

T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EMET ÇAYI'NIN EPIPELİK DİYATOMELERİ VE BENTİK
OMURGASIZLARININ İLİŞKİLENDİRİLMESİ İLE KİRLİLİK DÜZEYİNİN
SAPTANMASI

Didem KARACAOĞLU

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA 2006

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EMET ÇAYI'NIN EPİPELİK DİYATOMELERİ VE BENTİK
OMURGASIZLARININ İLİŞKİLENDİRİLMESİ İLE KİRLİLİK DÜZEYİNİN
SAPTANMASI

Didem KARACAOĞLU

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 01/11/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Şükran DERE
Danışman

Prof. Dr. Gönül KAYNAK

Prof. Dr. Timur KIRGIZ

Doç. Dr. Meriç ALBAY

Doç. Dr. Süphan KARAYTUĞ

ÖZET**EMET ÇAYI'NIN EPIPELİK DİYATOMELERİ VE BENTİK
OMURGASIZLARININ İLİŞKİLENDİRİLMESİ İLE KİRLİLİK DÜZEYİNİN
SAPTANMASI**

Bu çalışmada Emet Çayı'nın kirlilik düzeyi epipelik diyatomeleler ve bentik omurgasızlar kullanılarak belirlenmiştir. Nisan 2001 ile Mayıs 2002 tarihleri arasında Emet Çayı'nda belirlenen beş istasyondan aylık olarak su, epipelik diyatomele ve bentik omurgasız örnekleri toplanmıştır. Su kalitesinin tespiti için otuz fiziksel ve kimyasal değişkenin ölçümü yapılmıştır. PCA sonuçları su kalite parametrelerinden elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, toplam sertlik, bor, kalsiyum, bikarbonat ve akarsu debisinin en önemli değişkenler olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte karbonat, magnezyum, pH, sülfat, klor ve çözünmüş oksijen diğer önemli bulunan çevresel değişkenler olmuştur. Akarsuyun jeolojik yapısının, madencilik faaliyetlerinin ve arazi kullanımının suyun kimyasal özelliklerini etkileyen en önemli faktör olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada epipelik diyatomelelere ait 180 takson, bentik omurgasızlara ait 88 takson tespit edilmiştir. Epipelik diyatomelelerin kullanıldığı onsekiz metrik, bentik makroomurgasızların kullanıldığı yirmisekiz metrik uygulanmış ve bu metriklerin kirlilik gradienti ile ilişkileri belirlenmiştir. Epipelik diyatomelelerin ve bentik omurgasızların kullanıldığı metriklerden çoğu, çevresel değişkenlerin kullanıldığı PCA'nın ilk iki eksenine ile anlamlı ilişki göstermiştir. DCA sonuçlarına göre epipelik diyatomelelere uygulanan metriklerden epipelik diyatomelelerin komünite yapısını en iyi temsil eden metriklerin kompozisyon ölçümlerine ait olduğu tespit edilmiş, bununla birlikte diyatomele takson zenginliği ve Shannon-Wiener çeşitlilik indeksinin de epipelik diyatomele komünitesini temsil ettiği tespit edilmiştir. Bentik omurgasızlara uygulanan metriklerden bentik omurgasızların komünite yapısını en iyi temsil eden metrikler kompozisyon ölçümleri ve dayanıklılık/dayanısızlık ölçümleri kategorilerine ait metrikler olmuştur. CCA sonuçları, epipelik diyatomelelerin komünite yapısını etkileyen en önemli değişkenlerin sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, çözünmüş oksijen, silis, askıda katı madde ve kalsiyum olduğunu göstermektedir. CCA analizine göre bentik omurgasızların komünite yapısını etkileyen en önemli değişkenler

ise kalsiyum, toplam çözünmüş madde, elektriksel iletkenlik, karbonat, magnezyum, sülfat, pH ve çözünmüş oksijen olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca bazı fiziksel ve kimyasal değişkenler kullanılarak kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre istasyonların su kalite sınıfları belirlenmiştir. Bununla birlikte bentik omurgasızların kullanıldığı bazı metriklere göre de biyolojik olarak su kalite sınıfları tespit edilmiştir. Çalışmada uygulanan istatistiksel analiz sonuçları Emet Çayı'nın jeolojik yapısının suyun kimyasal kompozisyonunu ve dolayısıyla epipelik diyatomelerin ve bentik omurgasızların komünite yapısını etkileyen birincil faktör olduğunu göstermiştir. İstatistiksel sonuçlar Çay'da organik kirlenmenin önemli olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte kimyasal PCA eksenlerinde anlamlılık gösteren kimyasalların tümü Emet Çayı'nda inorganik kirlenmenin daha önemli olduğunu işaret etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Emet Çayı, epipelik diyatom, bentik makroomurgasızlar, metrik, su kalitesi, çok değişkenli analizler

ABSTRACT**DETERMINATION OF POLLUTION LEVEL RELATED TO EPIPELIC DIATOMS AND BENTHIC MACROINVERTEBRATES IN EMET STREAM**

In this study, pollution level of Emet Stream was determined by using epipellic diatoms and benthic macroinvertebrates. Water samples, epipellic diatoms and benthic macroinvertebrate samples were collected from five selected stations monthly between April 2001 and May 2002. Thirty physical and chemical variables were measured to determine water quality. PCA results indicated that electrical conductivity, total dissolved substance, total hardness, boron, calcium, bicarbonate and water flow were the most important variables in the stream. Carbonate, magnesium, pH, sulfate, chlorine and dissolved oxygen were also found important. It is determined that, geology, mining activities and land use were the most important factors influencing chemical features of the stream water.

One hundred eighty taxa of epipellic diatoms and eighty-eight taxa of benthic macroinvertebrates were identified. Eighteen metrics based on epipellic diatoms and twenty-eight metrics based on benthic macroinvertebrates were applied in the study and their relations with pollution gradients were determined. Most of those metrics showed significant relations with the first two axes of PCA in which environmental variables were used. According to DCA results, composition measures were found the best metric category to represent epipellic diatom community structure, in addition diatom taxa richness and Shannon-Wiener diversity index were also represent epipellic diatom community well. Composition measures and tolerance/intolerance measures were the best metric categories to represent benthic macroinvertebrate community structure. CCA results indicated that, temperature, pH, electrical conductivity, total dissolved substance, dissolved oxygen, silica, suspended solids and calcium were the most important variables influencing epipellic diatom community structure. According to CCA, benthic macroinvertebrate community structure were mostly influenced by calcium, total dissolved substance, electrical conductivity, carbonate, magnesium, sulfate, pH and dissolved oxygen.

The water quality classes were identified according to inland water quality criterias by using some physical and chemical variables. Biological water quality classes were also identified by using some metrics based on benthic macroinvertebrates. Statistical analysis results indicated that geological structure of Emet Stream was the primary factor affecting chemical composition of the water, and so epipellic diatoms and benthic macroinvertebrates community structure. Statistical results showed that organic pollution is not important in the stream. In addition, variables represented in chemical PCA axes indicated that inorganic pollution is important in Emet Stream.

KEY WORDS: Emet Stream, epipellic diatom, benthic macroinvertebrates, metric, water quality, multivariate analysis

İÇİNDEKİLER	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1 Bentik Omurgasızlar İle İlgili Çalışmalar	5
2.1.1. Diğer Ülkelerde Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları.....	5
2.1.1.1. Biyolojik Olarak Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Biyotik İndeks ve Skor Metotlarının Gelişimi ve Evrimi	5
2.1.1.2. Diğer Ülkelerde Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metriklerin Su Kalitesi Çalışmalarına Uygulanması	7
2.1.2. Türkiye’de Biyotik İndeks Uygulamaları	11
2.2. Diyatomeler İle İlgili Çalışmalar	14
2.2.1. Yurtdışında Diyatomelerin Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları	14
2.2.2. Türkiye’de Diyatomelerin Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Çalışma Alanının Tanımı ve Örnek Alma İstasyonları	18
3.1.2. Emet Çayı Havzasının Jeolojik Yapısı	20
3.1.3. Emet Çayı’nda Mevcut Kirletici Kaynaklar	21
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	22
3.2.1.1. Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Yönünden Su Kalitesinin Belirlenmesi	25
3.2.2. Bentik Omurgasız Örnekleri	27
3.2.2.1. Toplama, Tayin ve Sayım Yöntemleri	27

3.2.2.2. Nisbi Bolluk	29
3.2.2.3. Nisbi Frekans	29
3.2.2.4. Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metrik Sistemler	29
3.2.2.4.1. Tolerans Ölçümleri	29
3.2.2.4.1.1. Trent Biyotik İndeks (TBI)	30
3.2.2.4.1.2. Belçika Biyotik İndeks Yöntemi (BBI)	30
3.2.2.4.1.3. Chandler Biyotik Skor Sistemi	33
3.2.2.4.1.4. Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi (Biological Monitoring Working Party Score System) (BMWP).....	35
3.2.2.4.1.5. Average Score Per Taxon (ASPT)	35
3.2.2.4.2. Takson Zenginliği Ölçümleri.....	40
3.2.2.4.2.1. Toplam Takson Zenginliği.....	40
3.2.2.4.2.2. Ephemeroptera Takson Zenginliği.....	40
3.2.2.4.2.3. Plecoptera Takson Zenginliği.....	40
3.2.2.4.2.4.EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) Takson Zenginliği.....	41
3.2.2.4.2.5. Diptera Takson Zenginliği.....	41
3.2.2.4.2.6. Plecoptera Familya Zenginliği (PLECF).....	41
3.2.2.4.2.7. Trichoptera Familya Zenginliği (TRICF).....	41
3.2.2.4.3. Çeşitlilik ölçümleri.....	41
3.2.2.4.3.1. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi.....	41
3.2.2.4.3.2. Komünite dengesi (Evenness, Equitability).....	42
3.2.2.4.4. Kompozisyon Ölçümleri.....	42
3.2.2.4.4.1. Ephemeroptera Yüzdesi (% Ephemeroptera).....	43
3.2.2.4.4.2. Plecoptera Yüzdesi (% Plecoptera).....	43
3.2.2.4.4.3. Trichoptera Yüzdesi (% Trichoptera).....	43
3.2.2.4.4.4. EPT (Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera) Yüzdesi (%EPT).....	43
3.2.2.4.4.5. Diptera Yüzdesi (% Diptera).....	44
3.2.2.4.4.6. Chironomidae Yüzdesi (% Chironomidae).....	44
3.2.2.4.4.7. Oligochaeta Yüzdesi (% Oligochaeta).....	44
3.2.2.4.4.8. Gastropoda Yüzdesi (% Gastropoda).....	44

3.2.2.4.4.9. 1-GOLD İndeks (1 - Gastropoda, Oligochaeta ve Diptera).	44
3.2.2.4.5. Dayanıklılık/Dayanıksızlık Ölçümleri.....	45
3.2.2.4.5.1. Ephemeroptera İçindeki % Baetidae Oranı.....	45
3.2.2.4.5.2. Ephemeroptera İçindeki % Caenidae Oranı.....	45
3.2.2.4.5.3. Trichoptera İçindeki % Hydropsychidae Oranı.....	45
3.2.3. Epipelik Diyatomeler.....	46
3.2.3.1. Toplama, Sayım ve Tayin yöntemleri.....	46
3.2.3.2. Nisbi bolluk	47
3.2.3.3. Nisbi frekans (Sıklık).....	47
3.2.3.4. Diyatomelerin Kullanıldığı Metrik Ölçümler.....	48
3.2.3.4.1. Diatom Takson Zenginliği.....	48
3.2.3.4.2. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi.....	48
3.2.3.4.3. Komünite dengesi (Evenness, Equitability).....	49
3.2.3.4.4. Tolerans Ölçümleri	49
3.2.3.4.4.1. Trophic Diatom İndeks (TDI).....	49
3.2.3.4.5. Kompozisyon Ölçümleri.....	51
3.2.3.4.5.1. % <i>Achnanthes minutissima</i>	51
3.2.3.4.5.2. % oranlarının kullanıldığı diğer taksonlar.....	51
3.2.4. İstatistiksel Analizler.....	51
3.2.5. Meteorolojik Veriler.....	53
4. BULGULAR.....	54
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular.....	54
4.1.1. Emet Çayı'nda Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	54
4.1.1.1. Akarsu Debisi (Q)	54
4.1.1.2. Sıcaklık.....	54
4.1.1.3. pH	62
4.1.1.4. Elektriksel İletkenlik (EC) ve Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	62
4.1.1.5. Çözünmüş Oksijen (DO).....	62
4.1.1.6. Permanganat Değeri (pV).....	66
4.1.1.7. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅).....	66
4.1.1.8. Bikarbonat (HCO ₃ ⁻).....	66
4.1.1.9. Karbonat (CO ₃ ²⁻).....	69

4.1.1.10. Toplam Sertlik (TH).....	69
4.1.1.11. Amonyak Azotu (N-NH ₃).....	69
4.1.1.12. Nitrit Azotu (N-NO ₂).....	72
4.1.1.13. Nitrat Azotu (N-NO ₃).....	72
4.1.1.14. Toplam Kjeldahl Azotu (TKN).....	72
4.1.1.15. Fosfat Fosforu (P-PO ₄).....	74
4.1.1.16. Toplam fosfor (TP).....	74
4.1.1.17. Sülfat (SO ₄ ⁻²).....	74
4.1.1.18. Silis (Si).....	77
4.1.1.19. Askıda Katı Madde (AKM).....	77
4.1.1.20. Klorür (Cl ⁻).....	77
4.1.1.21. Demir (Fe).....	80
4.1.1.22. Sodyum (Na ⁺).....	80
4.1.1.23. Potasyum (K ⁺).....	80
4.1.1.24. Kalsiyum (Ca ²⁺).....	81
4.1.1.25. Magnezyum (Mg ²⁺).....	81
4.1.1.26. Bor (B).....	81
4.1.1.27. Arsenik (As).....	85
4.1.1.28. Krom (Cr).....	85
4.1.1.29. Siyanür (CN).....	85
4.1.2. Emet Çayı'nda Belirlenen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenlerin PCA Analizi İle Yorumlanması.....	86
4.1.3. Emet Çay'ında Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Yönünden Su Kalitesi.....	89
4.1.3.1. Su Sıcaklığı.....	89
4.1.3.2. pH.....	89
4.1.2.3. Çözünmüş Oksijen (DO).....	90
4.1.2.4. Azot (NH ₄ ⁺ -N, NO ₂ ⁻ -N, NO ₃ ⁻ -N).....	91
4.1.2.5. Toplam Kjeldahl azotu (TKN).....	93
4.1.2.6. Toplam Fosfor (TP).....	93
4.1.2.7. Sülfat (SO ₄).....	94
4.1.2.8. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	94

4.1.2.9. Klorür (Cl ⁻) iyonu.....	95
4.1.2.10. Sodyum (Na ⁺) iyonu.....	95
4.1.2.11. Demir (Fe ⁺) iyonu.....	96
4.1.2.12. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅).....	96
4.1.2.13. Bor (B).....	97
4.1.2.14. Arsenik (As).....	98
4.1.4. Meteorolojik Bulgular.....	99
4.2. Biyolojik Bulgular.....	103
4.2.1. Emet Çayı'nda Tespit Edilen Bentik Omurgasızlar	103
4.2.1.1. Bentik Omurgasızların Komünite Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri.....	103
4.2.1.2. Bentik Omurgasızların PCA Analizi Sonuçları	142
4.2.1.3. Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metrik Sistemler	148
4.2.1.3.1. Toplam Takson Zenginliği	148
4.2.1.3.2. Çeşitlilik ve Komünite Dengesi.....	150
4.2.1.3.3. Trent Biyotik İndeks (TBI) Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları.....	152
4.2.1.3.4. Belçika Biyotik İndeksi (BBI) Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları.....	152
4.2.1.3.5. BMWP Biyotik Skor Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları	154
4.2.1.3.6. ASPT Biyotik Skor Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları.....	158
4.2.1.3.7. Chandler Biyotik Skor Sistemi.....	160
4.2.1.3.7. 1-GOLD İndeks.....	162
4.2.1.4. Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metrikler ile İlgili İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	162
4.2.1.5. Bentik Omurgasız Komünitesi ile Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki İlişkiler.....	168
4.2.2. Emet Çayı'nda Tespit Edilen Epipelik Diyatomeler.....	172
4.2.2.1. Epipelik Diyatomelerin Komünite Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri.....	172
4.2.2.2. Epipelik Diyatomelerin PCA Analizi Sonuçları.....	230
4.2.2.3. Epipelik Diyatomelerin Kullanıldığı Metrik Sistemler.....	236
4.2.2.3.1. Diyatom Takson Zenginliği	236
4.2.2.3.2. Çeşitlilik ve Komünite Dengesi (Evenness).....	236
4.2.2.3.3. Trophic Diatom İndeks (TDI).....	239

4.2.2.3.4. <i>Achnanthes minutissima</i> Yüzdesi.....	241
4.2.2.4. Epipelik Diyatomelerin Kullanıldığı Metrikler İle İlgili İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	241
4.2.2.5. Epipelik Diyatome Komunitesi İle Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki İlişkiler.....	246
5. TARTIŞMA.....	249
5.1. Bentik Omurgasızların İlişkilendirilmesi İle Kirlilik Düzeyinin Saptanması..	251
5.2. Epipelik Diyatomelerin İlişkilendirilmesi İle Kirlilik Düzeyinin Saptanması..	260
6. KAYNAKLAR.....	267
TEŞEKKÜR.....	280
ÖZGEÇMİŞ.....	281

SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde Oranı
AKM	: Askıda Katı Madde
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
B	: Bor
BOI ₅	: Beş Günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
°C	: Santigrat Derece
Ca ²⁺	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
Cl ⁻	: Klorür iyonu
cm	: Santimetre
CN	: Siyanür
Cr	: Krom
CO ₃ ²⁻	: Karbonat
DO	: Çözünmüş Oksijen
E	: Evenness, Komünite Dengesi
EC	: Elektriksel İletkenlik
F	: Flor
Fe ³⁺	: Demir
g	: Gram
H'	: Shannon – Wiener Çeşitlilik İndeksi
HCO ₃ ⁻	: Bikarbonat
K ⁺	: Potasyum
km ²	: Kilometre Kare
l	: Litre
Li	: Lityum
Mg ²⁺	: Magnezyum
Mn	: Mangan
mg	: Miligram
ml	: Mililitre

m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
N	: Azot
n	: Birey Sayısı
Na^+	: Sodyum
N-NH ₃	: Amonyak Azotu
N-NO ₂ ⁻	: Nitrit Azotu
N-NO ₃ ⁻	: Nitrat Azotu
O	: Oksijen
P	: Fosfor
p	: İstatistiksel Anlamlılık
P-PO ₄ ³⁻	: Fosfat Fosforu
Pb	: Kurşun
pV	: Permanganat Değeri
<i>r</i>	: Korelasyon Katsayısı
R^2	: Regresyon Katsayısı
Si	: Silis
Sr	: Stronsiyum
SO ₄ ²⁻	: Sülfat
T	: Sıcaklık
TDS	: Toplam Çözünmüş Madde
TH	: Toplam Sertlik
TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu
TP	: Toplam Fosfor
μm	: Mikrometre
μohm	: Mikro ohm (Elektriksel İletkenlik Birimi)

KISALTMALAR

1-GOLD	: 1 - Gastropoda, Oligochaeta, Diptera
ASPT	: Average Score per Taxon
ASPT'	: Average Score per Taxon İspanyol Versiyonu

BBİ	:Belçika Biyotik İndeksi
BMWP	: Biyolojik İzleme Çalışma Gurubu Skor Sistemi
BMWP'	: Biyolojik İzleme Çalışma Gurubu Skor Sistemi İspanyol Versiyonu
CCA	: Canonical Correspondance Analizi
DCA	: Detrended Correspondance Analizi
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşletmesi
DSİ	: Devlet Su İşleri
EPT	: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera
Ort.	: Ortalama
PCA	: Principal Components Analizi
PLECF	: Plecoptera Familya Zenginliği
SH	: Standart Hata
TBI	: Trent Biyotik İndeks
TDI	: Trofik Diyatom İndeksi
TRICF	: Trichoptera Familya Zenginliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Emet Çayı Örnek Alma İstasyonları.....	19
4.1. Akarsu Devisinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	60
4.2. Su Sıcaklığının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	61
4.3. pH Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	63
4.4. EC ve TDS Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	64
4.5.Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi...	65
4.6. BOI ₅ Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	67
4.7. HCO ₃ ve CO ₃ Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	68
4.8. Toplam Sertlik Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	70
4.9. N-NH ₃ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	71
4.10. N-NO ₃ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	73
4.11. P-PO ₄ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	75
4.12. SO ₄ ²⁻ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	76
4.13. Silis Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	78
4.14. Klorür (Cl ⁻) Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	79
4.15. Ca ²⁺ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	82
4.16. Mg ²⁺ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	83
4.17. Bor (B) Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	84
4.18. Ondokuz Fizisel ve Kimyasal Değişkenin PCA Analizinin İlk İki Eksenindeki Görünümleri.....	88
4.19. Emet Çayı Havzasında Çalışma Döneminde Kaydedilen Minimum, Ortalama ve Maksimum Hava Sıcaklığı Değerleri.....	101
4.20. Emet Çayı Havzasında Çalışma Döneminde Kaydedilen Toplam Yağış Değerleri.....	102
4.21. Bentik Omurgasızların Toplam Organizma Sayılarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	107
4.22. Bentik Omurgasız Gruplarının % Oranları.....	108
4.23. Lumbriculidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	118
4.24. Lymnaeidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	119
4.25. Caenidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	121

4.26. <i>Ephemerella</i> Cinsinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	123
4.27. Baetidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	124
4.28. <i>Oligoneuriella rhenana</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	126
4.29. <i>Potamanthus luteus</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	128
4.30. Odonata Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	130
4.31. Plecoptera Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	131
4.32. Elmidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	133
4.33. Hydropsychidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	135
4.34. <i>Hydroptila</i> Cinsinin (Hydroptilidae-Trichoptera) Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	137
4.35. Chironomidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	139
4.36. Simuliidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	140
4.37. Bentik Omurgasız Taksonlarının Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü.....	143
4.38. Seksenssekiz Bentik Omurgasız Taksonunun Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü	144
4.39. Bentik Omurgasız Taksonlarının Nispi Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü.....	146
4.40. Seksenssekiz Bentik Omurgasız Taksonunun Nispi Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü.....	147
4.41. Bentik Omurgasızların Toplam Takson Zenginliği Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	149
4.42. Bentik Omurgasızların Çeşitlilik ve Evenness Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	151
4.43. Trent Biyotik İndeks (TBI) Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler.....	153
4.44. Belçika Biyotik İndeks (BBI) Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler.....	155
4.45. BMWP ve BMWP' Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler.....	156
4.46. ASPT ve ASPT' Biyotik Skor Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler.....	159

4.47. Chandler Biyotik Skor Sistemi Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler.....	161
4.48. 1-GOLD İndeks Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler....	163
4.49. Bentik Omurgasız Taksonlarının Bollukları İle Yirmialtı Fiziksel ve Kimyasal Değişken Arasındaki İlişkinin CCA Analizi İle Belirlenmesi.....	170
4.50. Epipelik Diyatomelerin Toplam Organizma Sayılarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	178
4.51. <i>Melosira varians</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	187
4.52. <i>Achnanthes minutissima</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	189
4.53. <i>Amphora perpusilla</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	192
4.54. <i>Cocconeis pediculus</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	194
4.55. <i>Diatoma moniliformis</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	200
4.56. <i>Gomphonema olivaceum</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	203
4.57. <i>Navicula capitatoradiata</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	208
4.58. <i>Navicula cryptotenella</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	209
4.59. <i>Navicula veneta</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	212
4.60. <i>Navicula viridula</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	214
4.61. <i>Nitzschia amphibia</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	216
4.62. <i>Nitzschia dissipata</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	218
4.63. <i>Nitzschia linearis</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	220
4.64. <i>Nitzschia palea</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	221
4.65. <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	225
4.66. <i>Synedra ulna</i> Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	229
4.67. Epipelik Diyatome Taksonlarının Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü.....	231
4.68. Yüzseksen Epipelik Diyatome Taksonunun Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü.....	232
4.69. Epipelik Diyatome Taksonlarının Nispi Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü.....	234
4.70. Yüzseksen Epipelik Diyatome Taksonunun Nispi Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü.....	235

4.71. Epipelik Diyatomelerin Çalışma Boyunca Kaydedilen Takson Sayılarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	237
4.72. Epipelik Diyatomelerin Çeşitlilik ve Evenness Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi.....	238
4.73. Trophic Diatom İndeks (TDI) Uygulamasının Çalışma Boyunca Aldığı Değerler.....	240
4.74. Epipelik Diatom Taksonlarının Bollukları İle Yirmialtı Fiziksel ve Kimyasal Değişken Arasındaki İlişkinin CCA Analizi İle Belirlenmesi.....	248

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	26
3.2. Trent Biyotik İndeks ve Genişletilmiş Biyotik İndeks.....	31
3.3. TBI Değerlerinin Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları.....	32
3.4. Belçika Biyotik İndeksi.....	32
3.5. BBI Değerlerinin Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları.....	33
3.6. Belçika Biyotik İndeksi'nde Teşhis Edilen Sistemik Birimlerin Kullanma Seviyeleri.....	33
3.7. Chandler Biyotik Skor Sistemi.....	34
3.8. Biological Monitoring Working Party (BMWP) Skor Sisteminde Kullanılan Grupların Skorları.....	36
3.9. İspanyol Versiyonu Biological Monitoring Working Party (BMWP') Skor Sisteminde Kullanılan Grupların Skorları.....	37
3.10. BMWP Skorlarının Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları.....	39
3.11. İspanyol versiyonu BMWP (BMWP') Skorlarının Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları.....	39
3.12. ASPT Değerlerinin Su Kalite Sınıflarının Değerlendirmesi.....	40
4.1. Yeşilçay İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	55
4.2. Hisarcık İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	56
4.3. Gökçedağ İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	57
4.4. Kızılkaya İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	58
4.5. Devecikonağı İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	59
4.6. Ondokuz Fiziksel ve Kimyasal Değişken İçin Uygulanan PCA Analizi Sonuçları..	87
4.7. Emet Çayı'nda Tespit Edilen Bentik Omurgasızların Takson Listesi.....	104
4.8. Emet Çayı Bentik Omurgasızlarının Tekerrür Oranları.....	114
4.9. Bentik Omurgasızlara Ait Metrikler İle DCA Eksenleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi.....	164
4.10. Çevresel Değişkenlere Ait İlk İki PCA Ekseni İle Bentik Omurgasızlara Ait Metrik Skorları Arasındaki Spearman Rank Korelasyon ve Lineer Regresyon Sonuçları.....	165

4.11. Bentik Omurgasızlara Ait Metrikler İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki Spearman Rank Korelasyon İlişkisi.....	166
4.12. Bentik Omurgasız Taksonları İle Çevresel Değişkenler Arasındaki İlişkileri Gösteren CCA Analizinin İlk Dört Eksenine Ait Ağırlıklı Korelasyon Matrisi Sonuçları.....	169
4.13. Emet Çayı Epipelik Diyatom Florası.....	173
4.14. Emet Çayı Epipelik Diyatomelerinin Tekerrür Oranları.....	181
4.15. Epipelik Diyatomelere Ait Metrikler İle DCA Eksenleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi.....	242
4.16. Çevresel Değişkenlere Ait İlk İki PCA Ekseni İle Epipelik Diyatomelere Ait Metrik Skorları Arasındaki Spearman Rank Korelasyon ve Lineer Regresyon Sonuçları.....	243
4.17. Epipelik Diyatomelere Ait Metrikler İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki Spearman Rank Korelasyon İlişkisi.....	244
4.18. Epipelik Diyatome Taksonları İle Çevresel Değişkenler Arasındaki İlişkileri Gösteren CCA Analizinin İlk Dört Eksenine Ait Ağırlıklı Korelasyon Matrisi Sonuçları.....	247

1. GİRİŞ

Su kirliliği günümüzün en önemli sorunlarından biridir. Sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı, bilinçsizce ve aşırı kullanılan zirai mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler gibi faktörlerin etkisi ile doğal su kaynaklarının kirlilik yükü her geçen gün artmakta, dolayısıyla su kaynaklarından çeşitli amaçlar için faydalanım giderek azalmaktadır. Kirlilikle en çok karşı karşıya kalan doğal su kaynaklarından biri de akarsulardır. Akarsular günümüzde çeşitli kaynaklardan gelen kirleticileri bünyelerinde toplayan alıcı ortamlar olarak görev yapmaktadırlar. Çalışma alanını oluşturan Emet Çayı, Susurluk Havzası içinde Güney Marmara Bölgesi'nin üç önemli akarsuyundan biri olan Mustafakemalpaşa Çayı'nın iki ana kolundan birini oluşturmaktadır. Emet Çayı, kaynağından Mustafakemalpaşa Çayı ile birleştiği noktaya kadar olan 180 km'lik mesafede, çeşitli faktörlerin etkisi ile farklı tipte kirleticilerden etkilenmektedir. Emet Çayı havzasının en önemli özelliği bu bölgenin zengin bor yataklarına sahip olmasıdır. Bor madeni yukarı havzada Emet ve Hisarcık yörelerinde mevcut olup, çoğu açık işletmeler halinde çalışmaktadır. Bununla birlikte Emet Çayı üzerinde Harmancık'ta işletilmekte olan krom konsantre tesislerinin atıkları da Emet Çayı'na ulaşmaktadır. Çay'da, gerek jeolojik yapıdan gerekse arazi kullanımından dolayı inorganik kirlenme ön plana çıkmakta, buna karşılık yerleşim birimlerinin bulunduğu bölgelerde evsel ve kanalizasyon atıklarının etkisiyle zaman zaman bazı nutrientler yönünden su kalitesi düşmektedir.

Akarsuların su kalitelerinin düzenli olarak izlenmesi çalışmaları (biomonitöring), bu su kaynaklarının gelecekte kullanımları için, gerekli tedbirlerin önceden alınabilmesi açısından önem taşımaktadır. Su kirliliğinin yarattığı sorunlar canlıları doğrudan etkilediği için, kirliliğin belirlenmesinde biyolojik değişkenlerin araştırılması çok önemlidir. Yakın bir geçmişe kadar su kirliliğini belirlemede fiziko-kimyasal değişkenlerin kullanılması yeterli bulunmaktaydı. Ancak son yıllarda akarsuların su kalitelerinin belirlenmesinde kimyasal yöntemlerden çok, biyolojik yöntemler önem kazanmıştır. Kimyasal yöntemlerle karşılaştırıldığında uzun dönemli etkiler açısından daha güvenilir olması, buna karşın daha az zaman alması ve daha az

masraflı olması nedeniyle su kalitesi ve izlenmesi çalışmalarında biyolojik yöntemlerin kullanımını tercih edilmektedir.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde yer alan akarsuların biyolojik kalitelerinin ve ekolojik statülerinin belirlenmesinde farklı organizma grupları kullanılmaktadır. Çoğu Avrupalı araştırmacılar, akarsuları düzenli izleme çalışmalarında, özellikle bentik omurgasızları saprobik veya biyotik indeks sistemlerine yerleştirerek kullanmaktadırlar, bununla birlikte balıklar, makrofitler ve fitobentoz örneklerinin kullanıldığı su kalitesi çalışmaları da mevcuttur (Triest ve ark. 2001).

Bentik omurgasız örnekleri heterojen olarak bir çok filumun üyelerini içermeleri nedeniyle, suyun kimyasal niteliğindeki spesifik değişimlerin gözlenmesinde önemli organizma gruplarıdır (Triest ve ark. 2001). Bentik omurgasızlar tüm dünyada su kalitesini izleme çalışmalarında en yaygın olarak kullanılan ve en çok tercih edilen organizma gruplarıdır. Günümüzde bentik omurgasızların kullanıldığı çok sayıda biyotik indeks ve skor sistemi mevcuttur.

Sucul ekosistemlerde primer üreticiler olarak bilinen algler de, çevresel bulaşmaların ve uzun süreli değişimlerin izlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Triest ve ark. 2001). Diyatomeler çevresel değişimlere hızlı bir şekilde cevap verdiklerinden su kalitesini izlemede, özellikle ötrofikasyon çalışmalarında iyi sonuç veren organizmalardır (Triest ve ark. 2001). Özellikle diyatomeler uzun yıllardan beri çoğu ülkede akarsu kirliliğinin belirlenmesinde biyoidikatör organizmalar olarak kullanılmakta olup, bu konuda değişik indeksler geliştirilmiştir (Wu ve Kow 2002).

Diğer ülkelerde biyolojik olarak su kalitesinin belirlenmesinde metrik sistemlerin kullanılması 20. yüzyılın başlarından itibaren günümüze kadar uzanmaktadır. Bu süre içinde özellikle bentik omurgasızların kullanıldığı birçok indikatör metrik sistem geliştirilmiştir (Kolkwitz ve Marsson 1902, 1908, 1909, Hellowell 1978, Woodiwiss 1964, 1978, Armitage ve ark. 1983, Alba-Tercedor ve Sánchez-Ortega 1988). Kullanılan biyotik indekslerin bir çoğu yıllardan beri kullanılan indeksler olup (BMWP, TBI, BBI gibi), bunların yanında son yıllarda geliştirilen farklı indeksler de mevcuttur. ISC (Index of Stream Condition), ITC (Index of Trophic Completeness), Land Use Index (LUI) ve Richnes Index (RI) bu indekslerden bazılarıdır (Ladson ve ark. 1999, Pavluk ve ark. 2000, Ometo ve ark. 2000).

Türkiye’de akarsularda biyotik indeks uygulamaları ise oldukça yenidir. Türkiye’de ilk kez 1982 yılında DSİ Genel Müdürlüğü’nün İngiliz Hükümeti ile birlikte gerçekleştirdiği proje kapsamında bentik omurgasızların kullanıldığı bazı indeks sistemleri kullanılmaya başlanmıştır (Kuleli 1989). 1990’lı yılların başından itibaren Kazancı ve ark. tarafından Türkiye’nin çeşitli akarsularında biyotik indeks yöntemi uygulanmış ve bu akarsular için en uygun biyotik indeksin belirlenmesine çalışılmış, aynı zamanda akarsu sistemlerinin biyolojik su kalite haritaları çizilmiştir (Kazancı ve ark. 1997).

Türkiye’nin çeşitli akarsu ve göllerinin fitoplankton ve fitobentoz floraları ve mevsimsel değişimlerini incelemeyi amaçlayan çok sayıda çalışma mevcuttur (Aykulu ve Obalı 1981, Ünal 1984, 1985, Dere 1989, Elmacı ve Obalı 1998, Şahin 1998, Kara ve Şahin 2001, Kılınç ve Sıvacı 2001). Bununla birlikte alglerin su kalitesini izleme çalışmalarında ve indekslerde kullanımı ile ilgili çalışmalar oldukça yenidir, bu konuda yapılmış az sayıda çalışma mevcuttur (Barlas ve ark. 2001, Gürbüz ve Kıvrak 2002, Bingöl ve ark. 2006, Kalyoncu ve Barlas 2006). Yurtdışında yapılan çalışmalarda ise alglerin biyotik indekslerde kullanımının son yıllarda artış gösterdiği görülmektedir (Kelly ve Whitton 1998, Gomez ve Licursi 2001, Kelly 2002, Prygiel 2002, Wu ve Kow 2002).

Çalışma alanını oluşturan Emet Çayı üzerinde 1980’li yılların başından itibaren Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından rutin gözlemler yapılmaktadır. Ancak bu çalışmalarda çoğunlukla bu çayların kimyasal özellikleri üzerinde durulmuş, algleri ve bentik omurgasızları hakkındaki gözlemler kısa süreli olmuş, bu konuda ayrıntılı bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Çalışma bölgesinde Kasım 2000 ile Temmuz 2001 tarihleri arasında yüksek lisans tezi yapılmıştır (Şentürk 2003). Bu çalışmada Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çay’ları üzerinde belirlenen 12 istasyondan bentik omurgasız örnekleri mevsimsel olarak toplanmış ve TBI, BMWP ve BBI indeksleri uygulanmıştır. Ancak çalışma bölgesinde su kalitesini belirlemeye yönelik aylık örneklemelerin yapıldığı daha ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada epipelik diyatomelerin ve bentik omurgasızların biyoindikatör özellikleri kullanılarak, aynı zamanda suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri değerlendirilerek Emet Çayı’nın su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada gerek epipelik diyatomelerin, gerekse bentik omurgasız gruplarının kullanıldığı çok

sayıda metrik uygulanmış, kullanılan metriklerin su kalite parametreleri ile ilişkileri istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Bununla birlikte çalışma alanında değişik metrikler uygulanarak, Emet Çayı bentik omurgasız faunası ve epipelik diyatom florasını en iyi temsil eden ve çalışma bölgesine en uygun olan metriğin bulunmasına çalışılmıştır. Bu çalışmanın, bölgemizin kendine özgü olan ekolojik şartları ve iklim özellikleri dikkate alındığında, ileride bu akarsuya özgü bir biyotik indeks uygulanmasında bir basamak oluşturması, aynı zamanda ülkemizin çeşitli su kaynaklarında uzun süreli su kalite izleme çalışmalarına katkıda bulunması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Bentik Omurgasızlar İle İlgili Çalışmalar

2.1.1. Diğer Ülkelerde Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları

2.1.1.1. Biyolojik Olarak Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Biyotik İndeks ve Skor Metotlarının Gelişimi ve Evrimi

Yüzeysel suların su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik metodların kullanımı ile ilgili çalışmalar yaklaşık bir yüzyıl öncesinde, Kolenati (1848), Hassal (1850) ve Cohn (1853) adlı araştırmacıların kirli ve temiz sularda farklı organizmaların yaşadıklarını görmeleri ile başlamıştır. İndikatör organizmaların ilk sınıflaması Cohn (1870) tarafından yapılmıştır. Bu tarihten günümüze kadar su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik metodların kullanımı ile ilgili yüzlerce metot geliştirilmiştir (Sládecék 1973a, 1973b, De Pauw ve Hawkes 1993).

Biyolojik olarak su kalitesinin belirlenmesi çalışmaları Saprobik sistem ile gelişmeye başlamıştır. Saprobik (saprobien) sistemin temel prensipleri ilk olarak 1908 ve 1909 yıllarında Kolkwitz ve Marsson adlı iki Alman bilim adamı tarafından ileri sürülmüştür. Bu araştırmacılar suyun kirlilik derecesine göre farklı zonların bulunduğunu, her bir zonun belli türler için optimal koşullara sahip olduğunu, bu organizmaların organik kirlenmenin biyolojik indikatörleri olarak görev yaptıklarını ortaya koymuşlar ve saprobik sistem sonucunda akarsuların kendi kendilerini yenileme zonlarını ayırmışlardır (Kolkwitz ve Marsson 1908, 1909). Daha sonraları Kolkwitz 1935 ve 1950 yıllarında saprobik sistemi yenilemiş ve bazı ara düzeyleri eklemiştir (Kolkwitz 1935, 1950). Liebmann adlı araştırmacı 1960'lı yılların başında saprobik sistem ile ilgili tamamlayıcı bilgiler içeren bir kitap yayınlamış ve su kalite sınıflarını suyun rengine göre I. ile IV. sınıf arasında sınıflandırmıştır (Liebmann 1959). Su kalitesini belirleme çalışmalarında saprobik sistem özellikle Avusturya ve Almanya'da yaygın olarak kullanılmış ve hemen tüm Avrupa ülkelerine yayılmıştır. Bu sistemin başarısı tür düzeyinde taksonomik çalışmaların başlangıcına kadar uzanmaktadır.

