurlaşmaya rastlanır. Kışın akış hızı ve su miktarı yazın oranla daha fazladır. Bu bölüme kadar da yer yer arazi sulamak için akarsudan su çekilmektedir. II. istasyondan III. istasyona kadar olan bölge üzerinde yer alan alabalık tesislerinin atık suları bu istasyona katılmaktadır. Bu istasyonda çalimsı bitki formasyonu yoğun olarak gelişmiş, akarsuyun bu bölümünde ayrıca *Vicia* sp., söğüt ağacı (*Salix* sp), çınar ağacı (*Platanus orientalis*), Çam ağacı (*Pinus* sp.) gözlenmiştir.



Şekil 3.4. III. istasyon

IV. İstasyon

Bu istasyon, III. istasyona yaklaşık 7 km mesafede yer alır. Isparta Deresi ile birleşme bölgesinin 500 metre üst kısmında yer alır. Taban yapısı büyük taşlardan ve çakıllardan oluşur. Yer yer kumluk alanlara rastlanır. Bu istasyonun hemen üst tarafında küçük bir gölet bulunmaktadır. Akıntı hızı diğer örnekleme noktalarına göre daha yavaş ve rengi berraktır. Su içerisinde özellikle sonbahar ve kış aylarında ağaç yaprakları, dalları ve gövde parçalarından oluşan detritus yoğunluğu göze çarpar. Akarsunun bu bölümünde, zakkum (*Nerium oleander*), sütleğen (*Euphorbia* sp.) bitkilerine rastlanılmıştır.



Şekil 3.5. IV. istasyon

V. İstasyon

Bu istasyon Isparta Deresi üzerinde yer alır. Çukurca Dere' nin akarsuya karışmasından sonra meydana gelen etkileri gözlemek amacıyla seçilmiştir. IV. istasyona yaklaşık olarak 2 km mesafede yer alır. Dereboğazi denilen mevkide yer alan tünellerin üst kısmındadır. Isparta ilinden gelen atık suların karışması sebebiyle bu istasyonda akarsu bulanık bir görüntüye sahiptir. Dere yatağının esas elemanlarını taş ve çakıllar oluşturmasına rağmen, oluşan kirlilikten dolayı bu yapının üzeri tamamen bir sediment tabakasıyla kaplı olup akarsu kenarlarında yer yer çamurlaşma hakimdir. Dere yatağındaki taşlar kaldırıldığında altları siyah renkte görülmektedir. Bu bölümde akarsudan kaynaklanan kötü bir koku hissedilmektedir. Yaz aylarında su miktarı akarsuda oldukça azalmakta, toprak tarafından atık suların emilmesiyle de atık su karışımı azalmaktadır. Diğer aylarda çok az rastlanan ipliksi algler, Haziran ayından itibaren görülmeye başlayıp Temmuz ve Ağustos aylarında büyük kitleler oluşturmaktadır. Kıyı vejetasyonu yoğun çam ağaçlarından (*Pinus* sp.) oluşmaktadır.



Şekil 3.6. V. istasyon

VI. İstasyon

Bu istasyon, V. istasyona 6 km mesafede olup Isparta-Antalya yolu üzerinde yer alan, Eğirdir yol ayrımında bulunan köprünün üst kısmındadır. Bu istasyonda da, kirlilikten kaynaklanan ve yatağın asıl elemanları olan kum, çakıl ve taşların üzerini örten sediment birikimi vardır. İstasyon çevresinde oldukça kötü bir koku hakimdir. Bu istasyonda da, akarsu yatağında çamurlaşma mevcut olup, taşlar kaldırıldığında yine siyah renk görülmektedir. Dere yatağı oldukça genişlemiştir. Kış aylarında su miktarı fazla, akış hızı yüksek olmasına rağmen yaz aylarında su miktarı oldukça azalır, akış hızı düşer. Bu istasyonda da akarsuda yıl boyu bulanıklık hakimdir. Özellikle yaz aylarında V.istasyonda olduğu gibi akarsu içerisinde ipliksi alg kitlelerine rastlanır. Kıyı vejetasyonu yoğun çam ağaçlarından (*Pinus sp.*) ve sütleğen (*Euphorbia sp.*) bitkisinden oluşmaktadır.



Şekil 3.7. VI. istasyon

3.2.2. Örneklerin Alınması Ve Saklanması

3.2.2.1. Su Örneklerinin Alınması Ve Saklanması

Belirlenen istasyonlardan, mevsimsel olarak fiziko-kimyasal ölçümler yapmak üzere Temmuz 2006, Ekim 2006, Ocak 2007 ve Mayıs 2007 tarihlerinde su örnekleri alınmıştır. Örnek alımları bütün istasyonlarda, örnek alınan ayın 15-20. günleri arasında saat 9:00 ile 15:00 arasında gerçekleştirilmiştir. İstasyonlarda su örnekleri su kalitesini en iyi gösterebilecek noktalardan 1 litrelik plastik şişelere alınmıştır. Alınan su numunelerinin sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), pH değeri, elektrik iletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ve çözülmüş oksijen (mgO_2/l) ölçümleri arazide yapılmıştır. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI_5), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), orto-fosfat iyonu ($\text{PO}_4\text{-P}$ mg/l), klorür iyonu (Cl^- mg/l), toplam sertlik (CaO), asit bağlama yeteneği (ABY), kalsiyum(Ca^{+2}), magnezyum(Mg^{+2}) ölçümleri laboratuarda yapılmıştır.

Su Sıcaklığı($^{\circ}\text{C}$): Testo 915-1 marka oksijen-metre'nin sıcaklık göstergesi ile arazide ölçülmüştür.

PH değerleri : WTW pH 330i marka pH metre ile arazide ölçülmüştür.

Çözülmüş oksijen ($\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$) : WTW oxi 340 marka oksimetre ile arazide ölçülmüştür.

Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$): WTW cond.330i marka elektriksel iletkenlik ölçer kullanılarak arazide ölçülmüştür.

Asit bağlama yeteneği (ABY mmol L^{-1}): Titrimetrik metotla laboratuvar ortamında Merck. 11103 kit kullanılarak ölçülmüştür.

Magnezyum iyonu miktarı ($\text{Mg}^{+2} \text{ mg L}^{-1}$): ICP- OES Perkin Emler- Optima 2100DV kullanılarak ölçülmüştür.

Kalsiyum iyonu miktarı ($\text{Ca}^{+2} \text{ mg L}^{-1}$): ICP- OES Perkin Emler- Optima 2100DV kullanılarak ölçülmüştür.

Klorür iyonu miktarı ($\text{Cl}^- \text{ mg L}^{-1}$): Spektrofotometrik yöntemle Merck Nova 60-14897 kit kullanılarak ölçülmüştür.

Nitrat azotu (NO₃-N mg L⁻¹): Spektrofotometrik yöntemle Merck Nova 60-09713 kit kullanılarak ölçülmüştür.

Amonyum azotu (NH₄-N mg L⁻¹): Spektrofotometrik yöntemle Merck Nova 60-14752 kit kullanılarak ölçülmüştür.

Nitrit azotu (NO₂-N mg L⁻¹): Spektrofotometrik yöntemle Merck Nova 60-14776 kit kullanılarak ölçülmüştür.

Orto-fosfat iyonu (PO₄-P mg L⁻¹): Spektrofotometrik yöntemle Merck Nova 60-14543 kit kullanılarak ölçülmüştür.

Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI₅ mgO₂ L⁻¹): Arazi çalışması sırasında şilifli cam şişelere alınan su numuneleri, inkübatörde 20 °C’de karanlık ortamda bekletilip, 5 gün sonra oksijenmetre ile ölçüm yapılmıştır.

5. ve 6. istasyonlarda 1:1 ve 1:4 oranında seyreltme yapılmıştır.

Toplam sertlik (°dH): Titrimetrik metotla laboratuvar ortamında Merck. 11104 kit kullanılarak ölçülmüştür. Su sertliği sınıflandırması Klee (1990)’a göre yapılmıştır.

Bütün laboratuvar ölçümleri Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde yapılmıştır.

3.2.2.2 Taban Büyük Omurgasızların Alınması, Saklanması Ve Teşhisi

Bentik makroomurgasız örnekleri, tabanda bulunan kaya, taş, çakıl parçalarının altının ve sucul bitkilerin arasının, 50x30 ebadında demirden yapılmış ve 500 µm gözenek açıklığı olan tül geçirilmiş saplı bentik kepçesi ile yaklaşık 20 dakika ve örnekleme noktası çevresinde 100 m’lik bir bölümde tarama yapılması ile toplanmıştır. Toplama işlemi yapılırken kepçe akıntının ters yönünde dik olarak suda tutulmuş ve bentik kepçesinin önündeki taşlar yerlerinden oynatılarak veya ayakla karıştırılarak organizmaların akıntı ile beraber kepçede toplanması sağlanmıştır (Plafkin vd., 1989).

Bir litrelik cam kavanoza aktarılan örnekler, arazide % 70’lik alkolle tespit edilerek en kısa sürede laboratuvara taşınmıştır. Önce kavanozdaki örnekler bitki artıklarından (yaprak, dal ve diğer bitki parçaları) ve diğer yabancı maddelerden arındırılmıştır. Bu aşamada organizmalar gruplandırılmıştır. Daha sonra gruplandırılan bu organizmalar, en alt taksonomik basamağa kadar teşhis edilmeye çalışılmıştır. Teşhis için Olympus

marka stereo ve araştırma mikroskopları kullanılmıştır. Teşhisi yapılan örnekler % 70'lik etil alkolde standart kolleksiyon materyali tipinde karanlık ortamda korunmaya alınmıştır ve Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarında saklanmaktadır.

Toplanan bentik makroomurgasızların teşhisi için kullanılan kaynaklardan; Kimmins (1972), Roldon (1980), Belfiore (1983), Tercedor (1983), Kazancı (1985a), Berner ve Pescador (1987), Eliot vd., (1988), Tercedor (1990), Tanatmış (1993), Haybach (1999) sadece Ephemeroptera takımının teşhisi için kullanılmıştır. Illies (1955), Hynes (1977) sadece Plecoptera takımının teşhisi için kullanılmıştır. Brauer (1909) sadece Coleoptera takımının teşhisi için kullanılmıştır. Ulmer (1961), Higler (1978), Jansson ve Vuoristo (1979), Brohmer (1979), Edington ve Hildrew (1981), Morse (1983), Wallace vd., (1990) sadece Trichoptera takımının teşhisi için kullanılmıştır. Demirsoy (1982), Stobbe (1985) ve Askew (1988) Odonata takımının teşhisi için kullanılmıştır. Fitzpatrick (1983) sadece Crustacea sınıfının teşhisi için kullanılmıştır. Glöer vd., (1985) sadece Gastropoda sınıflarının teşhisi için kullanılmıştır. Eliot ve Mann (1979) sadece Hirudinea sınıfının teşhisi için kullanılmıştır. Schoenomund (1930), Chu (1946), Chu (1949), Edmondson (1976), Macan, (1977), Quigley (1977), Brohmer (1979), Lehmkuhl (1979), Sedlag (1986), Fitter ve Manuel (1986), Dierl ve Ring (1988), Engelhardt (1989), Harker (1989), Nilsson (1996), Nilsson (1997), Jessup vd., (2003) kaynakları tüm sucul fauna öğelerinin teşhisi için başvuru kaynaklarıdır.

3.2.3. Fiziko-kimyasal Su Kalitesi Tayin Yöntemleri

3.2.3.1. Klee (1991)'ye göre Fizikokimyasal Su kalitesi Değerlendirmesi

Fiziko-kimyasal verilerin Klee (1991)'e göre yapılan su kalitesi değerlendirilmesinde dört ana ve üç ara sınıf olmak üzere yedi sınıf bulunmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Farklı kirlenme basamaklarının istatistiki ortalama değerlerine göre kimyasal parametrelerin konsantrasyon dağılımı (Klee 1991)

Kirlenme Basamakları	Org. Karbon	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	Amonyum NH ₄ -N	Nitrit NO ₂ -N	Nitrat NO ₃ -N	Orto Fosfat PO ₄ -P	Klorit Cl ⁻
I	1,6 1,3-2,0	1,1 0,7-1,9	0,08 0,06-0,15	0,006 0,003-0,010	1,2 0,8-1,8	0,06 0,003-0,09	8 6-14
I-II	1,9 1,4-2,4	1,8 1,2-2,8	0,11 0,09-0,21	0,013 0,008-0,033	1,7 1,0-3,9	0,08 0,04-0,21	14 8-26
II	2,3 1,8-3,1	3,2 2,1-5,8	0,16 0,11-0,30	0,03 0,018-0,055	3,0 1,9-4,7	0,19 0,09-0,38	20 12-35
II-III	2,7 2,1-3,3	6,2 4,1-7,8	0,4 0,14-0,8	0,055 0,025-0,104	3,9 2,4-6,4	0,3 0,09-0,82	34 22-55
III	3,8 2,8-6,5	9,9 5,2-11,6	0,9 0,3-2,9	0,11 0,056-0,21	4,4 2,9-7,3	1 0,48-1,35	45 28-72
III-IV	5,4 3,5-8,8	10,8 6,2-12,3	2,48 0,6-5,52	0,19 0,092-0,280	7,0 3,8-12,2	1,7 0,72-1,98	57 35-108
IV	9,4 8,7-10,5	14,2 7,9-17	12,2 2,8-28	0,28 0,06-0,45	2,6 1,5-5,2	2,48 1,1-3,0	70 29-240

Su sertliği sınıflandırması Klee (1990)'e göre yapılmış ve su sertliği sınıfları izelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Klee (1990)'ye göre suların sertlik derecesinin sınıflandırılması

Sertlik Derecesi (°dH)	Sertlik Sınıfı
0-4	çok yumuşak
4-8	Yumuşak
8-12	Orta sert
12-18	Oldukça sert
18-30	Sert
>30	çok sert
>50	Alışılmışın dışında sert

3.2.4. Biyolojik Olarak Su Kalitesi Belirleme Yöntemleri

3.2.4.1. Saprobi İndeksi (Saprobi Index)

Su kalitesini bentik makroomurgasızları kullanarak Saprobi indeksine göre belirlenmesinde Zelinka ve Marvan (1961) ve Sladeczek (1973) tarafından geliştirilen yöntem uygulanmıştır.

Bu yöntemde uygulanan formül;

$$S = \frac{\sum s.h.g}{\sum h.g}$$

Bu formülde kullanılan ögelerin açılımları;

S= Saprobi indeksi

s= Organizmaların saprobi değeri

h= Trn yoğunluğu

g= İndikasyon ağırlığı

Su kalitesi sınıfları LAWA (1980)'ya göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Saprobi İndeksinde Akarsuların Kalite Sınıfları (LAWA 1980)

Kalite sınıfları	Organik kirlenmenin derecesi	Saprobite	Saprobi İndeks	BOI ₅ mg L ⁻¹	NH ₄ -N mg L ⁻¹	O ₂ Minimum mg L ⁻¹
I	Çok az kirlenmiş	Oligosaprob	1,0 - < 1,4	1	En çok iz halinde	> 8
I-II	Az kirlenmiş	Oligosaprob/ Betamesosaprob	1,5 - < 1,8	1 - 2	0,1 civarında	> 8
II	Orta derecede kirlenmiş	Betamesosaprob	1,8 - < 2,3	2 - 6	0,3	> 6
II-III	Kritik kirlenmiş	α-β mesosaprob SINIRI	2,3 - < 2,7	5 - 10	1	> 4
III	Çok kirlenmiş	Alfamesosaprob	2,7 - < 3,2	7 - 13	0,5 den fazla birkaç mg/l	> 2
III-IV	Çok kuvvetli kirlenmiş	Alfamesosaprob / Polisaprob	3,2 - < 3,5	10 - 20	1 den fazla	< 2
IV	Şiddetli kirlenmiş	Polisaprob	3,5 - < 4,0	15	1 den fazla	< 2

Makrozoobentik organizmalar için saprobi indekste kullanılan sıklık değerleri ise aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Saprobi İndeks'de Kullanılan Sıklık Değerleri

Sıklık Değerleri	Birey Sayıları
1. Nadir Bulunanlar	1-2
2. Az Bulunanlar	3-5
3. Orta derecede Bulunanlar	6-10
4. Sık Bulunanlar	11-20
5. Yoğun Bulunanlar	21-50
6. Çok Yoğun Bulunanlar	51-100
7. En Yoğun Bulunanlar	>101

3.2.4.2. Familya Biyotik İndeks (Family Biotic Index = FBI)

Familya Biyotik indeksi Saprobi indeksinden farklı olarak familyaların birey sayılarını temel almaktadır. Hilsenhoff (1988) tarafından geliştirilen bu yöntemde hoşgörü değerleri familyalar için 0 ile 10 arasında değişiklik göstermektedir ve değerler arttıkça suyun kalitesi düşmektedir. İndeks tek bir değer ile bentik arthropod topluluğunun çeşitli toleranslarını özetlemek için düzenlenmiştir. Hilsenhoff (1988) tarafından, Amerika Birleşik Devletleri'nde yürütülen çalışma sonunda, her bir familyanın hoşgörü değerleri ve familyaların nispi bolluklarının göz önüne alınarak geliştirilmiştir. FBI toksik kirleticiler için de uygulanabilir olmasına karşın, genellikle organik kirleticilere özgü bir yöntemdir (Bode vd.,1991).

Familya biyotik indeksi şu şekilde hesaplanır:

$$FBI = \frac{\sum X_i t_i}{n}$$

X_i = Takson içindeki bireylerin sayısı

t_i = Taksonun hoşgörü değeri

n = Örneklenen toplam organizma sayısı

FBI'a göre yedi su kalitesi basmağı bulunmaktadır.

Çizelge 3.5. Familya biyotik indeksi göre su kalitesini sınıfları (Hilsenhoff, 1988).

Familya Biyotik İndeksi	Su Kalitesi Sınıfları	Organik Kirliliğin Derecesi	
0.00 – 3.75	Kirlenmemiş	I	Organik olarak hiç kirlenmemiş
3.76 – 4.25	Çok az kirlenmiş	I-II	Çok az kirlenmiş
4.26 – 5.00	Az kirlenmiş	II	Olası organik kirlilik
5.01 – 5.75	Kritik derecede kirlenmiş	II-III	Kritik derecede kirlenmiş
5.76 – 6.50	Oldukça kirlenmiş	III	Oldukça kirlenmiş
6.51 – 7.25	Çok kirlenmiş	III-IV	Çok kirlenmiş
7.26 – 10	Aşırı derecede kirlenmiş	IV	Aşırı derecede kirlenmiş

3.2.4.3. Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi (Biological Monitoring Working Party Score System = BMWP)

Bu sistem İngiltere'deki akarsuların biyolojik yönden araştırılması amacıyla, 1978 yılında geliştirilmiştir. Bu yöntemde taksonomik birlikteliği sağlamak için ailya düzeyinde teşhisler tercih edilmiş bolluk faktörü göz önüne alınmamıştır. Bu sistem sığ ve hızlı akıntılı sularda kullanılabileceği gibi derin ve yavaş akım hızına sahip sulardaki bütün örnekleme noktaları için uygun olup, arazide kolayca uygulanabilir (Metcalf, 1989).

BMWP değeri indeksi ile makroomurgasız ailyaları, fiziko-kimyasal ve çevresel değişimlere gösterdikleri duyarlılığa bağlı olarak özel değerler verilmektedir. Kirliliğe karşı toleransı olmayan ailyalar yüksek değere sahipken, kirliliğe karşı toleransı olan ailyalar düşük değerlere sahiptir. BMWP sistemine göre, örnekleme noktasındaki değerlendirme için örnekleme noktasında toplanan tüm makroomurgasızların ailya düzeyinde listesi oluşturulur, her bir ailya için Metcalf (1989)'in verdiği değerler göz önüne alınarak toplam ailyaların skor değerleri hesaplanır.

Toplam değer, o örnekleme noktasındaki değişik faktörlerin etkisindeki biyolojik durumun göstergesi olup, yüksek bir değer biyolojik çeşitliliği göstermektedir.

Çizelge 3.6. BMWP 'ye göre Su kalite sınıfları (Metcalf, 1989)

BMWP değeri	Kirlilik Sınıfları	Kirlilik Düzeyleri
150'den fazla	I	Kirlenmemiş
101-150	II	Çok Az Kirlenmiş
51-100	III	Az Kirlenmiş
26-50	IV	Orta derecede Kirlenmiş
25'ten az	V	Kirlenmiş

3.2.4.4. Her Taksonun Ortalama Değeri (Average Score Per Taxon=ASPT)

Her Taksonun Ortalama Değeri (ASPT), toplam BMWP değerinden hesaplanmaktadır. Örnekleme noktasında elde edilen toplam BMWP değeri, örnekleme noktasında elde edilen toplam familya sayısına bölünür. Sonuçta elde edilen sayı ASPT değeridir (Metcalf, 1989).

$$ASPT = \frac{\text{Toplam } t_i}{n}$$

t_i = Taksonların toplam hoşgörü değerleri (BMWP değeri)

n = Taksonların toplam sayısı

ASPT'ye göre su kalite sınıfları, dört basamağa ayrılmaktadır.

Çizelge 3.7. ASPT'ye göre Su kalite sınıfları, (Metcalf, 1989)

ASPT değerleri	Su kalitesi sınıflar	
	Rakamsal	Kalite sınıfı
> 6	I	Kirlenmemiş
5-6	II	Az kirlenmiş
4-5	III	Orta Derecede kirlenmiş
> 4	IV	Aşırı Derecede kirlenmiş

3.2.4.5. Belçika Biyotik İndeksi (Belgian Biotic Index = BBI)

Su kirliliğinin belirlenmesinde kullanılan bir başka yöntem ise Belçika Biyotik İndeksidir. Bu yöntemde akarsulardan toplanmış makrozoobentik organizmaların familya, cins veya tür düzeyinde teşhis edilerek, değerlendirilmesi ile uygulanmaktadır. Ancak organizmalar sayısal olarak indekste değerlendirmeye alınmayıp toplanan materyaldeki kirliliğe hassas gruplar ile komponent grupların sayısı indeksin temelini oluşturur (De Pauw ve Vanhooren, 1983).

Bu indekste teşhis edilen sistematik birimlerin kullanma düzeyleri farklı taksonomik düzeylerde olmaktadır (Çizelge 3.8).

İndeksin sınırları 0–10 arasında değişmektedir (Çizelge3.9). Yüksek indeks değerleri daha duyarlı grup ve sistematik birimlerin varlığını göstermektedir (Kazancı vd., 1997).

Çizelge 3.8. BBI’da kullanılan sistematik birimlerin düzeyleri

Taksonomik Grup	Sistematik Birimlerin Teşhis Düzeyi
Plathelminthes	Cins
Oligochaeta	Familya
Hirudinea	Cins
Mollusca	Cins
Crustacea	Familya
Plecoptera	Cins
Ephemeroptera	Cins
Trichoptera	Familya
Odonata	Cins
Megaloptera	Cins
Hemiptera	Cins
Coleoptera	Familya
Diptera	Familya
	Chironomidae <i>thummi- plumosus</i>
	Chironomidae <i>thummi- plumosus</i> dışı
Hydracarina	Bulunurluk

Çizelge 3.9. Belçika biyotik indeksine göre Su kalite sınıfları (De Pauw and Vanhooren, 1983)

Sınıf	Biyotik değeri	İndeks	Renk	Renklerin Anlamı
I	10–9		Mavi	Hafif kirlenmiş veya değil
II	8–7		Yeşil	Hafif kirlenmiş
III	6–5		Sarı	Orta derecede kirlenmiş, kritik durum
IV	4-3		Turuncu	Yoğun kirlenmiş
V	2-0		Kırmızı	Çok yoğun kirlenmiş

3.2.5.İstatistiksel Metotlar

3.2.5.1. Baskınlık Analizi

Bir tür, kommunitenin öteki türleri üzerinde nispi bir denetim yeteneğine sahipse bu türe dominant tür veya baskın tür denir. Dominant organizma türü kommunitenin en belirgin organizmasıdır.

