

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İYİDERE VE ÇIFTEKAVAK DERELERİNİN SU KALİTESİNİN
FİZİKO KİMYASAL PARAMETRELER VE SAPROBİK SİSTEM
KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

Osman SERDAR

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Bülent VEREP

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Rize-2012

T.C.

RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

İYİDERE VE ÇİFTEKAVAK DERELERİNİN SU KALİTESİNİN FİZİKO KİMYASAL
PARAMETRELER VE SAPROBİK SİSTEM KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Osman SERDAR

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24/04/2012
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 25/05/2012

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Bülent VEREP

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Davut TURAN

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Murathan KAYIM

Enstitü Müdürü : Doç.Dr. Fatih YILMAZ



RİZE, 2012

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda başta danışman hocam Doç. Dr. Bülent VEREP olmak üzere lisans ve yüksek lisans öğrenim süresince desteklerini esirgemeyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi öğretim elemanlarına teşekkürlerimi borç bilirim.

Yüksek lisans tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Çalışmamda beni büyük bir sabırla gönülden destekleyen başta eşim Emine SERDAR olmak üzere ailem ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Su Kalitesinin Biyolojik Yönden İncelenmesi.....	2
1.2.1. Su kalitesinin biyolojik yönden incelenmesinin avantajları.....	4
1.2.2. Su kalitesinin biyolojik yönden tayini ile ilgili ülkemizde ve yurt dışında yapılmış çalışmalar.....	4
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Çalışma Alanı.....	11
2.1.1. İyiedere Deresi.....	11
2.1.2. Çiftekavak Deresi.....	14
2.2. Çalışma Alanının Coğrafi Yapısı.....	17
2.2.1. Coğrafi konum.....	17
2.2.2. Yeryüzü şekilleri.....	17
2.2.3. Jeolojik yapı.....	17

2.2.4.	İklim.....	17
2.2.5.	Bitki örtüsü.....	19
2.2.6.	Akarsu ve göller.....	19
2.3.	Materyal.....	21
2.3.1.	Su örneklerinin alınması ve saklanması.....	21
2.3.2.	Taban büyük omurgasız örneklerinin toplanması ve saklanması.....	22
2.4.	Metot.....	23
2.4.1.	Fiziko-kimyasal ölçümler.....	24
2.4.1.1.	Su sıcaklığı.....	24
2.4.1.2.	Elektriksel iletkenlik.....	24
2.4.1.3.	Tuzluluk.....	24
2.4.1.4.	Oksijen doygunluğu.....	25
2.4.1.5.	pH.....	25
2.4.1.6.	Çözünmüş oksijen.....	25
2.4.1.7.	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı.....	26
2.4.1.8.	Askıda katı madde ölçümü.....	26
2.4.1.9.	Karbondiyoksit (CO ₂).....	26
2.4.1.10.	Karbonat - Bikarbonat.....	27
2.4.1.11.	Toplam sertlik.....	27
2.4.1.12.	Magnezyum (Mg ⁺⁺).....	28
2.4.1.13.	Kalsiyum (Ca ⁺⁺).....	28
2.4.1.14.	Alkalinite.....	28
2.4.1.15.	Nitrit (NO ₂ ⁻).....	29
2.4.1.16.	Orto-Fosfat (PO ₄).....	29

2.4.2.	Biyolojik ölçümler.....	29
2.4.2.1.	Taban büyük-omurgasız örneklerinin ayrımı ve sınıflandırılması.....	29
2.4.2.2.	Taban büyük-omurgasızların biyotik indekslere göre puanlandırılması	30
2.5.	Biyolojik Su Kalitesi Tayin Yöntemleri.....	30
2.5.1.	Saprobi indeks ve hesaplanması.....	30
2.5.2.	Familya biyotik indeksi (Family Biotic Index = FBI).....	32
2.5.3.	Biyolojik izleme çalışma grubu skor sistemi (Biological Monitoring Working Party Score System = BMWP)	32
2.5.4.	Her taksonun ortalama değeri (Average Score Per Taxon=ASPT).....	34
2.5.5.	Belçika biyotik indeksi (Belgian Biotic Index = BBI).....	34
2.5.6.	Trent biyotik indeksi (TBI)	35
2.6.	İstatistiksel Metotlar.....	37
2.6.1.	Baskınlık analizi.....	37
2.6.2.	Sıklık analizi.....	38
2.6.3.	Benzerlik analizi.....	38
2.6.4.	Çeşitlilik analizi.....	39
3.	BULGULAR	40
3.1.	Fizko-Kimyasal Su Kalite Değerleri.....	40
3.1.1.	Su sıcaklığı	41
3.1.2.	Elektriksel iletkenlik.....	42
3.1.3.	Tuzluluk.....	42
3.1.4.	Oksijen doygunluğu.....	43
3.1.5.	pH değeri.....	43
3.1.6.	Çözünmüş oksijen.....	44

3.1.7.	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅).....	45
3.1.8.	Askıda katı made	46
3.1.9.	Karbondioksit (CO ₂).....	47
3.1.10.	Karbonat - Bikarbonat	48
3.1.11.	Toplam sertlik.....	49
3.1.12.	Magnezyum (Mg ⁺⁺).....	50
3.1.13.	Kalsiyum (Ca ⁺⁺).....	51
3.1.14.	Alkalinite tayini.....	52
3.1.15.	Nitrit (NO ₂ ⁻).....	53
3.1.16.	Orto-Fosfat (PO ₄ ⁻³)	54
3.2.	Biyolojik Bulgular.....	55
3.2.1.	Biyotik indeks uygulamaları.....	57
3.2.1.1.	Saprobi indeksi.....	59
3.2.1.2.	Familya biyotik indeksi (Family Biotic Index = FBI)	59
3.2.1.3	Biyolojik izleme çalışma grubu skor sistemi (Biological Monitoring Working Party Score System = BMWP)	60
3.2.1.4.	Her taksonun ortalama değeri (Average Score Per Taxon=ASPT).....	60
3.2.1.5.	Belçika biyotik indeksi.....	60
3.2.1.6.	Trend biyotik indeksi.....	61
3.2.1.7.	Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera (EPT) Taksa Sayısı.....	61
3.2.2.	Biyolojik bulguların istatistiksel analizi.....	62
3.2.2.1.	Baskınlık analizi.....	62
3.2.2.2.	Sıklık analizi.....	85
3.2.2.3.	Benzerlik analizi.....	87

3.2.2.4.	Çeşitlilik analizi.....	87
4.	TARTIŞMA.....	89
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
6.	KAYNAKLAR.....	96
	EKLER.....	102
	ÖZGEÇMİŞ.....	104

ÖZET

Bu araştırma Rize Çiftekavak ve İyidere dereleri üzerinde Nisan 2010 – Mart 2011 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışmada, İyidere deresi üzerinde belirlenen 6 Çiftekavak deresi üzerinde ise 2 istasyon seçilmiştir. Derede belirlenen istasyonlardan su örnekleri aylık olarak alınmış ve taban omurgasızları incelenmiştir. Fiziko-kimyasal su kalite değerlendirmesinde Kıtaçi Su Kalite Standartları kullanılırken, taban omurgasızlara göre değerlendirmelerde ise Sİ (Saprobi İndeksi), FBI (Familya Biotik İndeksi), BMWP (Biyolojik İzleme Skor İndeksi), BBI (Belçika Biyotik İndeksi), ASPT (Ortalama Takson İndeksi), TBİ (Trent Biotik İndeksi) ve EPT takson sayısı olmak üzere 7 farklı biyotik indeks kullanılmıştır. Taban büyük omurgasızlardan en baskın takım Ephemeroptera basta olmak üzere, Amphipoda, Tricladida, Coleoptera, Decapoda, Rhynchobdellida, Odonata, Diptera, Trichoptera, Plecoptera, Tubificida ve Arthropoda takımlarına ait 27 takson teşhis edilmiştir. Fiziko-kimyasal veriler ile biyolojik bulguların değerlendirilmesi sonucunda fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite değerlerinin paralellik gösterdiği görülmüştür. İyidere deresinin biyolojik ve fiziko-kimyasal açıdan kirlenmemiş su kalitesinde olduğu halde Çiftekavak deresinin gerek fiziko-kimyasal gerekse biyolojik verilerin analizine göre yoğun kirlilik tehdidi altında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Kalitesi, Taban Omurgasızlar, Saprobi İndeksler, İyidere ve Çiftekavak Deresi

SUMMARY

The Definition of “İyidere and Çiftekavak” Stream Water Quality Saprobic Index and Physicochemical Variables

The investigation was carried out on the streams of Çiftekavak and İyidere in Rize between April 2010 and March 2011. Water samples were taken monthly from the station which chosen 6 sample points on İyidere and 2 sample point on Çiftekavak stream. Water quality was evaluated according to the physicochemical analysis and benthic macroinvertebrates were analysed and compared with the measurement of parameter. In this study, while inland water quality standards were used in evaluation of the physicochemical water quality, seven different biotic index such as SI (Saprobic Index), FBI (Family Biotic Index), BMWP (Biological Monitoring Index Scores), BBI (Belgium Biotic Index), ASPT (Medium Taxon Index) and EPT taxon number were used in evaluation according to benthic macroinvertebrates. During the period of this study, 27 taxa which belong to Ephemeroptera, Amphipoda, Tricladida, Coleoptera, Decapoda, Rhynchobdellida, Odonata, Diptera, Trichoptera, Plecoptera, Tubificida and Arthropoda were identified. The Ephemeroptera taxa was the highest abundance values in benthic macroinvertebrates. In order to determine the water quality at 8 station along the Rize part of Çiftekavak and İyidere streams. Both the biological and physicochemical data were in good agreement with respect to the water quality and values were correlated. According to evaluation of the water quality of both the biological and physicochemical results, İyidere stream were unpolluted, but Çiftekavak stream were found to be under the threat of more pollution.

Key Words: Water quality, Benthic macro invertebrate, Saprobic Indexes, İyidere Stream and Çiftekavak Stream

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. İyidere Deresi Örnekleme Noktaları.....	11
Şekil 2. I. Örnekleme Noktası (I.İSTASYON)	12
Şekil 3. II. Örnekleme Noktası (II.İSTASYON)	12
Şekil 4. III. Örnekleme Noktası (III.İSTASYON)	13
Şekil 5. IV. Örnekleme Noktası (IV.İSTASYON)	13
Şekil 6. V. Örnekleme Noktası (V.İSTASYON)	14
Şekil 7. VI. Örnekleme Noktası (VI.İSTASYON)	14
Şekil 8. Çiftekavak Deresi Örnekleme Noktaları.....	15
Şekil 9. VII. Örnekleme Noktası (VII.İSTASYON)	15
Şekil 10. VIII. Örnekleme Noktası (VIII.İSTASYON)	16
Şekil 11. Tekme (Kick Sampling) örnekleme metodu (AQEM 2002)	22
Şekil 12. Multi habitat örnekleme metodu (AQEM 2002)	22
Şekil 13. İyidere deresine ait fiziksel parametrelerin maksimum ortalama ve minimum değerleri	40
Şekil 14. Çiftekavak deresine ait fiziksel parametrelerin maksimum ortalama ve minimum değerleri.....	41
Şekil 15. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama su sıcaklıkları.....	41
Şekil 16. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama elektriksel iletkenliği.....	42
Şekil 17. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama pH değerleri.....	43
Şekil 18. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama çözünmüş oksijen değerleri.	44

Şekil 19. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama BOİ ₅ değerleri.....	45
Şekil 20. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama askıda katı madde değerleri.....	46
Şekil 21. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama karbondioksit değerleri.....	47
Şekil 22. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama bikarbonat değerleri.....	48
Şekil 23. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama toplam sertlik değerleri	49
Şekil 24. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama magnezyum değerleri.....	50
Şekil 25. Sudaki kalsiyum miktarının aylık değişimleri.....	51
Şekil 26. Sudaki alkalinite miktarının aylık değişimleri.....	52
Şekil 27. Sudaki nitrit miktarının aylık değişimleri.....	53
Şekil 28. Sudaki fosfat miktarının aylık değişimleri.....	54
Şekil 29. Toplanan birey sayılarının yüzde oranları.....	55
Şekil 30. Çalışma süresince örnekleme istasyonlarından toplanan makro-omurgasız bireyleri.	55
Şekil 31. Nisan 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	63
Şekil 32. Mayıs 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	65
Şekil 33. Haziran 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	67
Şekil 34. Temmuz 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	69
Şekil 35. Ağustos 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	71
Şekil 36. Eylül 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)	73
Şekil 37. Ekim 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	75
Şekil 38. Kasım 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	77
Şekil 39. Aralık 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	79

Şekil 40. Ocak 2011 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	81
Şekil 41. Şubat 2011 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	83
Şekil 42. Mart 2011 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%).....	85
Şekil 43. Çalışma alanında elde edilen Taksonlara ait Sıklık Analizi (%).....	87
Şekil 44. Çalışma alanından toplanan taban omurgasızlar.....	105

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. İstasyonlar.....	16
Tablo 2. Analizleri Yapılan Parametreler ve Birimleri.....	21
Tablo 3. Kıtaİçi Su kaynakları sınıflarına göre kalite kriterleri.....	23
Tablo 4. Saprobi indeksi'nin değişkenlerine göre akarsu kalite sınıfları (LAWA, 1980)	31
Tablo 5. Familya biyotik indeksi göre su kalitesini sınıfları (Hilsenhoff, 1988).....	32
Tablo 6. Akarsular için BMWP (Biological Monitoring Working Party) biyotik indeks sınıflandırma cetveli (Moss, 1998).	33
Tablo 7. BMWP 'ye göre Su kalite sınıfları (Metcalf, 1989)	34
Tablo 8. ASPT'ye göre Su kalite sınıfları, (Metcalf, 1989).....	34
Tablo 9. BBI'da kullanılan sistematik birimlerin düzeyleri.....	35
Tablo 10. Belçika biyotik indeksine göre Su kalite sınıfları (De Pauw and Vanhooren, 1983)	35
Tablo 11. Geniştirilmiş Biyotik indeks (Metcalf-Smith,1994).....	36
Tablo 12. Benzer çalışma alanlarında kullanılan istatistiksel metotlar	37
Tablo 13. Çalışma alanında teşhis edilen taksonlar.....	56
Tablo 14. Asterics yazılımı ile elde edilen indeks verileri.....	57
Tablo 15. Asterics yazılımı ile elde edilen taksonların metrik ve bolluk verileri	58
Tablo 16. İstasyonların Saprobi İndeks değerleri ve Su Kalite Sınıfları	59
Tablo 17. İyidere ve Çiftekavak akarsularında belirlenen istasyonların Familya Biyotik İndeksi	59
Tablo 18. Çalışma alanındaki organizmaların BMWP' ye göre değerlendirilmesi.....	60

Tablo 19. Çalışma alanındaki organizmaların ASPT' ye göre değerlendirilmesi.....	60
Tablo 20. İyidere ve Çiftekavak akarsularında belirlenen istasyonların Biyotik indeks sınıfları.....	60
Tablo 21. İyidere ve Çiftekavak akarsularında belirlenen istasyonların Trent Biyotik İndeks değerleri ve Su Kalite Sınıfları.....	61
Tablo 22. Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera (EPT) taksa sayısı.....	61
Tablo 23. Nisan 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	62
Tablo 24. Mayıs 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	64
Tablo 25. Haziran 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	66
Tablo 26. Temmuz 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	68
Tablo 27. Ağustos 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	70
Tablo 28. Eylül 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	72
Tablo 29. Ekim 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	74
Tablo 30. Kasım 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	76
Tablo 31. Aralık 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)......	78

Tablo 32. Ocak 2011 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%).....	80
Tablo 33. Şubat 2011 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%).....	82
Tablo 34. Mart 2011 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%).....	84
Tablo 35. Çalışma alanındaki istasyonlar arasındaki benzerlik indeksi.....	87
Tablo 36. İstasyonların aylara göre çeşitlilik indeksleri.....	87
Tablo 37. Kıtaıçi yüzey suları su kalite kriterlerine göre belirlenen istasyonların su kalite sınıflarının değerlendirilmesi.....	88
Tablo 38. Biyolojik sınıflandırmalara göre belirlenen istasyonların su kalite sınıflarının değerlendirilmesi.....	88

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AKM	Askıda Katı Madde
APHA	American Public Health Association
ASPT	Average Score Per Taxon
AQEM	Assessment system for the ecological Quality of streams and rivers throughout Europe using benthic Macroinvertebrates
BBI	Belçika Biyotik İndeksi
BMWP	Biological Monitoring Working Party
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
EBT	Eriochrome Black-T
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetikası
EP	Ephemeroptera-Plecoptera
EPT	Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera
FBI	Familya Biyotik İndeksi
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
SÇD	Su Çerçeve Direktifi
TBI	Trent Biyotik İndeksi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Su, canlıların hayat kaynağı olmakla beraber, kültürün gelişmesine katkı sağlayan en önemli maddedir. 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 kirletilme tehlikesi üzerinde durmaktadır (Tanyolaç, 2004).

Su, deniz ve okyanuslar, akarsular ve göller, kar ve buzullar olarak yer yüzünün dörtte üçünü kaplar (Cirik ve Cirik, 2008). Yeryüzünü saran ve okyanuslarda, denizlerde, göllerde, akarsularda ve yer altı sularında bulunan sularla atmosferdeki su buharının tümüne hidrosfer (su küre) adı verilir (Göksu 2003). Yeryüzündeki sular, güneş enerjisi etkisi ile sürekli bir dolaşım içinde bulunur. Yeryüzünden buharlaşarak atmosfere çıkan sular yoğunlaşarak tekrar yeryüzüne dönerler. Bu dolaşıma "hidrolojik devre" denir. İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek ve ekonomik ihtiyaçları giderebilmek için suyu bu dolaşımdan alır, kullandıktan sonra yine aynı dolaşıma iade ederler. Bu süreç sırasında suya karışan maddeler, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek "su kirliliği" olarak adlandırılan durum ortaya çıkar. Su molekülünde oksijen (-), hidrojen (+) kutupludur. Böylece, bir su molekülü, elektriksel bir ortamda (+) kutbunu negatif yöne, (-) kutbunu ise pozitif yöne çevirerek iki kutuplu (dipolar) olma özelliğindedir. Bu özellik suyun iyonik bileşiklerde iyi bir çözücü olmasını sağlar (Göksu 2003). Su laboratuvar ortamında elde edilirse, saf olarak iki hidrojen bir oksijen (H₂O) atomlarından oluşur. Bu yüzden doğada saf halde bulunmamakla beraber iyi bir temizleyici madde olduğundan kirliliği soğurarak tutar. Doğal ortamda kirleticilerin son buluşma noktası su kaynaklarıdır.

Su kirlenmesi, su kaynağının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde olur. Su kirliliği olarak adlandırılan bu özellik değişimleri, aynı zamanda sularda yaşayan çeşitli canlı varlıkları da etkiler. Böylece su kirlenmesi suya bağlı ekosistemlerin etkilenmesine, dengelerin bozulmasına ve giderek doğadaki tüm suların sahip oldukları kendi kendini temizleme kapasitesinin azalmasına veya yok olmasına yol açabilir (Göksu 2003).

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 değerlendirilmektedir (LAWA, 1980).

Sularda, muazzam bir canlı varlık hazinesi, dolayısı ile gıda deposu mevcuttur. Sularda olabilecek bir denge bozulması bütün dünyamızdaki yaşamı ciddi ve olumsuz yönde etkiler. Su kirliliğinin, ortamda yaşayan canlıları doğrudan doğruya etkilediği göz önüne alınırsa, kirliliğin çevre kalitesinde yarattığı düşüşü belirleme de biyolojik kökene dayalıdır. Fakat su kirliliğini belirlemeyle ilgili çalışmalarda fiziksel ve kimyasal verileri toplamakla yetinilmektedir. Hâlbuki fiziksel ve kimyasal veriler ölçüm yapılan yerin o andaki durumu hakkında bilgi verir. Daha uzun bir dönemde su kalitesindeki değişimleri belirlemek için ek bir yöntem gereksinim duyulur. Bu da biyolojik yöntemdir (Kazancı ve ark., 1997).

Fiziksel ve kimyasal parametreler, biyolojik parametrelere göre daha fazla tercih edilmişlerdir. Fakat fiziksel ve kimyasal parametreler çoğu zaman elde olmayan nedenlerden dolayı bazı yanlışlara sebep olmaktadır. Fiziksel ve kimyasal veriler, biyolojik su kalitesi tayinini destekler niteliktedir. Su kalitesinin belirlenmesinde ortaya çıkabilecek hataları önlemek amacıyla, indikatör organizmaların rol oynadığı biyolojik parametrelerin kullanılması zorunlu bir hal almıştır. Bu nedenle, akarsuların kirliliğinin belirlenmesi için kimyasal parametreler ile birlikte biyolojik değerlendirmeler de ele alınmalıdır. Ekosistem değişikliklerine ve kirliliğe duyarlı oldukları için makro-omurgasız toplulukları biyolojik değerlendirmede gösterge olarak kullanılabilirler. Kirli suda yaşayan makro-omurgasızlar temiz suda, temiz suda yaşayanlar ise kirli suda stres altında yaşarlar ve dominant türler oluşturamazlar. Bu da kirlilik üzerine yorum yapılmasını kolaylaştırır. Makro-omurgasızlar akarsu kalitesi hakkında uzun süreye yönelik bilgi elde etmemizi sağlar (Demir 2005).

1.2. Su Kalitesinin Biyolojik Yönden İncelenmesi

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 örneklemelelerde 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, bazılarınınsa 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).

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. Saprobi indeksler organik kirliliğe karşı türlerin tepkileri üzerine kurulan bir sistemdir. Son yıllarda konu üzerinde çeşitli araştırmacılar da saprobi sistemi bazı değişikliklerle geliştirmişlerdir (Sladeczek, 1973; Mauch, 1976; LAWA, 1980).

Kolkwitz ve Marson (1902) tarafından ortaya atılan ve Liebmann (1947) tarafından düzenlenen Saprobi İndeksi günümüze kadar çeşitli düzenlemelerle kullanılarak gelmiştir. Sladeczek (1973) Saprobi İndeksi oldukça geliştirmiş ve geniş kapsamlı bir indeks haline getirmiştir. Aynı zamanda bu araştırmacı, indikatör organizmaların bir listesini de yayınlamıştır. Mauch (1976), akarsuların biyolojik analizlerinde kirliliğe göre bentik organizmaların formlarını belirlemiştir. Bu araştırmacı bentik organizmaları sınıflandırmada Kolkwitz ve Marson (1902)'un oluşturduğu sistemi esas almıştır. Zelinka ve Marvan (1961) tarafından geliştirilen yöntem, uzun vadeli durumları belirtmesi açısından oldukça önemlidir. Biyolojik su kalitesi, akarsuyun organik kirlenmesinden dolayı oluşan biyolojik gösterge (indikatör) türleri ve ortamda bulunan çözünmüş oksijen miktarına göre değerlendirmektedir (LAWA,1980).

Rosenberg ve Resh (1993)'in ifadesine göre 30 yıldan bu yana Kuzey Amerika'daki su kalitesi izleme programlarında bulunan taban büyük omurgasızların kullanımı, iki değişiklik geçirmiştir. 1960'larda kaliteyi belirlemeye yönelik yaklaşımlara göre, çevresel sınıflandırmada belirli makroinvertebratların bollukları veya varlığı – yokluğu ile ilgili korelasyonların kullanımı temel alınmaktadır. Bu düşünce de Avrupa'da kullanılan saprobi sistemden etkilenmiştir. Birinci değişiklik, kantitatif metotların kullanımı ve istatistiksel

yaklaşımların ağırlık kazandığı dönem olmuştur ve 1970'lere kadar sürmüştür. Bununla beraber, son yıllarda kantitatif yaklaşımlarda ilginç yinelemeler ve yüksek maliyet, Hızlı Yaklaşım Teknikleri olarak adlandırılan, yeni tekniklerin oluşmasına neden olmuştur. Hızlı Yaklaşım Teknikleri'nin amacı, su kalitesindeki uzun vadedeki değişikliğin belirlenmesi, kirlilik derecesi belli olan ve kirlilik seviyesi belli olmayan yerler arasındaki su kalitesi problemlerini tanımlamaya yöneliktir. Benzer bir yaklaşım balık kormunitelerinin statüsünü belirlemede kullanılmaktadır (Plafkin ve ark.,1989).

1.2.1. Su kalitesinin biyolojik yönden incelenmesinin avantajları

Ephemeroptera takımı, aşağıda verilen nedenlerden ötürü insan aktiviteleri sonucunda suda meydana gelen değişimlerin en iyi biyolojik indikatörü olarak gösterilmektedir (Hauer ve ark., 2004);

- Bu takım filogenetik olarak oldukça eskidir ve dolayısıyla adaptasyonları da sağlam ve belirgindir.
- Ephemeroptera larvaları hemen hemen her tatlı su habitatında bulunur. Bu takımın üyeleri çok farklı zeminlerde, ayrışan organik madde ve döküntüler içinde, sualtı vejetasyonun arasında, durgun ya da hızlı akıntılı sularda yaşayabilirler.
- Genelde Ephemeroptera takımının verimliliği oldukça yüksektir.
- Gelişimsel döngüleri titiz bir şekilde çalışılmıştır. Ephemeroptera bireylerinin gelişimi birkaç ay ile üç yıl arasında değişir.
- Ephemeroptera bireyleri uçarak çok uzun mesafeler kat edemez. Kısa bir yaşam süresine sahip ergin bireyler çoğunlukla yumurtadan çıktıkları bölgeye yumurtalarını bırakırlar. Bu nedenle yerel popülasyonların karışımı minimal düzeydedir.
- Birçoğunun larvası cins ve tür düzeyinde kolayca tanımlanabilmektedir.

1.2.2. Su kalitesinin biyolojik yönden tayini ile ilgili ülkemizde ve yurt dışında yapılmış çalışmalar

Schreiber (1975), Schwarzwald Çayı'ndan aldığı örneklerden elde ettiği alg saprobi indeksinde, tür seviyesine kadar tesbit edilen makrozoobentik organizmalardan elde edilen Saprobi İndeksten bir saprobi basamağı sapmalar olduğunu tesbit etmiştir. Oligosaprop

bölgede, alglerle yapılan Saprobi İndeksi yaklaşık olarak bir saprobi basamağı negatif yöndedir.

Lange-Bertalot (1978), Main Nehri'nde yaptığı çalışmada diatomların Saprobi İndeks ile ilişkisini incelemiş ve diatom popülasyonlarının ekolojik dağılımının azalan saprobite ile sınırlı olmadığını, sadece artan kirlilik düzeyleri ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Seçilmiş türlerin dışında, farklı gruplardaki diatomların kirliliğe karşı duyarlılık ve hoşgörülerine göre sınıflandırmanın mümkün olduğunu ifade etmiştir. Ortak yönlerin nispi oranlarının istatistiki değerlendirilmesi su kalitesinin güvenilir şekilde tespitini sağlayacağını ve fiziko-kimyasal veriler açısından da tam olduğunu belirtmektedir. Ayrıca diatomlarla yapılan su kalitesi değerlendirmesinin fiziko-kimyasal verilere göre daha kısa zaman ve daha az masraf gerektirdiğini belirtmiştir.

Lange-Bertalot (1979), son derece kirli Rhein-Main nehir sisteminde yaptığı çalışmada 100 diatom türünün ekolojisi ve kirlilik dinamiklerini nehir sistemine uygun olarak tanımlı yapılan fiziko-kimyasal ve saprobiyolojik şartlarla bağlantılı olarak araştırmış, Avrupa'da diğer nehirlerde yapılan araştırmalardakine benzer su kalitesi sonuçları bulmuştur. Araştırmacı (1979 b) 100 diatom türünün ekolojisini ve kirlilik dinamiklerini, bazı kesimleri son derece kirli olan aşağı Main Nehri'nde fiziko-kimyasal ve saprobiyolojik şartlara bağlı olarak araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar taksonomik problemleri, doğru bir saprobiyolojik uygulama ve değerlendirme için bir ön şart olarak belirlemiştir. Akarsularda olan kirlilik faktörlerine karşı bentik diatomların tüm karakteristik türlerinin bilinen hoşgörülerinin kullanılmasıyla, Avrupadaki benzer sucül sistemlerdekine yakın su kalitesi değerlerini verdiği belirtilmektedir.

Steinberg ve Schiefele (1988), epilitik diatome florasının bioindikasyon değerini belirlemek için Amper Nehri'nde yaptıkları çalışmada bentik diatomları beş gruba ayırmışlardır. Bu gruplandırmanın ev ve endüstri atık sularının neden olduğu değişik kirlilik derecelerine göre farklılıklar gösterdiğini bulmuşlardır. Buna ek olarak iki yeni bentik diatom grubu saptanmıştır, bunların suyun içerdiği besin miktarına göre farklılık gösterdiği ileri sürülmüştür.

Barlas (1988), Fulda nehrinde yaptığı çalışmada fitoplanktonları 9 istasyonda incelemiş ve Bacillariophyta, Cyanophyta, Chromophyta, Pyrrhophyta, Euglenophyta ve Chlorophyta'ya ait toplam 207 alg türü belirlemiş ve fitoplanktonun mevsimsel gelişimini izlemiştir. Diatomların bütün istasyonlarda dominant olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca Fulda Nehri'nin fiziksel, kimyasal özelliklerini incelemiş ve akarsuyun kimyasal su kalitesini belirlemiştir. Makrozoobentik organizmaları da teşhis ederek bu organizmalara göre de su kalitesi tayini yapmıştır. Kimyasal su kalitesinin yanısıra, alglere ve omurgasızlara göre de su kalitesi

değerlendirmesi yapmıştır. Alglere göre yapılan su kalitesi tayin sonuçlarının diğerlerinden yarım basamak daha kötü, makrozoobentik omurgasızların ise genellikle bire bir sonuçlar verdiğini ifade etmiştir. Ayrıca fitoplanktonun gelişimi için en önemli faktörlerin su miktarı, su sıcaklığı, ışık miktarı ve sudaki besin maddesi miktarı olduğunu vurgulamıştır.

Şen ve ark. (1990), Evlerden gelen deterjanlı suların karıştığı küçük bir kanalda alg gelişimini epilitik ve epipelik flora içinde izlemişlerdir. Epilitik floranın Bacillariophyta ve Cyanophyta'ya ait taksonlardan oluştuğunu, *Oscillatoria* ve *Nitzschia*'ya ait türlerin çok yaygın olduğunu saptamışlardır. Epipelik florada ise *Nitzschia* türlerinin yaygın olduğunu belirtmişlerdir.

Girgin ve Kazancı (1994), Ankara Çayı'nda taban büyük omurgasızların kompozisyonunu incelemiştir. Taban büyük omurgasızların sayısal analizi ve fizikokimyasal parametrelerin analizinden elde edilen bilgiler 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.

Kalyoncu (1996), Isparta Deresi'nin (Ağlasun Kolu dahil) epilitik alglerini ve fiziko-kimyasal değerlerini incelemiş ve Saprobi Sistemi de kullanarak hem epilitik alglere göre hem de fiziko-kimyasal verilere göre su kalite seviyelerini belirlemiş ve birbirleri ile karşılaştırmıştır.

Simic (1996), Trgovisk Timok 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), yılında yaptıkları çalışmada, gelişmekte olan üç ülke (Tayland, Gana ve Brezilya) nehirlerinden makroomurgasız örnekleri toplayarak, aile 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 (Saprobi İndeks, Çeşitlilik İndeksi ve Biotik İndeks) incelemiş ve biyolojik yöntemlere ilişkin bilgiler vermişlerdir.

Yüce (1998), Kovada Gölü ve Eğirdir Gölü'nden gelen Kovada Kanalı'nda yaptığı çalışmada, seçilen istasyonlarda bazı su kalitesi parametreleri, algolojik yapı ve klorofil-a miktarlarını incelemiştir. İstasyonlarda yayılım gösteren fitoplanktonik, epilitik ve epifitik alg taksonları; bu taksonların aylık, mevsimsel ve yıllık kompozisyonlarını, yoğunluklarını ve değişimlerini incelemiştir.

Graça ve Coimbra (1998), yaptıkları çalışmada yaz ve kış örneklerini ayrı ayrı incelemişler, ilk olarak kütle analizleri ile istasyonların farklı taksonomik gruplarını tanımlamışlardır. Daha sonra hem istasyonlardaki grupların abiotik etkenlerle ilişkilerini değerlendirmişlerdir. Su kalitesi tablosundaki biotik indeks, takip eden iki yılda belirlenen istasyonlardaki etkiyi açıkça ortaya koymuştur.

Linke ve ark. (1999), Kanada'da yaptıkları çalışmada Biyolojik belirleme için taban büyük omurgasız kommunitelerinin kullanılması durumunda, akarsuda oluşan geçici değişiklikler istasyonun derecelenmiş olup olmadığı hükmünü değiştirebileceğini ifade belirtmişlerdir. Kanada'da, güney batı Ontario'da Thames Nehri'nin yukarı bölümünde 32 istasyon kurulmuş, kış ile yaz örnekleri arasındaki farklar incelenmiştir. İncelemeler sonucunda, aynı nehirde yaza oranla kışın su kalitesinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Modellemeyi sezonlara ayırdıkları zaman tahmin gücünün arttığını, en iyi sonuçların sezonlara ayırarak modelleme yapıldığında alınacağını vurgulamışlardır.

Salur (1999), Kayseri İli sınırları içinde kalan Kızılırmak havzası Odonata'larını incelemiş ve 8 familyaya ait, 17 cins ve 28 tür olduğunu belirlemiştir.

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.

Smith ve ark., (1999), Batı Avustralya nehirlerinin ekolojik şartlarını belirlemede makro-invertebratları kullanmışlardır. Kullanılan metotlar İngilterede kullanılan RIVPACS'a oldukça benzemektedir. Ayrıca Avustralya için geliştirilmiş ve makroinvertebratların indikatör olarak kullanıldığı geniş bir metottur. Bu metot AusRivAs adını taşımaktadır. Yaptıkları çalışmada nehirlerdeki habitatları ayrı ayrı örneklemişler ve makroinvertebratları familya düzeyinde tespit etmişlerdir. Akarsulardaki fiziko-kimyasal değişimleri de belirleyen

araştırmacılar, su kimyasında meydana gelen değişikliklerin faunadaki değişimler şeklinde ortaya çıktığını belirtmektedirler.