Biyolojik olarak su kalitesini belirleme çalışmalarında indekslerin kullanımı ile ilgili fikir ilk kez 1954 yılında Knöpp tarafından ileri sürülmüştür (Knöpp 1954). Biyolojik indeksler ya formül tabanlı ya da basitleştirilmiş standart tablolar şeklinde olmaktadır. Formül tabanlı biyotik indeksler, hesaplama yöntemi açısından saprobik indekslerle yakından ilişkilidir. Formül tabanlı biyotik indekslere ait ilk örnek 1972'de Chutter tarafından ortaya konan Chutter Biyotik İndeks olmuştur (Chutter 1972). 1977'de Hilsenhoff tarafından Hilsenhoff Biyotik İndeks olarak adlandırılan indeks formül tabanlı indeksler arasında en yaygın kullanılanlarından biri olmuş ve sonraki yıllarda bu indeksin çeşitli modifikasyonları yine aynı araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Hilsenhoff 1977). Woodiwiss tarafından 1964 yılında ortaya konan Trent Biyotik İndeks ise standart tablo tabanlı biyotik indekslerin temelini oluşturmuştur (Woodiwiss 1964). Graham İndeks (Graham 1965), Indices Biotiques (Tuffery ve Verneaux 1968), Danimarka Biyotik İndeks (Andersen ve ark. 1984) gibi diğer tüm indeksler Trent Biyotik İndeks'in modifikasyonları olmuşlardır. Sonraları Trent Biyotik İndeks'in değer aralığı 0-10'dan 0-15'e çıkarılmış ve 1978'de Woodiwiss tarafından Genişletilmiş Biyotik İndeks adını almıştır (Woodiwiss 1978). Bu indeksin modifikasyonları olan İspanyol (Prat ve ark. 1983) ve İtalyan (Ghetti 1986) versiyonları ortaya çıkmıştır.

Skor metodları, indeks metodlarından ilk olarak bolluk değerlerinin de hesaplamaya katılması ile farklılaşmıştır (De Pauw ve Hawkes 1993). Tüm skor metodlarının orjini 1970 yılında Chandler tarafından ortaya konan Chandler Biyotik Skoru'dur (Chandler 1970). BMWP skor sistemi, 1978 yılında Hellowell adlı araştırmacı tarafından Chandler Biyotik Skor sistemini temel olarak geliştirilmiştir (Hellowell 1978). BMWP skor değerlerinin takson sayısı değerlerine bölünmesi ile elde edilen ASPT (average score per taxon) Armitage ve arkadaşları tarafından 1983 yılında ortaya konmuştur (Armitage ve ark. 1983).

Günümüzde yeni indeksler geliştirilmeye devam edilmektedir. Yakın zamana kadar genellikle akarsulara yönelik indeksler geliştirilmiştir. Ancak son yıllarda göllerde kullanılmak üzere de indeksler geliştirilmeye başlanılmıştır.

2.1.1.2. Diğer Ülkelerde Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metriklerin Su Kalitesi Çalışmalarına Uygulanması

Cao ve ark. (1997), Trent nehrinde yaptıkları çalışmalarında organik kirlenme derecelenmelerine göre bentik omurgasız komunitelerinin değişimini incelemişler, yaygın olarak kullanılan birkaç biyotik indeks (BMWP, Chandler skor sistemi, BMWP-ASPT, Chandler-ASPT) uygulayarak kirlenme derecesine bağlı olarak bentik omurgasız komunitelerindeki değişimleri ifade eden en uygun indeksin hangisi olduğunu belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada Chandler skor sisteminin diğer indekslere göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca Chandler-ASPT indeksi yeterliliğinin artırılması için modifiye edilmiş, tür zenginliği değerlerinin de kullanıldığı modifiye formunun Trent Nehrinde organik kirlenmenin belirlenmesinde en ideal indeks olduğu sonucuna varılmıştır.

Walley ve Hawkes (1997), BMWP skor sisteminin geliştirilmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında bolluk faktörünün ve örnekleme noktasının özelliklerinin (riffle veya pool-havuz özellikte olması) bu skor sisteminde kullanılan bentik omurgasız gruplarının indikatör değerleri üzerine olan etkilerini matematiksel temele göre incelemişlerdir.

García-Criado ve ark. (1999), İspanya'nın kuzeybatısında bulunan ve kömür madenlerinden kaynaklanan kömür tozuna maruz kalan akarsularda bazı çeşitlilik ve biyotik indeksler uygulamışlar ve indekslerin yeterliliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada BMWP' (İspanyol versiyonu BMWP) ve EPT familya zenginliği indekslerinin madencilikten kaynaklanan etkileri belirlemek için oldukça etkili olduklarını belirlemişlerdir.

Simić ve Simić (1999)'in Sırbistan'da bulunan 65 akarsudan 7 yıl boyunca toplanan bentik omurgasızların değerlendirilmesi ile su kalitesini izleme çalışmalarında kullanılmak üzere bölgeye uygun bir indeksin geliştirilmesinin amaçlandığı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada bentik omurgasızlar kalitatif ve kantitatif olarak incelenmiş, baskınlık, sıklık, çeşitlilik değerleri bulunmuş ve bazı çevresel değişkenlerin ölçümü yapılmıştır. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişkenler birlikte değerlendirildiğinde Cluster (kümeleme) analizine göre çalışılan akarsular 5 kategoriye ayrılmıştır. Bentik omurgasız taksonları sıklıklarına göre her bir kategori içinde sınıflandırılmıştır.

Sırbistan, Balkan yarımadasının ortasında bulunduğundan geliştirilen yeni indekse BalkaN Biyotik İndeks (BNBI) adı verilmiştir.

Ometo ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada geliştirdikleri Land Use Index (LUI) ile Richness Index (RI) ve suyun kimyasal kompozisyonunu karşılaştırmışlar ve bentik omurgasızlarla aralarında istatistiksel olarak kuvvetli korelasyonlar tespit etmişlerdir.

Pavluk ve ark. (2000), akarsularda bentik omurgasız komunitelerinin trofik özelliklerini temel alarak oluşturulan ITC (Index of Trophic Completeness) indeksinin geliştirilmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada Rusya ve Avrupa akarsularında uyguladıkları bu indeksin farklı coğrafik bölgelerde biyolojik izleme metodu olarak kullanılabilme potansiyeli incelenmiştir.

Solimini ve ark. (2000), Tiber nehrinde yaptıkları çalışmalarında farklı biyotik indekslerin performanslarını karşılaştırmışlar, bununla birlikte bu indekslerin hassasiyetini arttırmak için yapay substratlar da dahil olmak üzere farklı örnekleme metodlarının kullanımı ile ilgilenmişlerdir. Çalışmada BMWP' (İspanyol versiyonu BMWP), ASPT' (İspanyol versiyonu ASPT), EBI (Genişletilmiş Biyotik İndeks) ve IBE (Indice Biotico Estesio) olmak üzere 4 farklı biyotik indeks uygulanmıştır. Bentik omurgasız örnekleri de 4 farklı metodla toplanmıştır. Çalışmada BMWP' ve ASPT' indekslerinin, kullanılan farklı örnekleme metodlarına hassasiyet gösterdikleri bulunmuştur.

Pauw ve Heylen (2001), Belçika'da 13 farklı nehir havzasında toplam 440 farklı örnekleme noktasından sediment örnekleri toplayarak sediment kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere uygun biyotik indeksin seçilmesini amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın ilk veri setinde 80 örneklemenin değerleri kullanılmış ve ilk seçimde en uygun indeksin Biyotik Sediment İndeks (BSI) ve Chironomus (Diptera, Chironomidae larva) Mentum Biçimsizliği Yüzdesi olduğu görülmüştür. Belçika Biyotik İndeksi temeline dayandırılarak oluşturulmuş BSI indeksinin çalışma bölgesine adapte edilebilmesi için ikinci bir veri seti oluşturularak 400'den fazla örnekleme noktasından bentik omurgasız örnekleri toplanmıştır. Çok değişkenli teknikler kullanılarak ve biyolojik verilerin fiziksel, kimyasal ve ekotoksikolojik verilerle birleştirilmesi ile BSI indeksi çalışma bölgesine uygun hale getirilmiş ve BSI skorlarına göre 4 farklı kalite sınıfı ayırt edilmiştir.

Ravera (2001), İtalya'nın kuzeyinde Ravella nehrinde bentik omurgasız komunitelerine 6 farklı çeşitlilik indeksi (Simpson, Berger-Parker, Margalef, Menhinick, McIntosh, Shannon), 1 benzerlik indeksi (Jaccard) ve 2 biyotik indeks (Trent Biyotik İndeks, Genişletilmiş Biyotik İndeks) uygulayarak yöntemlerin izleme çalışmalarındaki yeterliliğini karşılaştırmıştır. Çalışmada kirlenmemiş ve çok kirlenmiş çevreleri karşılaştırmak için herhangi bir biyotik indeks veya çeşitlilik indeksinin kullanılmasının yeterli olacağı, ancak takson birlikleri arasındaki küçük farklılıkları ayırt edebilmek için Simpson indeksi gibi yüksek ayırtedici özelliğe sahip çeşitlilik indekslerinin kullanılmasının gerektiği tespit edilmiştir.

Mustow (2002), Tayland'da bulunan akarsuların biyolojik olarak izlenmesi çalışmalarında BMWP skor sisteminin kullanımı ve adaptasyonu ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Çalışmada BMWP skor sisteminin orijinal listesinde yer alan, ancak Tayland akarsularında tespit edilmeyen 15 bentik omurgasız taksonu listeden çıkarılmış ve yerine 11 bentik omurgasız taksonu ilave edilmiş, bazı familyaların skorları değiştirilmiştir. BMWP skor sisteminin modifiye edilmesi ile oluşan bu skor sistemine BMWP^{THAI} adı verilmiştir. BMWP skor sisteminin modifiye edilmesi ile Tayland'da bulunan akarsular için uygun hale getirilmiştir.

Buffagni ve ark. (2004), Kuzey İtalya'da bulunan organik kirlenmeye maruz kalmış akarsularda su kalitesinin ve habitat bozulmasının bentik omurgasızlar üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla 15 farklı metrik uygulamışlardır. Çalışmada akarsuların riffle ve pool bölgelerinden toplanan bentik omurgasız verilerinin istasyonların ekolojik kalitelerinde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Dahl ve ark. (2004), İsveç'in güneyinde bulunan 15 akarsuya organik kirlenmenin belirlenmesi amacıyla bentik omurgasızların kullanıldığı 84 metrik ve 2 multimetrik indeks uygulamışlardır. Çalışmada en iyi sonuç veren metrikler ile iki multimetrik indeks karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda BBI (Belçika Biyotik İndeks), ASPT, Saprobik İndeks, Almanya Saprobik İndeks, DSFI (Danimarka Akarsuları Fauna İndeksi) metriklerinin organik kirlenmenin belirlenmesinde iyi birer indikatör oldukları bulunmuştur. Çalışmada uygulanan iki multimetrik indeksten biri olan DJ indeksin, diğer multimetrik indeks olan AQEM tip S05 İndeks'ine göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan metrik ve multimetrik indekslerin

tamamı göz önünde bulundurulduğunda organik kirlenmenin etkilerinin belirlenmesinde en iyi indikatörün DJ indeksi olduğu tespit edilmiştir.

Morais ve ark. (2004), Kuzey Avrupa'da bulunan Akdeniz iklim koşullarına sahip akarsularda yaptıkları çalışmalarında farklı hidrolojik koşulların bentik omurgasız komuniteleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla çok sayıda metrik ve multimetrik indeksler (Shannon-Wiener indeks, komünite dengesi-evenness, takson zenginliği-richness, BBI, IBE, BMWP', ASPT', DSFI, EPT, TRICF, %EPT, Gold indeks) uygulamışlardır. Test edilen metrikler ve indekslerin çevresel değişkenlerle aralarındaki ilişkiler stepwise regresyonu ile belirlenmiştir.

Pinto ve ark. (2004), Portekiz'in güneyinde silisli havzaya sahip akarsularda yaptıkları çalışmalarında bentik omurgasız komunitelerinin kullanıldığı çok sayıda metrik ve multimetrik indeks uygulamışlardır. Bentik omurgasız komunitelerine uygulanan DCA analizi, organik kirlenme gradientini ilk ekseninde tanımlamıştır. Çalışmanın sonucunda multimetrik indeks, ASPT' indeks, Trichoptera familya indeksi ve GOLD indeksin Portekiz'in güneyindeki silisli havzaların ekolojik statüsünü belirlemede uygun indeksler olduğu önerilmiştir.

Blocksom ve Flotemersch (2005), İngiltere'de bulunan ve sığ olmayan 4 farklı nehir havzasında yaptıkları çalışmalarında yapay substratlar gibi pasif örnekleme yöntemlerini ve netlerin kullanıldığı aktif örnekleme yöntemlerini içeren 6 farklı bentik omurgasız örnekleme metodu kullanmışlardır. Örnekleme metodlarının uygunluğu su kalitesi parametreleri ve habitatın fiziksel özellikleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Örnekleme noktaları akışın sınırlı olduğu bölgeler ve akış hızının yüksek olduğu bölgeler olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çalışmada bentik omurgasız birliklerinin kullanıldığı 42 metrik uygulanmıştır. Metrikler abiyotik değişkenlerle önemli korelasyon göstermişlerdir, ancak bu ilişkinin örnekleme yöntemine ve örnekleme noktasının özelliklerine göre (akışın sınırlı olması veya yüksek akış hızının olması) değiştiği gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda örnekleme metodlarının birbirleri ile değiştirilemeyeceği, stres oluşturan faktörlerin her birinin ayırt edilebilmesi için farklı örnekleme metodlarının kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Semenchenko ve Moroz (2005), Beyaz Rusya'da Berezina nehri havzasında bulunan akarsuların izleme çalışmalarında kullanılmak üzere uyguladıkları 6 farklı (TBI, FBI, BMWP, ASPT, BBI ve EPT) indeksin karşılaştırmalı analizini yapmışlardır.

Çalışmada TBI, BMWP ve EPT'nin yüksek hassasiyet gösterdiği ve su kalitesindeki değişimlere yeterli cevap verdiği belirlenmiş ve bu metriklerin standart metrikler olarak kullanımının tavsiye edildiği belirtilmiştir.

Birk ve Hering (2006), Avrupa Birliği Su Çerçeve Programı kapsamında akarsuların su kalitesini izleme çalışmalarında bentik omurgasızların kullanıldığı indeks metodlarını geliştirmek amacıyla 8 ülkede (Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Almanya, Polonya, Slovak Cumhuriyeti, İsveç ve İngiltere) bulunan çeşitli akarsularda 10 farklı biyotik indeks yöntemini (Saprobik İndeks, ASPT, BMWP, DSFI-Danimarka Akarsuları Fauna İndeksi gibi) uygulamışlar ve yöntemler arasındaki ilişkileri belirlemiştir.

2.1.2. Türkiye’de Biyotik İndeks Uygulamaları

Türkiye’de akarsularda biyotik indeks uygulamaları oldukça yenidir. Kimyasal analiz sonuçları sadece numune alındığı andaki durumu gösterip, periyodik kirlenmeleri ve değişimleri göstermez. Özellikle birçok ülkede kimyasal yöntemlerle karşılaştırıldığında uzun dönemli etkiler açısından daha güvenilir olması, buna karşın daha az zaman alması ve daha az masraflı olması nedeniyle su kalitesi ve izlenmesi çalışmalarında önemli bir yer tutan biyolojik yöntemler, Türkiye’de ilk kez 1982 yılında DSİ Genel Müdürlüğü’nün İngiliz Hükümeti ile birlikte gerçekleştirdiği proje ile başlamıştır. “Doğal ve Yapay Göl ve Havzalarında Su Kalitesi Araştırmaları (Porsuk, Uluabat, Sapanca, İznik)” isimli proje 1985 yılında başlayıp 4 yıl devam etmiştir (Kuleli 1989).

Proje kapsamında Torunoğlu ve ark. (1989) tarafından 1985–1989 yılları arasında Uluabat Gölü’nü besleyen Emet, Orhaneli ve Mustafakemalpaşa Çayları’nda gerçekleştirilen çalışmada TBI ve BMWP yöntemleri kullanılarak suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile karşılaştırılmıştır.

Yine aynı proje kapsamında Oktaş ve ark.’nın (1989), 1985–1989 yılları arasında yaptıkları çalışmada Sapanca Gölü’nü besleyen akarsularda TBI ve BMWP yöntemleri uygulanmıştır.

DSİ tarafından 1989-1991 yılları arasında gerçekleştirilen “Sakarya ve Seyhan Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Bu Havzalarda Kalite Sınıflarının

Tespiti Projesi” kapsamında çalışma bölgesinde fiziksel ve kimyasal analizlerin yanı sıra, TBI ve BMWP yöntemleri kullanılmıştır (Kazancı ve ark. 1997).

Kazancı 1993 yılında Köyceğiz–Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesinde uyguladığı biyotik indeks çalışması sonucunda fiziksel ve kimyasal parametreler ile biyolojik parametreleri birlikte değerlendirmiş, bu bölge için en uygun indeksin BBI olduğunu tespit etmiştir (Kazancı ve ark. 1997).

Girgin (1994), “Ankara Çayı ve Kollarındaki Bentik Makroinvertebratların Bolluk, Dominans, Benzerlik ve Çeşitlilik Açısından Kimyasal ve Fiziksel Parametrelerle Birlikte İncelenmesi” adlı doktora tez çalışmasında bentik omurgasızlarla fiziksel ve kimyasal parametreleri karşılaştırmıştır.

Dügel (1994), “Köyceğiz Gölü’ne Dökülen Akarsuların Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Parametrelerle Belirlenmesi” adlı tez çalışmasında tespit ettiği bentik omurgasızlarla fiziksel ve kimyasal parametreleri karşılaştırarak su kalitesini belirlemiştir. Çalışmada bentik omurgasızların sıklık, baskınlık, çeşitlilik ve benzerlik değerleri incelenmiştir.

Kazancı ve ark. (1997) tarafından bildirildiğine göre, Kazancı ve Girgin adlı araştırmacılar Ankara Çayı’nda yapmış oldukları çalışmada Ankara Çayı için en uygun biyotik indeksi belirlemek amacıyla dünyada yaygın olarak kullanılan biyotik indekslerin üç tanesini (BMWP, Chandler Biyotik İndeks, Belçika Biyotik İndeksi) denemiş ve yapılan çalışmalar sonucunda en uygun biyotik indeksin BBI olduğunu belirleyerek akarsu sisteminin biyolojik su kalite haritasını çizmişlerdir (Kazancı ve ark. 1997).

Girgin (1997) “Ankara Çayı’nda Taban Büyük Omurgasızlarının Çeşitliliklerinin Değişik İndisler Kullanılarak Karşılaştırılması” adlı çalışmasında Shannon-Weaver, Simpson ve Margalef çeşitlilik indislerini kullanarak fiziko-kimyasal parametrelerle birlikte yorumlamıştır.

Kazancı ve ark. (1997) tarafından bildirildiğine göre, Girgin ve Kazancı adlı araştırmacılar Kirmir Çayı’nın su kalitesini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada bu akarsu sistemi için en uygun biyotik indeksin BBI olduğunu saptamışlar ve biyolojik su kalite haritasını çizmişlerdir (Kazancı ve ark. 1997).

Celtemen (2000) tarafından gerçekleştirilen ‘‘Susurluk Nehri Havzasında Su Kalitesi Yönetimi’’ adlı proje kapsamında Emet, Orhaneli ve Mustafakemalpaşa Çayları’na TBI ve BMWP yöntemleri uygulanmıştır.

Kazancı ve Dügel (2000), Köyceğiz-Dalyan özel çevre koruma bölgesinde bulunan Yuvarlakçay’ın su kalitesinin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarında bentik omurgasızların çeşitlilik, sıklık, baskınlık, yoğunluk ve istasyonlar arası benzerliklerini tespit etmişler, ayrıca bu sayısal analizlerle birlikte su kalitesini belirlemede Belçika Biyotik İndeksi’ni uygulamışlardır.

İmamoğlu (2000), yüksek lisans tez çalışmasında Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı’nın su kalitesini fizikokimyasal ve biyolojik (bentik makroinvertebratlar) yönden incelemiştir. Çalışmada her iki çay’a Belçika Biyotik İndeksi ve Saprobi İndeksi uygulanmış, ayrıca bentik omurgasızlar çeşitlilik, benzerlik, baskınlık ve sıklık yönünden incelenmişlerdir.

Oğuzkurt (2001) doktora tezinde Beyşehir gölünün fitoplankton, zooplankton ve bentik omurgasızlarının sıklık, biyomas, bolluk, yoğunluk, dominans, çeşitlilik ve benzerlik analizlerini yapmıştır. Bu canlı gruplarının fiziksel ve kimyasal değişkenlerle olan ilişkileri kanonik korelasyon analizi uygulanarak ortaya konmuştur.

Tanatmış (2002), yaptığı çalışmada Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları’nda Ephemeroptera faunasından 10 familyaya ait 22 cinsten 38 tür tespit etmiştir.

Şentürk (2003), ‘‘Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çaylarının Su Kalitesinin Belirlenmesi’’ isimli yüksek lisans tezinde adı geçen üç çaydan Kasım 2000 ile Temmuz 2001 tarihleri arasında mevsimsel olarak bentik omurgasız örnekleri toplamış ve Trent Biyotik İndeks (TBI), Biyolojik İzleme Çalışma Grubu Skor Sistemi (BMWP), Belçika Biyotik İndeksi (BBI) yöntemlerini kullanarak su kalitesini belirlemiştir.

Arslan ve ark. (2006), ‘‘Musaözü Baraj Göleti (Eskişehir) Litoral Omurgasız Faunası Dağılımı, Çeşitliliği ve Su Kalitesi’’ isimli çalışmalarında Ocak 2003-Kasım 2003 tarihleri arasında, altı istasyondan, su örnekleri aylık, omurgasız örnekleri ise üç aylık periyodlar halinde toplanarak incelenmiştir. Musaözü Baraj Göleti’nde tespit edilen tüm grupların gölet içindeki dağılımları Canonical Correspondence Analiz Yöntemi ile incelenmiştir. Musaözü Baraj Göleti’nin litoral omurgasız faunasının çeşitliliği Shannon-Wiever indeksi kullanılarak hesaplanmıştır.

2.2. Diyatomeler İle İlgili Çalışmalar

2.2.1. Yurtdışında Diyatomelerin Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları

Sabater (2000), İspanya’da Guadiamar nehrinde maden atıklarının oluşturduğu çevresel stresin belirlenmesinde diyatomelerin indikatör özelliklerini kullanmışlardır. Çalışmada Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi, komünite dengesi (evenness) ve bazı diyatom indeksleri (IPS-IDG indeks, Descy diyatom indeks, CEE indeks, Lange-Bertalot’un trofik sınıfları indeksi) kullanılmıştır. Maden atıklarının etkili olduğu bölgelerde diyatom indeks değerlerinin önemli ölçüde azaldığı bulunmuştur. Çalışmada perifitik diyatome komüniteleri ile çevresel değişkenler arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda su ve sedimentteki ağır metallerin perifitik diyatom komünitelerini önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir.

Winter ve Duthie (2000), Kanada’da Grand nehrinde yaptıkları çalışmalarında epilitik, epifitik ve epipelik diyatome komünitelerinin tür kompozisyonlarını ve su kalitesi değişkenleri ile aralarındaki ilişkiyi göz önünde bulundurarak akarsuların biyolojik izlenmesi çalışmalarında 3 farklı komünitenin kullanılabilirliklerini karşılaştırmışlardır. Uygulanan ordinasyon metotlarında epilitik komünitenin diğer komünitelerden küçük bir farkla ayrıldığı belirlenmiş, ancak her üç komünitenin de sürekli olarak farklılık göstermediği bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda diyatomelerin biyolojik izleme çalışmalarında kullanımı ile ilgili olarak habitat farklılıklarının (epilitik, epifitik, epipelik) belirgin bir farklılık göstermediği ve en iyi ilişkinin her üç habitatdan alınan diyatomelerin toplamı kullanıldığında ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Eloranta ve Soininen (2002), Finlandiya’da farklı özelliklere sahip akarsularda dominant olan diyatom taksonlarını ve nutrient seviyeleri değerlerini kullanarak bazı diyatom indeksleri uygulamışlar ve bu indekslerin Finlandiya akarsularının ekolojik statülerinin belirlenmesi çalışmalarında kullanılabilirliklerini araştırmışlardır. Bununla birlikte çalışmada uygulanan IPS, GDI ve TDI indekslerinin çalışma bölgesine uygun olan su kalite sınıfları skorlarını önermişlerdir.

Kelly (2002), İngiltere’de Wear nehri bentik diyatom birliklerini içeren 5 yıllık verilerin analiz edilmesi ile Trofik Diyatom İndeksi (TDI)’nin geliştirilmesi ve

İngiltere'deki akarsuların biyolojik izleme çalışmalarında kullanılması ile ilgili olarak bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Prygiel (2002), Fransa'da diyatom izleme ağının yönetimi ile ilgili yaptığı çalışmada IBD (Biyolojik Diyatom İndeksi) indeksinin çalışma bölgesine uygun hale getirilerek standart bir indeks olarak ülkede kullanılabilirliğini araştırmıştır.

Wu ve Kow (2002), Tayvan'da subtropikal nehirlerde su kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan Generic İndeks (GI)'in modifiye edilerek tropikal bir nehirde kullanılabilirliğini amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Epilitik diyatom komunitelerinin kullanıldığı bu çalışmada tropikal Tsanwun nehrine Saprobik İndeks, Trofik Diyatom İndeks gibi çok sayıda indeks uygulanmış ve su analizleri yapılmıştır. Modifiye edilerek uygulanan GI indeksinin hem su kalite parametreleri ile, hem de çalışmada kullanılan diğer indekslerle kuvvetli ilişki gösterdiği belirlenmiştir.

Newall ve Walsh (2005), kentleşmenin akarsu bentik diyatom komuniteleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Kentleşmenin fiziksel elemanları, su kalitesi ve diyatom komuniteleri arasındaki ilişkiler çok yönlü analizler ile, seçilen diyatom türleri ile indeksler arasındaki ilişkiler ise tek yönlü analizlerle belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda kent yoğunluğu ile su kalitesini belirleyen diyatom indeksleri arasında kuvvetli negatif ilişki tespit edilmiş ve en etkilenen su kalite değişkeninin elektiksel iletkenlik olduğu bulunmuştur.

Tang ve ark. (2006), Çin'de Xiangxi nehrinde yaptıkları çalışmalarında çalışma bölgesinin ekolojik koşullarını belirlemek amacıyla epilitik diyatom birliklerini kullanarak 13 metrik uygulamışlardır. Çalışmada 5 metrik ölçümün bir araya getirilmesi ile oluşturulan RDI (Akarsu Diyatom İndeksi) multimetrik indeksi ve ayrıca 8 mono-metrik indeks uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ekosistem koşullarının belirlenmesinde RDI gibi multimetrik indekslerin kullanımlarının, mono-indekslere göre daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

2.2.2. Türkiye'de Diyatomelerin Kullanıldığı Su Kalitesi Çalışmaları

Kalyoncu ve Barlas (1997)'nin, Nisan 1995-Mart 1996 tarihleri arasında Isparta deresinde yaptıkları çalışmalarında çalışma bölgesi üzerinde belirlenen 7 istasyonda

yaygın olarak bulunan epilitik diyatomların suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bağlantıları belirlenerek mevsimsel gelişim modellemesi yapılmıştır.

Barlas ve ark. (2001)'nin, "Sarıçay (Muğla-Milas)'da Yaşayan Epilitik Diatomların Su Kalitesine Bağlı Olarak İncelenmesi" isimli çalışmalarında Sarıçay'ın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin epilitik diyatomlar üzerindeki etkisi araştırılmış, epilitik diyatomlar kullanılarak Sarıçay'da seçilen örnekleme istasyonlarının su kalitesi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Seçilen istasyonlarda tür teşhislerine göre çeşitlilik indeksi hesaplanmış, ayrıca saprobi indeksi kullanılarak su kalite sınıfları belirlenmiş ve akarsuyun fiziko-kimyasal özellikleri ile karşılaştırılmıştır.

Gürbüz ve Kıvrak (2002), Karasu nehrinin su kalitesini belirlemek amacıyla epilitik diyatom birliklerinin kullanıldığı bazı indeksler uygulamışlardır. Çalışmada generik indeks haricinde, uygulanan tüm diyatom indekslerinin COD, BOD₅, çözünmüş oksijen ve nutrient konsantrasyonları ile önemli korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Saprobik indeks (SI), trophic diyatom indeks (TDI), kirliliğe toleranslı valve yüzdesi sonuçları havzanın bazı bölgelerinin organik kirliliğe sahip olduğunu göstermiştir.

Bingöl ve ark. (2006), "Porsuk Nehri (Kütahya) Diyatomelerine Bağlı Saprobi İndeksinin Belirlenmesi" isimli çalışmalarında Aralık 2004-Ağustos 2005 tarihleri arasında Porsuk Çayının kaynağından Porsuk Barajına kadar olan bölge üzerinde tespit edilen üç istasyondan alınan epilitik diyatome örneklerine bağlı Saprobi İndeksinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Dere ve ark. (2006), Bursa ilinin önemli su kaynaklarından biri olan Nilüfer Çayı'nın su kalitesini belirlemek amacıyla epipelik diyatomeler ve bakterilerin indikatör özelliklerinden yararlanılmış, her iki organizma grubunun bolluk değerleri ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmada tek yönlü varyans analizi, PCA ve CANCECORR analizleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda Nilüfer Çayı'nın kirlilik yükünün mabdan mansaba doğru kademeli olarak artış gösterdiği istatistiksel olarak ortaya konmuş, bakterilerin organik kirlenmeye algere göre daha duyarlı oldukları tespit edilmiştir.

Kalyoncu ve Barlas (2006), "Aksu Çayının Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Yönden Belirlenmesi" isimli çalışmalarında Şubat 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında Aksu Çayının fizikokimyasal özellikleri, epilitik algleri ve bentik omurgasızlarını inceleyerek su kalitesi tayini yapmışlardır. Su kalitesinin

fizikokimyasallara göre belirlenmesi KLEE'nin metoduna göre yapılmış, epilitik algere göre saprobi indeks, bentik omurgasızlara göre Belçika Biyotik İndeks, Familya Biyotik İndeks, BMWP, ASPT ve Saprobi indeks kullanılmış ve elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Tanımı ve Örnek Alma İstasyonları

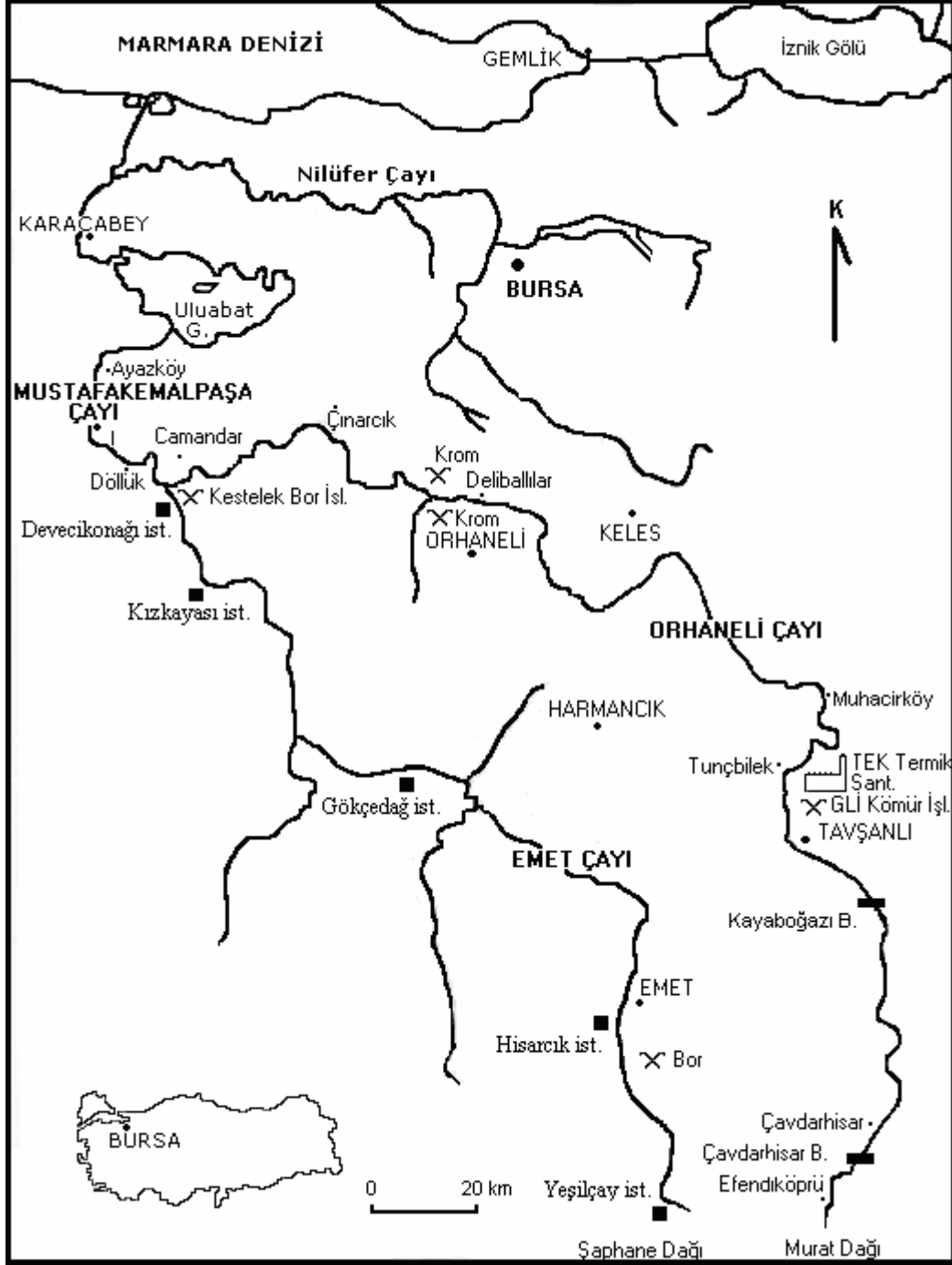
Bursa İli'nin en büyük su kaynağı olan Mustafakemalpaşa Çayı'nın iki kolundan biri olan Emet Çayı, Kütahya İli Gediz İlçesi'nde Şaphane Dağı'nda 1100 metrelerde doğup kuzeye doğru yaklaşık 180 km aktıktan sonra Camandar Köyü mevkiinde Orhaneli Çayı ile birleşmektedir. Emet ve Orhaneli çaylarının birleşmesiyle meydana gelen Mustafakemalpaşa Çayı, yaklaşık 40 km mesafe katederek güneybatıdan Uluabat gölüne mansap oluşturmaktadır (Şekil 3.1).

Çalışmada Emet çayının kaynağından başlayarak, Orhaneli çayı ile birleştiği noktaya kadar olan mesafe üzerinden Çay'ın kirletici kaynakları da göz önünde bulundurularak beş farklı istasyon belirlenmiştir. Belirlenen bu istasyonlar Devlet Su İşleri (DSİ) I. Bölge Müdürlüğü'nün örnekleme yaptığı istasyonlardır. Emet Çayı üzerinde belirlenen istasyonlar membadan mansaba doğru sırasıyla Yeşilçay, Hisarcık, Gökçedağ, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarıdır.

Emet çayının membasını temsil etmek üzere ilk gözlem noktası olarak Yeşilçay istasyonu seçilmiştir. Bu bölge, çevresinde yer alan küçük yerleşim birimlerinden Çay'a ulaşan küçük evsel deşarjlara maruz kalmaktadır. İstasyonun zemini taşlı ve siltli olup, etrafı oldukça zengin sucul vejetasyona sahiptir.

İkinci gözlem noktası olarak belirlenen Hisarcık istasyonu, Etibank'ın Hisarcık Bor Madeni İşletmesinin Çay'a giriş yaptığı bölgenin mansabında yer almaktadır. Çay'ın buraya kadar olan akışında çoğu tabii olan kirlenmeye bu noktadan itibaren yapay ağırlıklı kirlenmenin hâkim olacağı beklendiğinden maden işletmesinin mansabından örnek alınması uygun görülmüştür. Bu bölge Türkiye'nin, hatta dünyanın en önemli bor madenlerine sahiptir. Emet Çayı'nın Hisarcık'tan yukarıda kalan havzasında, arazinin tümü bor içermektedir.

Emet Çayı'nda Hisarcık'tan sonraki gözlem yeri Gökçedağ olup, Hisarcık'a 75.5 km mesafede mansaptadır. Bu gözlem noktasının 100 metre membasında Emet Çayı'na sağdan karışan Kınık Deresi, Harmancık kasabası kanalizasyonu ile Harmancık



Şekil 3.1. Emet Çayı Örnek Alma İstasyonları

yakınında faaliyet gösteren bir krom madeni işletmesinin konsantratör atıklarını almaktadır. Gökçedağ istasyonunda akarsu yatağının her iki tarafı da ince kum ile kaplıdır. Bu bölgenin yakınında kum ocakları faaliyet göstermekte ve Çay'dan önemli ölçüde kum çekilmektedir. Bu nedenle kum ocaklarının faaliyet gösterdiği dönemlerde sucul bitki vejetasyonu ve bentik fauna zarar görmektedir.

Emet Çayı üzerinde dördüncü gözlem noktası olarak Kızkayası istasyonu belirlenmiştir. Bu bölgede Çay, derin bir kanyondan geçmektedir. Bu nedenle yakın çevresinde herhangi bir kirletici kaynak bulunmayan Kızkayası mevkiinde bir baraj inşaatı planlanmaktadır. Bu istasyonun zemini iri taşlarla kaplı olup, Çay bu bölgede belli bir eğime sahip olduğundan belirgin bir riffle ortamı oluşturmaktadır.

Emet Çayı'nın son gözlem noktası olan Devecikonağı istasyonu ise Mustafakemalpaşa ovası girişinde ve Orhaneli Çayı ile birleşim yerine 4.5 km mesafede olup Çay'ın mansabını oluşturmaktadır. Bu istasyonun etrafındaki yerleşim birimlerinin evsel ve kanalizasyon atıkları Çay'a boşaltılmaktadır. Bununla birlikte Devecikonağı istasyonunun membasında bulunan Mermer Organize Sanayi Bölgesinden kaynaklanan mermer tozu da bu bölgede Çay'a karışmaktadır.