Baskınlık bir türe ait birey sayısı ile tüm türlere ait toplam birey sayısı arasındaki oranın % anlatımıdır. Baskınlık analizinin formülü (Kocataş, 1994) :

$$\text{Baskınlık} = \frac{N_A}{N_N} \times 100$$

N_A = A türüne ait birey sayısı

N_N = Tüm örneklere ait birey sayısı

3.2.5.2.Sıklık Analizi

Bolluk, birim alan veya hacimden alınan örneklemedeki bir türe ait birey sayısı şeklinde tanımlanabilir. Bir türün araştırma bölgesinde bulunma yüzdesi, o canlının sıklığını verir. Belli bir sahada birden fazla örnekleme yapıldığında bir türe ait bireylere her zaman rastlama olanağı yoktur. Rastlanan örnekleme sayısının, türün örnekleme sayısına oranının yüzdesi o türün sıklık derecesini verir (Kocataş, 1994).

$$\text{Sıklık (F)} = \frac{N_a}{N_n} \times 100$$

N_a = A türünü içeren örnekleme sayısı

N_n = Tüm örnekleme sayısı

Bir kommunitede bulunan türler sıklık bakımından 5 kategoride incelenir:

Sıklık kategorileri;

% 1- 20 : Nadir bulunan türler

% 21- 40 : Seyrek bulunan türler

% 41- 60 : Genellikle bulunan türler

% 61- 80 : Çoğunlukla bulunan türler

% 81-100 : Devamlı bulunan türler

3.2.5.3. Benzerlik Analizi

Örnekler ve örnekleme noktaları arasında tür kompozisyonu sınıflamasına benzerlik analizi denir. Bir kommuniteyi çeşitlilik ve benzerlik yönünden tanımlayabilmek ve diğer kommuniteler ile karşılaştırabilmek için kommunitedeki türleri ve bunlara ait bireyleri tek tek saymak gerekir. Özellikle geniş kommunitelerde bu işlem çok zor olduğu için kommuniteyi temsil edecek örnekleme noktaları seçilir ve bunlar istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilir. Bu amaçla örneklemedeki türler arası yakınlık derecesi, örnekleme istasyonlarındaki benzerlik derecesi ve örnekleme istasyonu veya kommunitelerin benzerlik indeksleri hesaplanabilir.

Örnekleme noktalarında yapılan örneklemler arasındaki benzerlik derecesini saptamak için birçok istatistiksel yöntemler geliştirilmiş olup en çok kullanılanlardan biri Sorensen Benzerlik İndeksi'dir.

Benzerlik analizi formülü (Kocataş, 1994) :

$$Q = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Q = Sorensen benzerlik indeksi

a = İki örnekleme noktasındaki ortak tür sayısı

b = Birinci örnekleme noktasındaki farklı tür sayısı

c = İkinci örnekleme noktasında birinci örnekleme noktasından farklı tür sayısı

3.2.5.4. Çeşitlilik Analizi

Tür çeşitliliği bir kommunitenin veya ekosistemin zenginliğini gösterir. Tür çeşitliliğini evrimsel ve ekolojik zaman, iklimsel denge, yüzeysel heterojenite, üretim, rekabet-avcılık, insan etkisi gibi faktörler belirlemektedir. Çeşitliliği hesaplamak için en yaygın kullanılan yöntem Margalef indeksidir (Kocataş, 1994). Bu indeksin formülü :

$$D = \frac{S - 1}{\log_e N}$$

D = Çeşitlilik indeksi

S = Toplam tür sayısı

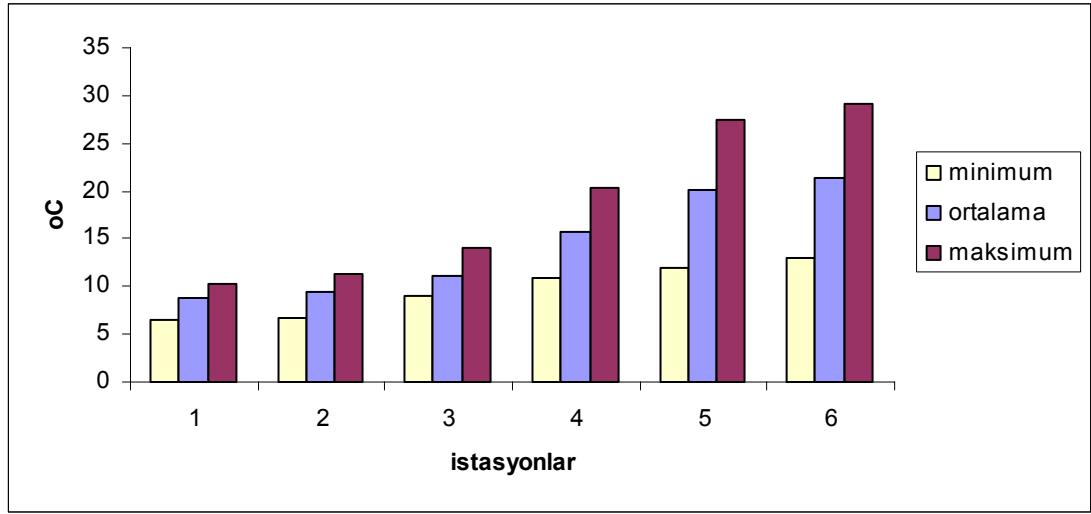
N = Birey sayısı

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

4.1.1. Su sıcaklığı

Arazi çalışmaları süresince elde edilen su sıcaklığı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.1’ de verilmiştir.



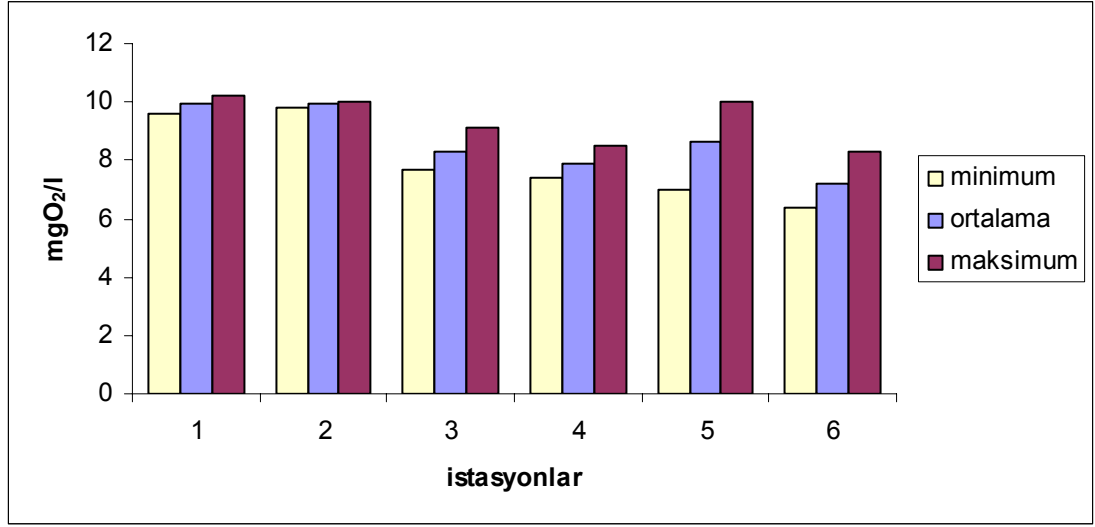
Şekil 4.1. Su sıcaklığının örnekleme noktalarına göre değişimi

Çukurca Dere ve üzerindeki, I., II., III. ve IV. istasyonlarda arazi çalışması boyunca su sıcaklığı çok fazla değişim göstermemiş ve mevsimsel şartlardan çok fazla etkilenmemiştir. En düşük su sıcaklığı Ocak 2007’de I. istasyonda 6,6 °C olarak, en yüksek su sıcaklığı ise Mayıs 2007’de 29,1 °C olarak VI. istasyonda saptanmıştır. En yüksek ortalama sıcaklık değeri ise 21,3 °C ile VI. istasyonda ölçülmüştür. En düşük ortalama su sıcaklığı değeri ise I. istasyonda 8,77 °C olarak saptanmıştır (Şekil 4.1).

4.1.2. Çözünmüş oksijen ($\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen çözünmüş oksijen miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.2’ de verilmiştir.

Arazi çalışması süresince, en düşük çözünmüş oksijen miktarı VI. istasyonda 6,4 mg L^{-1} olarak Mayıs 2007’de ölçülmüştür. En yüksek çözünmüş oksijen miktarı ise Ocak 2007’de 10,2 mg L^{-1} olarak I. istasyonda ölçülmüştür

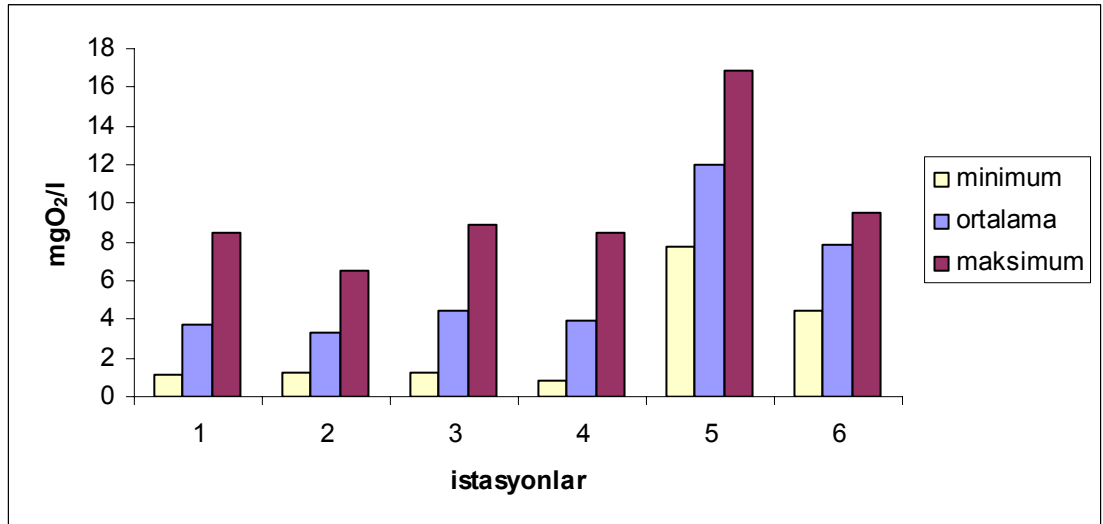


Şekil 4.2. Çözünmüş oksijenin örnekleme noktalarına göre değişimi

Çalışma dönemini kapsayan Temmuz 2006 ve Haziran 2007 tarihleri arasında, en yüksek çözünmüş oksijen miktarı ortalaması ise I. istasyonda $9,96 \text{ mg L}^{-1}$ olarak saptanmıştır. En düşük ortalama çözünmüş oksijen miktarı ise VI. istasyonda $7,2 \text{ mg L}^{-1}$ olarak saptanmıştır (Şekil 4.2).

4.1.3. Biyolojik oksijen ihtiyacı- $\text{BOI}_5 (\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1})$

Arazi çalışmaları süresince elde edilen biyolojik oksijen ihtiyacı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.3' de verilmiştir.



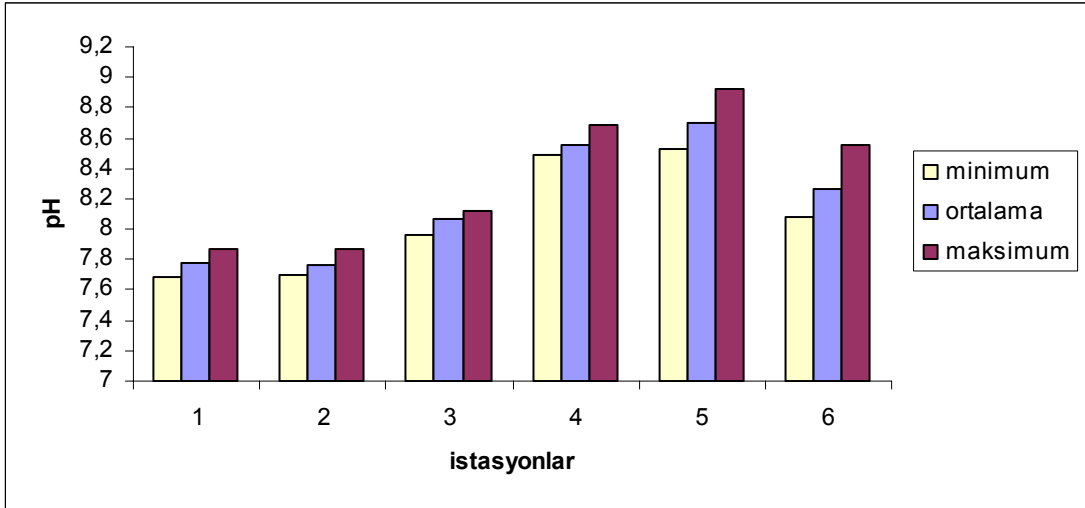
Şekil 4.3. Biyolojik oksijen ihtiyacının örnekleme noktalarına göre değişimi

En düşük BOI₅ miktarı Ocak 2007'deki arazi çalışmasında I. istasyonda (1,1 mg L⁻¹) saptanmıştır. En yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı değerine ise, Mayıs 2007'de V. istasyonda (16,9 mg L⁻¹) ulaşılmıştır.

Arazi dönemi boyunca en yüksek ortalama BOI₅ değerine VI. istasyonda (7,87 mg L⁻¹) rastlanmıştır. Ortalama en düşük BOI₅ değeri ise II. istasyonda 3,27 mg/l olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).

4.1.4. pH

Arazi çalışmaları süresince elde edilen pH değeri verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.4' de verilmiştir.

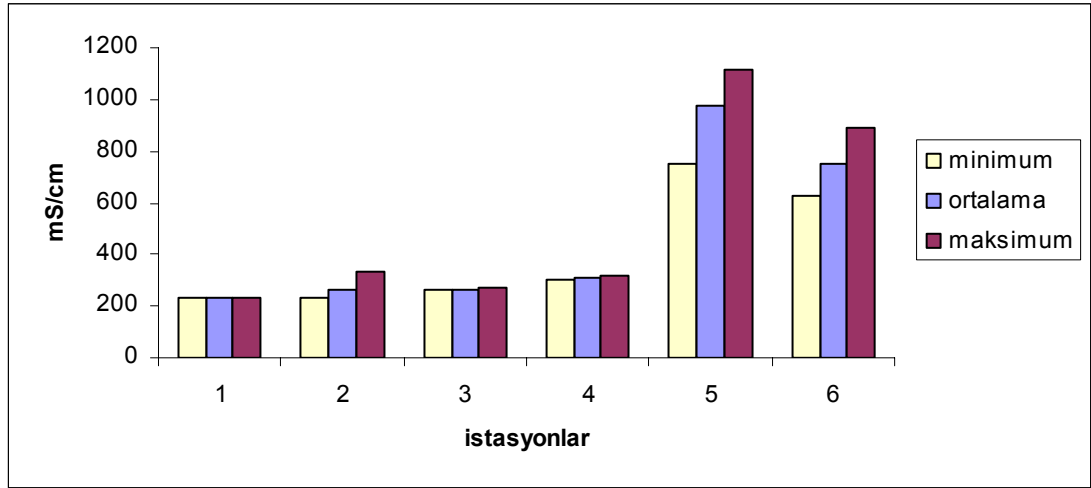


Şekil 4.4. pH değerinin noktalarına göre değişimi

En düşük pH değeri Mayıs 2007'de 7,68 ile I. istasyonda, en yüksek değer ise 8,92 ile Ocak 2005' de V. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama pH değerleri I. ve II. istasyonda birbirine yakinken, III., IV., V. ve VI. istasyonlarda birbirlerine yakındır. En yüksek ortalama pH değeri 8,70 ile V. istasyonda saptanmıştır. En düşük ortalama pH değeri ise 7,76 ile II. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.4).

4.1.5. Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen elektriksel iletkenlik verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Elektrik iletkenliğinin örnekleme noktalarına göre değişimi

En düşük değer Temmuz 2006'da I. istasyonda ($229 \mu\text{S cm}^{-1}$), en yüksek değer ise Temmuz 2006'da V. istasyonda ($1113 \mu\text{S cm}^{-1}$) ölçülmüştür. Arazi boyunca ortalama değerlere bakıldığında ise en yüksek değer $978,25 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile V. istasyonda ölçülmüştür. En düşük ortalama değer ise $231 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile I. istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4.5).

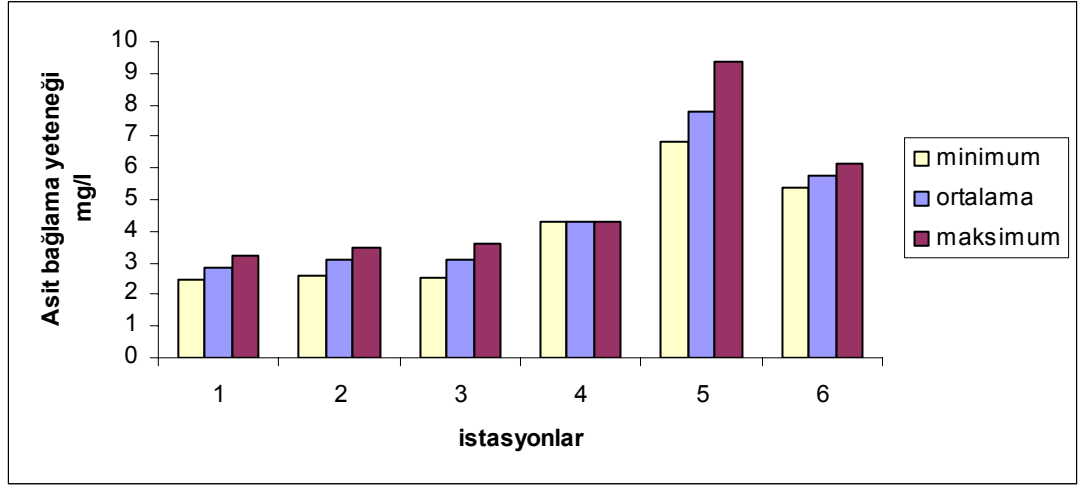
Arazi çalışması süresince elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişikliklerden çok fazla etkilenmediği gözlenmiştir.

4.1.6. Asit Bağlama Yeteneği- ABY (mmol L^{-1})

Arazi çalışmaları süresince elde edilen asit bağlama yeteneği verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.6' de sunulmuştur.

En düşük ABY değeri Ekim 2006 tarihli arazi çalışmasında $2,5 \text{ mg L}^{-1}$ ile I. istasyonda, en yüksek değer ise Temmuz 2007 tarihli arazi çalışmasında $9,36 \text{ mg L}^{-1}$ ile V. istasyonda saptanmıştır.

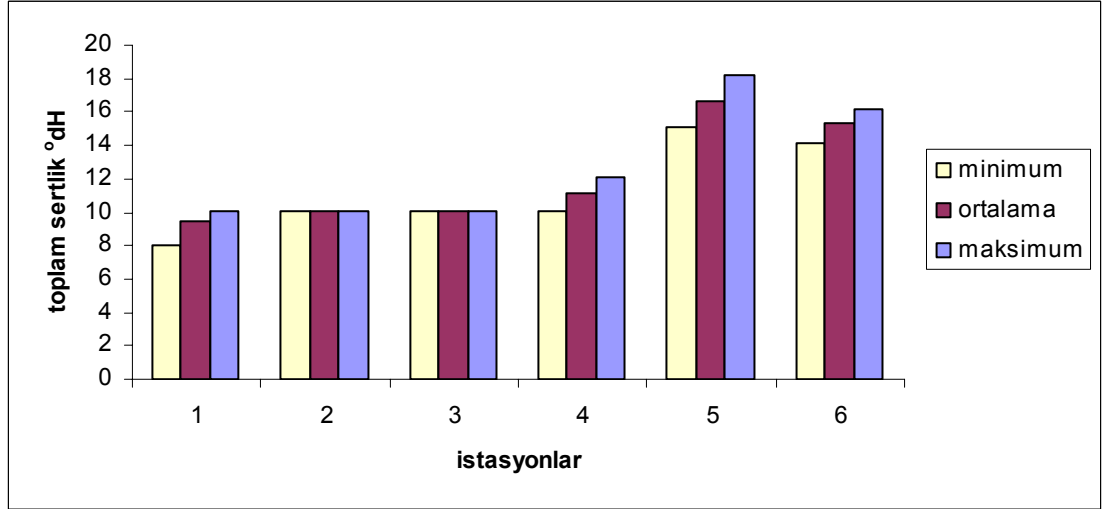
En yüksek ortalama asit bağlama yeteneği değeri, $7,8 \text{ mg L}^{-1}$ ile V. istasyonda analiz edilmiştir. En düşük ortalama asit bağlama yeteneği değeri ise $2,87 \text{ mg L}^{-1}$ ile Çukur Dere' nin kaynak bölgesi olan, I. istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Asit bağlama yeteneğinin örnekleme noktalarına göre değişimi

4.1.7. Toplam Sertlik (°dH)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen toplam su sertliği verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.7’ de verilmiştir.



Şekil 4.7. Toplam sertliğin örnekleme noktalarına göre değişimi

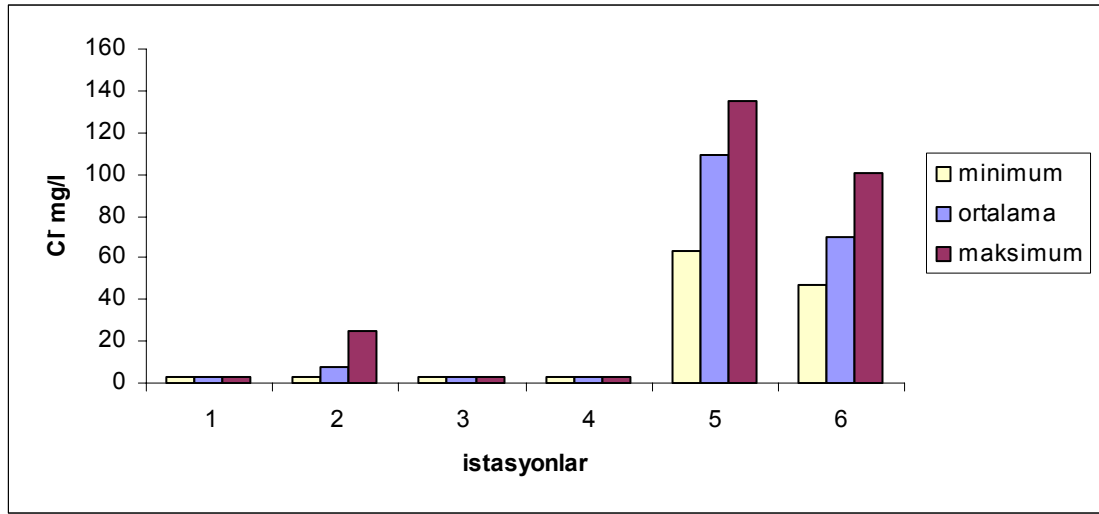
Toplam sertlik değeri, tüm arazi çalışması boyunca II. ve III. istasyonlarda aynı değerde (10,08 °dH) ölçülmüştür.

Toplam sertlik değeri en düşük Mayıs 2007’de I. istasyonda 8,064 °dH olarak ölçülmüştür. En yüksek toplam sertlik değeri ise Temmuz 2007’de V. istasyonda 18,144 °dH olarak saptanmıştır.

Arazi çalışması boyunca en yüksek ortalama toplam su sertliği değerlerine sırasıyla, V. istasyon (18,14°dH) ve VI. istasyon (16,12 °dH) sahiptir. En düşük ortalama toplam su sertliğine ise 9,47 °dH ile I. istasyon sahiptir (Şekil 4.8).

4.1.8. Klorür iyonu ($\text{Cl}^- \text{ mg L}^{-1}$)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen klorür iyonu miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.8' de sunulmuştur.



Şekil 4.8. Klorür iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

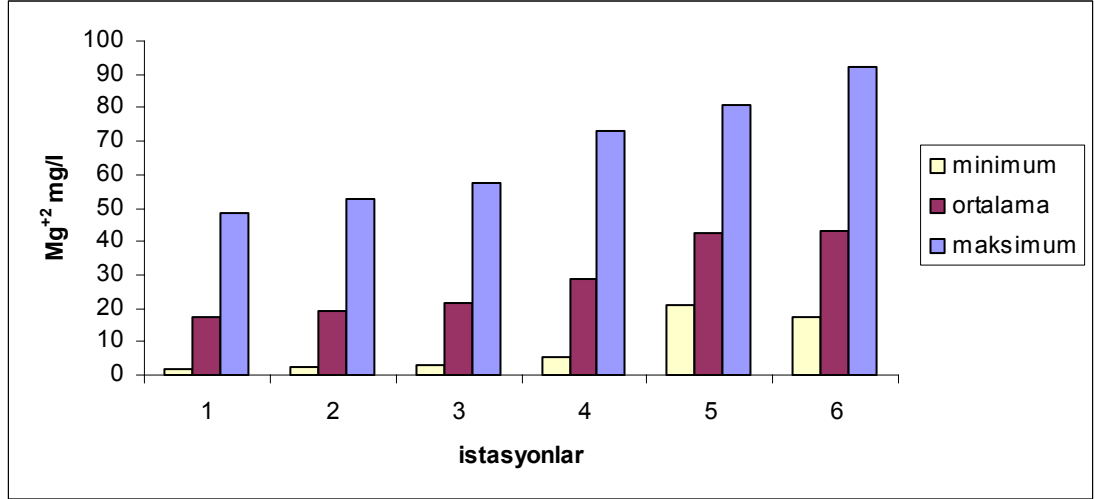
Klorür iyonu miktarı ($\text{Cl}^- \text{ mg L}^{-1}$) V. ve VI. istasyonlar haricinde, genel olarak analiz limitlerinin altında ve birbirine yakın miktardadır. En yüksek değer V. istasyonda Mayıs 2007 tarihinde 135 mg L^{-1} olarak ölçülmüştür.