Akboyun (2000), Çine Çayı'nda yaptığı çalışmada akarsuyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyip, istasyonlara göre kalite seviyelerini ortaya koymuştur. Yine Makrozoobentik organizmaları belirleyerek, Belçika Biotik İndekse ve Saprobi İndekse göre akarsuyun su kalite seviyelerini ortaya koymuştur.

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

İmamoğlu (2000), Dipsiz ve Çine Çayının 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 İndekse ve Belçika Biyotik İndeksine göre istasyonların su kalite sınıflarını belirlemiştir.

Barlas ve ark., (2000), yapmış oldukları çalışmada, Yuvarlak Çay'ın fiziko-kimyasal verilere ve biyolojik verilere göre su kalitesini tespit etmişlerdir. Araştırmada Yuvarlak Çay'ın bentik makroinvertebrat dağılımı 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), yaptığı çalışmada Dalaman Çayı'nı fiziko-kimyasal ve biyolojik yönden incelemiştir. 7 istasyonda toplam 37 makro-omurgasız 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 ve ark., (2000), taban büyük omurgasızların ekolojik ve biyolojik özelliklerini incelemişlerdir ve aynı özellikteki grupların ilişkilerini tanımlamışlardır.

Barlas ve ark., (2001 a), 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 ve ark., (2001 b) yapmış oldukları çalışmada Muğla ili sınırlarında bulunan 5 önemli akarsudaki Ephemeroptera faunasını incelemişlerdir.

De Pauw ve ark., (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 kesin gösterirken, BBI'nin genel kirlilik derecesi ile daha iyi bir ilişki gösterdiği sonucuna varmışlardır.

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.

Kiriş (2003), Akçay (Muğla)'ın fiziko-kimyasal özellikleri ile birlikte bentik makro-invertebratlarının mevsimsel değişimlerini incelemiştir. Bentik makro-invertebratlardan toplam 76 takson tespit edilmiş, en baskın grubun Insecta olduğu ifade edilmiştir. Akçay'da belirlenen organizmalara göre sıklık, baskınlık, çeşitlilik ve benzerlik analizleri yapılarak su kalitesi sonuçlarıyla değerlendirilmiştir.

Roy ve ark. (2003), yılında yaptıkları çalışmada yerleşim alanlarından geçen nehirlerdeki makroomurgasızların kirleticilere tepkisini incelemişlerdir. Bunun için, Gürcistanda 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 makro-omurgasız türlerinin sayısı artarken, çeşitlilik ve su kalitesinin azaldığı diğer ifade edilenler arasındadır.

Yorulmaz (2006), yılında yaptığı çalışmada Eşen Çayı (Kocaçay) su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan incelemesini yapmıştır. Eşen Çayı'nın su kalitesini yedi farklı İstasyondan aldığı örneklerini hem fiziko-kimyasal hem de biyolojik yöntemlere göre yapmış ve sonuçlarının birbirini desteklediğini tespit etmiştir. Örnekleme noktalarında elde edilen EPT/*Chironomus sp.* oranları, su kalite sınıfları ile paralellik göstermiştir.

Yapılan bu çalışmada, Doğu Karadeniz bölgesinde (Rize) bulunan İyidere ve Çiftekavak derelerinin, fiziko-kimyasal ve bentik makroomurgasız faunası bakımından incelenmiş ve örnekleme noktaları bazında akarsu geneli için su kalitesi sınıfları belirlenmiştir.

Fiziko-kimyasal analizler ile akarsuların durumu ortaya çıkarılırken, biyolojik su kalitesi yöntemleri kullanılarak da akarsuyun orta ve uzun dönemli su kalitesi yorumlanmıştır. Yapılan çalışmanın güvenilirliğini artırmak amacı ile fiziko-kimyasal analizlerin yanı sıra biyolojik su kalitesi yöntemlerinden altı farklı su kalitesi tayin yöntemi kullanılmıştır.

Türkiye'nin limnofaunasının tam olarak ortaya çıkarılmadığı göz önüne alınırsa, özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde bu tür çalışmaların henüz yapılmamış olması bu çalışma ile önemli bir boşluk doldurmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu limnofauna zenginliğinin tam olarak tanımlanması, iç sular üzerinde yapılacak ayrıntılı çalışmalar ile ortaya çıkarılacaktır.

Bu çalışma İyidere ve Çiftekavak derelerinin taban büyük omurgasız faunası incelenerek, fiziko-kimyasal parametreler ile biyolojik su kalitesi yöntemleri kullanılmıştır. Doğu Karadeniz akarsularının limnofaunası üzerine yapılmış yeterli çalışmanın bulunmamış olması çalışmanın önemini daha da artırmıştır. Yapılacak limnofauna çalışmaları için referans olacağı umulmaktadır.

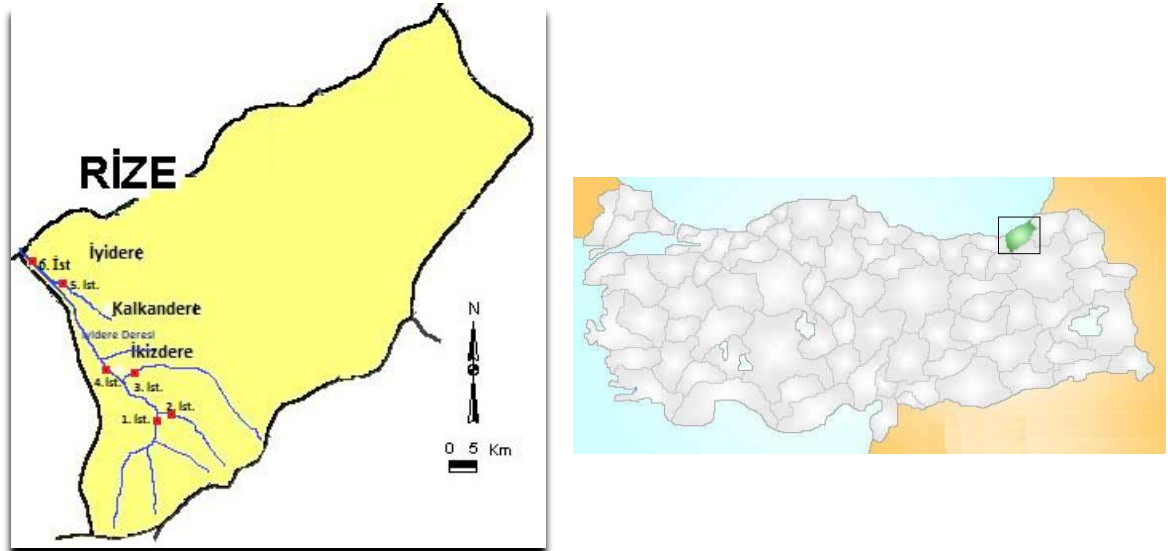
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma, İyidere ve Çiftekavak Derelerinde belirlenen toplamda 8 adet örnekleme merkezinde yapılmıştır. Örnek istasyonlarının belirlenmesinde, alınan örneklerin o bölgede araştırılan alanın su niteliğini tanıtır veya temsil edebilir olması, yerleşim alanlarına yakın oluşu, toplam kirliliği belirlemesi gibi etkenler göz önünde bulundurulmuştur.

2.1.1 İyidere Deresi

İyidere Deresi üzerinde denize sıfır noktasından akarsu boyunca ve akarsuyu oluşturan kollarından ve deniz kıyısından 30 km kadar içeriye doğru belirlenmiş 6 örnekleme noktasını içeren bir bölgede yapılmıştır. Deniz seviyesinden 960 m koduna kadar uzanan bir bölgede bir yıllık dönemde aylık periyotlarla su numuneleri incelenmiştir. Arazide, örnek alınan istasyonların belirlenmesinden sonra, su örneklerinin alınması, örnek alınırken su sıcaklığı, çözünmüş oksijen miktarı, oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik, tuzluluk gibi fiziksel ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. İyidere Deresi Örnekleme Noktaları

I. istasyon İyidere Deresinin Anzer kolu, II. istasyon Çamlık ve Ovit kolu, III. İstasyon Cimil Deresi kolunu IV. İstasyon İkizdere yerleşim altını V. Kalkandere Deresi kolunu, VI. İstasyon İyidere Deresinin deniz ile birleştiği noktayı temsil edecek şekilde seçilmiştir (Tablo 1).



Şekil 2. I. Örnekleme Noktası (I.İSTASYON)



Şekil 3. II. Örnekleme Noktası (II.İSTASYON)



Şekil 4. III. Örnekleme Noktası (III.İSTASYON)



Şekil 5. IV. Örnekleme Noktası (IV.İSTASYON)



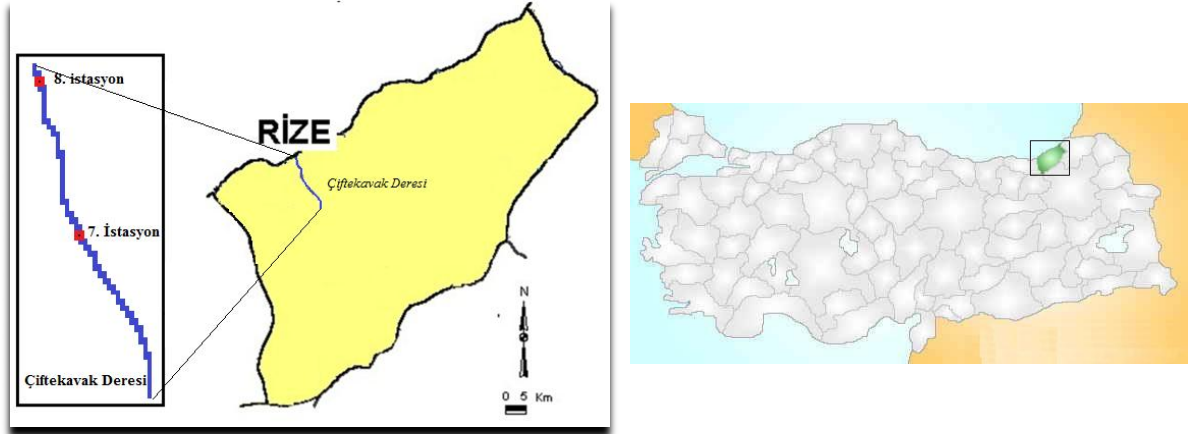
Şekil 6. V. Örnekleme Noktası (V.İSTASYON)



Şekil 7. VI. Örnekleme Noktası (VI.İSTASYON)

2.1.2. Çiftekavak Deresi

Çiftekavak deresi Rize şehir merkezinin etkisi altında kalmış, Belediyenin hayvan kesim merkezi bu dere üzerine kurulmuştur. Ayrıca yeni sanayi sitesi bu dere üzerinde kurulma aşamasındadır.



Şekil 8. Çiftekavak Deresi Örnekleme Noktaları

Örnek alım istasyonları antropojenik faktörlerin etkilerinin tesbiti göz önüne alınarak; VII. örnekleme noktası yerleşim alanından uzak denizden yaklaşık 4 km içeride, VIII. örnekleme noktası ise Çiftekavak Deresinin deniz ile birleştiği noktayı ve antropojenik etkileri temsil edecek şekilde seçilmiştir (Tablo 1).



Şekil 9. VII. Örnekleme Noktası (VII.İSTASYON)



Şekil 10. VIII. Örnekleme Noktası (VIII.İSTASYON)

Tablo 1. İstasyonlar

İyidere Deresi Örnekleme Noktaları, Koordinatları ve Kodu				
Ölçüm Yapılan İstasyonlar	Koordinat			Kod
I. İstasyon (Anzer Deresi Kolu)	N 40° 42'	57''	E 40° 35'	960 metre
II. İstasyon (Çamlık – Ovit Kolu)	N 40° 43'	04''	E 40° 23'	995 metre
III. İstasyon (Cimil Kolu)	N 40° 53'	19''	E 40° 26'	557 metre
IV. İstasyon (İkizdere İlçesi)	N 40° 49'	39''	E 40° 28'	484 metre
V. İstasyon (Kalkandere Deresi Kolu)	N 40° 49'	39''	E 40° 28'	60 metre
VI. İstasyon (Deniz ile birleşme noktası)	N 40° 49'	39''	E 40° 28'	25 metre
Çiftekavak Deresi örnekleme Noktaları, Koordinatları ve Kodu				
VII. İstasyon (Mezbahana yukarısı)	N 40° 49'	39''	E 40° 28'	45 metre
VIII. İstasyon (Deniz ile birleşme noktası)	N 40° 49'	39''	E 40° 28'	1 metre

2.2. Çalışma Alanının Coğrafik Yapısı

2.2.1. Coğrafik konum

Rize kuzeydoğu Anadolu'da; Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda, 40°-22' ve 41°-28' doğu meridyenleri ile 40°-20' ve 41°-20' kuzey paralelleri arasında yer alır. Batıdan Trabzon, güneyden Erzurum, doğudan Artvin ve kuzeyden Karadeniz ile çevrili olan Rize'nin göller hariç yüzölçümü 3920 km² dir (URL-1).

2.2.2. Yeryüzü Şekilleri

Doğu Karadeniz Kıyı sıradağları yayının kuzey yamacında yer alan Rize toprakları genel ifade ile dağlık ve engebeldir. Ancak bu genel topoğrafik durum dikey yönde bazı farklılıklar arz etmektedir (URL-1).

2.2.3 Jeolojik yapı

Doğu Karadeniz Dağlık Sistemine dahil olan Rize arazisi esas itibariyle paleozoik (I.zaman) bir temel üzerinde ve Kretase'de (III. Zaman ara devresi) başlayan büyük orojenezle (Dağ oluşumu) yüzeye çıkmış Granodiorit ve Kretase flişlerinden ibaret olmakla birlikte yer yer Neojen depolarına da rastlanır (URL-1).

Bütün kıyı kesimi yüzeyde üst Kretase serisi volkanik örtü ve tüflerin fazlalığı ile dikkati çeker. Örneğin Çayeli-Pazar arasındaki tünellerin deniz tarafını oluşturan falezler, andezitlerle ophiolitlerin teşkil ettiği kaba greler ve bunlarla karışık olarak bulunan ince konglomera ve aglomera banklarından oluşmuştur (URL-1).

Kıyıya yakın yamaçlarda ise Kretase sedimanları yaygın olmakla beraber, bu sedimanların üzeri yer yer Eosen fliş serileri tarafından örtülmüştür. Vadi boylarında bu örtülerin altında yer yer aflore olmuş trakit, andezit ve bazalt sütunlarına rastlanır (URL-1).

Yüksek dağlık sahada ise daha çok mağmatik elemanlar hakim durumdadır. Aflore olan granit, andezit ve bazalt kütleleri yüksekliği 3000 m'yi aşan hemen her yerde hakim durumdadır (URL-1).

Yörede alüvyonlara büyük akarsu vadilerinin denizden itibaren en çok 10 km'ye kadar olan kesimlerinde rastlanır (URL-1).

2.2.4. İklim

Rize'de yazları serin, kışları ılıman ve her mevsimi yağışlı bir iklim görülür. Elli yıl boyunca yapılan rasat sonuçlarına göre Rize'nin yıllık sıcaklık ortalaması yaklaşık

14 °C'dir. Bu süre içinde kaydedilen en düşük sıcaklık -7 °C olup 23 Mart 1962'de, en yüksek sıcaklık ise 38.2 °C olup 21 Mayıs 1980'de kaydedilmiştir. En soğuk ay olan Ocak ayının sıcaklık ortalaması 6.7 °C; en sıcak ay olan Temmuz ayının sıcaklık ortalaması ise 22.2 °C'dir (URL-1).

Rize'de aylık ortalama sıcaklık eğrisi bütün yıl 5 °C'nin üzerinde seyretmekte olup, sadece 4 ayın sıcaklık ortalaması 10 °C'nin altındadır. Diğer bütün ayların sıcaklık ortalaması 10 °C'nin üzerindedir. Sıcaklık ortalaması 20 °C'yi geçen ay sayısı ise 2'dir. Bütün bunlardan Rize'nin oldukça istikrarlı bir sıcaklık rejimine sahip olduğu sonucunu çıkarmak mümkündür (URL-1).

Türkiye'nin en çok yağış alan ili olan Rize'de yıllık toplam yağış miktarı 2300 mm'nin üzerinde olup, yağışlar her mevsime dengeli olarak dağılmıştır. Bu nedenle Rize'de kurak mevsim yoktur. En az yağış alan ilk baharın toplam yağış miktarı kuraklık sınırının çok üzerindedir (367.9 mm). Rize'de kar yağışları olağandır. Toplam yağışın bir kısmının kar şeklinde düşmekte, akarsu rejim grafiği Yağış eğrisi son bahar ve kış aylarında yükselirken akarsu rejim eğrisi bu aylarda maximumun oldukça altında seyretmekte ve maximuma ilk bahardan itibaren uzanmaktadır. Oysa ilkbahar Rize'de en az yağış alan mevsimdir. Bu durumda kışın düşen yağışların kar şeklinde olduğu ve ilk baharla birlikte bu kar örtüsünün erimesiyle akarsuların kabardığı anlaşılmaktadır (URL-1).

Mevsimlere göre değişmekle birlikte Rize'de nem oranı her zaman % 75'in üzerindedir. Yılın 150 günü kapalı, 163 günü bulutlu geçmektedir. Açık gün sayısının az olması Rize'de güneş enerjisinden yararlanma imkanını en aza indirmiştir (URL-1).

Karın ortalama 14 gün yerde kaldığı Rize'de donlu gün ortalama sayısı 10'dur. Donlu gün sayısının az olması ve minimum sıcaklık ortalamasının -7 °C'yi geçmemiştir (URL-1).

Rize'de hakim rüzgar yönü Güneybatıdır. Ancak 2-3 yılda bir Kasım'dan Nisan'a kadar kısa aralıklarla esen föhn rüzgarlarına da değinmek gerekir. Doğu Anadolu Antisiklonunun Sibiryaya Antisiklonuyla birleşerek güçlendiği yıllarda Doğu Anadolu'da Doğu Karadeniz üzerindeki siklon merkezine doğru yönelen hava, 3000 m'yi geçen Rize dağlarını aştıktan sonra kıyıya doğru inerken ısınır ve kıyıya ulaştığında bu bölgede sıcaklıkların yükselmesine yol açar. Böylece Rize'de kış sıcaklık değerlerinin aşırı düşüş göstermesini önler (URL-1).

2.2.5. Bitki Örtüsü

Bol yağış alan ve dengeli bir sıcaklık rejimine sahip olan Rize sık ve gür bir tabii bitki örtüsüne sahiptir. Kıyıda yaklaşık 750 m yüksekliğe kadar olan saha, geniş yapraklı kıyı ormanları ile kaplıdır. Bu sahada yer yer iğne yapraklıların da bazı sırtlar boyunca aşağılara sarktığı görülür. Gür ve sık bir orman formasyonu ile aynı zamanda da zengin bir orman altı formasyonundan oluşan bu yükseklik basamağı "Kelşik Flora" adıyla da tanınmaktadır. Bu basamağın hakim türü sakallı kızılalağaç (*Alnus barbata*) olup diğer türler kayın, kestane, ıhlamur türleri, gürgen, karaağaç türleri, yabani Trabzon hurması, yabani karayemiş, yabani kiraz, defne, çınar, tesbih ağacı, meşe, dişbudak ve şimşir'dir. Bunlardan sakallı kızılalağaç ve yabani karayemiş akarsu vadileri boyunca orman üst sınırına kadar çıkar. Bu basamağın orman altı bitki örtüsü de çok zengindir. Hakim tür; yörede "Kumar" adıyla bilinen ve yakacak odun olarak istihsal edilen orman gülü (*Rhododendron*) olup, çok sayıda otsu ve odunsu bitki türü, orman gülü ile birlikte orman altı bitki örtüsünü oluşturur (URL-1).

Yaklaşık olarak 800-1400 m yükseklikler arasındaki kuşak karışık orman kuşağıdır. Bu katın yaygın türlerinin geniş yapraklılarından sakallı kızılalağaç, kayın, kestane, gürgen ile iğne yapraklılarından ladin ve çam türleri teşkil eder (URL-1).

Yüksekliğin daha da artmasıyla yavaş yavaş iğne yapraklı türler hâkim duruma geçer. 1600 m'den sonra iğne yapraklılarının hâkimiyeti kesindir. Hâkim tür doğu ladini (*Picea orientallis*) olup, orman üst sınırına yaklaştıkça Kafkas köknarı da yaygın bir şekilde görülür. Karaçam da bu kuşağın yaygın türlerindedir. Orman altı bitki örtüsü bu kuşakta da değişmez (URL-1).

Rize'de ormanlar yaklaşık olarak 2000-2200 m yüksekliklerde sona erer ve yerini alp çayırlarına bırakır. Turuncu ve beyaz renkli küçük dağ zambakları ile papatyalar gibi çeşitli türlerin yer aldığı bu sahada, çayırların yanında lekeler halinde yer yer kısa boylu, orman gülü çalılıkları da yer almaktadır (URL-1)..

2.2.6. Akarsu ve Göller

Rize, yağışlı iklimi ve çok sayıdaki yeraltı su kaynakları sayesinde çok zengin bir hidroğrafik yapıya sahiptir. Rize sınırları içinde doğu-batı yönünde ortalama her 250-300 m'de büyük veya küçük akan bir suya mutlaka rastlanır. Nitekim Rize arazisinin reliefi de bunu göstermektedir (URL-1).

Rize'nin akarsuları kısa boylu, yatay eğilimli fazla olan hızlı akışlı akarsulardır. Rize sınırları içinde uzunluğu 5 km'den fazla olan 23 akarsu vardır. Ancak bunlardan 16 tanesi doğrudan doğruya Karadeniz'e ulaşmakta olup geri kalanı ise bu 16 akarsudan birinin kolu durumundadır. Doğrudan doğruya Karadeniz'e ulaşan akarsuların en uzun olanları Çağlayan deresi (34.7km), Arılı Deresi (31.5 km), Fırtına Deresi (68.0 km), Hemşin Deresi (38,5 km), Sabuncular Deresi (46.0 km), Taşlı Dere (34.0 km), İyidere (78.4 km)'dir. Diğerlerinin boyları kısadır. Öyleki kol durumundaki bir çok akarsu bile bunların en uzun olan Venek Deresinden (20.3 km) daha uzundur. Örneğin Fırtına Deresinin kolları olan Durak Deresi 33.0 km, Hala Deresi 32.5 km ve Taşlı Dere'nin kolu olan Balamya Çayı 22.6 km uzunluğundadır (URL-1).

Rize'nin büyük akarsuları olarak belirttiğimiz 7 akarsudan en uzun olanı İyidere (78,4 km) ama beslenme sahası en geniş olanı Fırtına Deresi'dir (1149,3 km). Havza genişliği yönünden ikinci sırayı İyidere (1047,4 km), uzunluk yönünden ikinci sırayı ise Fırtına Deresi (68km) alır. Akarsular hidrografik verimlilik açısından değerlendirilirken ölçü olarak havza genişliği alındığı için Rize akarsularının karakterinin incelenmesinde Fırtına Deresi'ni örnek olarak almakta fayda vardır (URL-1).

Rize'de akarsuların karakteri yağmur, kar, gür kaynaklar tarafından belirlenir. "Yağmurlu Karadeniz Rejimi" statüsünde incelenen bu akarsulardan, biri Eylül'den Kasım ortalarına kadar, diğeri Mart'tan Ağustos'a kadar iki kabarık ve Kasım ortalarından Mart'a kadar bir çekik devre vardır (URL-1).

Haziran'dan itibaren kar suyu desteğinin azalmasına paralel olarak akarsular da çekilmeye başlar. Ancak yine de Haziran-Ağustos arasındaki seviyeleri diğer aylardan daha yüksektir. Bu seviye kaybı Eylül'de son bulur ve son bahar yağmurlarının etkisiyle Eylül ortalarından Kasım'a kadar ikinci kabarık devre yaşanır (URL-1).

Rize Dağları'nın 2400 m'yi aşan bölümlerinde buzul aşandırması ve biriktirmesi sonucu oluşmuş olan 19 adet küçük alanlı göl tespit edilmiştir. Bu göllerin en büyükleri 0.07 km² yüzölçümündeki Ambar Gölü (2950m) ile Büyük deniz Gölü'dür (2900m.) 2400-3000 m yükseklikler arasında yer alan bu göllerin en küçüğü ise 0.01 km yüzölçümündeki Öküzyatağı Gölü'dür. (2775 m). bunların bir kısmı buzyalağı, bir kısmı da moren set gölüdür (URL-1).

2.3. Materyal

2.3.1. Su örneklerinin alınması ve saklanması

Fiziko-kimyasal analiz yapılacak su örnekleri tespit edilen istasyonlardan Nisan 2010 ile Mart 2011 tarihleri arasında periyodik olarak ayda bir kez olmak üzere bir yıl boyunca Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği'ne uygun olarak alınmıştır (T.C. Resmi Gazete 2009). Örnekler 1L'lik polietilen şişelere birkaç kez çalkalanarak örnekleme şişesinde hava boşluğu kalmayacak şekilde alınmıştır. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı için su örnekleri özel renkli BOİ şişeleri ile hava boşluğu kalmayacak şekilde alındı. Kimyasal verileri alınmak üzere su örnekleri aynı gün Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kimyası laboratuvarına getirilmiş ve fiziko- kimyasal analizleri yapılmıştır.

Belirlenen istasyonlardan alınan su numunelerinde pH, Bikarbonat (HCO_3^-), Karbondioksit (CO_2), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI_5), Kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Toplam Sertlik, Nitrit (NO_2^-), Amonyum, Orto-fosfat, Askıda Katı Madde ve Alkalinite gibi kimyasal ölçümler yapılmıştır. Diğer taraftan su sıcaklığı, suda çözülmüş oksijen, suda çözülmüş oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk gibi suyun fiziksel özellikleri örnekleme esnasında arazide ölçülmüştür (Tablo 2).

Tablo 2. Analizleri Yapılan Parametreler ve Birimleri

Ölçülen Parametreler	Birimler
Suda Çözülmüş Oksijen	mg/L
Çözülmüş Oksijen Doymunluğu	%
Kalsiyum (Ca^{+2})	mg/L
Magnezyum (Mg^{+2})	mg/L
Toplam Sertlik	CaCO_3 mg/L
Orto-fosfat	$\mu\text{g/L}$
Nitrit (NO_2^-)	$\mu\text{g/L}$
Alkalinite	mg/L
Bikarbonat (HCO_3^-)	mg/L
Karbonat (CO_3)	CaCO_3 mg /L
Karbondioksit (CO_2)	mg/L
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI_5)	mg/L
Askıda Katı Madde	mg/L
Su Sıcaklığı	$^{\circ}\text{C}$
Elektiriksel İletgenlik	$\mu\text{S/cm}^2$
Tuzluluk	ppt
pH	0-14

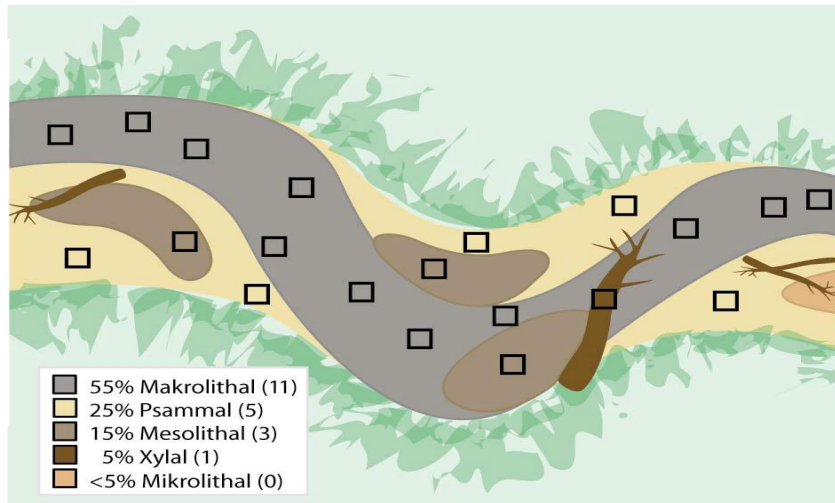
2.3.2. Taban büyük omurgasız örneklerinin toplanması ve saklanması

Taban büyük omurgasızların sığ sularda toplanması için en uygun ve en basit örnekleme metodu alt tabakaları aşındıran Tekme Örnekleme Metodu (Kick Sample)'dur. Örnek alan kişiler akıntı yönüne doğru yönelirler ve bentik kepçeyi dikey olarak alt tabakanın dibine doğru daldırırlar. Alt tabaka ayaklarla karıştırılır ve yerinden çıkarılan omurgasızlar filenin içine girer. Sığ sularda taşlar filenin önünde elle çevrilebilir. Standart 30x30cm ebadında file kullanarak herhangi bir yerde, bu tekniğin 3 dakika uygulanması ile familyanın % 62'sinin toplandığını ileri sürülmüştür. Türün % 50'si 18 dakika uygulamaya ile elde edilebilmektedir (Demir Ö. 2005).



Şekil 11. Tekme (Kick Sampling) örnekleme metodu (AQEM 2002)

Bu çalışmada biyolojik örnekler akarsuyu temsil edecek akıntılı, durgun, kıyı sığ gibi her istasyon için 20 noktadan 3'er dakikalık süre ile yaklaşık 60 dakikalık zaman zarfında toplanmıştır.



Şekil 12. Multi habitat örnekleme metodu (AQEM 2002)

Araştırma süresince taban makro-omurgasız örnekleri zemindeki taş, çakıl, su içinde ve kıyılarda bulunan bitkilerin arasından 40x30 ebadında dikdörtgen şeklinde demirden yapılmış ve tül geçirilmiş, saplı bentik kepçesi ile alınmıştır. Sedimentler daha önceden etiketlenmiş ve içerisinde %4'lük formaldehit bulunan kaplara konularak aynı gün laboratuara getirilmiştir.

2.4. Metot

Çalışma alanından alınan su örneklerinin fiziko-kimyasal analizlerden elde edilen nümerik verilerin istatistiki değerlendirilmesinde SPSS18 paket programı kullanılmıştır. Biyolojik verilerin analizlerinde Asterics yazılımı kullanılmıştır (Kazancı 2010).

T.C. Çevre Bakanlığı 2872 sayılı Çevre Kanunu'na ek olarak hazırlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynakları fiziko-kimyasal veriler kullanılarak dört kalite sınıfında değerlendirilmektedir (Resmi Gazete 2009). Tablo 3'de bu çalışmada ölçülen parametreler verilmiştir.

Tablo 3. Kıta içi su kaynakları sınıflarına göre kalite kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık °C	25	25	25	> 30
pH	6,5–8,5	6,5–8,5	6,0–9,0	6,0–9,0 dışında
Çözünmüş oksijen (O ₂ mg L ⁻¹)	8	5	3	<3
Nitrit azotu	0.002	0.01	0.05	>0.05
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (mg L ⁻¹)	4	8	20	>20

Su ortamlarının kalite sınıflandırılmasına göre 4 basamağa ayrılan sınıfların anlamları aşağıdaki gibidir.

Sınıf I: Yüksek kaliteli su

Sınıf II: Az kirlenmiş su

Sınıf III: Kirli su

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su

Sınıf I'e ait olan yüksek kaliteli sular yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi hayvan üretimi ve çiftlik suyu ihtiyacı için kullanılır.

Sınıf II'e ait olan az kirlenmiş sular ise ileri ve uygun bir arıtma ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık dışındaki diğer balıkların üretimi ve sulama suyu olarak kullanılır.

Sınıf III'e ait olan kirlenmiş sular ise uygun bir arıtmadan sonra, kaliteli su kullanımını gerektirmeyen endüstriyel aktiviteler için kullanılır.

Sınıf IV'e ait çok kirlenmiş sular ise düşük kaliteli suları ifade eder ve kullanım alanı yoktur(T.C. Resmi Gazete 2009).

2.4.1. Fiziko-Kimyasal Ölçümler

2.4.1.1. Su sıcaklığı

Akarsuların anlık su sıcaklığı; akarsuyun debisi, hızı, iklim şartları, atmosferik şartlar, denizden yüksekliği gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Sularda su sıcaklığı çözülmüş oksijen, pH parametreleri gibi fiziko-kimyasal parametrelere tesir ederek sucul canlıların hayati faaliyetleri üzerine direkt etkileri vardır (Göksu 2003).

Su sıcaklığı numune alınırken YSI Professional Plus marka multi metre ile elektrometrik olarak yapılmıştır.

2.4.1.2. Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençdir. Sular da bulunan iyon konsantrasyonunun anlaşılabilmesi için geliştirilmiş parametredir. Sulardaki nitratlar, fosfatlar, karbonatlar, sülfatlar ve klorürler gibi çözülmüş katı maddelerden kaynaklanmaktadır (Göksu 2003).

Suyun elektriksel iletkenliği YSI Professional Plus marka multi metre ile elektrometrik olarak ölçülmüştür.

2.4.1.3. Tuzluluk

1 kg suda çözülmüş halde bulunan katıların gram olarak miktarı olarak ifade edilmektedir (Yanık ve ark., 2001). Sulardaki tuz miktarı, yüksek yerlerdeki sularda düşük, alçak yerlerdeki sularda yüksek orandadır (Göksu 2003).

Suyun tuzluluğu YSI Professional Plus marka multi metre ile elektrometrik olarak belirlenmiştir.

2.4.1.4. Oksijen doygunluğu

Suyun oksijen doygunluğu YSI Professional Plus marka multi metre ile elektrometrik olarak sağlanmıştır.

2.4.1.5. pH

pH sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonu logaritmasının tersi [$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$] olup 0-14 arasında rakamsal olarak ölçeklendirilmiştir. pH 7 nötr olarak kabul edilmiştir. Bunlarda H^+ ve OH^- iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H^+ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH'nın değeri 7 nin altına düşer ve su asit karakter kazanır. OH^- iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7' nin üzerinde değer alır ve su bazik karakter taşır. $\text{pH} > 7$ değerli sular alkali, $\text{pH} < 7$ değerli sular asitli sular olarak isimlendirilmiştir.