3.1.2. Emet Çayı Havzasının Jeolojik Yapısı

Batı Anadolu Neojen havzaları, metamorfik ve metamorfik olmayan temel kayaları üzerinde açılmıştır. Emet bölgesindeki Neojen istif, Paleozoyik yaşlı mermer, mikaşist, kalkışist ve kloritşist gibi metamorfik kayalar üzerine uyumsuzlukla gelir (Helvacı 2003). Bu bölgedeki istif alttan üste doğru çakıltaşı ve kumtaşı, marn ve tuf mercekleri içeren ince katmanlı alt kireçtaşı, ortaç ve asidik volkanitler, tuf ve aglomeralar, kömür ve jips bantları içeren çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı, marn ve kireçtaşından oluşan kırmızı birim, borat yataklarını içeren kıltaşı, tuf, tüfit ve marn, kıltaşı, marn ve çört mercekleri içeren üst kireçtaşı, bazalt birimlerinden oluşmaktadır (Helvacı 2003). Torunoğlu ve ark., Uluabat Gölü havzasında altta masif yapıda olan kireç taşlarının üste doğru tabakalaşma gösterdiğini, havzada son derece yaygın olarak görülen neojen yaşlı kayaçların konglomeralar ile başladığını ve bu konglomera üzerine kum, kil ve marnlar (kil ve CaCO₃'dan oluşan karışım) geldiğini belirtmiş, aynı formasyonda Emet, Hisarcık yörelerinde bor bulunduğunu ifade etmiştir (Torunoğlu ve

ark. 1989). Borat yatakları, Marmara Denizi'nin güneyinde, doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 300 km'lik ve kuzey-güney doğrultusunda ise 150 km'lik bir alan içinde Bigadiç, Sultançayır, Kestelek, Emet ve Kırka bölgelerinde bulunmaktadır. Türkiye'deki borat yataklarının tümü volkanik aktivite ile ilgili yataklar olarak sınıflandırılır. Ülkemiz, dünyanın en büyük boraks (sodyum borat), üleksit (sodyum-kalsiyum borat) ve kolemanit (kalsiyum borat) yataklarına sahiptir (Helvacı 2003). Emet yataklarında özellikle kolemanit minerali baskındır (Helvacı 2003). Türkiye'deki yataklarda gözlenen borat mineralleri, başlıca Ca, Na-Ca, Na ve Mg- boratlardır. Kırka, Emet ve Bigadiç'te ender olarak Sr-borat (tünellit) bulunmaktadır (Helvacı 1984). Bunun yanı sıra Emet yöresinde Ca-As boratların varlığı bilinmektedir (Helvacı 1984). Tüm yataklarda boratlarla birlikte değişik oranlarda borat olmayan mineraller gözlenmektedir. Borat mineralleri, genellikle kalsit, dolomit, anhidrit, jips, sölestin, realgar ve orpiment ile birlikte bulunmaktadır. Kalsit, kuvars, çört ve jips bütün yataklarda yaygındır. Tüm yataklarda montmorillonit ve illit yaygın kil mineralleridir (Helvacı 1983). Türkiye'deki tüm yataklarda, bor içeren birimlerden önce ve sonra yaygın olarak kireçtaşı çökelimi gerçekleşmiştir (Helvacı 2003).

3.1.3. Emet Çayı'nda Mevcut Kirletici Kaynaklar

Emet Çayı havzasının en belirgin özelliği bölgenin zengin bor yataklarına sahip olmasıdır. Dolayısıyla havzanın en önde gelen endüstrisi maden işletmeciliğidir. Emet Çayı'nın kaynağında bulunan Yeşilçay Beldesi'nin mansabında Kütahya'nın Hisarcık İlçesi'nde Etibank Emet Bor İşletmesi bulunmakta ve madenin atık suyu dinlendirme havuzunda dinlendirildikten sonra Çay'a verilmektedir. Bu bölge Türkiye'nin, hatta dünyanın en önemli bor madenlerinden biridir. Emet Çayı'nın Hisarcık'tan yukarıda kalan havzasında da arazinin tümü bor içermektedir. Gerek toprak erozyonu, gerekse maden nedeni ile bor doğrudan doğruya Emet Çayı'na karışmakta ve Çay'da bor konsantrasyonu engellenemeyecek bir şekilde 2,6 mg/l seviyesine kadar çıkmaktadır (Anonim 1999). Madenin memba ve mansabında bulunan köy ve kasabaların kanalizasyon atıkları da herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan doğrudan Çay'a verilmektedir. Hisarcık'tan 75.5 km sonra Gökçedağ mevkiinde, Emet Çayı'na sağdan karışan Kınık Deresi vasıtasıyla, Harmanlık İlçesi kanalizasyonu 20 km'lik bir akışla

Çay'a ulaşmaktadır. Bununla birlikte Harmancık'ta işletilmekte olan Krom konsantre tesislerinin atıkları da Kınık dere vasıtasıyla Emet Çayı'na ulaşmaktadır. Emet Çayı'nda Devecikonağı Beldesi, Mustafakemalpaşa ovası girişinde ve Orhaneli Çayı ile birleşim yerine 4.5 km mesafede olup Çay'ın mansabını oluşturmaktadır. Bu Belde'nin etrafındaki yerleşim birimlerinin evsel ve kanalizasyon atıkları Çay'a boşaltılmaktadır. Devecikonağı Beldesi ve Kızılkayası mevki arasında Mermer Organize Sanayi Bölgesi bulunmakta olup, işletmelere ait çökeltme havuzları bulunsa da mermer tozu içeren bir kısım atık su Çay'a karışmaktadır.

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Fiziksel ve kimyasal analizler için belirlenen beş istasyondan bir litrelik plastik kaplara su örnekleri alınmış ve su örnekleri en kısa zamanda laboratuvara getirilerek aynı gün analizleri gerçekleştirilmiştir. Bazı parametrelerin ölçümü arazi esnasında yapılmıştır. Silis, toplam fosfor, SO_4^{2-} ve bor analizleri Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarında, diğer analizler ise DSI I. Bölge Müdürlüğü Çevre Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Akarsu debisi (Q), DSI I. Bölge Müdürlüğünce belirlenmiş olan istasyonlara yerleştirilmiş daimi eşellerle veya eşel olmayan istasyonlarda AOTT marka Muline ile doğrudan ölçüm ile tespit edilmiştir.

Sıcaklık (T), Elektriksel İletkenlik (EC) ve Toplam Çözünmüş Madde (TDS) arazi tipi WTW LF95 marka alet ile, pH tayini ise Hanna marka pH metre ile örnekleme esnasında ölçülmüştür.

Çözünmüş oksijen (DO), Winkler titrasyon metodu ile yine örnekleme anında belirlenmiştir. 1902 yılında Winkler adlı araştırmacı tarafından geliştirilen bu metodun esası Mn^{2+} 'nin Mn^{4+} 'e yükseltgenmesi prensibine dayanır (Eaton ve ark. 1995).

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ($BOİ_5$), akarsulardaki organik kirliliği tanımlayan en önemli parametrelerden biridir. $BOİ_5$ belirli bir hacim (bir litre), zaman (beş gün) ve sıcaklıkta (20 °C) suda mevcut aerobik bakteriler tarafından tüketilen oksijen miktarı olarak tanımlanır. $BOİ_5$ örnekleme için, örnekleme çalışması esnasında $BOİ$ şişelerine içlerinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde, ağzları sıkıca kapatılarak alınan su

örnekleri, ışık almayan ve iç ısısı sabit kalan taşıyıcılarla en kısa sürede laboratuvara getirilmiş ve 20°C'lik inkübatörde ve karanlıkta 5 gün bekletilmiştir. Beş gün sonunda ise BOİ şişeleri içindeki çözülmüş oksijen miktarı yine Winkler titrasyon metoduna göre belirlenmiş (Eaton ve ark. 1995) ve arazide ölçülmüş olan çözülmüş oksijen değerlerinden beş gün 20°C'de inkübe edilerek elde edilen değerler çıkarılarak BOİ₅ değerleri hesaplanmıştır.

Permanganat değeri (pV) çözülmüş oksijen tayininde yüksek konsantrasyondaki demir iyonlarının oluşturduğu girişimi belirlemek için kullanılmaktadır (Eaton ve ark. 1995).

Askıda Katı Madde (AKM) ya da suspended solids (SS) tayini için 1 litre su örneği alınmış ve ağırlığı bilinen bir filtre kağıdından süzülmüştür. Süzülecek örneğin rengi bulanıksa 50-100 ml örnek yeterli olmaktadır. Süzme işleminden sonra süzgeç kağıdı 103 °C – 105 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar yaklaşık bir gece etüvde kurutulmuş, AKM miktarı filtre kağıdının ağırlığında oluşan farkın hesaplanması esasına göre tespit edilmiştir (Greenberg ve ark. 1985, Eaton ve ark. 1995).

Bikarbonat (HCO₃) ve Karbonat (CO₃) alkalinitesi titrasyon metotlarına göre fenolfitaleyn ve metil oranj indikatör çözeltileri kullanılarak belirlenmiştir (Baltacı 2000). Bu yöntem çözünebilir katı maddelerin ayrışması veya hidrolizi ile açığa çıkan hidroksit iyonlarının standart asitle reaksiyona girmesi esasına dayanmaktadır (Baltacı 2000).

Toplam sertlik (TH), EDTA titrasyon metodu ile tayin edilmiş ve mg/l cinsinden hesaplanmıştır (Eaton ve ark. 1995). Genel olarak sertlik, sabunu çöktürme kapasitesi olarak bilinir ve sudaki sertlik kalsiyum ve magnezyum karbonat, bikarbonat, sülfat ve diğer bileşiklerin varlığından meydana gelir.

Amonyak azotu (N-NH₃), nitrit azotu (N-NO₂⁻), nitrat azotu (N- NO₃⁻) ve fosfat fosforu (P- PO₄³⁻) tayinleri Merck marka standart kitler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), diğer bir deyişle organik azot Kjeldahl metodu kullanılarak belirlenmiştir (Greenberg ve ark. 1985, Eaton ve ark. 1995, Baltacı 2000). Bu yöntemde K₂SO₄ ve HgSO₄ katalizör olarak kullanılarak organik madde yapısında bulunan amino azotu sülfürik asitle amonyum sülfata dönüşmektedir (Baltacı 2000).

Toplam fosfor (TP) analizi, persülfat parçalama yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Eaton ve ark. 1995). Toplam fosfor, çözülmüş veya çözünmemiş organik ve inorganik

tüm fosfatları içerir (Baltacı 2000). Bu metotta fosforu organik maddelerden ayırmak için katı amonyum persülfat ilave edilen numune hot plate'de kaynatılarak parçalama işlemi uygulanmaktadır.

Silis analizi molibdosilikat metodu (Baltacı 2000) kullanılarak yapılmıştır. Bu metot, pH 1-2'de amonyum molibdatın silisle molibdosilik asit halinde sarı renkli çökelek oluşturması esasına dayanmaktadır (Baltacı 2000). Sarı rengin yoğunluğu silis konsantrasyonu ile orantılı olup, bu renk spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda ölçülerek mg/l cinsinden hesaplanmaktadır.

SO_4^{2-} miktarı turbidimetrik metot (Baltacı 2000) ile belirlenmiştir. Bu metotta numune içindeki sülfat iyonları BaCl_2 ile BaSO_4 halinde çöktürülmekte (Baltacı 2000) ve sülfat süspansiyonunun ışık absorbansı 420 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmektedir.

Sodyum (Na^+) ve potasyum (K^+) analizleri Flame fotometre metodu (Baltacı 2000) ile gerçekleştirilmiştir.

Klor (Cl^-) tayini argentometrik metoda (Baltacı 2000) göre gerçekleştirilmiş olup, bu metotta potasyum kromat indikatör çözeltisi kullanılarak numune gümüş nitratla titre edilir. Oluşan gümüş klorür çöker ve kırmızı renkli gümüş kromat oluşur.

Kalsiyum (Ca^{+2}) ve magnezyum (Mg^{+2}) analizi EDTA titrasyon metoduna (Baltacı 2000) göre gerçekleştirilmiştir. Kalsiyum ve magnezyum içeren suya EDTA ilave edildiğinde pH'ın 12-13 olduğu esnada sadece kalsiyumun birleşeceği murexide indikatörü kullanıldığında kalsiyum EDTA ile reaksiyona girer, magnezyum ise magnezyum hidroksit şeklinde çöker (Baltacı 2000). Numunede erichrome black indikatörü ve tampon çözelti kullanılarak kalsiyum ve magnezyum toplam tayini yapılır. Bu değerden kalsiyum değerleri çıkarıldığında magnezyum hesaplanır (Baltacı 2000).

Bor (B) tayini carmin metoduna (Baltacı 2000, Greenberg ve ark. 1985) göre yapılmıştır. Bor iyonları carmin'in derişik sülfürük asitteki çözeltisi ile bor konsantrasyonuna bağlı olarak açık kırmızıdan mavimsi kırmızıya doğru renk vermektedir. Metodun esası bu rengin kolorimetrik olarak 585 nm'de ölçülmesine dayanmaktadır.

Alınan numunelerde demir (Fe^{2+}) tayini phenathroline metoduna (Baltacı 2000) göre yapılmıştır. Bu metotta demir asitle kaynatılarak çözünür ve hidroksil amin ile

Fe^{2+} ya indirgenir. Bu esnada phenathroline ile örnek pH 3.2-3.3'te muamele edilir ve 510 nm'de absorbans değeri okunur.

Arsenik (As) tayini gümüş dietilditiyo karbamat kolorimetrik metoduna (Baltacı 2000) göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem inorganik arseniğin asitli ortamda çinko ile jeneratörde gaz halindeki arsin'e indirgenmesi esasına dayanmaktadır.

Siyanür (CN) tayini kolorimetrik metoda (Baltacı 2000) göre yapılmıştır. Metodun esası siyanür iyonunun kloramin-T ile $pH < 8$ 'de CNO^- iyonuna hidroliz olmadan $CNCl$ 'e dönüştürülmesi ve reaksiyon tamamlandıktan sonra $CNCl$ pridin-barbiturik asit ile kırmızı-mavi renk vermesidir. Oluşan renk 575 ve 582 nm'de ölçülmektedir (Baltacı 2000).

Krom tayini difenil karbazid metoduna göre yapılmıştır (Baltacı 2000). Bu metod ile Cr^{+6} ölçülmektedir. Bu nedenle bütün krom $KMnO_4$ kullanılarak +6 değerlikli kroma dönüştürülür. Cr^{+6} asitli ortamda difenil karbazid ile 540 nm'de kırmızımsı mor renk verir (Baltacı 2000).

3.2.1.1. Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Yönünden Su Kalitesinin Belirlenmesi

Emet Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre su kalitesi, "Çevre ve Orman Bakanlığı" tarafından yayınlanmış "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" kapsamındaki kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre belirlenmiş olan kalite kriterlerine göre tespit edilmiştir (Anonim 2004) (Çizelge 3.1). Emet Çayında beş istasyonda, ondört aylık periyot içinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ortalama konsantrasyonları dikkate alınarak sıcaklık, pH, DO, NH_4^+-N , $NO_2^- -N$, $NO_3^- -N$, TKN, TP, SO_4^{-2} , TDS, Cl^- , Na^+ , Fe, BOI_5 , B ve As açısından akarsuyun su kalite sınıfları tespit edilmiştir.

Adı geçen Yönetmeliğin 7. maddesinde (Anonim 2004) kıta içi yüzeysel sular kalite kriterlerine göre dört sınıfa ayrılmıştır.

Sınıf I : Yüksek kaliteli su

Sınıf II : Az kirlenmiş su

Sınıf III : Kirli su

Sınıf IV : Çok kirlenmiş su

Çizelge 3.1. Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Anonim 2004)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

(a) - Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) - Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c) - pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH₃ N/l değerini geçmemelidir.

(d) - Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su ihtiyaçları için uygun olduğu kabul edilir.

A - Sınıf I - Yüksek kaliteli su

- a) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini,
- b) Rekreatif amaçlı (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil) kullanım,
- c) Alabalık üretimi,
- d) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı,
- e) Diğer amaçlar

B - Sınıf II - Az kirlenmiş su

- a) İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini,
- b) Rekreatif amaçlar,
- c) Alabalık dışında balık üretimi,
- d) Teknik Usuller Tebliği'nde verilecek olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak,
- e) Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.

C - Sınıf III - Kirlenmiş su; gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

D - Sınıf IV - Çok kirlenmiş su; Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılacak yüzeysel sulardır.

3. 2. 2. Bentik Omurgasız Örnekleri

3.2.2.1. Toplama, Tayin ve Sayım Yöntemleri

Bentik omurgasız örneklerinin toplanmasında Klemm ve ark. (2000)'nin metodu kullanılmıştır. Bentik omurgasız örnekleri, dip sedimentinin karıştırılması esasına dayanan kick-net yöntemi (tekmeleme) ile 1 mm göz açıklığına sahip el neti kullanılarak toplanmıştır (Klemm ve ark. 2000). Örnekleme yapılacak olan istasyonda, kick-net sapından dikey olarak sedimana yerleştirilmiş, tekmeleme hareketi ile (ayak topuğunu sağa sola oynatarak) sedimanla birlikte organizmaların kick-net içine dolması sağlanmıştır. Bu harekete 20 sn devam edilmiş ve 20 sn sonra kick-net dizlerin hizasına

alınarak örnekleme son verilmiştir. Örnekleme yapılan alan içindeki serbest taşlar elle toplanarak kick-net içine alınmıştır. Ayrıca bu alandan tekmeleme hareketi esnasında girmeyen midye, salyangoz gibi ağır organizmalar da elle toplanarak kick-net içine alınmıştır. Tüm bu işlemlere bir hat boyunca yarım metre aralıklarla akarsuyun bir ucundan diğer ucuna kadar devam edilmiş, akarsuyun diğer ucunda aynı işleme bu defa çapraz olacak şekilde diğer sahile doğru devam edilmiştir. Ancak 1 m'den fazla derinlikte olan istasyonlarda akarsuyun bir ucundan diğer ucuna ulaşamamıştır. Yukarıdaki işlem her istasyonda 10 defa tekrarlanmıştır. Klemm ve ark. (2000), her bir örnekleme istasyonunda 2 kick-net örneklemesinin yeterli olduğunu söylemektedirler. Ancak Klemm ve ark.(2000)'nin çalışmalarında kullandıkları modifiye kick-net'in alanının çalışmamızda kullanılan kick-net'in alanından daha büyük olması nedeniyle çalışmamızda 2 yerine 10 örnekleme yapılmıştır.

Alınan örneklerin temizlenebilmesi için kick-net dikey olarak su içine daldırılmış ve sallanarak fazla çamur ve ince kumun uzaklaştırılması sağlanmıştır. Bu işlem gerçekleştirilirken kick-net'in içine üst kısımdan ilave su, partikül, taş gibi materyalin girişi engellenmiştir. Kick-net içindeki örnekler 1 litrelik plastik kavanoza boşaltılmış, kick-net üzerine takılmış organizmalar pens yardımı ile toplanarak kabın içine alınmıştır. Örnek kabının içinde bulunan taş, yaprak, çubuk gibi büyük objeler, üzerlerinde bulunan organizmalardan temizlendikten sonra atılmıştır. Eğer örnek, kabın yarısından fazlasını doldurmuş ise başka bir kavanoza daha alınmıştır. Örneklerin üzerine % 4'lük formaldehit çözeltisi dökülerek fikse edilmiştir.

Sedimandan binoküler mikroskop altında temizlenen bentik omurgasız örnekleri % 80'lik etil alkol içinde alınarak tayinleri Cranston ve ark. (1987), Edington ve Hildrew (1981), Elliot (1977), Gledhill ve ark. (1976), Hynes (1977), Lehmkuhl (1979), Macan (1965, 1979), Şahin (1984) ve Quigley (1977)'e göre yapılmıştır. Bentik omurgasızların tayinlerinde bazı gruplar sadece familya düzeyinde bırakılırken, bazıları cins seviyesinde tayin edilmiştir.

Her bir örnek alma alanı kick-net'in alanına eşittir. Kick-net'in alanı kullanılarak bentik omurgasızların birim alandaki miktarları (org/m^2) belirlenmiştir.

3.2.2.2. Nispi Bolluk

Bentik omurgasız örneklerinin nispi bolluk değerleri her türün birim alandaki birey sayısının, tüm türlere ait birim alandaki birey sayısına oranlanmasının yüzdesidir ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Barbour ve ark.1999).

$$\text{Nispi Bolluk} = \frac{N_A}{N_n} \times 100$$

N_A : A türüne ait birim alandaki birey sayısı
 N_n : Tüm türlere ait birim alandaki birey sayısı

3.2.2.3. Nispi Frekans

Nispi frekans, organizmanın kaydedildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına oranının % olarak ifadesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bir komünitede bulunan taksonlar nispi frekans değerlerine göre 5 grupta incelenebilir. %1-20 nadiren mevcut, %21-40 bazen mevcut, %41-60 ekseriya mevcut, %61-80 çoğunlukla mevcut, %81-100 devamlı mevcut organizma olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Nispi Frekans} = \frac{N_A}{N_n} \times 100$$

N_A : A türünü içeren örnekleme sayısı
 N_n : Tüm örnekleme sayısı

3.2.2.4. Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metrik Sistemler

3.2.2.4.1. Tolerans Ölçümleri

Bentik omurgasızlar, çoğu organizma grubunda olduğu gibi, organik ve inorganik kirliliğe tolerans gösteren türler içermektedir. Bentik omurgasız grupları içinde her bir taksonun kirliliğe olan tolerans değerlerinin kullanılması temeline dayanan biyotik indeks veya skor sistemleri su kalitesinin biyolojik olarak

belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada su kalitesini biyolojik olarak belirlemek için beş farklı biyotik indeks ve skor sistemi uygulanmıştır.

3.2.2.4.1.1. Trent Biyotik İndeks (TBI)

Trent Biyotik İndeks (TBI), İngiltere’de Trent Nehri’nin izlenmesi amacıyla Woodiwiss (1964) tarafından geliştirilmiştir. Sonraki yıllarda bu indeksin diğer birçok ülkede de kullanılabilecek şekilde adaptasyonları oluşturulmuştur. İndeksin temelini kirliliğe hassas anahtar gruplar ile toplanan materyaldeki grupların toplam sayısı oluşturmaktadır. Temiz akarsuların indeks değeri 10’a yakındır. Bu değer kirliliğin artmasıyla düşmektedir. TBI’in hassasiyetini arttırabilmek için indeks değeri 0-15 olarak değiştirilmiş olup “Genişletilmiş Biyotik İndeks” adı verilmiştir (Woodiwiss 1978). Her iki indeksin de en kuvvetli yanı pratikte uygulanmasının çok kolay olmasıdır. Çünkü bu indekslerin uygulanması için sadece kalitatif örnekleme yeterlidir. Ancak indeksin uygulanmasında bolluk değerlerinin gözönüne alınmaması indeksin en eleştirilen yönünü oluşturmaktadır. Trent Biyotik İndeks ve Genişletilmiş Biyotik İndeks’in uygulanması ile ilgili bilgiler ve bu indekslerde kullanılan anahtar gruplar Çizelge 3.2.’de verilmiştir. TBI’de bentik omurgasızlar kick-net (tekmeleme) yöntemi ile toplanarak familya, cins veya tür düzeyine kadar teşhis edilir ve Çizelge 3.2.’nin yardımıyla indeks değeri saptanır. Örneğin; toplanan materyalde bulunan grupların toplam sayısı 12 ve Trichoptera larvaları bir türden fazla ise, bu bilgileri içeren satır ve sütun çakıştırılarak indeks değeri 8 olarak bulunmuş olur. TBI değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları Çizelge 3.3.’de verilmiştir (Anonim 1982).

3.2.2.4.1.2. Belçika Biyotik İndeks Yöntemi (BBI)

Belçika Biyotik İndeks Yöntemi (BBI), İndis Biyotik ile Trent Biyotik İndeks (TBI) yönteminin bileşimi olup toplama yöntemi TBI’deki gibidir (Kazancı ve ark. 1997). Belçika Biyotik İndeksinin uygulanması Çizelge 3.4.’de ve indeks değerlerinin karşılığı olan su kalite sınıfları Çizelge 3.5.’de verilmiştir (Kazancı ve ark. 1997). Bu indekste sistematik üniteler çoğunlukla cins ve familya seviyesinde kullanılmaktadır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.2. Trent Biyotik İndeks (Woodiwiss 1964) ve Genişletilmiş Biyotik İndeks (Woodiwiss 1978) Kazancı ve ark. 1997'dan alınmıştır.

Genişletilmiş biyotik indeks			Bulunan grupların* toplam sayısı									
			0-1	2-5	6-10	11-5	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45
Trent biyotik indeks			Bulunan grupların toplam sayısı									
			0-1	2-5	6-10	11-15	16+	Biyotik indeks				
Temiz	Plecoptera nimfleri	Bir türden fazla	-	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Sadece bir tür	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Artan kirlilik	Ephemeroptera nimfleri (<i>Baetis rhodani</i> hariç)	Bir türden fazla	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Sadece bir tür	-	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Trichoptera larvaları yada <i>Baetis rhodani</i>	Bir türden fazla	-	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Sadece bir tür	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<i>Gammarus</i>	Yukarıdaki türlerin tümü yok	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<i>Asellus</i>	Yukarıdaki türlerin tümü yok	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tubificid solucanlar ve/veya kırmızı Chidoniomid larvaları	Yukarıdaki türlerin tümü yok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Kirli	Yukarıdaki türlerin tümü yok	Oksijene gereksinim duymayan <i>Eristalis tenax</i> gibi bazı organizmalar	0	1	2	-	-	-	-	-	-	-

*Anahtar Gruplar (Hawkes 1979)

Playhelminthes'in her türü	Trichoptera'nın her familyası
Annelida (<i>Nais</i> cinsi hariç)	Neuroptera'nın her türü
<i>Nais</i> cinsi	Chironomidae familyası
Hirudinea'nın her türü	(<i>Chirononus thummi</i> hariç)
Mollusca'nın her türü	<i>Chirononus thummi</i>
Crustacea'nın her türü	Simuliidae familyası
Plecoptera'nın her türü	Diğer Diptera'nın her türü
Ephemeroptera'nın her cinsi	Coleoptera'nın her türü
(<i>Baetis rhodani</i> hariç)	Hydracarina'nın her türü
<i>Baetis rhodani</i>	

Çizelge 3.3. TBI Değerlerinin Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları (Anonim 1982).

Su Kalite Sınıfı	TBI
IA	10+
IB	9-8
II	7-5
III	4-3
IV	2-0

Çizelge 3.4. Belçika Biyotik İndeksi (De Pauw ve Vanhooren 1983) Kazancı ve ark. 1997'dan alınmıştır.

I Faunistik gruplar	II	III Bulunan sistematik ünitelerin toplam sayısı				
		0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	16 ve daha fazla
1. Plecoptera ya da Ecdyonuridae (=Heptageniidae)	1 çeşitli S.Ü.*	-	7	8	9	10
	2 sadece 1 S.Ü.	5	6	7	8	9
2. Evcikli Trichoptera	1 çeşitli S.Ü.	-	6	7	8	9
	2 sadece 1 S.Ü.	5	5	6	7	8
3. Ancyliidae ya da Ephemeroptera (Ecdyonuridae hariç)	1 2 S.Ü.'den fazla	-	5	6	7	8
	2 2 ya da < 2 S.Ü.	3	4	5	6	7
4. <i>Aphelocherius</i> ya da Odonata ya da Gammaridae ya da Mollusca (<i>Sphaeridae</i> hariç)	yukarıda bahsedilen 0 S.Ü'lerin tümü yok	3	4	5	6	7
5. <i>Asellus</i> ya da Hirudinea ya da <i>Sphaeridae</i> ya da Hemiptera (<i>Aphelocherius</i> hariç)	Yukarıda bahsedilen 0 S.Ü'lerin tümü yok	2	3	4	5	-
6. <i>Tubificidae</i> ya da <i>thummiplumosus</i> grubu Chironomidae	Yukarıda bahsedilen 0 S.Ü'lerin tümü yok	1	2	3	-	-
7. Eristalinae (<i>Syrphidae</i>)	Yukarıda bahsedilen 0 S.Ü'lerin tümü yok	0	1	1	-	-

*S.Ü. : Bu faunistik grupta gözlenen sistematik ünitelerin sayısı

Çizelge 3.5. BBI Değerlerinin Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları (Kazancı ve ark. 1997)

Su Kalite Sınıfı	Biyotik İndeks	Renk	Anlamı
I	10-9	Mavi	Hafif kirli ya da kirli değil
II	8-7	Yeşil	Hafifçe kirli
III	6-5	Sarı	Orta derecede kirli, kritik durum
IV	4-3	Turuncu	Yoğun kirli
V	2-0	Kırmızı	Çok yoğun kirli

Çizelge 3.6. Belçika Biyotik İndeksi'nde Teşhis Edilen Sistemik Birimlerin Kullanma Seviyeleri (Kazancı ve ark. 1997)

Taksonomik Grup	Sistemik birimlerin teşhis seviyesi
Plathelminthes	Cins
Oligochaeta	familya
Hirudinea	cins
Mollusca	cins
Crustacea	familya
Plecoptera	cins
Ephemeroptera	cins
Trichoptera	familya
Odonata	cins
Megaloptera	cins
Hemiptera	cins
Coleoptera	familya
Diptera	familya
	Chironomidae <i>thummi-plumosus</i>
	Chironomidae <i>thummi-plumosus</i> dışı
Hydracarina	Bulunurluk

3.2.2.4.1.3. Chandler Biyotik Skor Sistemi

Chandler Biyotik Skor Sistemi 1970 yılında Chandler adlı araştırmacı tarafından ortaya konan ve İskoçya'da uygulanarak geliştirilmiş bir sistemdir (Chandler 1970). Bu sistem TBI'nın geliştirilmiş halidir. TBI'dan farklı olarak bentik omurgasızların daha detaylı bir listesi ile bolluk faktörü sisteme ilave edilmiştir (Çizelge 3.7). Chandler biyotik skor sisteminde kirliliğe hassas grupların bollukları arttıkça skorun da arttığı görülmektedir (Kazancı ve ark. 1997).

Çizelge 3.7. Chander Biyotik Skor Sistemi (Chandler 1970)

Örnekte bulunan gruplar	Artan bolluk				
	Var	Birkaç	Yaygın	Bol	Çok bol
<i>Planaria alpina</i> , Taeniopterygidae, Perlidae, Isoperlidae, Chloroperlidae'nin her türü	90	94	98	99	100
Leuctridae, Capniidae, ve Nemouridae'nin her türü (<i>Amphinemura</i> hariç)	84	89	94	97	98
Ephemeroptera'nın her türü (<i>Baetis</i> hariç)	79	84	90	94	97
Evcikli Trichoptera, Megaloptera'nın her türü	75	80	86	91	94
<i>Ancylus</i> 'un her türü	70	75	82	87	91
<i>Rhyacophila</i> 'nın her türü (Trichoptera)	65	70	77	83	88
<i>Dicranota</i> , <i>Limnophora</i> cinsleri	60	65	72	78	84
<i>Simulium</i>	56	61	67	73	75
Coleoptera, Nematoda cinsleri	51	55	61	66	72
<i>Amphinemura</i> (Plecoptera)	47	50	54	58	63
<i>Baetis</i> (Ephemeroptera)	44	46	48	50	52
<i>Gammarus</i>	40	40	40	40	40
Evciksiz Trichoptera'nın her türü (<i>Rhyacophila</i> hariç)	38	36	35	33	31
Tricladida'nın her türü (<i>P. alpina</i> hariç)	35	33	31	29	25
Hydracarina cinsleri	32	30	28	25	21
Mollusca'nın her türü (<i>Ancylus</i> hariç)	30	28	25	22	18
Chironomidae'nin her türü (<i>Ch. riparius</i> hariç)	28	25	21	18	15
Glossiphonia'nın her türü	26	23	20	16	13
Asellus'un her türü	25	22	18	14	10
Sülüklerin her türü (<i>Glossiphonia</i> , <i>Haemopsis</i> hariç)	24	20	16	12	8
<i>Haemopsis</i> 'in her türü	23	19	15	10	7
<i>Tubifex</i> sp'nin her türü	22	18	13	12	9
<i>Chironomus riparius</i>	21	17	12	7	4
<i>Nais</i> 'in her türü	20	16	10	6	2
Hava solunumu yapan türlerin her türü	19	15	9	5	1
Canlı hayvan yok	0	0	0	0	0

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

BMWP skor sistemi, Chandler skor sistemini temel alarak 1978 yılında İngiltere’de Hellowell adlı araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Hellowell 1978). Familya düzeyinde teşhisin yeterli olması bu skor sisteminin kullanımını kolaylaştırmaktadır. BMWP skor sistemi, her bir familyaya kirliliğe olan toleranslarına göre skor verilmesi temeline dayanmaktadır. Organizmalar familya düzeyinde teşhis edildikten sonra her bir familyaya 1 ile 10 arasında skor verilmektedir. Skor değerleri her bir familyanın kirlilik toleransını ifade etmektedir. Kirliliğe duyarlı familyaların skoru yüksek, kirliliğe toleranslı familyaların ise skoru düşüktür. BMWP skoru, örnekleme yapılan bentik omurgasız familyalarına ve Oligochaeta ordosuna ait karşılık gelen skorların toplanmasıyla bulunmaktadır (Friedrich ve ark. 1996). BMWP skor sisteminde kullanılan grupların skorları Çizelge 3.8’de verilmiştir.

BMWP skor sistemi, 1988 yılında İspanya’da Alba-Tercedor ve Sánchez-Ortega isimli araştırmacılar tarafından modifiye edilmiş ve İspanyol versiyonu olarak ortaya konmuştur (Alba-Tercedor ve Sánchez-Ortega 1988). BMWP’ olarak ifade edilen modifiye formunda, orjinal BMWP skor sisteminde skoru bulunmayan bazı familyalara skor verilmiş ve familyaların skorlarında bazı değişiklikler yapılmıştır. Örneğin, BMWP skor sisteminde Diptera ordosunun sadece 3 familyasına ait skorlar kullanılırken, İspanyol versiyonunda çoğu familyaya skorlar eklenmiştir. İspanyol versiyonu BMWP skor sisteminde kullanılan grupların skorları Çizelge 3.9’da verilmiştir.

BMWP skorlarının karşılığı olan su kalite sınıfları Çizelge 3.10’da, İspanyol versiyonu BMWP skorlarının karşılığı olan su kalite sınıfları ise Çizelge 3.11’de verilmiştir.

3.2.2.4.1.5. Average Score Per Taxon (ASPT)

Her takson için ortalama skor olarak Türkçeleştirilebilir. ASPT değeri, bir komünite içinde yer alan tüm taksonların ortalama tolerans skorlarını ifade etmektedir ve BMWP değerinin o örneklemede skor değeri verilen takson sayısına bölünmesiyle

Çizelge 3.8. Biological Monitoring Working Party (BMWP) skor sisteminde (Hellowell 1978) kullanılan grupların skorları.

Familya			Skor		
PLATYHELMINTHES	Planariidae	5	HEMIPTERA	Hydrometridae	5
	Dendrocoelidae	5		Gerridae	5
GASTROPODA	Neritidae	6	Nepidae	5	
	Viviparidae	6	Naucoridae	5	
	Valvatidae	3	Aphelocheridae	10	
	Hydrobiidae	3	Notonectidae	5	
	Lymnaeidae	3	Pleidae	5	
	Physidae	3	Corixinae	5	
	Planorbidae	3	COLEOPTERA	Haliplidae	5
BIVALVIA	Ancylidae	6	Hygrobiiidae	5	
	Unionidae	6	Dytiscidae	5	
	Sphaeriidae	3	Gyrinidae	5	
OLIGOCHAETA	Tüm sınıf	1	Hydrophilidae	5	
HIRUDINEA	Piscicolidae	4	Clambidae	5	
	Glossiphoniidae	3	Scirtidae	5	
	Hirudinidae	3	Dryophidae	5	
	Erpobdellidae	3	Elmidae	5	
CRUSTACEA	Asellidae	3	MEGALOPTERA	Sialidae	4
	Corophiidae	6	TRICHOPTERA	Rhyacophilidae	7
	Gammaridae	6	Philopotamidae	8	
	Astacidae	8	Polycentropodidae	7	
EPHEMEROPTERA	Siphonuridae	10	Psycomyiidae	8	
	Baetidae	4	Hydropsichidae	5	
	Heptageniidae	10	Hydroptilidae	6	
	Letophlebiae	10	Phryganeidae	10	
	Ephemerellidae	10	Limnephilidae	7	
	Potamanthidae	10	Molannidae	10	
	Ephemeridae	10	Beraeidae	10	
	Caenidae	7	Odontoceridae	10	
PLECOPTERA	Taeniopterygidae	10	Leptoceridae	10	
	Nemouridae	7	Goeridae	10	
	Leuctridae	10	Lepidostomatidae	10	
	Capniidae	10	Brachycentridae	10	
	Perlodidae	10	Sericostomatidae	10	
	Perlidae	10	DIPTERA	Tipulidae	5
	Chloroperlidae	10	Chironomidae	2	
ZYGOPTERA	Platycnemididae	6	Simuliidae	5	
	Coenagrionidae	6			
	Lestidae	8			
	Calopterigidae	8			
ANISOPTERA	Gomphidae	8			
	Cordulegasteridae	8			
	Aeshnidae	8			
	Corduliidae	8			
	Libellulidae	8			

Çizelge 3.9. İspanyol Versiyonu Biological Monitoring Working Party (BMWP) skor sisteminde (Alba-Tercador ve Sánchez-Ortega 1988) kullanılan gurupların skorları

Familya		Skor	Familya		Skor
PLECOPTERA	Perlidae	10	MEGALOPTERA	Osmylidae	7
	Nemouridae	7	ODONATA	Calopterigidae	8
	Perlodidae	10		Lestidae	8
	Chloroperlidae	10		Platycnemididae	6
	Leuctridae	10		Coenagrionidae	6
	Capniidae	10		Cordulegasteridae	8
	Taeniopterygidae	10	Aeshnidae	8	
EPHEMEROPTERA	Heptageniidae	10	Gomphidae	8	
	Oligoneuriidae	5	Corduliidae	8	
	Ephemeridae	10	Libellulibae	8	
	Polymitarcidae	6	DIPTERA	Blephariceridae	10
	Ephemerellidae	7	Culicidae	2	
	Caenidae	4	Ephydriidae	2	
	Letophlebidae	10	Dixidae	4	
	Potamanthidae	10	Simuliidae	5	
	Baetidae	4	Chironomidae	2	
Siphonuridae	10	empididae	4		
TRICHOPTERA	Rhyacophilidae	7	Thaumaleidae	2	
	Hydropsichidae	5	Limoniidae	4	
	Polycentropodidae	7	Ceratopogonidae	4	
	Philopotamidae	8	Ptychopteridae	5	
	Sericostomatidae	10	Anthomyidae	4	
	Odontoceridae	10	Psychodidae	4	
	Brachycentridae	10	Stratiomyidae	4	
	Beraeidae	10	Athericidae	10	
	Lepidostomatidae	10	Tipulidae	5	
	Leptoceridae	10	Tabanidae	4	
	Limnephilidae	7	Sialidae	4	
	Glossosomatidae	8	HEMIPTERA	Hydrometridae	3
	Hydroptilidae	6	Gerridae	3	
	Goeridae	10	Hebridae	3	
	Psycomyiidae	8	Veliidae	3	
	Ecnomidae	5	Mesoveliidae	3	
	Helicopsychidae	4	Ochteridae	4	
Thremmatidae	6	Nepidae	3		
Phryganeidae	10	Corixinae	3		
COLEOPTERA	Dytiscidae	3	Naucoridae	3	
	Hygrobiidae	3	Pleidae	3	
	Curculionidae	4	Notonectidae	3	
	Crhysomelidae	4	CRUSTACEA	Palaemonidae	4
	Gyrinidae	3	Gammaridae	6	
	Haliplidae	4	Ostracodae	3	
	Hydrophilidae	3	Asellidae	3	
	Dryophidae	5	Astacidae	8	
	Elminthidae	5	Potamidae	7	
	Clambidae	5	Atyidae	7	
	Hydraenidae	5			
	Helodidae	3			

Çizelge 3.9.(Devam)İspanyol Versiyonu Biological Monitoring Working Party (BMWP') skor sisteminde (Alba-Tercador ve Sánchez-Ortega 1988) kullanılan grupların skorları

Familya			Familya		
	Familya	Skor		Familya	Skor
GASTROPODA	Ancylidae	6	HIRUDINEA	Piscicolidae	4
	Lymnaeidae	3		Hirudinidae	3
	Physidae	3		Erpobdellidae	3
	Planorbidae	3		Glossiphoniidae	3
	Neritidae	6	OLIGOCHAETA	Tüm sınıf	1
	Viviparidae	6	NEMATODA	Mermithidae	8
	Valvatidae	3	NEMATOMORPHA	Gordidae	8
	Bithyniidae	3		Hydrochiridae	5
BIVALVIA	Unionidae	6		Aphelocheridae	10
	Pisidiidae	7		Molannidae	10
	Dreissenidae	5		Corophiidae	6
	Sphaeriidae	3		Elophoridae	5
PLATYHELMINTHES	Planariidae	5		Dolichopodidae	4
	Dugesidae	5		Hydracarinae	4
	Dendrocoelidae	5		Hydrobiidae	3
				Muscidae	2

Çizelge 3.10. BMWP Skorlarının Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları (Anonim 1982).