En yüksek ortalama klorür iyonu miktarı V. istasyonda $109,25 \text{ mg L}^{-1}$ olarak saptanmıştır. En düşük ortalama klorür iyonu miktarı, $2,5 \text{ mg L}^{-1}$ olarak I. ve III. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.8). Klorür iyonu miktarı mevsimlere göre çok fazla değişimler göstermemektedir.

4.1.9. Magnezyum iyonu ($\text{Mg}^{+2} \text{ mg L}^{-1}$)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen magnezyum iyonu miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.9' de verilmiştir.

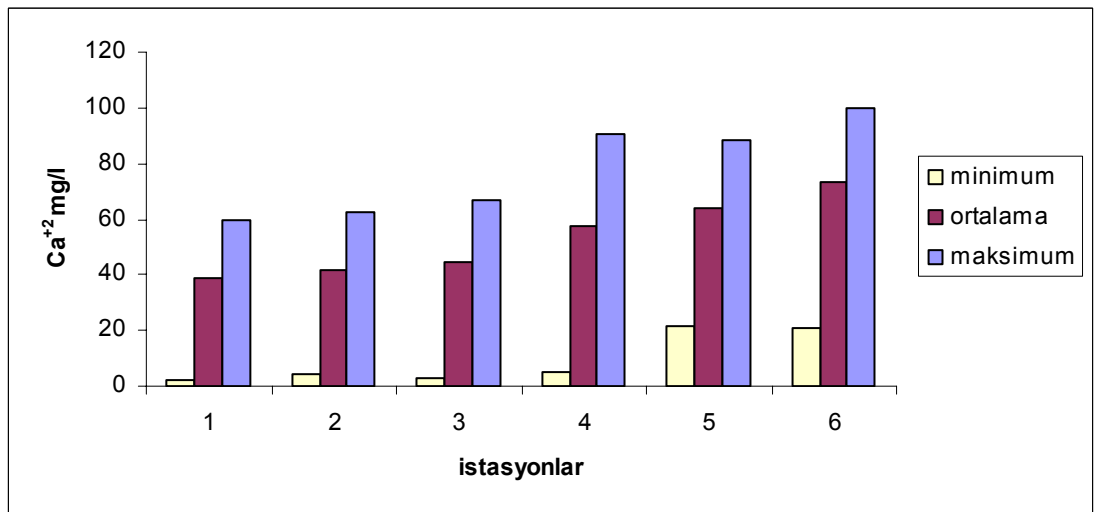
Magnezyum iyonu, en düşük Mayıs 2007 tarihinde I. istasyonda, $1,94 \text{ mg L}^{-1}$ olarak saptanmıştır. En yüksek magnezyum iyonu değeri ise $92,18 \text{ mg L}^{-1}$ olarak Temmuz 2006 tarihinde VI. istasyonda ölçülmüştür. Arazi yapılan süre içinde en yüksek ortalama magnezyum iyonu miktarı ise $43,34 \text{ mg L}^{-1}$ olarak VI. istasyonda belirlenmiştir. En düşük ortalama Magnezyum iyonu miktarı ise $17,65 \text{ mg L}^{-1}$ olarak I. istasyonda saptanmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Magnezyum iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

4.1.10. Kalsiyum iyonu ($\text{Ca}^{+2} \text{ mg L}^{-1}$)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen kalsiyum iyonu miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.10' da sunulmuştur.



Şekil 4.10. Kalsiyum iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

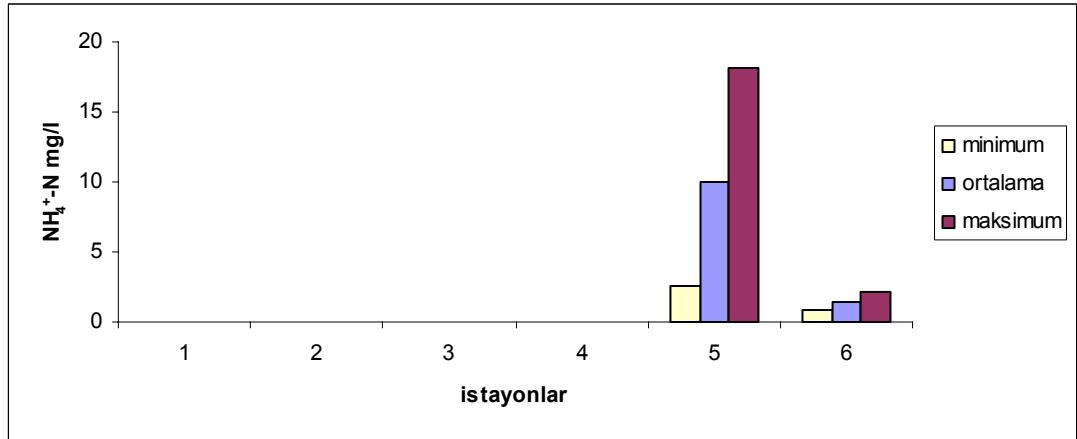
Kalsiyum iyonu, en düşük Temmuz 2006 tarihinde I. istasyonda, $2,22 \text{ mg L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. En yüksek kalsiyum iyonu değeri ise, 100 mg L^{-1} olarak Ocak 2007 tarihinde VI. istasyonda saptanmıştır.

En yüksek ortalama kalsiyum iyonu miktarı ise $73,04 \text{ mg L}^{-1}$ olarak VI. istasyonda saptanmıştır. En düşük ortalama kalsiyum iyonu miktarı ise $39,06 \text{ mg L}^{-1}$ olarak I. istasyonda saptanmıştır (Şekil 4.10).

4.1.11. Amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N mg L}^{-1}$)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen amonyum azotu miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.11’ da verilmiştir.

Amonyum azotu I. ve III. istasyonda Ocak 2007, Mayıs 2007 ve Temmuz 2006 tarihlerinde, IV. istasyonda Ocak 2007 ve Temmuz 2006 tarihlerinde analiz limitlerinin altında ölçülmüştür. II. istasyonda ölçüm yapılan her arazi çalışmasında $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek amonyum azotu miktarı Temmuz 2006 tarihinde VI. istasyonda $18,1 \text{ mg L}^{-1}$ olarak saptanmıştır. En yüksek ortalama amonyum azotu $9,95 \text{ mg L}^{-1}$ olarak V. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.11).

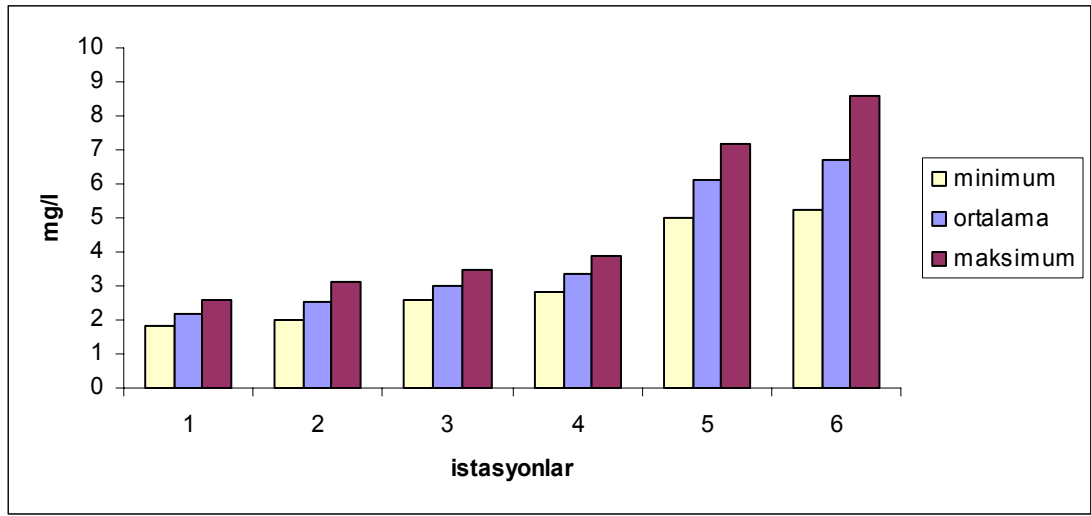


Şekil 4.11. Amonyum azotu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

4.1.12. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N mg L}^{-1}$)

Arazi çalışmaları süresince elde edilen nitrat azotu miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.12’de sunulmuştur.

En düşük nitrat azotu miktarı, Mayıs 2007’ de I. istasyonda ölçülmüştür. Ölçülen değer $1,8 \text{ mg L}^{-1}$ ’ dir. En yüksek nitrat azotu miktarı, Ekim 2006 tarihli arazi çalışmasında VI. istasyonda $8,6 \text{ mg L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama nitrat azotu miktarı $6,71 \text{ mg L}^{-1}$ olarak VI. istasyonda, en düşük ortalama nitrat azotu miktarı ise $2,17 \text{ mg L}^{-1}$ olarak I. istasyonda saptanmıştır (Şekil 4.12). I. istasyonda en yüksek $2,6 \text{ mg L}^{-1}$, II. istasyonda $3,1 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyonda $3,5 \text{ mg L}^{-1}$, IV. istasyonda $3,9 \text{ mg L}^{-1}$, V. istasyonda $7,2 \text{ mg L}^{-1}$ olarak saptanmıştır.



Şekil 4.12. Nitrat azotu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

4.1.13. Nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N mg L}^{-1}$)

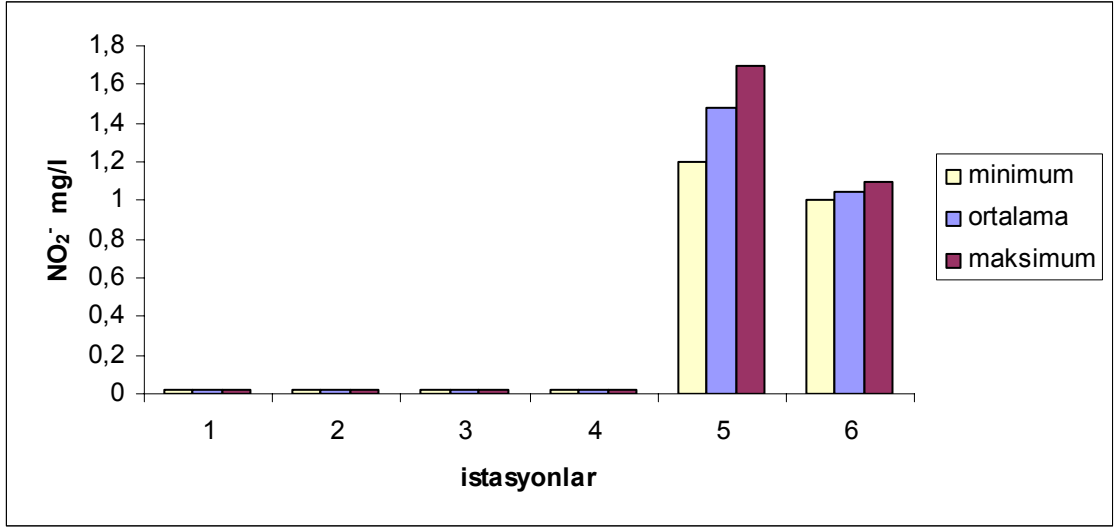
Arazi çalışmaları süresince elde edilen nitrit azotu miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.13’ da sunulmuştur.

Şekil 4.13. Nitrit azotu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

Nitrit azotu, çoğu zaman, analiz limitlerinin altında bulunmuştur. En yüksek değerler V. istasyonda Mayıs 2007’ de $1,7 \text{ mg L}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Ekim 2006’da I., II., III., ve IV. istasyonda $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ nitrit azotu saptanmıştır. VI. istasyonda en yüksek değer Mayıs 2007’ de $1,1 \text{ mg L}^{-1}$ nitrit azotu analiz edilmiştir.

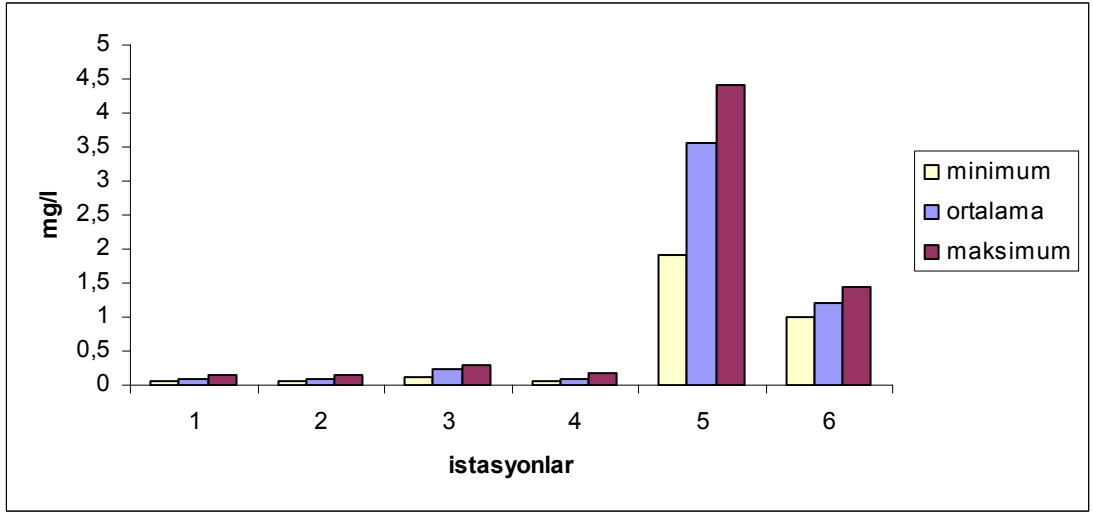
En yüksek ortalama nitrit azotu $1,48 \text{ mg L}^{-1}$ olarak V. istasyonda belirlenmiştir. En düşük ortalama nitrit azotu I., II., III. ve IV. istasyonda $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Nitrit azotu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

4.1.14. Ortofosfat fosforu ($PO_4\text{-P}$ mg L^{-1})

Arazi çalışmaları süresince elde edilen ortofosfat miktarı verilerinin, en düşük, ortalama ve en yüksek değerleri Şekil 4.14’ de verilmiştir.

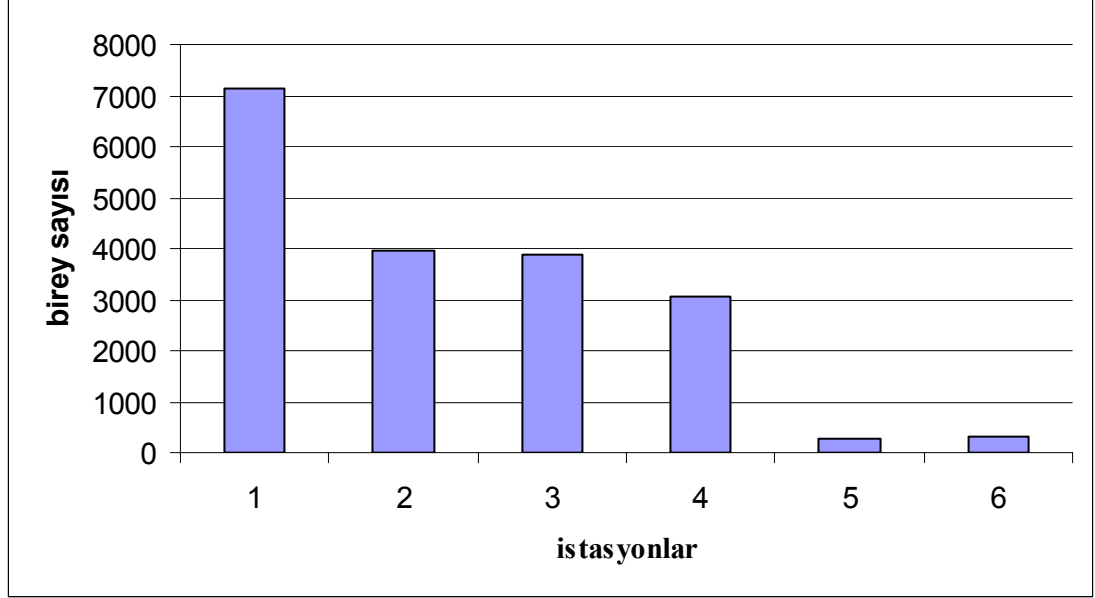


Şekil 4.14. Ortofosfat iyonu miktarının örnekleme noktalarına göre değişimi

En yüksek ortofosfat miktarı Temmuz 2006’de V. istasyonda $4,42 \text{ mg } L^{-1}$ olarak ölçülmüştür. En düşük ortofosfat miktarı, Ocak 2007 ve Mayıs 2007’ de $0,06 \text{ mg } L^{-1}$ olarak I. istasyonda ölçülmüştür. En yüksek ortalama ortofosfat miktarı $3,57 \text{ mg } L^{-1}$ ile V. istasyonda, en düşük ortalama ortofosfat miktarı ise, $0,1 \text{ mg } L^{-1}$ olarak I. istasyonda ölçülmüştür. (Şekil 4.14).

4.2. Biyolojik Bulgular

Temmuz 2006 ve Haziran 2007 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada, toplam 18 583 birey incelenmiştir. Örnekleme noktaları arasında en fazla birey toplanan I. istasyon (7155) olup, en az birey toplanan V. istasyon olmuştur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Örnekleme noktalarından toplanan bireylerin dağılımı

Örnekleme noktalarından toplanan bireyler Turbellaria, Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinea, Crustacea ve Insecta sınıflarına aittir. Turbellaria sınıfına ait cins düzeyinde 1 takson, Gastropoda sınıfına ait toplam 2' si cins, 2' si tür olmak toplam 4 takson, Oligochaeta sınıfına ait tür düzeyinde 1 takson, Hirudinea sınıfına ait tür düzeyinde olmak üzere 2 takson, Crustacea sınıfına ait 2' si cins, 1' i tür düzeyinde olmak üzere 3 takson, , Insecta sınıfına ait 20' si cins, 40' 1 tür olmak üzere 60 takson, toplam 71 takson teşhis edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Çukurca Dere ve Isparta Deresi' nde teşhis edilen taksonlar ve örnekleme noktalarına göre dağılımları

Takım	1.ist	2.ist	3.ist	4.ist	5.ist	6.ist
TURBELLARIA						
Tricladida						
<i>Dugesia sp.</i>			+			
GASTROPODA						
Pulmonata						
<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)						+
<i>Physa sp.</i>						+
Basommatophora						
<i>Ancylus fluviatilis</i> O. F. Müller, 1774	+	+	+	+		
Ectobranchia						
<i>Valvata sp.</i>				+		
OLIGOCHAETA						
Tubificida						
<i>Tubifex tubifex</i> (O.F. Müller, 1774)					+	+
HIRUDINEA						
Arhynchobdellida						
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus 1758)		+	+	+		
Rhynchobdellida						
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus 1758)						+
CRUSTACEA						
Amphipoda						
<i>Gammarus sp.</i>	+	+	+	+		
Isopoda						
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)			+	+		
Decapoda						
<i>Potamon sp.</i>				+		
INSECTA						
Ephemeroptera						
<i>Baetis sp.</i>	+					
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus, 1761)			+	+		
<i>Baetis pavidus</i> Grandi, 1949	+		+	+		
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	+	+	+	+		
<i>Baetis vernus</i> Curtis, 1834					+	

<i>Baetis lutheri</i> Muller- Liebenau, 1967	+		+			
<i>Ephemerella ignita</i> (Poda 1761)	+			+		
<i>Ephemera vulgata</i> Linnaeus, 1758				+		
<i>Epeorus alpicola</i> (Eaton, 1871)	+	+	+	+		
<i>Leptophlebia marginata</i> (Linnaeus, 1767)				+		
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834)	+	+	+	+		
Plecoptera						
<i>Leuctra moselyi</i> Morton, 1929		+		+		
<i>Leuctra hippopus</i> Kempny, 1899	+			+		
<i>Protonemura montana</i> Kimmins 1941	+	+	+	+		
<i>Protonemura praecox</i> (Morton, 1894)	+	+		+		
<i>Protonemura meyeri</i> (Pictet, 1841)	+	+				
<i>Perla bipunctata</i> (Pictet, 1833)				+		
<i>Dinocras cephalotes</i> (Curtis, 1827)				+		
Odonata						
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)				+		
<i>Aeshna</i> sp.	+	+	+	+		
<i>Epallage</i> sp.				+		
<i>Epallage fatime</i> (Charpentier, 1840)				+		
Trichoptera						
<i>Agapetus</i> sp.		+	+			
<i>Agapetus fuscipes</i> Curtis, 1834	+					
<i>Hydropsyche</i> sp.		+	+	+		
<i>Hydropsyche pelludicula</i> (Curtis, 1834)	+			+		
<i>Hydropsyche fulvipes</i> Curtis, 1834	+	+	+	+		+
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Curtis, 1834)	+					
<i>Hydropsyche angustupennis</i> (Curtis, 1834)				+		
<i>Rhyacophila</i> sp.			+			
<i>Rhyacophila septentrionis</i> McLachlan, 1865	+		+	+		
<i>Rhyacophila dorsalis</i> (Curtis, 1834)	+		+			
<i>Rhyacophila munda</i>			+			
<i>Lepidostoma</i> sp.			+			
<i>Glossoma</i> sp.		+	+			+
<i>Glossoma conformis</i>	+					
Coleoptera						
<i>Agabus</i> sp.		+				
<i>Elmis aenea</i> (Müller 1806)	+					

<i>Elmis maugetii</i> Latreille, 1798	+					
<i>Esolus angustatus</i> (Müler 1821)				+		
<i>Elodes marginata</i> (Fabricius, 1798)				+		
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)						+
Diptera						
<i>Wiedemannia</i> sp.		+		+	+	
<i>Wiedemannia fallaciosa</i> (Loew, 1873)		+	+	+		
<i>Tabanus</i> sp.					+	+
<i>Tipula lateralis</i> Meigen, 1804			+	+		
<i>Ulomyia</i> sp.						+
<i>Ulomyia fuliginosa</i> (Meigen 1818)			+	+		
<i>Berdeniella unispinosa</i> (Tonnoir, 1919)		+				
<i>Oxycera pardalina</i> Meigen, 1822	+	+				
<i>Simulium</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Linnophora</i> sp.				+		
<i>Antocha</i> sp.	+			+		
<i>Chrysopilus erythrophthalmus</i> Loew, 1840				+		
<i>Pedicia</i> sp.	+	+	+	+		
<i>Chironomus</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Chironomus thummi</i>					+	+
<i>Thaumalea</i> sp.	+					
<i>Liponeura</i> sp.	+					
<i>Chaoborus</i> sp.			+			+

Örnekleme noktalarında teshis edilen taksonların 60'ı Insecta sınıfına aittir. Tüm taksonlar içerisinde Insecta sınıfından Diptera takımına ait taksonlar en fazladır (18 takson). Bu takımı aynı sınıftan Trichoptera takımı 14 takson ile izlemektedir.