Doğal suların pH dereceleri, normal koşullarda 4-9 arasındadır. Sudaki pH, genelde karbonat sistemi ile dengelenmektedir. Buna göre, suda karbondioksit (CO_2), karbonik asit (H_2CO_3), bikarbonat (HCO_3^-) ve karbonat (CO_3) iyonları, bir denge halinde bulunmaktadır. Bu denge, suyun pH değerini belirlemekte ve etkilemektedir. Dengenin CO_2 ve HCO_3^- 'a doğru kayması durumunda pH düşmekte, CO_3 'a doğru kayması halinde ise artmaktadır. Genellikle düşük pH bataklıklarda, yüksek pH ise akarsularda rastlanmaktadır (İzmirlioğulları 2004)

Kimyasal ve biyolojik sistemler için önemli bir faktör olan pH'ın içme sularında tavsiye edilen değeri 6,5-8,5'dir. Atık suların doğal sulara katılımı ile doğal pH değişimleri minimum ve maksimum değerler arasında dalgalanmalar gösterebilir. Düşük pH derecesi sucul ortamda yaşayan canlılar içerisinde besin zincirinin ilk halkası olan olarak makroskopik omurgasızları etkilemektedir. Bunlar için pH değerlerini 4'ün altına düşmesi hayati risk taşımaktadır. Organik maddenin parçalanmasının arttığı oranda pH düşer doğal suların çoğu karbonat ve bikarbonat içermesi nedeniyle hafif alkali bir özellik gösterir (Yıldırım 2006).

YSI Professional Plus marka multi metre ile elektrometrik olarak ölçülmüştür.

2.4.1.6. Çözünmüş oksijen

Oksijenli yaşamda enerji kaynağı olup canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için elzemdir. Akarsulardaki çözünmüş oksijen miktarı da sucul canlılar için çok önemlidir. Günün saatine, mevsime, suyun akış hızına, akarsuyun morfolojik yapısına su

sıcaklığına biyolojik yapısına ve kirlilik durumuna bağlı olarak değişir (Tanyolaç,1993). Doğal sularda oksijen miktarı direkt olarak sıcaklıkla ilgilidir.

Örnekleme noktalarından alınan numunelerin çözülmüş oksijen tayinleri Standart Metotlar'a göre (Winkler) laboratuarda yapılmıştır.

2.4.1.7. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅)

Aerobik şartlar altında mikroorganizmalar tarafından organik maddelerin parçalanmasında kullanılmak üzere gerekli olan oksijen miktarı biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) değerini verir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı deneyinde oluşan reaksiyonlar biyolojik olayların bir sonucudur. Reaksiyonların hızı, su örneklerinde çözülmüş olan organik madde miktarına, ışık miktarına ve sıcaklığa bağlıdır. Bu nedenle, denemenin sabit sıcaklıkta (25 °C) ve ışısız bir ortamda yapılması gerekir. Uygulamada reaksiyonun 20 günde tamamlandığı kabul edilmektedir. Bununla birlikte, 20 günlük bir zaman aralığı sonuç alma açısından oldukça uzundur. Bu sebeple, biyolojik oksijen ihtiyacı için 5 günlük bekleme süresi kabul edilmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996). Biyolojik oksijen ihtiyacı, sudaki organik kirlenmenin bir ölçüsü olması bakımından büyük önem taşımaktadır.

Su numunelerinin biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) Winkler Titrasyon Metodu ile belirlenmiştir.

2.4.1.8. Askıda katı madde

Sularda bulunan katı maddeler, yüzen, çöken, çözülmüş halde ve askıda madde olarak incelenebilir.

Örnekleme noktalarındaki askıda katı madde verileri 1L örneğin 40µ göz açıklığındaki filtre kâğıdından süzülmesiyle gravimetrik olarak elde edilmiştir.

2.4.1.9. Karbondioksit (CO₂)

Sularda karbondioksit havada bulunan oranından 50 kat daha fazladır (Egemen ve Sunlu 1999). Çözülmüş haldeki karbondioksitin miktarı atmosfer basıncı ile doğru orantılıdır. Karbondioksit balık kanında oksijen alma ve taşıma kapasitesini etkiler. Genellikle 5 ppm'in altındaki değerlerde karbondioksit içeren sularda balıkların rahatça yaşayabildikleri bilinmektedir. Bu değer 20 ppm'i aşması balıklar için zararlı sonuçlar doğurur (Göksu 2003).

Karbondioksit tayini standart yöntemler kullanılarak titrimetrik olarak yapılmıştır (APHA, 1998).

2.4.1.10. Karbonat - Bikarbonat

Sulardaki nitrat iyonları, hayvansal ve bitkisel atıkların içerdiği proteinin ayrışması sonucu ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesinden, tarımsal alanlarda kullanılan nitratlı gübrelerden, atmosferdeki elektriksel deşarjlar sonucunda azotun doğrudan azotoksitlere yükseltgenmesi ve bu oksitlerin sudaki reaksiyonlarından kaynaklanmaktadır. Temiz sularda çok az miktarda görülen nitrat, azotun akarsularda çok yaygın olarak görülen bir formudur. Nitrat, fototrof bitkiler için önemli bir azot kaynağıdır. Yağmur sularının tarım arazilerini yıkaması sonucunda, suda kolayca çözünen nitrat akarsulara karışır. Organik kirlenmenin yoğun olduğu ve aşırı yağışlı zamanlarda, nitrat miktarı önemli oranda artmaktadır. Bakteriyel nitrifikasyonun bir yan ürünü olarak ortama katılan nitrat, bitkilerin tüketimi ve amonyağa redüksiyonu ile yok edilir (Barlas, 2002).

Karbonat-Bikarbonat tayini Standart metodlar kullanılarak , titrimetrik olarak HCl ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir. (APHA 1998).

2.4.1.11. Toplam sertlik

Suyun sertliği; sudaki çok değerlikli metal iyonlarının sabunlarla (potasyum ve sodyumun yüksek yağ asitleriyle oluşturdukları organik tuzlar) çözünmeyen bileşikler meydana getirme özelliğindedir. Sularda sertlik oluşturan en önemli tuzlar kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır. Diğer bir ifadeyle suyun sertliği; suyun, sabunu çökeltme kapasitesidir. Sabun, özellikle suda her zaman bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonları tarafından çökeltilir (Giritlioğlu, 1975). Sularda sertliğe, toprak alkali iyonları sebep olmaktadır. Toprak alkali iyonları adı altında kalsiyum, magnezyum, stronsiyum ve baryum iyonları yer almaktadır. Toplam sertlik, bütün kalsiyum ve magnezyum bileşiklerinin toplamı olarak ifade edilmektedir.

Toplam (total) sertlik EDTA titrimetrik metoduyla, ayarlı EDTA ve indikatör olarak ErioChrom Black-T kullanılarak yapılmıştır (Egemen ve Sunlu 1999).

2.4.1.12. Magnezyum (Mg⁺⁺)

Kaya ve minerallerin bileşiminde yer alan Mg⁺², yer kabuğunda en çok bulunan bileşiklerden biridir. Normal olarak, tatlı sularda magnezyum, kalsiyumdan daha az bulunur. Magnezyum bileşikleri, kalsiyum bileşiklerine göre suda daha kolay erimektedir. Magnezyum, özellikle sucul ortamlardaki klorofilli bitkiler için önemlidir (Barlas, 2002).

Magnezyum tayini EDTA titrimetrik metoduyla, ayarlı EDTA ve indikatör olarak ErioChrom Black-T kullanılarak yapılmıştır (Egemen ve Sunlu 1999).

2.5.1.13. Kalsiyum (Ca⁺⁺)

Ca⁺², bütün canlılar için çok önemli bir mineral maddedir. Doğada en çok karbonat halinde bulunur. Kolayca okside olur ve su ile reaksiyona girerek kalsiyum tuzlarını oluşturur. Tabiatta, 700'den fazla kalsiyum minerali bilinmektedir. Bunlardan en çok bilinenleri kalsit, mermer, kireçtaşı, tebeşir, mergel ve dolomittir. Sülfatla bileşik olarak da en çok tanınan alçı ve anhidrittir (Barlas, 1995).

Yağmur suları ve akarsular kireç taşlarını aşındırır ve eritir. Deniz sularının kalsiyum bakımından fakirleşmesi, nehirlerin taşıdığı kalsiyum ile giderilir. Çünkü, nehir suları kalsiyum bakımından oldukça zengindir. Tatlı sularda, kalsiyum ile metabolik ilişkisi olmayan canlı yok gibidir. Kalsiyum alglerin büyümelerini sağlayan önemli bir element olup, Mollusca, Crustacea, Foraminifera ve Anthozoa'nın iskeletlerinin temelini oluşturmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1999). Kalsiyum, kalsiyumkarbonat halinde omurgalıların iskeletinde de bulunur. Netice olarak, kalsiyum sularda flora ve faunanın büyümesine ve yayılmasına etki etmektedir (Timur, 1985).

Kalsiyum tayini EDTA Titrimetrik Metoduyla, ayarlı EDTA ve indikatör olarak Müreksit kullanılarak yapılmıştır (Egemen ve Sunlu 1999).

2.4.1.14. Alkalinite

Alkalinite suyun asit kabul etme (Asit bağlama yeteneği) kapasitesini verir. Alkalinite birçok suda bikarbonat ve karbonat predominant kaynaklıdır (Egemen ve Sunlu 1999).

Standart titrimetrik yöntem ile yapılmıştır (Egemen ve Sunlu 1999).

2.4.1.15. Nitrit (NO₂⁻)

Nitrit, amonyumun oksidasyonunda bir ara üründür. Doğal sulardaki konsantrasyonları düşüktür. Bunun nedeni nitritin, yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarında bir ara ürün olmasındandır. Yani nitrit ya oksitlenerek nitrata ya da indirgenerek amonyağa dönüşür. Ancak organik kirlenmenin ve dolayısıyla çözünmüş oksijen miktarının düşük olduğu sularda yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir. Sularda nitritin kaynağı; organik maddeler, azotlu gübreler ve bazı minerallerdir. Yerleşim bölgelerinde bulunan sularda nitrit, çoğunlukla organik maddelerden kaynaklanmaktadır. Nitritin yüksek miktarda olması suların kirlenmiş olduğunu göstermektedir. Nitritin, içme sularında bulunmasına müsaade edilemez (Barlas, 2002).

Nitrit tayini spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır (Egemen 1999).

2.4.1.16. Orto-fosfat (PO₄)

Yüzeysel sulardaki fosfor kaynakları nüfus yoğunluğuna, tarımsal gübreleme metotlarına ve gübreleme sıklığına, hayvancılığa, bitki örtüsüne, toprak yapısına, atık su toplama ve arıtma sistemlerine bağlıdır. Yine temizlik işlerinde kullanılan ve atık sularla alıcı su ortamına ulaşan deterjanlar da fosfor derişimine etki eder. Tatlı sularda çözünmüş fosforun kalma süresi 0.05 ile 200 saat arasında değişebilir. Ortamdaki fosfor miktarı, ortamın üretkenliği hakkında bilgi verebilir. Örneğin, yüksek derecede üretken bir sistemde, çözünebilir fosforun çoğu biyomasa transfer olur (Uslu ve Türkmen, 1987).

Orto-fosfat tayini spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır (Egemen 1999).

2.4.2. Biyolojik Ölçümler

2.4.2.1. Taban büyük-omurgasız örneklerinin ayrımı ve sınıflandırılması

Çalışmanın laboratuvar aşamasında, araziden alınan numunelerdeki makro-omurgasız ayrımı ve sınıflandırılması; laboratuvara getirilen numune kapları beyaz küvete boşaltılmış ve yarı sulu olan dip çamuru, taş, yaprak vs. seçilip örnekler azar azar petri kaplarına alınarak incelenmiştir.

Alınan örnekler %4'lük formaldehit bulunan kavanozlara konulup etiketlenmiştir. Daha sonra Olympus C×21 marka stereo mikroskopta ve araştırma mikroskoplarında farklı büyütmelelerde büyük bir kısmı cins seviyesinde, bir kısmı ise tür seviyesinde teşhis edilmiştir.

Makro-omurgasız türlerini gösteren kataloglar kullanarak (APHA, 1998) mikroskop veya gözle her canlının hangi familyaya ait olduğu tespit edilmiş ve nicel verileri belirlenmiştir.

2.4.2.2. Taban büyük-omurgasızların biyotik indekslere göre puanlandırılması

Makro-omurgasız ayrımı ve sınıflandırılmasından sonra makro-omurgasızların değerlendirilmesinde Biological Monitoring Working Party Metodu (BMWP) İndeksi, Trent Biyotik İndeksi, Familya Biyotik İndeksi (FBI) ve Chandler Skoru kullanılmıştır. Makro-omurgasızların duyarlılıklarına göre, oluşturulmuş bu sınıflandırma cetvellerine göre her noktanın ortalama olarak skoru belirlenmiştir. BMWP İndeksine göre kirliliğe en duyarlı makro-omurgasız türüne en yüksek puan verilmiş, kirliliğe toleransları arttıkça bu puan giderek azalmaktadır. BMWP’de, örneklerdeki canlı sayısından ziyade, bulunan türler dikkate alınır. En yüksek puan 10, en düşük puan ise 1’dir. Kirliliğe toleransına göre her organizma türüne bir puan verilir (düşük puan = toleranslı, yüksek puan = toleransız temiz su). Sonra bu puanlar biyotik indeksi vermek üzere toplanır. Hafif kirli nehir sularında bu puanlar 100’ü aşar, ağır kirli sistemlerde ise puan 10’dan azdır. Bu metod 1980’den beri kullanılmaktadır (Demir 2005).

2.5. Biyolojik Su Kalitesi Tayin Yöntemleri

2.5.1. Saprobi indeks ve hesaplanması

Biyolojik yöntemlerden biri olan Saprobi indeksi ilk olarak Kolkwitz ve Marsson (1902) tarafından ortaya atılmış ve birçok araştırmacı tarafından bir takım değişikliklerle kullanılmıştır.

Makrozoobentik organizmalar yardımıyla yapılan akarsu kalitesi tayini, makrofitlerle yapılan su kalitesi tayininde olduğu gibi, bir akarsuda orta ve uzun vadedeki kirlenmeyi gösterir (Barlas 1995). Saprobi indeksinde bakteri, alg, protozoa, rotifera, taban büyük omurgasızları ve balıkları içeren canlı grupları içinde belirlenen indikatör türlerin kirliliğe göre toleransları belirlenerek değerler ortaya çıkarılmıştır. Saprobi indeksinde tek tür, bir saprobik zonun temsilcisi sayılmaz. Türün dağılımı bölgeler arasında normal bir dağılım eğrisi gösterir. Zelinka ve Marvan (1961) tarafından hazırlanan Saprobi indeksi formülüne göre, akarsu kalitesinin belirlenmesinde en iyi sonuçlar elde edilmektedir.

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

S = Saprobi İndeksi

s = Organizmaların saprobi değeri

h = Türün yoğunluğu

g =İndikasyon ağırlığı

LAWA (1980) ve Klee (1991), akarsuları biyolojik, kimyasal ve fiziksel sonuçlarla birlikte yorumlayarak bir sınıflandırma geliştirmiştir. Bu sınıflandırma değerleri o zamana kadar yapılmış olan su analizlerinin istatistiki olarak değerlendirilmesinin sonuçlarıyla, kimyasal su kalitesi tayininde kullanılmaktadır.

Suların incelenmesi sonucu elde edilen sonuçların karşılaştırmalı sıralamasında, roma rakamı ile yazılan su kalitesi verileri Sladeczek (1973), Mauch (1976), Klee (1990, 1991)'dan faydalanılarak LAWA (1980)'ya göre değerlendirilmiştir. Akarsu kalite sınıfları 4 ana ve 3 ara basamak olmak üzere 7 basamaktır. Bu kalite sınıfları Tablo 4.'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Saprobi indeksi'nin değişkenlerine göre akarsu kalite sınıfları (LAWA, 1980)

Kalite Sınıfları	Organik Kirlenme Derecesi	Saprobiyat	Saprobi İndeksi	BOİ ₅ (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	O ₂ min.(mg/L)
I	Çok Az Kirlenmiş	Oligosaprob	1,0 < 1,5	1	En çok iz halinde	>8
I - II	Az Kirlenmiş	Oligosaprob - Betamesosaprob	1,5 < 1,8	1 - 2	0,1 dolaylarında	>8
II	Vasat Kirlenmiş	Betamesosaprob	1,8 < 2,3	2 - 6	< 0,3	>6
II - III	Kritik Kirlenmiş	α-β mesosaprob sınırı	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

2.5.2. Familya biyotik indeksi (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 çeşitlitolanslarını 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 içinde uygulanabilir olmasına karşın, genellikle organik kirleticilere özgü bir yöntemdir (Bode ve ark.,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 (Tablo5.)

Tablo 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 – 10,00	Aşırı derecede kirlenmiş	IV	Aşırı derecede kirlenmiş

2.5.3. biyolojik izleme 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 familya 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).

Tablo 6. Akarsular için BMWP (Biological Monitoring Working Party) biyotik indeks sınıflandırma cetveli (Moss, 1998).

Temiz su büyük taban omurgasız aileleri	Puan
(a) Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae (b) Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae (c) Aphelocheiridae (d) Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Letpoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae	10
(a) Astacidae (b) Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae (c) Psychomyiidae, Philopotamidae	8
(a) Caenidae (b) Nemouridae (c) Phycophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae	7
(a) Neritidae, Viviparidae, Ancylidae (b) Hydroptilidae (c) Unionidae (bivalvemolluscs) (d) Corophiidae, Gammaridae (crustacea) (e) Platycnemididae, Coenagriidae	6
(a) Mesovelidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae (b) Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elminthidae, Crysomelidae, Curculionidae (c) Hydropsychidae (d) Tipulidae, Simuliidae (e) Planariidae, Dendrocoelidae	5
(a) Baetidae (b) Sialidae (c) Piscicolidae	4
(a) Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae (b) Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae (c) Asellidae	3
(a) Chironomidae	2
(a) Oligochaeta	1

BMWP değeri indeksi ile makro-omurgasız familyaları, fizikokimyasal ve çevresel değişimlere gösterdikleri duyarlılığa bağlı olarak özel değerler verilmektedir. Kirliliğe karşı toleransı olmayan familyalar yüksek değere sahipken, kirliliğe karşı toleransı olan familyalar düşük değerlere sahiptir. BMWP sistemine göre, örnekleme noktasındaki değerlendirme için örnekleme noktasında toplanan tüm makro-omurgasızların familya düzeyinde listesi oluşturulur, her bir familya için Metcalfe (1989)'in verdiği değerler göz önüne alınarak toplam familyaların skor değerleri hesaplanır. Toplam değer, o örnekleme noktasındaki değişik faktörlerin etkisindeki biyolojik durumun göstergesi olup, yüksek bir değer biyolojik çeşitliliği göstermektedir (Tablo 6.).

Tablo 7. 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

2.5.4. 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 (Tablo 8.).

Tablo 8. 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

2.5.5. Belçika biyotik indeksi (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 and Vanhooren, 1983).

Bu indekste teşhis edilen sistematik birimlerin kullanma düzeyleri farklı taksonomik düzeylerde olmaktadır (Tablo 9). İndeksin sınırları 0–10 arasında değişmektedir (Tablo 10). Yüksek indeks değerleri daha duyarlı grup ve sistematik birimlerin varlığını göstermektedir (Kazancı ve ark., 1997).

Tablo 9. 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
	<i>Chironomidae thummi- plumosus</i>
	<i>Chironomidae thummi- plumosus</i> dışı
Hydracarina	Bulunurluk

Tablo 10. Belçika biyotik indeksine göre Su kalite sınıfları (De Pauw and Vanhooren, 1983)

Sınıf	Biyotik İndeks değeri	Renk	Renklerin Anlamı
I	10-9	Mavi	Hafif Kirlenmemiş 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

2.5.6. Trent biyotik indeksi (TBI)

Trent Biyotik İndeksi organik kirlilik için, İngiltere’deki Trent Nehri’ne göre düzenlenmiştir, fakat diğer bölgelerdeki kirliliklere de yanıt verir niteliktedir (James and Evison, 1979). Genişletilmiş şeklinde indeks 0’dan (düşük kalite) 15’e (yüksek kalite) değişir (Çizelge 3.3). Sınıflandırma organizmaların kirliliğe toleranslarına bakılarak yapılmıştır. Plecoptera ve Ephemeroptera kirliliğe toleransız olarak bilinir. Aynı zamanda çizelgenin üstünde verilen mevcut grupların sayısını da göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Skora şöyle ulaşılmıştır.

1. Mevcut tüm organizmalar tanınarak toplam grup sayısı hesaplanmıştır.

2.Çizelgenin ilk kolonundan aşağı doğru çalışmaya başlanır. Eğer Plecoptera mevcutsa karşısına hareket edilir. Eğer Plecoptera bir türden fazla ise mevcut grup sayısını veren kolon ile kesişene dek karşısına hareket edilir. Bu TBI'yi verir. Eğer Plecoptera yok ise aşağıya doğru hareket edilir, Ephemeroptera veya sıra ile devam edilir.

Tablo 11. Genişletilmiş Biyotik indeks (Metcalf-Smith,1994)

Genişletilmiş Biyotik İndeks		Mevcut Grupların Toplam Sayısı										
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-55	
Trent Biyotik İndeks		Mevcut Grupların Toplam Sayısı										
		0-1	2-5	6-10	11-15	16+						
Kirlilik derecesi arttıkça organizmaların kaybolma eğilimi		Biyotik İndeksler										
Temiz	Plecoptera	Birden fazla tür	-	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Plecoptera Nimfleri	1 tür	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Ephemeroptera türleri (Baetis hariç)	Birden fazla tür	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		1 tür	-	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Trichoptera larvası veya <i>Baetis rhodani</i>	Birden fazla tür	-	5	6	7	8	8	10	11	12	13
		1 tür	4	4	5	6	7	7	9	10	11	12
	Gammarus	Yukarıdaki türlerin tümü yok	3	4	5	6	7	7	9	10	11	12
	Asellus	Yukarıdaki türlerin tümü yok	2	3	4	5	6	6	8	9	11	11
Tubificid ve/veya Chironomid larvaları	Yukarıdaki türlerin tümü yok	1		3	4	5	5	7	8	9	10	
	Yukarıdaki türlerin tümü yok	0	1	2	-	-	-	-	-	-	-	
Kirli	Yukarıdaki türlerin tümü yok	0	1	2	-	-	-	-	-	-	-	

Tablo 12. Benzer çalışma alanlarında kullanılan istatistiksel metotlar

Uygulama	Formül / Tanım	Açıklama	Referans
Toplam Türler Bolluğu	Birim alandaki makro omurgasız sayılarının yoğunluğudur.	Akış hızı yüksek olduğunda, ince sedimentli yapıda veya toksik maddelerin varlığı genelde bolluğu azaltır.	Barbour et al. 1999, and Vinson 2000
Taksanomik Bolluk	Taksonların yüzde (%) toplam sayısı	Takson zenginliği, habitat çeşitliği, uygunluk ve su kalitesiyle artar > 26 etkilenme yok 19-26 az etkilenme 11-18 orta dereceli etkilenme 0-10 ciddi etkilenme	Plafkin et al. 1989, and Department of Civil and Environmental Engineering 1999
Baskın sınıf yüzdesi	Toplam organizma sayılarının bir türe ait birey sayısına (%) oranı	>45 zarar görmüş 40 - 45 muhtemelen bozulmuş <40 zarar görmemiş	Barbour et al. 1999, and Citizens' Environmental Watch 2002
Shannon Weaver Çeşitlilik İndeksi (H)	$H = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \left(\log_2 \frac{n_i}{N} \right)$	>4 temiz su 3 - 4 hafif kirlilik 2 - 3 makul kirlilik <2 çok kirli	Shannon and Weaver 1963, and Trivedi 1979
Modified Hilsenhoff Türler - Seviye Biyotik İndeksi (HBI)	$HBI = \sum_{i=1}^s \left(\frac{x_i t_i}{N} \right)$	0.00 - 3.50 mükemmel 3.51 - 4.50 çok iyi 4.51 - 5.50 iyi 5.51 - 6.50 temiz 6.51 - 7.50 az fakir 7.51 - 8.50 fakir 8.51 - 10.00 çok fakir	Hilsenhoff 1987, Barbour et al. 1999, Llansó 2002, Madaville 2002, and Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax 2004
Familya Biyotik İndeksi (FBI)	$FBI = \sum_{i=1}^s \left(\frac{x_i t_i}{N} \right)$	0.00 - 3.75 mükemmel 3.76 - 4.25 çok iyi 4.26 - 5.00 iyi 5.01 - 5.75 temiz 5.76 - 6.50 az fakir 6.51 - 7.25 fakir 7.26 - 10.00 çok fakir	Hilsenhoff 1988, Barbour et al. 1999, Llansó 2002, Madaville 2002, and Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax 2004
Biological Monitoring Working Party (BMWP)	Örnekteki tüm ailelerin skorları toplanarak elde edilir	BMWP skoru ne kadar düşükse ailelerin kirliliğe toleransı o kadar yüksektir	Mackie 2001
Ortalama Takson Skor Yüzdesi (Average Score per Taxon (ASPT))	BMWP değeri örneklemede bulunan toplam familya sayısına bölünerek hesaplanır	>6 temiz su 5 - 6 az derecede kirlilik 4 - 5 muhtemel kirlilik <4 aşırı derecede kirlilik	Mandaville 2002

2.6. İstatistiksel Metotlar

2.6.1. Baskınlık analizi

Baskınlık bir türe ait birey sayısı ile tüm türlere ait toplam birey sayısı arasındaki oranın % anlatımıdır.

Baskınlık analizinin formülü (Kocataş, 1994) ;

$$Baskınlık = \frac{NA}{NN} \times 100$$

NA = A türüne ait birey sayısı

NN = Tüm örneklere ait birey sayısı

2.6.2. 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).

$$\text{Sıklık (F)} = \frac{Na}{Nn} \times 100$$

Na = A türünü içeren örnekleme sayısı

Nn = 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

2.6.3. Benzerlik analizi

Örnekler ve örnekleme noktaları arasında tür kompozisyonu sınıflamasına benzerlik analizi denir. Bir kommuniteyi çeşitlilik ve benzerlik yönünden tanımlayabilmek ve diğer kommunitelerle 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

2.6.4. 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

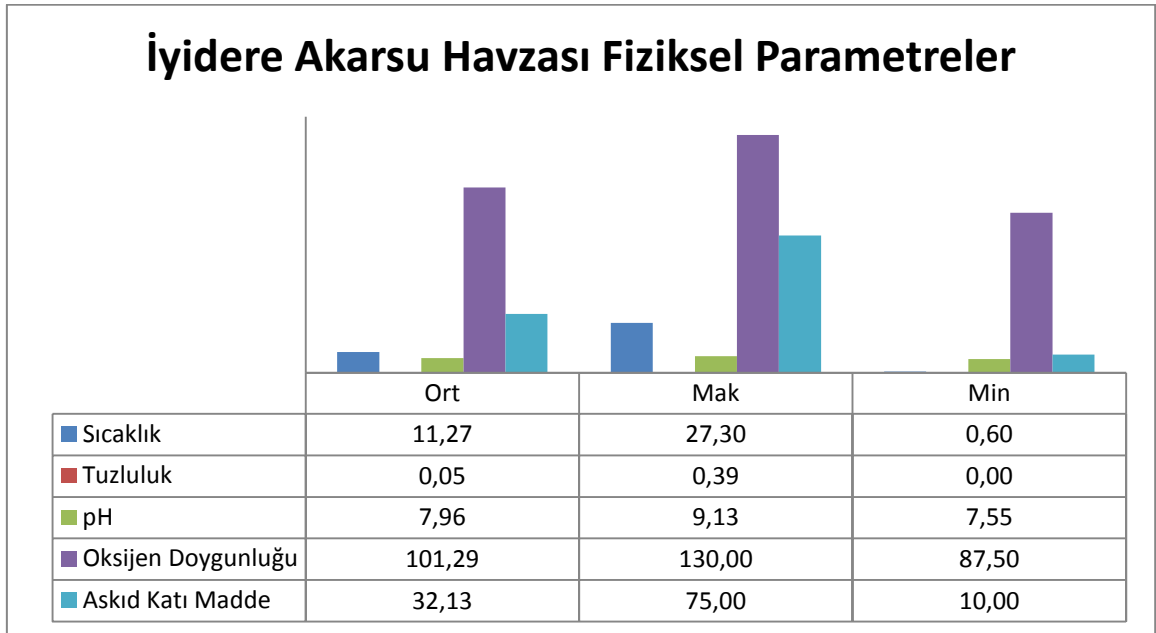
S = Toplam tür sayısı

N = Birey sayısı

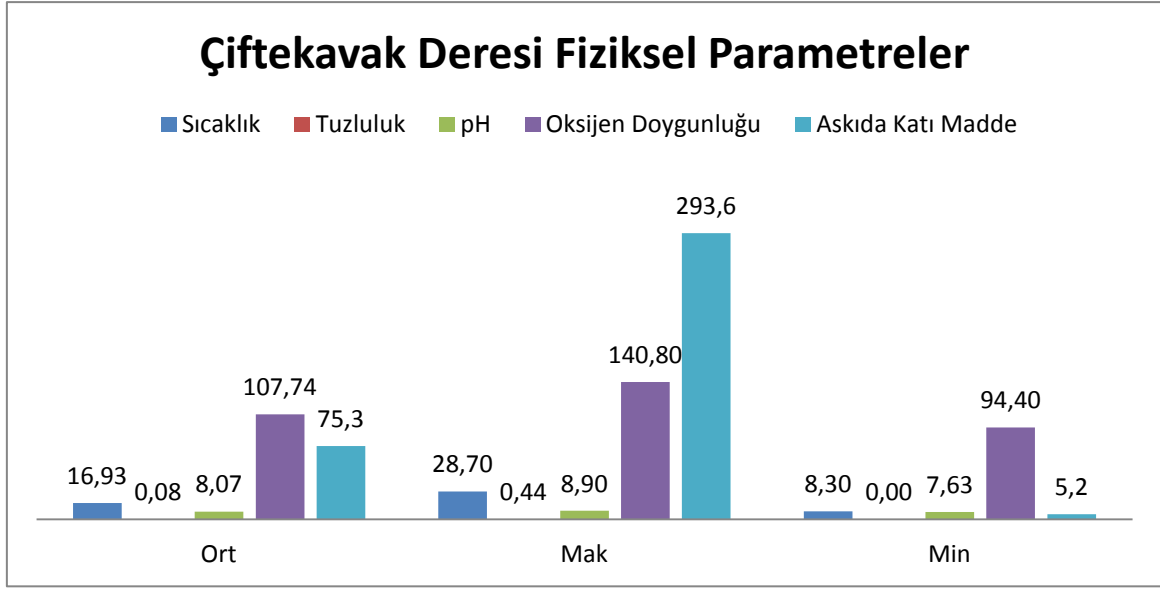
3. BULGULAR

3.1. Fiziko-Kimyasal Su Kalite Değerleri

İyidere ve Çiftekavak derelerinin su kalitesini araştıran bu çalışmada yapılan analiz ve ölçümlerde elde edilen fiziko-kimyasal sonuçlar aşağıda sunulmaktadır. İyidere ve Çiftekavak akarsularının fiziksel özellikleri Şekil 3.1. ve 3.2’de verilmiştir. Buna göre İyidere deresinin ortalama su sıcaklığı 11,3°C’dir, Organik kirlilik hakkında bilgi veren BOİ₅ değeri ise en yüksek olarak 4,2 mg/l düzeyine ulaşabilmiştir. İyidere sularının pH’sı ortalama 8,0’dır. Çiftekavak deresinin ortalama su sıcaklığı 16,9°C’dir, Organik kirlilik indikatörü BOİ₅ değeri ise en yüksek olarak 6,9 mg/l düzeyine ulaşabilmiştir. Çiftekavak sularının pH’sı ortalama 8,1’dir. İyidere ve Çiftekavak derelerinin alkali karakterde olduğu söylenebilir.



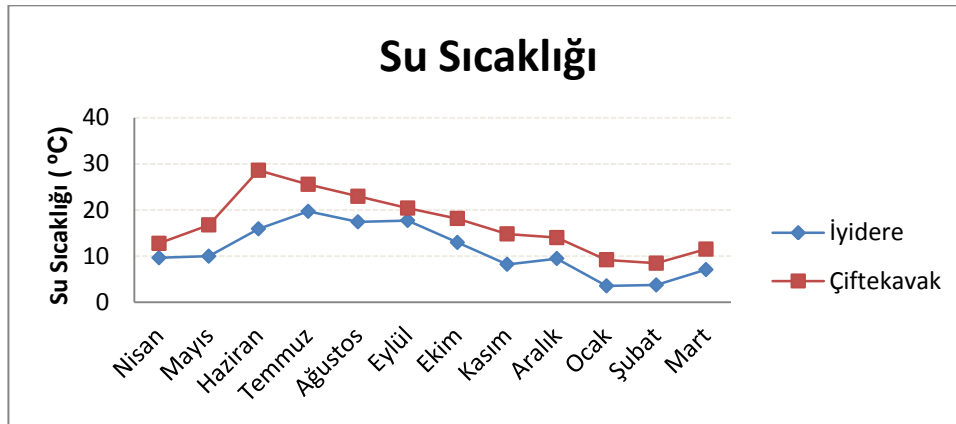
Şekil 13. İyidere deresine deresine ait fiziksel parametrelerin maksimum ortalama ve minimum değerleri



Şekil 14. Çiftekavak deresine ait fiziksel parametrelerin maksimum ortalama ve minimum değerleri

3.1.1. Su sıcaklığı (°C)

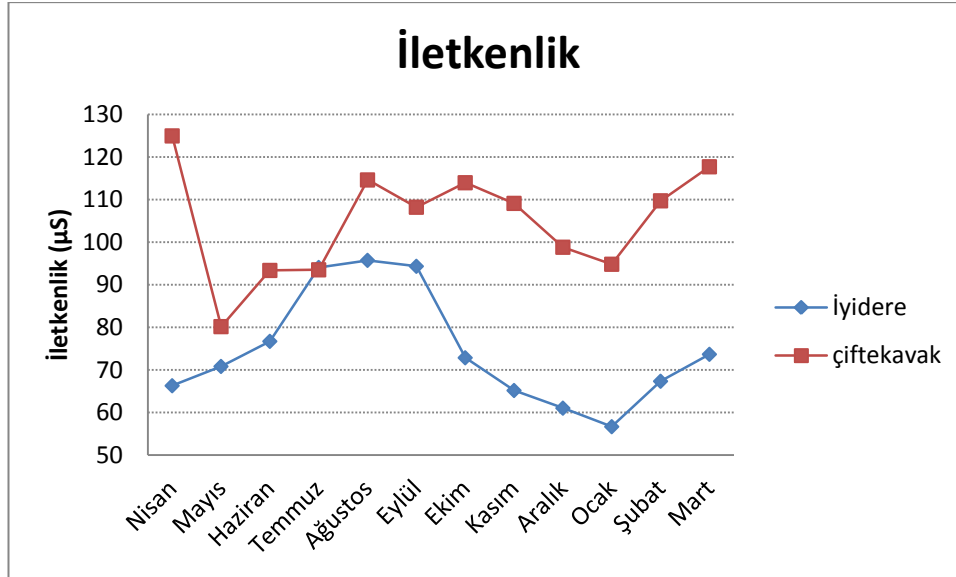
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen su sıcaklığı 0,6 - 27,3 °C arasında değişmekte olup en yüksek değere Haziran ayında (27,3 °C), en düşük değere Ocak ayında (0,6 °C) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 11,3°C'dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen su sıcaklığı 8,3 - 28,7 °C arasında değişmekte olup en yüksek değere Haziran ayında (28,7°C), en düşük değere Şubat ayında (8,3 °C) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 16,9°C'dir (Şekil 15). Yıl boyunca çalışmadan elde edilen verilere göre istasyonlar arasında istatistiksel farklılık yoktur.