Su Kalite Sınıfı	BMWP
IA	>65
IB	41-65
II	21-40
III	6-20
IV	<6

Sınıf IA Sular: Yüksek kaliteli, içme suyu temini ve diğer tüm kullanımlar için uygun olan sulardır.

Sınıf II B Sular: I A sınıfındaki kadar yüksek kalitede olmayan, tüm amaçlar için uygun sulardır.

Sınıf II Sular: Az kirlenmiş, uygun arıtmadan sonra içme suyu sağlanması ve balıkçılık amacıyla kullanılabilen sulardır.

Sınıf III Sular : Kirlenmiş, bazı endüstrilerin su temininde kullanılabilen sulardır.

Sınıf IV Sular: Aşırı kirlenmiş sulardır.

Çizelge 3.11. İspanyol versiyonu BMWP (BMWP') Skorlarının Karşılığı Olan Su Kalite Sınıfları (Alba-Tercedor&Sánchez-Ortega 1988).

Su Kalite Sınıfı	BMWP'
	>150 optimum su kalitesi
I	101-150
II	61-100
III	36-60
IV	16-35
V	<15

hesaplanmaktadır (Armitage ve ark. 1983). ASPT değerlerine göre su kalite sınıflarının değerlendirilmesi Çizelge 3.12.'de gösterilmiştir.

ASPT İspanyol değeri (ASPT') ise, BMWP skor sisteminin İspanyol versiyonunda elde edilen toplam skor değerinin, o örneklemede skor değeri verilen takson sayısına bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Alba-Tercedor & Sanchez-Ortega, 1988).

Çizelge 3.12. ASPT Değerlerinin Su Kalite Sınıflarının Değerlendirmesi (Armitage ve ark.1983)

ASPT Değeri	Su Kalite Sınıfı	Su Kalitesi Değerlendirmesi
>6	1	Temiz Su
5-6	2	Az kirlenmiş su
4-5	3	Orta kirlenmiş su
<4	4	Çok kirlenmiş su

3.2.2.4.2. Takson Zenginliği Ölçümleri

Takson zenginliği diğer bir deyişle bir örneklemede kaydedilen takson sayısı, sucul birliklerin çeşitliliğini yansıtmaktadır. Takson zenginliği genellikle tür düzeyindeki tanımlamaları içerir, ancak omurgasız birliklerinin değerlendirilmesinde sıklıkla genus, familya, ordo gibi daha yüksek taksonomik gruplar da kullanılmaktadır (Barbour ve ark. 1999). Yüksek takson zenginliği değerleri çoğunlukla temiz su koşullarının olduğunu göstermektedir (Bode ve ark. 1996).

3.2.2.4.2.1. Toplam Takson Zenginliği

Toplam takson zenginliği, her bir örneklemede kaydedilen toplam takson sayısını ifade etmektedir. Toplam takson zenginliği, ayrıca organizmaların anahtar indikatör gruplarının vurgulanmasında da kullanılmaktadır (Barbour ve ark. 1999).

3.2.2.4.2.2. Ephemeroptera Takson Zenginliği

Her bir örneklemede Ephemeroptera ordosuna ait kaydedilen takson sayısını ifade etmektedir. Genellikle genus veya tür düzeyinde tanımlama kullanılır (Barbour ve ark. 1999).

3.2.2.4.2.3. Plecoptera Takson Zenginliği

Her bir örneklemede Plecoptera ordosuna ait kaydedilen takson sayısını ifade etmektedir (Barbour ve ark. 1999).

3.2.2.4.2.4. EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) Takson Zenginliği

Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera ordolarına ait kaydedilen takson sayılarının toplamını ifade etmektedir (Barbour ve ark. 1999). Her üç gruptaki organizmalar da genellikle temiz suları tercih ettiklerinden, EPT takson zenginliği değerinin yüksek olması su kalitesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

3.2.2.4.2.5. Diptera Takson Zenginliği

Her bir örneklemede Diptera ordosuna ait kaydedilen takson sayısını ifade etmektedir. Diptera takson zenginliği Chironomidae familyası üyelerini de içermektedir (DeShon 1995).

3.2.2.4.2.6. Plecoptera Familya Zenginliği (PLECF)

Her bir örneklemede Plecoptera ordosuna ait kaydedilen familya sayısını ifade etmektedir (Pinto ve ark. 2004).

3.2.2.4.2.7. Trichoptera Familya Zenginliği (TRICF)

Her bir örneklemede Trichoptera ordosuna ait kaydedilen familya sayısını ifade etmektedir (Pinto ve ark. 2004).

3.2.2.4.3. Çeşitlilik Ölçümleri

Çeşitlilik, takson zenginliği (richness) ve komünite dengesinin (evenness) birlikte kullanılması ile bulunan bir değerdir (Bode ve ark. 1996).

3.2.2.4.3.1. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi

Takson çeşitliliği, takson zenginliği (taxa richness) ve komünite dengesi (evenness) değerlerinin kombine edilmesi ile elde edilen bir değerdir. Takson çeşitliliği

değerlerinin yüksek bulunması dengeli komuniteleri ifade ederken, çeşitlilik değerlerinin düşük olması stres veya etki altında olan komuniteleri ifade etmektedir. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (Shannon ve Weaver 1949) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\log_e P_i)$$

H': Shannon – Wiener indeksi

s: takson sayısı

P_i: i taksonuna ait birey sayısının, toplam popülasyondaki birey sayısına oranı

Çeşitlilik değerlerinin 3'den fazla olması akarsuyun temiz olduğunu göstermektedir. Değerlerin 1-3 arasında bulunması orta derecede kirlenmiş suları, 1'den az bulunması ise yoğun şekilde kirlenmiş suları karakterize etmektedir (Mason 1983).

3.2.2.4.3.2. Komünite Dengesi (Evenness, Equitability)

Her bir örneklemede hesaplanan Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (H') değerlerinin, aynı örneklemede kaydedilen toplam takson sayısına (*ln* tabanına göre) bölünmesi ile elde edilmektedir.

$$E = H' / \log_2 S$$

H' = Shannon-Weaner çeşitlilik indeksi değeri

S: her bir istasyondaki toplam takson sayısı

3.2.2.4.4. Kompozisyon Ölçümleri

Kompozisyon ölçümleri, bir birlikte ekolojik açıdan önem taşıyan anahtar taksonların nispi bolluklarının belirlenmesi temeline dayanmaktadır. Diğer bir deyişle, anahtar taksonların oluşturduğu popülasyonların toplam fauna içindeki nispi dağılımını ifade etmektedir. Anahtar taksonların doğrudan bolluk değerlerinin kullanılması yerine, toplam fauna içindeki nispi dağılımlarının kullanılması daha bilgilendiricidir, çünkü

kararlı, dengeli birliklerde grupların oransal dağılımı devamlılık gösterecektir, ancak bireysel bolluk değerleri popülasyonun büyüklüğüne göre değişmektedir (Barbour ve ark. 1995).

3.2.2.4.4.1. Ephemeroptera Yüzdesi (% Ephemeroptera)

Toplam fauna içindeki Ephemeroptera ordosuna ait popülasyonların nispi bolluklarını veya toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Barbour ve ark.1999).

3.2.2.4.4.2. Plecoptera Yüzdesi (% Plecoptera)

Toplam fauna içindeki Plecoptera ordosuna ait popülasyonların nispi bolluklarını veya toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Barbour ve ark.1999).

3.2.2.4.4.3. Trichoptera Yüzdesi (% Trichoptera)

Toplam fauna içindeki Trichoptera ordosuna ait popülasyonların nispi bolluklarını veya toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Barbour ve ark.1999).

3.2.2.4.4.4. EPT (Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera) Yüzdesi (% EPT)

Toplam fauna içindeki Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera ordolarına ait popülasyonların nispi bolluklarının toplamıdır. Diğer bir deyişle her üç ordoya ait kaydedilen birey sayılarının toplamının toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Barbour ve ark. 1999).

3.2.2.4.4.5. Diptera Yüzdesi (% Diptera)

Toplam fauna içindeki Diptera ordosuna ait populasyonların (Chironomidae dahil) nispi bolluklarını, diğer bir deyişle Diptera ordosuna ait populasyonların birey sayılarının toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Barbour ve ark.1999).

3.2.2.4.4.6. Chironomidae Yüzdesi (% Chironomidae)

Toplam fauna içinde Diptera ordosunun Chironomidae familyasına ait populasyonların nispi bolluklarını veya toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Barbour ve ark.1999).

3.2.2.4.4.7. Oligochaeta Yüzdesi (% Oligochaeta)

Annelida filumunun Oligochaeta sınıfına ait populasyonların nispi bolluklarını veya toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Barbour ve ark.1999).

3.2.2.4.4.8. Gastropoda Yüzdesi (% Gastropoda)

Mollusca şubesinin Gastropoda sınıfına ait populasyonların nispi bolluklarını veya toplam organizma içindeki yüzdesini ifade etmektedir (Pinto ve ark. 2004).

3.2.2.4.4.9. 1-GOLD indeks (1 - Gastropoda, Oligochaeta ve Diptera)

Her bir istasyonda Gastropoda (Mollusca), Oligochaeta (Annelida) ve Diptera (Insecta) sistematik ünitelerine ait populasyonların birey sayılarının toplamının, o istasyonda kaydedilen toplam organizma sayısına bölünmesi sonucu elde edilen değer 1'den çıkarılması ile 1-GOLD indeksi bulunmaktadır (Pinto ve ark. 2004).

3.2.2.4.5. Dayanıklılık/Dayanıksızlık Ölçümleri

Dayanıklılık/Dayanıksızlık ölçümleri, organizma gruplarının kirliliğe karşı nispi duyarlılıklarını temsil eden, kirliliğe dayanıklı ve dayanıksız taksonların sayısını veya yüzde kompozisyonunu içeren ölçümlerdir (Barbour ve ark. 1999). Tolerans, genellikle stres kaynaklarının tipine özgü değildir. Dayanıklılık/Dayanıksızlık ölçümleri taksonomiden bağımsız olabilir veya taksonların kirlilik toleranslarına özgü olabilir.

3.2.2.4.5.1. Ephemeroptera İçindeki % Baetidae Oranı

Genellikle kirliliğe duyarlı olarak bilinen Ephemeroptera ordosu içinde kirliliğe daha az duyarlı olan Baetidae familyasının yüzde oranının bilinmesi bu ordonun evenness (denge) değerinin tahmininde kullanılmaktadır. Toplam Ephemeroptera içinde Baetidae familyasının yüzde oranı, özellikle organik kirliliğin artışı ile birlikte artış gösterir (Barbour ve ark. 1999).

3.2.2.4.5.2. Ephemeroptera İçindeki % Caenidae Oranı

Ephemeroptera ordosu içinde Caenidae familyası üyelerinin yüzde oranını ifade etmektedir (Pinto ve ark. 2004).

3.2.2.4.5.3. Trichoptera İçindeki % Hydropsychidae Oranı

Genellikle kirliliğe duyarlı olarak bilinen Trichoptera ordosu içinde kirliliğe daha az duyarlı olan Hydropsychidae familyasının yüzde oranının bilinmesi bu ordonun evenness (denge) değerinin tahmininde kullanılmaktadır. Toplam Trichoptera içinde Hydropsychidae familyasının yüzde oranı, özellikle organik kirliliğin artışı ile birlikte artış göstermektedir (Barbour ve ark. 1999).

3.2.3. Epipelik Diyatomeler

3.2.3.1. Toplama, Tayin ve Sayım Yöntemleri

Epipelik alglerin toplanması ve laboratuvar çalışmaları Round (1953, 1981) ve Sladeckova'nın (1962) metotlarına göre yapılmıştır. Epipelik alg örnekleri 2 cm çapında, 1 m uzunluğunda cam borunun sediman üzerinde ışınal olarak gezdirilmesi ile toplanmıştır. Boruya dolan çamurlu su 1 lt'lik plastik kaplara boşaltılmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler içlerindeki çamurun çökmesi için bekletildikten sonra üstlerindeki su dikkatlice boşaltılmış ve 9 cm çapındaki petri kaplarına 1 cm kalınlıkta olacak şekilde dökülmüştür. Üzerlerine lamel kapatılan petri kapları 1 gün bekletildikten sonra lameller kaldırılmış ve alınan örnek saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. 50 ml'ye tamamlanan örneklerin 10 ml'si diyatomeler dışındaki alglerin tanımlanması ve sayımı için, 20 ml'si pigment analizleri için ayrılmıştır. Geriye kalan 20 ml'lik örneğe ise diyatomelerin tayinleri için eşit hacimlerde konsantre HNO₃ ve H₂SO₄ ilave edilerek çeker ocakta kaynatılmıştır. Kaynatılan örneklerdeki asit tamamen giderilene kadar saf su ile yıkama işlemlerine devam edildikten sonra diyatome früstüllerini içeren örnekler 20 ml'ye tamamlanmışlardır.

Diyatome örneklerinin sayımı ve tayinleri için mikropipet yardımı ile 0.01 ml ile 0.05 ml arasında değişen hacimde örnekler lamellerin üzerine damlatılarak kurutulmuş ve entellan kullanılarak daimi preperat haline getirilmiştir. Her örnek için üç daimi preperat hazırlanmış, her preperattan örneğin yoğunluğuna göre 1-3 sıra, lamel boyunca sayım yapılmış ve birim alandaki diyatome yoğunluğu hesaplanmıştır.

Epipelik alglerin mm²'deki toplam organizma sayısı ve her türe ait birey sayısı (populasyon yoğunluğu: population density) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Greenberg ve ark. 1985).

$$\text{Organizma/mm}^2 = \frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s} \quad A_c : F.d \times L$$

- N : Sayılan organizma sayısı
 A_t : Lamel alanı (mm²)
 V_t : Orijinal örneğin toplam hacmi (ml)
 A_c : Sayım yapılan mikroskop alanı (mm²)
 V_s : Damlatılan örnek hacmi (ml)
 A_s : Substratın alanı (mm²)
 F.d : Mikroskobun görüş alanı (mm)
 L : Sayım yapılan lamelin uzunluğu (mm)

Alglerin taksonomik tayinleri Hustedt (1930), Patrick ve Reimer (1966, 1975), Round ve ark. (1990) ve Krammer ve Lange-Bertalot'a (1991a, 1991b, 1997a, 1997b) göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.2. Nispi Bolluk

Alg türlerinin nispi bollukları her türün birim alandaki birey sayısının, tüm türlere ait birim alandaki birey sayısına oranlanmasının yüzdesidir ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Nispi Bolluk} = \frac{N_A}{N_n} \times 100$$

N_A : A türüne ait birim alandaki birey sayısı
 N_n : Tüm türlere ait birim alandaki birey sayısı

3.2.3.3. Nispi Frekans (Sıklık)

Alglerin nispi frekansları (sıklık veya % oranları) Braun-Blanquet metoduna (Williams 1987) göre yapılmıştır. Nisbi frekans, organizmanın kaydedildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına oranının % olarak ifadesi şeklinde tanımlanmaktadır. Nispi frekans aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. %1-20 nadiren mevcut, %21-40 bazen mevcut, %41-60 ekseriya mevcut, %61-80 çoğunlukla mevcut, %81-100 devamlı mevcut organizma olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Nispi Frekans} = \frac{N_A}{N_n} \times 100$$

N_A : A türünü içeren örnekleme sayısı
 N_n : Tüm örnekleme sayısı

3.2.3.4. Diyatomelerin Kullanıldığı Metrik Ölçümler

3.2.3.4.1. Diyatom Takson Zenginliği

Diyatom takson zenginliği, her bir örneklemede kaydedilen diyatom takson sayısını ifade etmektedir. Kaydedilen takson sayısının yüksek bulunması biyotik bütünlüğün yüksek olduğunu göstermektedir, çünkü habitatta yer alan çok sayıda takson mevcut koşullara adapte olmuş demektir. Artan kirliliğe bağlı olarak çok sayıda takson stres koşullarında bulunacağından takson sayısının azalması beklenir. Bununla beraber, birçok habitat doğal olarak düşük nutrient, düşük ışık veya diğer faktörlere maruz kalmış olabilir. Nutrient miktarındaki hafif bir artış, akarsu kaynaklarında veya doğal olarak verimli olmayan, nutrientçe fakir akarsularda kaydedilen takson sayılarında artışa neden olabilmektedir (Bahls ve ark. 1992).

3.2.3.4.2. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi

Diatomların çeşitlilikleri Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi her bir örneklemede bulunan tür sayısının ve bu türler arasında bireylerin dağılımının bir fonksiyonudur. Çünkü tür zenginliği (richness) ve komünite dengesi (evenness), birbirlerinden bağımsız ve karmaşık şekilde, su kirliliğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Sucul ekosistemlerdeki biyotik çeşitliliğin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bu indeks aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Shannon-Weaver 1949);

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i (\log_e P_i)$$

H' : Shannon – Wiener indeksi

s: takson sayısı

P_i : i taksonuna ait birey sayısının, toplam popülasyondaki birey sayısına oranı

3.2.3.4.3. Komünite Dengesi (Evenness, Equitability)

Her bir örneklemede hesaplanan Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi değerlerinin aynı örneklemede kaydedilen toplam takson sayısına (\ln tabanına göre) bölünmesi ile elde edilmektedir.

$$E = H' / \log_2 S$$

H' = Shannon-Weaner çeşitlilik indeksi değeri

S: her bir istasyondaki toplam takson sayısı

3.2.3.4.4. Tolerans Ölçümleri

Epipelik diyatomelerin organik ve inorganik kirliliğe gösterdikleri tolerans Trophic Diatom İndeks (TDI) ile belirlenmiştir.

3.2.3.4.4.1. Trophic Diatom İndeks (TDI)

Trophic Diatom İndeks (TDI), İngiltere’de akarsu ve nehirlerin trofik seviyesini belirlemek ve su sistemlerinin su kalitesini izleme çalışmalarında kullanılmak üzere 1995 yılında Kelly ve Whitton adlı araştırmacılar tarafından geliştirilen bir indekstir. TDI değerinin hesaplanmasında kullanılan orjinal takson listesi, listede yer alan her bir taksonun hassasiyet ve indikatör değerleri Kelly ve Whitton (1995) tarafından hazırlanmıştır, ancak bu liste sistematikte yapılan bazı değişiklikler gözönünde bulundurularak indeksin geçerliliğini arttırmak amacıyla Kelly ve ark. (2001) tarafından yeniden düzenlenmiştir.

TDI, Zelinka ve Marvan (1961)’ın ağırlıklı ortalama eşitliği temeline dayanmakta ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır;

$$index = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j v_j}{\sum_{j=1}^n a_j v_j}$$

a_j = örnekteki j türüne ait valvelerin bolluğu veya oranı

s_j = j türünün kirlilik hassasiyeti (1-5)

v_j = indikatör değeri (1-3).

Hassasiyet değerleri (s) aşağıdaki gibidir;

1= çok düşük nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler

2= düşük nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler

3= orta derecede nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler

4= yüksek nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler

5= çok yüksek nutrient konsantrasyonlarını tercih edenler

Birkaç taksonun TDI hassasiyet değeri sıfırdır. Bu taksonlar genellikle tatlısularda nadiren bulunan ve ekolojik ihtiyaçları tam olarak tanımlanmamış planktonik formları içermekte olup hesaplamaya katılmamışlardır.

Yukarıdaki eşitliğin hesaplanması bize örnekte mevcut olan taksonların “ağırlıklı ortalama hassasiyetini” (WMS) vermektedir. Bu değer 1 (çok düşük nutrient konsantrasyonuna sahip bölgeler için) ile 5 (çok yüksek nutrient konsantrasyonuna sahip bölgeler için) arasında değişmektedir. WMS değerinin 0’dan 100’e kadar olan skala üzerinde ifade edilmesi ile TDI değeri bulunmakta olup, aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$TDI = (WMS \times 25) - 25$$

WMS, her bir taksona ait kaydedilen valve sayısı kullanılarak ya da her bir taksonun toplam organizma içindeki yüzdesi kullanılarak hesaplanabilmektedir.

Taksonların toplam organizma içindeki yüzde değerlerinin kullanılması ile bölgeler arasındaki farklılıklar daha kolaylıkla karşılaştırılabilmektedir.

3.2.3.4.5. Kompozisyon Ölçümleri

3.2.3.4.5.1. *Achnanthes minutissima* Yüzdesi (% *Achnanthes minutissima*)

Achnanthes minutissima, geniş ekolojik koşullarda yaşayabilen kozmopolit bir türdür. Bağlı bir diatom türü olan *A. minutissima*, disturbans koşullarından sonra ortama ilk yerleşen öncü türlerden biridir. Bu tür, madenlerin oluşturduğu asiditeye veya diğer kimyasallara maruz kalan akarsularda sıklıkla dominant olmaktadır. *A. minutissima*'nın yüzde bolluğu toksik kirlenmenin veya disturbans koşullarının ardından geçen zaman ile doğrudan ilişkilidir. *A. minutissima* türünün yüzde bolluk değerleri disturbans derecesi hakkında bilgi vermektedir. Örneğin, % 0-25= disturbans yok, %25-50= az disturbans, %50-75= orta derecede disturbans, %75-100= ciddi disturbans olduğunu ifade etmektedir (Stevenson ve Bahls 1999).

3.2.3.4.5.2. Yüzde Oranlarının Kullanıldığı Diğer Taksonlar

Emet Çayı epipelik diatom florasında yaygın olarak bulunan bazı taksonların % oranları kullanılarak bu taksonların çevresel değişkenler ile aralarındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır. % *Amphora perpusilla*, % *Cocconeis pediculus*, % *Diatoma moniliformis*, % *Gomphonema olivaceum*, % *Navicula capitatoradiata*, % *Navicula veneta*, % *Navicula viridula*, % *Nitzschia amphibia*, % *Nitzschia dissipata*, % *Nitzschia palea*, % *Rhoicosphenia abbreviata*, % *Synedra ulna* taksonları Emet Çayı epipelik diatom florasında tekerrür oranları ve nisbi bollukları yüksek olmaları nedeniyle tercih edilmişlerdir.

3.2.4. İstatistiksel Analizler

Bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerin ordinasyonu Principal Components Analizine (PCA) göre gerçekleştirilmiştir. PCA analizinde ondokuz değişken kullanılmış olup bu değişkenler çalışma dönemi boyunca tüm aylarda ve istasyonlarda

tespit edilen değişkenler olmuştur. PCA analizi uygulanmadan önce ham veriler standartize edilmiş ve analiz, korelasyon matrisine göre uygulanmıştır. PCA analizinden elde edilen ilk iki eksene ait sonuçların anlamlılığı Pearson Product Moment korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

Bentik omurgasızlara ve epipelik diyatomelere ait bolluk ve nispi bolluk verilerine de PCA analizi uygulanmıştır. Ham veriler PCA analizinden önce standartize edilmiş ve analizler korelasyon matrisine göre gerçekleştirilmiştir. PCA ekseninde her bir takson bir numara ile temsil edilmiş, bu numaraların temsil ettiği organizmalar takson listelerinde verilmiştir.

Bentik omurgasızlara ve epipelik diyatomelere ait metrik skorların bentik omurgasız ve epipelik diyatome komunitelerini temsil edip etmediği bir ordınasyon metodu olan Detrended Correspondance Analizi (DCA) uygulanarak tespit edilmiştir. DCA analizinden elde edilen ilk iki eksenin hangilerinin anlamlı olduğu ve organizma topluluklarını temsil edip etmediği yine Pearson Product Moment korelasyon analizi uygulanarak bulunmuştur.

Bentik omurgasızlara ve epipelik diyatomelere ait metriklerin Emet Çayı'ndaki çevresel kirlilik ile olan ilişkisini tespit etmek için, uygulanan metrikler ile ondokuz fiziksel ve kimyasal değişkenin kullanıldığı PCA analizinin ilk iki ekseni arasında Spearman rank korelasyon analizi uygulanmıştır. Bununla birlikte her iki organizma grubuna ait metriklerin bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerle doğrudan ilişkileri Spearman Rank Korelasyonu ile belirlenmiştir.

Bentik omurgasızlara ve epipelik diyatomelere ait bolluk değerleri ile yirmialtı adet fiziksel ve kimyasal değişken arasındaki ilişkileri belirlemek için bir doğrusal gradient analizi olan Canonical Correspondance Analizi (CCA) uygulanmıştır. CCA uygulanırken takson verilerinden nadir türlerin ağırlıkları düşürülmüştür. CCA analizi tür dağılımı ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi iyi açıklayan bir analizdir. CCA analizinde ilk eksenin ve tüm eksenlerin anlamlılığı Monte Carlo permutasyon testi ile test edilmiştir.

CCA ve DCA analizleri CANOCO for Windows 4.5 paket programında (Ter Braak ve Smilauer 1998), PCA analizi MINITAB 13 istatistik programında (Minitab Inc. 2000), Pearson Product Moment korelasyon analizi STATISTICA 5.0 paket

programında (StaSOFT Inc. 1995) ve Spearman Rank korelasyon analizi ise SPSS 11.0 paket programında (SPSS Inc. 2001) uygulanmıştır.

3.2.5. Meteorolojik Veriler

Çalışmanın yapıldığı Nisan 2001- Mayıs 2002 tarihleri arasında Emet Çayı'nın üst havzasını temsil eden Gediz Meteoroloji İstasyonu, orta havzayı temsil eden Dursunbey Meteoroloji İstasyonu ve alt havzayı temsil eden Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonlarında kaydedilen aylık minimum, ortalama ve maksimum hava sıcaklıkları ve aylık toplam yağış verileri Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

4.1.1. Emet Çayı'nda Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Emet çayında belirlenen beş istasyondan çalışma periyodu boyunca aylık olarak alınan su örneklerinde ölçülen fiziksel ve kimyasal değişkenlerin minimum, maksimum değerleri, aritmetik ortalamaları ve standart hataları Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'de verilmiştir.

4.1.1.1. Akarsu Debisi (Q)

Emet çayında ölçülen debi değerleri aylara, istasyonlara ve meteorolojik koşullara bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Çalışma periyodu boyunca en düşük debi Ağustos 2001'de Yeşilçay istasyonunda $0.145 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak (Çizelge 4.1), en yüksek debi ise Mart 2002'de Devecikonağı istasyonunda $135 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5). En düşük ortalama debi $1.095 \pm 0.296 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1), en yüksek ortalama debi $26.783 \pm 9.986 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak Devecikonağı istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Debi değerleri tüm istasyonlarda Ekim 2001 tarihinden itibaren artış göstermiştir. Yeşilçay ve Gökçedağ'da çalışma boyunca görülen en yüksek debi değerleri Aralık 2001'de kaydedilirken, diğer istasyonlarda en yüksek debi değerleri Mart 2002'de tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

4.1.1.2. Sıcaklık

En düşük su sıcaklığı $5 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak Mart 2002'de Hisarcık istasyonunda (Çizelge 4.2, Şekil 4.2), en yüksek su sıcaklığı $27.7 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak Temmuz 2001'de Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.2). En düşük ortalama su sıcaklığı $14.3 \pm 1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak Hisarcık'ta (Çizelge 4.2), en yüksek ortalama su sıcaklığı ise $16.8 \pm 1.8 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak Yeşilçay istasyonunda ölçülmüştür (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Yeşilçay İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

	n	minimum	maksimum	ortalama ± standart hata
Debi (m ³ /s)	14	0.145	3.5	1.095±0.296
Sıcaklık (°C)	14	6.7	27.7	16.764±1.847
pH	14	7.7	8.4	8.057±0.064
EC (mho/cm)	14	367	730	608±32
TDS (mg/l)	14	201	614	396±29
DO (mg/l)	14	6.3	12.9	8.9±0.44
pV (mg/l)	9	1.25	24.98	4.38±2.58
BOİ ₅ (mg/l)	14	0.1	8.45	2.18±0.53
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	14	108	220	170.5±9.44
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	14	0	28.34	7.03±3.12
TH (mgCaCO ₃ /l)	14	148	408	294±20.7
N-NH ₃ (mg/l)	14	0	0.534	0.118±0.04
N-NO ₂ (mg/l)	9	0.003	0.059	0.014±0.006
N-NO ₃ (mg/l)	14	0.19	3.18	0.868±0.224
P-PO ₄ (mg/l)	14	0	0.458	0.074±0.032
TP (mg/l)	9	0.2	2.44	0.943±0.246
SO ₄ (mg/l)	14	34.1	354	183±26.8
Si (mg/l)	14	0.75	3.23	1.869±0.193
AKM (mg/l)	9	1.6	33	10.451±3.495
Cl (mg/l)	14	5.25	15.6	9.041±0.703
Fe (mg/l)	9	0.056	12.4	1.503±1.366
Na (mg/l)	9	5.4	15.1	8.111±1.00
K (mg/l)	9	1.3	5.4	2.5±0.47
Ca (mg/l)	14	25.05	107.1	70.5±6.88
Mg (mg/l)	14	10.94	47.78	28.7±3.19
B (mg/l)	14	0	1.28	0.131±0.092
As (mg/l)	9	0	0.102	0.024±0.011

Çizelge 4.2. Hisarcık İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

	n	minimum	maksimum	ortalama±standart hata
Debi (m ³ /s)	14	0.202	15	4.062±1.153
Sıcaklık (°C)	14	5	21.7	14.3±1.5
pH	14	7.7	8.2	7.9±0.04
EC (mho/cm)	14	386	1089	804±58
TDS (mg/l)	14	234	885	530±47
DO (mg/l)	14	6.9	12.2	9.3±0.37
pV (mg/l)	9	1.55	17.81	4.07±1.75
BOİ ₅ (mg/l)	14	0.2	4.4	1.99±0.31
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	14	114	383.05	220±19.74
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	14	0	0	0
TH (mgCaCO ₃ /l)	14	126	513	342±29.8
N-NH ₃ (mg/l)	14	0	0.714	0.159±0.051
N-NO ₂ (mg/l)	9	0.006	0.055	0.019±0.005
N-NO ₃ (mg/l)	14	0.111	2.35	0.972±0,183
P-PO ₄ (mg/l)	14	0.049	0.498	0.199±0.041
TP (mg/l)	9	0.39	2.83	1.841±0.294
SO ₄ (mg/l)	14	91.2	475	278±36.8
Si (mg/l)	14	1.32	4.56	2.47±0.23
AKM (mg/l)	9	2.5	28.4	15.12±3.08
Cl (mg/l)	14	6.26	24.97	13.004±1.251
Fe (mg/l)	9	0.03	11.83	1.534±1.289
Na (mg/l)	9	10	15.1	11.9±0.65
K (mg/l)	9	2.5	6	3.72±0.41
Ca (mg/l)	14	40.08	141.9	98,6±9.78
Mg (mg/l)	14	6.08	41.66	23.05±3.33
B (mg/l)	14	0	5.56	1.26±0.45
As (mg/l)	9	0.023	0.255	0.115±0.025

Çizelge 4.3. Gökçedağ İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

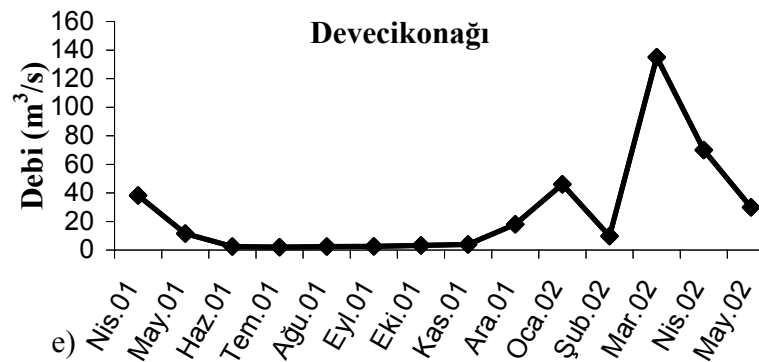
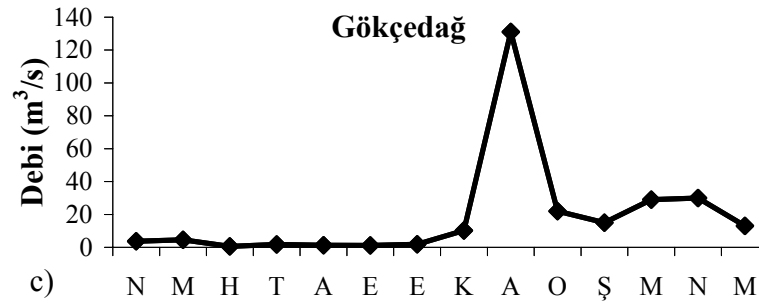
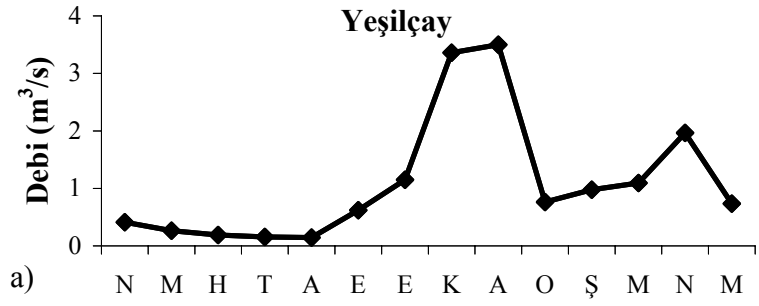
	n	minimum	maksimum	ortalama±standart hata
Debi (m ³ /s)	14	0.54	131	18.937±9.051
Sıcaklık (°C)	13	8	25.3	15.9±1.858
pH	13	7.7	8.6	8.2±0.076
EC (mho/cm)	13	573	884	751±24
TDS (mg/l)	13	307	655	480±26
DO (mg/l)	13	8.4	13.3	10.4±0.36
pV (mg/l)	9	1.64	7.8	3.46±0.66
BOİ ₅ (mg/l)	13	0.3	8.9	2.56±0.61
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	13	140	290.45	235.3±11.07
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	13	0	65.03	18.7±6.005
TH (mgCaCO ₃ /l)	13	192	448	343.8±18.8
N-NH ₃ (mg/l)	13	0	1.071	0.12±0.082
N-NO ₂ (mg/l)	9	0	0.027	0.013±0.003
N-NO ₃ (mg/l)	13	0.062	4.13	1.488±0.319
P-PO ₄ (mg/l)	13	0.028	1.094	0.202±0.078
TP (mg/l)	8	0.55	3.09	1.63±0.34
SO ₄ (mg/l)	13	101.8	252	186.4±13.4
Si (mg/l)	13	1.47	3.75	2.74±0.17
AKM (mg/l)	8	3.6	208	63.65±27.12
Cl (mg/l)	13	10.28	19.3	15.01±0.828
Fe (mg/l)	9	0.044	11.825	1.74±1.28
Na (mg/l)	9	11.2	19.6	14.7±0.84
K (mg/l)	9	2.8	6.3	3.93±0.39
Ca (mg/l)	13	12.02	98.24	54.94±7.05
Mg (mg/l)	13	28.58	69.93	49.94±3.65
B (mg/l)	13	0	2.43	1.084±0.228
As (mg/l)	8	0	0.102	0.044±0.012
Cr (mg/l)	7	0	0.043	0.015±0.006
CN (mg/l)	3	0.001	0.003	0.002±0.001

Çizelge 4.4. Kızkayası İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

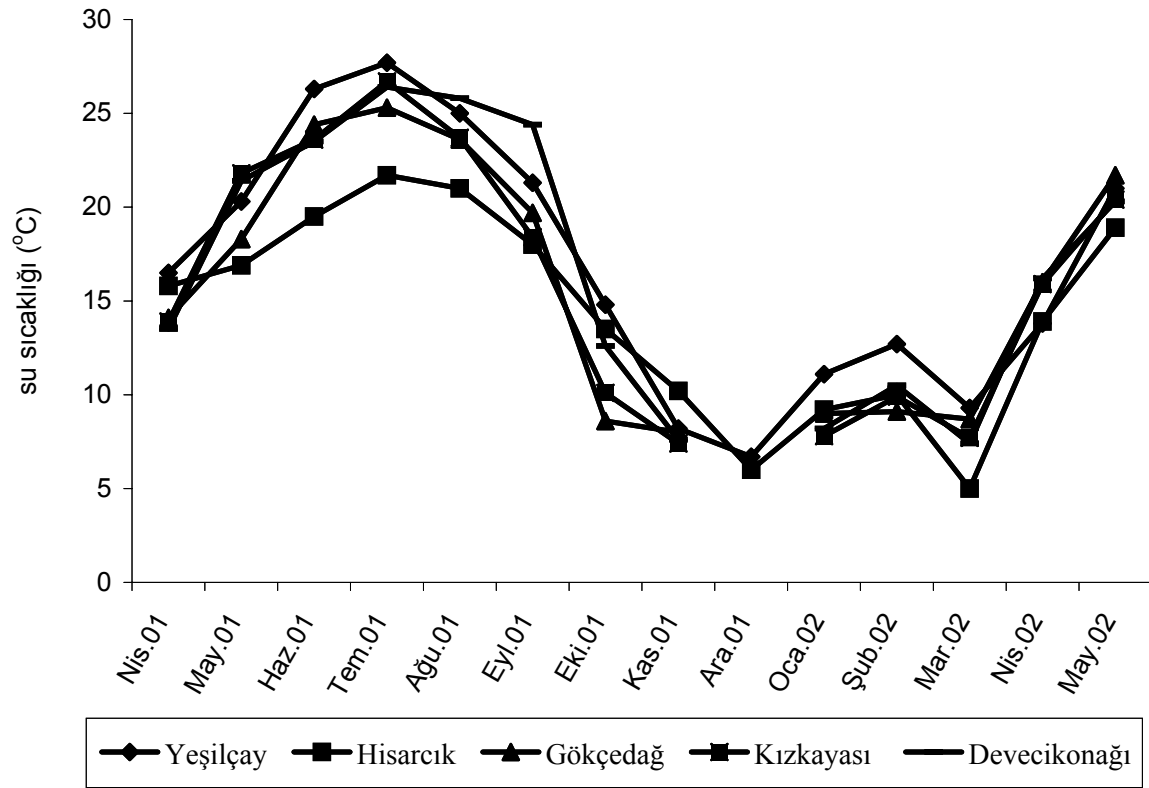
	n	minimum	maksimum	ortalama±standart hata
Debi (m ³ /s)	13	1.87	90	24.483±8.034
Sıcaklık (°C)	13	7.4	26.7	15.9±1.9
pH	13	7,5	8,8	8.2±0.09
EC (mho/cm)	13	394	730	584±28.5
TDS (mg/l)	13	216	561	377±23.2
DO (mg/l)	13	7.5	13.46	10.02±0.43
pV (mg/l)	9	1,03	9,05	3.59±0.78
BOİ ₅ (mg/l)	13	0.4	4.2	2.35±0.31
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	13	100	267	208±12.8
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	13	0	44.3	11.81±4.62
TH (mgCaCO ₃ /l)	12	174	329	271±13.8
N-NH ₃ (mg/l)	12	0	0.336	0.098±0.03
N-NO ₂ (mg/l)	9	0.004	0.05	0.018±0.006
N-NO ₃ (mg/l)	13	0.272	5.885	2.062±0.503
TKN (mg/l)	4	0.864	2.074	1.298±0.266
P-PO ₄ (mg/l)	13	0	0.144	0.061±0.014
TP (mg/l)	7	0.2	11.41	2.527±1.499
SO ₄ (mg/l)	13	21.6	180	105±15.4
Si (mg/l)	13	1.82	4,22	2.863±0.186
AKM (mg/l)	9	1.2	357	77.74±36.97
Cl (mg/l)	12	9.47	16.02	13.675±0.585
Fe (mg/l)	9	0.036	15	2.151±1.635
Na (mg/l)	9	8.3	15.8	12.456±0.702
K (mg/l)	9	2.1	4.1	2.978±0.273
Ca (mg/l)	12	26.05	65.22	47.079±3.648
Mg (mg/l)	12	13.89	54.72	37.18±3.575
B (mg/l)	13	0	2.41	0.693±0.204
As (mg/l)	9	0	0.175	0.049±0.023
Cr (mg/l)	4	0.02	0.08	0.051±0.013
CN (mg/l)	4	0.002	0.003	0.003±0.0003