4.2.1. Bentik makroomurgasız takımlarının örnekleme noktalarına göre baskınlığı

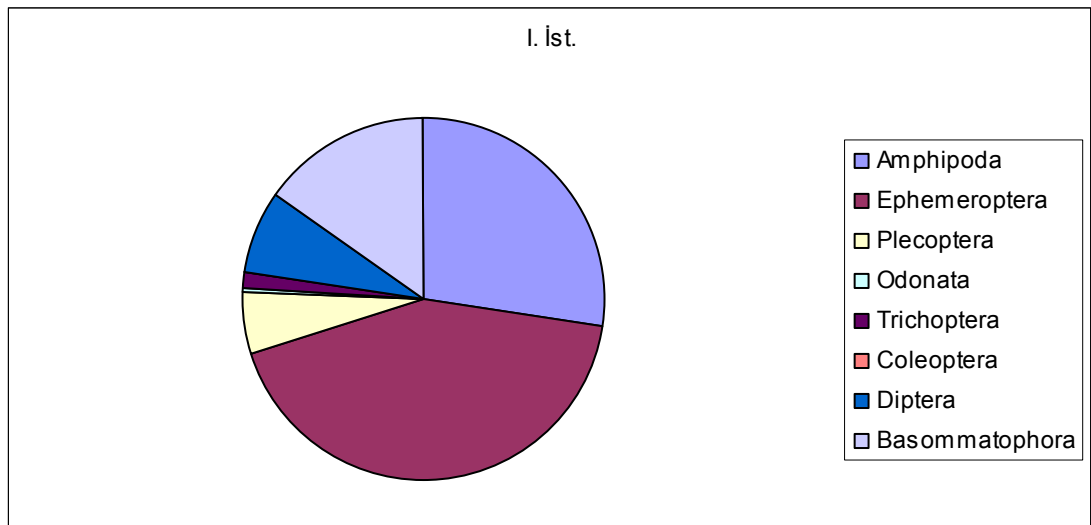
Fiziko-kimyasal özellikleri ve taban yapısı itibari ile benzerlik taşıyan örnekleme noktalarında aynı takımların baskın olduğu belirlenmiştir. Çukurca Dere ve Isparta Deresi'nde bentik makroomurgasız takımlarının baskınlığı Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Bentik Makroomurgasız takımlarının örnekleme noktalarındaki % baskınlığı

TAKIM	I. İst.	II. İst.	III. İst.	IV. İst.	V. İst.	VI. İst.
Tricladida			0,01			
Arhynchobdellida		0,2	0,3	0,27		
Rhynchobdellida						1,54
Amphipoda	25,61	5,74	6,38	5,64		
Isopoda			0,07	0,04		
Decapoda				0,04		
Ephemeroptera	39,31	24,74	27,12	43,85	0,54	
Plecoptera	5,26	0,31	0,07	7,04		
Odonata	0,13	0,38	0,07	0,63		
Trichoptera	1,29	1,66	5,25	13,64		8,24
Coleoptera	0,03	0,03		0,13		
Oligochaeta					10,92	12,88
Diptera	7	60,51	61	13,68	88,52	62,88
Pulmonata						18,04
Basommatophora	14,24	5,74	0,33	3,07		
Ectobranchia				0,04		

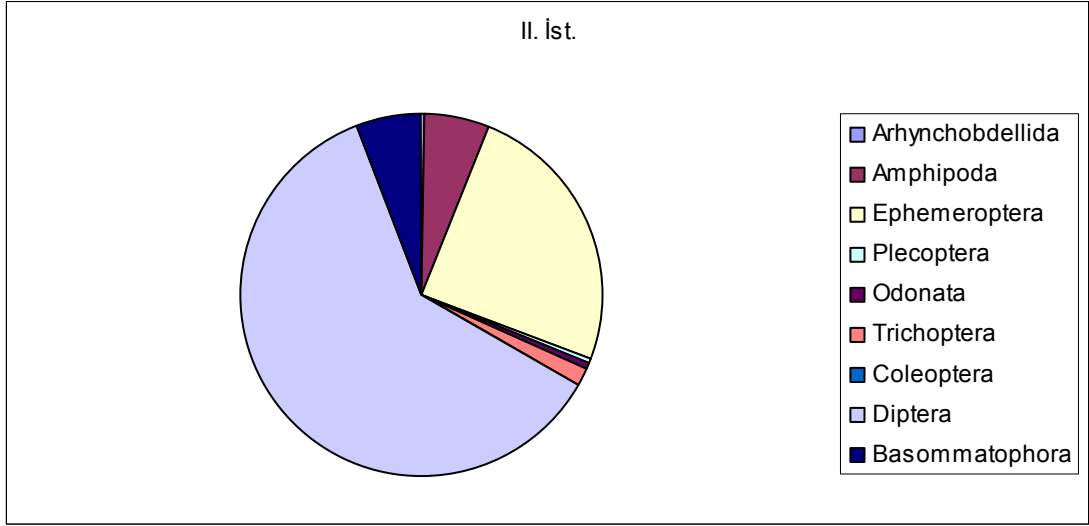
I. istasyonda, en baskın takson %39,91 ile Ephemeropteradır. Bu takımı %25,61 ile Amphipoda takımı izlemektedir. En baskın üçüncü takım ise %14,24 ile Basommatophora takımındır. Diğer 5 takımın baskınlığı ise %13,71' dir. (Şekil 4.16).

I. istasyondaki bentik kommunitte 8 takım ile temsil edilmektedir.



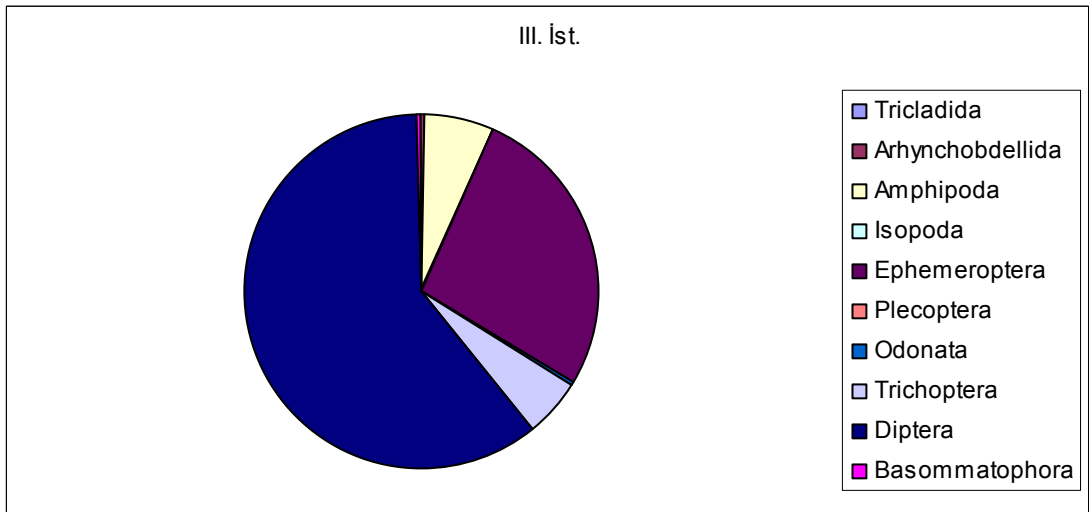
Şekil 4.16. I. istasyonda bentik makroomurgasız topluluklarının % baskınlığı

II. istasyonda, en baskın takım %60,51 ile Diptera takımındır. Ephemeroptera takımını %24,74 ile en baskın ikinci takım olmuştur. (Şekil 4.17). Aynı baskınlık değerine sahip olan Amphipoda ve Basommatophora takımları %5,74 ile üçüncü en baskın olan taksonlardır.



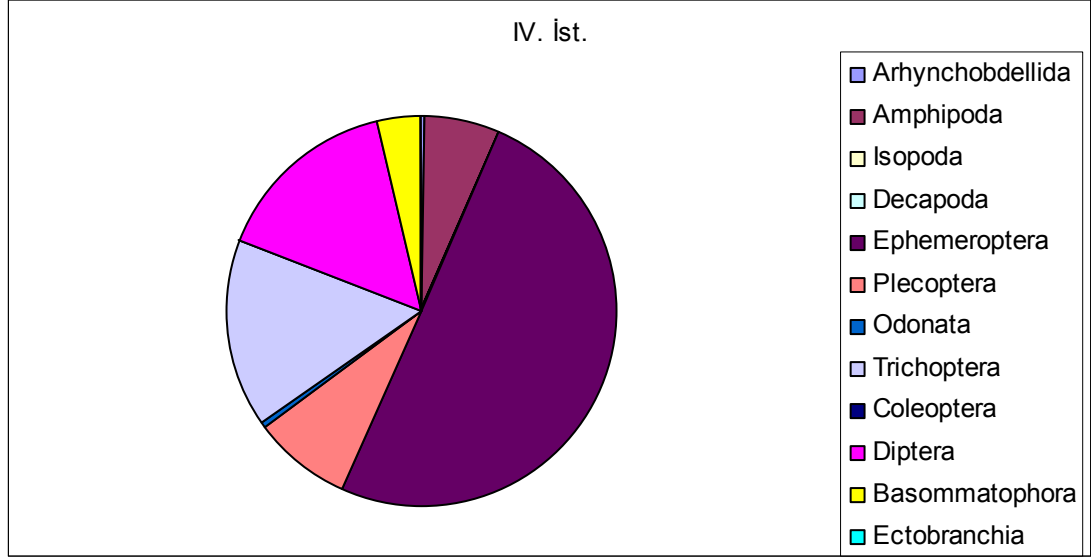
Şekil 4.17. II.istasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı

III. istasyonda, en baskın takım Diptera olarak saptanmıştır. Diptera takımının bu örnekleme noktasındaki baskınlığı %61' dir. Bu örnekleme noktasındaki en baskın ikinci takson %27,12 ile Ephemeroptera takımındır (Şekil 4.18).



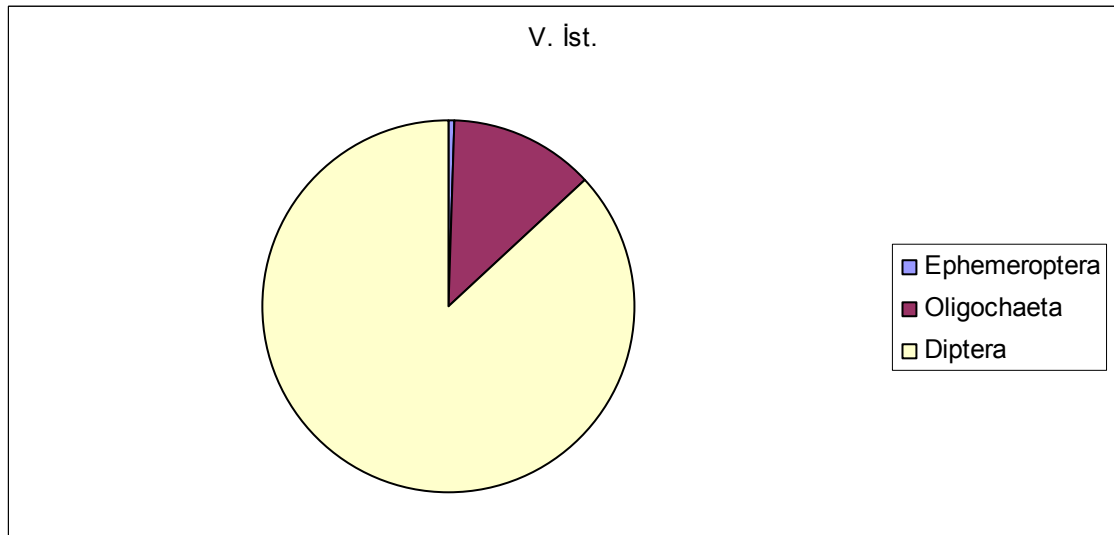
Şekil 4.18. III.istasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı

IV. istasyonda, Ephemeroptera takımı en baskın takımdır (%43,85). Bu takımı Diptera (%13,68) ve Plecoptera (%7,04) takımları izlemektedir. Bu örnekleme noktasındaki bentik kommunitte 12 takım ile temsil edilmektedir (Şekil 4.19).



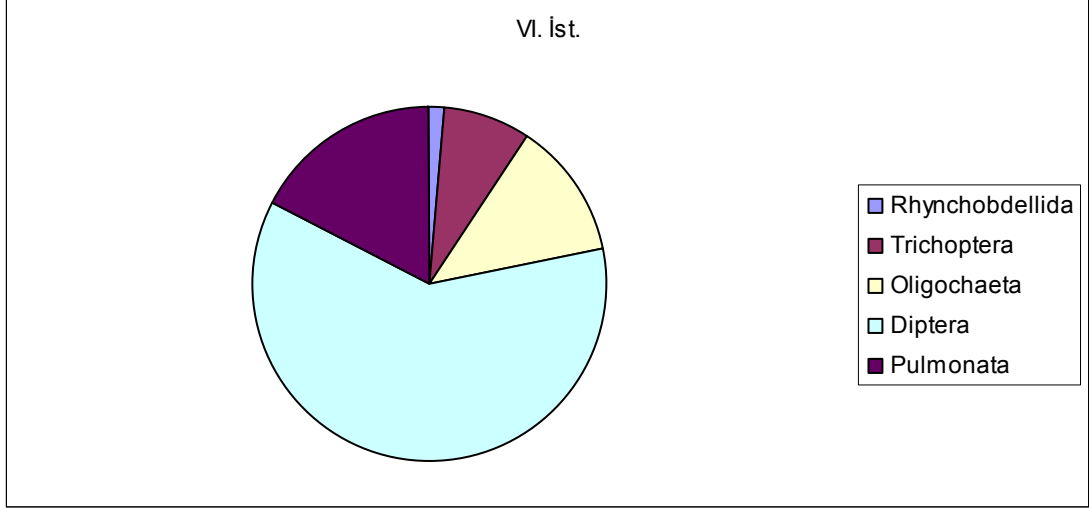
Şekil 4.19. IV.İstasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı

V. istasyonda en baskın takson %88, 52 ile Diptera takımıdır. Bu takımı %10,92 ile oligochaeta izlemektedir. Bu örnekleme noktası, örnekleme noktaları arasında en az takım sayısını bünyesinde barındıran örnekleme noktasıdır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. V.istasyonda bentik makroomugasız topluluklarının % baskınlığı

VI. istasyonda en baskın takson %62,88 ile Diptera takımındır. Bu örnekleme noktasında en baskın ikinci takson %18,04 ile Pulmonata takımı ve en baskın üçüncü takson %12,88 ile Oligochaeta takımındır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. VI.istasyonda bentik makroomurgasız topluluklarının % baskınlığı

4.2.2. Örnekleme noktalarında bentik makroomurgasız taksonlarının baskınlığı

I. istasyonda, *Baetis rhodani*, Kasım 2006, Nisan 2007, Mayıs 2007 ve Haziran 2007 hariç tüm örnekleme tarihlerinde en baskın olan taksondur. Kasım 2006' da en baskın takson olan *Gammarus* sp. %32,88 baskınlık değerine sahipken bu taksonu %32,14 ile *Epeorus alpicola* izlemektedir. Nisan 2007' de *Simulium* sp. %44,92 baskınken, *Chironomus* sp. %24,11 baskındır. Mayıs 2007'de *Epeorus alpicola* %41,11 baskınlık değerine sahipken *Baetis rhodani* %22,47 baskınlık değerine sahiptir. Haziran 2007' de *Gammarus* sp. %53 baskınlık değeri ile en baskın takson olarak bekirlenmiştir.

II. istasyonda Nisan 2007 hariç bütün örnekleme tarihlerinde en baskın takson *Simulium* sp. dir. *Simulium* sp. %57,22 baskınlık değeri ile Ağustos 2006' da bu istasyondaki tüm örnekleme arasında en yüksek değere ulaşmıştır. Nisan 2007' de *Baetis rhodani* %30,26 baskınlık değeri ile en baskın takson olarak belirlenmiştir.

III. istasyonda Ekim 2006, Kasım 2006 ve Nisan 2007 hariç tüm örnekleme tarihlerinde en baskın takson *Simulium* sp. dir. Bu takson, bu istasyondaki örnekleme arasında en yüksek baskınlık değerine %66 baskınlık değeri ile Haziran 2007' de ulaşmıştır. Ekim 2006' da en baskın takson *Epeorus alpicola* (%42,16), Kasım 2006' da *Baetis rhodani* (%39,06), Nisan 2007' de *Baetis rhodani* (%26,47)' dir.

IV. istasyonda Ekim 2006' da *Chironomus* sp. (%51,61), Kasım 2006 ve Ocak 2007' de *Leuctra moselyi* (%61,11; %34,54), Nisan 2007' de *Gammarus* sp. (%24,95), Mayıs 2007' de *Epeorus alpicola* (%29,17), diğer örnekleme tarihlerinde ise *Baetis rhodani* en baskın taksondur. *Epeorus alpicola* en yüksek baskınlık değerine Ağustos 2006' da ulaşmıştır (%30,87).

V. istasyonda Kasım 2006 tarihindeki örnekleme hariç, bütün örnekleme tarihlerinde en baskın takson *Chironomus thummi*' dir. *Chironomus thummi* en yüksek baskınlık değerine (%87,27) Mayıs 2007' de ulaşmıştır.

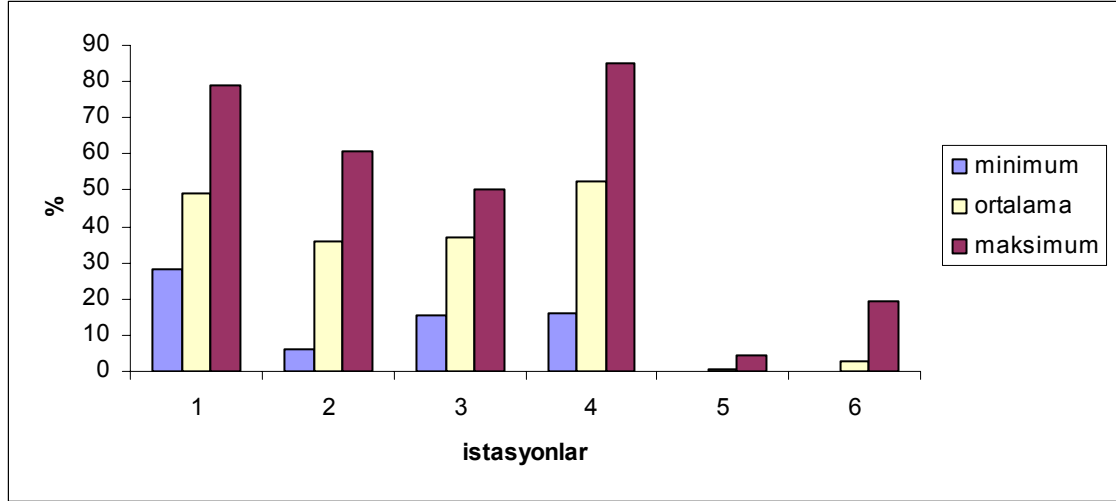
VI. istasyonda Ağustos 2006 tarihindeki örnekleme dışında, bütün örnekleme tarihlerinde en baskın takson *Chironomus thummi* dir. *Chironomus thummi* en yüksek baskınlık değerine (%95,31) Mayıs 2007' de ulaşmıştır. Ağustos 2006' da en baskın takson *Physella acuta* (%40,24) olarak belirlenmiştir.

4.2.3. Örnekleme noktalarında Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera (EPT) takımlarının baskınlığı

Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera takımları Insecta sınıfı içerisinde yer alan ve bentik kommunitenin su kalitesi ile ilgili olarak kullanılan üç önemli ögesidir.

En yüksek EPT baskınlığı Mayıs 2007 tarihinde IV. İstasyonda %85,28 olarak belirlenmiştir. Bu arazi çalışmasında, *Epeorus alpicola* (%29,17), *Ephemerella ignita* (%18,70), *Baetis rhodani* (14,46) olarak tespit edilmiş olup, EPT takımlarına ait farklı taksonlarda belirlenmiştir. V. İstasyonda Nisan 2007 tarihli örnekleme hariç ve VI. İstasyonda Ağustos 2006 tarihli örnekleme hariç, yapılan örnekleme hiçbirinde EPT takımlarına ait hiçbir üye tespit edilememiştir. Bu istasyonda Diptera,

Coleoptera ve Pulmonata takımlarına ait üyeler belirlenmiştir. En yüksek ortalama EPT baskınlığı %56,85 ile 4.istasyonda, en düşük ortalama EPT baskınlığı ise %2,52 ile V. İstasyonda belirlenmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Örnekleme noktalarına göre en yüksek, en düşük ve ortalama EPT baskınlığı

İstasyonların ortalama EPT baskınlıkları sırasıyla %49,4; %28,33; %37,48; %51,75; %0,59; %2,78 şeklindedir. EPT bolluk durumlarına göre istasyonları büyükten küçüğe sıralayacak olursak IV-I-III-II-VI-V şeklinde bir sıralama ortaya çıkmaktadır.

4.2.4. Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera (EPT) / *Chironomus* spp. oranları

EPT / *Chironomus* spp. oranlarına bakıldığında en yüksek oran 120,33 ile Ağustos 2006 tarihinde I. istasyonda saptanmıştır. Bu örnekleme tarihinde EPT takımlarına ait 722 birey belirlenmişken 6 *Chironomus* spp. teşhis edilmiştir. II. istasyonda en yüksek EPT / *Chironomus* spp. oranı 5,37 ile Haziran 2007 de, III. istasyonda en yüksek EPT / *Chironomus* spp. oranı 4,61 ile Ocak 2007' de, IV. istasyonda en yüksek EPT / *Chironomus* spp. oranı 12,21 ile Mayıs 2007' de,V. istasyonda en yüksek EPT / *Chironomus* spp. oranı 0,05 ile Nisan 2007' de, IV. istasyonda en yüksek EPT / *Chironomus* spp. oranı 0,05 ile Temmuz 2006' da saptanmıştır.

En düşük EPT/ *Chironomus* spp. oranı ise farklı tarihlerde, farklı örnekleme noktalarında bulunan sıfır (0) değeridir. Bu değer elde edildiği tarihlerde ya EPT

takımına ait hiçbir üye ya da *Chironomus* spp. taksonu saptanamamıştır. I. istasyonda Mayıs 2007, III. istasyonda Ekim 2006 tarihlerinde en düşük oran belirlenmiştir. V. istasyonda Nisan 2007 ve VI. istasyonda Temmuz 2006 tarihli örneklemeler dışındaki bütün örneklemelerde en düşük orana ulaşılmıştır (Çizelge 4.3).

EPT/ *Chironomus* spp. oranlarının ortalamaları ele alındığında, en yüksek ortalama I. istasyonun (41,225) sahip olduğu görülmektedir.

Bu istasyonu, IV. istasyon (4,46), II. istasyon (2,45) ve III. istasyon (1,97) izlemektedir. V. ve VI. istasyonun ortalamaları diğer örnekleme noktalarına göre oldukça düşüktür. V. ve VI. istasyonda ortalama EPT/ *Chironomus* spp. oranı 0,004 değerindedir.

Çizelge 4.3. Örnekleme noktalarına göre EPT/ *Chironomus* spp. Oranları

AYLAR	I. İST	II. İST	III.İST	IV. İST	V. İST	VI. İST
TEMMUZ	41	2,46	1,97	4,46	0	0,05
AĞUSTOS	120,33	0,84	1,72	2,83	0	0
EYLÜL	41,44	2,4	1,9	4,92	0	0
EKİM	18,6	0,42	0	0,31	0	0
KASIM	30,2	0,4	1,81	2,76	0	0
ARALIK	40,72	2,52	2,04	4	0	0
OCAK	1,23	2,4	4,61	1,75	0	0
ŞUBAT	41,72	2,4	1,97	0,69	0	0
MART	41,22	2,4	1,97	4,46	0	0
NİSAN	1,24	4,6	3,4	7,18	0,05	0
MAYIS	0	3,22	1,3	12,21	0	0
HAZİRAN	117	5,37	0,98	7,95	0	0

4.2.5. Bentik makroomurgasızların örnekleme noktalarına göre sıklık değerleri

Materyal ve Yöntem’de verilen sıklık analiz formülü uygulanarak bentik makroomurgasızların örnekleme noktalarına göre sıklık değerleri belirlenmiş ve sıklık kategorilerine göre sınıflandırılmıştır.

I. istasyonda *Gammarus* sp., *Baetis rhodani*, *Chironomus* sp., *Ancylus fluviatilis* sürekli bulunan taksonlardır. *Epeorus alpicola*, *Protonemura montana*, *P. praecox* çoğunlukla bulunan taksonlardır. *Rhithrogena semicolorata*, *Protonemura meyeri*, *Aeshna* sp., *Rhyacophila septentrionis*, *Simulium* sp. genellikle bulunan taksonlardır. *Rhyacophila dorsalis*, *Pedicia* sp. seyrek bulunan taksonlardır. *Baetis* sp., *B. pavidus*, *B. lutheri*, *Ephemerella ignita*, *Leuctra hipposus*, *Agapetus fuscipes*, *Hydropsyche pelludicula*, *H. fulvipes*, *H. instabilis*, *Glossoma conformis*, *Elmis aenea*, *E. maugetii*, *Oxycera pardalina*, *Antocha* sp. nadir bulunan türlerdir.