Şekil 15. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama su sıcaklıkları

3.1.2. Elektriksel iletkenlik

İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen suyun elektriksel iletkenliği 155,00 - 43,20 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ arasında değişmekte olup en yüksek değere Temmuz ayında (155,00 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$), en düşük değere Nisan ayında (43,20 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 74,56 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ 'dir. Çiftekavak deresinde belirlenen suyun elektriksel iletkenliği 167,60 - 76,30 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ arasında değişmekte olup en yüksek değere Mart ayında (167,60 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$), en düşük değere Nisan ayında (76,30 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 103,70 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ 'dir (Şekil 16). Çiftekavak deresine ait iletkenlik değerleri İyidere deresine oranla yüksek çıkmıştır. Çiftekavak deresine ait debi değerlerinin düşük olması, su sıcaklığının daha yüksek olması sebebiyle iletkenlik değerleri bu sebepler bağlı olarak yüksek çıkmıştır. İstatiksel değerler açısından değerlendirildiğinde iki dere arasında farklılık yoktur.



Şekil 16. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama elektriksel iletkenliği

3.1.3. Tuzluluk

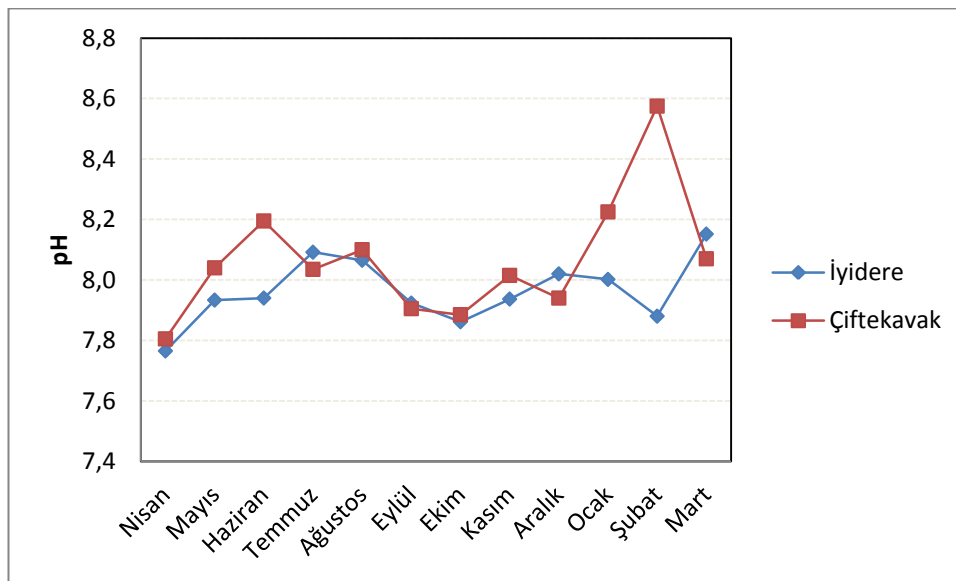
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen suyun tuzluluğu 0,00 - 0,39 ppt arasında değişmekte olup en yüksek değere Aralık ayında (0,39 ppt), en düşük değere Kasım ayında (0,00 ppt) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 0,05 ppt dir. Çiftekavak deresinde belirlenen suyun tuzluluğu 0,44 - 0,00 ppt arasında değişmekte olup en yüksek değere Aralık ayında (0,44 ppt), en düşük değere Kasım ayında (0,00 ppt) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 0,08 ppt'dir (Şekil 17).

3.1.4. Oksijen doygunluğu

İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen Çözünmüş oksijen doygunluğu % 87,5 - 130 arasında değişmekte olup en yüksek değere Aralık ayında (% 130), en düşük değere Kasım ayında (% 87,5) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise % 101,3'tür. Çiftekavak deresinde belirlenen Çözünmüş oksijen doygunluğu % 94,4 – 140,8 arasında değişmekte olup en yüksek değere Eylül ayında (% 140,8), en düşük değere Kasım ayında (% 94,4) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise % 107,7'dir (Şekil 18). İki dereye ait oksijen doygunluk değerleri incelendiğinde yaz aylarında Çiftekavak deresinin oksijen doygunluğu yükselti farkından dolayı İyidere deresine oranla yüksek çıkmıştır.

3.1.5. pH değeri

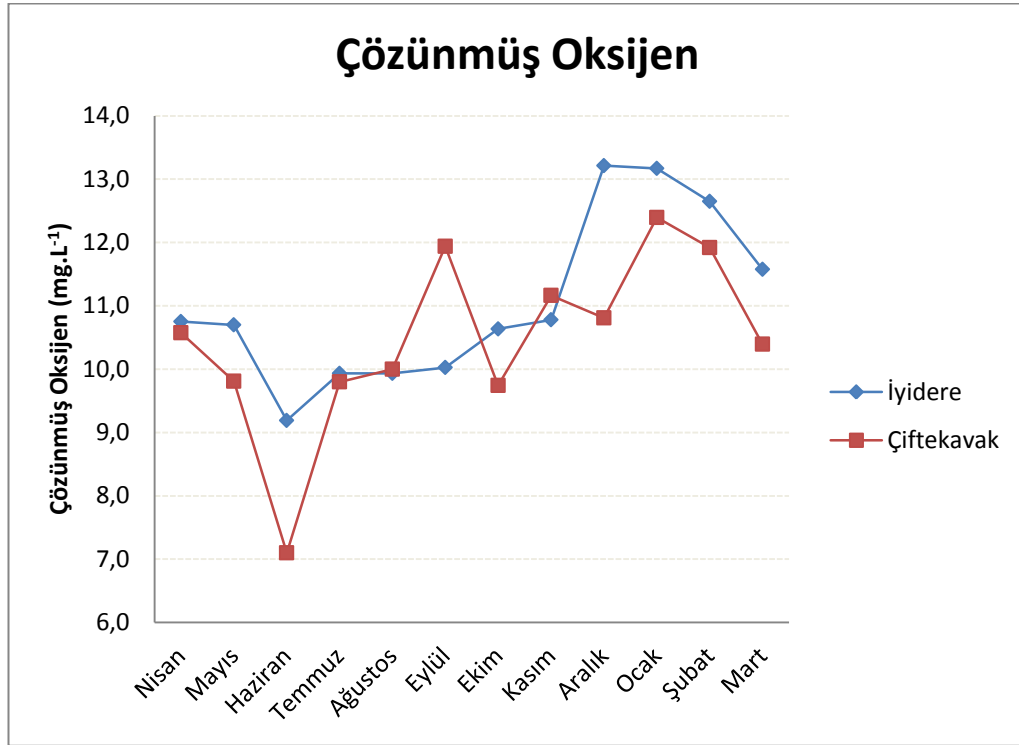
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen pH değeri 7,58 - 9,13 arasında değişmekte olup en yüksek değere Temmuz ayında (9,13), en düşük değere Nisan ayında (7,58) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 8,0'dir. Çiftekavak deresinde belirlenen pH değeri 7,63 - 8,9 arasında değişmekte olup en düşük Eylül ayında (7,63), en yüksek değere Şubat ayında (8,9) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 8,1'dir (Şekil 19). Çalışmada yıl boyunca iki dereninin pH verileri karşılaştırıldığında her iki derede hafif alkali pH açısından I. Sınıf su kalitesi verilerine ait değerlere sahiptir.



Şekil 17. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama pH değerleri

3.1.6. Çözünmüş oksijen

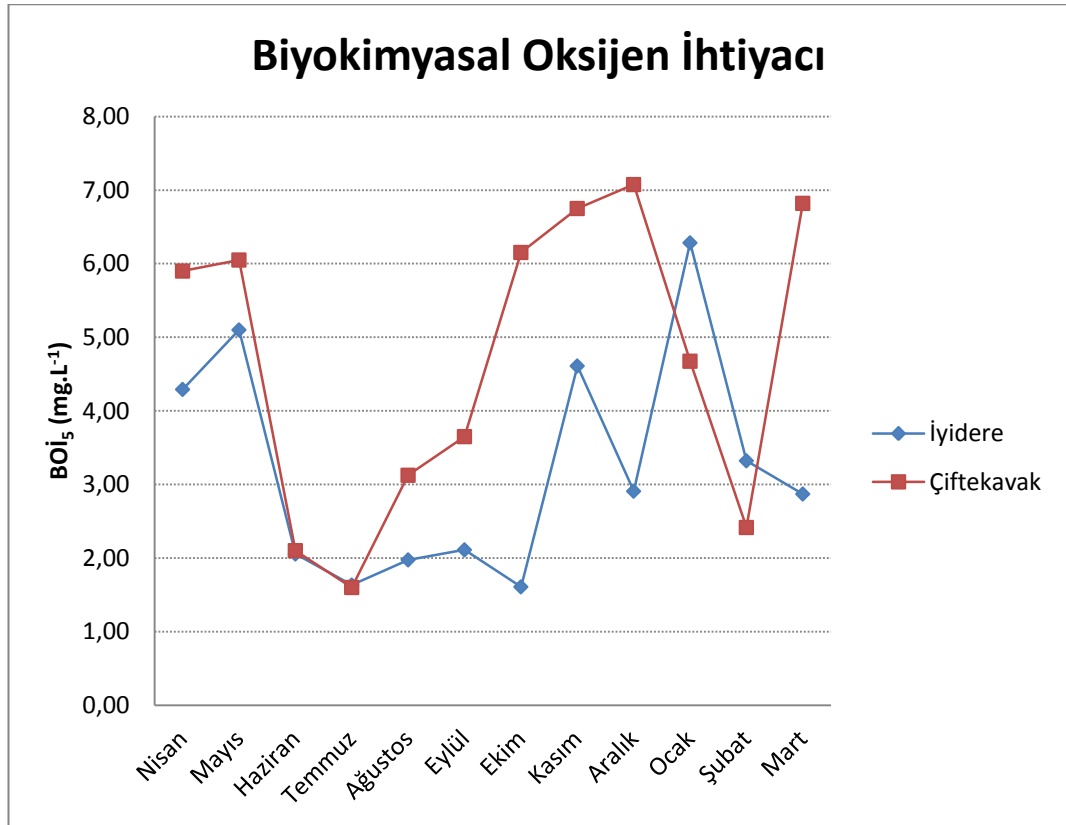
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen sudaki çözünmüş oksijen değeri 7,86 - 14,11 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ocak ayında (14,11 mg/l), en düşük değere Haziran ayında (7,86 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 11,1 mg/l'dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen sudaki çözünmüş oksijen değeri 7,00 - 12,61 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ocak ayında (12,61 mg/l), en düşük değere Haziran ayında (7,00 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 10,43 mg/l'dir (Şekil 20.) Çözünmüş oksijen açısından her iki derenin değerleri kıyaslandığında önem arz edecek bir farklılık tespit edilmemiş, Haziran ayında sıcaklık ve yükseltinin etkisiyle Çiftekavak deresinin değerleri düşük çıkmıştır.



Şekil 18. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama çözünmüş oksijen değerleri

3.1.7. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅)

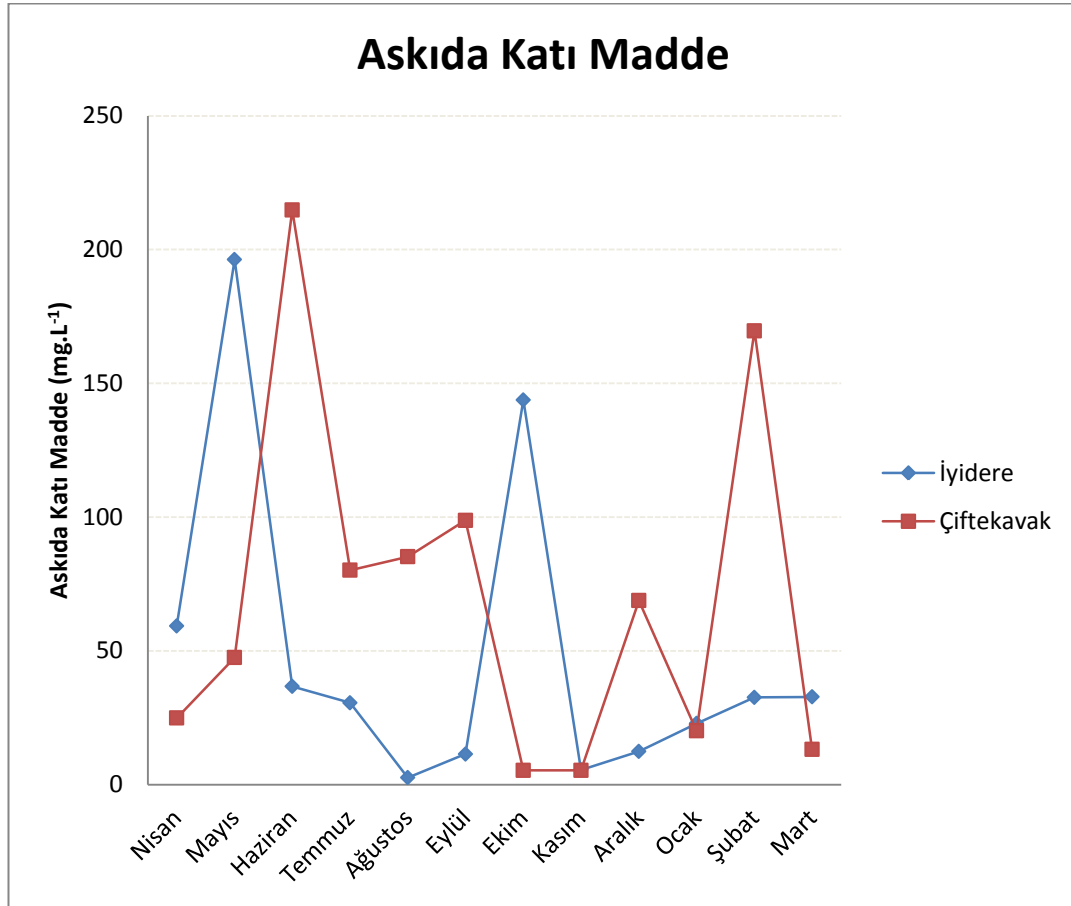
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen BOİ₅ değeri 0,53 - 8,60 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Mayıs ayında (8,60 mg/l), en düşük değere Haziran ayında (0,53 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 3,23 mg/l'dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen BOİ₅ değeri 1,20 - 7,15 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Aralık ayında (7,15 mg/l), en düşük değere Temmuz ayında (1,20 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 4,69 mg/l'dir (Şekil 21). İyidere ve Çiftekavak dereleri biyokimyasal oksijen açısından irdelendiğinde yıl boyunca elde edilen verilerin dereler açısından benzerlik gösterdiği ve önemli derecede farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 19. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama BOİ₅ değerleri

3.1.8. Askıda katı madde

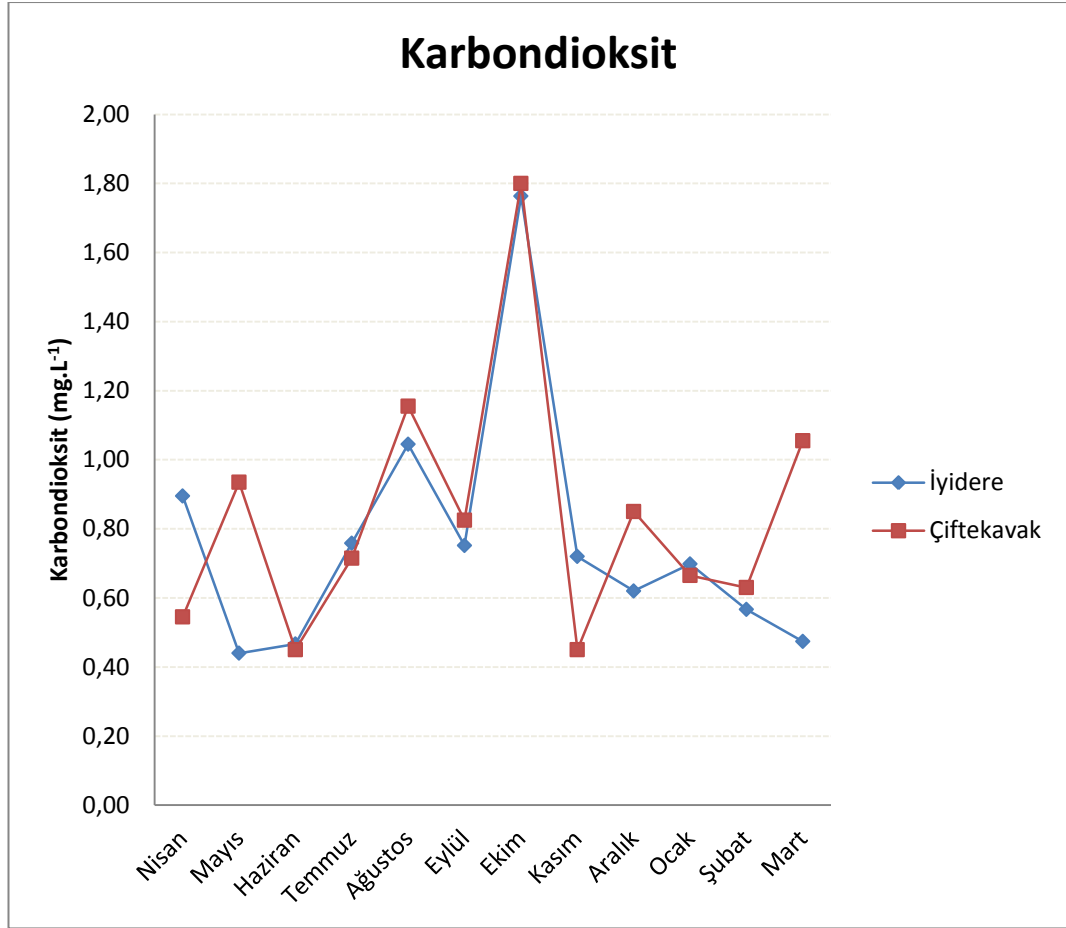
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen Askıda katı madde 2 - 43 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ocak ayında (43 mg/l), en düşük değere Şubat ayında (2 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 17,4' mg/l dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen Askıda katı madde 5,20 - 293,60 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Temmuz ayında (293,60 mg/l), en düşük değere Kasım ayında (5,20 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 75,3 mg/l'dir (Şekil 22). İyidere ve çiftekavak derelerinin debi rejimlerinin çok farklı olması sebebiyle askıda katı madde açısından karşılaştırıldıklarında istasyonlar arasında yıl boyunca farklılıklar tespit edilmiştir. Sadece yağış etkisinin az olduğu Ocak ve Kasım aylarında benzerlikler tespit edilmiştir.



Şekil 20. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama askıda katı madde değerleri

3.1.9. Karbondioksit (CO₂)

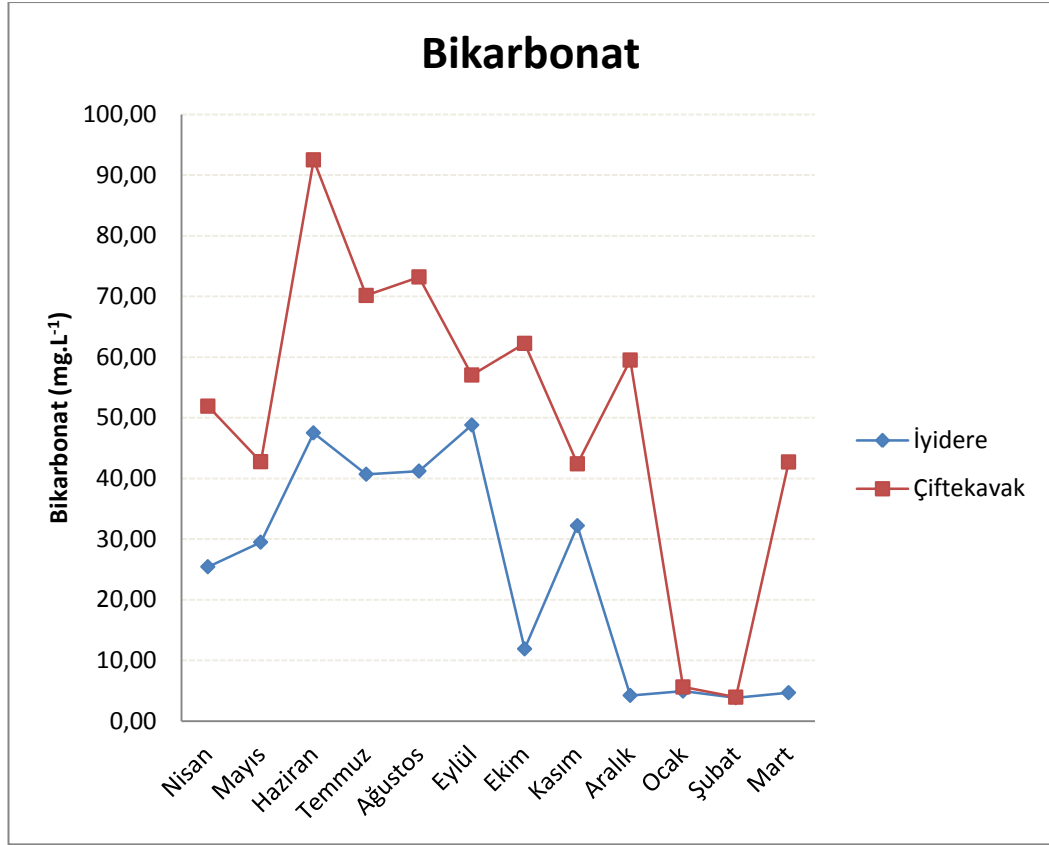
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen karbondioksit değeri 0,2 – 2,0 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ekim ayında (2,0 mg/l), en düşük değere Haziran ayında (0,2 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 0,75mg/l'dir. Çiftekavak deresi sularında belirlenen karbondioksit değeri 0,35 – 1,86 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ekim ayında (1,86 mg/l), en düşük değere Haziran ayında (0,35 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 0,84 mg/l'dir (Şekil 23). Veriler karbondioksit (CO₂) açısından irdelendiğinde her iki derenin verileri oldukça benzer olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 21. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama karbondioksit değerleri

3.1.10. Karbonat - Bikarbonat

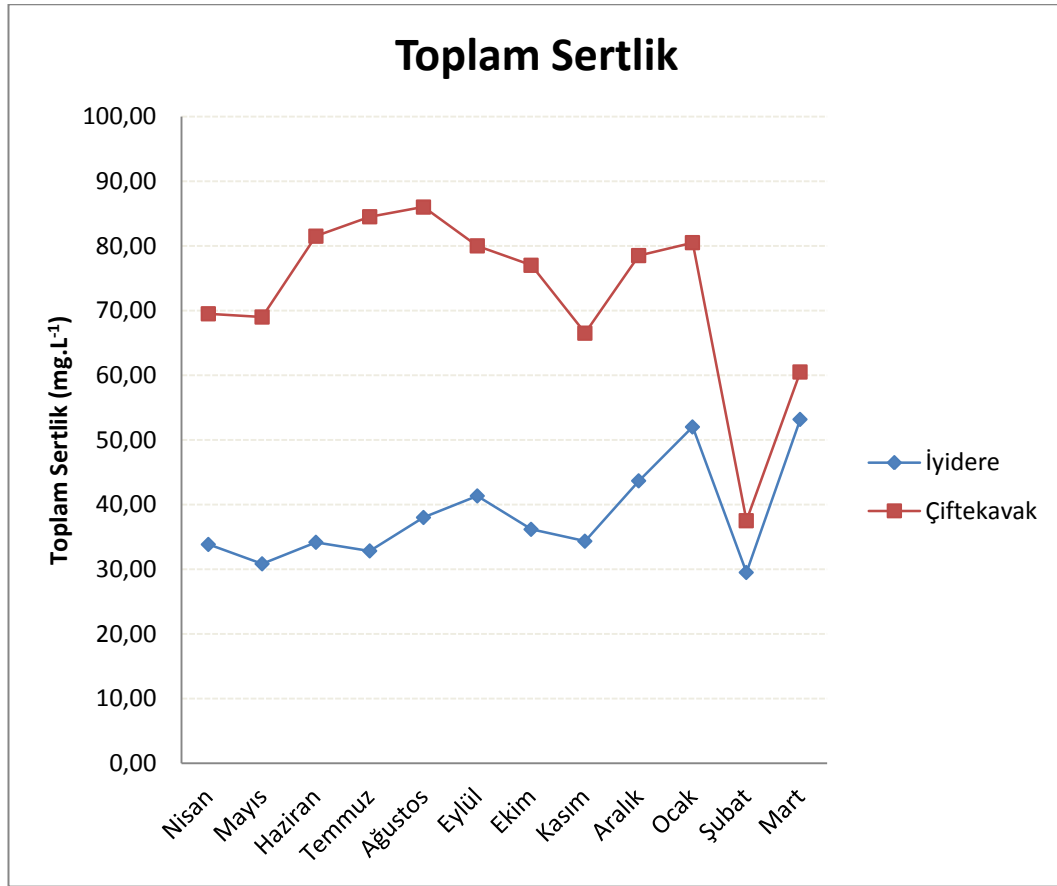
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen bikarbonat 2,75 - 90mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Haziran ayında (90 mg/l), en düşük değere Şubat ayında (2,75 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 24,57 mg/l'dir. Çiftekavak yüzey sularında belirlenen bikarbonat 3,84 – 100 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Haziran ayında (100mg/l), en düşük değere Şubat ayında (3,84 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 50,33 mg/l'dir (Şekil 24). Yıl boyunca Çiftekavak deresinin bikarbonat (HCO_3^-) değer verileri İyidere deresinden daha yüksek fakat paralellik arz eden yapıdadır.



Şekil 22. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama bikarbonat değerleri

3.1.11. Toplam sertlik

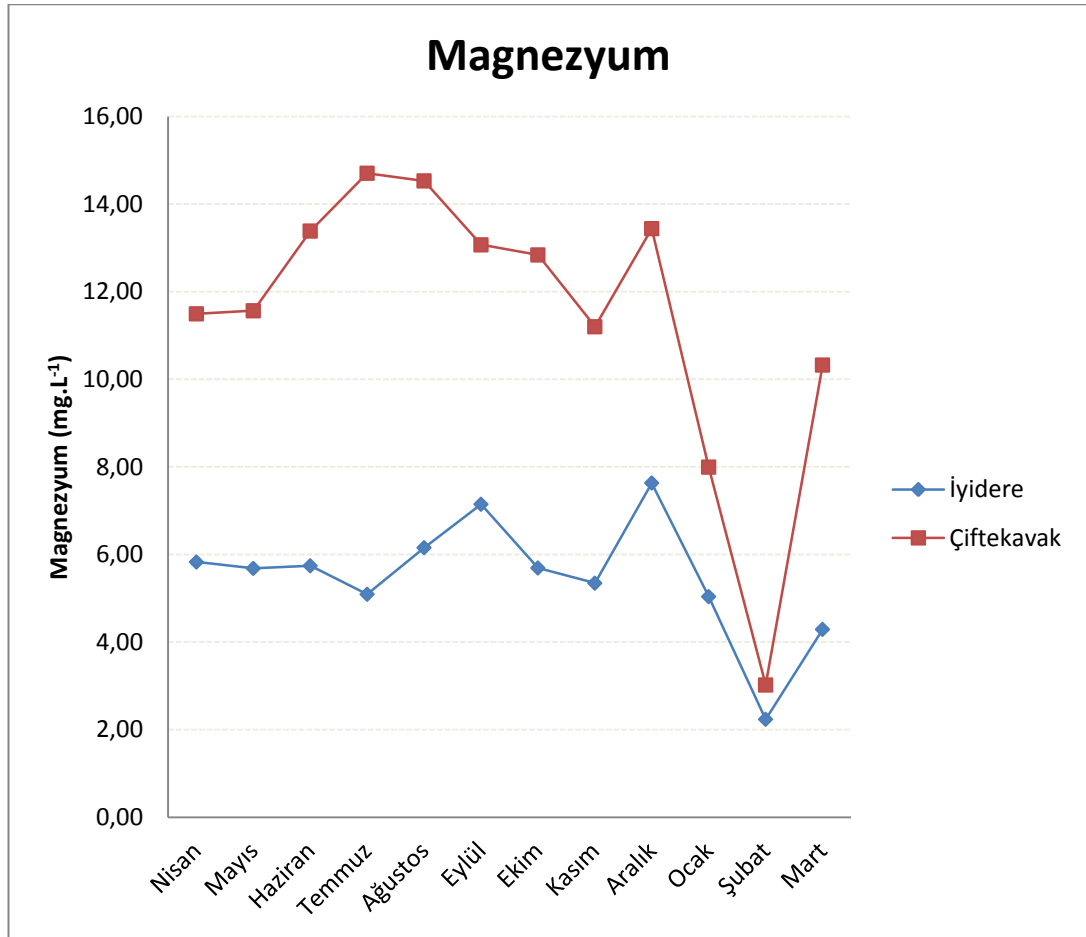
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen toplam sertlik 15 – 85 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Mayıs ayında (85 mg/l), en düşük değere Mayıs ayında (15 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 38,32 mg/l'dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen toplam sertlik 36 - 89 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ağustos ayında (89 mg/l), en düşük değere Şubat ayında (36 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 72,58 mg/l'dir (Şekil 25). Çiftekavak ve İyidere derelerinin Kalsiyum (Ca^{++}) ve Magnezyum (Mg^{++}) katyonlarına bağlı toplam sertlik değer verileri arasında yıl boyunca Çiftekavak deresinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 23. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama toplam sertlik değerleri

3.1.12. Magnezyum (Mg⁺⁺)

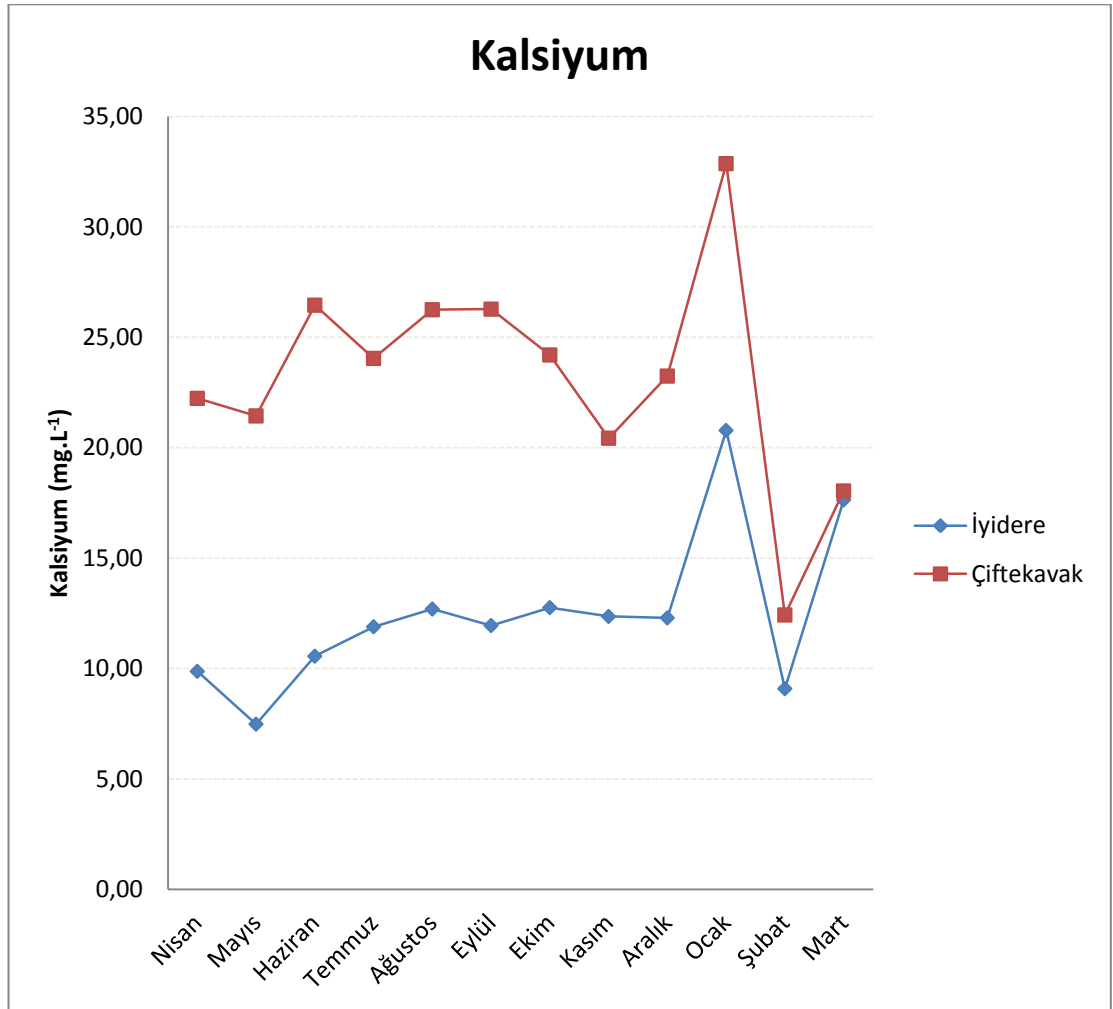
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen Magnezyum 1,17 - 18,24 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Mayıs ayında (18,24 mg/l), en düşük değere Şubat ayında (1,17 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 5,49 mg/l dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen Magnezyum 2,92 - 15,31 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ağustos ayında (15,31 mg/l), en düşük değere Şubat ayında (2,92 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 11,46 mg/l'dir (Şekil 26). Çiftekavak ve İyidere derelerinin Magnezyum (Mg⁺⁺) kanyonlarına bağlı verilerin irdelenmesinde yıl boyunca yapılan ölçümlerde Çiftekavak deresinin daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 24. İyidere ve Çiftekavak derelerinin aylık ortalama magnezyum değerleri