Çizelge 4.5. Devecikonağı İstasyonuna Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

	n	minimum	maksimum	ortalama ± standart hata
Debi (m ³ /s)	14	2	135	26,783±9,986
Sıcaklık (°C)	13	7,4	26,4	16,754±2,001
pH	13	7,6	8,8	8,2±0,085
EC (mho/cm)	13	372	724	576,538±29,027
TDS (mg/l)	13	226	538	367,154±20,958
DO (mg/l)	13	6,4	13,79	10,172±0,573
pV (mg/l)	10	1,06	39,77	7,994±3,72
BOİ ₅ (mg/l)	13	0,8	5,02	2,827±0,382
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	13	162,5	250	201,86±7,693
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	13	0	50,89	17,072±6,28
TH (mgCaCO ₃ /l)	13	141	342	265,385±18.92
N-NH ₃ (mg/l)	13	0	0,495	0,103±0.04
N-NO ₂ (mg/l)	10	0,003	0,08	0,019±0.007
N-NO ₃ (mg/l)	13	0,287	5,075	1,851±0.392
TKN (mg/l)	10	0,07	3,034	1,298±0.274
P-PO ₄ (mg/l)	13	0	0,355	0,129±0.038
TP (mg/l)	7	0,16	1,56	0,786±0.185
SO ₄ (mg/l)	13	24	184	111,038±14.815
Si (mg/l)	13	0,05	3,47	2,627±0.263
AKM (mg/l)	10	12,4	703	108,67±67.028
Cl (mg/l)	13	9,22	15,82	13,067±0.61
Fe (mg/l)	10	0,01	20,5	2,868±2.048
Na (mg/l)	10	8,7	16,6	13,17±0.733
K (mg/l)	10	2,3	4,4	3,26±0.254
Ca (mg/l)	13	20,04	81,81	45,228±4.819
Mg (mg/l)	13	15,35	63,84	36,864±3.818
B (mg/l)	13	0	2,95	0,753±0.274
As (mg/l)	10	0	0,25	0,071±0.022
Cr (mg/l)	8	0	0,088	0,028±0.011
CN (mg/l)	10	0	0,004	0,002±0.0005



Şekil 4.1. Akarsu Debisinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.2. Su Sıcaklığının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.1.1.3. pH

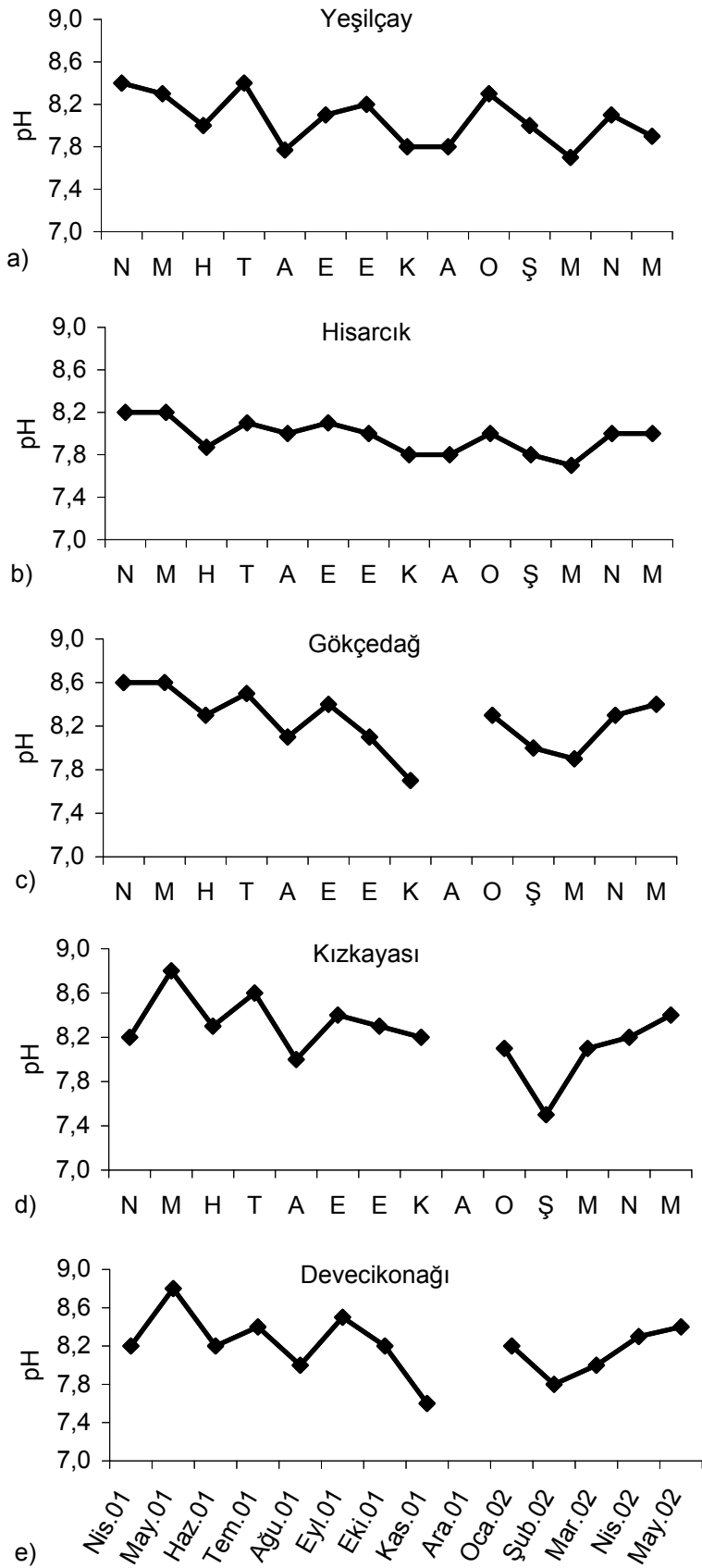
Çalışma süresi boyunca ölçülen pH değerleri 7.5 ile 8.8 arasında değişmiş olup, en düşük değer Şubat 2002 tarihinde Kızılkayası istasyonunda (Çizelge 4.4, Şekil 4.3), en yüksek değer Mayıs 2001 tarihinde Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında kaydedilmiştir (Çizelge 4.4, 4.5, Şekil 4.3). En düşük ortalama pH değeri 7.9 ± 0.04 olarak Hisarcık istasyonunda (Çizelge 4.2), en yüksek ortalama pH değeri 8.2 ± 0.08 olarak Gökçedağ istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.1.4. Elektriksel İletkenlik (EC) ve Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

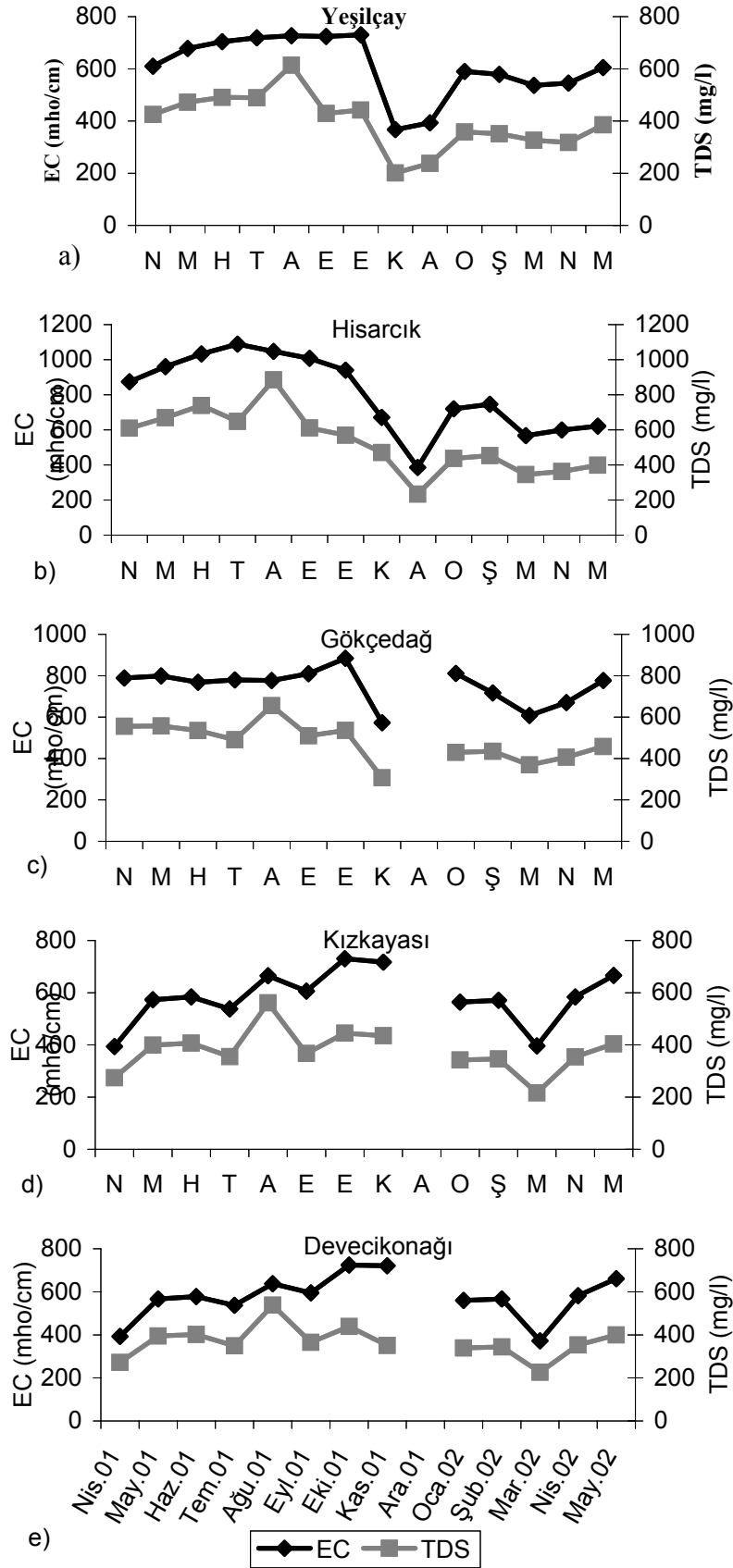
Çalışma periyodu boyunca ölçülen en düşük elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde değerleri sırasıyla 367 mho/cm ve 201 mg/l olarak Kasım 2001 tarihinde Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1, Şekil 4.4), en yüksek elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde değerleri ise sırasıyla 1089 mho/cm olarak Temmuz 2001'de, 885 mg/l olarak Ağustos 2001'de Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.4). Elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş maddenin en düşük yıllık ortalama değerleri, sırasıyla 577 ± 29 mho/cm ve 367 ± 21 mg/l olarak Devecikonağı istasyonunda (Çizelge 4.5), en yüksek yıllık ortalama değerleri ise 804 ± 58 mho/cm ve 530 ± 47 mg/l olarak Hisarcık istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.1.5. Çözünmüş Oksijen (DO)

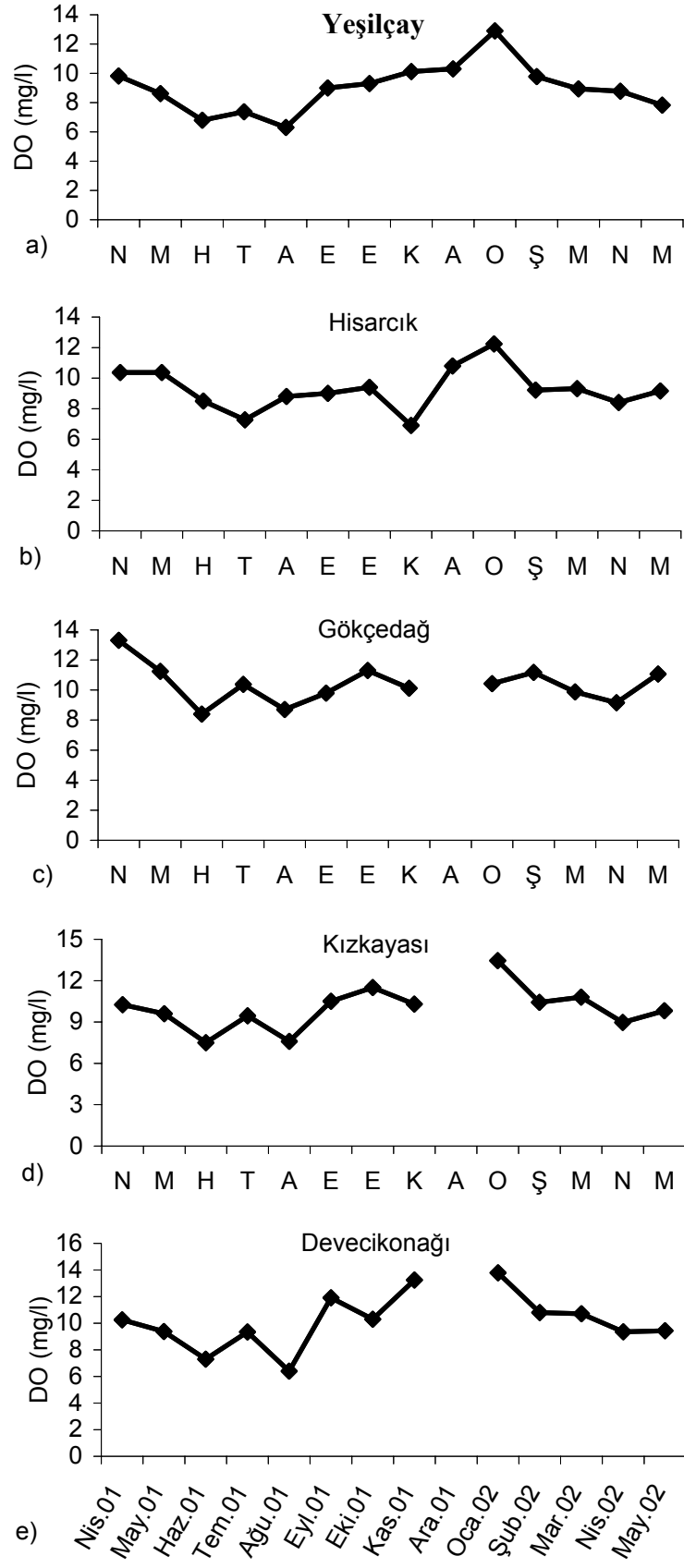
En düşük çözünmüş oksijen değeri 6.3 mg/l olarak Ağustos 2001'de Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1, Şekil 4.5), en yüksek değer ise 13.8 mg/l olarak Ocak 2002'de Devecikonağı istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.5). Yıllık ortalama en düşük çözünmüş oksijen değeri 8.9 ± 0.44 mg/l olarak Yeşilçay istasyonunda bulunurken (Çizelge 4.1), en yüksek yıllık ortalama değer 10.4 ± 0.36 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).



Şekil 4.3. pH Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişim



Şekil 4.4. EC ve TDS Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.5.Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.1.1.6. Permanganat Değeri (pV)

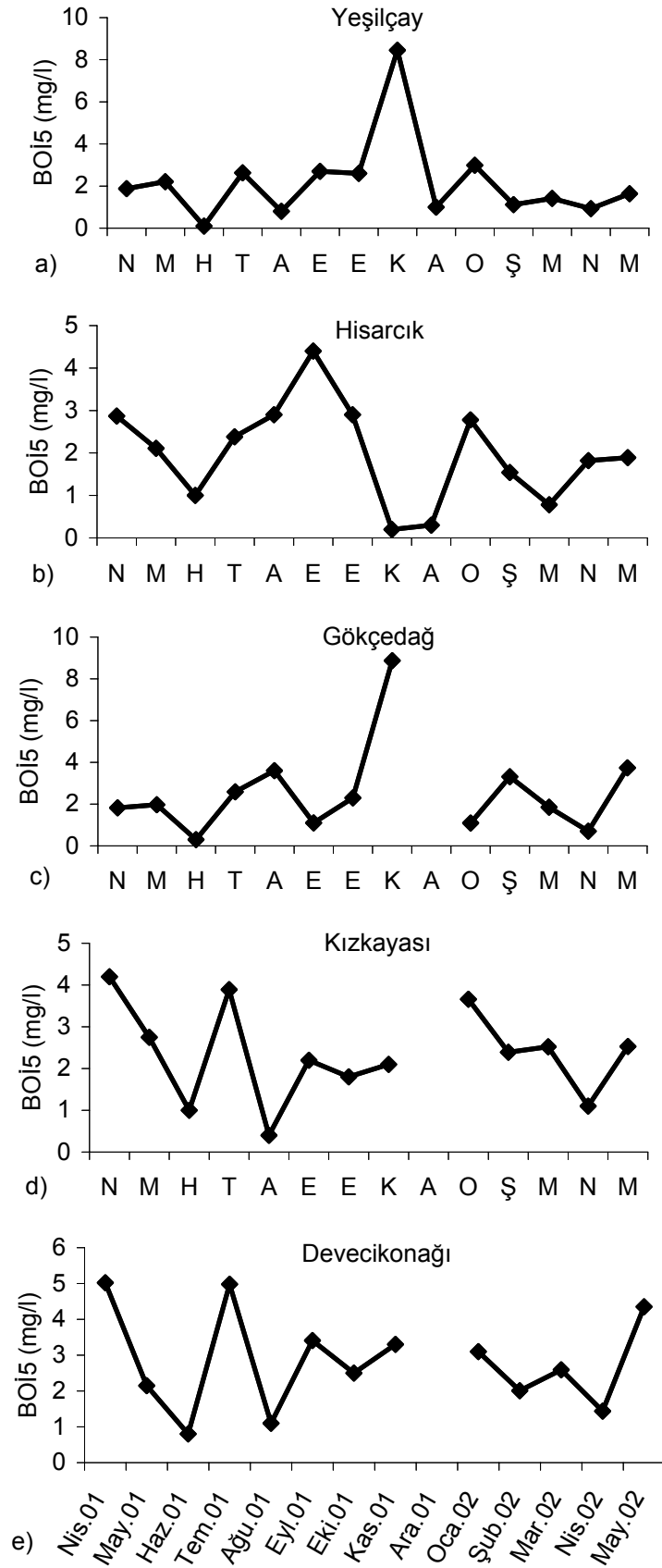
Permanganat değeri ölçümleri Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık 2001 tarihleri haricinde yapılabilmıştır. Çalışma süresince ölçülen en düşük pV değeri 1.03 mg/l olarak Ocak 2002 tarihinde Kızılkayası istasyonunda tespit edilirken (Çizelge 4.4), en yüksek pV değeri 39.77 mg/l olarak Kasım 2001 tarihinde Devecikonağı istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.5). En düşük ve en yüksek yıllık ortalama pV değerleri ise sırasıyla 3.46 ± 0.66 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda (Çizelge 4.3) ve 7.99 ± 3.72 mg/l olarak Devecikonağı istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.5).

4.1.1.7. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

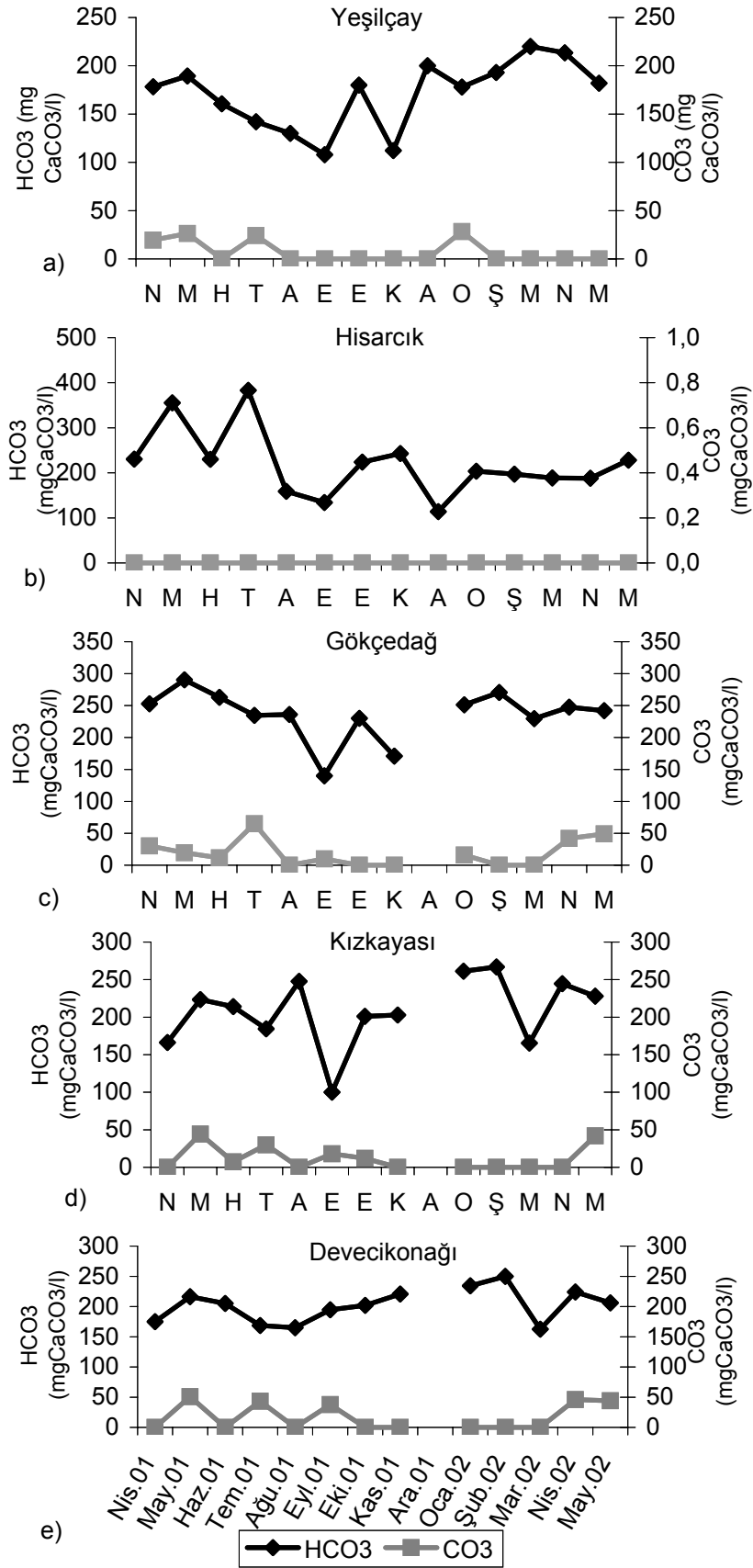
Çalışma boyunca ölçülen biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerleri 0.1 mg/l ile 8.87 mg/l arasında değişmiş olup, en düşük değer Haziran 2001'de Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1, Şekil 4.6), en yüksek değer Kasım 2001'de Gökçedağ istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.6). En düşük ve en yüksek yıllık ortalama BOİ₅ değerleri sırasıyla 1.99 ± 0.31 mg/l olarak Hisarcık istasyonunda (Çizelge 4.2) ve 2.83 ± 0.38 mg/l olarak Devecikonağı istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

4.1.1.8. Bikarbonat (HCO₃⁻)

Çalışma boyunca en düşük bikarbonat değeri 100 mgCaCO₃/l olarak Eylül 2001'de Kızılkayası istasyonunda (Çizelge 4.4, Şekil 4.7), en yüksek bikarbonat değeri ise 383.05 mgCaCO₃/l olarak Temmuz 2001'de Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.7). En düşük yıllık ortalama bikarbonat değeri 170.5 ± 9.44 mgCaCO₃/l olarak Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1), en yüksek yıllık ortalama bikarbonat değeri ise 235 ± 11.07 mgCaCO₃/l olarak Gökçedağ istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).



Şekil 4.6. BOI₅ Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.7. HCO₃ ve CO₃ Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.1.1.9. Karbonat (CO_3^{2-})

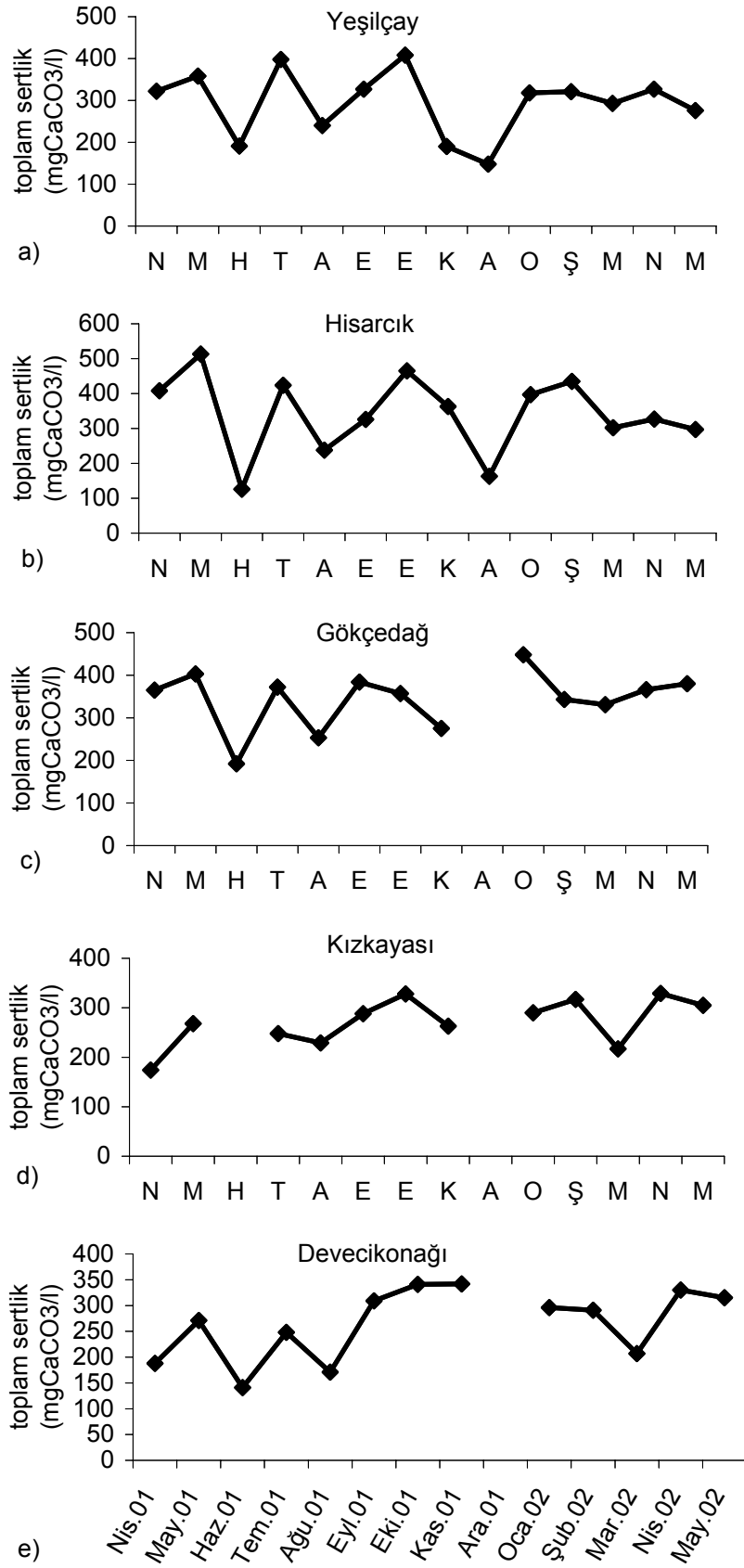
Karbonat değeri Hisarcık istasyonunda tüm çalışma periyodu boyunca 0.00 mgCaCO₃/l olarak kaydedilmiştir (izelge 4.2, Şekil 4.7). Benzer Şekilde diğer istasyonlarda da çoğu ayda karbonat değeri 0.00 mgCaCO₃/l olarak bulunmuştur (Şekil 4.7). En yüksek karbonat değeri Temmuz 2001'de Gökçedağ istasyonunda 65.03 mgCaCO₃/l olarak tespit edilmiştir (izelge 4.3, Şekil 4.7). En düşük yıllık ortalama karbonat değeri 0.00 mgCaCO₃/l olarak Hisarcık istasyonunda (izelge 4.2), en yüksek yıllık ortalama değer ise 18.7±6.005 mgCaCO₃/l olarak Gökçedağ istasyonunda belirlenmiştir (izelge 4.3).

4.1.1.10. Toplam Sertlik (TH)

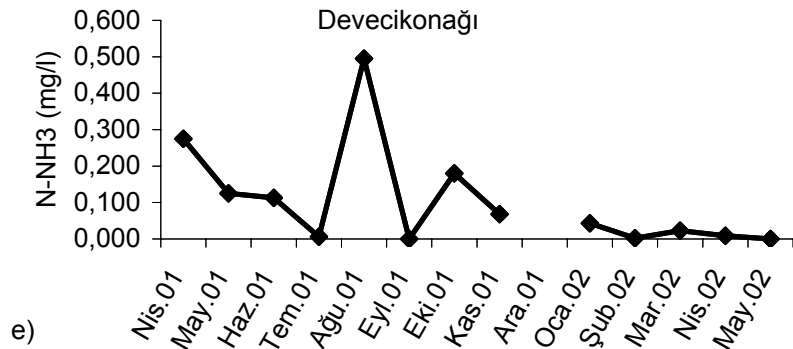
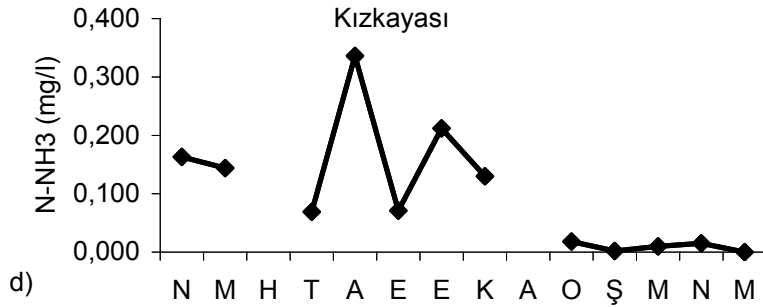
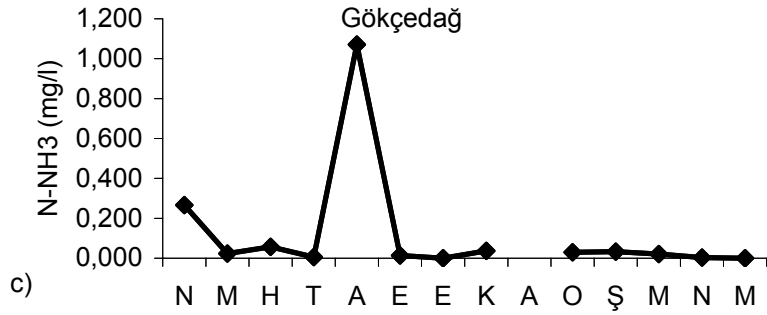
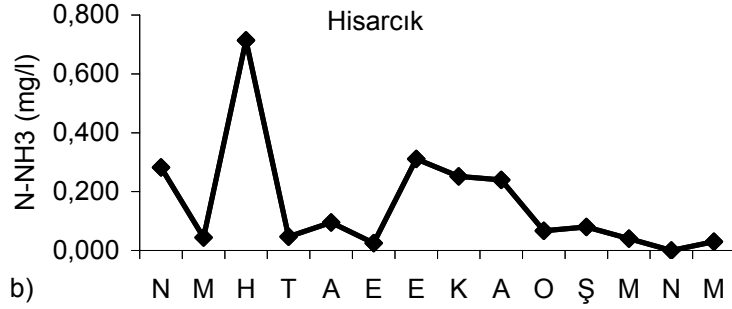
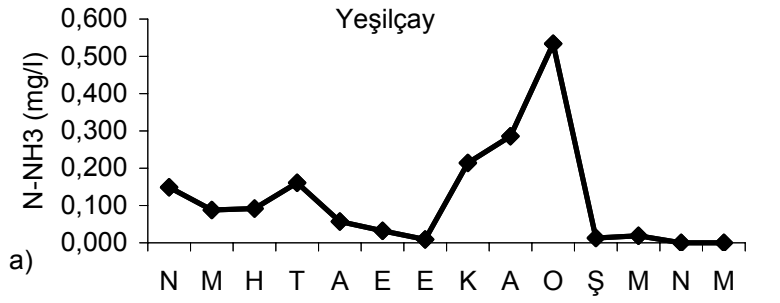
Çalışma boyunca ölçülen en düşük ve en yüksek toplam sertlik değerleri Hisarcık istasyonunda tespit edilmiştir. En düşük değer 126 mgCaCO₃/l olarak Haziran 2001'de, en yüksek değer ise 513 mgCaCO₃/l olarak Mayıs 2001'de kaydedilmiştir (izelge 4.2, Şekil 4.8). En düşük yıllık ortalama toplam sertlik değeri 265±18.9 mgCaCO₃/l olarak Devecikonağı istasyonunda (izelge 4.5), en yüksek değer ise 344±18.8 mgCaCO₃/l olarak Gökçedağ istasyonunda belirlenmiştir (izelge 4.3).

4.1.1.11. Amonyak Azotu (N-NH₃)

Amonyak azotu Eylül 2001'de Devecikonağı istasyonunda, Ekim 2001'de Gökçedağ istasyonunda, Nisan 2002'de Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında, Mayıs 2002'de Yeşilçay, Gökçedağ, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında 0.000 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.9). En yüksek amonyak azotu değeri 1.071 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda kaydedilmiştir (izelge 4.3, Şekil 4.9). En düşük yıllık ortalama değer 0.098±0.03 mg/l olarak Kızkayası istasyonunda (izelge 4.4), en yüksek yıllık ortalama değer ise 0.159±0.051 mg/l olarak Hisarcık istasyonunda belirlenmiştir (izelge 4.2).



Şekil 4.8. Toplam Sertlik Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.9. N-NH₃ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.1.1.12. Nitrit Azotu (N-NO₂)

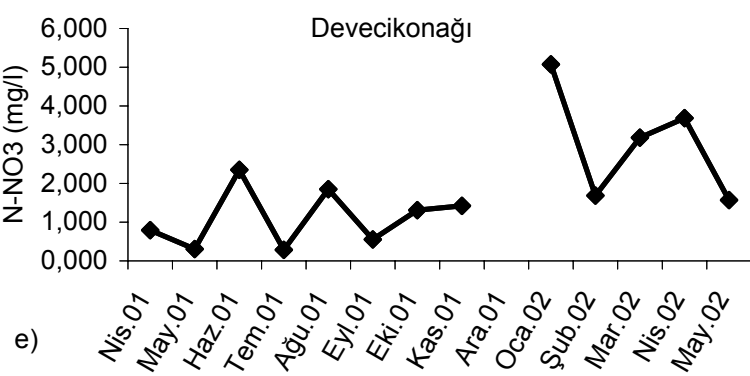
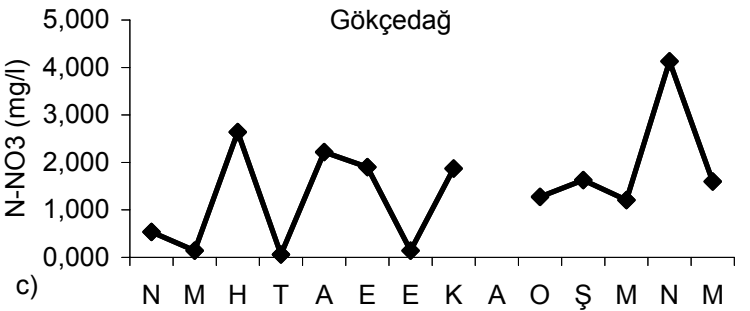
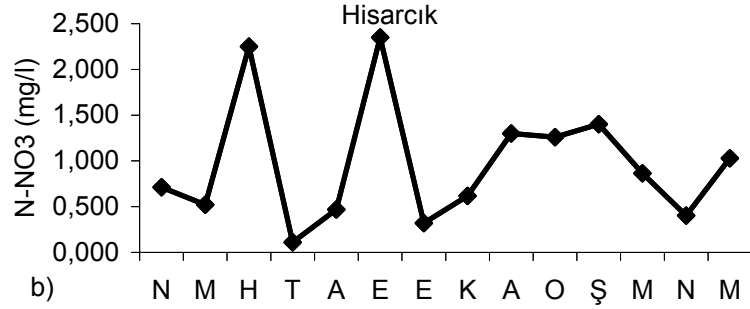
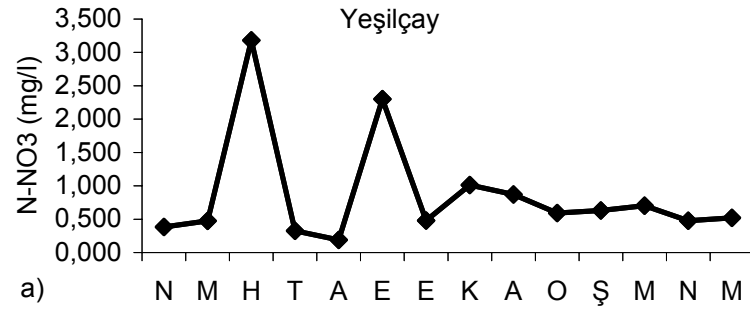
Nitrit azotu ölçümleri Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık 2001 tarihlerinde yapılamamıştır. Ölçüm yapılan aylar dikkate alındığında çalışma periyodu boyunca tespit edilen en düşük nitrit azotu 0.000 mg/l olarak Temmuz 2001'de Gökçedağ istasyonunda (Çizelge 4.3), en yüksek değer ise 0.080 mg/l olarak Nisan 2001'de Devecikonağı istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Yıllık ortalama en düşük nitrit azotu 0.013 ± 0.003 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda (Çizelge 4.3), en yüksek yıllık ortalama değerler ise 0.019 ± 0.005 mg/l olarak Hisarcık ve 0.019 ± 0.007 mg/l olarak Devecikonağı istasyonlarında kaydedilmiştir (Çizelge 4.2, 4.5).

4.1.1.13. Nitrat Azotu (N-NO₃)

Çalışma boyunca gözlenen en düşük nitrat azotu değeri 0.062 mg/l olarak Temmuz 2001'de Gökçedağ istasyonunda (Çizelge 4.3, Şekil 4.10), en yüksek değer 5.885 mg/l olarak Ocak 2002'de Kızılkayası istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.10). En düşük ve en yüksek yıllık ortalama nitrat azotu değerleri sırasıyla 0.868 ± 0.224 mg/l olarak Yeşilçay istasyonunda ve 2.061 ± 0.503 mg/l olarak Kızılkayası istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.1, 4.4).

4.1.1.14. Toplam Kjeldahl Azotu (TKN)

TKN analizi sadece Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında yapılmıştır. Kızılkayası istasyonunda Nisan, Mayıs, Temmuz ve Kasım 2001 haricinde diğer aylarda TKN analizi yapılamamıştır. Ölçüm yapılan aylar dikkate alındığında Kızılkayası istasyonunda TKN değerleri 0.864 mg/l (Temmuz 2001) ile 2.074 mg/l (Kasım 2001) arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Devecikonağı istasyonunda ise Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık 2001 haricinde diğer aylarda TKN analizi gerçekleştirilmiştir. Devecikonağı istasyonunda TKN değerleri 0.07-3.034 mg/l arasında değişmiş olup, en düşük değer Nisan 2002'de, en yüksek değer ise Kasım 2001'de kaydedilmiştir (Çizelge 4.5). Kızılkayası istasyonunda yıllık ortalama TKN değeri 1.298 ± 0.266 mg/l bulunurken, Devecikonağı istasyonunda 1.298 ± 0.274 mg/l olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.4, 4.5).