II. istasyonda *Gammarus* sp., *Baetis rhodani*, *Epeorus alpicola*, *Simulium* sp., *Chironomus* sp. sürekli bulunan taksonlardır. *Rhithrogena semicolorata*, *Ancylus fluviatilis* çoğunlukla bulunan taksonlardır. *Erbopdella octoculata*, *Aeshna* sp., *Glossoma* sp., *Pedicia* sp. genellikle bulunan taksonlardır. *Agapetus* sp., *Oxycera pardalina* seyrek bulunan taksonlardır. *Leuctra moselyi*, *Protonemura montana*, *Protonemura meyeri*, *P. praecox*, *Hydropsyche* sp., *H. fulvipes*, *Wiedemannia* sp., *Wiedemannia fallaciosa*, *Ulomyia fuliginosa*, *Berdeniella unispinosa* nadir bulunan türlerdir.

III. istasyonda *Gammarus* sp., *Rhithrogena semicolorata*, *Simulium* sp., *Chironomus* sp. sürekli bulunan taksonlardır. *Baetis rhodani*, *Epeorus alpicola* çoğunlukla bulunan taksonlardır. *Erbopdella octoculata*, *Glossoma* sp., *Ancylus fluviatilis* genellikle bulunan taksonlardır. *Aeshna* sp., *Rhyacophila septentrionis* seyrek bulunan taksonlardır. *Dugesia* sp., *Asellus aquaticus*, *Baetis fuscatus*, *B. pavidus*, *Protonemura montana*, *Agapetus* sp., *Hydropsyche* sp., *H. fulvipes*, *Rhyacophila* sp., *Rhyacophila dorsalis*, *Rhyacophila munda*, *Lepidostoma* sp., *Wiedemannia fallaciosa*, *Tipula lateralis*, *Ulomyia fuliginosa*, *Pedicia* sp., *Chaoborus* sp. nadir bulunan taksonlardır.

IV. istasyonda *Hydropsyche fulvipes*, *Simulium* sp., *Chironomus* sp. sürekli bulunan taksonlardır. *Epeorus alpicola*, *Leuctra moselyi*, *Leuctra hipposus* çoğunlukla bulunan taksonlardır. *Baetis rhodani*, *Aeshna* sp. genellikle bulunan taksonlardır. *Erbopdella octoculata*, , *Ephemerella ignita*, *Rhithrogena semicolorata*, *Dinocras cephalotes*, *Epallage fatime*, *Hydropsyche* sp., *Rhyacophila septentrionis*, *Wiedemannia fallaciosa*, *Pedicia* sp., seyrek bulunan taksonlardır. *Gammarus* sp., *Asellus aquaticus*, *Potamon* sp., *Baetis fuscatus*, *B. pavidus*, *Ephemera vulgata*, *Leptophlebia marginata*, *Protonemura montana*, *P. praecox*, *Perla bipunctata*, *Onychogomphus forcipatus*, *Epallage* sp., *Hydropsyche pelludicula*, *Hydropsyche angustupennis*, *Esolus angustatus*, *Elodes marginata*, *Tipula lateralis*, *Ulomyia fuliginosa*, *Limnophora* sp., *Antocha* sp., *Chrysopilus erythrophthalmus*, *Ancylus fluviatilis* , *Valvata* sp. nadir bulunan taksonlardır.

V. istasyonda *Chironomus* sp. ve *Chiriomus thummi* sürekli bulunan taksondur. *Tabanus* sp., *Simulium* sp. genellikle bulunan taksonlardır. *Baetis vernus*, *Tubifex* sp., *Wiedemannia* sp. nadir bulunan taksonlardır.

VI. istasyonda *Chironomus* sp. ve *Chiriomus thummi* sürekli bulunan taksondur. *Simulium* sp. genellikle bulunan taksondur. *Helobdella stagnalis*, *Hydropsyche fulvipes*, *Glossoma* sp., *Hydrobius fuscipes*, *Tubifex* sp., *Tabanus* sp., *Ulomyia* sp., *Chaoborus* sp., *Physella acuta*, *Physa* sp. . nadir bulunan taksonlardır.

Çizelge 4.4. Bentik makroomurgasızların örnekleme noktalarına göre % sıklık değerleri

Takım	Takson	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist
Tricladida	<i>Dugesia</i> sp	-	-	14,2	-	-	-
Arhynchobdellida	<i>E. octoculata</i>	-	42,8	57,1	37,5	-	-
Rhynchobdellida	<i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	-	-	-	14,2
Amphipoda	<i>Gammarus</i> sp.	85,7	85,7	100	12,5	-	-
Isopoda	<i>A. aquaticus</i>	-	-	14,2	14,2	-	-
Decapoda	<i>Potamon</i> sp.	-	-	-	12,5	-	-
Ephemeroptera	<i>Baetis</i> sp	14,2	-	-	-	-	-
	<i>B. fuscatus</i>	-	-	14,2	12,5	-	-
	<i>B. pavidus</i>	14,2	-	14,2	12,5	-	-

	<i>B. rhodani</i>	100	83,3	71,4	57,1	-	-
	<i>B. vernus</i>	-	-	-	-	14,2	-
	<i>B. lutheri</i>	14,2	-	14,2	-	-	-
	<i>Ephemerella ignita</i>	14,2	-	-	25	-	-
	<i>Ephemera vulgata</i>	-	-	-	12,5	-	-
	<i>Epeorus alpicola</i>	71,42	83,3	71,4	71,4	-	-
	<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	-	12,5	-	-
	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	42,8	71,4	85,7	37,5	-	-
Plecoptera	<i>Leuctra moselyi</i>	-	14,2	-	62,5	-	-
	<i>L. hippopus</i>	14,2	-	-	62,5	-	-
	<i>Protonemura montana</i>	71,4	14,2	14,2	14,2	-	-
	<i>P. praecox</i>	71,4	14,2	-	14,2	-	-
	<i>P. meyeri</i>	42,8	14,2	-	-	-	-
	<i>Perla bipunctata</i>	-	-	-	12,5	-	-
	<i>Dinocras cephalotes</i>	-	-	-	25	-	-
Odonata	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	-	-	12,5	-	-
	<i>Aeshna</i> sp	42,8	42,8	28,5	50	-	-
	<i>Epallage</i> sp	-	-	-	12,5	-	-
	<i>E. fatime</i>	-	-	-	25	-	-
Trichoptera	<i>Agapetus</i> sp.	-	28,5	14,2	-	-	-
	<i>A. fuscipes</i>	14,2	-	-	-	-	-
	<i>Hydropsyche</i> sp.	-	14,2	14,2	28,5	-	-
	<i>H. pelludicula</i>	14,2	-	-	12,5	-	-
	<i>H. fulvipes</i>	14,2	14,2	14,2	87,5	-	14,2
	<i>H. instabilis</i>	14,2	-	-	-	-	-
	<i>H. angustupennis</i>	-	-	-	12,5	-	-
	<i>Rhyacophila</i> sp.	-	-	14,2	-	-	-
	<i>R. septentrionis</i>	57,1	-	28,5	25	-	-
	<i>R.dorsalis</i>	28,5	-	14,2	-	-	-
	<i>R. munda</i>	-	-	14,2	-	-	-
	<i>Lepidostoma</i> sp.	-	-	14,2	-	-	-
	<i>Glossoma</i> sp.	-	57,1	42,8	-	-	14,2
	<i>G. conformis</i>	14,2	-	-	-	-	-
Coleoptera	<i>Agabus</i> sp.	-	14,2	-	-	-	-
	<i>Elmis aenea</i>	14,2	-	-	-	-	-

	<i>E. maugetii</i>	14,2	-	-	-	-	-
	<i>Esolus angustatus</i>	-	-	-	14,2	-	-
	<i>Elodes marginata</i>	-	-	-	14,2	-	-
	<i>Hydrobius fuscipes</i>	-	-	-	-	-	14,2
Oligochaeta	<i>Tubifex sp.</i>	-	-	-	-	14,2	14,2
Diptera	<i>Wiedemannia sp.</i>	-	14,2	-	25	14,2	-
	<i>W. fallaciosa</i>	-	14,2	14,2	28,5	-	-
	<i>Tabanus sp.</i>	-	-	-	-	42,8	14,2
	<i>Tipula lateralis</i>	-	-	14,2	14,2	-	-
	<i>Ulomyia sp.</i>	-	-	-	-	-	14,2
	<i>U. fuliginosa</i>	-	-	14,2	14,2	-	-
	<i>Berdeniella unispinosa</i>	-	14,2	-	-	-	-
	<i>Oxycera pardalina</i>	14,2	28,5	-	-	-	-
	<i>Simulium sp.</i>	42,8	100	100	87,5	50	66,6
	<i>Limnophora sp.</i>	-	-	-	12,5	-	-
	<i>Antocha sp.</i>	14,2	-	-	12,5	-	-
	<i>Chrysopilus erythrophthalmus</i>	-	-	-	12,5	-	-
	<i>Pedicia sp</i>	28,5	42,8	14,2	28,5	-	-
	<i>Chironomus sp.</i>	85,7	100	85,7	100	100	83,3
	<i>Thaumalea sp.</i>	14,2	-	-	-	-	-
<i>Liponeura sp.</i>	14,2	-	-	-	-	-	
<i>Chaoborus sp.</i>	-	-	14,2	-	-	14,2	
Pulmonata	<i>Physella acuta</i>	-	-	-	-	-	14,2
	<i>Physa sp</i>	-	-	-	-	-	14,2
Basommatophora	<i>Ancylus fluviatilis</i>	85,7	71,4	42,8	12,5	-	-
Ectobranchia	<i>Valvata sp.</i>	-	-	-	12,5	-	-

4.2.6. Örnekleme noktalarının bentik makroomurgasızlara göre benzerlik değerleri

Örnekleme noktaları arasındaki benzerlik değerleri, bentik makroomurgasız komünitelerinin farkının, Sorensen benzerlik indeksine göre değerlendirilmesiyle ortaya çıkarılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Bentik makroomurgasızlara göre örnekleme noktaları arasındaki benzerlik değerleri

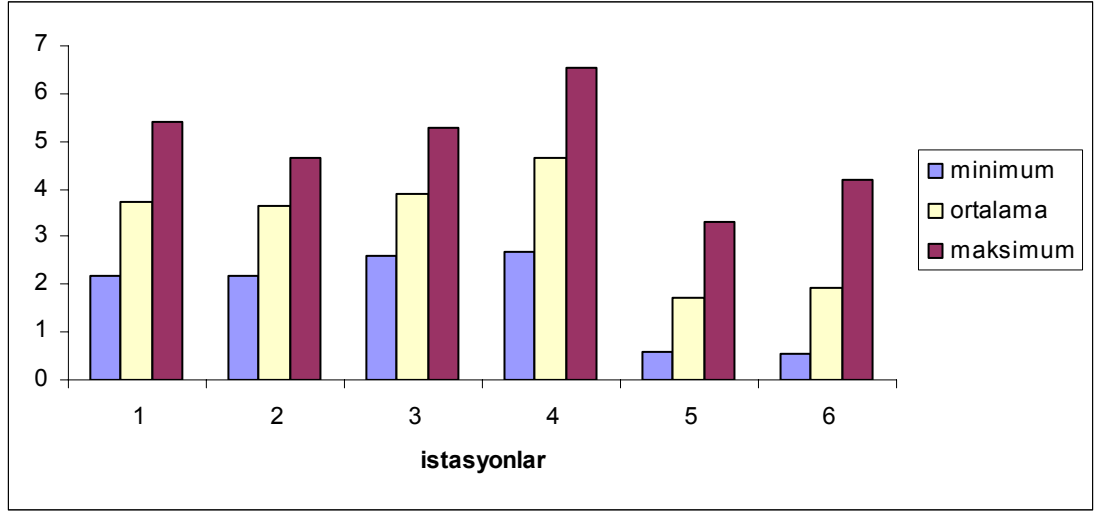
Örnekleme noktaları	I.İst	II. İst	III.İst	IV. İst	V. İst	VI. İst
I. İst	1	0,52	0,5	0,49	0,11	0,14
II. İst		1	0,6	0,51	0,21	0,22
III. İst			1	0,53	0,15	0,23
IV. İst				1	0,12	0,11
V. İst					1	0,44
VI. İst						1

En yüksek benzerlik değeri II. ve III. istasyonlar arasında gözlenmiştir. I. istasyon ile en benzer olan istasyon, II. istasyondur. En düşük benzerlik I. ve V. istasyonlar ile IV. ve VI. istasyonlar arasında gözlenmiştir. III. ve IV. ile II. ve IV. istasyonlar arasında da yüksek benzerlik oranı görülmektedir.

4.2.7. Örnekleme noktalarının bentik makroomurgasızlara göre çeşitlilik değerleri

Bentik makroomurgasızların çeşitlilik değerleri, uygulanan Margaleff çeşitlilik indeksine göre örnekleme noktalarına arasında farklılık göstermektedir.

En yüksek çeşitlilik değeri Mayıs 2007’ de IV. istasyonda 6,53 olarak ve yine IV. istasyonda Ağustos 2006’ da 6,41 olarak belirlenmiştir. En düşük çeşitlilik değeri ise Mayıs 2007’ de VI. istasyonda belirlenmiştir. Çalışma süresince yapılan örnekleme ortalaması çeşitlilik değerleri alındığında, en düşük ortalama çeşitlilik VI. istasyonda 1,87 olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama çeşitlilik ise IV. istasyonda 4,84 olarak saptanmıştır. Bu örnekleme noktasını 3,9 ile III. istasyon, 3,59 ile II. istasyon, 3,53 ile I. istasyon, 1,89 ile V. istasyon izlemektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.23. Örnekleme noktalarının bentik makroomurgasızlara göre çeşitlilik değerlerinin ortalamaları

Çizelge 4.6. Örnekleme noktalarının bentik makroomurgasızlara göre çeşitlilik değerleri

	I. İST	II. İST	III. İST	IV. İST	V. İST	VI. İST
TEMMUZ	4	4	4	4,5	1,67	1,87
AĞUSTOS	4,18	3,4	5,28	6,41	2,17	4,18
EYLÜL	4,26	3	3,8	4,76	1,67	1,87
EKİM	3,14	2,22	2,61	2,68	1,44	1,44
KASIM	3,54	2,19	2,8	3,78	3,33	3,33
ARALIK	4	4	4	4,76	1,5	1,87
OCAK	2,72	4,51	3,44	4,84	1,29	1,19
ŞUBAT	4,26	3,4	3,8	3,44	1,84	1,87
MART	3,53	4,51	4	4,5	1,67	1,87
NİSAN	5,4	3,72	4,57	3,34	2,17	1,53
MAYIS	2,18	4,65	5,12	6,53	0,57	0,55
HAZİRAN	3,59	4,49	3,48	6,31	0,75	0,87

4.3. Çukurca Dere ve Isparta Deresi' nde Belirtilen Yöntemlere ve Örneklemeye Noktalarına Göre Su Kalitesi Bulguları

4.3.1. I. istasyon

I. istasyonda, kullanılan yöntemlere göre belirlenen su kalitesi sınıfları Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. I. istasyonda çeşitli indekslere göre su kalite sınıfları

I. istasyon	Klee (1991)	Saprobi İ.		FBI		BMWP		ASPT		BBI	
	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı
Tem.06	II	2,04	II	5,18	II-III	50	IV	5,55	II	9	I
Ağu.06	-	1,18	I	5,33	II-III	47	IV	5,22	II	10	I
Eyl.06	-	1,6	I-II	5,18	II-III	58	III	6,44	I	9	I
Eki.06	I	1,17	I	5,4	II-III	42	IV	6	II	10	I
Kas.06	-	0,68	I	4,86	II	50	IV	5,55	II	10	I
Ara.06	-	1,7	I-II	5,18	II-III	50	IV	5,55	II	9	I
Oca.07	I	2,32	II-III	6	III	30	IV	5	II	8	II
Şub.07	-	1,62	I-II	5,18	II-III	44	IV	5,5	II	9	I
Mar.07	-	1,5	I-II	5,18	II-III	47	IV	5,22	II	9	I
Nis.07	-	0,48	I	5,37	II-III	58	III	6,44	I	9	I
May.07	I-II	1,05	I	4,43	II	30	IV	6	II	10	I
Haz.07	-	1,27	I	4,92	II	44	IV	5,5	II	10	I

I. istasyonda, mevsimsel olarak uygulanan ve Klee (1991)' ye göre yapılan fiziko-kimyasal değerlendirme sonucunda, bu istasyonun Temmuz 2006' da organik olarak orta derecede kirlenmiş (II) su kalite sınıfına dahilken Ekim 2006 ve Ocak 2007' de çok az kirlenmiş (I) su kalite sınıfına dahil olduğu, Mayıs 2007' de ise az kirlenmiş (I-II) su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Bentik makroomurgasızlar kullanılarak uygulanan Saprobi indekse göre bu örneklemeye noktasının, Ağustos, Ekim, Kasım 2006, Nisan 2007 ve Mayıs, Haziran

2007 tarihlerinde organik olarak çok az kirlenmiş (I) su kalite sınıfında, Eylül, Aralık 2006 ve Şubat, Mart 2007 tarihlerinde az kirlenmiş(I-II), Temmuz 2006' da orta derecede kirlenmiş (II), Ocak 2007' de ise kritik derecede kirlenmiş (II-III) su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

I. istasyon, FBI'a göre, Kasım 2006, Mayıs ve Haziran 2007 tarihlerinde az kirlenmiş (II), Ocak 2007' de oldukça kirlenmiş (III), diğer aylarda ise kritik derecede kirlenmiş (II-III) su kalite sınıflarına dahildir.

Bu istasyon, BMWP'e göre Eylül 2006 ve Nisan 2007' de az kirlenmiş (III), diğer aylarda ise orta derecede kirlenmiş (IV) su kalite sınıfındadır.

ASPT' e göre bu istasyon, Eylül 2006 ve Nisan 2007' de kirlenmemiş (I), diğer aylarda ise az kirlenmiş (II) su kalite sınıfındadır. BBI' a göre bu istasyon, Ocak 2007' de hafif kirlenmiş (II), diğer aylarda hafif kirlenmiş veya hiç kirlenmemiş (I) su kalite sınıfına dahildir.

4.3.2. II. istasyon

II. istasyonda, kullanılan yöntemlere göre belirlenen su kalitesi sınıfları Çizelge 4.8' de verilmiştir.

II. istasyonda, mevsimsel olarak uygulanan ve Klee (1991)' ye göre yapılan fiziko-kimyasal değerlendirme sonucunda, bu istasyonun Temmuz 2006 ve Mayıs 2007' de organik olarak az kirlenmiş (I-II) su kalite sınıfına dahilken, Ekim 2006 ve Ocak 2007' de çok az kirlenmiş (I) su kalite sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir.

Saprobi indekse göre bu örnekleme noktasının, Nisan 2007' de organik olarak çok az kirlenmiş (I), Aralık 2006' da az kirlenmiş (I-II) kalite sınıfında, Temmuz, Eylül, Kasım 2006 ve Ocak, Şubat, Mart, Haziran 2007 tarihlerinde orta derecede kirlenmiş (II), Ekim 2006 ve Mayıs 2007' de kritik derecede kirlenmiş(II-III), Ağustos 2006' da çok kirlenmiş (III) su kalite sınıflarında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. II. istasyonda çeşitli indekslere göre su kalite sınıfları

II. istasyon	Klee (1991)	Saprobi İ.		FBI		BMWP		ASPT		BBI	
	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı
Aylar											
Tem.06	I-II	2,2	II	5,47	II-III	60	III	6	II	8	II
Ağu.06	-	3,06	III	5,56	II-III	35	IV	5,83	II	8	II
Eyl.06	-	2,1	II	5,2	II-III	50	IV	5,55	II	9	I
Eki.06	I	2,67	II-III	5,87	III	19	V	3,8	IV	6	III
Kas.06	-	2,11	II	5,83	III	19	V	3,8	IV	7	II
Ara.06	-	1,7	I-II	5,74	II-III	44	IV	5,5	II	8	II
Oca.07	I	1,86	II	5,22	II-III	60	III	6	II	8	II
Şub.07	-	1,8	II	5,37	II-III	47	IV	5,22	II	8	II
Mar.07	-	1,97	II	5	II	58	III	6,44	I	8	II
Nis.07	-	1,22	I	4,9	II	30	IV	5	III	9	I
May.07	I-II	2,37	II-III	5,25	II-III	48	IV	5,33	II	9	I
Haz.07	-	1,97	II	5	II	47	IV	5,87	II	9	I

II. istasyon, FBI'a Mart, Nisan ve Haziran 2007 tarihlerinde organik olarak az kirlenmiş (II) su kalite sınıfına, Ekim ve Kasım 2006' da oldukça kirlenmiş (III) su kalite sınıfına, diğer aylarda ise kritik derecede kirlenmiş (II-III) su kalite sınıfına dahildir.

Bu istasyon, BMWP'e göre Temmuz 2006, Ocak ve Mart 2007' de organik olarak az kirlenmiş (III), Ekim ve Kasım 2006' da kirlenmiş (V) su kalite sınıfında, diğer aylarda ise orta derecede kirlenmiş (IV) su kalite sınıfındadır.

ASPT' e göre bu istasyon, Mart 2007' de kirlenmemiş (I) su kalite sınıfında, Nisan 2007' de orta derecede kirlenmiş (III), Ekim ve Kasım 2006' da aşırı derecede kirlenmiş (IV) su kalite sınıfında, diğer aylarda ise az kirlenmiş (II) su kalite sınıfındadır.

BBI' a göre, Ekim 2006' de organik olarak orta derecede kirlenmiş (III), Eylül 2006, Nisan, Mayıs ve Haziran 2007' de hafif kirlenmiş veya hiç kirlenmemiş (I) su kalite sınıfına, diğer aylarda hafif kirlenmiş (II) su kalite sınıfına dahildir.

4.3.3. III. istasyon

III. istasyonda, kullanılan yöntemlere göre belirlenen su kalitesi sınıfları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. III. istasyonda çeşitli indekslere göre su kalite sınıfları

Aylar	Klee (1991)	Saprobi İ.		FBI		BMWP		ASPT		BBI	
	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı
Tem.06	I-II	2,19	II	6,02	III	50	IV	5,55	II	8	II
Ağu.06		2,9	III	7,39	IV	45	IV	5	III	6	III
Eyl.06		2,2	II	5,51	II-III	53	III	5,5	II	8	II
Eki.06	II	0,51	I	4,63	II	24	V	6	II	9	I
Kas.06		2,36	II-III	5,38	II-III	30	IV	5	III	9	I
Ara.06		2,35	II-III	5	II	30	IV	5	III	8	II
Oca.07	I	1,94	II	5,34	II-III	50	IV	5,55	II	9	I
Şub.07		2,4	II-III	5,51	II-III	53	III	5,3	II	8	II
Mar.07		2,31	II-III	5,51	II-III	45	IV	5	III	8	II
Nis.07		1,81	II	5,02	II-III	34	IV	5,66	II	7	II
May.07	II	2,94	III	5,42	II-III	53	III	5,3	II	8	II
Haz.07		2,97	III	5,45	II-III	33	IV	5,5	II	9	I

III. istasyonda, mevsimsel olarak uygulanan ve Klee (1991)' ye göre yapılan fiziko-kimyasal değerlendirme sonucunda, bu istasyonun Temmuz 2006' da az kirlenmiş (I-II) su kalite sınıfına dahilken, Ekim 2006 ve Mayıs 2007' de orta derecede kirlenmiş (II) su kalite sınıfına, Ocak 2007' de ise çok az kirlenmiş (I) su kalite sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir.

Saprobi indekse göre bu örnekleme noktasının, Ekim 2006' da çok az kirlenmiş (I) su kalite sınıfında, Temmuz, Eylül 2006 ve Ocak, Nisan 2007 tarihlerinde orta derecede kirlenmiş (II) su kalite sınıfında, Kasım ve Aralık 2006, Şubat 2007 ve Mart 2007 tarihlerinde kritik kirlenmiş(II-III) su kalite sınıfında, Ağustos 2006, Mayıs ve Haziran 2007' de çok kirlenmiş (III) su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

III. istasyon, FBI'a göre, Ekim ve Aralık 2006 tarihlerinde az kirlenmiş (II) su kalite sınıfına, Temmuz 2006' da oldukça kirlenmiş (III), Ağustos 2006' da aşırı derecede kirlenmiş (IV), diğer aylarda ise kritik derecede kirlenmiş (II-III) su kalite sınıflarına dahildir.

Bu istasyon, BMWP'e göre Eylül 2006, Şubat ve Mayıs 2007' de az kirlenmiş (III), Ekim 2006' da kirlenmiş (V), diğer aylarda ise orta derecede kirlenmiş (IV) su kalite sınıfındadır.