3.1.13. Kalsiyum (Ca⁺⁺)

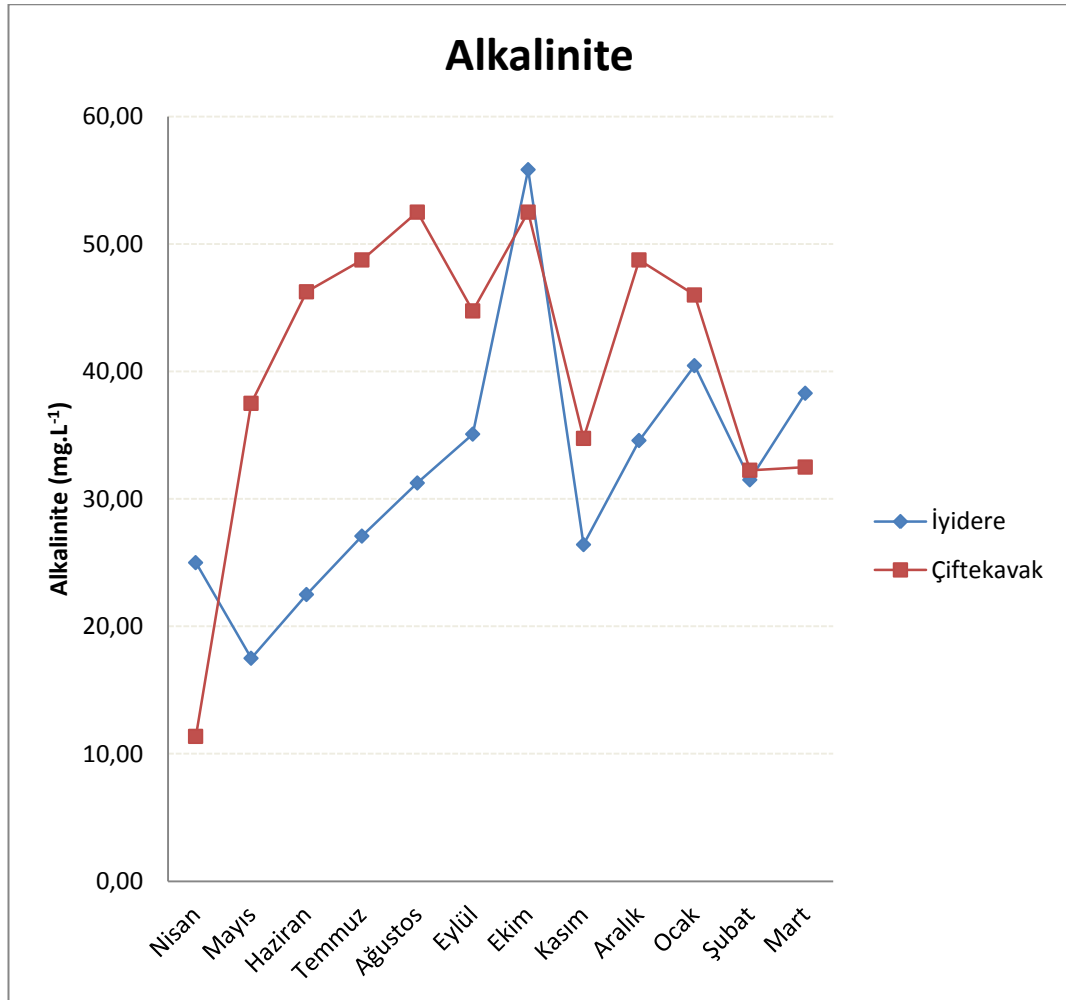
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen kalsiyum 4,81 - 26,50 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ocak ayında (26,5 mg/l), en düşük değere Şubat ayında (4,81 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 12,45 mg/l dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen kalsiyum 12,02 - 33,27 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ocak ayında (33,27 mg/l), en düşük değere Şubat ayında (12,02 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 23,16 mg/l'dir (Şekil 27). Çiftekavak ve İyidere derelerinin Kalsiyum (Ca⁺⁺) katyonuna bağlı verileri arasında yapılan karşılaştırmaya göre yıl boyunca Çiftekavak deresinin daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 25. Sudaki kalsiyum miktarının aylık değişimleri

3.1.14. Alkalinite

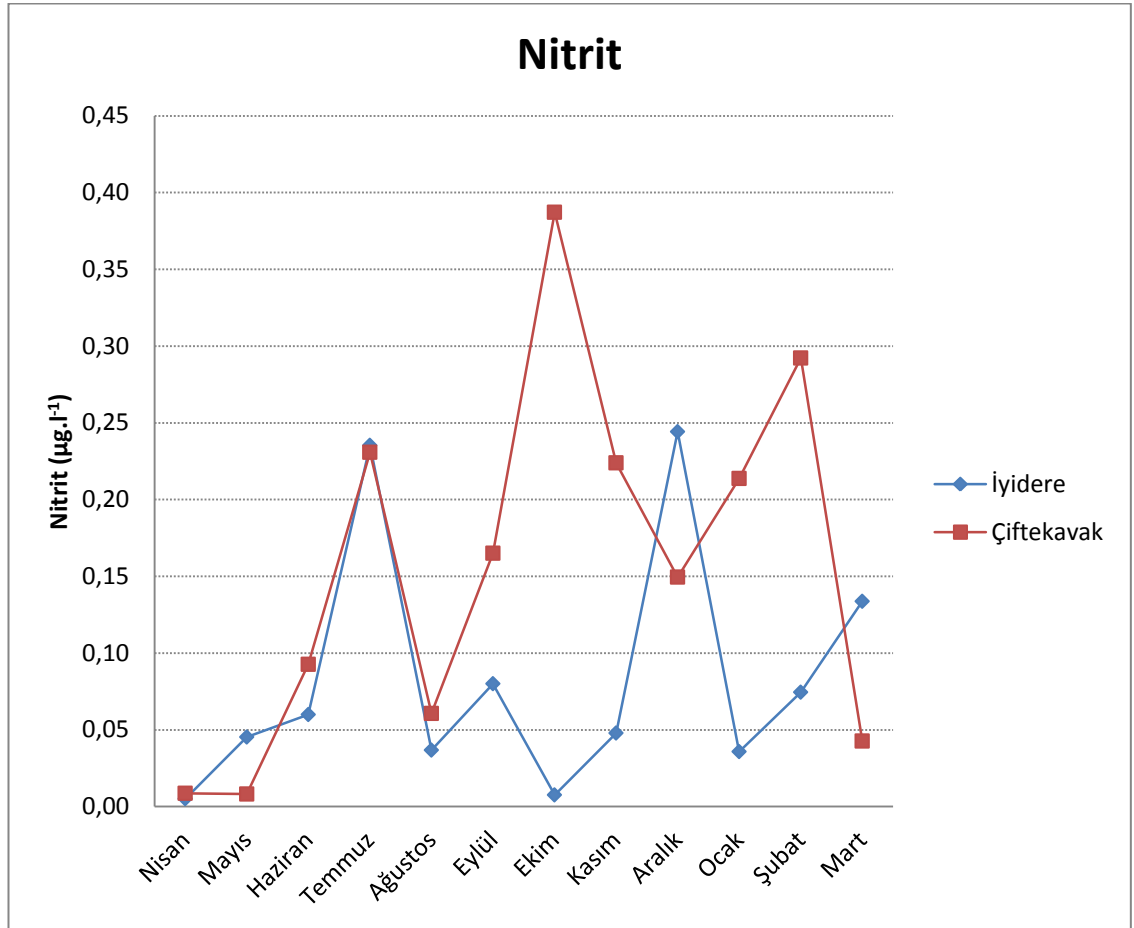
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen alkalinite 10 - 75 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ekim ayında (75 mg/l), en düşük değere Mayıs ayında (10 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 32,13 mg/l dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen alkalinite 10,59 - 55 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ekim ayında (55 mg/l), en düşük değere Nisan ayında (10,59 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 40,66 mg/l'dir (Şekil 28). İyidere ve Çiftekavak derelerinde Alkalinite değerlerinin karşılaştırılmasında yaz aylarında Çiftekavak deresinin daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiş diğer aylarda farklılık tespit edilememiştir.



Şekil 26. Sudaki alkalinite miktarının aylık değişimleri

3.1.15. Nitrit (NO₂⁻)

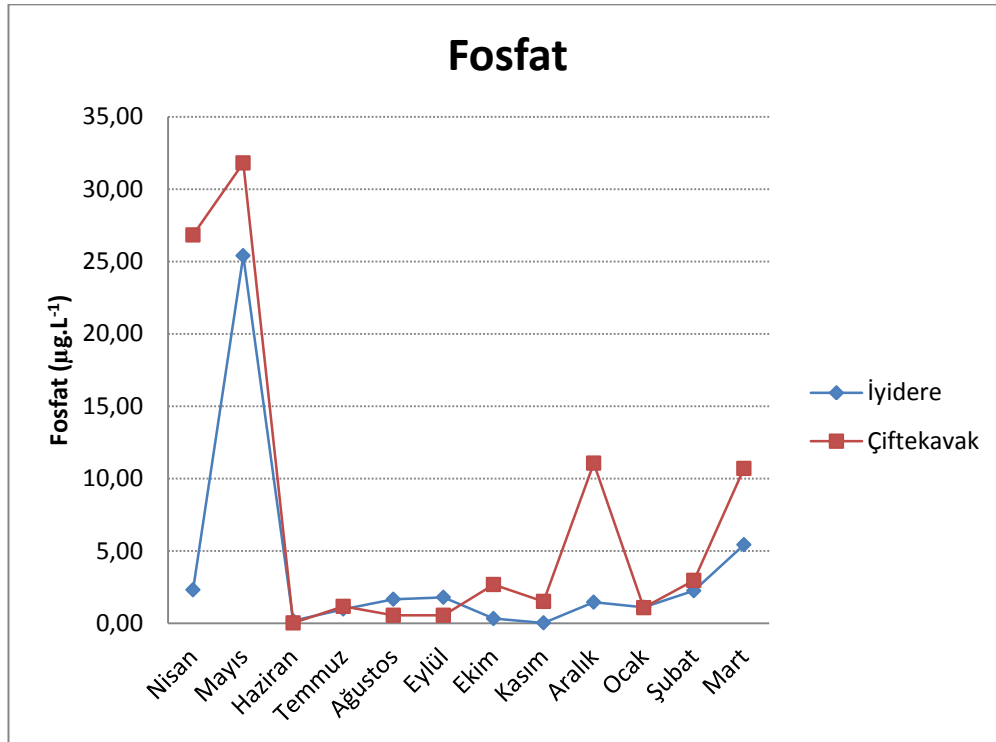
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen nitrit 0,00105 - 0,33617 µg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Aralık ayında (0,33617 µg/l), en düşük değere Nisan ayında (0,00105 µg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 0,08358 µg/l'dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen nitrit 0,00642 - 0,68912 µg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Ekim ayında (0,68912 µg/l), en düşük değere Mayıs ayında (0,00642 µg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 0,16658 µg/l'dir (Şekil 29). İyidere ve Çiftekavak dereleri nitrit verileri açısından değerlendirildiğinde sonbahar ve kış aylarında antropojenik etki altında kalan ve debisinin düşük olması sebebiyle Çiftekavak deresinde daha yüksek değerler ölçülmüştür.



Şekil 27. Sudaki nitrit miktarının aylık değişimleri

3.1.16. Orto-fosfat (PO₄)

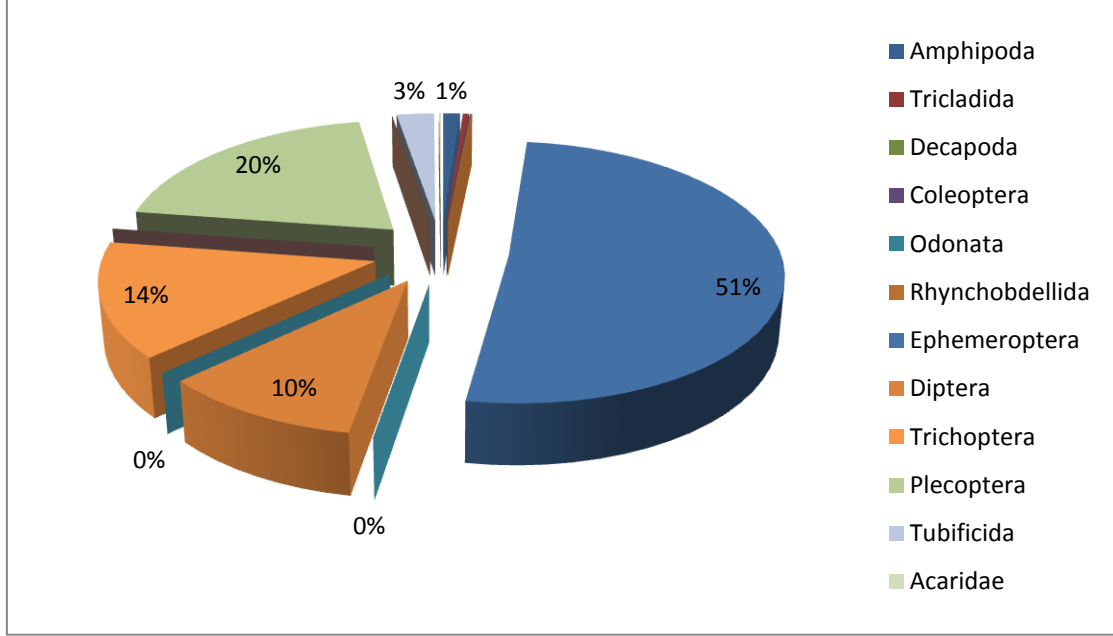
İyidere deresi yüzey sularında bir yıllık çalışma süresinde belirlenen orto-fosfat 0,00 - 122,89 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Mayıs ayında (122,89 mg/l), en düşük değere Aralık ayında (0,00 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 3,32 mg/l'dir. Çiftekavak deresi yüzey sularında çalışma süresinde belirlenen orto-fosfat 34,498 – 0,01832 mg/l arasında değişmekte olup en yüksek değere Mayıs ayında (34,498 mg/l), en düşük değere Haziran ayında (0,01832 mg/l) rastlandığı görülmektedir. Ortalama değer ise 7,57862 mg/l dir (Şekil 30). Bölgede tarımsal faaliyet olarak çay üretimi yapılmaktadır. Çay tarımında gübre olarak NPK diye adlandırılan Azot, Fosfat ve Potasyum desteği verilmektedir. Çay tarlalarının gübreleme sezonu olarak Mart ayının sonunda başlanması ve gübrenin çözünüp yüzey sularına karışma süreci Haziran ayını da kapsamaması sebebiyle Mart Haziran arasında orto-fosfat değerlerinin bu aylarda pik yaptığı tespit edilmiştir. Her iki deredeki istasyonlarda benzer sonuçlar bulunmuş olup istasyonların orto-fosfat açısından farklı olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 28. Sudaki fosfat miktarının aylık değişimleri

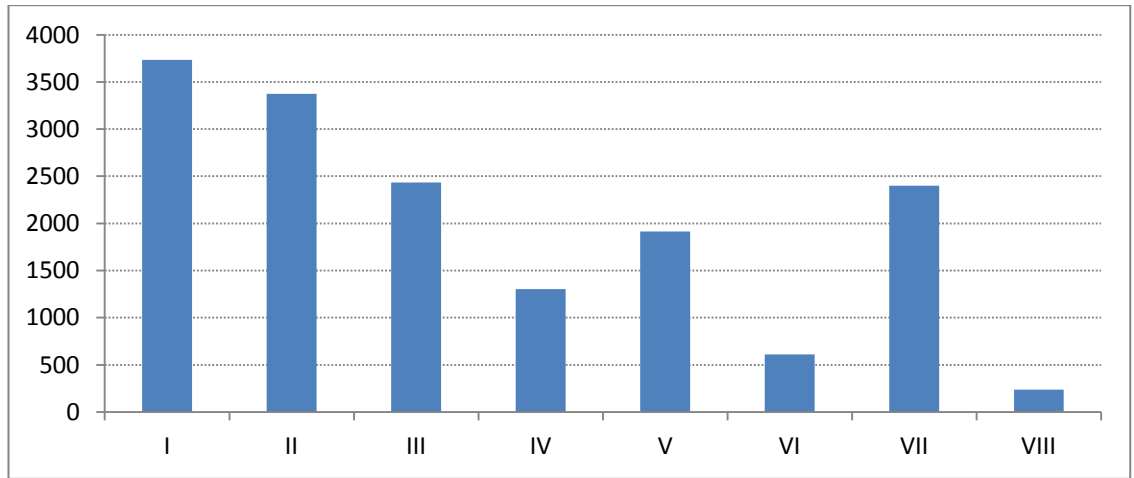
3.2. Biyolojik Bulgular

İyidere ve Çiftekavak derelerinde yapılan 1 yıllık çalışma süresince, seçilen 8 istasyondan aylık periyotlarla toplanan taban büyük omurgasızlar Şekil 31.'de verilmiştir. Bütün istasyonlardan toplam 12551 birey toplanmıştır. İncelenen bireyler 11 takım, 27 taksada teşhis edilmiştir.



Şekil 29. Toplanan birey sayılarının yüzde oranları

Nisan 2010 ve Mart 2011 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada örnekleme noktaları arasında en fazla birey I. İstasyonda (İyidere) (3783) toplanmış, en az toplanan birey VIII. İstasyon (Çiftekavak) (237) olmuştur (Şekil 31).



Şekil 30. Çalışma süresince örnekleme istasyonlarından toplanan makro-omurgasız bireyleri.

Örnekleme noktalarından toplanan taban büyük omurgasız organizma bireyleri taksonomik olarak değerlendirildiğinde en fazla birey Ephemeroptera, takımında teşhis edilmiştir. En az birey ise Decapoda ve Odonata takımlarında teşhis edilmiştir. Ephemeroptera takımına ait 6, Amphipoda takımına ait 1, Tricladida takımına ait 1, Coleoptera takımına ait 1, Decapoda takımına ait 1, Rhynchobdellida takımına ait 1, Odonata takımına ait 1, Diptera takımına ait 6, Trichoptera takımına ait 3, Plecoptera takımına ait 4, Tubificida takımına ait 2 ve Arthropoda takımına ait 1 takson olmak üzere toplam 27 takson teşhis edilmiştir. Belirlenen organizmaların istasyonlara göre dağılımları (Şekil 32.)’de gösterilmiştir.

Tablo 13. Çalışma alanında teşhis edilen taksonlar

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>	×	×	×		×		×	
<i>Planaria sp.</i>	×	×	×	×				
<i>Potamon sp.</i>							×	
<i>Agabus sp.</i>	×	×						
<i>Onychogomphus forcipatus</i>						×	×	
<i>Helobdella stagnalis</i>	×		×				×	
<i>Ephemerella sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Epeorus sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Baetis sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Baetis rhodani</i>	×	×	×	×	×		×	
<i>Iron sp.</i>	×	×	×	×	×		×	
<i>Tipula sp.</i>	×	×	×	×	×		×	
<i>Chironomidae</i>	×	×	×	×	×	×		×
<i>Atherix sp.</i>	×	×	×	×			×	
<i>Dicranota sp.</i>	×	×	×	×				
<i>Tabanus sp.</i>	×	×	×	×	×			
<i>Simulium sp.</i>	×	×	×	×				
<i>Hydropsyche sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Lepidostoma sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Rhyacophila sp.</i>	×	×	×	×	×		×	
<i>Perla sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Leuctra sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Isoperla sp.</i>	×	×	×	×	×			
<i>Protonemura sp.</i>	×	×	×	×	×	×		
<i>Eiseniella sp.</i>							×	
<i>Tubifex sp.</i>	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Acariformes</i>	×	×	×				×	

3.2.1. Biyotik indeks uygulamaları

Biyotik indeks uygulamaları Asterics yazılım programı ile hesaplanmış istasyonların saprobi indeks değerleri ile biyolojik istatistiksel analizleri Tablo.... da verilmiştir.

Tablo 14. Asterics yazılımı ile elde edilen indeks verileri

Uygulama	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Bolluk	3414	3637	2463	1341	1821	777	2907	240
Takson Sayısı	23	22	23	21	18	15	24	4
Saprobi indeks (Zelinka & Marvan)	2,11	2,01	2,13	2,01	2,01	2,01	2,11	2,01
- Kalite Sınıfı	II	II	II	II	II	II	II	II
BMWP Skoru	122	119	117	114	109	95	120	16
Takson Sayısı	19	18	18	17	16	14	18	4
Her Taksonun Ortalama Değeri (ASPT)	6,42	6,61	6,05	6,71	6,81	6,79	6,67	4,00
BBI	9	9	9	9	9	9	9	3
IBE	10,06	10,04	10,06	10	09,04	8	11	4
- Kalite Sınıfı	1	1	1	1	1	2	1	4
- Sistematik Birim	21	20	21	18	15	12	22	4
IBE (AQEM)	10,06	10,04	10,06	10	09,04	8	11	4
- Kalite Sınıfı	1	1	1	1	1	2	1	4
Çeşitlilik (Simpson-Index)	0,896	0,894	0,858	0,875	0,672	0,749	0,839	0,316
Çeşitlilik (Shannon-Wiener-Index)	2,533	2,536	2,396	2,458	1,502	1,779	2,207	0,543
Çeşitlilik (Margalef Index)	2,704	2,561	2,817	2,777	2,265	2,104	2,884	0,547
- Standart Sapma	0,297	0,337	0,313	0,375	0,514	0,522	0,393	0
- Takson bolluğu/Tüm Taksonlar [%]	26,744	27,586	26,25	28,571	29,412	31,707	29,333	81,818
- Homojenlik Kriteri [%]	100	100	100	100	100	100	100	100
- r-Baskınlık	4,569	6,846	3,898	12,975	2,306	11,326	3,956	80,833
r/K ilişkileri	0,087	0,091	0,087	0,095	0,056	0,067	0,042	0,25
- EPT-Taxa [%]	86,614	83,86	87,698	74,571	88,578	77,091	89,164	17,917
- EPT/OL [%]	92,406	76,25	44,082	14,286	20,679	29,95	20,903	N
- EP [%]	61,599	65,411	70,93	54,288	85,722	72,587	76,333	17,917
- EPind/Totind [%]	61,599	65,411	70,93	54,288	85,722	72,587	76,333	17,917
- EPT [%] (Sınıf Bolluğu)	64,211	62,5	63,953	62,5	67,857	68,182	62,651	36,364
- EPT-Taxa	12	12	12	12	12	10	12	1
- EPT/OL	12	12	6	12	12	10	6	N
- EPT/Diptera	2	2	2	2	4	5	2,4	0,5
- EP-Taxa	8	8	8	8	8	7	8	1
- EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo,)	13	13	12	12	13	11	13	1

Tablo 15. Asterics yazılımı ile elde edilen taksonların metrik ve bolluk verileri

Uygulama	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Taksonomik grup (Takson Sayısı)								
- Turbellaria	1	1	1	1	0	0	1	1
- Oligochaeta	1	1	2	1	1	1	2	0
- Hirudinea	1	0	1	0	0	0	1	0
- Crustacea	1	1	1	1	1	1	2	0
- Ephemeroptera	4	4	4	4	4	4	4	1
- Odonata	0	0	0	0	0	1	1	0
- Plecoptera	4	4	4	4	4	3	4	0
- Trichoptera	4	4	4	4	4	3	4	0
- Coleoptera	1	1	0	0	1	0	0	0
- Diptera	6	6	6	6	3	2	5	2
Taksonomik grup (Bolluk)								
- Turbellaria	13	46	6	2	0	0	3	1
- Oligochaeta	32	40	49	70	78	20	124	0
- Hirudinea	1	0	2	0	0	0	6	0
- Crustacea	2	1	5	4	68	65	43	0
- Ephemeroptera	874	1403	1308	582	1503	550	1758	43
- Odonata	0	0	0	0	0	1	1	0
- Plecoptera	1229	976	439	146	58	14	461	0
- Trichoptera	854	671	413	272	52	35	373	0
- Coleoptera	2	4	0	0	1	0	0	0
- Diptera	407	496	241	265	61	92	138	196
Familya Sayıları	22	21	22	20	17	14	23	4
Cins Sayıları	22	21	22	20	17	14	23	4
Taksonomik grup [%]								
- Turbellaria [%]	0,381	1,265	0,244	0,149	0	0	0,103	0,417
- Oligochaeta [%]	0,937	01,0ca	1,989	5,22	4,283	2,574	4,266	0
- Hirudinea [%]	0,029	0	0,081	0	0	0	0,206	0
- Crustacea [%]	0,059	0,027	0,203	0,298	3,734	8,366	1,479	0
- Ephemeroptera [%]	25,Haz	38,576	53,106	43,4	82,537	70,785	60,475	17,917
- Odonata [%]	0	0	0	0	0	0,129	0,034	0
- Plecoptera [%]	35,999	26,835	17,824	10,887	3,185	1,802	15,858	0
- Trichoptera [%]	25,015	18,449	16,768	20,283	2,856	4,505	12,831	0
- Coleoptera [%]	0,059	0,11	0	0	0,055	0	0	0
- Diptera [%]	11,921	13,638	9,785	19,761	3,35	11,84	4,747	81,667

3.2.1.1. Saprobi indeksi

İyidere ve Çiftekavak akarsularında tespit edilen canlılar kullanılarak Saprobi İndeksi'ne göre su kalite sınıfları belirlenmiştir.

Tablo 16. İstasyonların Saprobi İndeks değerleri ve Su Kalite Sınıfları

İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
Kalite Sınıfı	II	II	II	II	II	II	II	II
Saprobi İndeks	2,11	2,01	2,13	2,01	2,01	2,01	2,11	2,01
Saprobiat	β -meso saprob	β -meso saprob	β -meso saprob	β -meso saprob	β -meso saprob	β -meso saprob	β -meso saprob	β -meso saprob

Asterics yazılım programı ile elde edilen verilerin saprobi indekse göre değerlendirilmesi sonucunda İyidere ve Çiftekavak derelerine ait istasyonlarda saprobi indeks değerlerinin su kalite sınıfına göre tüm istasyonların kalite sınıfı β -mesosaprob/az kirlenmiş (Sınıf II) olarak tespit edilmiştir (Tablo 16).

3.2.1.2. Familya biyotik indeksi (Family Biotic Index = FBI)

İyidere ve Çiftekavak akarsularında tespit edilen canlılar kullanılarak Familya Biyotik İndeksi (Family Biotic Index = FBI)'ne göre su kalite sınıfları belirlenmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. İyidere ve Çiftekavak akarsularında belirlenen istasyonların Familya Biyotik İndeksi

İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
FBI	I	I	I	I-II	I-II	III	II	III-IV

Bir yıllık çalışmada elde edilen bulguların FBI'ya göre sınıflandırılmasına göre değerlendirilmesi sonucunda İyidere deresine ait I.,II. ve III. istasyonların organik olarak hiç kirlenmemiş, IV ve V. İstasyonların çok az kirlenmiş VI. istasyonun ise oldukça kirlenmiş olduğu tespit edilmiştir. Çiftekavak deresini istasyonları olan VII. istasyonun olası organik kirlilik, ve VIII. istasyonun çok kirlenmiş olduğu tespit edilmiştir.

3.2.1.3. Biyolojik izleme çalışma grubu skor sistemi (Biological Monitoring Working Party Score System = BMWP)

İyidere ve Çiftekavak akarsularında tespit edilen canlılar kullanılarak Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi'ne göre su kalite sınıfları belirlenmiştir (Tablo 18).

Tablo 18. Çalışma alanındaki organizmaların BMWP' ye göre değerlendirilmesi

İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
BMWP	II	II	II	II	II	III	II	V

Asterics yazılım programı ile elde edilen bulguların BMWP'ye göre değerlendirilmesi sonucunda İyidere deresine ait istasyonlarda BMWP ye ait su kalite sınıfına göre ilk beş istasyon çok az kirlenmiş (Sınıf II), 6. İstasyon Az kirlenmiş (Sınıf III) olarak tespit edilmiştir. Çiftekavak deresine ait istasyonlardan 7. İstasyon çok az kirlenmiş (Sınıf II), 8. İstasyon ise kirlenmiş (Sınıf V) olarak tespit edilmiştir (Tablo18).

3.2.1.4. Her taksonun ortalama değeri (Average Score Per Taxon=ASPT)

İyidere ve Çiftekavak akarsularında tespit edilen canlılar kullanılarak Her Taksonun Ortalama Değeri (Average Score Per Taxon=ASPT)'ne göre su kalite sınıfları belirlenmiştir (Tablo 19).

Tablo 19. Çalışma alanındaki organizmaların ASPT' ye göre değerlendirilmesi

İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
ASPT	I	I	I	I	I	I	I	III

Çalışma boyunca elde edilen bulguların Asterics yazılımı ASPT' ye göre değerlendirilmesi sonucunda İyidere Deresi'nin bütün istasyonları kirlenmemiş (Su Kalite Sınıfı I) olduğu tespit edilmiştir. Çiftekavak Deresi'ne ait istasyonlardan 8. istasyon orta derecede kirlenmiş (Sınıf III) 7. istasyon ise kirlenmemiş (Sınıf I) olduğu tespit edilmiştir.

3.2.1.5. Belçika biyotik indeksi

İyidere ve Çiftekavak akarsularında tespit edilen canlılar kullanılarak Belçika biyotik indeksine göre su kalite sınıfları belirlenmiştir (Tablo 20).

Tablo 20. İyidere ve Çiftekavak akarsularında belirlenen istasyonların Biyotik indeks sınıfları

İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
BBI İndeks Değeri	9	9	9	9	9	9	9	3
BBI Su Kalite Sınıfı	I	I	I	I	I	I	I	IV

Yıl boyunca elde edilen çalışma sonucunda İyidere deresinin BBI'ine göre Hafif Kirlenmiş veya Kirlenmemiş (Sınıf I) akarsu olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada Çiftekavak deresine ait istasyonlardan VII istasyon Hafif Kirlenmiş veya Kirlenmemiş (Sınıf I), VIII. İstasyon ise Yoğun Kirlenmiş (SınıfIV) olduğu tespit edilmiştir.

3.2.1.6. Trend biyotik indeksi

İyidere ve Çiftekavak akarsularında tespit edilen canlılar kullanılarak Trend biyotik indeksine göre su kalite sınıfları belirlenmiştir (Tablo 21).

Tablo 21. İyidere ve Çiftekavak akarsularında belirlenen istasyonların Trent Biyotik İndeks değerleri ve Su Kalite Sınıfları

İstasyonlar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
TBI	14	14	13	8	7	6	7	4

Çalışma sahasının ilk 6 istasyonunu oluşturan İyidere deresinin I. Ve II. istasyonunda TBI değeri 14, III. istasyonda TBI değeri 13, IV. istasyonda TBI değeri 8, V. istasyonda TBI değeri 7, VI. istasyonda ise TBI değeri 6 olarak tespit edilmiştir. Çiftekavak deresine ait VII. istasyonun TBI değeri 7, VIII. İstasyonun TBI değeri 4 olarak edilmiştir.

3.2.1.7. Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera (EPT) Taksa Sayısı

İstasyonlardan toplanan taban büyük omurgasızların içinden Insecta sınıfının Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera (EPT) takımlarının bireyleri akarsularda en fazla rastlanan canlılardır. Bu takımlar biyolojik izleme çalışmalarında öncelik verilen ve habitat kalitesi değişimlerine karşı oldukça hassas türler içeren böcek takımlarıdır. Akarsularda bu canlıların fazla bulunması akarsuyun kalitesinin yüksek olduğunu gösterir.

Tablo 22. Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera (EPT) taksa sayısı

İstasyonlar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
EPT taksa sayısı	12	12	12	12	12	10	12	1

İyidere dersinin ilk 5 istasyonunun herbirinde EPT'ye ait 12 takson bulunurken 6. İstasyonda 10 adet takson tespit edilmiştir. Çalışma alanının VII. ve VIII. İstasyonları Çiftekavak deresine ait istasyonlardır. Çiftekavak deresinde EPT'ye ait VII. istasyonda 12 VIII. İstasyonda ise sadece 1 takson tespit edilmiştir (Tablo 22).

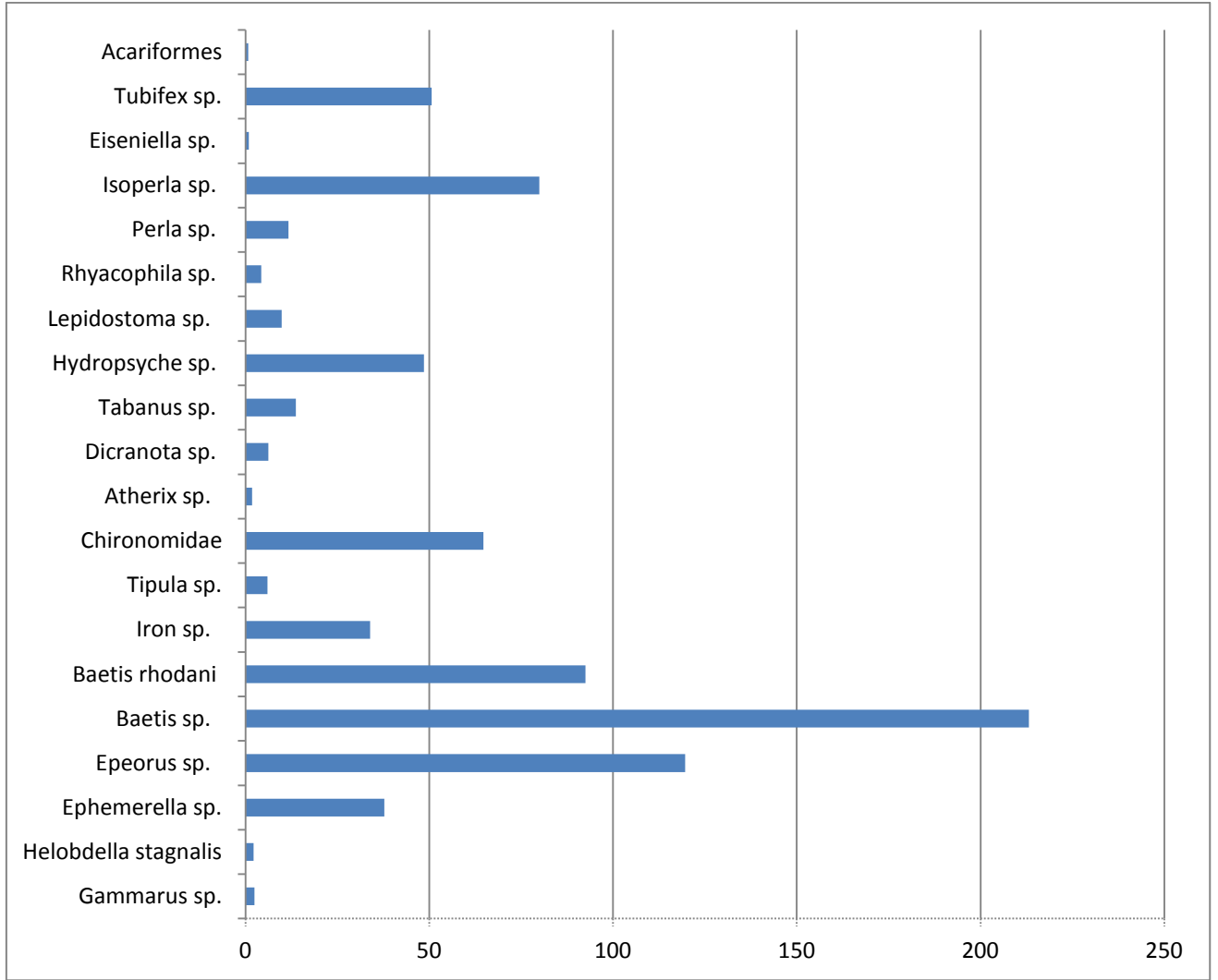
3.2.2. Biyolojik Bulguların İstatiksel Analizi

3.2.2.1. Baskınlık analizi

Belirlenmiş olan 8 istasyondan aylık periyotlarla toplanan 12551 örnek tespit edilmiştir. Her istasyondaki taksonların toplandığı aylara ait baskınlık değerleri hesaplanarak (Tablo 24 - 36) gösterilmiştir.