Şekil 4.10. N-NO₃ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.1.1.15. Fosfat Fosforu (P-PO₄)

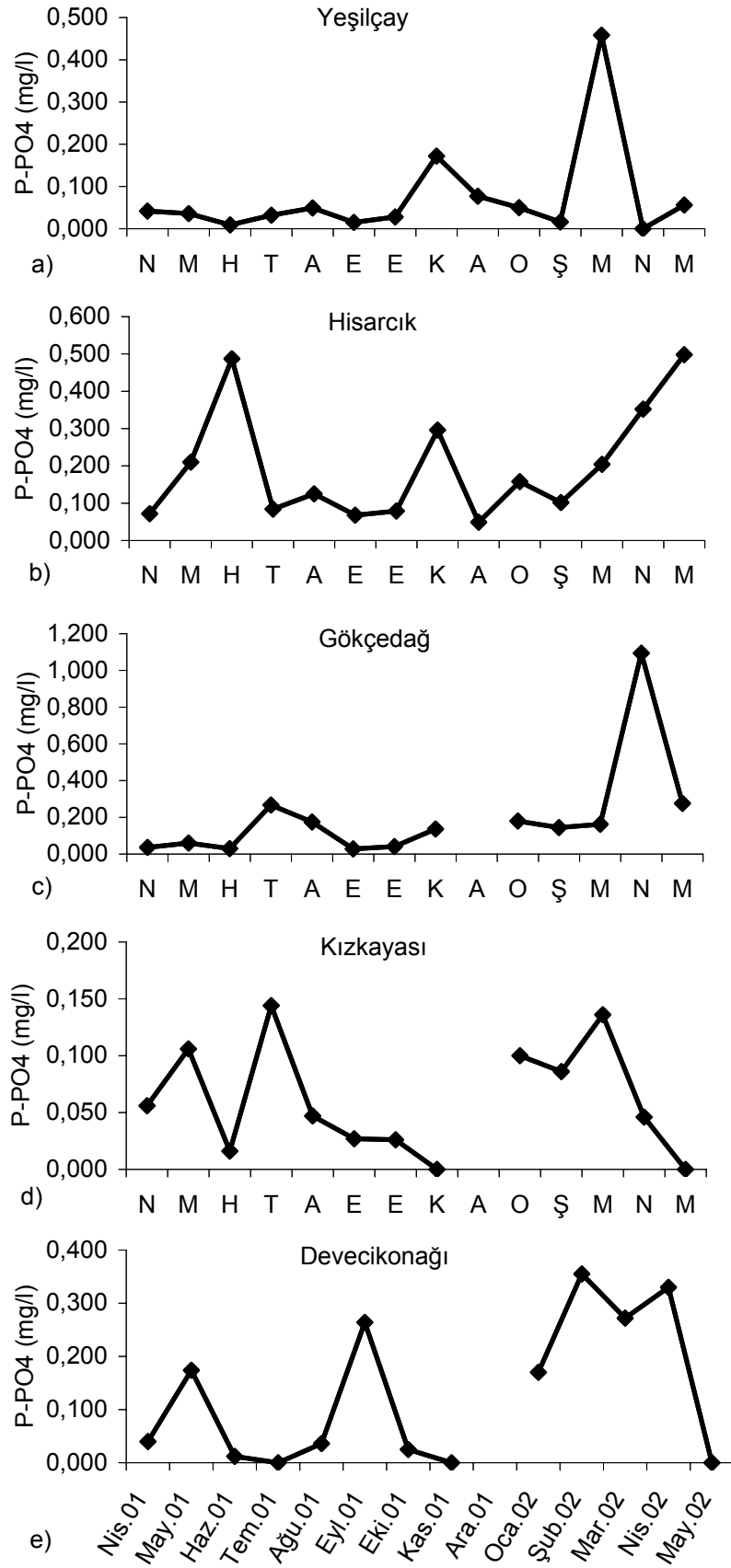
Fosfat fosforu Temmuz 2001'de Devecikonağı istasyonunda, Nisan 2002'de Yeşilçay istasyonunda, Kasım 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında 0.000 mg/l olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.1, 4.4, 4.5, Şekil 4.11). Çalışma boyunca ölçülen en yüksek fosfat fosforu konsantrasyonu 1.094 mg/l olarak Nisan 2002'de Gökçedağ istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.11). En düşük yıllık ortalama fosfat fosforu konsantrasyonu 0.061±0.014 mg/l olarak Kızılkayası istasyonunda (Çizelge 4.4), en yüksek konsantrasyon ise 0.202±0.078 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.1.16. Toplam Fosfor (TP)

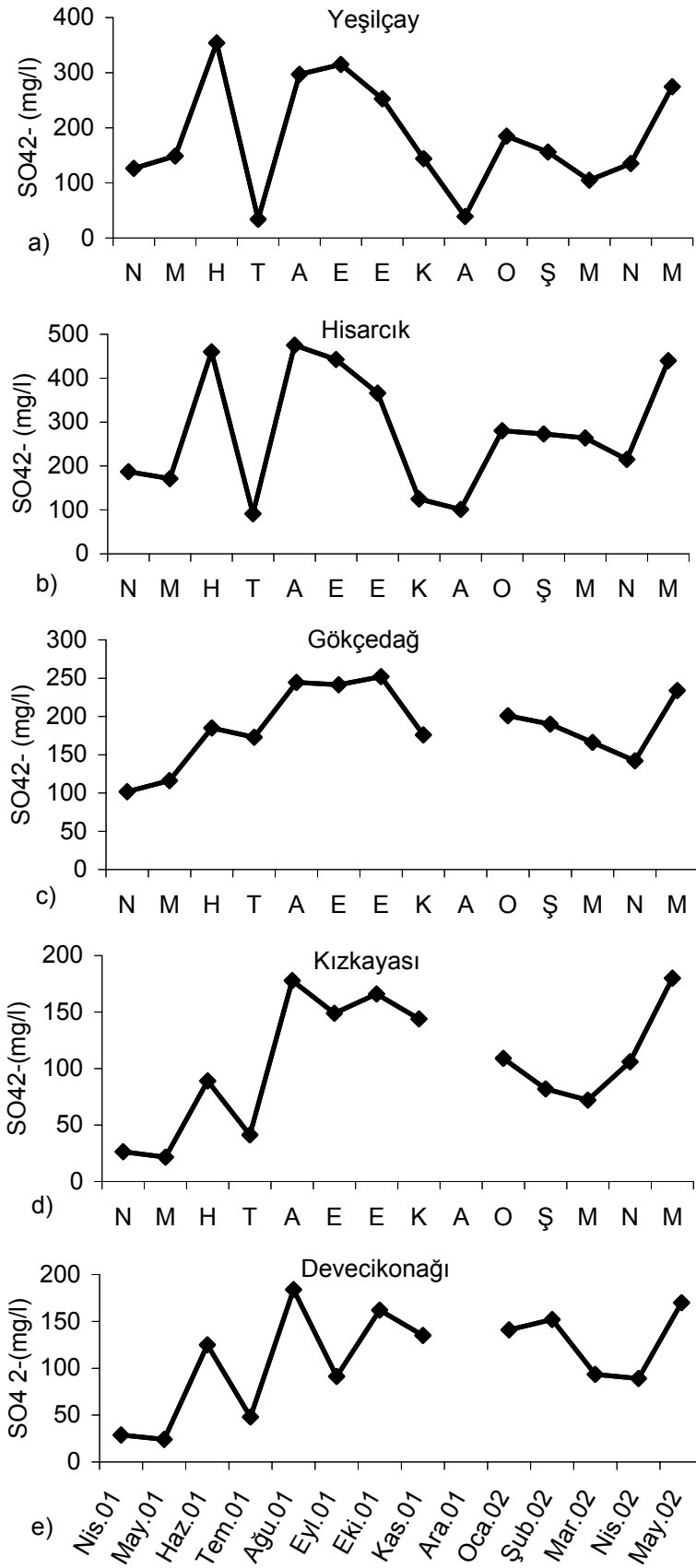
Toplam fosfor ölçümü tüm aylarda ve istasyonlarda gerçekleştirilememiştir. Çalışma boyunca toplam fosfor ölçümü yapılan aylar dikkate alındığında toplam fosfor konsantrasyonu 0.16–11.41 mg/l arasında değişmiş, en düşük değer Mayıs 2002'de Devecikonağı istasyonunda (Çizelge 4.5), en yüksek değer ise Mart 2002'de Kızılkayası istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.4). En düşük ve en yüksek yıllık ortalama toplam fosfor konsantrasyonu sırasıyla 0.786±0.185 mg/l olarak Devecikonağı istasyonunda ve 2.527±1.499 mg/l olarak Kızılkayası istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.4, 4.5).

4.1.1.17. Sülfat (SO₄⁻²)

Çalışma boyunca tespit edilen en düşük sülfat değeri 21.6 mg/l olarak Mayıs 2001'de Kızılkayası istasyonunda (Çizelge 4.4, Şekil 4.12), en yüksek değer 475 mg/l olarak Ağustos 2001'de Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.12). Yıllık ortalama en düşük sülfat değeri 105±15.4 mg/l olarak Kızılkayası istasyonunda,



Şekil 4.11. P-PO₄ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.12. SO₄²⁻ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

yıllık ortalama en yüksek sülfat değeri ise 278 ± 36.8 mg/l olarak Hisarcık istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.2, 4.4).

4.1.1.18. Silis (Si)

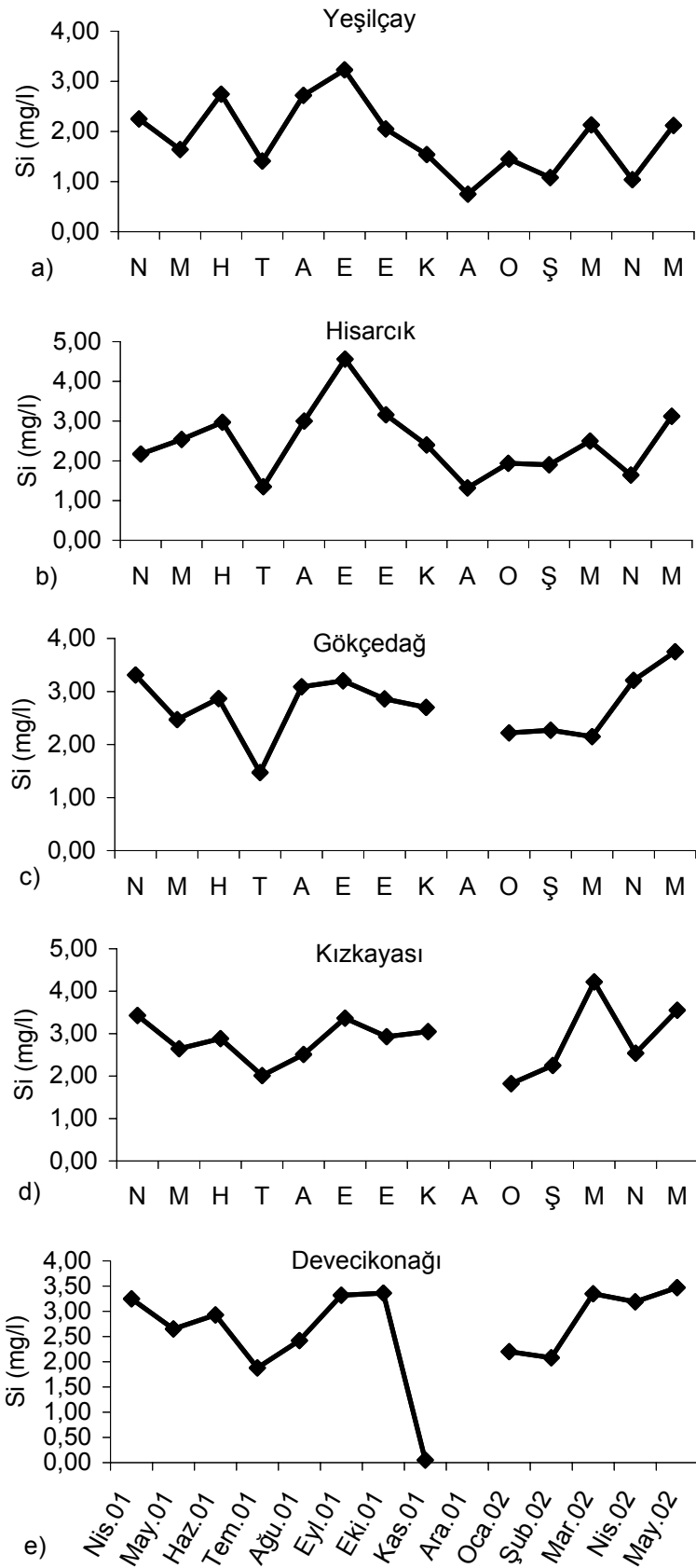
Çalışma boyunca tespit edilen en düşük silis konsantrasyonu 0.05 mg/l olarak Kasım 2001'de Devecikonağı'nda (Çizelge 4.5, Şekil 4.13), en yüksek silis konsantrasyonu 4.56 mg/l olarak Eylül 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.13). Yıllık ortalama en düşük silis konsantrasyonu 1.87 ± 0.19 mg/l olarak Yeşilçay'da, yıllık ortalama en yüksek silis konsantrasyonu 2.86 ± 0.19 mg/l olarak Kızılcayası'nda bulunmuştur (Çizelge 4.1, 4.4).

4.1.1.19. Askıda Katı Madde (AKM)

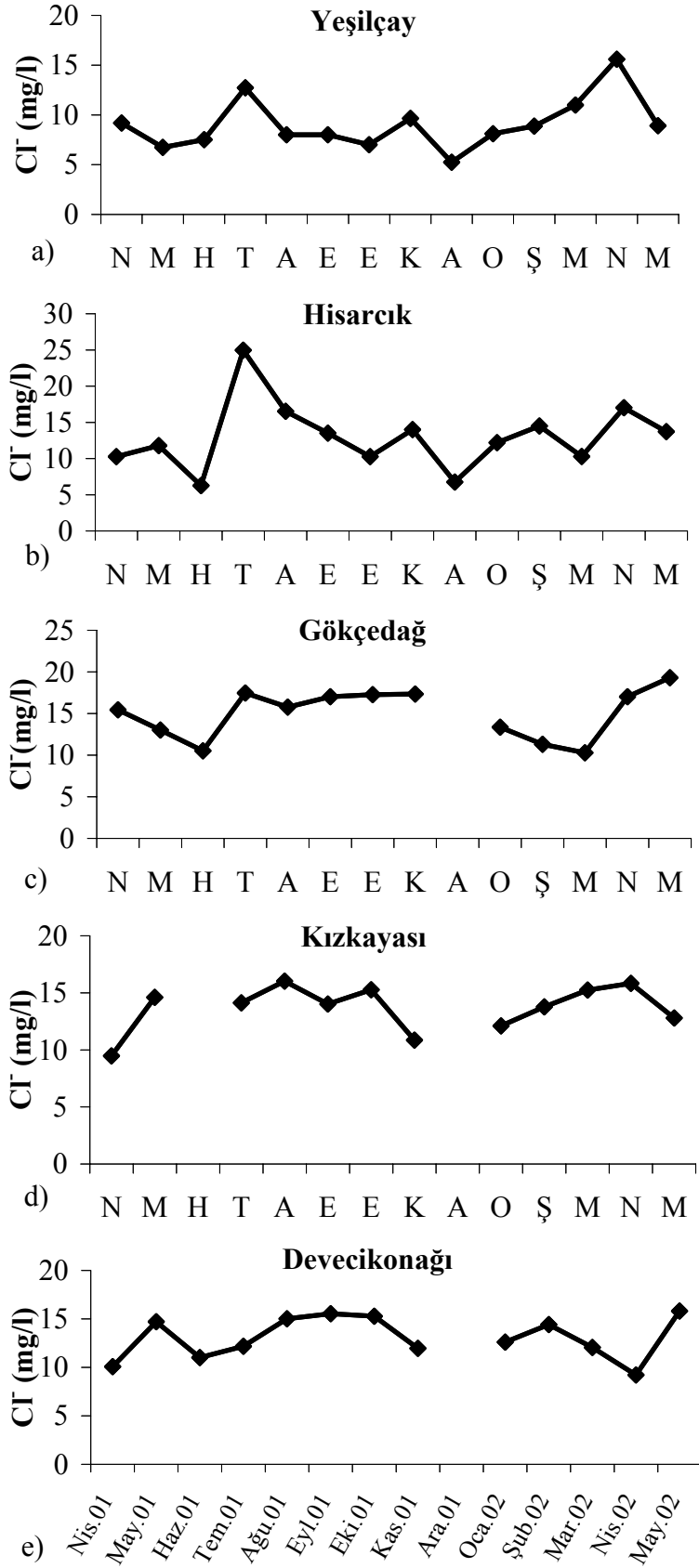
Askıda katı madde (AKM) ölçümü Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık 2001 tarihlerinde yapılamamıştır. Çalışma boyunca AKM ölçümü yapılan aylar dikkate alındığında en düşük AKM değeri 1.2 mg/l olarak Nisan 2001'de Kızılcayası istasyonunda (Çizelge 4.4), en yüksek değer ise 703 mg/l olarak Mart 2002'de Devecikonağı istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). En düşük yıllık ortalama AKM değeri 10.45 ± 3.49 mg/l olarak Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1), en yüksek yıllık ortalama değer ise 108.6 ± 67.03 mg/l olarak Devecikonağı istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

4.1.1.20. Klorür (Cl⁻)

Çalışma boyunca en düşük klorür değeri 5.25 mg/l olarak Aralık 2001'de Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1, Şekil 4.14), en yüksek değer 24.97 mg/l olarak Temmuz 2001'de Hisarcık istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.14). Yıllık ortalama en düşük ve en yüksek klorür değerleri ise sırasıyla 9.04 ± 0.7 mg/l olarak Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1) ve 15.01 ± 0.83 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.3).



Şekil 4.13. Silis Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.14. Klorür (Cl⁻) Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.1.1.21. Demir (Fe)

Demir konsantrasyonu ölçümü Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık 2001 tarihlerinde yapılamamıştır. Ölçüm yapılan aylar dikkate alındığında çalışma boyunca demir konsantrasyonu 0.01 mg/l ile 20.5 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Nisan 2002'de, en yüksek değer ise Kasım 2001'de Devecikonağı istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Yıllık ortalama en düşük demir konsantrasyonu 1.503 ± 1.366 mg/l olarak Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1), en yüksek konsantrasyon ise 2.868 ± 2.048 mg/l olarak Devecikonağı istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

4.1.1.22. Sodyum (Na⁺)

Sodyum ölçümü Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık 2001 tarihlerinde yapılamamıştır. Ölçüm yapılan aylar dikkate alındığında çalışma boyunca en düşük sodyum değeri 5.4 mg/l olarak Kasım 2001'de Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1), en yüksek değer 19.6 mg/l olarak Nisan 2001'de Gökçedağ istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.3). En düşük yıllık ortalama sodyum değeri 8.11 ± 1.0 mg/l olarak Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1), en yüksek yıllık ortalama değer ise 14.7 ± 0.84 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.1.23. Potasyum (K⁺)

Potasyum ölçümü Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık 2001 tarihlerinde yapılamamıştır. Ölçüm yapılan aylar dikkate alındığında çalışma boyunca en düşük potasyum değeri 1.3 mg/l olarak Nisan 2002'de Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1), en yüksek değer 6.3 mg/l olarak Temmuz 2001'de Gökçedağ istasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.3). En düşük ve en yüksek yıllık ortalama potasyum değerleri sırasıyla 2.5 ± 0.47 mg/l olarak Yeşilçay istasyonunda (Çizelge 4.1) ve 3.93 ± 0.38 mg/l olarak Gökçedağ istasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.1.24. Kalsiyum (Ca²⁺)

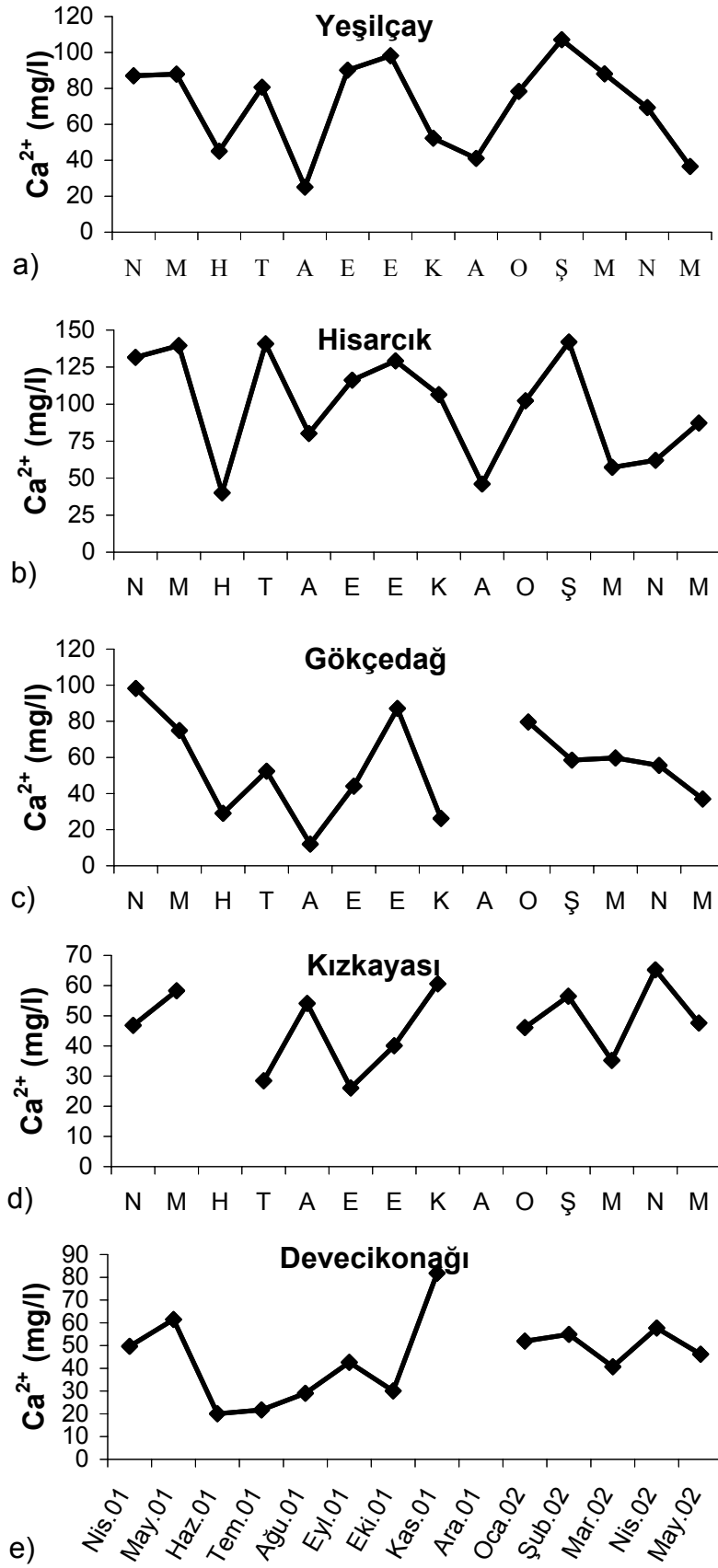
Çalışma boyunca ölçülen kalsiyum değerleri 12.02 mg/l ile 141.9 mg/l arasında değişmiştir. En düşük değer Ağustos 2001'de Gökçedağ'da (Çizelge 4.3, Şekil 4.15), en yüksek değer Şubat 2002'de Hisarcık'ta tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.15). Yıllık ortalama en düşük ve en yüksek kalsiyum değerleri sırasıyla 45.23±4.82 mg/l olarak Devecikonağı'nda (Çizelge 4.5) ve 98.6±9.78 mg/l olarak Hisarcık'ta kaydedilmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.1.25. Magnezyum (Mg²⁺)

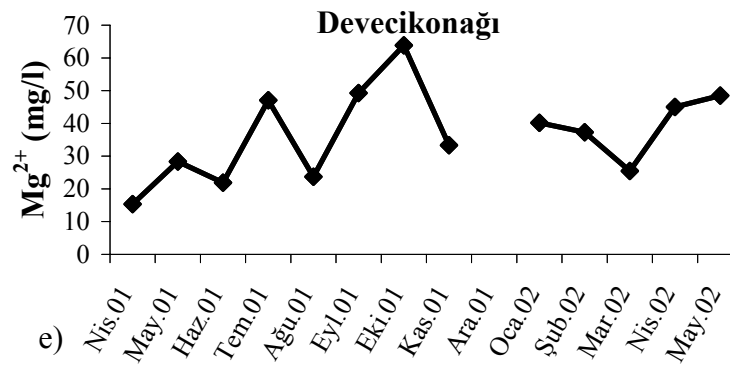
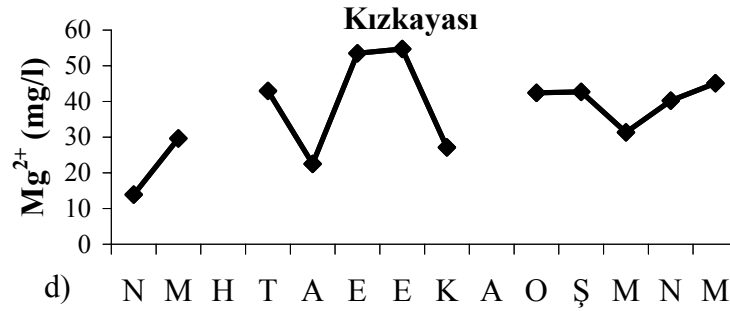
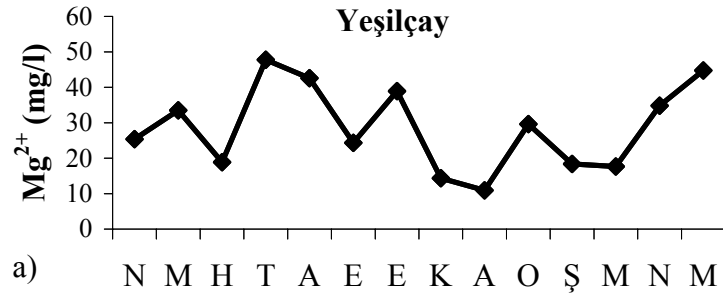
Çalışma boyunca ölçülen magnezyum değerleri 6.08 mg/l ile 69.93 mg/l arasında değişmiş olup, en düşük değer Haziran 2001'de Hisarcık'ta (Çizelge 4.2, Şekil 4.16), en yüksek değer Mayıs 2002'de Gökçedağ'da belirlenmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.16). Yıllık ortalama en düşük ve en yüksek magnezyum değerleri sırasıyla 23.05±3.33 mg/l olarak Hisarcık'ta (Çizelge 4.2) ve 49.94±3.65 mg/l olarak Gökçedağ'da kaydedilmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.1.26. Bor (B)

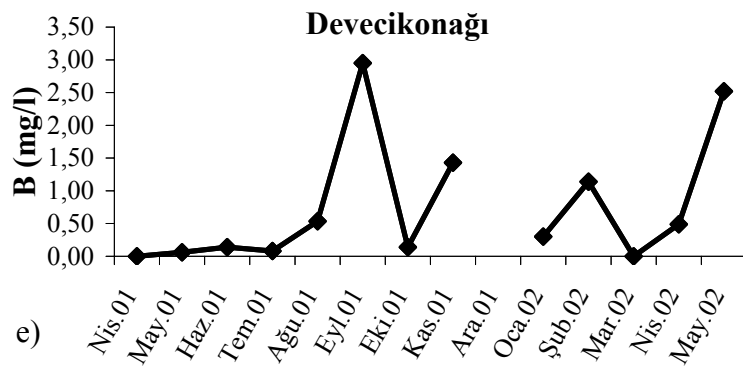
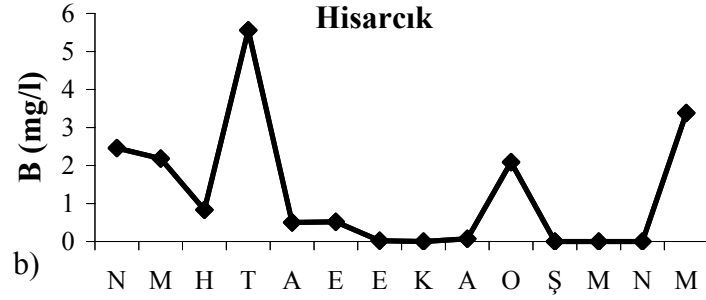
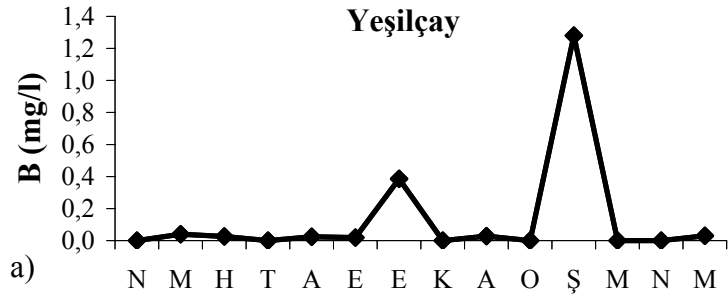
Çalışma boyunca bor konsantrasyonu 0.00 mg/l ile 5.56 mg/l arasında değişmiştir. En yüksek bor konsantrasyonu Temmuz 2001'de Hisarcık istasyonunda belirlenirken, ikinci en yüksek bor konsantrasyonu 3.38 mg/l olarak Mayıs 2002'de yine Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.17). Bor konsantrasyonu bazı aylarda ve istasyonlarda 0.00 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.17). Yıllık ortalama en düşük bor konsantrasyonu 0.13±0.09 mg/l olarak Yeşilçay'da (Çizelge 4.1), en yüksek bor konsantrasyonu ise 1.26±0.45 mg/l olarak Hisarcık'ta belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Bor, pH ($r=0.244$, $p<0.05$), EC ($r=0.448$, $p<0.01$), TDS ($r=0.359$, $p<0.01$), DO ($r=0.247$, $p<0.05$), HCO₃ ($r=0.559$, $p<0.01$), TH ($r=0.317$, $p<0.01$), Cl ($r=0.308$, $p<0.05$), Na ($r=0.578$, $p<0.01$) ve Mg ($r=0.245$, $p<0.05$) ile anlamlı pozitif, NH₄-N ($r=-0.253$, $p<0.05$) ile anlamlı negatif korelasyon göstermiştir.



Şekil 4.15. Ca²⁺ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.16. Mg²⁺ Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonra Göre Değişimi



Şekil 4.17. Bor (B) Konsantrasyonlarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.1.1.27. Arsenik (As)

Arsenik ölçümü Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık 2001 tarihlerinde yapılamamıştır. Ölçüm yapılan aylar dikkate alındığında çalışma boyunca arsenik konsantrasyonu 0.000 mg/l ile 0.255 mg/l arasında değişmiştir. En yüksek değer Kasım 2001'de Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.2). En düşük yıllık ortalama değer 0.024 ± 0.011 mg/l olarak Yeşilçay'da (Çizelge 4.1), en yüksek ortalama değer 0.115 ± 0.025 mg/l olarak Hisarcık'ta tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.1.28. Krom (Cr)

Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında krom analizi yapılmamıştır. Diğer istasyonlarda ölçüm yapılan aylarda belirlenen krom konsantrasyonları göz önüne alındığında en yüksek değer 0.088 mg/l olarak Nisan 2001'de Devecikonağı istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.5). En düşük yıllık ortalama krom konsantrasyonu 0.015 ± 0.006 mg/l olarak Gökçedağ'da tespit edilirken (Çizelge 4.3), en yüksek yıllık ortalama konsantrasyon ise 0.051 ± 0.013 mg/l olarak Kızılkayası'nda belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

4.1.1.29. Siyanür (CN)

Siyanür analizi Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında yapılmamıştır. Gökçedağ'da çalışma boyunca üç, Kızılkayası'nda dört ve Devecikonağı'nda ise on örnekleme tarihinde siyanür analizi yapılmıştır. Ölçüm yapılan aylar dikkate alındığında en düşük siyanür konsantrasyonu Eylül 2001, Ocak, Nisan ve Mayıs 2002 tarihlerinde 0.000 mg/l olarak Devecikonağı istasyonunda, en yüksek siyanür konsantrasyonu da yine aynı istasyonda 0.004 mg/l olarak Kasım 2001'de tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

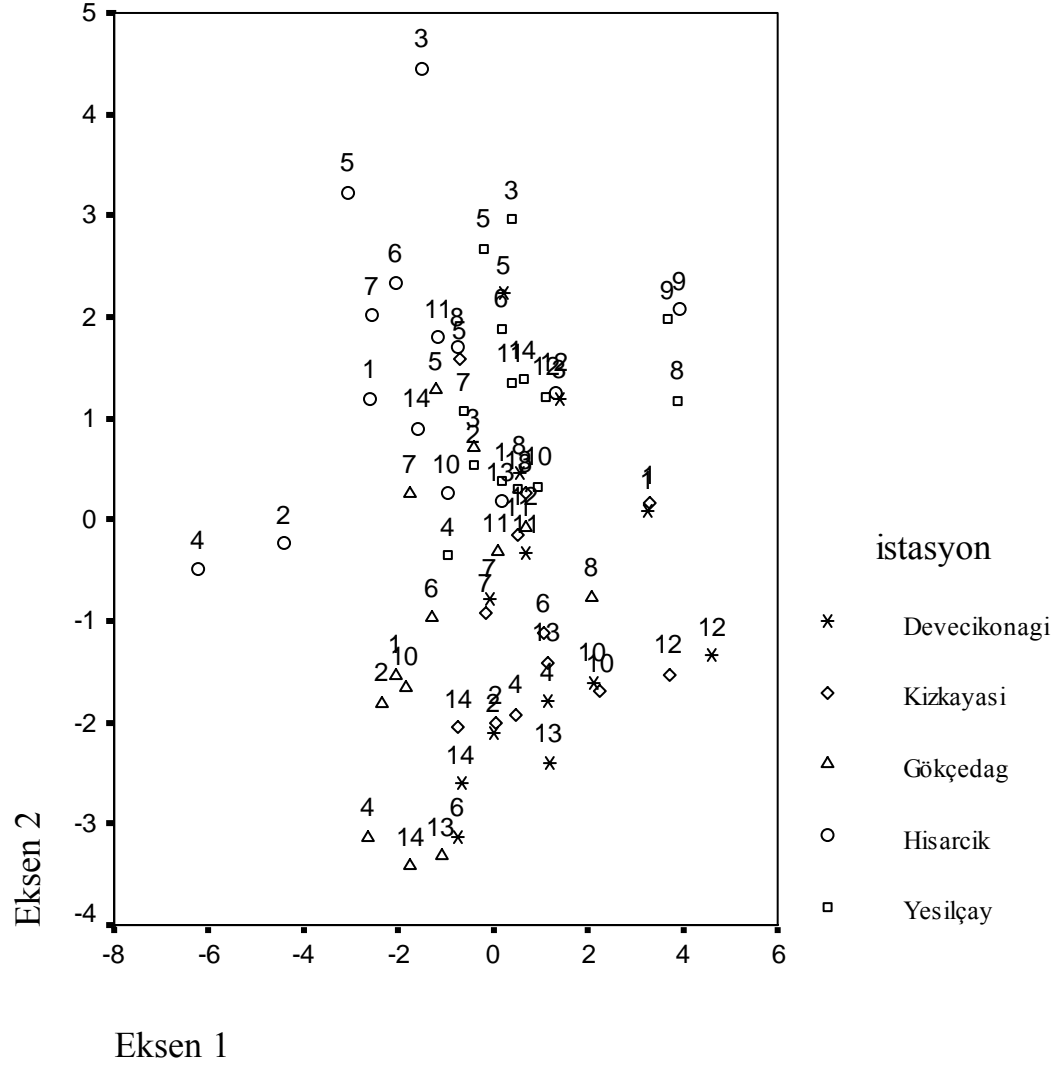
4.1.2. Emet Çayı'nda Belirlenen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenlerin PCA Analizi İle Yorumlanması

Fiziksel ve kimyasal değişkenlerin PCA analizi sonuçları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.18'de verilmiştir. İlk faktör toplam varyansın % 20.7'sini, ikinci faktör toplam varyansın %15.9'unu oluşturmuştur. Üçüncü faktör ise toplam varyansın % 12.9'unu oluşturmuştur. İlk üç eksenin toplam varyansı % 49.5 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Akarsu debisi, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, bikarbonat, toplam sertlik, kalsiyum ve bor, PCA analizinin ilk ekseninde önemli olan değişkenlerdir. pH, çözünmüş oksijen, karbonat, sülfat, klor ve magnezyum, PCA analizinin ikinci ekseninde önemli olmuşlardır. PCA analizinin üçüncü ekseninde ise su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, bikarbonat, karbonat, toplam sertlik, silis ve kalsiyum değişkenleri istatistiksel açıdan anlamlılık göstermiştir. Bununla birlikte BOI_5 , $N-NH_3$, $N-NO_3$ ve $P-PO_4$ değişkenleri PCA analizinin ilk üç ekseninde istatistiksel açıdan anlamlılık göstermemiştir (Çizelge 4.6).