ASPT' e göre bu istasyon, Ağustos, Kasım, Aralık 2006 ve Mayıs 2007' de orta derecede kirlenmiş (III), diğer aylarda ise az kirlenmiş (II) su kalite sınıfındadır.

BBI' a göre bu istasyon, Ağustos 2006' de orta derecede kirlenmiş (III), Ekim, Kasım, Ocak ve Haziran 2007' de hafif kirlenmiş veya hiç kirlenmemiş (I), diğer aylarda hafif kirlenmiş (II) su kalite sınıfına dahildir.

4.3.4. IV. istasyon

IV. istasyonda, kullanılan yöntemlere göre belirlenen su kalitesi sınıfları Çizelge 4.10' da verilmiştir.

IV. istasyonda, mevsimsel olarak uygulanan ve Klee (1991)' ye göre yapılan fiziko-kimyasal değerlendirme sonucunda, bu istasyonun Temmuz ve Ekim 2006' da az kirlenmiş (I-II) su kalite sınıfına dahilken, Ocak ve Mayıs 2007' de çok az kirlenmiş (I) su kalite sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. IV. istasyonda çeşitli indekslere göre su kalite sınıfları

IV. istasyon Aylar	Klee (1991)	Saprobi İ.		FBI		BMWP		ASPT		BBI	
	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı
Tem.06	I-II	1,7	I-II	4,38	II	68	III	6,8	I	8	II
Ağu.06		1,31	I	4,67	II	62	III	6,2	I	8	II
Eyl.06		2,8	III	4	I-II	51	III	6,37	I	8	II
Eki.06	I-II	3,65	IV	4,8	II	23	V	4,6	III	6	III
Kas.06		3,65	IV	2,01	I	46	IV	5,75	II	10	I
Ara.06		1,8	I-II	4,76	II	68	III	6,8	I	8	II
Oca.07	I	3,19	III	3,9	I-II	51	III	6,37	I	10	I
Şub.07		3,9	IV	4,8	II	35	IV	5,83	II	8	II
Mar.07		2,4	II-III	4,38	II	46	IV	5,75	II	8	II
Nis.07		2,14	II	3,74	I	43	IV	5,375	II	10	I
May.07	I	2,7	II-III	3,31	I	81	III	6,75	I	7	II
Haz.07		2,08	II	3,49	I	68	III	6,8	I	7	II

Saprobi indekse göre bu örnekleme noktasının, Ağustos 2006' da çok az kirlenmiş (I), Temmuz, Aralık 2006 ve Ocak ve Şubat 2007 tarihlerinde az kirlenmiş (I-II), diğer aylarda ise orta derecede kirlenmiş (II) su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

IV. istasyon, FBI'a göre, Kasım 2006 ve Nisan, Mayıs, Haziran 2007 tarihlerinde kirlenmemiş (I), Eylül 2006' ve Ocak 2007' de çok az kirlenmiş (I-II), diğer aylarda ise az kirlenmiş (II) su kalite sınıfına dahildir.

Bu istasyon, BMWP'e göre Eylül 2006 ve Şubat, Mayıs 2007' de az kirlenmiş (III) , Ekim 2006' da kirlenmiş (V), diğer aylarda ise orta derecede kirlenmiş (IV) su kalite sınıfındadır.

ASPT' e göre bu istasyon, Kasım 2006 ve Şubat, Mart, Nisan 2007' de az kirlenmiş (II), Ekim 2006' da orta derecede kirlenmiş (III), diğer aylarda kirlenmemiş (I) su kalite sınıfındadır.

BBI' a göre bu istasyon, Ekim 2006' de orta derecede kirlenmiş (III), Kasım 2006, Ocak 2007 ve Nisan 2007' de hafif kirlenmiş veya hiç kirlenmemiş (I), diğer aylarda hafif kirlenmiş (II) su kalite sınıfına dahildir.

4.3.5. V. istasyon

V. istasyonda, kullanılan yöntemlere göre belirlenen su kalitesi sınıfları Çizelge 4.11' de verilmiştir.

Çizelge 4.11. V. istasyonda çeşitli indekslere göre su kalite sınıfları

V. istasyonAylar	Klee (1991)	Saprobi İ.		FBI		BMWP		ASPT		BBI	
	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı
Tem.06	III-IV	3,6	IV	6,11	III	2	V	2	IV	1	V
Ağu.06	-	3,71	IV	7,12	III-IV	7	V	3,5	IV	1	V
Eyl.06	-	3,56	IV	6	III	6	V	3	IV	-	V
Eki.06	III-IV	3,65	IV	6	III	7	V	3,5	IV	2	V
Kas.06	-	3,65	IV	6	III	2	V	2	IV	1	V
Ara.06	-	3,65	IV	6	III	7	V	3,5	IV	-	V
Oca.07	III	3,9	IV	6	III	7	V	3,5	IV	2	V
Şub.07	-	3,59	IV	6,22	III	6	V	3	IV	-	V
Mar.07	-	3,65	IV	6,22	III	7	V	3,5	IV	-	V
Nis.07	-	3,59	IV	5,79	III	6	V	3	IV	-	V
May.07	III-IV	3,65	IV	5,87	III	2	V	2	IV	-	V
Haz.07	-	3,65	IV	6	III	7	V	3,5	IV	-	V

V. istasyonda, mevsimsel olarak uygulanan ve Klee (1991)' ye göre yapılan fiziko-kimyasal değerlendirmeye gre, bu istasyon Temmuz, Ekim 2006 ve Mayıs 2007' de organik olarak çok kuvvetli kirlenmiş (III-IV), Ocak 2007' de çok kirlenmiş (III) su kalite sınıfına dahildir.

Saprobi indekse göre bu örnekleme noktası, bütün aylarda organik olarak şiddetli kirlenmiş (IV) su kalite sınıfına dahildir.

V. istasyon, FBI'a göre, Ağustos 2006' da organik olarak çok kirlenmiş (III-IV), diğer aylarda ise oldukça kirlenmiş (III) su kalite sınıfına dahildir.

Bu istasyon BMWP'e göre, bütün aylarda organik olarak kirlenmiş (V) su kalite sınıfına dahildir.

ASPT' e göre bu istasyon, bütün aylarda organik olarak aşırı derecede kirlenmiş (IV) su kalite sınıfına dahildir.

BBI' a göre bu istasyon, bütün aylarda organik olarak çok yoğun kirlenmiş (V) su kalite sınıfına dahildir.

4.3.6. VI. istasyon

VI. istasyonda, kullanılan yöntemlere göre belirlenen su kalitesi sınıfları izelge 4.12' de verilmiştir.

VI. istasyonda, mevsimsel olarak uygulanan ve Klee (1991)' ye göre yapılan fiziko-kimyasal değerlendirmeye göre, bu bütün aylarda organik olarak çok kirlenmiş (III) su kalite sınıfına dahildir.

Saprobi indekse göre bu örnekleme noktası, bütün aylarda organik olarak şiddetli kirlenmiş (IV) su kalite sınıfına dahildir.

VI. istasyon, FBI'a göre, Ağustos 2006' da organik olarak aşırı derecede kirlenmiş (IV), Nisan 2007' de kritik derecede kirlenmiş (II-III), diğer aylarda ise oldukça kirlenmiş (III) su kalite sınıfına dahildir.

Çizelge 4.12. VI. istasyonda çeşitli indekslere göre su kalite sınıfları

VI. istasyon Aylar	Klee (1991)	Saprobi İ.		FBI		BMWP		ASPT		BBI	
	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı	Değer	Kalite sınıfı
Tem.06	III	3,8	IV	6,13	III	7	V	3,5	IV	2	V
Ağu.06		4	IV	7,89	IV	21	V	3,5	IV	1	V
Eyl.06		3,5	IV	6,26	III	2	V	2	IV	1	V
Eki.06	III	3,65	IV	6	III	7	V	3,5	IV	2	V
Kas.06		3,65	IV	6	III	2	V	2	IV	1	V
Ara.06		3,62	IV	6,13	III	7	V	3,5	IV	1	V
Oca.07	III	3,9	IV	6	III	7	V	3,5	IV	3	IV
Şub.07		3,65	IV	6	III	7	V	3,5	IV	-	V
Mar.07		3,59	IV	6,13	III	6	V	3,5	IV	-	V
Nis.07		3,65	IV	5,08	II-III	7	V	3,5	IV	-	V
May.07	III	3,65	IV	5,95	III	2	V	2	IV	-	V
Haz.07		3,65	IV	6	III	7	V	3,5	IV	3	IV

Bu istasyon, BMWP'e göre bütün aylarda organik olarak kirlenmiş (V) su kalite sınıfına dahildir.

ASPT' e göre bu istasyon, bütün aylarda organik olarak aşırı derecede kirlenmiş (IV) su kalite sınıfına dahildir.

BBI' a göre bu istasyon, Ocak ve Haziran 2007' de organik olarak yoğun kirlenmiş (IV) su kalite sınıfına, diğer aylarda çok yoğun kirlenmiş (V) su kalite sınıfına dahildir.

Çizelge 4.13. Örnekleme noktalarının ortalama su kalitesi

	I.İst	II.İst	III.İst	IV.İst	V.İst	VI.İst
Klee (1991)	I-II	I-II	II	II	IV	IV
Saprobi İ.	1,38	2,08	2,24	1,94	3,65	3,69
	I	II	II	II	IV	IV
FBI	5,18	5,37	5,51	4,38	6,11	6,15
	II-III	II-III	II-III	II	III	III
BMWP	45,83	43,08	41,66	53,5	5,5	6,83
	IV	IV	IV	III	V	V
ASPT	5,66	5,36	5,34	6,11	3	3,57
	II	II	II	II	IV	IV
BBI	9	8	8	8	0	1
	I	II	II	II	V	V

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, Çukurca Dere ve Isparta Deresi' nin su kalitesini fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden incelemek amacıyla Temmuz 2006 ve Haziran 2007 tarihleri arasında 12 aylık bir süreçte gerçekleştirilmiştir.

Çukurca Dere' nin kaynak bölgesi olan I. istasyonda, arazi çalışması boyunca sıcaklık değerlerinde çok fazla bir değişim gözlenmemiş ve sıcaklık değerleri mevsimsel şartlardan etkilenmemiştir. Kaynak bölgelerinin su sıcaklığı kaynak bölgesinin bulunduğu yerin ortalama hava sıcaklığına yakındır. Tanyolaç (2004)' a göre kaynak bölgelerindeki su sıcaklığı çok fazla değişim göstermemektedir. Tüm istasyonlar içinde sıcaklık değerleri bakımından I. istasyon en düşük değerlere sahiptir (ort. 8,77 °C). Diğer örnekleme noktalarında ise su sıcaklığı mevsimsel şartlara ve akarsu akımına bağlı olarak değişmektedir. Arazi çalışması süresince en yüksek ortalama su sıcaklığı V. istasyonda 20,17 °C olarak saptanmıştır. V. istasyon kaynağa uzak bir bölümdedir ve çeşitli yan kolların birleşmesiyle taşıdığı su miktarı da artmıştır. Akarsuya yakın alanda ağaç formlarının bulunmaması akarsuyun direkt güneş ışınlarını almasını sağlamıştır. Bu sebeplerden V. istasyonda sıcaklık değerleri yükselmiştir. Akarsularda su sıcaklığının, kaynak bölgelerinden nehir ağzına doğru, su akımının yavaşlaması ve akarsu yatağının genişlemesi ile daha yüksek değerlere ulaşması beklenmektedir (Tanyolaç, 2004). Sıcaklık, sucul organizmaların gelişmeleri, yayılmaları ve popülasyonlarını devam ettirebilmeleri için çok önemli bir fiziksel faktördür (Tanyolaç, 2004). Ayrıca sıcaklık değerleri akarsuların bölgelere ayrılmasında ve akarsu sınıflandırılmasında oldukça öneme sahip olup kaynak uzantılarında sıcaklık genelde düşük seviyelerdedir (Schmitz, 1954).

Bütün istasyonlar göz önüne alındığında pH, çok büyük değişimler göstermemektedir. Mevsimsel olarak yapılan ölçümlere bakıldığında, en düşük pH değeri (7,68) Mayıs 2007' de I. istasyonda, en yüksek pH değeri (8,92) Ocak 2007' de V. istasyonda gözlenmiştir. İstasyonların ortalama pH değerleri birbirine yakın olup, tüm istasyonlar hafif bazik özellik göstermektedir. Her canlının belli bir pH aralığına toleransı vardır. pH ile oksijen arasında zıt bir ilişki vardır. Yüksek pH ve

düşük oksijen canlılar üzerine öldürücü etki yapar (Tanyolaç, 2004). Höll (1979)'e göre canlıların yaşaması için en uygun pH aralığı 6,5 ile 8,5 değerleri arasındır.

Çukurca Dere, çözünmüş oksijen miktarı bakımından yüksek değerlere sahiptir. Ortalama çözünmüş oksijen değerleri 7,2 mg/l ile 9,96 mg/l arasında değişmektedir. Çözünmüş oksijen değeri ve oksijen doygunluğu gerek kaynaktan çıkan suyun belli bir mesafeden sonra havalanmasından, gerekse de ortamda bulunan çok sayıda alg türünün fotosentez aktivitesi sonucunda yükselmektedir. En yüksek ortalama çözünmüş oksijen miktarı Çukurca Dere üzerindeki I. istasyonda ölçülmüştür (9,96 mg/l). I. istasyon, kaynak bölge olması nedeniyle, en düşük sıcaklığa sahip olduğundan çözünmüş oksijen değerinin yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Bu istasyonda kaynaklardan gelen su havalanmakta ve bu da oksijen içeriğini artırmaktadır. Akarsuların yukarı havzaları turbulans ve düşük sıcaklık nedeniyle yüksek çözünmüş oksijen değerine sahiptir (Sarıhan, 1970; Tanyolaç, 2004). En düşük ortalama çözünmüş oksijen miktarı ise Isparta Deresi üzerindeki VI. istasyonda ölçülmüştür (7,2 mg/l). VI. istasyon yoğun şekilde organik ve inorganik kirleticilere maruz kaldığından ve yüksek sıcaklığa sahip olduğundan dolayı çözünmüş oksijen değeri düşüktür. Ayrıca bu istasyonda, diğer istasyonlara göre akış hızı azalmış ve havalanma miktarı da düşmüştür. Kirlenme akarsulardaki çözünmüş oksijen miktarını azaltmaktadır (Barlas, 1988; 1995, Kalyoncu, 2002; Kalyoncu vd., 2005). Organik kirleticilerin veya bataklık sularının karışması oksijenin azalmasına neden olur (Tanyolaç, 2004).

Sularda bulunan çözünmüş mineral maddelerin ve çözünmüş tuzların etkisi ile oluşan elektriksel iletkenlik, belirlenen 6 istasyon içinde en düşük ortalama değeri I. istasyonda sergilemektedir (231 $\mu\text{S}/\text{cm}$). En yüksek ortalama elektriksel iletkenlik değeri ise V. istasyonda ($978,25 \mu\text{Scm}^{-1}$) belirlenmiştir. Suyun elektriksel iletkenliği hem jeolojik etkilere hem de dış etkilere bağlıdır (Höll, 1979; Barlas, 1995). Elektriksel iletkenlik tuzluluk ve sıcaklık artışı ile doğru orantılıdır. Isparta Deresi üzerinde yer alan V. ve VI. istasyonda elektrik iletkenliği değerlerinin yüksek çıkmasının nedeninin Isparta ilinden gelen kirleticilerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu istasyonlarda sonbahar ve kış mevsimlerinde yapılan ölçümlerde elektriksel iletkenlik değerlerinde düşüş olduğu saptanmıştır. Kar

sularının akarsulara karıştığı aylarda genellikle elektrik iletkenliği değerlerinin düşük olduğu ifade edilmektedir (Egborge, 1971; Savaş ve Cengiz, 1994). Kalyoncu vd., (2005), Aksu Çayı üzerinde yapmış olduğu çalışmada en yüksek ortalama elektriksel iletkenlik değerlerini çok kirlenmiş su kalite sınıfına dahil ettiği örnekleme noktalarında saptamıştır. Taşdemir ve Göksu (2001), elektriksel iletkenlik değerinin, çözülmüş olarak bulunan toplam madde miktarı konusunda bilgi verdiğini ve kirlenme için bir gösterge olarak ele alınabileceğini belirtmişlerdir. Belirlenen istasyonlarda elde edilen bulgular, Taşdemir ve Göksu'nun (2001) sonuçlarını destekler niteliktedir. Elektriksel iletkenlik ile kirlilik arasında bir bağ kurabilmek için, kirlilik parametreleri kadar jeolojik yapının da bilinmesi gerekmektedir.

Kalsiyum ve magnezyum mineralleri tatlı suda en çok bulunan iyonlardır. Sularda sertlik tayinleri genellikle bu iki iyona bakılarak yapılır. Alglerin ve yüksek bitkilerin gelişimini hızlandıran kalsiyum yoğunluğu diğer organizmaların dağılımları üzerine de etkilidir (Cirik ve Cirik, 1991). Kalsiyum bakımından ortalama en düşük değer I. istasyonda (39,06mg/l), ortalama en yüksek değer VI. (73,04 mg/l) olarak tespit edilmiştir. Magnezyum bakımından I. istasyon diğer istasyonlara göre düşük değerlere sahiptir (ort. 17,65 mg/l). En yüksek ortalama değer VI. istasyonda (43,34 mg/l) tespit edilmiştir.

Klorür bakımından, V. ve VI. istasyonlar hariç diğer istasyonlar düşük klorür miktarına sahiptir. Bu istasyonlarda (I., II., III. ve IV. ist.) klorür değerleri birbirine oldukça yakın düzeylerde seyretmiştir. Klorür iyonunun en düşük ortalama değeri I. ve III. istasyonda 2,5 mg/l olarak tespit edilmiştir. En yüksek ortalama değer ise V. istasyonda 109,25 mg /l olarak tespit edilmiştir. Bu değer, bu istasyonun organik bakımdan kirli olduğunu göstermektedir. Kirlenmiş sularda klorür miktarında artış göstermektedir (Klee, 1991; Kalyoncu, 1996; Kalyoncu vd., 2005)

Amonyum azotu ortalama değerleri II., V. ve VI. istasyon hariç, diğer istasyonlarda analiz limitlerinin altında tespit edilmiştir. II. istasyon analiz limitleri sınırındadır. En düşük ortalama değerler (0,05 mg/l) Çukurca Dere üzerindeki ilk dört istasyonda, en yüksek ortalama değer ise V. istasyonda (9,95 mg/l) ölçülmüştür. V. ve VI. istasyonlarda amonyum değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni akarsuya katılan atık sulardır. Egemen ve Sunlu (1996)' ya göre, evsel ve endüstriyel atık sular akarsudaki

amonyum azotu miktarını arttırmaktadır. Amonyum değeri pH ve sıcaklığa bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bol oksijenli temiz sularda çok az miktarda amonyuma rastlanır. Organik maddelerin bozulması, özellikle organik gübre ve inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübreleme, evsel ve endüstriyel atık suların değarjı sonunda amonyum miktarı artmaktadır. Çalışma sonuçları da bu bilgilerle paralellik göstermektedir. Tanyolaç (2004), temiz sularda amonyum azotunun genellikle 1 mg/l miktarının altında bulunduğunu belirtmektedir.

Amonyum oksitlenmesi sonucu ara ürün olarak nitrit oluşur. Girgin ve Kazancı (1994)' ya göre nitrit azotu temiz sularda bulunmaz veya eser düzeyde bulunur. Organik kirlenmenin olduğu sularda yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir. Nitrit iyonunun bir akarsuda veya bir su numunesinde bulunmaması, o suyun kaynak karakterinden ileri gelmektedir (Klee, 1990). Kararsız bir bileşik olan nitrit azotunun sürekli olarak bulunması evsel veya endüstriyel bir atık su karışımının göstergesidir. Belirlenen istasyonlardan Isparta Deresi üzerindeki V. ve VI. istasyonlarda nitrit miktarı beklendiği gibi yüksek miktarlarda, diğer istasyonlarda ise düşük seviyelerde tespit edilmiştir. V. ve VI. istasyonlar Isparta ilinden gelen kanalizasyon sularını aldığından nitrit değerleri yüksektir. Nitrit miktarının en yüksek tespit edildiği V. istasyon (ort. 1,48 mg/l), en düşük tespit edildiği ise Çukur Dere üzerindeki ilk dört istasyon (ort. 0,002 mg/l) olmuştur. VI. istasyonda, V. istasyon gibi yüksek nitrit değerlerine sahiptir (ort. 1,05 mg/l). Stevens ve Laughlin (1994)'a göre nitrit azotu sucul canlılar için toksik etkiye sahiptir ve sularda sürekli bulunması sucul organizmalar için sakıncalıdır. SKKY (1998)' e göre nitrit azotu 0,05 mg/l üzerinde ise su çok kirlenmiş kabul edilmektedir. Belirlenen örnekleme noktalarında nitrit azotu, V. ve VI. istasyonda bu değerin üzerine çıkmıştır.

Nitrat azotu da temiz sularda çok az miktarda bulunur (Tanyolaç, 2004). Organik kirlenmenin ve aşırı yağışlı zamanlarda tarım alanlarının yıkanmasıyla akarsudaki nitrat miktarı artabilir (Karpuzcu, 1994). Egemen ve Sunlu'ya (1996) göre nitrifikasyonun son ürünü nitrat azotudur ve Dünya Sağlık Teşkilatı'na göre 10 mg/l miktarına kadar olan nitrat azotu miktarı, içme sularında kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Nitrat azotu I. istasyonda en düşük seviyede (ort. 2,17 mg/l), VI.

istasyonda en yüksek seviyede (ort. 6,71 mg/l) belirlenmiştir. V. istasyon nitrat ortalaması da yüksektir (6,12 mg/l). Schwörbel (1980)'e göre akarsularda atık su etkisi ile nitrat miktarı artmaktadır.

Bir besin elementi olan fosfor, çözülmüş halde iken ortofosfat olarak bulunur (Egemen ve Sunlu 1996). Doğal sularda yeterli fosfor bulunmaması, besin eksikliğine neden olduğundan önce fitoplankton gelişmesinin yavaşladığı ve bunun sonucu olarak sistemin produktivitesinin düştüğü görülür (Tanyolaç, 2004). Atık su kirlenmesinde ortofosfat miktarı garantili bir indikatördür (Höll, 1979). Tüm istasyonlar incelendiğinde V. istasyon en yüksek ortofosfat değerine sahiptir (ortalama 3,57 mg/l). Bu değer oldukça yüksek olup, IV. su kalite sınıfını yani akarsuyun şiddetli derecede kirlenmiş olduğunu gösterir. Evsel atık sular akarsulardaki ortofosfat miktarını artırır (Uslu ve Türkmen, 1987). Isparta Dere'si, Isparta ilinden gelen kanalizasyon ve diğer atık suları almaktadır. Bu sebepten V. ve VI. istasyonda ortofosfat değerleri oldukça yükselmiştir. Diğer istasyonlarda ortofosfat düşük değerlerde kalmıştır. I. istasyon (ort. 0,08 mg/l) ve II. istasyon (0,09 mg/l) en düşük fosfat değerine sahiptir.

Aerobik şartlar altında suda bulunan mikroorganizmalar tarafından organik maddelerin parçalanmasında kullanılmak üzere gerekli olan oksijen miktarı olarak tanımlanan Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5), suyun kimyasal ekolojisinde organik kirlenmenin bir ölçüsüdür (Egemen ve Sunlu 1996). Biyokimyasal oksijen ihtiyacı bakımından, yoğun kirliliğe maruz kalan V. ve VI. istasyon en yüksek değerlere sahiptirler (sırasıyla ortalama 12 mg/l; 7,87 mg/l). En yüksek BOI_5 değeri Mayıs 2007 tarihinde V. istasyonda, en düşük BOI_5 değeri Ocak 2007' de I. istasyonda ölçülmüştür. V. ve VI. istasyonlarda biyokimyasal oksijen ihtiyacının yüksek, diğer istasyonlarda düşük çıkması beklenen bir sonuçtur. III. istasyondaki BOI_5 miktarında da, ilk iki istasyona göre bir artış gözlenmektedir. Bunun nedeni III. istasyon üzerinde kurulu olan alabalık üretim çiftliklerinin etkisidir. Barlas vd., (2000) Yuvarlakçay üzerinde yapmış oldukları çalışmada alabalık çiftliklerinden sonraki örnekleme noktasında en yüksek ortalama BOI_5 değerini bulmuşlardır.