Tablo 23. Nisan 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>					0,96		1,42	
<i>Helobdella stagnalis</i>						2,17		
<i>Ephemerella sp.</i>	8,37	6,21	6,36	8,15	0,96	4,35	3,32	
<i>Epeorus sp.</i>	35,98	17,24	20,00	18,52	4,33	17,39	6,16	
<i>Baetis sp.</i>	6,28	14,48	6,36	33,33	60,58	41,30	41,71	9,09
<i>Baetis rhodani</i>	3,35	2,07	1,82	0,74	21,63	28,26	34,60	
<i>Iron sp.</i>	2,93	4,14	8,18	8,15	1,92		8,53	
<i>Tipula sp.</i>	1,26	0,69	1,82	0,74	1,44			
<i>Chironomidae</i>		2,07		2,22	2,88			57,58
<i>Atherix sp.</i>	0,84		0,91					
<i>Dicranota sp.</i>	0,42	1,38	3,64	0,74				
<i>Tabanus sp.</i>	2,09	2,07	7,27	2,22				
<i>Hydropsyche sp.</i>	12,55	13,10	7,27	6,67	1,44	6,52	0,95	
<i>Lepidostoma sp.</i>	1,26	4,14	3,64	0,74				
<i>Rhyacophila sp.</i>	0,84	0,69	2,73					
<i>Perla sp.</i>	3,35	2,76		2,22			3,32	
<i>Isoperla sp.</i>	18,83	26,21	24,55	10,37				
<i>Eiseniella sp.</i>			0,91					
<i>Tubifex sp.</i>	1,67	2,07	4,55	5,19	3,85			33,33
<i>Acariformes</i>		0,69						

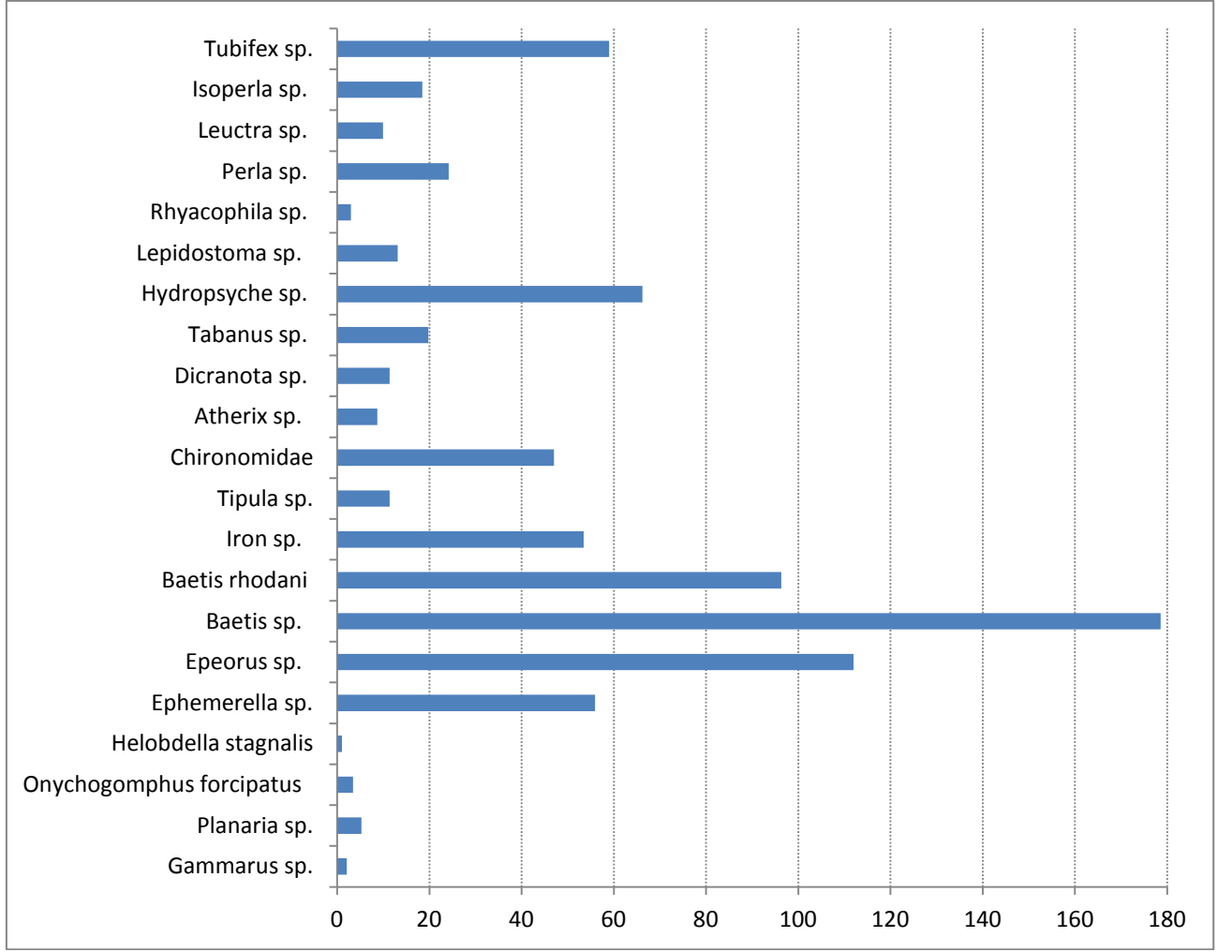


Şekil 31. Nisan 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Nisan 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 24). Nisan ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir (Şekil 31).

Tablo 24. Mayıs 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>							2,06	
<i>Planaria sp.</i>	0,50	1,31				3,45		
<i>Onychogomphus forcipatus</i>						3,45		
<i>Helobdella stagnalis</i>					1,01			
<i>Ephemerella sp.</i>	11,56	13,73	8,43	8,22	1,01	10,34	2,62	
<i>Epeorus sp.</i>	26,63	20,26	14,46	16,44	3,03	27,59	3,55	
<i>Baetis sp.</i>		20,92		10,96	43,43		53,27	50,00
<i>Baetis rhodani</i>	9,05	1,96	8,43	2,74	39,39	13,79	20,93	
<i>Iron sp.</i>	7,54	9,15	22,89	10,96	1,01		1,87	
<i>Tipula sp.</i>	2,01	1,96	6,02	1,37				
<i>Chironomidae</i>	2,01	3,27	3,61	1,37		20,69	2,43	13,64
<i>Atherix sp.</i>	1,51	0,65	2,41	4,11				
<i>Dicranota sp.</i>	2,01	1,96	6,02	1,37				
<i>Tabanus sp.</i>	5,03	4,58	6,02	4,11				
<i>Hydropsyche sp.</i>	11,06	11,76	6,02	20,55	3,03	13,79		
<i>Lepidostoma sp.</i>	4,52	2,61	1,20	1,37		3,45		
<i>Rhyacophila sp.</i>	0,50	1,31	1,20					
<i>Perla sp.</i>	7,54		7,23		8,08		1,31	
<i>Leuctra sp.</i>							9,91	
<i>Isoperla sp.</i>	7,04	4,58		6,85				
<i>Tubifex sp.</i>	1,51		6,02	9,59		3,45	2,06	36,36

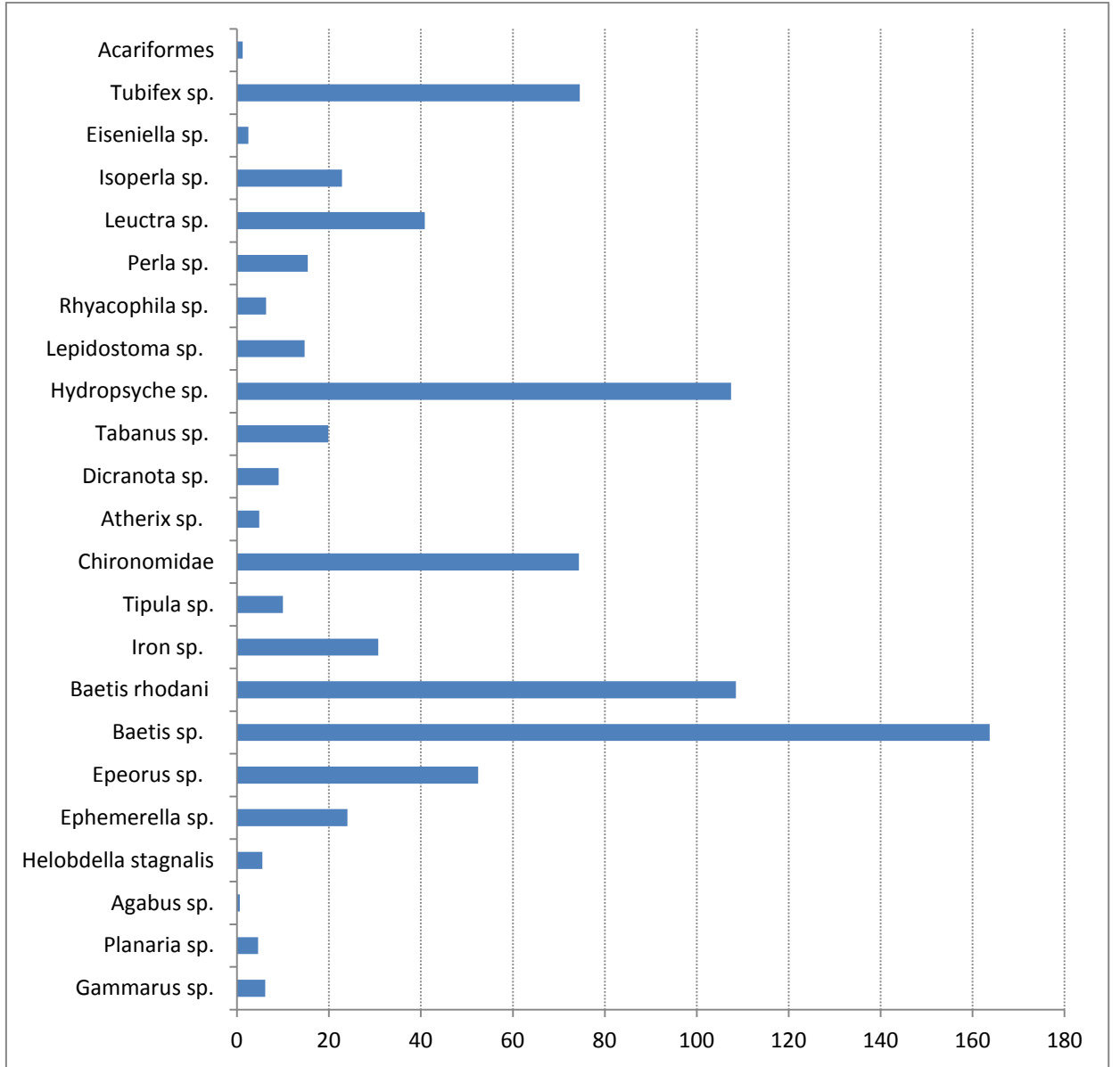


Şekil 32. Mayıs 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Mayıs 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 25). Mayıs ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir. Bu ayda Oligochaeta takımına ait tubifex bireyleride baskınlık göze çarpmıştır (Şekil 32).

Tablo 25. Haziran 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>			1,19				4,92	
<i>Planaria sp.</i>		2,459	1,19	0,91				
<i>Agabus sp.</i>	0,629							
<i>Helobdella stagnalis</i>			1,19			4,35		
<i>Ephemerella sp.</i>	6,918	7,377	7,143	0,91			1,64	
<i>Epeorus sp.</i>	10,69	17,21	10,71	7,27	0,847		5,74	
<i>Baetis sp.</i>	6,289	17,21	3,571	13,64	34,75	26,09	33,61	28,57
<i>Baetis rhodani</i>	4,40	2,459	5,952	6,36	39,83	34,78	14,75	
<i>Iron sp.</i>	5,031	5,738	13,1	2,73			4,098	
<i>Tipula sp.</i>	4,40	1,639	1,19	2,73				
<i>Chironomidae</i>	1,258		5,952	2,73	6,78	4,35	3,28	50,00
<i>Atherix sp.</i>	0,629	3,279		0,91				
<i>Dicranota sp.</i>	2,516	3,279	2,381	0,91				
<i>Tabanus sp.</i>	3,145	4,098	7,143	5,45				
<i>Hydropsyche sp.</i>	26,42	9,836	15,48	32,73	2,542	13,04	7,38	
<i>Lepidostoma sp.</i>	3,145	3,279	1,19	2,73		4,35		
<i>Rhyacophila sp.</i>	1,258	0,82		0,91	1,695		1,64	
<i>Perla sp.</i>	2,516	1,639	5,952	0,91		4,35		
<i>Leuctra sp.</i>	9,434	5,738	9,524	4,55	3,39		8,20	
<i>Isoperla sp.</i>	8,176	7,377		7,27				
<i>Eiseniella sp.</i>		2,459						
<i>Tubifex sp.</i>	1,887	4,098	7,143	6,36	10,17	8,70	14,75	21,43
<i>Acariformes</i>	1,258							

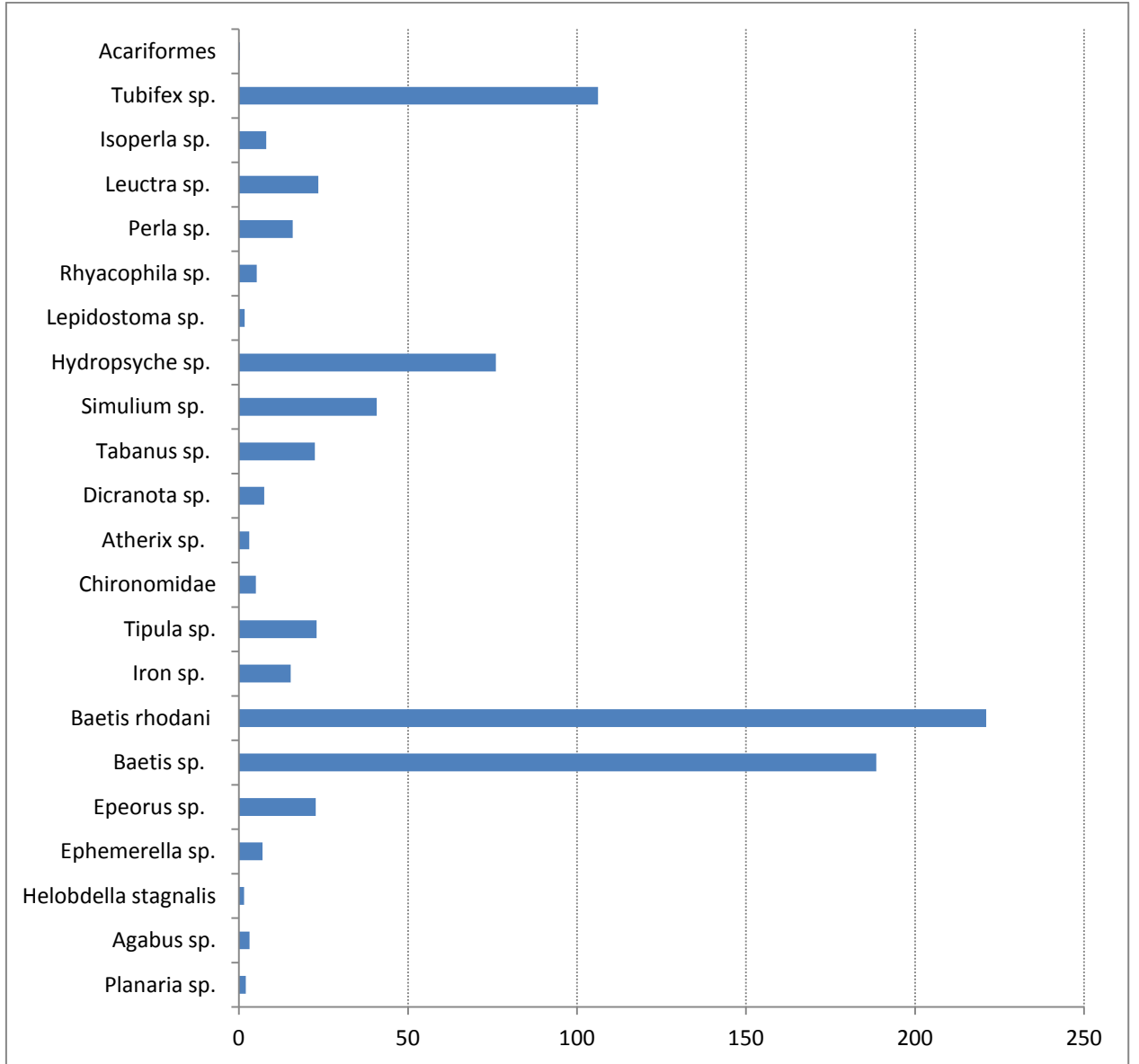


Şekil 33. Haziran 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Haziran 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 26). Haziran ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda en baskın taksa grubunu Ephemeroptera takımına ait bireyler oluşturmuştur. Bu ayda Trichoptera ve Oligochaeta takımlarına ait taksaların baskınlığı söz konusudur (Şekil 33).

Tablo 26. Temmuz 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Planaria sp.</i>	0,61	1,41						
<i>Agabus sp.</i>		0,47					2,70	
<i>Helobdella stagnalis</i>	0,61	0,94						
<i>Ephemerella sp.</i>	1,23	0,70	1,20	3,80				
<i>Epeorus sp.</i>	2,45	5,87	3,61	8,86	1,96			
<i>Baetis sp.</i>	16,56	38,03	49,40	6,33	15,69		5,41	57,14
<i>Baetis rhodani</i>	3,07	0,70	4,22	13,92	57,84	90,00	51,35	
<i>Iron sp.</i>	2,45	0,47	3,01	1,27			8,11	
<i>Tipula sp.</i>	3,07	1,88	6,63	11,39				
<i>Chironomidae</i>	3,07				1,96			
<i>Atherix sp.</i>	1,23		1,81					
<i>Dicranota sp.</i>	4,29	0,70	1,20	1,27				
<i>Tabanus sp.</i>	6,13	1,41	4,82	10,13				
<i>Simulium sp.</i>	2,45	16,90	2,41	18,99				
<i>Hydropsyche sp.</i>	37,42	16,20	3,61	3,80	6,86		8,11	
<i>Lepidostoma sp.</i>		0,47	1,20					
<i>Rhyacophila sp.</i>	0,61	0,70	3,01		0,98			
<i>Perla sp.</i>	6,13	0,94	7,83		0,98			
<i>Leuctra sp.</i>		11,50	2,41	7,59	1,96			
<i>Isoperla sp.</i>	4,91		0,60	2,53				
<i>Tubifex sp.</i>	3,68	0,47	3,01	10,13	11,76	10,00	24,32	42,86
<i>Acariformes</i>		0,23						

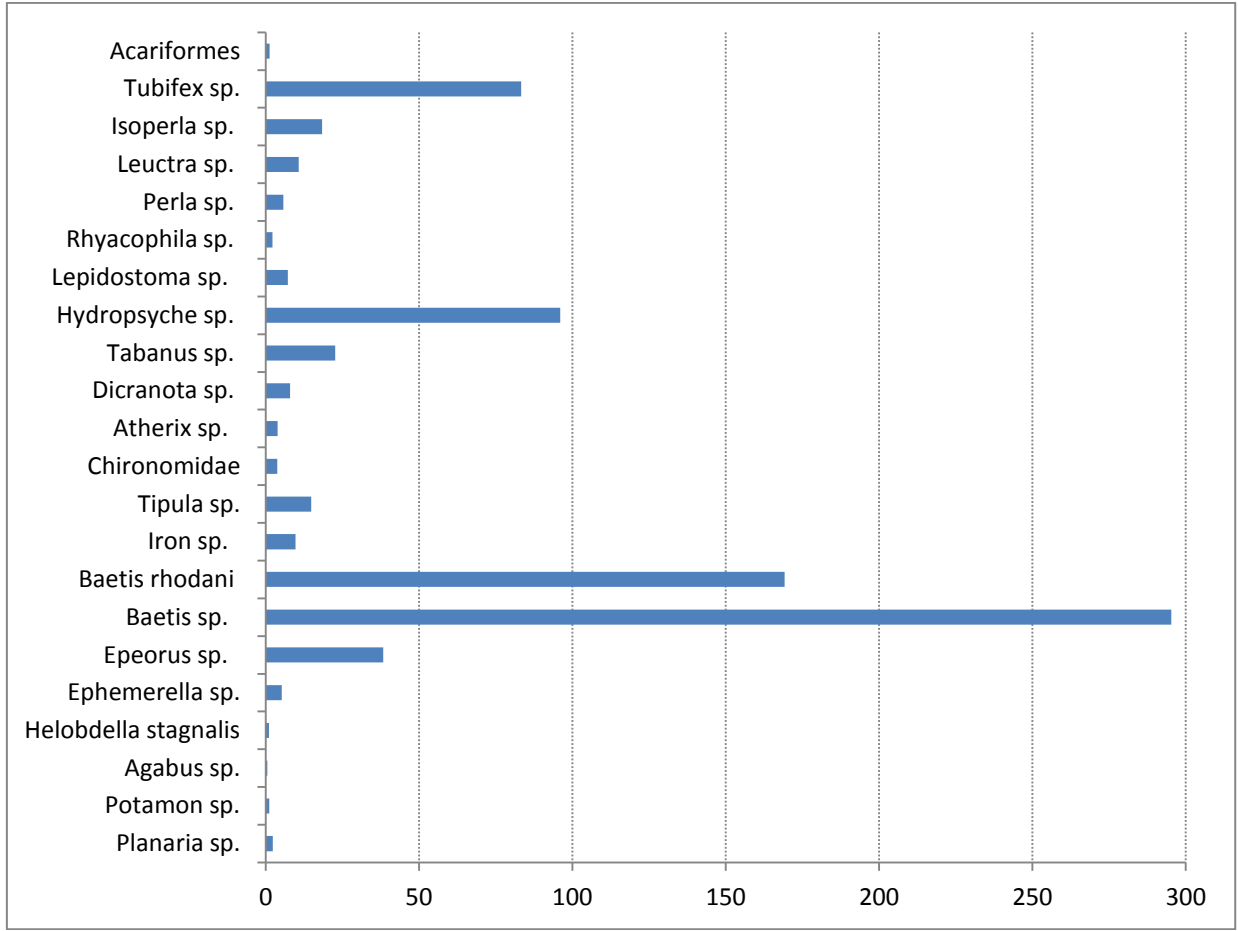


Şekil 34. Temmuz 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Temmuz 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 27). Temmuz ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların üstün bir baskınlığı tespit edilmiştir (Şekil 34).

Tablo 27. Ağustos 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Planaria sp.</i>		2,26						
<i>Potamon sp.</i>							1,14	
<i>Agabus sp.</i>	0,48							
<i>Helobdella stagnalis</i>			0,98					
<i>Ephemerella sp.</i>	0,48		3,92	0,81				
<i>Epeorus sp.</i>	4,31		27,45	6,50				
<i>Baetis sp.</i>	45,93	32,33	13,73	43,90	21,05	69,23	9,09	60,00
<i>Baetis rhodani</i>	1,91	2,26	1,96	4,07	64,91	7,69	86,36	
<i>Iron sp.</i>	1,44	0,75	1,96	3,25			2,27	
<i>Tipula sp.</i>	4,31	2,26	3,92	0,81	3,51			
<i>Chironomidae</i>	1,44	2,26						
<i>Atherix sp.</i>		3,01		0,81				
<i>Dicranota sp.</i>	1,44	0,75		5,69				
<i>Tabanus sp.</i>	4,31	6,77	5,88	5,69				
<i>Hydropsyche sp.</i>	26,32	36,84	18,63	8,94	5,26			
<i>Lepidostoma sp.</i>	0,00	0,00	3,92	3,25				
<i>Rhyacophila sp.</i>	1,44	0,75						
<i>Perla sp.</i>		1,50	0,98	3,25				
<i>Leuctra sp.</i>	3,35	3,01	1,96	2,44				
<i>Isoperla sp.</i>	2,39	2,26	8,82	4,88				
<i>Tubifex sp.</i>		2,26	5,88	5,69	5,26	23,08	1,14	40,00
<i>Acariformes</i>	0,48	0,75						

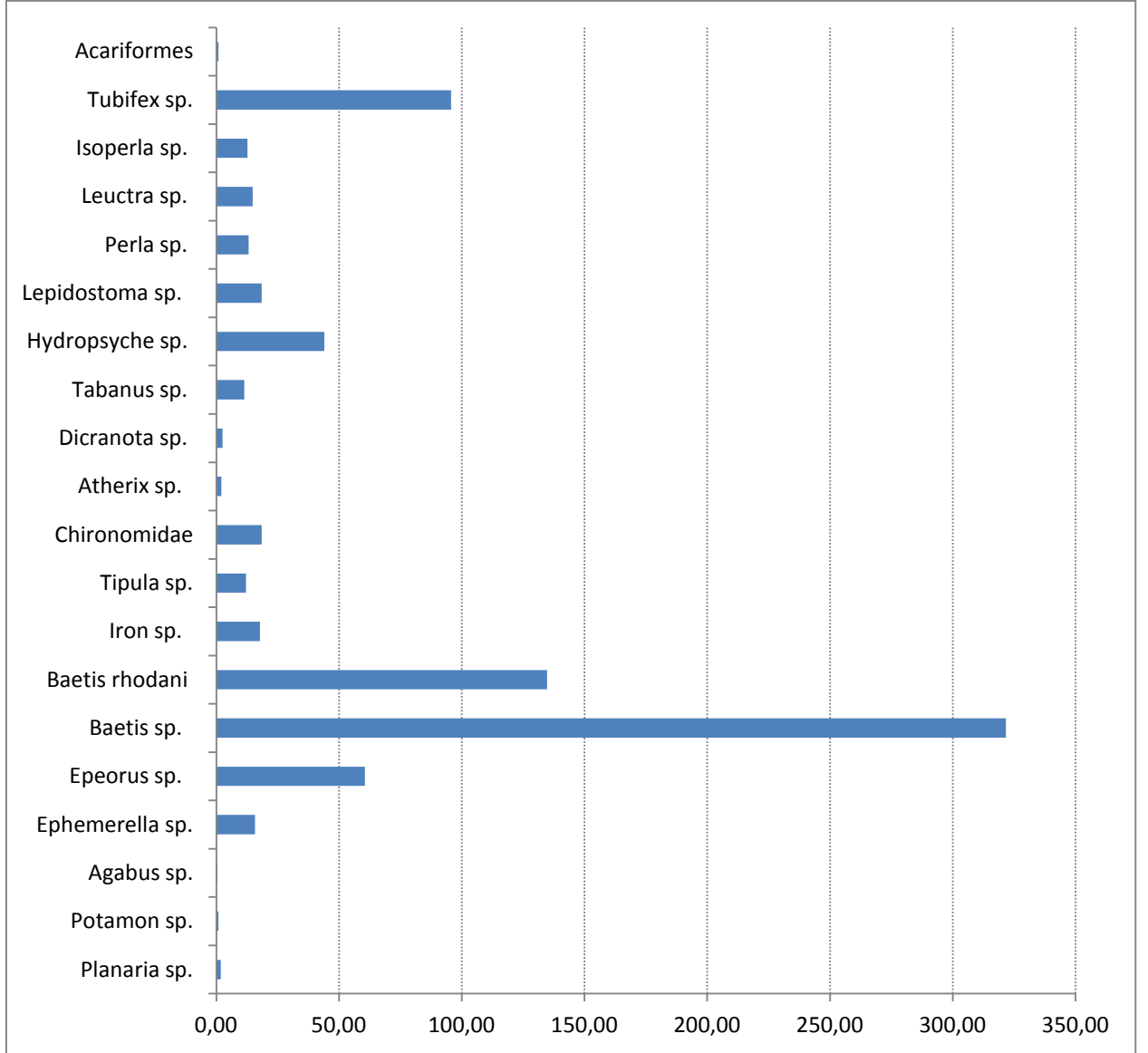


Şekil 35. Ağustos 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Ağustos 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 28). Ağustos ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir. (Şekil 35).

Tablo 28. Eylül 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Planaria sp.</i>		1,84						
<i>Potamon sp.</i>		0,92						
<i>Agabus sp.</i>		0,46						
<i>Ephemerella sp.</i>	2,65	1,84	5,00	2,10		3,23	0,97	
<i>Epeorus sp.</i>	6,06	12,90	17,50	6,99	1,92	11,29	3,88	
<i>Baetis sp.</i>	42,42	40,09	18,33	60,84	24,04	69,35	20,39	46,15
<i>Baetis rhodani</i>	7,95	5,53	6,67	2,80	53,85	6,45	51,46	
<i>Iron sp.</i>	2,65	2,76	7,50				4,85	
<i>Tipula sp.</i>	1,14	1,84	4,17	4,90				
<i>Chironomidae</i>	4,92	1,38	1,67	1,40		3,23	5,83	
<i>Atherix sp.</i>	0,38		1,67					
<i>Dicranota sp.</i>	1,89			0,70				
<i>Tabanus sp.</i>	0,76	2,76	5,83	2,10				
<i>Hydropsyche sp.</i>	14,77	11,06	12,50	2,80	2,88			
<i>Lepidostoma sp.</i>	5,30	3,23	10,00					
<i>Perla sp.</i>	1,89	1,84		4,90	1,92	1,61	0,97	
<i>Leuctra sp.</i>	2,65	5,53	6,67					
<i>Isoperla sp.</i>	3,03	2,30	2,50	4,90				
<i>Tubifex sp.</i>	1,14	3,23		5,59	15,38	4,84	11,65	53,85
<i>Acariformes</i>	0,38	0,46						

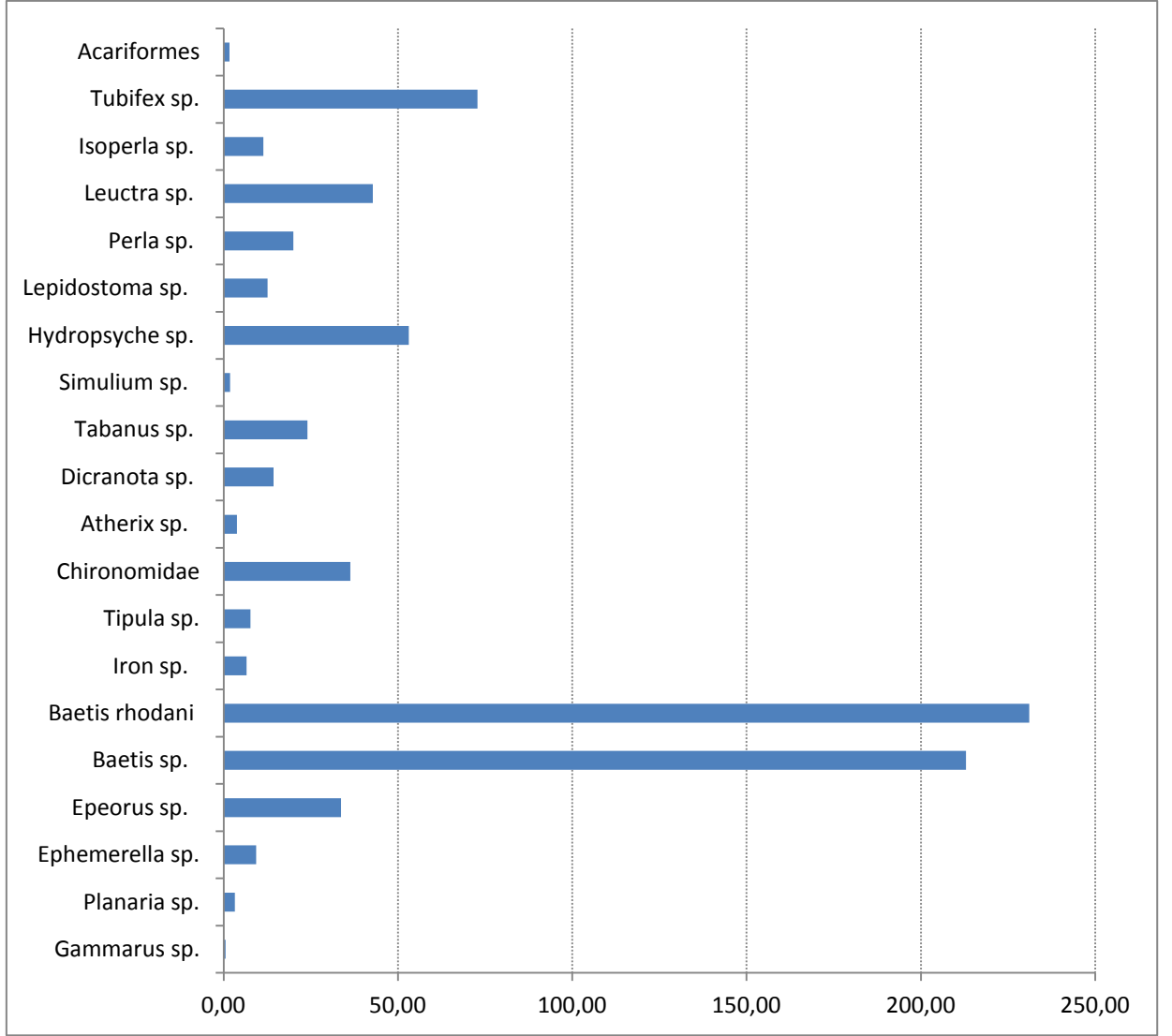


Şekil 36. Eylül 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Eylül 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 29). Eylül ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir (Şekil 36).