Bir suyun sertliği, o suyun temas ettiği topraktaki minarelerin çözümlenmesiyle ilişkilidir (Egemen ve Sunlu 1996). Sularda sertlik, toprak alkali iyonlardan kaynaklanmaktadır (Barlas, 1995). Su sertliğinde önemli olan iyonlar kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır, nadiren de stronsiyum ve baryum iyonları etkili olabilmektedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Höll (1979), insan sağlığı için en uygun içme suyu sertliği 5–15 °dH arasında olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmada toplam sertliği belirlemek için Alman sertliği kullanılarak, Klee (1990)'ye göre istasyonlar sertlik derecesine göre sınıflandırılmıştır. I. istasyon ortalama sertlik değeri 9,47 °dH olarak tespit edilmiştir. I. istasyon orta sert su sınıfına girmektedir. En yüksek ortalama toplam sertlik değeri V. istasyonda (18,14 °dH) ölçülmüştür. II. ve III. ve istasyon orta sert su sınıfına, IV. ve VI. istasyonlar oldukça sert su sınıfına girmektedir. Sertlik değerlerindeki değişimler kaynaktan uzaklaştıkça fazladır. Bunun sebebi debi değişimleri, yağış ve yüzey sularının katılmasıdır (Egbogre, 1971; Savaş ve Cengiz, 1994). Toplam sertlik değeri, elektriksel iletkenlik değerinde de olduğu gibi tek başına kirlilik göstergesi değildir. Ancak, diğer fiziko-kimyasal parametreler ve jeolojik yapı ile beraber ele alındığında, V. ve VI. istasyonda saptanan yüksek toplam sertlik değerinin kirlilik baskısı ile oluştuğu, IV. istasyonda ise jeolojik yapıdan kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır.

Araştırma süresi boyunca belirlenen 6 istasyonda taban büyük omurgasızlardan Turbellaria, Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinea, Crustacea, Insecta sınıflarına ait toplam 71 takson ve bu taksonlara ait 18 583 birey belirlenmiştir. Taban büyük omurgasızlar içerisinde en fazla bireyle temsil edilen grup Insecta olmuştur. Girgin (1994) Ankara Çayı ve kollarında, Dögel (1995) Yuvarlakçay'da, Zamora-Munoz ve Tercedor (1996) İspanya'da organik olarak kirlenmiş bir akarsuda yaptıkları çalışmada en fazla takson ile temsil edilen sınıfın Insecta olduğunu bildirmiştir. İmamoğlu (2000), Dipsiz-Çine Çayı'nda, Yorulmaz (2003), Dalaman Çayı'nda, Kalyoncu vd., (2005) Aksu Çayı'nda ve Kiriş (2003) Akçay'da yapmış oldukları çalışmalarda bentik makroomurgasızlar içinde en fazla takson ile temsil edilen sınıfın Insecta olduğunu saptamışlardır.

Tespit edilen organizmaların istasyonlara göre aylık baskınlıkları hesaplanmıştır. Çukurca Dere üzerinde bulunan I. istasyonda toplam 30 takson tespit edilmiştir. En baskın takım Ephemeroptera, onu takiben de Amphipoda olmuştur. Meyer (1987)'e göre Ephemeroptera takımına ait olan *Baetis* sp. organik olarak az kirlenmiş akarsu bölümünde yer almakta ve su kalitesi sınıfı I-II'ye dahil edilmektedir. Amphipoda takımına ait olan *Gammarus* sp., az kirlenmiş akarsu kesimlerinde yoğun olarak bulunmaktadır (Meyer, 1987; Kalyoncu, 2002, 2004, 2006; Gülboy, 2004).

Yine Çukurca Dere üzerinde bulunan II. istasyonda toplam 23 takson belirlenmiştir. En baskın takım Diptera olmuştur. Diptera takımı içerisinde *Chironomus* sp. ve *Simulium* sp. en baskın taksonlardır. İkinci sırada ise Ephemeroptera takımı gelir. Ephemeroptera takımı içinde en baskın taksonlar *Baetis* türleri ve *Epeorus alpicola'* dır. Bu istasyonda Plecoptera ve Trichoptera takımlarına ait türler bulunmuş ancak bunlar yüksek baskınlık değerlerine ulaşamamıştır.

Çukurca Dere üzerindeki III. istasyonda toplam 30 takson belirlenmiştir. Bu istasyonda en baskın takson Diptera takımıdır. İkinci sırada ise Ephemeroptera takımı gelir. Diptera takımı içerisinde olan *Chironomus* sp. ve *Simulium* sp. birey sayısı olarak oldukça yüksek rakamlara ulaşmıştır.

Çukurca Dere üzerindeki IV. istasyonda toplam 41 takson belirlenmiştir. En baskın takım Ephemeroptera olmuştur. Diptera ve Trichoptera diğer baskın takımlardır. Organizma çeşitliliğinin yüksek olduğu bu istasyonda, Plecoptera en yüksek baskınlık değerine ulaşmıştır.

V. istasyon Isparta Deresi üzerinde bulunur. Bu istasyonda toplam 6 takson belirlenmiştir. Organizma çeşitliliğinin az olduğu bu istasyonda en baskın takım Diptera, onu takiben de Oligochaeta takımı olmuştur. Diptera'dan *Simulium* sp. ve *Chironomus thummi* en baskın taksonlar olmuştur.

Isparta Deresi üzerinde yer alan VI. istasyonda toplam 12 takson belirlenmiştir. En baskın taksonlar Diptera ve Oligochaeta olmuştur. Birey sayısı bakımından

Diptera'dan *Chironomus thummi* ve *Chironomus sp.*, Oligochaeta'dan *Tubifex tubifex* en baskın taksonlardır.

V. ve VI. istasyon Isparta ilinden gelen atık sularla şiddetli derecede kirletildiğinden dolayı takson sayısının az olması beklenen bir durumdur.

Genel olarak istasyonlara bakıldığında Ephemeroptera ve Diptera takımının baskın olduğu gözlenir. Plecoptera takımı düşük baskınlıkta kalmıştır. Sadece IV. istasyonda en baskın taksonlar arasına girmiştir. V. ve VI. istasyonda Plecoptera üyelerine hiç rastlanmamıştır. Çünkü, Plecoptera üyeleri kirliliğe karşı çok hassastır (Meyer, 1987; Barlas, 1988; Metcalfe, 1989; Hilsenhoff, 1988; Plafkin vd., 1989; Bode vd., 1991; Kazancı vd., 1997; İmamoğlu, 2000; Yorulmaz, 2000; Kalyoncu, 2002; Kiriş, 2003). V. ve VI. istasyonda *Chironomus thummi*, ve *Tubifex tubifex* baskın olmuştur. Yapılan çalışmalara göre bu taksonlar akarsuyun aşırı derecede kirlenmiş bölümlerinde bulunurlar (Meyer, 1987; Metcalfe, 1989; Kazancı vd., 1997; İmamoğlu, 2000; Kalyoncu, 2002; Kiriş, 2003). Trichoptera takımı içerisinde en fazla *Hydropsyche* türlerine rastlanmıştır.

Çukurca Dere ve Isparta Deresi üzerindeki örnekleme noktalarında saptanan bentik makroomurgasızların bulunma sıklıkları incelendiğinde, I. istasyonda *Gammarus sp.*, *Baetis rhodani*, *Chironomus sp.* ve *Ancylus fluviatilis* sürekli bulunan taksonlardır. II. istasyonda *Gammarus sp.*, *Baetis rhodani*, *Epeorus alpicola*, *Ancylus fluviatilis*, *Chironomus sp.*, *Simulium sp.* sürekli bulunan taksonlardır. III. istasyonda *Gammarus sp.*, *Rhithrogena semicolorata*, *Simulium sp.* ve *Chironomus sp.* sürekli bulunan taksonlardır. IV. istasyonda, *Hydropsyche fulvipes*, *Chironomus sp.* ve *Simulium sp.*, sürekli bulunan taksonlardır. V. ve VI. istasyonda *Chironomus thummi* sürekli bulunan tek taksondur.

Birçok Diptera taksonu, özellikle *Chironomidae* taksonları kozmopolit bir dağılıma sahip olup, temiz sulardan, çok kirli sulara kadar her türlü ortamda bulunabilirler (Stribling vd., 1998; Kalyoncu, 2002). Bu çalışmada da *Chironomus sp.* tüm istasyonlarda bulunmuştur. Bütün istasyonlarda devamlı bulunan takson olmuştur. *Simulium* türleri de tüm istasyonlarda bulunmuştur. Çünkü *Simulium* türleride,

Chironomus türleri gibi kozmopolit bir dağılım gösterir (Gülboy,2004). *Simulium* spp. II., III. ve IV. istasyonlar için sürekli bulunan takson olmuştur.

Örnekleme noktaları bentik makroomurgasız kompozisyonları bakımından incelendiğinde, istasyonlar arasındaki maksimum benzerlik değeri II. ve III. istasyonlar arasında tespit edilmiştir. En düşük benzerlik değeri ise I. istasyon ve V. istasyon arasında belirlenmiştir. I. istasyon ile en fazla benzerlik gösteren istasyon II. istasyondur. IV. istasyonla en fazla benzerlik gösteren istasyon III. istasyondur. V. istasyonun en çok benzerlik gösterdiği istasyon ise VI. istasyondur. Bu istasyonlar taban yapıları ve su kalite değerleri bakımından oldukça birbirlerine benzemektedir.

Bentik makroomurgasızlara göre çeşitlilik değerlerine bakıldığında, istasyonlar içinde en yüksek ortalama çeşitlilik değeri (4,65) IV. istasyona aittir. Aylık çeşitlilik değerlerine bakıldığında en yüksek değerler yine bu istasyonda Ağustos 2006 (6,41), Mayıs (6,53) ve Haziran 2007 (6,31) tarihlerinde elde edilmiştir. En düşük ortalama çeşitlilik değeri ise V. (1,67) ve VI. istasyonda (1,87) belirlenmiştir. Bu istasyonların yoğun kirliliğe sahip olması çeşitliliğin düşük olmasına neden olmuştur. V. ve VI. istasyon alt havzada bulunmalarından dolayı, yüksek su akımından ve sellerden olumsuz etkilenmektedirler. Akarsulardaki su akımının yüksek olması bentik popülasyonunun azalmasına yol açmaktadır. Gray ve Fisher (1981) yapmış oldukları çalışmada, akarsuyun su akımının yüksek olduğu aşağı havzalarında Insecta sınıfına ait sucul organizmaların tür kompozisyonunun olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Sager (1986), Scrimgeour ve Winterborne (1989) ve Cobbe vd., (1992) çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Habit vd., (1998), Itata nehri üzerinde yapmış oldukları çalışmada en düşük omurgasız çeşitliliğini tabanı çamurumsu olan örnekleme noktasında saptamışlardır. Bu çalışmada değerlendirilen V. ve VI. istasyon benzer bentik yapıya sahiptir ve Habit vd., (1998)' nin Itata nehrinde elde ettikleri veriler ile paralellik göstermektedir.

EPT baskınlığı en fazla IV. istasyonda (ort. %51,75) olmuştur. Bu istasyonları I. istasyon (%49,40) ve III. istasyon (%37,48) takip etmektedir. Ephemeroptera taksonları genellikle kaynak bölümüne yakın yerlerde yoğun olarak bulunmaktadır

(Jazdzewska, 1995; Mısırlıoğlu, 1995). EPT taksonları kirliliğe duyarlı organizmalar olmaları sebebiyle kirlilik derecesi arttığında, sayıları ve tőr çeşitlilikleri azalmaktadır. *Chironomus* baskınlık yüzdesi ise EPT'ye göre ters bir artış göstermektedir (Plafkin vd., 1989). Çalışma sonuçları da bu bilgilerle paralellik gösterir. Yoğun kirliliğe maruz kalan V. ve VI. istasyonda EPT baskınlığı oldukça düşüktür. V. istasyonda EPT baskınlığı %0,59, VI. istasyonda %2,78 olarak tespit edilmiştir.

EPT/ *Chironomus* ortalama değerı I. istasyonda en yüksek değerde tespit edilmiştir. Bu I. istasyonda Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera takımlarına ait birey sayılarının fazla olmasından kaynaklanır. Artan kirlilikle birlikte EPT/ *Chironomus* oranları azalma göstermiştir. En düşük değerler V. ve VI. istasyonda elde edilmiştir. Bu istasyonlarda *Chironomus* türlerinin sayıca fazlalığı değerlerin düşük olmasına yol açmıştır. EPT taksonları kirliliğe oldukça duyarlı organizmalar olmaları sebebiyle kirlilik derecesinin artmasıyla, sayıları ve tőr çeşitlilikleri azalmaktadır. *Chironomus* baskınlık yüzdesi EPT'ye göre ters bir artış göstermektedir (Plafkin vd., 1989).

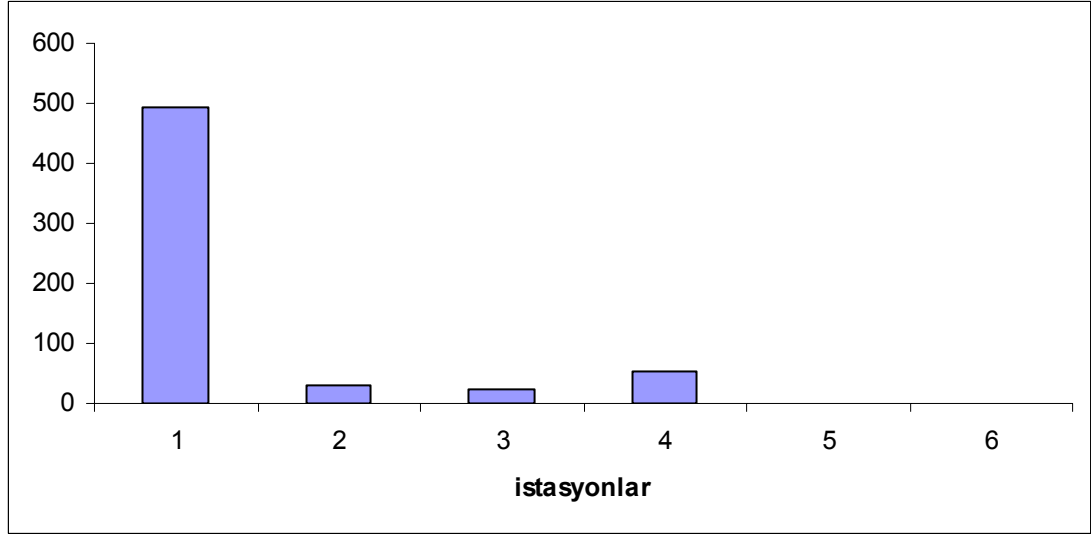
Çukurca Dere ve Isparta Deresi üzerinde yapılan bu çalışmada örnekleme noktalarının su kalitesi sınıfları fiziko-kimyasal ve biyolojik verilere göre belirlenmiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Örnekleme noktalarının su kalitesi özellikleri

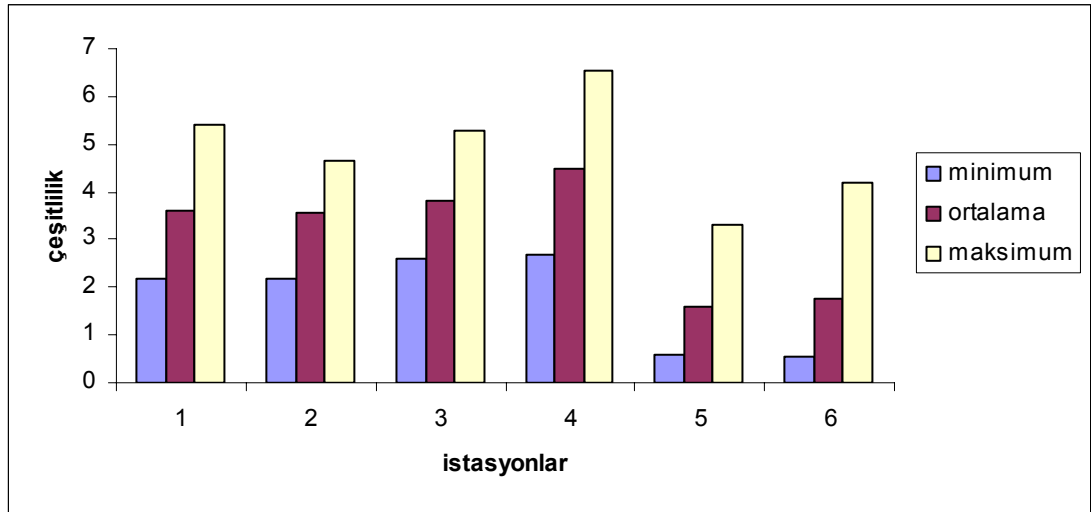
	I. istasyon	II. istasyon	III. istasyon	IV. istasyon	V. istasyon	VI. istasyon
Klee (1991)	I-II	I-II	II	II	IV	IV
	az kirlenmiş	az kirlenmiş	orta derecede kirlenmiş	orta derecede kirlenmiş	şiddetli kirlenmiş	şiddetli kirlenmiş
Saprobi İ.	I	II	II	II	IV	IV
	çok az kirlenmiş	orta derecede kirlenmiş	orta derecede kirlenmiş	orta derecede kirlenmiş	şiddetli kirlenmiş	şiddetli kirlenmiş
FBI	II-III	II-III	II-III	II	III	III
	kritik derecede kirlenmiş	kritik derecede kirlenmiş	kritik derecede kirlenmiş	az kirlenmiş	oldukça kirlenmiş	oldukça kirlenmiş
BMWP	IV	IV	IV	III	V	V
	orta derecede kirlenmiş	orta derecede kirlenmiş	orta derecede kirlenmiş	az kirlenmiş	kirlenmiş	kirlenmiş
ASPT	II	II	II	II	IV	IV
	az kirlenmiş	az kirlenmiş	az kirlenmiş	az kirlenmiş	aşırı derecede kirlenmiş	aşırı derecede kirlenmiş
BBI	I	II	II	II	V	V
	hafif kirlenmiş veya değil	hafif kirlenmiş	hafif kirlenmiş	hafif kirlenmiş	çok yoğun kirlenmiş	çok yoğun kirlenmiş

Örnekleme noktalarındaki EPT/ *Chironomus* sp. oranları, örnekleme noktalarının su kaliteleri ile birebir uyum içerisindedir. EPT takım üyeleri kirliliğe duyarlı taksonlar olup, kirlilik derecesi attığında, sayıları ve tür çeşitlilikleri de azalmaktadır. *Chironomus* sp. taksonu ise EPT takımlarına göre ters bir artış sergilemektedir (Plafkin vd., 1989). Ortalama EPT/ *Chironomus* sp. oranlarına bakıldığında en yüksek oranın, I. istasyonda saptandığı görülmektedir. Bu örnekleme noktasını IV.,

II. ve III. istasyonlar izlemektedir. En düşük EPT/ *Chironomus* sp. oranı (0,05) V. ve VI. istasyonda belirlenmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Örnekleme noktalarına göre EPT/ *Chironomus* sp. oranları



Şekil 5.2. Örnekleme noktalarına göre çeşitlilik değerleri

Örnekleme noktalarındaki çeşitlilik değeri incelendiğinde, en yüksek ortalama çeşitlilik değeri IV. istasyonda (4,5) belirlenmiştir. Bu örnekleme noktasını I. istasyon (3,61) ve II. istasyon (3,56) takip eder. En düşük ortalama çeşitlilik değeri ise V. istasyon (1,58) ve VI. istasyonda (1,76) tespit edilmiştir.

Ortalama su kalitesi değerlerine bakıldığında, bütün su kalitesi tayin sistemleri V. ve VI. istasyonlarda birbirini desteklemiş ve aşırı derecede kirlenmiş akarsu bölümünü işaret etmiştir. I., II. ve III. istasyonlarda FBI ve BMWP olumsuz yönde sapma göstermiş , diğer tayin yöntemleri az kirlenmiş veya orta derecede kirlenmiş akarsu bölümünü işaret etmiştir. IV. istasyonda yine bütün tayin sistemleri birbirini destekler durumda bulunmuş ve orta derecede kirli veya az kirlenmiş akarsu bölümünü göstermiştir.

Genel olarak ele alındığında ilk dört istasyon organik olarak orta derecede kirli veya az kirli akarsu bölümü olarak belirlenmiştir. V. ve VI. istasyonlar aşırı derecede kirlenmiş akarsu bölümüne dahil olmuştur. Kaynak ve kaynak uzantıları nispeten temiz, atık su bulaşımı olan bölgeler ise aşırı derecede kirlenmiş akarsu bölümü olarak belirlenmiştir.

Daha önce Isparta Deresi ve yan kollarında yapılan çalışmalar olmuştur. Kalyoncu (1996) yaptığı çalışmada Isparta Deresi ve Ağlasun kolunu çalışmıştır. Çalışmasında alglerle fiziko-kimyasal verileri karşılaştırmıştır. Alglerle yapılan bu çalışmaya göre Isparta Deresi ve Isparta Çayı II-III. su kalite sınıfı olarak bulunmuştur.

Kalyoncu 2002 yılında yaptığı çalışmada Isparta Dere'sini III. kalite sınıfı olarak tespit etmiştir.

Çiçek (2003), Dariören ve Isparta Dere'lerinin epilitik algleriyle su kalitesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapılan bu çalışmaya göre Isparta Deresi ve Isparta Çayı II-III. su kalite sınıfı olarak bulunmuştur.

Gülboy (2004) yaptığı çalışmada, Isparta Çayı ve Isparta Deresi' ni III. kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmaya göre ise, Isparta Deresi ve Isparta Çayı' nın bu bölümü IV. kalite sınıfı olarak tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre 1996 yılından itibaren Isparta Deresi ve Isparta Çayı'ndaki bu bölümde kirlilik artmıştır. Isparta Deresi üzerinde yer alan V. ve VI. istasyonlarda var olan kirlilik ,Isparta ilinden ve çevrede yer alan yerleşim birimlerinden akarsuya

karışan kirleticilerden kaynaklanmaktadır. Isparta Belediyesi tarafından yapılan atıksu arıtım tesisi akarsuda çok fazla değişikliğe sebep olmamıştır. Isparta Çöplüğü kaldırılmasına rağmen olumlu bir değişiklik gözlenmemiştir. Kurulan atıksu arıtma tesisi oluşan kirliliğin yükünü kaldırmada yeterli gelmemiştir. Varolan kirlilik seviyesi Karacaören Baraj Göllerini etkilemektedir. Karacaören Baraj göllerinin sağlıklı kullanılması ve faydalı olabilmesi açısından Isparta Deresi' nde var olan kirliliğin biran önce giderilmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akboyun, Ö., 2000. Çine Çayı'nı (Muğla-Aydın) Besleyen Önemli Yan Kollardaki Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera Erginlerinin Ekolojik Yönden İncelenmesi. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s, Muğla.
- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., Furse, M. T., 1983. The Performance of A New Biological Water Quality Score System Based on Macroinvertebrates Over a Wide Range of Unpolluted Running Water Sites. *Water Res.* 17,333-347.
- Askew, R. R., 1988. *The Dragonflies of Europea*, Harley Books, 291p. Colchester-England.
- Balık, S., Ustaoglu, M. R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A., İlhan, A., 2006. Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk- İzmir) Aşağı Havzasındaki Kirliliğin Makro Bentik Omurgasızlar Kullanılarak Saptanması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 61-65.
- Barlas, M., 1988. *Limnologische Untersuchungen an der Fulda unter besonderer Berücksichtigung der Fischparasiten, ihrer Wirtsspektren un der Wassergüte*. Universität Kassel, Ph. Dissertation Thesis, 138s, Kassel.
- Barlas, M., 1995. Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. *Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 465-479, Erzurum.
- Barlas, M., Yılmaz, F., İmamoğlu, Ö., Akboyun, Ö., 2000. Yuvarlakçay (Köyceğiz-Muğla)'ın Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik Yönden İncelenmesi. *Su Ürünleri Sempozyumu Kitabı*, 20-22 Eylül 2000, 249-265, Sinop.
- Barlas, M., İmamoğlu, Ö., Yorulmaz, B., Kiriş, E., 2001a. Sarıçay (Muğla-Milas)'ın Su Kalitesinin ve Makrozoobentik Faunasının İncelenmesi, *IV. Ulusal Çevre ve Ekoloji Kongresi*, Bodrum.
- Barlas, M., İmamoğlu, Ö., Yorulmaz, B., Mumcu, F., 2001b. Muğla İlindeki Bazı Önemli Akarsularda Yaşayan Ephemeroptera (Insecta) Faunası. *XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 1, 145-154, Hatay.
- Battegazzore, M., Petersen, R.C., Moretti, G., Rossaro, B., 1992. An Evaluation of The Environmental Quality Of The River Po Using Benthic Macroinvertebrates. *Arch. Hydrobiol.*, 125 (2), 175-206.
- Belfiore, C., 1983. *Efemerottori, Promozione Della Qualita Dell'Ambiente*, AQ/ 1 / 201, 119 p, Italy.
- Berner, L., Pescador, L. M., 1987. *The Mayflies of Florida*, University Press of Florida, 217 p, Florida.