Tablo 29. Ekim 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>		0,52						
<i>Planaria sp.</i>	0,58	2,62						
<i>Ephemerella sp.</i>	1,17	1,57	3,17	3,45				
<i>Epeorus sp.</i>	6,43	5,24	4,76	17,24				
<i>Baetis sp.</i>	23,98	9,42	30,16	31,03	31,82		36,54	50,00
<i>Baetis rhodani</i>	6,43	4,19	10,32	8,62	53,41	100	48,08	
<i>Iron sp.</i>	1,75	1,05	3,17				0,64	
<i>Tipula sp.</i>	1,75	2,62	1,59	1,72				
<i>Chironomidae</i>	1,75	0,52	7,94	3,45	4,55		4,49	13,64
<i>Atherix sp.</i>	1,75	2,09						
<i>Dicranota sp.</i>	6,43	2,09	2,38	3,45				
<i>Tabanus sp.</i>	9,36	9,95	4,76					
<i>Simulium sp.</i>	0,58	0,52	0,79					
<i>Hydropsyche sp.</i>	12,28	18,85	15,08	6,90				
<i>Lepidostoma sp.</i>	2,92	7,33	2,38					
<i>Perla sp.</i>	4,68	12,04	1,59	1,72				
<i>Leuctra sp.</i>	14,62	15,71	5,56	6,90				
<i>Isoperla sp.</i>	2,92	2,62	2,38	3,45				
<i>Tubifex sp.</i>	0,58		3,97	12,07	10,23		9,62	36,36
<i>Acariformes</i>		1,05					0,64	

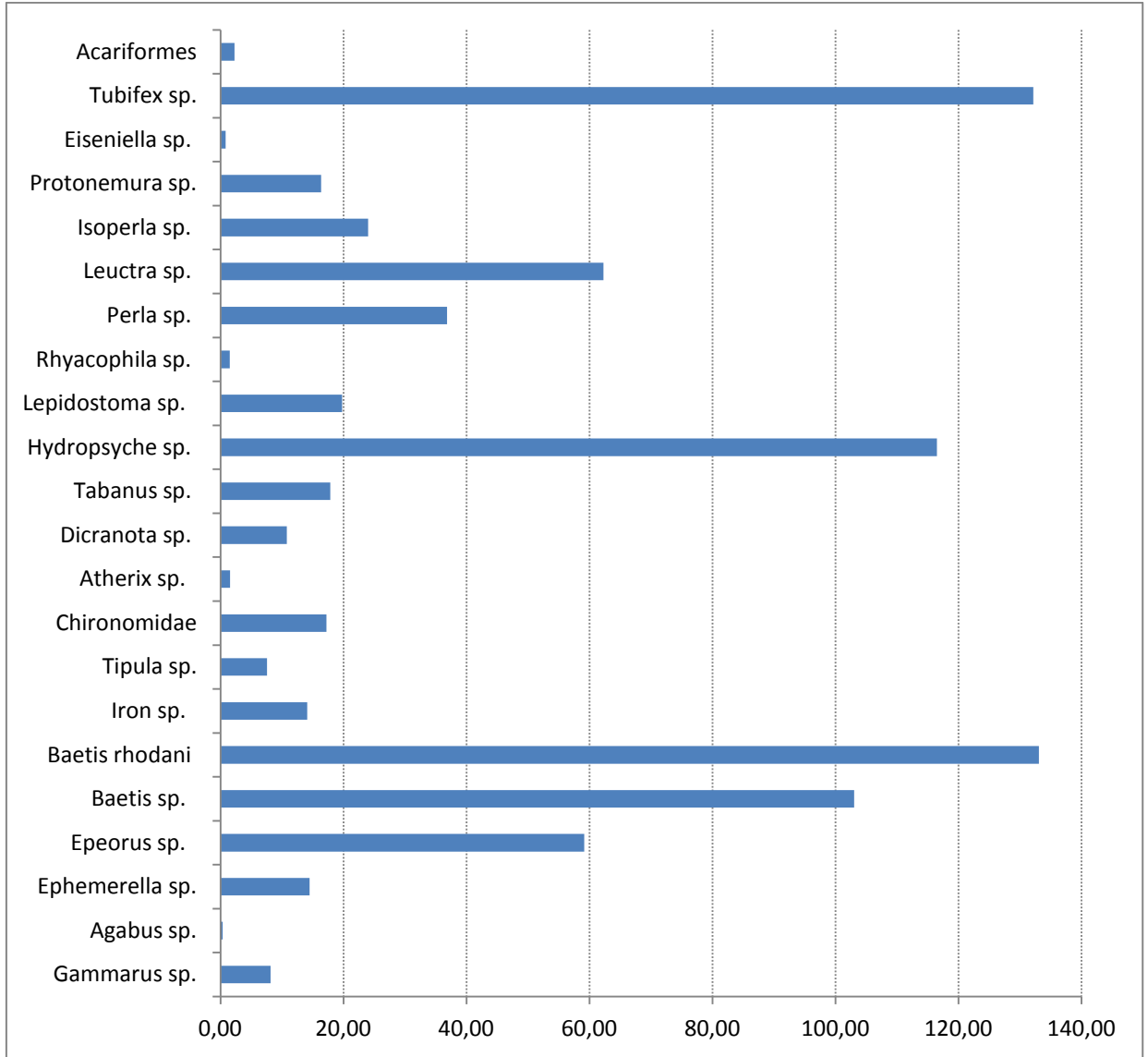


Şekil 37. Ekim 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Ekim 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 30). Ekim ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir (Şekil 37).

Tablo 30. Kasım 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>	1,36		3,51		1,61		1,69	
<i>Agabus sp.</i>		0,36						
<i>Ephemerella sp.</i>	2,72	3,97	1,75		0,81	5,26		
<i>Epeorus sp.</i>	8,84	14,80	7,89	6,12	4,03	15,79	1,69	
<i>Baetis sp.</i>	4,08	2,53		36,73	8,87	23,68	27,12	
<i>Baetis rhodani</i>	2,72		0,88		77,42	10,53	41,53	
<i>Iron sp.</i>	2,04	1,44	3,51	2,04			5,08	
<i>Tipula sp.</i>	0,68	1,08	1,75	4,08				
<i>Chironomidae</i>	4,76	2,17	3,51				6,78	
<i>Atherix sp.</i>	0,68		0,88					
<i>Dicranota sp.</i>	2,04	1,44	5,26	2,04				
<i>Tabanus sp.</i>	4,08	3,25	4,39	6,12				
<i>Hydropsyche sp.</i>	25,85	15,52	24,56	16,33		34,21		
<i>Lepidostoma sp.</i>	2,72	3,97	6,14	6,12	0,81			
<i>Rhyacophila sp.</i>		0,72			0,81			
<i>Perla sp.</i>	16,33	18,77	1,75					
<i>Leuctra sp.</i>	12,24	26,35	9,65	6,12		7,89		
<i>Isoperla sp.</i>	7,48	1,08	5,26	10,20				
<i>Protonemura sp.</i>			12,28	4,08				
<i>Eiseniella sp.</i>							0,85	
<i>Tubifex sp.</i>	0,68	1,81	6,14		5,65	2,63	15,25	100
<i>Acariformes</i>	0,68	0,72	0,88					

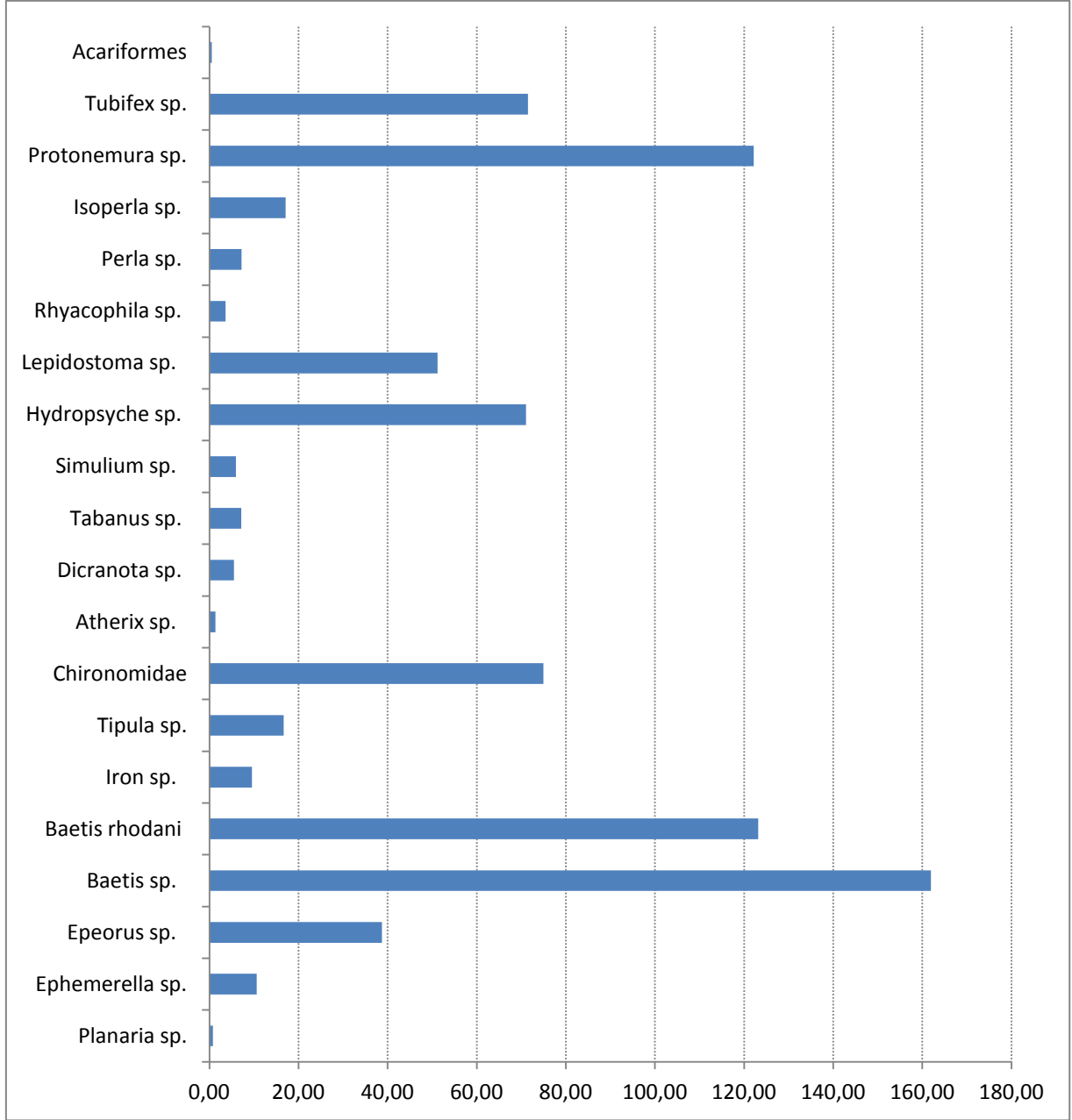


Şekil 38. Kasım 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Kasım 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 31). Kasım ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir. Bu takımın yanında bu ayda Trichoptera, Plecoptera ve Oligochaeta takımının taksası olan *Tubifex sp.* bireylerinin de baskınlığı söz konusudur (Şekil 38).

Tablo 31. Aralık 2010 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Planaria sp.</i>	0,52	0,28						
<i>Ephemerella sp.</i>	0,52	3,69	6,38					
<i>Epeorus sp.</i>	2,33	10,80	24,35	1,23				
<i>Baetis sp.</i>	0,00	5,11	3,19	4,91	47,00	51,61	31,34	18,75
<i>Baetis rhodani</i>	0,78	1,42	2,61	4,29	41,00	38,71	34,33	
<i>Iron sp.</i>	0,26	0,57	1,16	3,07			4,48	
<i>Tipula sp.</i>	1,55	0,57	0,87	1,23	6,00	6,45	0,00	
<i>Chironomidae</i>	2,84	1,70	1,16	16,56			8,96	43,75
<i>Atherix sp.</i>	0,52	0,85						
<i>Dicranota sp.</i>	2,07	3,13	0,29					
<i>Tabanus sp.</i>	2,58	4,55						
<i>Simulium sp.</i>	1,03	1,14	3,77					
<i>Hydropsyche sp.</i>	12,92	12,78	16,52	28,83				
<i>Lepidostoma sp.</i>	6,98	7,95	4,35	31,90				
<i>Rhyacophila sp.</i>	1,03		0,58		2,00			
<i>Perla sp.</i>	2,58	2,27	1,16	1,23				
<i>Isoperla sp.</i>	5,68	5,11	2,61	3,68				
<i>Protonemura sp.</i>	55,56	36,36	28,41	1,84				
<i>Tubifex sp.</i>		1,42	2,61	1,84	4,00	3,23	20,90	37,50
<i>Acariformes</i>	0,26	0,28						

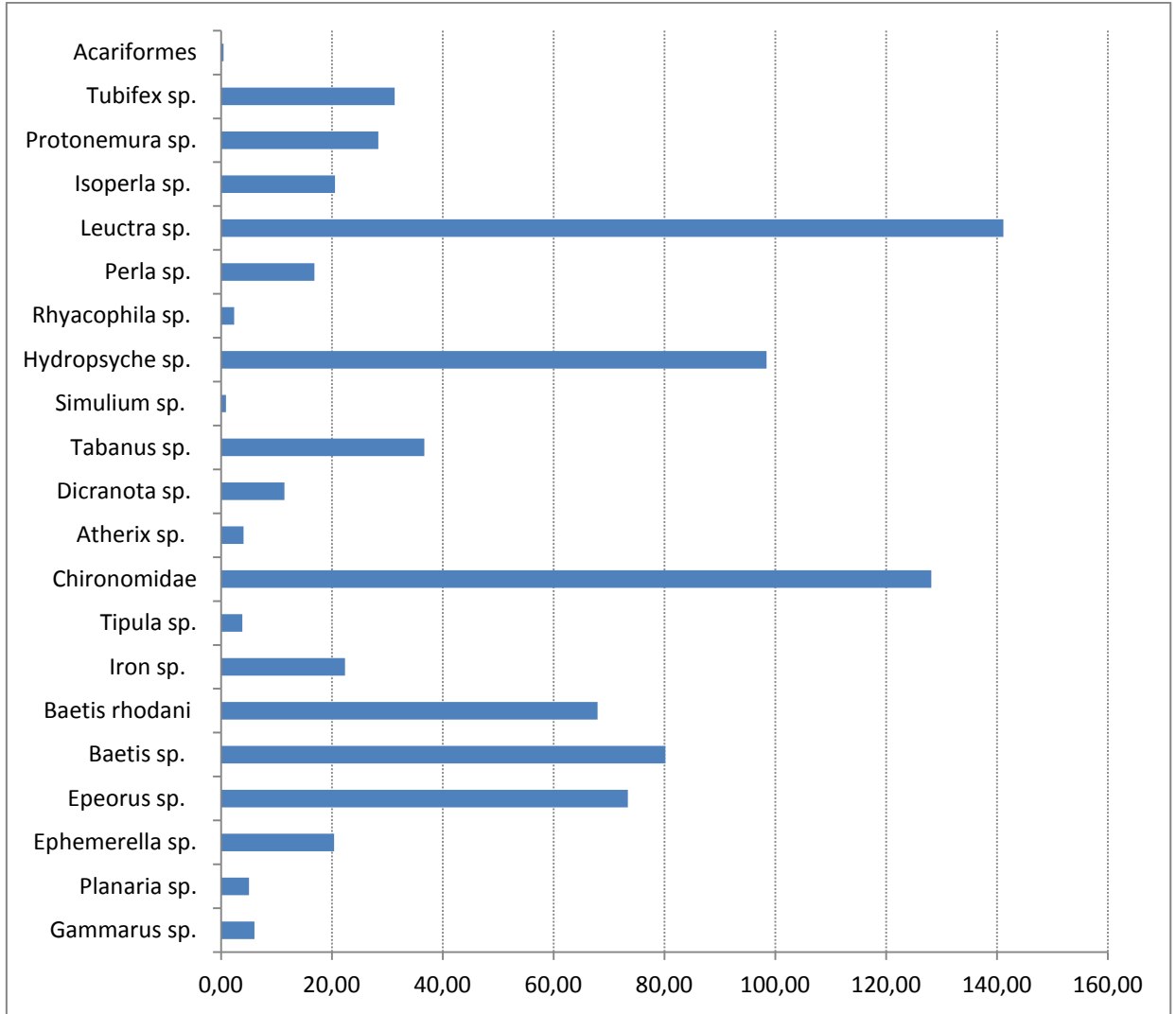


Şekil 39. Aralık 2010 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Aralık 2010 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 32). Aralık ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera, Trichoptera, Oligochaeta, Plecoptera ve Diptera takımlarına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir (Şekil 39).

Tablo 32. Ocak 2011 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>					3,48		2,54	
<i>Planaria sp.</i>	0,74	1,35	0,32	2,63				
<i>Ephemerella sp.</i>	2,41	6,31	8,57	2,63			0,51	
<i>Epeorus sp.</i>	7,24	19,37	26,35	18,42			2,03	
<i>Baetis sp.</i>	1,48		10,16	10,53	44,35			13,64
<i>Baetis rhodani</i>	0,74	3,60		2,63	33,04		27,92	
<i>Iron sp.</i>	1,67	2,25	1,27	2,63		13,04	1,52	
<i>Tipula sp.</i>	0,56	1,35	0,63	1,32				
<i>Chironomidae</i>	10,20	5,86	2,54	5,26	5,22	21,74	4,57	72,73
<i>Atherix sp.</i>		4,05						
<i>Dicranota sp.</i>	0,74	3,15	0,95	6,58				
<i>Tabanus sp.</i>	2,23	11,26	3,81	2,63			16,75	
<i>Simulium sp.</i>		0,90						
<i>Hydropsyche sp.</i>	27,64	8,11	30,79	25,00	4,35	0,00	2,54	
<i>Rhyacophila sp.</i>	1,48	0,90						
<i>Perla sp.</i>	2,60	3,60	5,40	5,26				
<i>Leuctra sp.</i>	34,88	13,51	5,71	6,58		65,22	15,23	
<i>Isoperla sp.</i>	2,04	8,11	2,54	7,89				
<i>Protonemura sp.</i>	2,23	1,80					24,37	
<i>Tubifex sp.</i>	1,11	4,05	0,95	0,00	9,57	0,00	2,03	13,64
<i>Acariformes</i>		0,45						

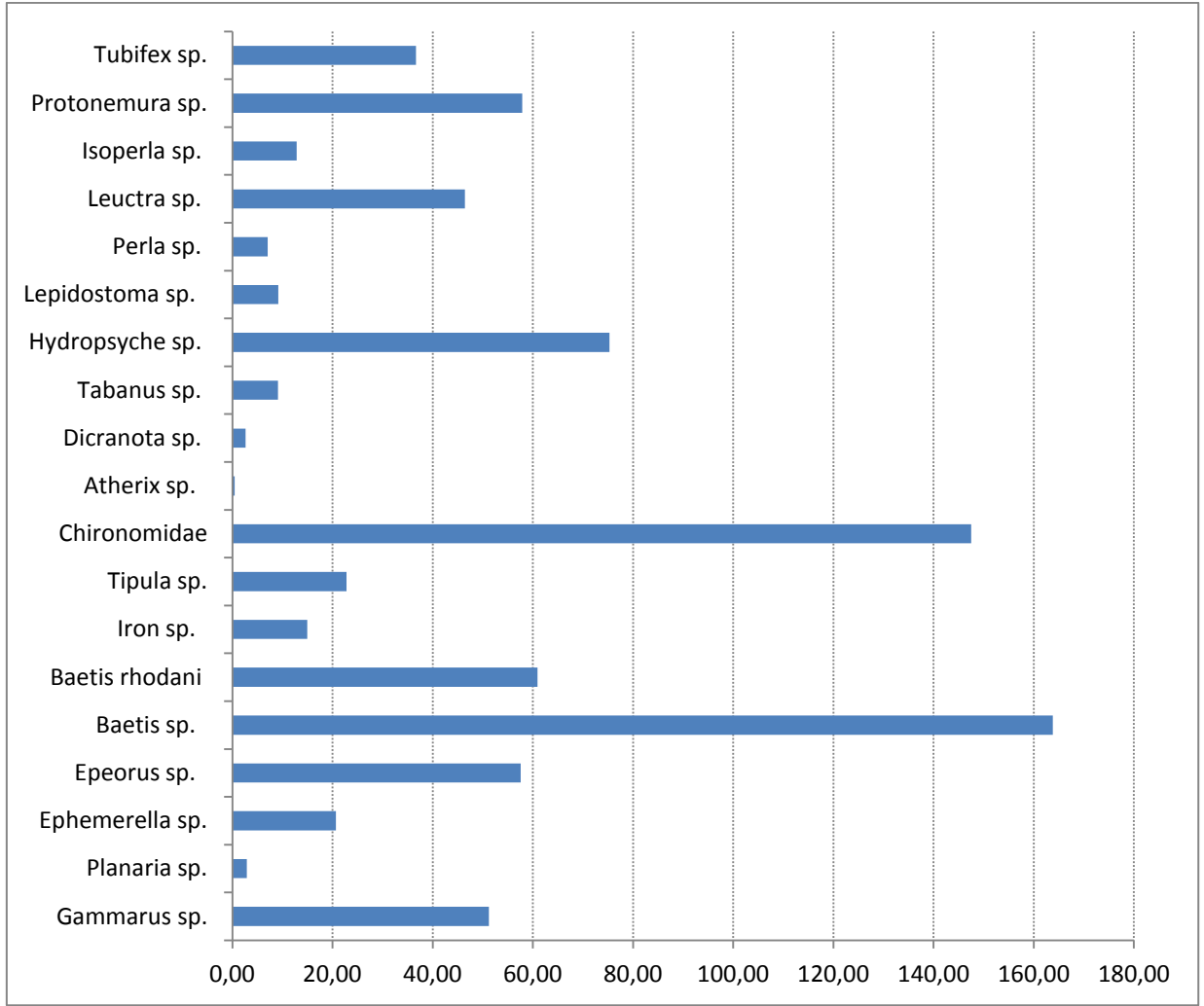


Şekil 40. Ocak 2011 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Ocak 2011 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 33). Ocak ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera, Trichoptera, Oligochaeta, Plecoptera ve Diptera takımlarına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir (Şekil 40).

Tablo 33. Şubat 2011 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>					17,53		33,68	
<i>Planaria sp.</i>		0,53	0,29	1,02			1,04	
<i>Ephemerella sp.</i>	2,69	6,77	6,03		1,59		3,63	
<i>Epeorus sp.</i>	7,31	17,65	16,95		4,78		10,88	
<i>Baetis sp.</i>	1,03	1,96	13,79	44,90	11,16	55,95	11,92	23,08
<i>Baetis rhodani</i>		0,36	1,72	4,08	39,44	2,38	12,95	
<i>Iron sp.</i>	1,15	1,43	3,16	7,14			2,07	
<i>Tipula sp.</i>	0,38	0,36	0,29				21,76	
<i>Chironomidae</i>	6,67	9,09	9,20	37,76	5,58	36,90		42,30
<i>Atherix sp.</i>	0,26	0,18						
<i>Dicranota sp.</i>	0,38	1,43	0,86					
<i>Tabanus sp.</i>	1,54	1,78	2,59		3,19			
<i>Hydropsyche sp.</i>	25,77	22,10	15,52		7,17	4,76		
<i>Lepidostoma sp.</i>	8,08	0,53	0,57					
<i>Perla sp.</i>	2,31	0,71	2,87		1,20			
<i>Leuctra sp.</i>	16,67	12,83	12,93		3,98			
<i>Isoperla sp.</i>	2,31	1,96	2,30	5,10	1,20			
<i>Protonemura sp.</i>	23,46	20,32	10,92		3,19			
<i>Tubifex sp.</i>							2,07	34,62

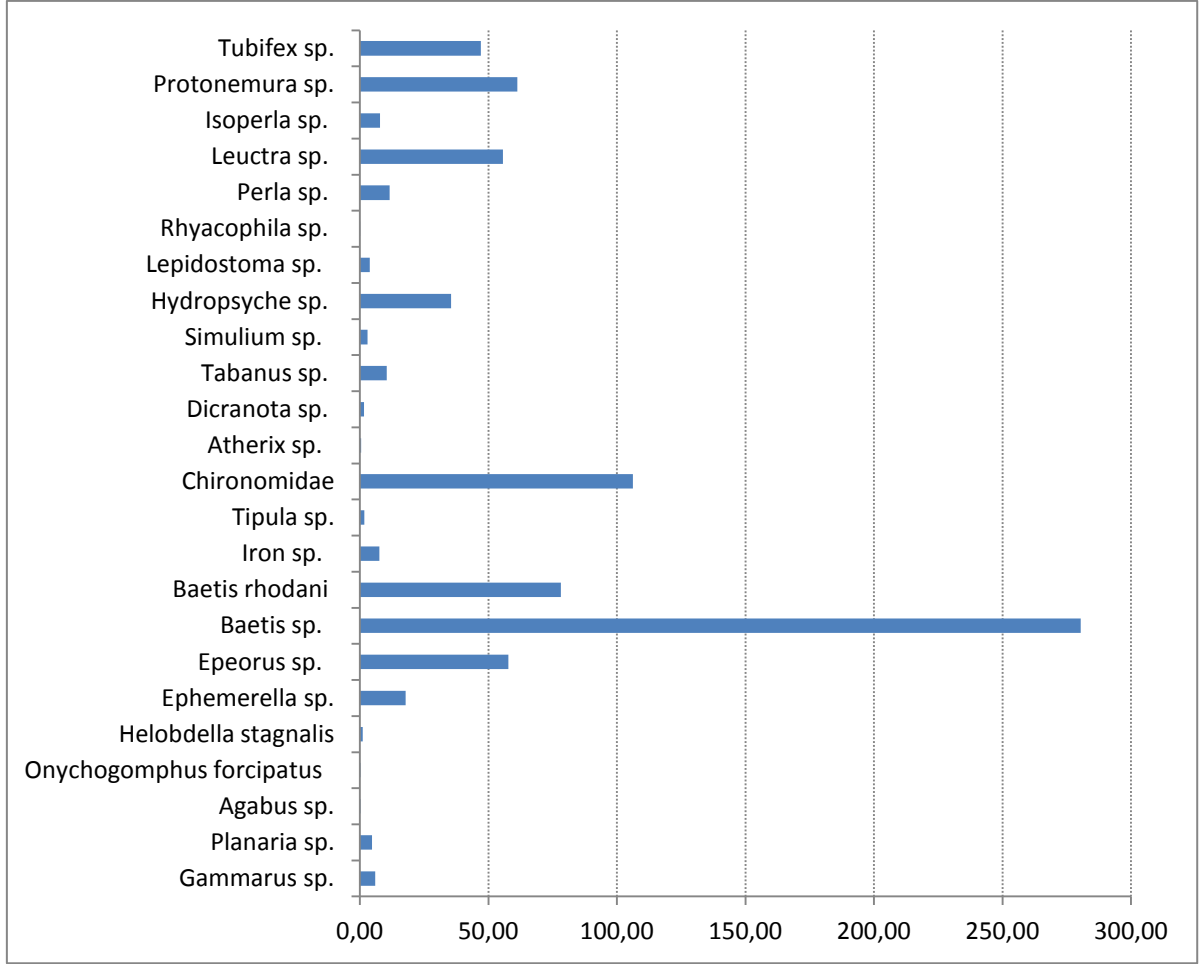


Şekil 41. Şubat 2011 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Şubat 2011 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 34). Şubat ayında bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksalar diğer aylarda olduğu gibi bu ayda da en baskın taksa grubudur. Bu ayda Trichoptera, Plecoptera, Amphipoda takımlarına ait türlerin baskınlığında artış tespit edilmiştir (Şekil 41).

Tablo 34. Mart 2011 tarihinde tespit edilen taksonların istasyonlara göre baskınlık değerleri (%)

TAKSONLAR	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Gammarus sp.</i>					3,66		2,33	
<i>Planaria sp.</i>	0,35	3,07	0,38	0,51			0,36	
<i>Agabus sp.</i>					0,18			
<i>Onychogomphus forcipatus</i>							0,18	
<i>Helobdella stagnalis</i>							1,08	
<i>Ephemerella sp.</i>	1,21	3,07	7,50	1,03			5,03	
<i>Epeorus sp.</i>	4,15	14,85	18,65	2,56		4,67	12,93	
<i>Baetis sp.</i>	19,38	9,22	46,73	9,23	55,58	75,70	50,27	14,29
<i>Baetis rhodani</i>	0,35	2,56	2,12	4,10	38,57	10,75	19,75	
<i>Iron sp.</i>	1,38	1,54	0,58	2,05			1,97	
<i>Tipula sp.</i>	0,17	0,68	0,38		0,55			
<i>Chironomidae</i>	4,84	12,97	2,50	38,46		2,80	1,80	42,86
<i>Atherix sp.</i>		0,51						
<i>Dicranota sp.</i>	0,35	0,51	0,19	0,51				
<i>Tabanus sp.</i>	1,56	2,22	0,58	5,13		0,93		
<i>Simulium sp.</i>	0,69	0,51	0,19	1,54				
<i>Hydropsyche sp.</i>	9,52	7,85	4,81	10,26		0,93	2,15	
<i>Lepidostoma sp.</i>	0,52	1,88		0,51			0,90	
<i>Rhyacophila sp.</i>	0,17							
<i>Perla sp.</i>	2,08	1,37	2,31	3,59		0,93	1,26	
<i>Leuctra sp.</i>	20,24	21,50	6,35	5,64		1,87		
<i>Isoperla sp.</i>	1,38	2,39	2,12	1,54	0,37			
<i>Protonemura sp.</i>	31,31	13,14	4,62	10,77		1,40		
<i>Tubifex sp.</i>	0,35	0,17		2,56	1,10			42,85

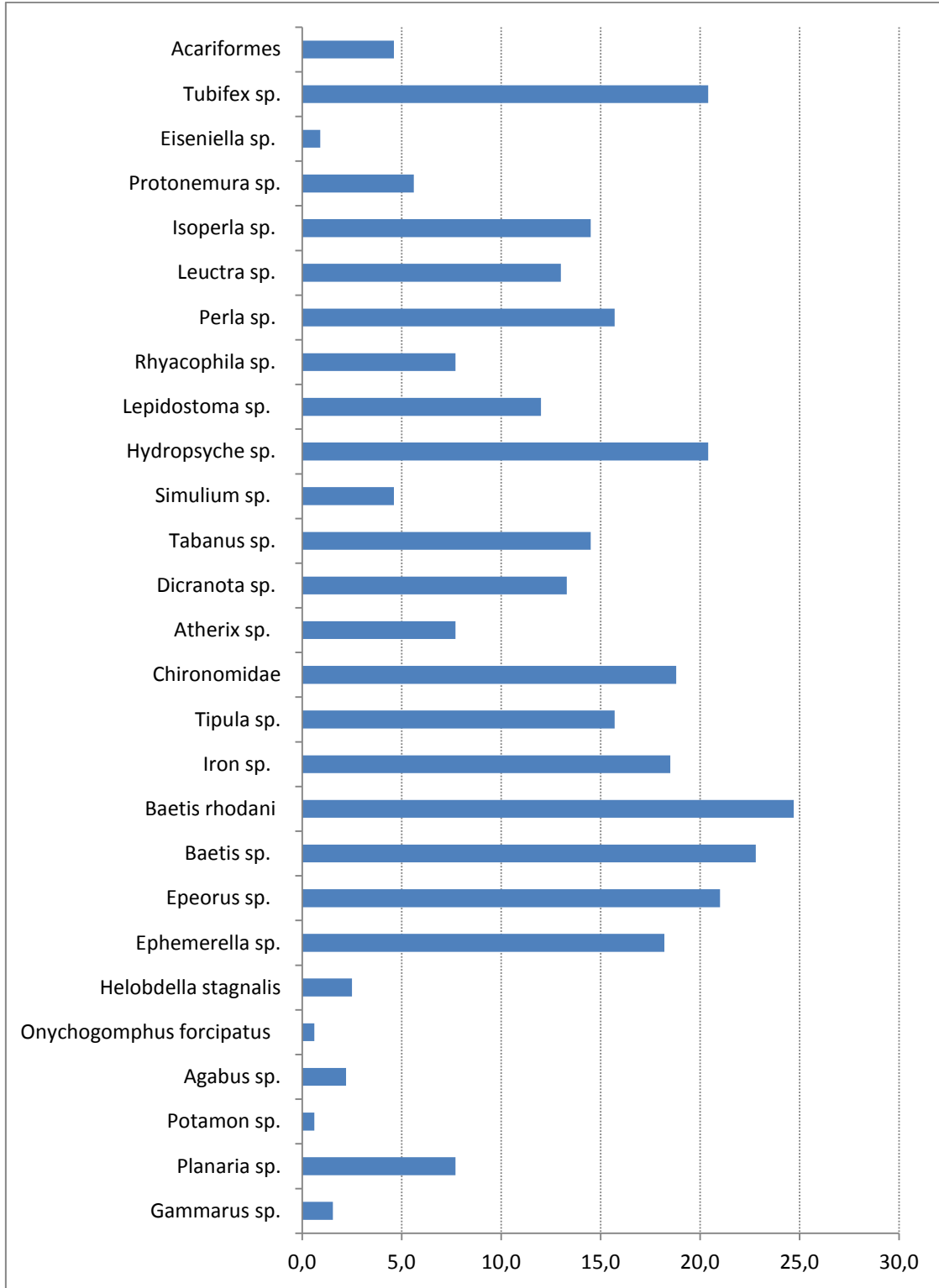


Şekil 42. Mart 2011 tarihinde tespit edilen taksonların baskınlık değerleri (%)

Yapılan çalışmada toplanan bireylerin verileri aylık dönemlerde Mart 2011 tarihinde toplanan organizmaların baskınlık (%) analizi yapılmıştır (Tablo 35). Mart ayında da bütün istasyonlarda toplanan organizmalarda Ephemeroptera takımına ait taksaların baskınlığı tespit edilmiştir (Şekil 42).

3.2.2.2. Sıklık analizi

Çalışma alanında tespit edilen organizmaların sıklık analizi (%) yapılmış ve elde edilen değerler Şekil 43.'te verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre en sık rastlanan canlı organizmaları Ephemeroptera, Diptera, Trichoptera ve Plecoptera takımlarına ait taksonlar olduğu belirlenmiştir.



Şekil 43. Çalışma alanında elde edilen Taksonlara ait Sıklık Analizi (%)

3.2.2.3. Benzerlik analizi

Çalışma alanlarından elde edilen verilere Sorenson Benzerlik İndeksi uygulanarak istasyonlar arasındaki benzerlik tablosu oluşturulmuştur (Tablo 36).

Tablo 35. Çalışma alanındaki istasyonlar arasındaki benzerlik indeksi

İstasyonlar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	1	0,66	0,64	0,59	0,53	0,34	0,48	0,12
II		1	0,64	0,60	0,54	0,21	0,31	0,12
III			1	0,61	0,54	0,35	0,51	0,12
IV				1	0,56	0,41	0,45	0,14
V					1	0,44	0,50	0,16
VI						1	0,45	0,23
VII							1	0,48
VIII								1

Elde edilen verilere göre en çok benzerlik gösteren istasyonlar I. ve II. (0,66), en düşük benzerlik gösteren istasyonlar ise I.,II. veIII. istasyonların VIII. istasyonla (0,12) olan benzerliği olmuştur.

3.2.2.4. Çeşitlilik analizi

Belirlenen istasyonlardan toplanan taban büyük omurgasız organizmaları sayılarak çeşitlilik indeksi uygulanmıştır. Her istasyonun aylara göre çeşitlilik indeksi hesaplanmıştır (Tablo 36).

Tablo 36. İstasyonların aylara göre çeşitlilik indeksleri

Aylar	İSTASYONLAR							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Nisan 2010	0,25	0,41	0,54	0,44	0,29	1,30	0,26	0,25
Mayıs 2010	0,30	0,39	0,72	0,82	0,60	2,14	0,11	1,81
Haziran 2010	0,38	0,49	0,71	0,54	0,51	2,60	0,49	2,72
Temmuz 2010	0,37	0,14	0,36	0,76	0,59	2,99	1,62	4,28
Ağustos 2010	0,29	0,45	0,59	0,49	1,05	2,30	0,68	4,28
Eylül 2010	0,23	0,28	0,50	0,42	0,58	0,97	0,58	11,97
Ekim 2010	0,35	0,31	0,48	1,03	0,68	3,74	0,38	4,61
Kasım 2010	0,41	0,22	0,53	1,22	0,48	1,58	0,51	2,71
Aralık 2010	0,15	0,17	0,17	0,37	0,60	1,93	0,89	14,97
Ocak 2011	0,11	0,27	0,19	0,79	0,52	2,60	0,30	1,25
Şubat 2011	0,08	0,11	0,17	0,62	0,24	0,71	0,31	2,72
Mart 2011	0,13	0,10	0,12	0,31	0,11	0,28	0,11	2,30

Tablo 37. Kıtaiçi yüzey suları su kalite kriterlerine göre belirlenen istasyonların su kalite sınıflarının değerlendirilmesi

SU KALİTE PARAMETRELERİ	İSTASYONLAR							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler	SU KALİTE SINIFLARI							
1) Sıcaklık (°C)	I	I	I	I	I	I	I	I
2) pH	I	I	I	I	I	I	I	I
3) Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L)	I	I	I	I	I	I	I	I
4) Oksijen doygunluğu (%)	I	I	I	I	I	I	I	I
5) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	I	I	I	II	II	III	III	IV
9) Toplam fosfor (mg P/L)	I	I	I	IV	III	III	I	IV
10) Toplam çözülmüş madde (mg/L)	I	I	I	I	I	I	I	I
B) Organik parametreler								
1) Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	II	II	II	II	II	II	II	II

Tablo 38. Biyolojik sınıflandırmalara göre belirlenen istasyonların su kalite sınıflarının değerlendirilmesi

Su Kalite Sınıfı	İstasyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
SI		II	II	II	II	II	II	II	II
FBI		I	I	I	I-II	I-II	III	II	III-IV
BMWP		II	II	II	II	II	III	II	V
ASPT		I	I	I	I	I	I	I	III
BBI		I	I	I	I	I	I	I	IV

Tablo 37’de verilen Su Kalite Yönetmeliği’ne göre belirlenen su kalite sınıfları ile Tablo 38’de verilen Biyolojik İndekslere göre belirlenen su kalite sınıfları karşılaştırıldığında sınıfların oldukça benzer ve birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. İyidere deresine ait tüm istasyonları biyolojik yönden incelediğimizde su kalitelerinin çok az kirli, az kirli yada kirlenmemiş oldukları tespit edilmiştir. Buna paralel olarak fiziko-kimyasal ölçümlerde kıta içi yüzey suları su kalite sınıflarına göre İyidere deresinin Yüksek Kaliteli Su (Sınıf I) veya Az kirlenmiş su (Sınıf II) olduğu tespit edilmiştir. Çifte kavak deresine ait VII. istasyon gerek biyolojik gerekse fiziko-kimyasal analizler sonucunda çok az kirlenmiş yada kirlenmemiş, az kirlenmiş (Sınıf I ve Sınıf II) su kaynağı olduğu tespit edilmiştir. VIII istasyon ise hem fiziko-kimyasal açıdan hem de biyolojik açıdan yoğun kirli veya kirlenmiş (Sınıf III) olarak tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

İyidere ve Çiftkavak Derelerinin su kalite sınıflarının belirlenmesi için yapılan bu çalışmada;

Fiziko-kimyasal analizler ile biyolojik indeksler kullanılarak su kalite sınıfları tespit edilmiştir. Yapılan örnekleme ve laboratuvar çalışmalarının sonucunda İyidere Deresi'nde tespit edilen istasyonların su kalitesiyle ilgili şunlar söylenebilir;

I. İstasyon (Anzer Deresi Kolu) biyolojik ve fiziko-kimyasal verileri su kalitesinin I. Sınıf (Yüksek kaliteli) su kalitesine sahip sular olduğunu göstermektedir. Biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu, Familya biyotik indeksinde (FBI) kirlenmemiş (Sınıf I), BMWP sistemine göre çok az kirlenmiş (Sınıf II), ASPT sistemine göre Kirlenmemiş (Sınıf I), BBI'ya göre hafif kirlenmemiş (Sınıf I) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu istasyon için önem arz etmeyecek kadar farklılık gösterdiği tespit edilmiş ve su kalitesinin bu istasyon için I. Sınıf olduğu tespiti yapılmıştır. Söz konusu istasyonun yerleşim alanlarının direkt etkisinde kalmaması, İkizdere ilçe merkezinden daha üst kotlarda olması, kışları bölgede nüfusun yoğun olmaması, tarımsal faaliyetlerin ve hayvancılığın yok denecek kadar az olmasından dolayı bölge sularının insani etkilerden minimum seviyede etkilendiği varsayılmaktadır.

II. İstasyon (Ovit Deresi Kolu) biyolojik ve fiziko-kimyasal verileri su kalitesinin I. Sınıf su kalitesine sahip sular olduğunu göstermektedir. Biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu, Familya biyotik indeksinde (FBI) kirlenmemiş (Sınıf I), BMWP sistemine göre çok az kirlenmiş (Sınıf II), ASPT sistemine göre kirlenmemiş (Sınıf I), BBI 'ya göre hafif kirlenmemiş (Sınıf I) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu istasyon için önem arz etmeyecek kadar farklılık gösterdiği tespit edilmiş ve su kalitesinin bu istasyon için I. Sınıf olduğu tespiti yapılmıştır. Bu istasyonun yerleşim alanlarının direkt etkisinde kalmaması İkizdere ilçe merkezinden kot olarak daha yukarıda olması, kışları bölgede nüfusun yoğun olmamasından dolayı suların insan etkilerinden minimum seviyede etkilendiği kanısına varılmıştır.

III. İstasyon (Cimil Deresi) biyolojik ve fiziko-kimyasal verileri su kalitesinin I. Sınıf su kalitesine sahip sular olduğunu göstermektedir. Biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu,

Familya biyotik indeksinde (FBI) kirlenmemiş (Sınıf I), BMWP sistemine göre çok az kirlenmiş (Sınıf II), ASPT sistemine göre kirlenmemiş (Sınıf I), BBI 'ya göre hafif kirlenmemiş (Sınıf I) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu istasyon için önen arz etmeyecek kadar farklılık gösterdiği tespit edilmiş ve su kalitesinin bu istasyon için I. Sınıf olduğu tespiti yapılmıştır. Bu istasyonun bu kalitede olması tarımsal ve hayvancılık faaliyetlerinin bölgede yapılmaması, endüstri faaliyetlerinin yok denecek kadar az olması ve nüfus yoğunluğunun yaz-kış düşük olması evsel ve katı atıkların tolere edilebilmesine bağlanmaktadır.

IV. İstasyon İkizdere ilçesi yerleşim alanının bittiği nokta olarak seçilmişti. Bu istasyonun fiziko-kimyasal verileri irdelendiğinde su kalite sınıfının organik olarak kritik seviyede kirlenmiş olduğunu göstermiştir. Biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu, Familya biyotik indeksinde (FBI) çok az kirlenmemiş (Sınıf II), BMWP sistemine göre çok az kirlenmiş (Sınıf II), ASPT sistemine göre kirlenmemiş (Sınıf I), BBI 'ya göre hafif kirlenmemiş (Sınıf I) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu istasyon için önem arz etmeyecek kadar farklılık gösterdiği tespit edilmiş ve su kalitesinin bu istasyon için I. Sınıf olduğu tespiti yapılmıştır. Bu istasyon İyidere deresinin diğer istasyonlarına göre daha antropojenik etki altında kalmıştır. Yerleşim merkezi dere kenarına kurulmuş olup evsel atıkların tamamı hiçbir işlem görmeden akarsuya deşarj edilmektedir. İkizdere ilçe nüfusunun az olması ve endüstriyel ve tarıma dayalı kirliliğin olmaması, İyidere deresinin debisinin yüksek olması sebebiyle istasyonun mevcut evsel atık kirliliğini tolere edebildiği kanısına varılmıştır.

V. İstasyon (Kalkandere Kolu) İyidere deresinden karakteristik olarak daha farklı olduğu gözlemlenmiştir. Fiziko-kimyasal verileri; ortalama su sıcaklığı ve sertliği nispeten daha yüksek olarak ölçülmüştür. Su rejimi ve dere yatağı boyunca tarımsal faaliyetlerin yoğun yapıldığı bir alanı içermektedir. Ayrıca su örneklerinde azotlu bileşiklerden nitrit (NO_2) konsantrasyonları bu akarsuda daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi su debisinin düşük olması ve tarımsal faaliyetlerin nispeten bu akarsu çevresinde daha yoğun olarak yapılıyor olmasına bağlanabilir. Biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu, Familya biyotik indeksinde (FBI) çok az kirlenmemiş (Sınıf II), BMWP sistemine göre çok az kirlenmiş (Sınıf II), ASPT sistemine göre kirlenmemiş (Sınıf I), BBI 'ya göre hafif kirlenmemiş (Sınıf I) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu

istasyon için önem arz etmeyecek kadar farklılık gösterdiği tespit edilmiş ve su kalitesinin bu istasyon için I. Sınıf olduğu tespiti yapılmıştır.

VI. İstasyon İyidere deresinin denizle birleştiği nokta olarak seçilmiştir. İstasyonun fiziko-kimyasal verileri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ve kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde akarsuyun II. Sınıf (Az kirlenmiş) sular sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu, Familya biyotik indeksinde (FBI) oldukça kirlenmemiş (Sınıf III), BMWP sistemine göre az kirlenmiş (Sınıf III), ASPT sistemine göre Kirlenmemiş (Sınıf I), BBI 'ya göre hafif kirli değil (Sınıf I) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu istasyon için önem arz etmeyecek kadar farklılık gösterdiği tespit edilmiş ve su kalitesinin bu istasyon için II. Sınıf olduğu tespiti yapılmıştır. (Vannote, R.L., 1980) nehirlerdeki canlıların dağılımlarını incelemiş olduğu (The River Concept) çalışmasında akarsuyun denizle birleştiği noktalarda biyolojik çeşitliliğin azaldığını belirtmiştir.

VII. İstasyon Çiftekavak deresi üzerinde sahilten 4-5 km içeride olarak belirlenmiştir. Bu istasyon Çiftekavak yerleşim merkezinin (Rize) nispeten etkisi dışında, ancak evsel ve tarımsal etkinin tehditi altında olduğu bir istasyon olarak tespit edilmiştir. Bu istasyona ait fiziko-kimyasal veriler irdelendiğinde I. Sınıf yüksek kaliteli su olarak tespit edilmiştir. Sadece gübreleme etkisi ile azotlu bileşiklerden nitrit konsantrasyonuna göre kirli su (Sınıf III) olarak tespit edilmiştir. İstasyon biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu, Familya biyotik indeksinde (FBI) çok az kirlenmemiş (Sınıf II), BMWP sistemine göre çok az kirlenmiş (Sınıf II), ASPT sistemine göre kirlenmemiş (Sınıf I), BBI 'ya göre hafif kirlenmemiş (Sınıf I) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu istasyon için farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

VIII. İstasyon Çiftekavak deresinin denizle birleştiği nokta olarak seçilen bu istasyon, şehir merkezi etkisi altındadır. Dere kenarına organik kirliliğini bu dereye deşarj eden mezbahane kuruludur. Ayrıca küçük ölçekli endüstriyel işletmeler dere kenarlarında yerleşik durumdadır. İnşası yapım aşamasında olan Küçük Sanayi Sitesi de akarsuyun kenarındadır. Tüm bu sebeplerin sonucunda Çiftekavak deresinin bu istasyonunda yapılan bir yıllık çalışma sonucunda fiziko-kimyasal parametreler açısından çok kirlenmiş (Sınıf IV) olduğu tespit edilmiştir. Biyolojik açıdan irdelendiğinde; Saprobi indeksinde vasat kirlenmiş/ β -mesosaprob (Sınıf II) kalitesine sahip olduğu, Familya biyotik indeksinde

(FBI) çok kirlenmemiş (Sınıf III-IV), BMWP sistemine göre kirlenmiş (Sınıf V), ASPT sistemine göre orta derecede kirlenmiş (Sınıf III), BBI 'ya göre yoğun kirlenmiş (Sınıf IV) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite sınıflarının bu istasyon için aynı sonuçları gösterdiği tespit edilmiştir.

Doğu Karadeniz tatlısularında bu tür çalışmalar oldukça az olmakla beraber Kazancı (2010) ve Öz (2007)'ün çalışmaları burada zikredilebilir. Kazancı (2010) "Aksu Çayı'nın (Giresun, Türkiye) ekolojik kalitesinin taban büyük omurgasızlarına dayalı Su Çerçeve Direktifi (SÇD) yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi" başlıklı çalışmasında Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi (BMWP), Takson Başına Ortalama Skor Sistemi (ASPT), Simpson Çeşitlilik İndeksi, Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi, Margalef Çeşitlilik İndeksi ve Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera (EPT) Ephemeroptera Plecoptera (EP) ve fonksiyonel beslenme gruplarının oranı fizikokimyasal değişkenlerle birlikte Aksu Çayı'nda uygulamıştır. Bu çalışmada verilerin değerlendirmesini Asterics yazılımı kullanarak yapmıştır. Araştırmasında Aksu Çayı'nın habitat kalitesi akarsuyun yukarı bölgelerinde yüksek, aşağı bölgelerinde fiziksel olarak habitatın bozulması, kentsel atık su karışımı, turistik ve tarımsal aktivitelerin etkileri nedeni ile düşük olduğunu belirlemiştir. Çalışmasında belirlediği 9 istasyonda 42 familyaya ait 1134 örnek toplamıştır. İstasyonlarında takson sayısı olarak en yüksek 26 takson tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda ise 27 takson belirlenmiştir. Benzer şekilde incelenen iki akarsuyun (İyidere ve Çiftekavak) üst kotlarının fizikokimyasal ve biyolojik su kalitesi yüksek düzeyde olduğu, eğimin azaldığı alt kotlarda ve nehir ağızlarına yakın yoğun yerleşim ve küçük çaplı endüstriyel ve gıda üretim tesislerin atıklarının etkisindeki alanlarda hem fizikokimyasal ve hem de biyolojik su kalitesi düşmektedir.

Öz (2007) "Batı Karadeniz bölgesi akarsularında bentik makroinvertebrat faunası üzerine bir araştırma" adlı çalışmasında 15 istasyondan topladığı bentik makroinvertebrat örnekleri (Platyhelminthes, Gastropoda, Bivalvia, Oligochaeta, Arachnida, Malacostraca ve Insecta olmak üzere 7 sınıfa ait toplam 99 takson ve 7112 bireyden) tür, cins ve familya düzeyine kadar teşhis etmiştir. Çalışmasının sayısal analizinde Shannon çeşitlilik indeksi, sıklık ve baskınlık analizleri uygulamıştır. İstasyonları arasındaki benzerlik, Sorensen benzerlik analizi kullanılarak hesaplamıştır. Su kalitesinin biyolojik olarak değerlendirilmesinde Belçika Biyotik İndeksi, kullanmıştır. Çalışmasının sonucunda Fiziko-kimyasal değişkenler, biyotik indeks, çeşitlilik indeksi ve EPT takson sayılarına

göre belirlediği istasyonların su kalitelerini çok hafif kirli, hafif kirli, orta kirli ve kirli düzeylerde olduğunu belirlemiştir.

Yaptığımız bu çalışmada da 12 familyaya ait 12551 bireyin 27 takson tespiti yapıldı. Çalışmada kullanılan biyo-indikatör indeksler Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi (BMWP), Takson Başına Ortalama Skor Sistemi (ASPT), Simpson Çeşitlilik İndeksi, Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi, Margalef Çeşitlilik İndeksi ve Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera (EPT), Ephemeroptera Plecoptera (EP) ve fonksiyonel beslenme gruplarının oranı Asterics yazılımı ile belirlenmiştir. Fiziko-kimyasal analaizler standart titrimetrik ve spektrometrik yöntemlerle yapılmıştır (APHA 1998). Biyo-indikatör indekslerin sonuçları fizikokimyasal değişkenlerle birlikte İyidere ve Çiftekavak derelerine uygulanarak irdelenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen fiziko-kimyasal veriler ile biyolojik bulguların değerlendirilmesi sonucunda fiziko-kimyasal ve biyolojik su kalite verilerinin paralellik gösterdiği görülmüştür.

Çalışmada örnek alınan İyidere ve Çiftekavak dereleri karşılaştırıldığında;

İyidere deresinin biyolojik ve fiziko-kimyasal analizlerinde akarsuyun kalitesi I. Sınıf kirlenmemiş su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Bahar aylarında orto-fosfat ve azotlu bileşik değerlerinin yüksek çıkması bölge tarımı için yapılan gübrelemenin sonucu olabileceği kanısına varılmıştır. İyidere deresi boyunca yapılaşmanın arttığı gözlenmiştir. Ayrıca HES inşaatlarının devam ediyor olması derenin su kalitesinin ne yönde etkileneceği açısından referans bir çalışma olacağı varsayılmaktadır. 25687 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde bildirilen kıta içi su kalite standartlarına ve (UNECE) Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomi Komisyonu tarafından yayınlanan sucul yaşamın devamlılığı için içsuların sınıflandırılması standartlarına göre İyidere'nin suları değerlendirilirse I. sınıf (Çok temiz) su kalitesi standardına sahip bir su kaynağı olduğu görülmektedir. Diğer taraftan 17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı İnsanî Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve Avrupa Birliği 75/440/EEC içme suyu standartlarına da uygun olduğu görülmektedir (Anonim 1994, Anonim 2004, Anonim 2005, Soylak ve Doğan 2000). İyidere sularının sadece dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil), hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar için kullanılabilir su kaynağı olduğu söylenebilir.

Çiftekavak deresinin biyolojik ve fiziko-kimyasal analizlerinde akarsuyun kalitesi belirlenen iki istasyonda çok farklılık göstermektedir. Çalışmanın VII. istasyonu Çiftekavak deresinin şehir etkisi altında kalmayan istasyonda, su kalitesi yaz dönemlerinde azotlu bileşikler ve orto-fosfat açısından kıta içi yüzey suları kalitesine göre III. sınıf olduğu tespit edilmiştir. Diğer fiziko-kimyasal parametrelere göre ve biyolojik verilerin sonucuna göre su kalite sınıfı I. Sınıf olarak tespit edilmiştir. Çiftekavak deresinin diğer istasyonu (VIII. İstasyon) gerek fiziko-kimyasal gerekse biyolojik verilerin analizinde yoğun kirlilik tehdidi altında olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebepleri olarak akarsuya deşarj edilen atıklar olduğu, akarsuyun su debisinin bu atıkları bertaraf edemeyecek kadar düşük oluşu ve ayrıca evsel ve küçük ölçekli sanayi yapılaşmalarının etkilerini kaldıramayacak düzeyde olduğu söylenebilir. Bu istasyonu oluşturan alan her iki

kıyısından kanallarla bırakılan antropojenik etkiler altındadır. Ayrıca inşaatı devam eden Küçük ölçekli sanayi sitesinin her türlü atıklarının arıtımsız olarak bu akarsuya deşarjı söz konusu olmamalıdır.

Ülkemiz akarsuları faunasının ve su kalitesi haritasının çıkartılabilmesi için bu tür çalışmalar uygulanarak veri tabanı oluşturulabilir.

Türkiye değişik coğrafik alanlara sahip geniş bir yüz ölçümüne sahiptir. Bölgesel faunalara ait indeksler geliştirilmesi kaçınılmazdır. Biyolojik indikatör olarak kullanılan taban büyük omurgasızlar için geliştirilmiş istatistiksel programların ülkemiz akarsularına ve taban büyük omurgasız türlerine uygun versiyonları geliştirilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Akboyun, Ö., 2000, Çine Çayı'nı (Muğla-Aydın) Besleyen Önemli Yan Kollardaki Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera Erginlerinin Ekolojik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 65s. Muğla Üniv., Muğla.
- Alba-Tercedor,J., Picaso-Munoz,J., Zamora-Munoz,C., 1995, Relationships Between the Distribution of Mayfly Nymphs and Water Quality in the Guadalquivir River basin (Southern Spain).Current Directions in Research on Ephemeroptera.4:41-54.
- Anonim (1994) Standard Statistical Classification of Surface Freshwater Quality for the Maintenance of Aquatic Life. In: Readings in International Environment Statistics, (UNECE) United Nations Economic Commission for Europe, United Nations, New York and Geneva.
- Anonim (1998) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WEF, Washington DC.
- APHA, 1998. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, American Public Health Association, Washington, DC.
- AQEM consortium (2002). Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0. (www.aqem.de).
- Barbour, M.T., Gerritsen, Jeroen, Synder, Blainde D., and Stribling, James B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish, 2nd. Edition, EPA 841 - B - 99 - 002.(Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency).
- Barlas, M., 1988. Limnologische Untersuchungen an der Fulda unter besonderer Berücksichtigung der Fischparasiten, ihrer Wirtsspektren un der Wassergüte. Dissertation. Universität Kassel.
- Barlas, M., 1995. Akarsu Kirilenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Su Ürünleri Kongresi, Erzurum.
- Barlas, M., 2000. Dipsiz ve Çine Çayı'nın Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik Yönden İncelenmesi, Muğla Üniv. Araştırma Fonu Projesi. 94 s.
- 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.

- Barlas, M., 2002. Su Kalitesi Tayin Yöntemleri. Yüksek Lisans Ders Notları, Muğla, 37 s.
- Bode, R. W., Novak, A. M. and Abele, L. E., 1991. Methods for Rapid Biological Assessment of Streams. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, NY. 57p.
- Cirik S. Ve Cirik Ş., 2008. Limnoloji, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:21 2008 6. Baskı
- Citizens' Environment Watch . 2002. Benthic Macroinvertebrate Data Analysis. Retrieved Apr. 2002 from <http://www.utoronto.ca/envstudy/cew/action/BenthDataAnalys.pdf>.
- De Pauw, N., Vanhooren, G., 1983. Method for Biological Quality Assesment of Watercourses in Belgium. Hydrobiologia, 100, 153-168.
- 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.
- Demir, Ö., 2005 Sedimentteki Makro-Omurgasızlarla Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa 2005.
- Department of Civil and Environmental Engineering. 1999. Otter River Rehabilitation - Virtual Tour of the West Branch. (Michigan, USA.: Department of Civil and Environmental Engineering, Michigan Technological University).
- Giritlioğlu, T., 1975. İçme Suyu Kimyasal Analiz Metotları, İller Bankası Yayınları, No:18, Ankara, 343 s.
- Graça, M. A. S. and Coimbra, C.N., 1998. The elaboration of indices to assess biological water quality. A case study. Water Research, Vol.32, No:2, pp.380-392.
- 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.
- Göksu ZL (2003) Su Kirliliği. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Adana.
- 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 Başk. Basım ve foto-film şb. Md., 263 s. Ankara.
- Hauer, F.R., S. A. Stendford, and R. L. Wewell. 2004. Int. Advances in the Ecology, Zoogeography and Systematics of Myflies and Plecoptera. Univ. of California Publ., Los Angeles, Entomology vol. 128.

- Hilsenhoff, W.L. 1987. An Improved Biotic Index of Organic Stream Pollution. Great Lakes Entomol. 20: pp. 31 - 39.
- 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.
- Llansó , Robert J. 2002. Methods for Calculating the Chesapeake Bay Benthic Index of Biotic Integrity. (Columbia: Versar, Inc.).
- İmamoğlu,Ö., 2000, Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çay'ının Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 125s.Muğla Üniv., Muğla
- İzmirlioğulları, P.: “Ömerli Baraj Gölü’nde Mikrobiyolojik (*E.coli*) ve Kimyasal (Aluminyum, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Kirlilik Parametrelerinin Saptanması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniv.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2004).
- Kalyoncu, H., 1996. Isparta Dere'si Algleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. s. 109.
- Kalyoncu, H., 2002. Aksu Çayı'nın Fiziksel Kimyasal ve Biyolojik Olarak İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 171s, Isparta.
- 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., Oguzkurt, D.,1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biotik İndex Yontemi, Ankara. 100s.
- 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 s.
- Kazancı, N., Dügel, M., 2000. An Evluation of Water Quality of Yuvarlakçay Stream in the Köyceğiz - Dalyan Protected Area, SW Turkey, Turk. jorn. Zool. Tübitak, Ankara, 69-80.
- Kazancı, N., Ekingen, P., Türkmen, G., Ertunç, Ö., Dügel, M., Gültutan, Y., 2010. Aksu Çayı'nın (Giresun, Türkiye) ekolojik kalitesinin taban büyük omurgasızlarına dayalı Su Çerçeve Direktifi (SÇD)yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi. Rewiew of Hydrobiology. 3,2: 164-184 (2010)
- Kiriş, E., 2003, Akçay (Muğla-Denizli).ön Fiziko-kimyasal ve Bentik Makroinvertebrata Yönünden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Kocataş, A., 1994. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi ders kitapları serisi No:142. İkinci baskı. Bornova/İzmir.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M., 1902. Grundsätze für die biologisch Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. Prüfungsanst. Wasserversorgung. Abwasserreinigung, 1, 33-72.
- Lange-Bertalot, H., 1978. Diatomeen-Differentialorten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. Arch, Hydrobiol. Suppl. 51. Algological Studies 21. 393-427. Suttutgard.
- Lange-Bertalot, H., 1979 a. Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. Arch. Hydrobiol. Suppl. 56 Algological Studies 23, 184-219.
- Lange-Bertalot, H., 1979 b. Pollution Tolerance of Diatoms as a Criterion Water Quality Estimation. Nova Hedwigia. Beiheft. 64: 285-303.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 1980: Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. 16 S. Stuttgart.
- Linke, S., Bailey, R. C., Schwindt, J., 1999. Temporal variability of stream bioassessments using benthic macroinvertebrates. Freshwater Biology, 42, 575-584.
- Mackie, G.L. 2001. Applied Aquatic Ecosystem Concepts. (Dubuque: Kendall/ Hunt Publishing Company).
- Mandaville, S.M. 2002. Benthic Macroinvertebrates in Freshwater – Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols, Project H - 1. (Nova Scotia: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax).
- 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.
- Morkoyunlu, A. 1995. Köprüçayı Alglerinin Sistemik ve Ekolojik Yönünden incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Eğirdir.
- Öz, B., 2007 “Batı Karadeniz Bölgesi Akarsularında Benthik Makroinvertebrat Faunası Üzerine Bir Araştırma.” Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (2007).
- 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.

- Salur, A., 1999. Kayseri ili sınırları içerisinde kalan Kızılırmak havzası Odonata (Insecta) türlerinin sistematik ve faunistik yönden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. 112s. Ankara.
- Shannon, C.E. and Weaver, W. 1963. The Mathematical Theory of Communication. (Urbana: University of Illinois Press).
- 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.
- Simic, V., 1996. A Study on the Trgoviski Timok Assesment 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.
- Simith, 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. And Halse, S.A., 1999. AusRivAs: using macroinvertebrates to asses ecological condition of rivers in Western Australia. Freshwater Biology, 41, 269-282.
- Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. 2004. Taxa Tolerance Values. (Nova Scotia: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax).
- Soylak M, Doğan M., (2000) Su Kimyası, Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
- Şen, B., Çetin, A. K., Nacar, V., 1990. Evlerden Gelen Deterjanlı Suların Karıştığı Küçük Bir Kanal İçindeki Alg gelişimleri Üzerine Gözlemler. X. Ulusal Biyoloji Kongresi 18-20 Temmuz. Erzurum.
- Tanyolaç, J., 2004. Limnoloji (3. baskı). Hatipoğlu Yayınevi, 263 s. Ankara.
- T.C. Resmi Gazete 2009, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği (27372), 10.10.2009
- 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.
- Timur, G., 1985. Ekoloji. Akdeniz Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Yüksek Okulu Ders Kitabı Yayın no :7, Isparta.
- Trivedi, R.C. 1979. Pollution Studies of Chambal River and Surrounding due to Nagda Industrial Complex. Ph.D. Thesis. Vikram University, Ujjain.
- URL-1. http://www.rize.gov.tr/default_B0.aspx?content=122 (31 Mart 2012, 15:45)

- Usseglio-Polatera, P., Bournaud, M., Richoux, P And Tachet, H., 2000. Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits. *Freshwater Biology*, 43, 175-205.
- Ustaoglu, R., Balık, S., Sarı,H., Özbek,M., 1998, Tahtalı Baraj Havzası'nın (Gümüldür-İzmir) Hirudinea Faunası, *Su Ürünleri Dergisi Cilt NO: 15 Sayı: 1-2*, İzmir, 111-175s.
- Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins K.W., Sedell, J.R., and Cushing, C.E., 1980 The River Continuum Concept. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 37:130-137.
- Vinson, Mark. 2000. Aquatic Macroinvertebrate Monitoring Report. (Logan: National Aquatic Monitoring Center, Department of Fisheries and Wildlife, Utah State University).
- Yıldırım N., "Fırınz Çayı (Kahramanmaraş)'nın Fiziko-Kimyasal ve Bazı Biyolojik (Bentik makroinvertebrat) Özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 2006
- Yorulmaz, B., 2000, Dalaman Çayı'nın Su Kalitesinin Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Açından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. 97s. Muğla Üniversitesi, Muğla
- Yorulmaz, B., 2006. Eşen Çayı (Kocaçay) Su Kalitesinin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Açından İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 195 s, İzmir.
- Yüce, A., 1998. Kovada Gölü ve Kanalı Alglerinin Taksonomik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi. Doktora Tezi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta.
- Zelinka, M. & Marvan, P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer.- *Arch. Hydrobiol.* 57: 389-407

EKLER

Çalışma alanından elde edilen bazı taban büyük omurgasızlara ait resimler ve ait oldukları sınıfları verilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



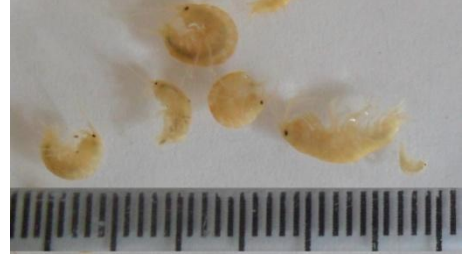
(e)



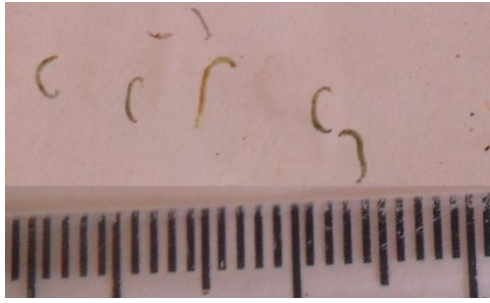
(f)



(g)



(h)



(i)



(j)



(k)



(l)

Şekil 44. Çalışma alanından toplanan taban omurgasızlar

(a) Plecoptera

(b) Plecoptera

(c) Tipulidae

(d) Tabanus

(e) Beatis

(f) Simuliidae

(g) Planariidae

(h) Gammarus

(i) Chironomidae

(j) Trichoptera

(k) Trichoptera

(l) Trichoptera

ÖZGEÇMİŞ

04.09.1979 yılında Rize’de doğdu. İlköğretim öğrenimini tamamladıktan sonra Orta öğrenimini Mimar Sinan Endüstri Meslek Lisesi Elektronik Bölümünde tamamladı. 1999 yılında KTÜ Trabzon Meslek Yüksek Okulundan Elektronik Teknikeri Unvanı ile mezun oldu. 2000-2004 Eğitim Öğretim yıllarında KTU Rize Su Ürünleri Fakültesinde Lisans öğrenimini tamamlayarak Su Ürünleri Mühendisi Unvanını aldı. 2005-2010 yılları arasında Hasan Kemal Yardımcı Denizcilik Anadolu Meslek Lisesi Güverte Bölümünde ücretli öğretmen olarak görev yaptı. 2010 yılı Şubat ayında Tunceli Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve halen bu görevi yürütmektedir.