- Bode, R. W., Novak, A. M., Abele, L. E., 1991. Methods for Rapid Biological Assessment of Streams. NYS Department of Environmental Conservation Technical Rept, 57 p, Albany, New York.
- Brauer, A., 1909. Die Süßwasserfauna Deutschland (Coleoptera). Verlag von Gustav Fischer Jena, 235 p. Berlin.
- Brohmer, P., 1979. Fauna von Deutschland, 581 p, Heidelberg.
- Chandler, J. R., 1970. A Biological Approach to Water Quality Management. Water Pollution Control, 69, 415-422.
- Charvet, S., Statzner, B., Usseglio-Polatera, P., Dumont, B., 2000. Traits of Benthic Macroinvertebrates in Semi-natural French Streams An Application to Biomonitoring in Europe. Freshwater Biology, 43, 277-296.
- Chu, F. H., 1946. How to Know the Immature Insects. W. M. C. Brown Company Publishers, 84 p. Iowa.
- Chu, F. H., 1949. How to Know the Immature Insects(2nd Ed.). W.M.C. Brown Company Publishers, 134 p. Iowa.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 1991. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Ders Kitapları Serisi No 21, Ege Üniversitesi Basımevi, 75s, Bornova-İzmir.
- Cobbe, D. G., Galloway, T. D., Flannagan, J. F., 1992. Effects of Discharge and Substrate Stability on Density and Species Composition of Stream Insects. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49, 1788-1795.
- Cosser, P.R., 1988. Macroinvertebrate Community Structure and Chemistry of an Originally Polluted Creek in South-East Queensland, Aust. J. Mar. Freshwater Res., 39, 671-683.
- Dell'Uomo, A., Pensieri, A., Corradetti, D., 1999. Diatomees Epilithiques du Fleuve Esino (Italie Centrale) et Leur Utilisation Pour l'évaluation de la Qualité Biologique de l'eau. Cryptogamie Algologia, 20 (3), 253-269.
- De Pauw, N., Vanhooren, G., 1983. Method for Biological Quality Assessment of Watercourses in Belgium. Hydrobiologia, 100, 153-168.
- De Pauw, N., Ghetti, P. F., Manzini, P., Spaggiari, P., 1992. Biological Assessment Methods for Running Water. River Water Quality –Ecological Assessment and Control. Commission of the European Communities. EUR 14606 EN-FR. 1992-III, 751 pp. Brussels.
- De Pauw, N., Hawkes, H.A., 1993. Biological Monitoring of River Water Quality. In: River Water Quality Monitoring and Control. (Walley, W. S., Judd, S.-eds.) Aston University, 249 pp, UK.

- De Pauw, N., Triest, L., Kaur, P., Heylen, S., 2001. Comparative Monitoring of Diatoms, Macroinvertebrates and Macrophytes in the Woluwe River (Brussels, Belgium). *Aquatic Ecology*, 35, 183-194.
- Demirsoy, A., 1982. Türkiye Faunası (Odonata). Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), TBAG Seri No:28, Tübitak yayınları No:508, 154s. Ankara.
- Depiereux, E., Feytmans, E., 1985. Modification Progressive De La Structure Des Peuplements D'invertébrés Benthiques Enfonction De La Qualite De L'eau De L'ourthe et La Lesse (Meuse Belge). *Acta Ecologia*, 6 (2), 81-98.
- Dierl, W., Ring, W., 1988. Insekten Mitteleuräische Arten Merkmale Vorkommen, Biologie. 238 p. Germany.
- Duran, M., Tüzen, M., Kayım, M., 2003. Exploration of Biological Richness and Water Quality of Stream Kelkit, Tokat-Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 12 (4), 368–375.
- Dügel, M., 1995. Köyceğiz Gölüne Dökülen Akarsuların Su Kalitesinin Fiziko-kimyasal ve Biyolojik Parametrelerle Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Ankara.
- Edington, J. M., Hildrew, A. G., 1981. Caseless Caddis Larvae of the British Isles. 92 p. London.
- Edmondson, W. T., 1976. *Freshwater Biology*. John Wiley and Sons. Inc, 1248 p. New York.
- Egborge, A.B.M., 1971. The Vhamical Hydrology of the River Oshunbw Western State. *Nigerio Freshwater Biology*, 1 (3), 257-270.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1996. Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14, Ege Üniversitesi Basımevi, 153 s. İzmir.
- Ellenberg, H., Arndt, U., Bretthauer, R., Ruthsatz, B., Steubing, L., 1991. *Biological Monitoring; Signals from The Environment*. Friaedr. Viewegand Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 318 p. Braunschweig.
- Elliot, J. M., Mann, K.H., 1979. A Key To British Freshwater Leeches, with Notes On Their Life Cycles and Ecology, Freshwater Biological Association Scientific Publication No:40. 72 p. London.
- Elliot, J. M., Humpesch, U. M., Macan, T. T., 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: A Key With Ecological Notes. *Freshwater Biological Association*, 49. 145 p. London.
- Engelhardt, W., 1989. Was Lebt in Tümpel, Bach und Weiher. Kosmos Gesellschaft der Naturfreunde Franckh'sche Verlagshandlung, 270p. Stuttgart.

- Erbil, A., 1989. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Su Kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri. Bildiriler. İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Mayıs, 1989.
- Fitter, R., Manuel, R., 1986, Field Guide to the Freshwater Life of Britain and North-West Europe, Collins, 382 p.
- Fitzpatrick, J., 1983, Freshwater Crustacea, USA, 220p.
- Ghetti, P. F. and Ravera, O., 1994. Euporean Parliament and of the Council 2000/60/EC Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. European Union. The European Parliament. The Council. PE-CONS 3639/1/00 REV 1 EN.
- Girgin, S., 1994. Ankara Çayı ve Kollarındaki Bentik Makroinvertebratların Bolluk, Dominant, Benzerlik ve Çeşitlilik Açısından Kimyasal ve Fiziksel Parametrelerle İncelenmesi. Doktora Tezi, 246s, Ankara.
- Girgin, S., Kazancı, N., 1994. Ankara Çayı'nda Su Kalitesinin Fiziko-kimyasal ve Biyolojik Yöntemlerle Belirlenmesi. Türkiye İç Suları Araştırma Dizisi I, Özyurt Matbaası, 184 s. Ankara.
- Glöer, P., Brook, C. M., Ostermann, O., 1985. Süßwassermollusken, ein Bestimmungsschlüssel Für die Bundesrepublik Deutschland, 81 p. Hamburg.
- Gomez, N., Licursi, M., 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) For Assessment of Rivers and Stream in Argantina. Aquatic Ecology, 35, 173-181.
- Gökçe, D., Kazancı, N., 1994. Köyceğiz-Dalyan Estuarin Ekosisteminde Taban Büyük Omurgasız Faunasının İncelenmesi. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi 6-8 Temmuz 1994, 241-246. Edirne.
- Görmez, K., 2003. Çevre Sorunları ve Türkiye. Gazi Kitabevi, 199s. Ankara.
- Graça, M. A. S., Coimbra, C.N., 1998. The Elaboration of Indices to Assess Biological Water Quality. A Case Study. Water Research, 32 (2), 380-392.
- Gray, L. J., Fisher, S. G., 1981. Species Composition and Life Histories of Aquatic Insects in a Lowland Sonoran Desert Stream. Am. Midl. Nat. 106, 249-257.
- Gülboy, H., 2004. Isparta Deresi ve Bazı Yan Kollarında (Eğrim ve Darıören) Su Kirliliğinin Biyolojik ve Fizikokimyasal Yönden Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106 s, Isparta.

- Güler, D., 1989. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Türkiye'nin Kıta İçi Su Kaynaklarında Kirlilik Etkileri ve Çözüm Önerileri. Bildiriler. DSİ İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı. Basım ve foto-film şb. Md., 263 s. Ankara.
- Habit, E., Bertrán, C., Arévalo, S., Victoriano, P., 1998. Benthonic Fauna of the Itata River and Irrigation Canals (Chile). *Irrig. Sci.*, 18, 91-99.
- Harker, J., 1989. *Naturalists' Handbooks* 13. Richmond. Publishing Co. Ltd., 56 p. England.
- Haybach, A., 1999. Beitrag zur Larval taxonomie der *Ecdyonurus venosus*-Gruppe in Deutschland. *Lauterbornia*, 37, 113-150.
- Hellawell, J. M., 1978. *Biological Surveillance of Rivers*, Water Search Center, 322 p. Stevenage.
- Hilsenhoff, W. L., 1988. Rapid Field Assessment of Organic Pollution with a Family-Level Biotic Index. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7(1), 65-68.
- Hynes, H. B. N., 1960. *The Biology of Polluted Waters*. Liverpool University Press, 202 p. Liverpool.
- Hynes, H. B. N., 1977. *A Key to the Adults and Nymphs of British Stone Flies*, Freshwater Biological Association Scientific Publication No: 17, 90 p. Ontario.
- Höll, K., 1979. *Wasser (Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie)* 6. Auflage de Gruyter, 586 p. Berlin.
- Iliopoulou-Georgudaki, J., Kantzaris, V., Katharios, P., Kaspiris, P., Georgiadis, Th., Montesantou, B., 2003. An Application of Different Bioindicators for Assessing Water Quality: A Case Study in The Rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators* 2, 345-360.
- Illies, J., 1955. *Die Tierwelt Deutschlands Plecoptera*, 150 p. Germany.
- İmamoğlu, Ö., 2000. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çay'ının Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Yönünden İncelenmesi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125 s, Muğla.
- Jansson, A., Vuoristo, T., 1979. Significance of Stridulation in Larval Hydropsychidae (Trichoptera) *Anim. Behav.*, 71, 168-186.
- Jazdzewska, T., 1995. Comparison of the Ephemeropteran Fauna of the Swietokrzyskie Mountains and Roztocze Upland, Current Directions in Research on Ephemeroptera, 111-120.

- Jessup, K. B., Markovitz, A., Stribling, B. J., Friedman, E., LaBelle, and Dziepak, N., 2003. Family-Level Key to Stream Invertebrates in Maryland and Surrounding Areas. 98 p.
- Jiang, J. G., 2006. Development of a New Biotic Index to Assess Freshwater Pollution. *Environmental Pollution*, 139, 306–317
- Kalyoncu, H., 1996. Isparta Çayı Algleri Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 109s, Isparta.
- Kalyoncu, H., 2002. Aksu Çayı'nın Fiziksel Kimyasal ve Biyolojik Olarak İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 171s, Isparta.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O, Ö., Gülboy, H. 2004. Ağlasun Deresi'nin Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Algler Göre Belirlenmesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2 (12), 7-14.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O., ve Çavuşoğlu, K., 2005. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi değişimi Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (1), 37-45.
- Kalyoncu, H., 2006. Aksu Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik diyatomelere Göre Belirlenmesi. *SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)*, 1(1-2), 14-25.
- Kara, C., ve Çömlekcioglu, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-kimyasal Parametrelerle incelenmesi, *KSU Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7 (1), 1-7.
- Karpuzcu, M., 1994. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü (Dördüncü Baskı). Kubbealtı Neşriyat, 37-49s., İstanbul.
- Kazancı, N., 1985. Gümüşhane, Erzurum, Erzincan, Artvin, Kars illerinde Ephemeroptera (insecta) Takımı Nimflerin ve Erginlerin Sistematik Yönden İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 80 s, Ankara.
- Kazancı, N., Girgin, S., 1994. Ankara Çayı'nda Su Kalitesini Belirlemek İçin Taban Büyük Omurgasızlarının Fiziko-Kimyasal Parametrelerle Birlikte Kullanılması. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi 6-8 Temmuz Edirne,235-240s.
- Kazancı, N., Girgin, S., 1996. Distrubution of Oligochaeta species as bioindicators of pollution in Ankara Stream and Their Use in Biomonitorig. *Tr. J. of Zoology*, 22, 83-87.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., Oğuzkurt, D., 1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biotik İndeks Yöntemi. İmaj Yayıncılık, 100s. Ankara.

- Kazancı, N., Girgin, S., 1998. Sucul Ekosistemlerin Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi ve İzlenmesinde Üç Temel Biyolojik Yaklaşım. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu. 10-12 Haziran.Erzurum. 51-63.
- Kazancı, N., Dügel, M., 2000. An Evluation of Water Quality of Yuvarlakçay Stream in the Köycegiz - Dalyan Protected Area South- Western Turkey. Doğa,T. J. of Zoology, 24, 69-80.
- Kimmins, D. E., 1972. A Revised Key to the Adults of The British Species of Ephemeroptera with Notes on Their Ecology, 76 p. Westmorland.
- Klee, O., 1990. Wasseruntersuchen. Biologische Arbeitsbücher. Quelle and Meyer, 230 p. Heidelberg.
- Klee, O., 1991. Angewandte Hydrobiologie.- G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, 272 p. Stuttgart-New York.
- Knoben, R. A. E., Roos, C., Oirschot, M.C.M., 1995. Biological assessment methods for watercourses. UN/ECE Task Force on Monitoring and Assessment 3, P.O. box 17, 8200 AA Lelystads, 86 p. The Netherlands.
- Kocataş, A., 1994. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi (İkinci baskı). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi No:142, 564s. Bornova/İzmir.
- Kolkwitz, R., Marsson, M., 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. Prüfungsanst. Wasserversorgung. Abwasserreing. 1, 33-72.
- Kuleli, S., 1989. T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Su Kalitesi Gözlem ve Denetim Semineri, İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi, Ankara.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 1980: Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. 16 s. Stuttgart.
- Lehmkuhl, M. D., 1979. How to Know the Aquatic Insects. W. M. C. Brown Company Publisher, 168 p. Iowa.
- Liebman, H., 1947. Die Notwendigkeit Einer Revision Des Saprobien - Systems Und Deren Bedeutung Für Die Wasserbeurteilung. Ges. Ing. 68, 33 - 37.
- Linke, S., Baýley, R. C., Schwýndt, J., 1999. Temporal variability of stream bioassessments using bentic makroinvertebrates. Freshwater Biology, 42, 575-584.
- Lorenz, A., Hering, D., Feld, C. K., Rolauuffs, P., 2004. A New Method For Assessing The İmpact of Hydromorphological Degradation on The Macroinvertebrate Fauna Of Five German Stream Types. Hydrobiologia, 516, 107-127.

- Macan, T. T., 1977. A Guide To Freshwater Invertebrate Animals. 13. Impression, Logman House, 118 p. London.
- Mason, C. E., 1981. Biology of Freshwater Invertebrate Animals. 13. Impression, Longman House, 118p. London.
- Mauch, E., 1976. Leitformen der Saprobität für die Biologische Gewässeranalyse.- Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 21, 1-5.
- Metcalf, J. L., 1989. Biological Water Quality Assessment of Running Waters Based on Macroinvertebrate Communities. History and Present Status in Europe, Environmental Pollution., 60, 101-139.
- Metcalf-Smith, J. L., 1994. Biological Water Quality Assessment of Rivers: Use of Macroinvertebrate Communities. In: The Rivers Handbook 2. (Calow, P., Petts, G. E., eds.), Blackwell Scientific Publications, pp. 144-170. Oxford.
- Meyer, D., 1987. Makroskopisch- Biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern, 3. Auflage, A.L.G., 6, 3000, 140 p. Hannover.
- Mısırlıoğlu, İ. M., 1995. Porsuk Çayı'nda Ephemeroptera Faunasının Mevsimsel Dağılışı. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 30s, Eskişehir.
- Miserendino, M. L., 2001. Macroinvertebrate Assemblages in Andean Patagonian Rivers and Streams: Environmental Relationships. Hydrobiologia 444, 147-158.
- Morse, J. C., 1983. Proceedings of the Fourth International Symposium on Trichoptera. Junk Publishers, 486 p. South Carolina.
- Narin, Ö. N., Tanatmış, M., 2004. Gönen (Balıkesir) ve Biga (Çanakkale) Çayları'nın Ephemeroptera (Insecta) Limnofaunası. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (1), 16-25.
- Nilsson, A., 1996. Aquatic Insects of North Europe (A Taxonomic Handbook) I. Apollo Books, 274p. Stensrup, Denmark.
- Nilsson, A., 1997. Aquatic Insects of North Europe (A Taxonomic Handbook) II. Apollo Books, 440p. Stensrup, Denmark.
- Öz, N., Sengörür, B., 2004. The Determining of Water Quality with Biotic Indices in the Melen River and its Tributaries. Fresenius Environmental Bulletin, 13 (1), 69-70.
- Quinn, M., Hickey, C.W., 1990. Characterisation and Classification of Benthic Invertebrate Communities in 88 New Zealand River in Relation to Environmental Factors. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 24, 387-409

- Plafkin, J. L., Barbour, K. D., Gross, S. K., Hughes, R. M., 1989. Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers, Benthic Macroinvertebrates and Fish, EPA/444/4-89-001, Office of Water Regulations and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Quigley, M., 1977. Invertebrates of Streams of Rivers. A Key to Identification. Edward Arnold Publisher, 84 p. London.
- Resmi Gazete, 1988. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), Sayı: 19919, Ankara.
- Roldon, G., 1980. Limnological Studies of Four Different Neotropical Ecosystems with Special Reference to their Ephemeroptera Fauna. 120 p. Kassel.
- Rosenberg, D.M., Resh, V.H., 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, 488 pp. New York. London.
- Roy, A. H., Rosemond, A. D., Paul, M. J., Leigh, D. S., Wallace, J. B., 2003. Stream Macroinvertebrate Response to Catchment Urbanisation (Georgia, U.S.A). Freshwater Biology, 48, 329-346.
- Sager, P. M., 1986. The Effects of Floods on the Invertebrate Fauna of a Large Unstable Braided River, N. Z. J. Mar. Freshwat. Res., 20, 37-46.
- Sarihan, E., 1970. Limnoloji, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, 70s. Adana
- Savaş, S., Cengiz, M., 1994. Köprüçay Irmağının Eğirdir Gölüne dökülen Kolunda Su Kalitesi Değişimi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi, 11 (42-43), 37-50s.
- Schmitz, W., 1954. Grundlagen der Untersuchung der Temperaturverhältnisse in den Fließgewässern.- Ber. Limnol. Flusstn. Freudenthal 6, 51-52.
- Schoenemund, E., 1930. Die Tierwelt Deutschlands. Jena Verlag von Gustav Fischer, 108 p. Deutschland.
- Schrimgeour, G. J., Winterbourn, M. J., 1989. Effects of Floods on Epilithon and Benthic Macroinvertebrate Populations in an Unstable New Zealand River. Hydrobiologia, 171, 33-44.
- Schwörbel, J., 1980. Einführung in die Limnologie. 4. Auflage. G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- Sedlag, U., 1986. Insekten Mitteleuropas, 408 p. Stuttgart.
- Simic, V., 1996. A Study on the Trgoviski Timok Assessment of River Conditions by Ecological Benthic Fauna Analysis. Arch. Biol. Sci., 48 (3-4), 101-109.

- Simic, V., Simic, S., 1999. Use of the River Macrozoobenthos of Serbia to Formulate a Biotic Index. *Hydrobiologia*, 416, 51-64.
- Sipahiler, F., 2000a. Türkiye Trichoptera (Insecta) Faunasının Özellikleri ve Endemik Türlerin Listesi. *Kırsal Çevre Yıllığı 2000*, 68-80s. Ankara.
- Sipahiler, F., 2000b. Camili Bölgesinin Faunistik Özelliklerinin İncelenmesi: Trichoptera (Insecta). *Kırsal Çevre Yıllığı 2000*, 81-88s. Ankara.
- Sladeczek, V., 1973. System of Water Quality from the Biological point of View.- *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 7, 1-218.
- Smith, J. M., Kay, W.R., Edward, D.H.D., Papas, P.J., Richardson, K.St.J., Simpson, J.C., Pinder, A.M., Cale, D.J., Horwitz, P.H.J., Davis, A.J., Yung, F.H., Norris, R.H., Halse, S.A., 1999. AusRivAs: using macroinvertebrates to assess ecological condition of rivers in Western Australia. *Freshwater Biology*, 41, 269-282.
- Smith, A., Bode, R. W., Kleppel, G. S., 2006. *Biological Indicators*, Elsevier Publications, (Article in Pres).
- Soininen, J., Niemelä, P., 2002. Inferring the Phosphorus Levels of Rivers From Benthic Diatoms Using Weighted Averaging. *Averaging. Arch. Für Hydrobiol.* 154 (1), 1-18.
- Sözen, M., Yiğit, S., 1999. Akşehir (Konya) Gölü Bentik Faunası ve Bazı Limnolojik Özellikleri, *Tr. J. of Zoology*, 23 (3), 829-847.
- Stevens, R. J., Laughlin R. J., 1994. Determining Nitrogen-15 in Nitrite or Nitrate by Product Nitrous Oxide, *Soil. Sci. Am. J.*, 58, 1108- 1116.
- Stobbe, H., 1985. *Bestimmungsschüssel für Libellen Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung*, 50 p. Hamburg.
- Stribling, J.B., Jessup, B.K., White, J.S., Boward, D., Hurd, M., 1998. Development of a Benthic Index of Biotic Integrity for Maryland Streams. Report no. CBWP-EA-98-3, 62 p. USA.
- Swensson, B.S., 2001. Growth of Macroinvertebrates in Regulated and Free-flowing Northern Swedish Rivers. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27, 3742-3746.
- Tanatmış, M., 1993. Sakarya Nehir Sistemi Ephemeroptera Limnofaunasının Tespiti ve Yayılışları. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 136 s, Eskişehir.
- Tanyolaç, J., 2004. *Limnoloji (3. baskı)*. Hatipoğlu Yayınevi, 263 s. Ankara.
- Taşdemir, M., Göksu, Z. L., 2001. Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2), 55-64.

- Tercedor, J. A., 1990. Life Cycle and Ecology of Mayflies From Sierra Nevada (Spain). IV. Bolletin Assoc. Esp. Entom., 23-33.
- Thorne, R. St. J., Williams, W.P., 1997. The Response of Benthic Macroinvertebrates to Pollution in Developing Countries: a multimetric system of bioassessment. *Freshwater Biology*, 37, 671-686.
- Ulmer, G., 1961. Die Süßwasserfauna Deutschlands, Trichoptera, 201 p. Berlin.
- Uslu, O, Türkmen, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi- I., 398s. Ankara.
- Usseglio-Polatera, P., Bournaud, M., Rychoux, P., Tachet, H., 2000. Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits. *Freshwater Biology*, 43, 175-205.
- Uyanık, S., Yılmaz, G., Yesilnacar, M. I., Aslan, M., Demir, Ö., 2005. Rapid Assesment of River Water Quality in Turkey using Benthic Macroinvertebrates. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14 (4), 268-272.
- Wallace, I. D., Wallace, B., Philipson, G. N., 1990. A Key to the Case-Bearing Caddish Larvae of Britain and Ireland. *Freshwater Biological Association*, No. 51, 237 p.
- Woodiwiss, F. S., 1964. The Biological System of Stream Classification used by the Trent River Board. *Chemy. Indust.*, 11, 443-447.
- Wu, J., Kow, L., 2002. Applicability of a Generic Index for Diatom Assemblages to Monitoring Pollution in the Tropical River Tsanwun, Taiwan. *Journal of Applied Phycology* 14, 63-69.
- Yıldırım, N., 2006. Fırınz Çayı (Kahramanmaraş)'nın Fiziko-Kimyasal ve Bazı Biyolojik (Bentik makroinvertebrat) Özellikleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 32 s, Kahramanmaraş.
- Yorulmaz, B., 2000. Dalaman Çayı'nın Su Kalitesinin Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Açından Değerlendirilmesi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97s, Muğla.
- Yorulmaz, B., Barlas, M., Özdemir, N., Yılmaz, F., 2003. Dalaman Çayı (Muğla) Su kalitesinin Biyolojik Olarak Değerlendirilmesi, XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ.
- Yorulmaz, B., 2006. Eşen Çayı (Kocaçay) Su Kalitesinin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Açından İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 195 s, İzmir.

Zamora-Munoz, C., Tercedor, A. J., 1996. Bioassessment of Organically Polluted Spanish Rivers, Using a Biotic Index and Multivariate Methods. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 15 (3), 332-352.

Zelinka, M., Marvan, P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.*, 57, 389- 407.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyadı : Melek ZEYBEK

Doğum Yeri ve Yılı: Ankara/1981

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Sincan İmam Hatip Lisesi -1999

Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Biyoloji Bölümü -2004