Şekil 4.18'den görüldüğü gibi Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarına ait örneklemelerin çoğunun X ekseninin sağ alt kısmında bulunduğu görülmektedir. Bu kısımda Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarının Mayıs 2001, Temmuz 2001, Ocak 2002, Şubat 2002, Mart 2002 ve Nisan 2002 örneklemeleri önem kazanmıştır. Bununla birlikte Kızılkayası istasyonunun Eylül 2001 örnekleme ve Gökçedağ istasyonunun Kasım 2001 örnekleme bu kısımda yer almıştır. Akıntı hızı (debi), DO, BOI_5 ve $N-NO_3$ bu tarihlerle ilişkili bulunan değişkenlerdir. Akıntı hızı özellikle Ocak ve Mart 2002 tarihlerinde Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında önem kazanmıştır. Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarına ait Mayıs 2001 ve Temmuz 2001 örneklemeleri ile Devecikonağı istasyonuna ait Nisan 2002 örnekleme DO değerleri ile ilişkili bulunmuştur. Gökçedağ istasyonuna ait örneklemelerin çoğunluğu X ekseninin sol alt kısmına yerleşmişlerdir. X ekseninin sol alt kısmında Yeşilçay istasyonunun Temmuz 2001 örneklemeleri ve Hisarcık istasyonunun Mayıs 2001 örnekleme bulunmaktadır. Bu aylar özellikle sıcaklık ile ilişkili bulunmuştur. Si ve $P-PO_4$ Gökçedağ istasyonunun Eylül 2001 ile Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarının Ekim 2001 örneklemelerinde önemli olmuştur. Gökçedağ istasyonunun Nisan 2001, Mayıs 2001 ve Ocak 2002 örneklemelerinde en önemli olan değişkenler B, sertlik ve

Çizelge 4.6. Ondokuz Fiziksel ve Kimyasal Değişken İçin Uygulanan PCA Analizi Sonuçları (P<0.01**, P<0.05*)

	Eksen 1 %20.7	Eksen 2 %15.9	Eksen 3 %12.9
Debi (m ³ /s)	0.247*	-0.218	-0.103
sıcaklık (°C)	-0.213	-0.026	0.506**
pH	-0.129	-0.358**	0.305*
EC (mho/cm)	-0.454**	0.120	0.006
TDS (mg/l)	-0.414**	0.197	0.155
DO (mg/l)	0.096	-0.259*	-0.307*
BOİ ₅ (mg/l)	0.095	-0.135	-0.013
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	-0.266*	-0.161	-0.258*
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	-0.091	-0.402**	0.266*
TH (mgCaCO ₃ /l)	-0.329**	-0.178	-0.298*
N-NH ₃ (mg/l)	-0.011	0.239	0.187
N-NO ₃ (mg/l)	0.154	-0.081	-0.026
P-PO ₄ (mg/l)	-0.044	-0.107	-0.075
SO ₄ (mg/l)	-0.212	0.324**	0.048
Si (mg/l)	-0.038	-0.093	0.271*
Cl (mg/l)	-0.220	-0.282*	-0.001
Ca (mg/l)	-0.276*	0.125	-0.376**
Mg (mg/l)	-0.085	-0.389**	0.074
B (mg/l)	-0.300*	-0.175	-0.177



Şekil 4.18. Ondokuz Fiziksel ve Kimyasal Değişkenin PCA Analizinin İlk İki Eksenindeki Görünümleri (1=Nisan 2001, 2= Mayıs 2001, 3= Haziran 2001, 4= Temmuz 2001, 5= Ağustos 2001, 6= Eylül 2001, 7= Ekim 2001, 8= Kasım 2001, 9= Aralık 2001, 10= Ocak 2002, 11= Şubat 2002, 12= Mart 2002, 13= Nisan 2002, 14= Mayıs 2002)

HCO₃ olarak bulunmuştur. Cl özellikle Temmuz 2001 Gökçedağ örnekleme ile ilişkili bulunurken, Nisan 2002 ve Mayıs 2002 Gökçedağ örnekleme ile Eylül 2001 Devecikonağı örneklemeinde özellikle pH, Mg ve CO₃ değerlerinin önem kazandığı görülmüştür. Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarına ait örneklemelemlerin çoğunluğu X ekseninin üst kısmında yerleşmişlerdir. Özellikle Hisarcık istasyonuna ait örneklemelemlerin yoğunlaştığı X ekseninin sol üst kısmında önemli olan değişkenler SO₄, NH₃, EC, TDS ve Ca olmuştur. SO₄ özellikle Haziran, Ağustos ve Eylül 2001 Hisarcık örneklemelemlerinde önemli bulunmuştur (Şekil 4.18).

4.1.3. Emet Çayı'nda Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Yönünden Su Kalitesi

Emet Çayı'nda beş istasyonda belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerin Kıtaıçi Su Kaynaklarına göre (Çizelge 3.1) su kalite sınıfları tespit edilmiştir.

4.1.3.1. Su Sıcaklığı

Çalışma boyunca ölçülen su sıcaklığı istasyonların konumuna, akarsuyun genişliğine, derinliğine, suyun akış hızına, mevsimsel hava sıcaklığı değişimlerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Su sıcaklığı Haziran 2001'de Yeşilçay istasyonunda 26.3 °C, Temmuz 2001'de Yeşilçay, Gökçedağ, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında sırasıyla 27.7 °C, 25.3 °C, 26.7 °C, 26.4 °C, Ağustos 2001'de Yeşilçay istasyonunda 25 °C ve Devecikonağı istasyonunda 25.8 °C olarak kaydedilmiş, diğer aylarda ise su sıcaklığının 25 °C'nin altında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Su sıcaklığı 0 – 25 °C arasında olan akarsular I. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004). Buna göre yaz aylarında bazı istasyonlar haricinde tüm aylarda sıcaklık açısından I.sınıf su kalitesinin olduğu gözlenmiştir.

4.1.3.2. pH

Emet Çayı pH değerleri incelendiğinde tüm istasyonlarda ve aylarda suyun alkali özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma boyunca ölçülen pH değerleri 7.5 ile 8.8 arasında değişmiştir. 8.5 ve üzeri pH değerleri Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında

gözlenmemiştir. pH değerleri Temmuz 2001'de Gökçedağ ve Eylül 2001'de Devecikonağı istasyonlarında 8.5 olarak, Nisan 2001 ve Mayıs 2001'de Gökçedağ istasyonunda ve Temmuz 2001'de Kızılkayası istasyonunda 8.6 olarak, Mayıs 2001'de Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında 8.8 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.3). Akarsularda 6.5 ile 8.5 arasındaki pH değerleri I. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004). Buna göre pH değerleri açısından Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarının tüm aylarda, diğer istasyonların ise bazı aylar dışında I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2.3. Çözünmüş Oksijen (DO)

Emet Çayı'nda çalışma periyodu süresince tüm istasyonlardaki çözünmüş oksijen dağılımına bakıldığında, değerlerin 6.3 mg/l ile 13.79 mg/l arasında değiştiği ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunun kış aylarında artış gösterdiği gözlenmiştir. Yeşilçay istasyonunda Ağustos 2001'de 6.3 mg/l olarak ölçülen çözünmüş oksijen değeri aynı zamanda çalışma boyunca tüm istasyonlarda gözlenen en düşük değer olmuştur. Bu istasyonda çözünmüş oksijen değerleri Haziran, Temmuz, Ağustos 2001 ve Mayıs 2002 tarihleri haricinde 8 mg/l'nin üstünde bulunmuştur (Şekil 4.5 a). Hisarcık istasyonunda çözünmüş oksijen miktarı Kasım 2001'de 6.9 mg/l, Temmuz 2001'de 7.27 mg/l olarak kaydedilmiş, diğer aylarda ise 8 mg/l'nin üzerinde bulunmuştur (Şekil 4.5 b). Gökçedağ istasyonunda tüm aylarda çözünmüş oksijen konsantrasyonu 8 mg/l'nin üzerinde bulunmuştur (Şekil 4.5 c). Kızılkayası istasyonunda en düşük değerler Haziran ve Ağustos 2001 tarihlerinde sırasıyla 7.5 mg/l ve 7.6 mg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5 d). Devecikonağı istasyonunda en düşük çözünmüş oksijen değeri 6.4 mg/l olarak Ağustos 2001'de, ikinci en düşük değer ise 7.3 mg/l olarak Haziran 2001'de bulunmuştur (Şekil 4.5 e).

Çözünmüş oksijen konsantrasyonu 8 mg/l ve üzeri olan akarsular I. sınıf su kalitesinde, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6 mg/l ile 8 mg/l arasında bulunan akarsular ise II. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004). Emet Çayı çözünmüş oksijen konsantrasyonları açısından kıtaiçi su kalite sınıflarına göre değerlendirildiğinde, Yeşilçay istasyonunun Haziran, Temmuz, Ağustos 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde, Hisarcık istasyonunun Temmuz ve Kasım 2001 tarihlerinde,

Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarının ise Haziran ve Ağustos 2001’de II. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiş, bunlar dışında kalan aylarda bütün istasyonların çalışma süresi boyunca I. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür.

4.1.2.4. Azot ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$)

Kıtaiçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 0.2 mg/l, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 0.002 mg/l, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 5.0 mg/l ve altındaki akarsular I. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca amonyak azotu değerleri 0.000 mg/l ile 1.071 mg/l arasında değişmiştir (Çizelge 4.1-4.5). Yeşilçay istasyonunda Ekim 2001’den itibaren kademeli artış gösteren amonyak azotu Ocak 2002’de 0.534 mg/l ile bu istasyonun en yüksek değerine ulaşmıştır. Ocak 2002’den itibaren hızla azalan amonyak azotu Nisan ve Mayıs 2002’de tamamen tükenmiştir (Şekil 4.9 a). Amonyak azotu Hisarcık istasyonunda en yüksek değerine 0.714 mg/l olarak Haziran 2001’de ulaşmıştır. Kış aylarından itibaren azalan amonyak azotu değerleri Nisan 2002’de tamamen tükenerek bu istasyonun en düşük değerine ulaşmıştır (Şekil 4.9 b). Amonyak azotu Gökçedağ istasyonunda Ağustos 2001 tarihinde ani bir artış göstererek çalışma boyunca kaydedilen en yüksek değerine ulaşmıştır (1.071 mg/l N-NH₄). Bu aydan itibaren hızla tükenen amonyak azotu Eylül 2001’den itibaren oldukça düşük değerlerde kaydedilmiştir (Şekil 4.9 c). Amonyak azotu Kızılkayası istasyonunda en yüksek değerine 0.336 mg/l ile Ağustos 2001 ve ikinci en yüksek değerine 0.212 mg/l ile Ekim 2001 tarihlerinde ulaşmıştır (Şekil 4.9 d). Devecikonağı istasyonunda ise en yüksek amonyak azotu değeri 0.495 mg/l olarak Ağustos 2001’de tespit edilmiştir (Şekil 4.9 e).

Emet Çayı’nda belirlenen amonyak azotu değerleri su kalite sınıflarına göre değerlendirildiğinde, Yeşilçay istasyonunun Kasım 2001 ile Ocak 2002 tarihleri arasında II. sınıf su kalitesine sahip olduğu, diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Hisarcık istasyonu Nisan 2001 ve Haziran 2001 tarihlerinde ve Ekim 2001 ile Aralık 2001 tarihleri arasında II. sınıf su kalitesinde bulunmuş, diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesi gözlenmiştir. Gökçedağ istasyonu Nisan 2001’de II. sınıf su kalitesinde bulunurken, Ağustos 2001’de amonyak azotu değerinin 1 mg/l’nin üzerine çıkması ile bu ayda III. sınıf su kalitesine gerilemiştir, diğer aylarda ise I. sınıf

su kalitesi gözlenmiştir. Kızılkaya istasyonunda Ağustos 2001 ve Ekim 2001’de, Devecikonağı istasyonunda ise Nisan 2001 ve Ağustos 2001’de su kalitesi II. sınıf olarak kaydedilmiş, diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür.

NO_2^- -N değerleri hemen hemen tüm aylarda ve istasyonlarda yüksek bulunmuştur. En düşük nitrit azotu değerleri ve en düşük yıllık ortalama değerler Gökçedağ istasyonunda tespit edilmiştir. Gökçedağ’da NO_2^- -N açısından su kalite sınıfları Temmuz 2001’de I., Mayıs 2001, Mart ve Mayıs 2002’de II., diğer aylarda ise III. sınıf olarak belirlenmiştir. İkinci en düşük değerler ve ortalama Yeşilçay istasyonunda bulunmuştur. Su kalite sınıfları Kasım 2001’de III., Temmuz 2001’de IV. sınıf olmuş, diğer aylarda ise II. sınıf olarak tespit edilmiştir. Emet Çayı’nda en yüksek NO_2^- -N değerleri Hisarcık ve Devecikonağı istasyonlarında, ikinci en yüksek değerler ise Kızılkaya istasyonunda ölçülmüştür. Su kalite sınıfları Hisarcık istasyonunda Kasım 2001’de IV., Nisan ve Mayıs 2001 ile Şubat ve Mayıs 2002 tarihlerinde III., diğer aylarda ise II. sınıf olarak kaydedilmiştir. Kızılkaya istasyonunda Nisan 2001’de ve Kasım 2001 ile Şubat 2002 tarihleri arasında III. sınıf olan su kalitesi, diğer aylarda II. sınıf olarak tespit edilmiştir. Devecikonağı istasyonunda Nisan 2001’de IV., Temmuz 2001’de ve Kasım 2001 ile Şubat 2002 tarihleri arasında III., diğer aylarda ise II. sınıf su kalitesinin olduğu belirlenmiştir.

Emet Çayı NO_3^- -N açısından değerlendirildiğinde, birkaç ay haricinde değerlerin 5.0 mg/l’yi aşmadığı gözlenmiştir. Sadece Kızılkaya’nda Ocak ve Nisan 2002, Devecikonağı’nda ise Ocak 2002 tarihlerinde nitrat azotu değerleri 5 mg/l’nin biraz üzerinde tespit edilmiş ve bu aylarda nitrat azotu değerleri açısından II. sınıf su kalitesinin olduğu gözlenmiştir. Çalışma boyunca diğer aylarda ve istasyonlarda su kalitesi nitrat azotu değerleri yönünden I. sınıf olmuştur. Nitrat azotu değerleri ve yıllık ortalaması en yüksek olan istasyon Kızılkaya olmuştur. Ortalama değeri 2.061 ± 0.503 mg/l olarak bulunan Kızılkaya istasyonunda Ocak 2002’de nitrat azotu 5.885 mg/l ile çalışma boyunca tüm istasyonlarda kaydedilen en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.10 d). En düşük nitrat azotu değerleri ise ortalaması 0.868 ± 0.224 mg/l olarak bulunan Yeşilçay’da tespit edilmiştir (Şekil 4.10 a).

4.1.2.5. Toplam Kjeldahl azotu (TKN)

Kıtaiçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre toplam kjeldahl azotu miktarı 0.5 mg/l ve altındaki akarsular I. sınıf su kalitesinde, 0.5-1.5 mg/l arasında olan akarsular II. sınıf su kalitesinde, 1.5-5 mg/l arasında olan akarsular ise III. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

TKN ölçümleri sadece Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında yapılmıştır. Ölçüm yapılan aylar değerlendirildiğinde Kızılkayası istasyonunda Nisan, Mayıs ve Temmuz 2001 tarihlerinde TKN değerleri sırasıyla 1.108 mg/l, 1.144 mg/l ve 0.864 mg/l olarak bulunmuş ve bu aylarda su kalitesi II.sınıf olmuştur. Kasım 2001’de ise TKN değerinin 2 mg/l’nin üzerine çıkması ile su kalitesi III. sınıf olarak belirlenmiştir. Devecikonağı’nda 0.07 mg/l olarak en düşük TKN değerinin bulunduğu Nisan 2002’de su kalitesi I. sınıf, Nisan, Mayıs ve Temmuz 2001 ile Ocak, Şubat ve Mayıs 2002 tarihlerinde su kalitesi II.sınıf, Eylül ve Kasım 2001 ile Mart 2002 tarihlerinde ise su kalitesi III. sınıf olarak tespit edilmiştir.

4.1.2.6. Toplam Fosfor (TP)

Kıtaiçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre toplam fosfor miktarı 0.02 mg/l ve altındaki akarsular I. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca ölçülen toplam fosfor değerleri oldukça yüksek bulunmuş ve değerler 0.16 mg/l ile 11.41 mg/l arasında değişmiştir. Toplam fosfor ölçümü yapılan aylar göz önüne alındığında yıllık ortalaması en yüksek olan istasyon 2.527 ± 1.499 mg/l ile Kızılkayası, ikinci en yüksek bulunan istasyon ise 1.841 ± 0.294 mg/l ortalama ile Hisarcık olmuştur. Toplam fosfor değerleri su kalitesi yönünden değerlendirildiğinde Kızılkayası ve Hisarcık istasyonlarının Şubat 2002’de III. sınıf, diğer tüm aylarda ise IV. sınıf su kalitesinde oldukları tespit edilmiştir. Yıllık ortalama toplam fosfor konsantrasyonu 1.63 ± 0.34 mg/l olan Gökçedağ istasyonunda su kalitesi Haziran 2001’de III. sınıf, diğer aylarda ise IV. sınıf olarak bulunmuştur. En düşük toplam fosfor değerleri yıllık ortalaması 0.786 ± 0.185 mg/l olan Devecikonağı istasyonunda kaydedilmiştir. Bu istasyonun su kalitesi Mayıs 2002’de II., Haziran 2001 ve Ocak 2002’de III., diğer aylarda ise IV. sınıf olarak tespit edilmiştir. Toplam fosfor ortalaması

0.943±0.246 mg/l olan Yeşilçay'da Haziran 2001'de ve Şubat ile Mayıs 2002 tarihleri arasında III. sınıf olarak bulunan su kalitesi diğer aylarda IV. sınıf olarak gözlenmiştir.

4.1.2.7. Sülfat (SO₄)

Kıtaıçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre 200 mgSO₄/l değerini aşmayan akarsular I. ve II., 200-400 mgSO₄/l arasında olanlar III., 400 mgSO₄/l'nin üzerinde sülfat konsantrasyonuna sahip olan akarsular ise IV. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca en yüksek sülfat değerleri yıllık ortalaması 278±36.8 mg/l olarak bulunan Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir. Bu istasyonda Haziran, Ağustos, Eylül 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde sülfat değerlerinin 400 mg/l'nin üzerine çıkmasıyla su kalitesi IV. sınıf olarak tespit edilmiştir. Aynı istasyonda Ekim 2001'de ve Ocak ile Nisan 2002 tarihleri arasında III. sınıf olan su kalitesi diğer aylarda I. sınıf olarak belirlenmiştir. İkinci en yüksek sülfat değerleri yıllık ortalaması 186±13.4 mg/l olan Gökçedağ ve 183±26.8 mg/l ortalamaya sahip olan Yeşilçay istasyonlarında bulunmuştur. Gökçedağ'da Ağustos ile Ekim 2001 tarihleri arasında, Ocak ve Mayıs 2002 tarihlerinde III. sınıf olan su kalitesi diğer aylarda I. sınıf olarak kaydedilmiştir. Yeşilçay istasyonunda Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde III., diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesi tespit edilmiştir. En düşük sülfat ortalaması 105±15.4 mg/l olarak Kızılkayası'nda ve ikinci en düşük ortalama 111±14.8 mg/l olarak Devecikonağı'nda bulunmuştur. Her iki istasyonda da sülfat değerleri tüm yıl boyunca 200 mg/l'yi aşmamış ve su kalitesi I. sınıf olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, Şekil 4.12).

4.1.2.8. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Kıtaıçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre toplam çözünmüş madde konsantrasyonu 500 mg/l'yi aşmayan akarsular I. sınıf, 500-1500 mg/l arasında olan akarsular II. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca ölçülen TDS değerleri 201 mg/l ile 885 mg/l arasında değişmiştir. En yüksek TDS değerleri 530±47 mg/l ortalama ile Hisarcık istasyonunda

bulunmuştur. Bu istasyonun su kalitesi Nisan ile Ekim 2001 tarihleri arasında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf olarak tespit edilmiştir. İkinci en yüksek TDS değerleri ortalamasının 480 ± 25.6 mg/l olduğu Gökçedağ'da bulunmuştur. Bu istasyonda Nisan ve Haziran 2001 ile Ağustos ve Ekim 2001 tarihleri arasında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesi tespit edilmiştir. Yıllık ortalaması 396 ± 28.9 mg/l olarak bulunan Yeşilçay istasyonunda TDS değerleri sadece Ağustos 2001'de 500 mg/l'nin üzerine çıkmış ve bu ayda su kalitesi II. sınıf olmuştur. Diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesi kaydedilmiştir. En düşük TDS değerleri 367 ± 20.9 mg/l ortalama ile Devecikonağı ve 377 ± 23.2 mg/l ortalama ile Kızılkaya istasyonunda bulunmuştur. Her iki istasyonda da su kalitesi Ağustos 2001'de II., diğer aylarda ise I. sınıf olmuştur (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, Şekil 4.4).

4.1.2.9. Klorür (Cl⁻) iyonu

Kıtaıçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre Cl⁻ iyonu konsantrasyonu 25 mg/l ve altındaki akarsular I. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca ölçülen klorür iyonu değerleri 5.25 mg/l ile 24.97 mg/l arasında değişmiştir. Su kalitesi Cl⁻ iyonu açısından değerlendirildiğinde tüm aylarda ve istasyonlarda I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, Şekil 4.14).

4.1.2.10. Sodyum (Na⁺) iyonu

Kıtaıçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre Na⁺ iyonu konsantrasyonu 125 mg/l ve altındaki akarsular I. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca ölçülen Na⁺ iyonu değerleri 5.4 mg/l ile 19.6 mg/l arasında değişmiştir. Su kalitesi Na⁺ iyonu açısından değerlendirildiğinde tüm aylarda ve istasyonlarda I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5).

4.1.2.11. Demir (Fe⁺) iyonu

Kıtaiçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre Fe⁺ iyonu konsantrasyonu 0.3 mg/l ve altındaki akarsular I. sınıf, 0.3-1 mg/l arasında olanlar II. sınıf, 1-5 mg/l arasında olanlar III. sınıf, 5 mg/l'nin üstündeki akarsular ise IV. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca en yüksek Fe⁺ iyonu değerleri 2.867±2.047 mg/l ortalama ile Devecikonağı istasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.5). Bu istasyonda Fe⁺ iyonu konsantrasyonu Mart 2001'de 6.21 mg/l ve Kasım 2001'de 20.5 mg/l'ye ulaşmış ve bu aylarda su kalitesi IV. sınıf olarak bulunmuştur. Aynı istasyonda Nisan ve Eylül 2001'de su kalitesi II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf olmuştur. Kızılcayası istasyonunda ortalama Fe⁺ iyonu konsantrasyonu 2.15±1.635 mg/l olarak bulunmuş, en yüksek değer 15 mg/l olarak Kasım 2001'de kaydedilmiştir (Çizelge 4.4). Bu ayda su kalitesi IV. sınıf olarak tespit edilmiştir. Aynı istasyonda su kalitesi Mart 2002'de III. sınıf, Şubat ve Mayıs 2002'de II. sınıf, ölçümü yapılan diğer aylarda ise I. sınıf olmuştur. Yıllık ortalaması 1.74±1.275 mg/l olan Gökçedağ'da en yüksek Fe⁺ iyonu konsantrasyonu Kasım 2001'de 11.825 mg/l olarak bulunmuş (Çizelge 4.3) ve bu ayda su kalitesi IV. sınıf olmuştur. Aynı istasyonun su kalitesi Mart 2002'de III. sınıf, Şubat, Nisan ve Mayıs 2002'de II. sınıf, ölçümü yapılan diğer aylarda ise I. sınıf olarak bulunmuştur. Hisarcık'ta ortalama Fe⁺ iyonu konsantrasyonu 1.53±1.29 mg/l olarak bulunmuş ve en yüksek değer 11.825 mg/l olarak Kasım 2001'de kaydedilmiştir (Çizelge 4.2). Kasım 2001'de IV. sınıf olan su kalitesi Mart 2002'de II. sınıf, ölçümü yapılan diğer aylarda ise I. sınıf olarak bulunmuştur. Yıllık ortalaması 1.503±1.366 mg/l olan Yeşilçay istasyonunda da en yüksek Fe⁺ iyonu konsantrasyonu 12.425 mg/l olarak yine Kasım 2001'de kaydedilmiştir (Çizelge 4.1). Bu istasyonun su kalitesi Kasım 2001'de IV., Mayıs 2001'de II., ölçümü yapılan diğer aylarda ise I. sınıf olarak tespit edilmiştir.

4.1.2.12. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI₅)

Kıtaiçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre BOI açısından 4 mg/l ve altındaki akarsular I. sınıf, 4-8 mg/l arasında olanlar II. sınıf, 8-20 mg/l arasında olanlar

III. sınıf, 20 mg/l'nin üzerinde olanlar IV. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Emet Çayı BOI₅ değerleri açısından incelendiğinde istasyonlarda kaydedilen yıllık ortalamaların birbirine yakın değerlerde bulunduğu gözlenmiş, en yüksek BOI₅ ortalaması 2.83±0.38 mg/l olarak Devecikonağı'nda, en düşük ortalama ise 1.99±0.31 mg/l olarak Hisarcık'da kaydedilmiştir. Devecikonağı istasyonunda BOI₅ yönünden su kalitesi Nisan ve Temmuz 2001 ile Mayıs 2002'de II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf olarak bulunmuştur. Hisarcık istasyonunda su kalitesi sadece Eylül 2001'de II. sınıf, diğer tüm aylarda ise I. sınıf olmuştur. Yeşilçay ve Gökçedağ istasyonlarında yıl boyunca 4 mg/l'nin altında bulunan BOI₅ değerleri Kasım 2001'de sırasıyla 8.45 mg/l ve 8.87 mg/l olarak her iki istasyonda da en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Bu istasyonların su kalitesi Kasım 2001'de III. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf olarak bulunmuştur. Kızkayası istasyonunda ortalama değer 2.35±0.313 mg/l olup, en yüksek değer 4.2 mg/l olarak Nisan 2001'de kaydedilmiştir. Su kalitesi sadece bu ayda II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, Şekil 4.6).

4.1.2.13. Bor (B)

Kıtaıçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre 1 mg/l'ye kadar B içeren akarsular I-II-III. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir. Ancak bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 0.3 mg/l'ye kadar düşürmek gerekebilir. 1 mg/l'nin üzerinde B içeren akarsular ise IV. sınıf olarak değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca en yüksek bor konsantrasyonu 5.56 mg/l ile Temmuz 2001'de Hisarcık'ta tespit edilmiştir, bu istasyon aynı zamanda 1.26±0.45 mg/l ile ortalama bor konsantrasyonu en yüksek olan istasyon olmuştur. Hisarcık'ta Nisan, Mayıs, Temmuz 2001 ile Ocak ve Mayıs 2002 tarihlerinde bor konsantrasyonunun 1 mg/l'nin üzerine çıkmasıyla su kalitesi IV. sınıf olarak tespit edilmiştir. Aynı istasyonda Haziran, Ağustos ve Eylül 2001'de bor konsantrasyonu 0.3 mg/l'nin üzerinde, diğer aylarda ise bu değer altında bulunmuştur. İkinci en yüksek ortalama bor konsantrasyonu 1.084±0.227 mg/l ile Gökçedağ'da kaydedilmiştir. Gökçedağ B açısından Nisan, Mayıs, Temmuz 2001 ile Ocak, Mart ve Nisan 2002 tarihlerinde IV. sınıf su kalitesine sahip olmuştur. Bu istasyonda bor konsantrasyonu Kasım 2001 ve Şubat 2002 tarihleri

haricinde 0.3 mg/l'nin üzerinde bulunmuştur. Kızılkayası istasyonunda Temmuz ve Kasım 2001 ile Şubat ve Mayıs 2002 tarihlerinde su kalitesi IV. sınıf olarak belirlenmiştir. Aynı istasyonda bor konsantrasyonu Nisan ile Haziran 2001 tarihleri arasında, Eylül 2001 ve Mart 2002 tarihlerinde 0.3 mg/l'nin altında bulunmuştur. Devecikonağı istasyonunda Eylül ve Kasım 2001 ile Şubat ve Mayıs 2002 tarihlerinde 1 mg/l'nin üzerinde bor konsantrasyonu tespit edilmiş ve su kalitesi IV. sınıf olarak kaydedilmiştir. Nisan ile Temmuz 2001 tarihleri arasında ve Ekim 2001 ile Mart 2002'de 0.3 mg/l'nin altında bor konsantrasyonu tespit edilmiştir. Yıllık bor konsantrasyonunun en düşük olduğu Yeşilçay istasyonunda sadece Şubat 2002 tarihinde 1 mg/l'nin biraz üzerinde bor konsantrasyonu bulunmuş ve bu ayda su kalitesi 4. sınıf olmuştur. Diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesinde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, Şekil 4.17).

4.1.2.14. Arsenik (As)

Kıtaiçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre 0.02 mg/l'ye kadar arsenik içeren akarsular I. sınıf, 0.02-0.05 mg/l arasında olanlar II. sınıf, 0.05-0.1 mg/l arasında olanlar III. sınıf, 0.1 mg/l'nin üzerinde olan akarsular ise IV. sınıf su kalitesinde değerlendirilmektedir (Anonim 2004).

Çalışma boyunca arsenik konsantrasyonu en yüksek bulunan istasyon 0.115±0.025 mg/l ile Hisarcık olmuştur. Bu istasyonun su kalitesi Şubat ve Nisan 2002'de II.sınıf, Ocak 2002'de III. sınıf, ölçümü yapılan diğer aylarda ise IV. sınıf olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama arsenik konsantrasyonu 0.071±0.022 mg/l olan Devecikonağı'nda su kalitesi Şubat ve Nisan 2002'de I. sınıf, Temmuz 2001, Ocak ve Mart 2002'de II. sınıf, Nisan, Mayıs ve Eylül 2001'de III. sınıf, Kasım 2001 ve Mayıs 2002 'de ise IV. sınıf olmuştur. Kızılkayası istasyonunda ortalama 0.049±0.023 mg/l olan arsenik konsantrasyonunun Mayıs 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde 0.1 mg/l'nin üzerine çıkması ile bu aylarda arsenik konsantrasyonu açısından IV. sınıf su kalitesi gözlenmiştir. Aynı istasyonda su kalitesi Temmuz 2001'de III. sınıf, Nisan 2001'de II. sınıf, ölçümü yapılan diğer aylarda ise I. sınıf olarak bulunmuştur. Gökçedağ istasyonunda ortalama arsenik konsantrasyonu 0.044±0.012 mg/l olarak bulunmuştur. Bu istasyonda en yüksek değer Temmuz 2001'de 0.102 mg/l olarak bulunmuş ve bu

ayda su kalitesi IV. sınıf olarak belirlenmiştir. Aynı istasyonda Nisan, Kasım 2001 ve Mart 2002’de III., Nisan 2002’de II., ölçümü yapıulan diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesi tespit edilmiştir. Arsenik konsantrasyonu en düşük bulunan istasyon ise 0.024 ± 0.011 mg/l ortalamaya sahip Yeşilçay istasyonu olmuştur. Bu istasyonun en yüksek değeri Kasım 2002’de 0.102 mg/l olarak kaydedilmiş ve bu ayda su kalitesi IV. sınıf olmuştur. Aynı istasyonda Ocak, Nisan ve Mayıs 2002 tarihlerinde II. sınıf, ölçümü yapılan diğer aylarda ise I. sınıf su kalitesi tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5).

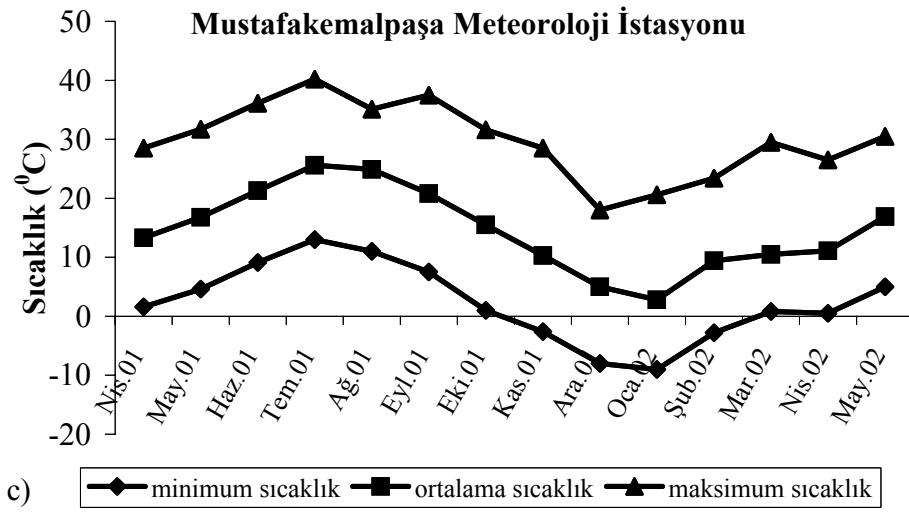
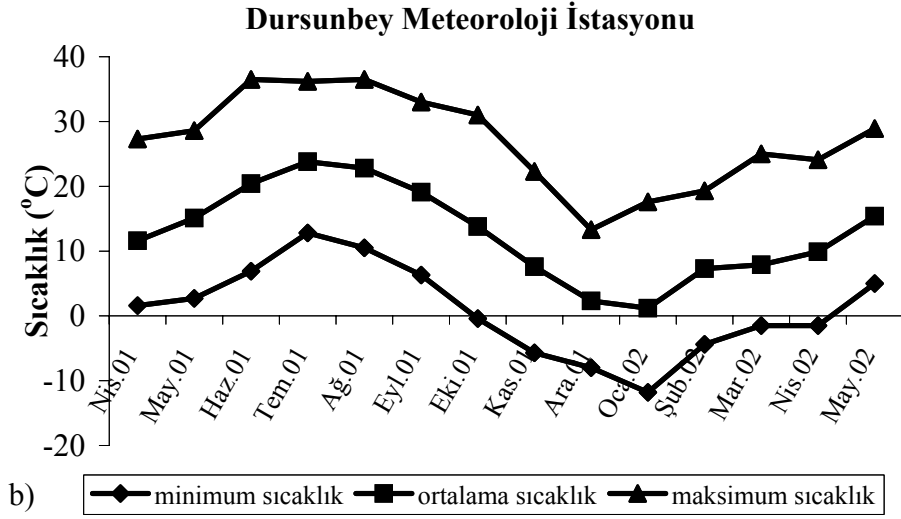
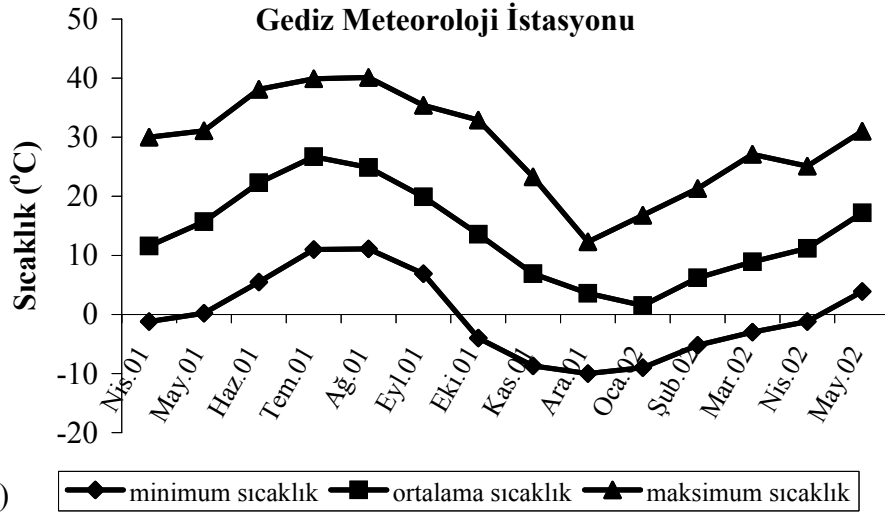
4.1.4. Meteorolojik Bulgular

Gediz Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Emet Çayı’nın üst havzasında çalışma periyodu boyunca aylık minimum sıcaklık değerleri -10 °C (Aralık 2001) ile 11.1 °C (Ağustos 2001) arasında, aylık maksimum sıcaklık değerleri 12.3 °C (Aralık 2001) ile 40.1 °C (Ağustos 2001) arasında değişiklik göstermiştir. Aylık ortalama sıcaklık değerleri ise 1.5 °C (Ocak 2002) ile 26.7 °C (Temmuz 2001) arasında değişmiştir (Şekil 4.19 a). Aylık en düşük toplam yağış miktarı 1.3 mm olarak Haziran 2001’de, aylık en yüksek toplam yağış miktarı ise 202.3 mm olarak Aralık 2001’de kaydedilmiştir (Şekil 4.20 a).

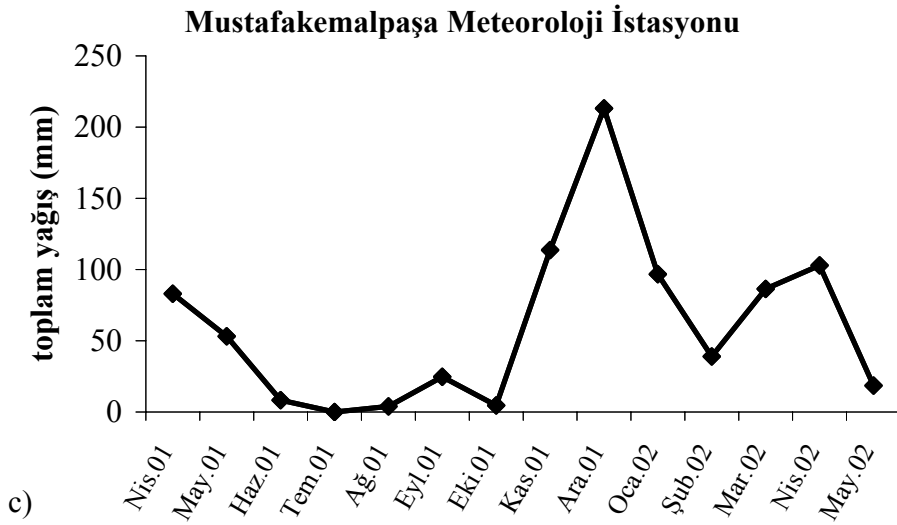
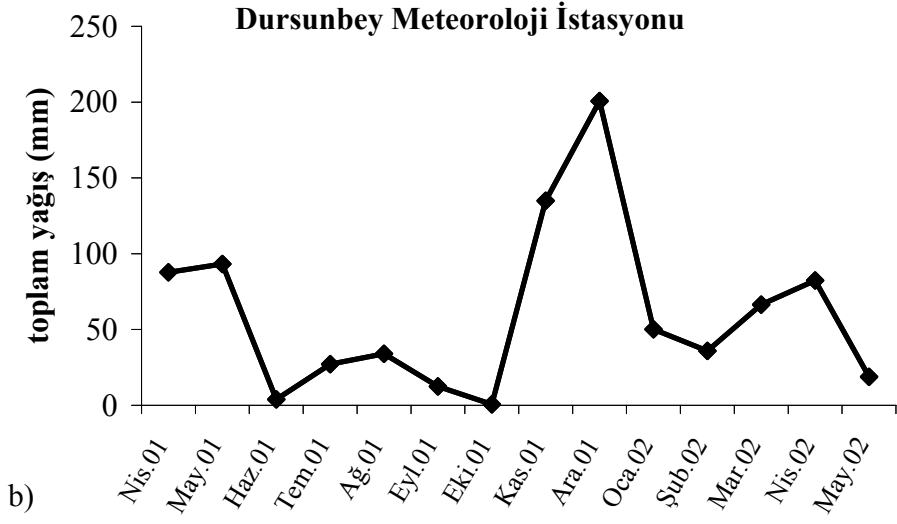
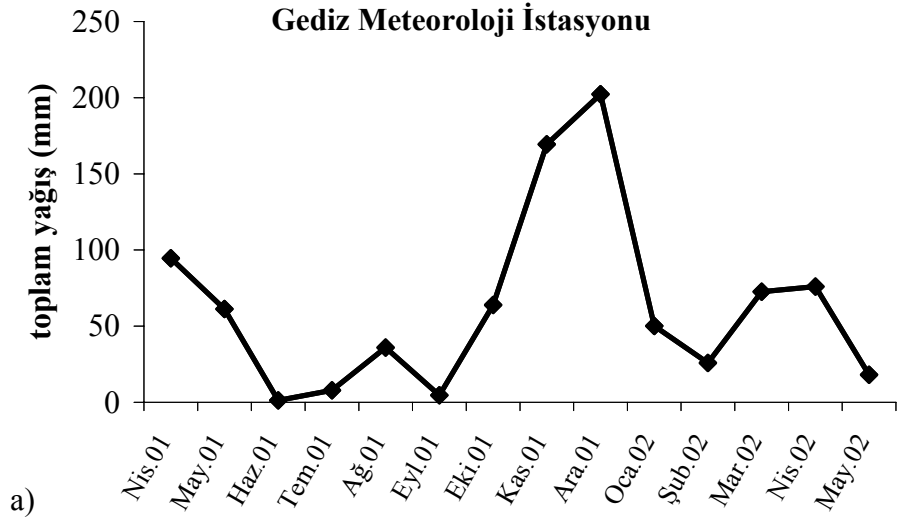
Dursunbey Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Emet Çayı’nın orta havzasında çalışma periyodu boyunca aylık minimum sıcaklık değerleri -11.8 °C (Ocak 2002) ile 12.8 °C (Temmuz 2001) arasında, aylık maksimum sıcaklık değerleri 13.3 °C (Aralık 2001) ile 36.5 °C (Haziran 2001 ve Ağustos 2001) arasında değişiklik göstermiştir. Aylık ortalama sıcaklık değerleri ise 1.2 °C (Ocak 2002) ile 23.8 °C (Temmuz 2001) arasında değişmiştir (Şekil 4.19 b). Aylık en düşük toplam yağış miktarı 0.6 mm olarak Ekim 2001’de, aylık en yüksek toplam yağış miktarı 200.7 mm olarak Aralık 2001’de kaydedilmiştir (Şekil 4.20 b).

Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Emet Çayı’nın alt havzasında çalışma periyodu boyunca aylık minimum sıcaklık değerleri -2.8 °C (Şubat 2002) ile 13 °C (Temmuz 2001) arasında, aylık maksimum sıcaklık değerleri 18 °C (Aralık 2001) ile 40.2 °C (Temmuz 2001) arasında değişiklik göstermiştir. Aylık ortalama sıcaklık değerleri ise 2.8 °C (Ocak 2002) ile 25.6 °C (Temmuz 2001) arasında

değişmiştir (Şekil 4.19 c). Aylık en yüksek toplam yağış miktarı 213.2 mm olarak Aralık 2001’de kaydedilmiştir. Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonu verilerine göre Temmuz 2001 tarihinde ise yağış olmamıştır (Şekil 4.20 c).



Şekil 4.19. Emet Çayı Havzasında Çalışma Döneminde Kaydedilen Minimum, Ortalama ve Maksimum Hava Sıcaklığı Değerleri



Şekil 4.20. Emet Çayı Havzasında Çalışma Döneminde Kaydedilen Toplam Yağış Değerleri

4. 2. Biyolojik Bulgular

4.2.1. Emet Çayı'nda Tespit Edilen Bentik Omurgasızlar

4.2.1.1. Bentik Omurgasızların Komünite Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri

Emet Çayı'nda beş örnekleme istasyonunda Insecta sınıfından 8 takıma ait 74 takson tespit edilmiştir. Bu takımlar Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Odonata ve Collembola'dır. Ephemeroptera ordosuna ait 9 familya, Plecoptera ordosuna ait 5 familya, Trichoptera ordosuna ait 12 familya, Diptera ordosuna ait 14 familya, Coleoptera ordosuna ait 11 familya, Hemiptera ordosuna ait 6 familya, Odonata ordosuna ait 4 familya ve Collembola ordosuna ait 1 familya tespit edilmiştir. Insecta dışında Nematomorpha'ya ait 1, Annelida'dan Oligochaeta'ya ait 2 ve Hirudinea'ya ait 1, Mollusca'ya ait 4, Arachnida'ya ait 1 ve Crustacea sınıfına ait 3 takson tespit edilmiştir. Emet Çayı'nda tespit edilen bentik omurgasız taksonlarının listesi Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Emet Çayı'nda tespit edilen bentik omurgasızların m²'de bulunan toplam organizma sayılarının aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.21'de, Emet Çayı bentik omurgasız faunasında tespit edilen sistematik ünitelerin toplam organizma içindeki % dağılımları, diğer bir deyişle nispi bollukları ise Şekil 4.22'de gösterilmiştir. Emet Çayı'nda tespit edilen bentik omurgasızların m²'de bulunan toplam organizma sayıları 11 ile 21.964 org/m² olarak değişmiş olup, en düşük organizma sayısı Aralık 2001'de Yeşilçay'da, en yüksek organizma sayısı ise Temmuz 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir. Insecta sınıfına ait bireyler hemen tüm aylarda ve istasyonlarda toplam organizmanın önemli bir bölümünü oluşturmuşlardır.

Yeşilçay istasyonunda toplam organizma sayısı aylara göre düzenli bir değişim göstermiştir. Bu istasyonda çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısı 5808 org/m² olarak Nisan 2001'de kaydedilmiştir. Bu tarihte toplam organizmanın %43'ünü Diptera, %25'ini Ephemeroptera, %18'ini ise Trichoptera üyeleri oluşturmuştur. Bu tarihten itibaren organizma sayısı düzenli olarak azalmış ve bu istasyonun en düşük organizma sayısı Aralık 2001'de m²'de 11 organizma olarak bulunmuştur. Aralık ayından itibaren tekrar artış gösteren organizma sayısı Mayıs 2002'de m²'de 3497 organizmaya ulaşarak bu istasyonun ikinci en yüksek organizma sayısı olarak kaydedilmiştir. Bu tarihte toplam organizmanın %62'sini Ephemeroptera, %35'ini ise

Çizelge 4.7. Emet Çayı'nda Tespit Edilen Bentik Omurgasızların Takson Listesi

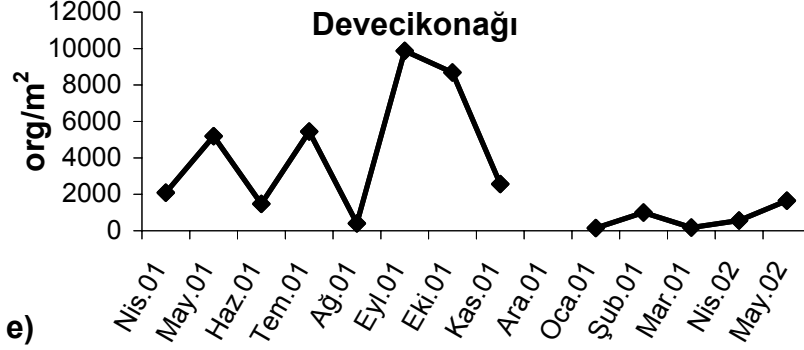
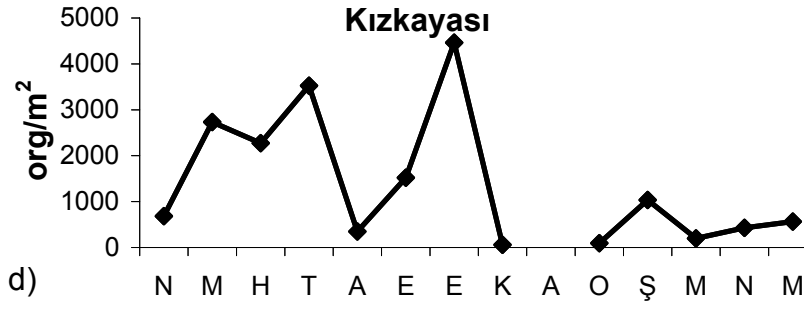
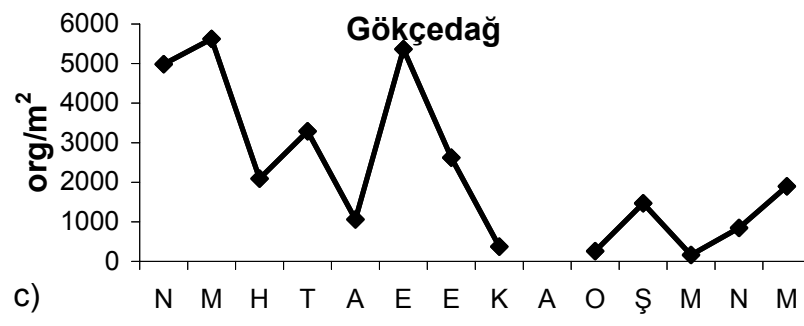
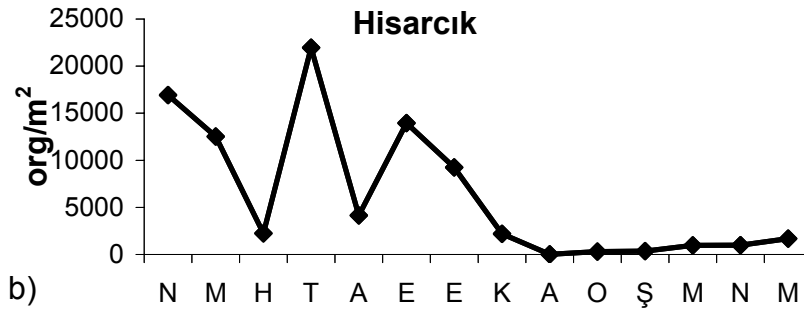
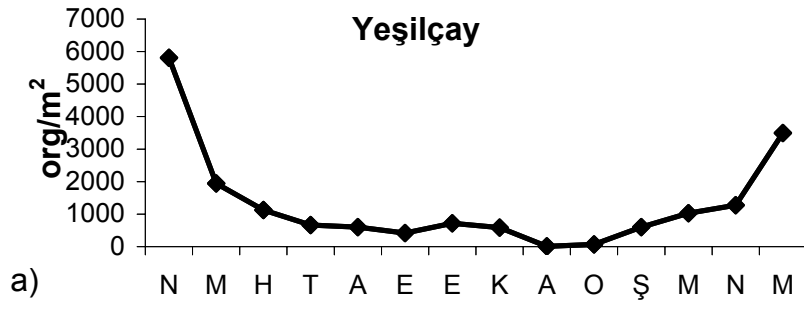
Taksonlar	Takson No
Şube : Nematomorpha	1
Şube : Annelida	
Sınıf: Oligochaeta	
Familya: Lumbricidae	2
Familya: Lumbriculidae	3
Sınıf: Hirudinea	
Familya: Erpobdellidae	4
Şube: Mollusca	
Familya: Lymnaeidae	5
Familya: Valvatidae	6
Familya: Planorbidae	7
Familya: Unionidae	8
Şube: Arthropoda	
Sınıf: Arachnida	
Subordo: Hydracarina	9
Sınıf: Crustacea	
Takım: Amphipoda	
Familya: Gammaridae	10
Takım: Decapoda	11
Takım: Isopoda	
Familya: Asellidae	
<i>Asellus</i> sp	12
Sınıf: Insecta	
Takım: Ephemeroptera	
Familya: Caenidae	13
Familya: Ephemerellidae	
<i>Ephemerella</i> sp	14
Familya: Ephemeridae	
<i>Ephemera vulgata</i> L.	15
Familya: Baetidae	16
Familya: Oligoneuriidae	
<i>Oligoneuriella rhenana</i> Imhoff	17
<i>Isonychia ignota</i> Walker	18
Familya: Heptageniidae	
<i>Ecdyonurus</i> sp	19
<i>Rhithrogena</i> sp	20
<i>Heptogenia</i> sp	21
Familya: Potamantidae	
<i>Potamanthus luteus</i> L.	22
Familya: Polymitarcyidae	
<i>Epheron</i> sp	23
Familya: Leptophlebiidae	
<i>Paraleptophlebia</i> sp	24
Takım: Odonata	
Alttakım: Zygoptera	
Familya: Calopterygidae	25

Çizelge 4.7.(Devam)Emet Çayı'nda tespit edilen bentik omurgasızların takson listesi

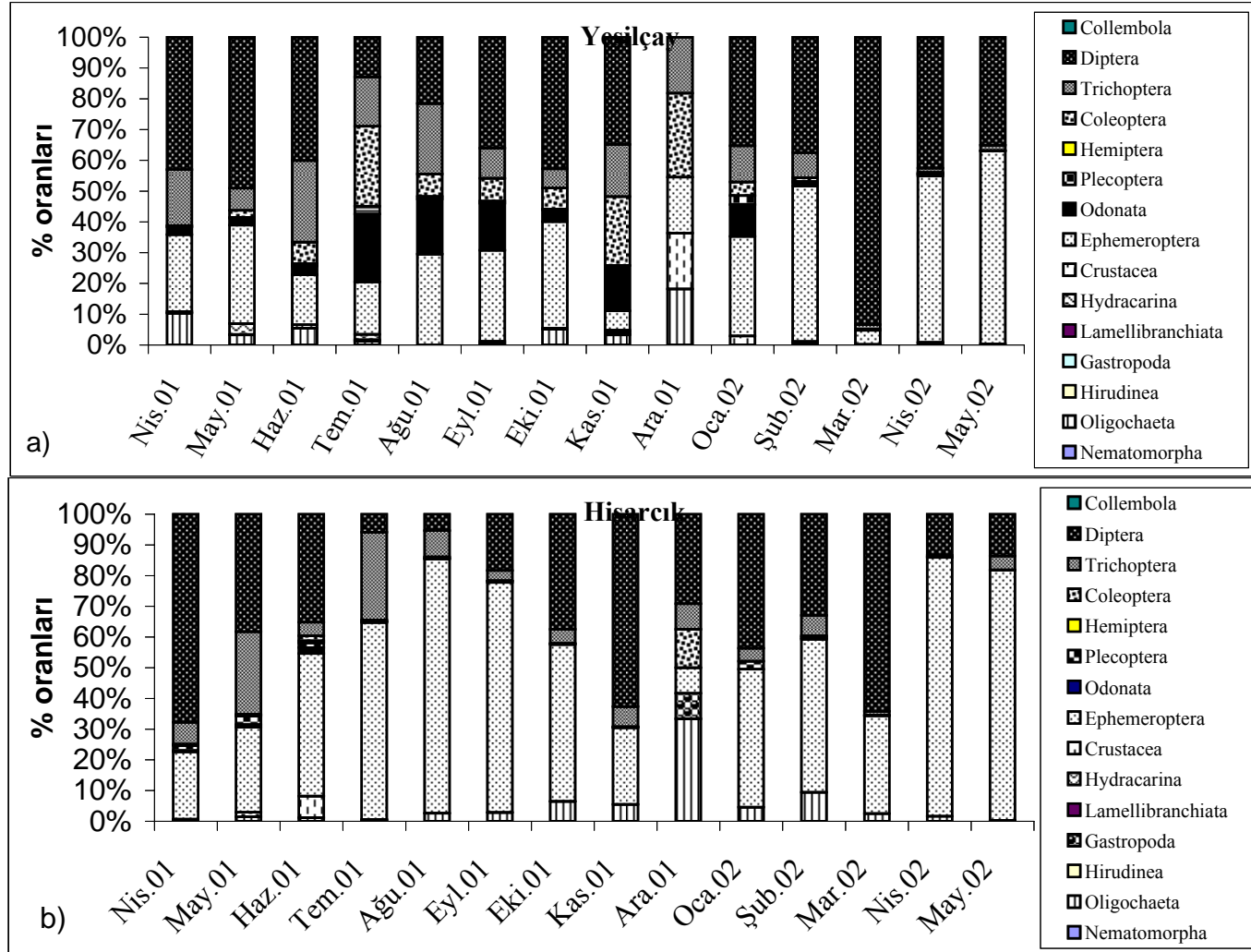
Taksonlar	Takson No
Familya: Coenagrionidae	26
Alttakım: Anisoptera	
Familya: Gomphidae	27
Familya: Corduliidae	28
Takım: Plecoptera	
Familya: Perlidae	29
Familya: Perlodidae	30
Familya: Leuctridae	31
Familya: Nemouridae	32
Familya: Taeniopterygidae	33
Takım: Hemiptera	
Familya: Corixidae	34
Familya: Aphelocheiridae	35
Familya: Gerridae	36
Familya: Veliidae	37
Familya: Mesoveliidae	38
Familya: Hydrometridae	39
Takım: Coleoptera	
Familya: Elmidae (larva+ergin)	40
Familya: Hydrophilidae (larva)	41
Familya: Dytiscidae (larva+ergin)	42
Familya: Chrysomelidae (larva)	43
Familya: Staphylinidae (larva+ergin)	44
Familya: Psephenidae (larva)	45
Familya: Curculionidae (larva)	46
Familya: Gyrinidae (ergin)	47
Familya: Noteridae (ergin)	48
Familya: Haliplidae (ergin)	49
Familya: Hydraenidae (ergin)	50
Takım: Trichoptera	
Familya: Hydropsychidae	51
Familya: Rhyacophilidae	52
Familya: Psychomyiidae	53
Familya: Philopotamidae	54
Familya: Polycentropodidae	55
Familya: Hydroptilidae	
<i>Hydroptila</i> sp	56
<i>Onchrotrichia</i> sp	57
<i>Oxyethira</i> sp	58
<i>Ithytrichia</i> sp	59
Familya: Brachycentridae	60
Familya: Ecnomidae	61
Familya: Leptoceridae	62
Familya: Sericostomatidae	63
Familya: Limnephilidae	64
Familya: Phryganeidae	65

Çizelge 4.7.(Devam)Emet Çayı'nda tespit edilen bentik omurgasızların takson listesi

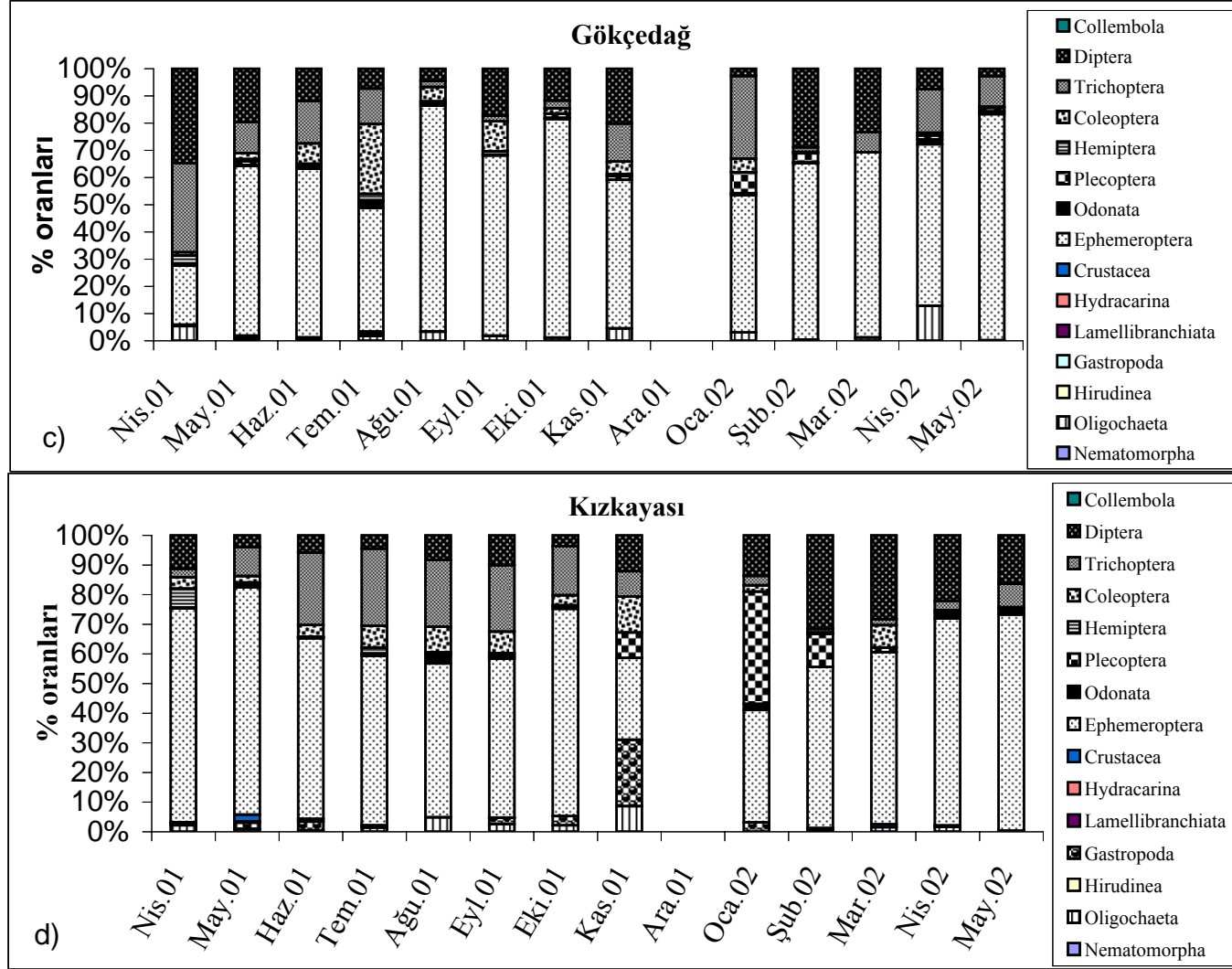
Taksonlar	Takson No
Takım: Diptera	
Familya: Stratiomyidae	
<i>Odontomyia</i> sp	66
<i>Nemotelus</i> sp	67
Familya: Tipulidae	
<i>Tipula</i> sp	68
<i>Hexatoma</i> sp	69
<i>Dicranota</i> sp	70
<i>Ormosia</i> sp	71
<i>Antocha</i> sp	72
Familya: Muscidae	
<i>Limnophora</i> sp	73
Familya: Simuliidae	74
Familya: Tabanidae	
<i>Tabanus</i> sp	75
<i>Chrysops</i> sp	76
Familya: Empididae	
<i>Clinocera</i> sp	77
<i>Hemerodromia</i> sp	78
<i>Wiedemannia</i> sp	79
Familya: Athericidae	
<i>Atherix</i> sp	80
Familya: Psychodidae	81
Familya: Dixidae	82
Familya: Chironomidae	83
Familya: Ceratopogonidae	84
Familya: Blephariceridae	85
Familya: Ephydriidae	
<i>Hydrellia</i> sp	86
Familya: Dolichopodidae	
<i>Argyra</i> sp	87
Takım: Collembola	
Familya: Isotomidae	88



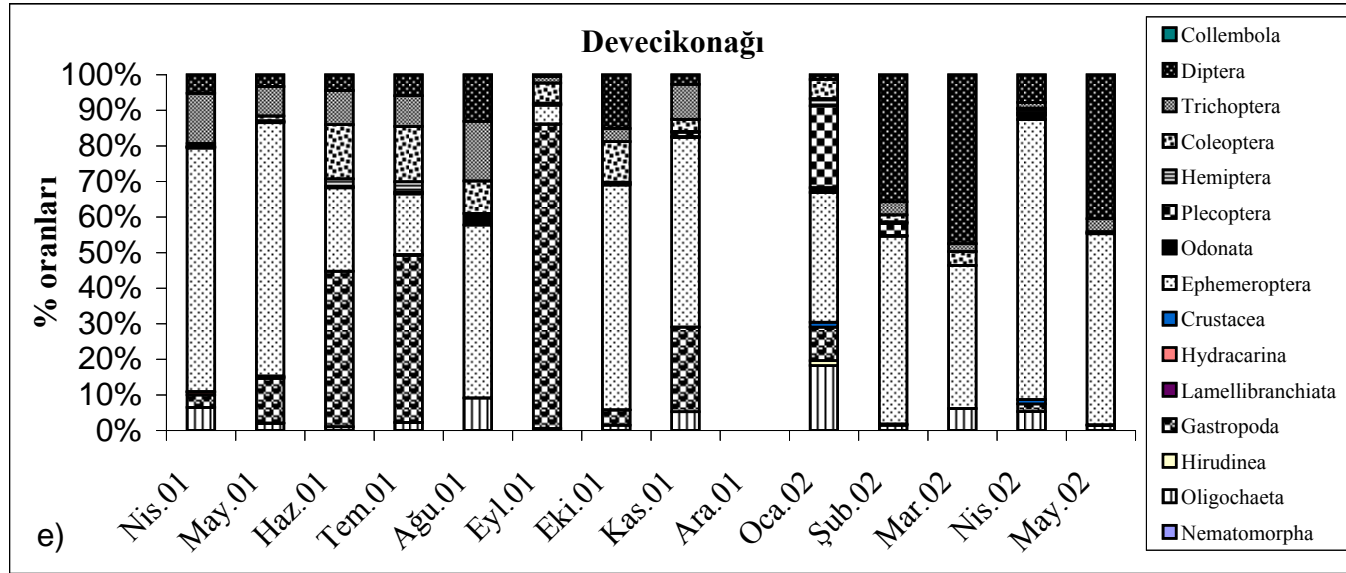
Şekil 4.21. Bentik Omurgasızların Toplam Organizma Sayılarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.22. Bentik Omurgasız Gruplarının % Oranları



Şekil 4.22. (Devam) Bentik Omurgasız Gruplarının % Oranları



Şekil 4.22. (Devam) Bentik Omurgasız Gruplarının % Oranları

Diptera üyeleri oluşturmuştur. Yeşilçay istasyonunda çalışma boyunca hemen tüm aylarda toplam organizmanın önemli bölümünü Ephemeroptera ve Diptera üyeleri oluşturmuştur. Mart 2002'de toplam organizma sayısı m^2 'de 1030 olarak bulunmuş ve bu ayda Diptera üyeleri toplam organizmanın %93'ünü kapsamıştır. Yeşilçay istasyonunda Trichoptera üyeleri Nisan, Haziran ve Ağustos 2001 tarihlerinde önemli olmuşlar ve bu aylarda sırasıyla toplam organizmanın %18, %27 ve %23'ünü oluşturmuşlardır. Coleoptera üyelerinin nispi bollukları Temmuz 2001 ve Kasım 2001'de artış göstermiş ve bu aylarda sırasıyla toplam organizmanın %26 ve %22'sini kapsamışlardır. Odonata üyeleri Temmuz ile Eylül 2001 tarihleri arasında önemli olmuş ve bu aylarda sırasıyla toplam organizmanın %22, %18 ve %15'ini oluşturmuşlardır. Yeşilçay istasyonunda Plecoptera ve Hemiptera üyelerinin toplam organizma içindeki nispi bolluk değerleri çalışma boyunca %3'ün üzerine çıkamamıştır. Bu istasyonda Insecta dışında, nispi bolluk değerleri yönünden en önemli olan grup Oligochaeta sınıfı üyeleri olmuştur. Ancak bu sınıfa ait bireyler de çalışma boyunca toplam organizmanın en fazla %18'ini oluşturmuşlardır (Şekil 4.21 a, Şekil 4.22 a).

Toplam organizma sayıları çalışma boyunca en yüksek bulunan istasyon Hisarcık olmuştur. Bu istasyonda toplam organizma sayısı Nisan 2001, Temmuz 2001 ve Eylül 2001 olmak üzere üç kez önemli artış göstermiştir. Hisarcık'ta Nisan 2001'de 16.928 org/ m^2 olarak bulunan organizma sayısı Mayıs ve Haziran 2001'de kademeli olarak azalmış ve Haziran 2001'de m^2 'de 2238 bireye gerilemiştir. Toplam organizma sayısı bu aydan itibaren ani bir artış göstermiş ve Temmuz 2001'de 21.964 org/ m^2 'ye ulaşmıştır. Bu sayı çalışma boyunca tüm istasyonlarda görülen en yüksek organizma sayısı olmuştur. Aynı istasyonda organizma sayısı Ağustos 2001'de 4150 org/ m^2 'ye gerilemiş, ancak bir sonraki ay Eylül 2001'de tekrar artarak 13.961 org/ m^2 'ye yükselmiştir. Bu istasyonda organizma sayısı Eylül 2001 tarihinden itibaren kademeli olarak azalmış ve en düşük organizma sayısı 24 org/ m^2 olarak Aralık 2001'de kaydedilmiştir. Çalışma boyunca en yüksek birey sayısının kaydedildiği Temmuz 2001 tarihinde toplam organizmanın %64'ünü Ephemeroptera, %28'ini Trichoptera, %5'ini ise Diptera üyeleri oluşturmuştur. Hisarcık istasyonunda tüm aylarda toplam organizmanın en önemli bölümünü Ephemeroptera, Diptera ve bazı aylarda ise Trichoptera üyeleri oluşturmuştur. Bununla birlikte Aralık 2001'de Oligochaeta sınıfı üyeleri artış göstermiş ve bu ayda toplam organizmanın %33'ünü oluşturmuşlardır.

Gastropoda üyeleri sadece Aralık 2001’de, Crustacea üyeleri ise sadece Haziran 2001 tarihlerinde önemli olmuş, ancak toplam organizma içindeki nispi boluk değerleri %8’in üzerine çıkamamıştır (Şekil 4.21 b, Şekil 4.22 b).

Gökçedağ’da toplam organizma sayısı en yüksek değerine 5625 org/m² olarak Mayıs 2001’de ulaşmış, ikinci en yüksek organizma sayısı ise 5365 org/m² olarak Eylül 2001’de kaydedilmiştir. Toplam organizma sayıları çalışma boyunca düzensiz değişimler gösteren Gökçedağ’da en düşük organizma sayısı Mart 2001’de 163 org/m² olarak bulunmuştur. Bu istasyonda da bazı aylar haricinde toplam organizmanın en önemli bölümü Ephemeroptera, Diptera ve Trichoptera üyelerinden oluşmuştur. Ağustos 2001, Ekim 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde toplam organizmanın yaklaşık %82’sini Ephemeroptera üyeleri oluşturmuştur. Diptera üyeleri bu istasyonda toplam organizmanın en fazla %35’ini oluşturmuş ve bu tarih Nisan 2001 olarak belirlenmiştir. Trichoptera üyeleri de en yüksek nispi bolluk değerine toplam organizmanın %33’ünü oluşturarak Nisan 2001’de ulaşmışlardır. Bu istasyonda önemli nispi bolluk değerlerine ulaşan bir diğer organizma grubu Coleoptera üyeleri olmuştur. Temmuz 2001’de toplam organizmanın %26’sını, Eylül 2001’de ise toplam organizmanın %11’ini Coleoptera üyeleri oluşturmuştur. Plecoptera üyeleri bu istasyonda sadece Ocak 2002 tarihinde önemli olmuş ve toplam organizmanın %8’ini kapsamıştır. Insecta dışında toplam organizma içinde önem kazanan tek grup Oligochaeta sınıfı olmuştur. Oligochaeta üyeleri Nisan 2002’de toplam organizmanın %13’ünü oluşturmuş, diğer aylarda ise toplam organizma içindeki % değerleri %5’in altında bulunmuştur (Şekil 4.21 c, Şekil 4.22 c).

Çalışma boyunca organizma sayılarının en düşük bulunduğu istasyon Kızılkayası olmuştur. Toplam organizma sayısı bu istasyonda çalışma boyunca düzensiz değişimler göstermiştir. Bu istasyonda toplam organizma sayısındaki en önemli artış Ekim 2001’de gerçekleşmiş ve m²’de 4463 organizma olarak kaydedilmiştir. En düşük organizma sayısı ise 58 org/m² olarak Kasım 2001’de tespit edilmiştir. Kızılkayası istasyonunda tüm aylarda toplam organizmanın en önemli bölümünü Ephemeroptera üyeleri oluşturmuştur. Bu istasyonda Diptera üyelerinin toplam organizma içindeki nispi bollukları diğer istasyonlara göre düşük bulunmuştur. Aynı istasyonda Diptera üyelerine ait en yüksek nispi bolluk değeri Mart ve Nisan 2002’de sırasıyla %28 ve %22 olarak bulunmuştur. Trichoptera üyeleri Haziran ile Eylül 2001 tarihleri arasında önem

kazanmış ve toplam organizmanın yaklaşık %25'ini oluşturmuşlardır. Bu istasyonda Plecoptera üyeleri hemen tüm yıl boyunca kaydedilmiş olup, nispi bollukları özellikle Kasım 2001 ile Şubat 2002 tarihleri arasında yükselmiştir. Ocak 2002'de toplam organizmanın %38'ini Plecoptera üyeleri oluşturmuştur. Kızılkayası istasyonunda Insecta haricinde sadece bir örnekleme tarihinde Kasım 2001'de Gastropoda grubu önemli olmuş ve toplam organizmanın %22'sini oluşturmuştur. Benzer şekilde Oligochaeta üyeleri de bu istasyonda sadece Kasım 2001'de önemli olmuş ve toplam organizmanın sadece %8'ini kapsamıştır (Şekil 4.21 d, Şekil 4.22 d).

Devecikonağı istasyonunda da toplam organizma sayısı düzensiz değişimler göstermiştir. Toplam organizma sayısı bu istasyonda en yüksek değerine Eylül ve Ekim 2001 tarihlerinde ulaşmış ve sırasıyla 9875 org/m² ve 8685 org/m² olarak bulunmuştur. Toplam organizma sayısındaki diğer artışlar ise Mayıs 2001 (5195 org/m²) ve Temmuz 2001'de (5449 org/m²) kaydedilmiştir. Bu istasyonda en düşük organizma sayısı 148 org/m² olarak Ocak 2001'de tespit edilmiştir. Bu istasyonda da Ephemeroptera üyeleri çoğu ayda toplam organizmanın en önemli bölümünü oluşturmuştur. Bununla birlikte bazı aylarda Diptera ve Gastropoda üyeleri önem kazanmıştır. Gastropoda üyeleri en yüksek nispi bolluk değerlerine Devecikonağı istasyonunda ulaşmışlardır. Bu istasyona ait en yüksek organizma sayısının kaydedildiği Eylül 2001'de toplam organizmanın %86'sını Gastropoda üyeleri oluşturmuştur. Gastropoda üyeleri Haziran ve Temmuz 2001 tarihlerinde de önemli olmuşlar ve sırasıyla toplam organizmanın %44 ve %47'sini oluşturmuşlardır. Oligochaeta üyeleri de tüm aylarda bulunmakla beraber, nispi bollukları sadece Ocak 2002'de artış göstermiş ve bu ayda toplam organizmanın %18'ini oluşturmuşlardır. Benzer şekilde Plecoptera üyeleri de sadece Ocak 2002'de önemli olmuş ve nispi bollukları %23 olarak bulunmuştur (Şekil 4.21 e, Şekil 4.22 e).

Emet Çayı'nda tespit edilen bentik omurgasız taksonlarının tekerrür oranları Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Emet Çayı bentik omurgasız faunasında 1 takson ile temsil edilen Nematomorpha üyeleri çalışma boyunca sadece bir kez Hisarcık istasyonunda Temmuz 2001'de m²'de 5 organizma olarak oldukça düşük miktarlarda kaydedilmiştir.

Annelida şubesinin Oligochaeta sınıfına ait 2 familya tespit edilmiştir. Lumbricidae üyeleri Hisarcık'ta çoğunlukla mevcut iken, Yeşilçay ve Devecikonağı'nda ekseriya mevcut, Gökçedağ ve Kızılkayası'nda ise nadiren mevcut

Çizelge 4.8. Emet Çayı Bentik Omurgasızlarının Tekerrür Oranları

%1-20 nadiren mevcut %61-80 çoğunlukla mevcut

%21-40 bazen mevcut %81-100 devamlı mevcut

%41-60 ekseriya mevcut

1.ist.=Yeşilçay, 2.ist.=Hisarcık, 3.ist.=Gökçedağ, 4.ist.=Kızılkayası, 5.ist.=Devecikonağı

	takson no	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
Şube : Nematomorpha	1	-	7.1	-	-	-
Şube : Annelida						
Sınıf: Oligochaeta						
Familya: Lumbricidae	2	42.9	64.3	15.4	15.4	46.2
Familya: Lumbriculidae	3	78.6	100	92.3	69.2	100
Sınıf: Hirudinea						
Familya: Erpobdellidae	4	7.1	28.6	7.7	-	15.4
Şube: Mollusca						
Familya: Lymnaeidae	5	35.7	14.3	7.7	69.2	76.9
Familya: Valvatidae	6	-	7.1	7.7	-	15.4
Familya: Planorbidae	7	7.1	-	-	-	15.4
Familya: Unionidae	8	-	-	-	7.7	7.7
Şube: Arthropoda						
Sınıf: Arachnida						
Subordo: Hydracarina	9	50	35.7	46.2	30.8	38.5
Sınıf: Crustacea						
Takım: Amphipoda						
Familya: Gammaridae	10	21.4	21.4	38.5	46.2	38.5
Takım: Decapoda	11	-	-	7.7	-	-
Takım: Isopoda						
Familya: Asellidae						
<i>Asellus</i> sp	12	7.1	-	-	-	-
Sınıf: Insecta						
Takım: Ephemeroptera						
Familya: Caenidae	13	85.7	85.7	100	84.6	92.3
Familya: Ephemerellidae						
<i>Ephemerella</i> sp	14	64.3	35.7	38.5	23.1	23.1
Familya: Ephemeridae						
<i>Ephemerula vulgata</i> L.	15	14.3	-	30.8	15.4	7.7
Familya: Baetidae	16	100	100	100	100	100
Familya: Oligoneuriidae						
<i>Oligoneuriella rhenana</i> Imhoff	17	42.9	35.7	53.8	61.5	53.8
<i>Isonychia ignota</i> Walker	18	-	14.3	61.5	69.2	76.9
Familya: Heptageniidae						
<i>Ecdyonurus</i> sp	19	14.3	71.4	84.6	69.2	76.9
<i>Rhithrogena</i> sp	20	-	21.4	64.3	53.8	61.5
<i>Heptogenia</i> sp	21	-	-	69.2	61.5	76.9
Familya: Potamantidae						
<i>Potamanthus luteus</i> L.	22	21.4	71.4	100	100	100
Familya: Polymitarcyidae						
<i>Epheron</i> sp	23	7.1	-	23.1	30.8	30.8

Çizelge 4.8.(Devam) Emet Çayı Bentik Omurgasızlarının Tekerrür Oranları

	sıra	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
Familya: Leptophlebiidae						
<i>Paraleptophlebia</i> sp	24	7.1	-	7.7	7.7	15.4
Takım: Odonata						
Alttakım: Zygoptera						
Familya: Calopterygidae	25	50	57.1	30.8	30.8	23.1
Familya: Coenagrionidae	26	78.6	50	30.8	46.2	61.5
Alttakım: Anisoptera						
Familya: Gomphidae	27	85.7	42.9	76.9	53.8	84.6
Familya: Corduliidae	28	7.1	-	-	-	-
Takım: Plecoptera						
Familya: Perlidae	29	-	28.6	92.3	38.5	23.1
Familya: Perlodidae	30	14.3	-	-	-	7.7
Familya: Leuctridae	31	7.1	-	30.8	30.8	15.4
Familya: Nemouridae	32	-	7.1	38.5	23.1	7.7
Familya: Taeniopterygidae	33	14.3	21.4	15.4	30.8	23.1
Takım: Hemiptera						
Familya: Corixidae	34	50	7.1	30.8	23.1	23.1
Familya: Aphelocheiridae	35	-	-	30.8	46.2	69.2
Familya: Gerridae	36	14.3	28.6	15.4	7.7	15.4
Familya: Veliidae	37	-	7.1	7.7	-	7.7
Familya: Mesoveliidae	38	7.1	-	-	-	-
Familya: Hydrometridae	39	7.1	7.1	-	-	7.7
Takım: Coleoptera						
Familya: Elmidae (larva)	40L	78.6	57.1	92.3	92.3	100
Familya: Elmidae (ergin)	40E	50	28.6	61.5	46.2	38.5
Familya: Hydrophilidae (larva)	41	14.3	28.6	46.2	38.5	15.4
Familya: Dytiscidae (larva)	42L	7.1	7.1	-	15.4	7.7
Familya: Dytiscidae (ergin)	42E	7.1	7.1	7.7	7.7	-
Familya: Chrysomelidae (larva)	43	-	14.3	-	-	7.7
Familya: Staphylinidae (larva)	44L	7.1	-	-	-	-
Familya: Staphylinidae (ergin)	44E	-	7.1	7.7	-	-
Familya: Psephenidae (larva)	45	-	-	23.1	23.1	38.5
Familya: Curculionidae (larva)	46	-	7.1	-	-	-
Familya: Gyrinidae (ergin)	47	-	-	7.7	7.7	7.7
Familya: Noteridae (ergin)	48	7.1	-	7.7	-	-
Familya: Haliplidae (ergin)	49	-	-	-	7.7	-
Familya: Hydraenidae (ergin)	50	-	7.1	-	-	7.7
Takım: Trichoptera						
Familya: Hydropsychidae	51	100	100	100	100	100
Familya: Rhyacophilidae	52	-	-	-	15.4	-
Familya: Psychomyiidae	53	42.9	50	38.5	38.5	61.5
Familya: Philopotamidae	54	-	-	-	7.7	7.7
Familya: Polycentropodidae	55	-	-	-	-	7.7
Familya: Hydroptilidae						
<i>Hydroptila</i> sp	56	71.4	50	61.5	53.8	61.5

Çizelge 4.8.(Devam) Emet Çayı Bentik Omurgasızlarının Tekerrür Oranları

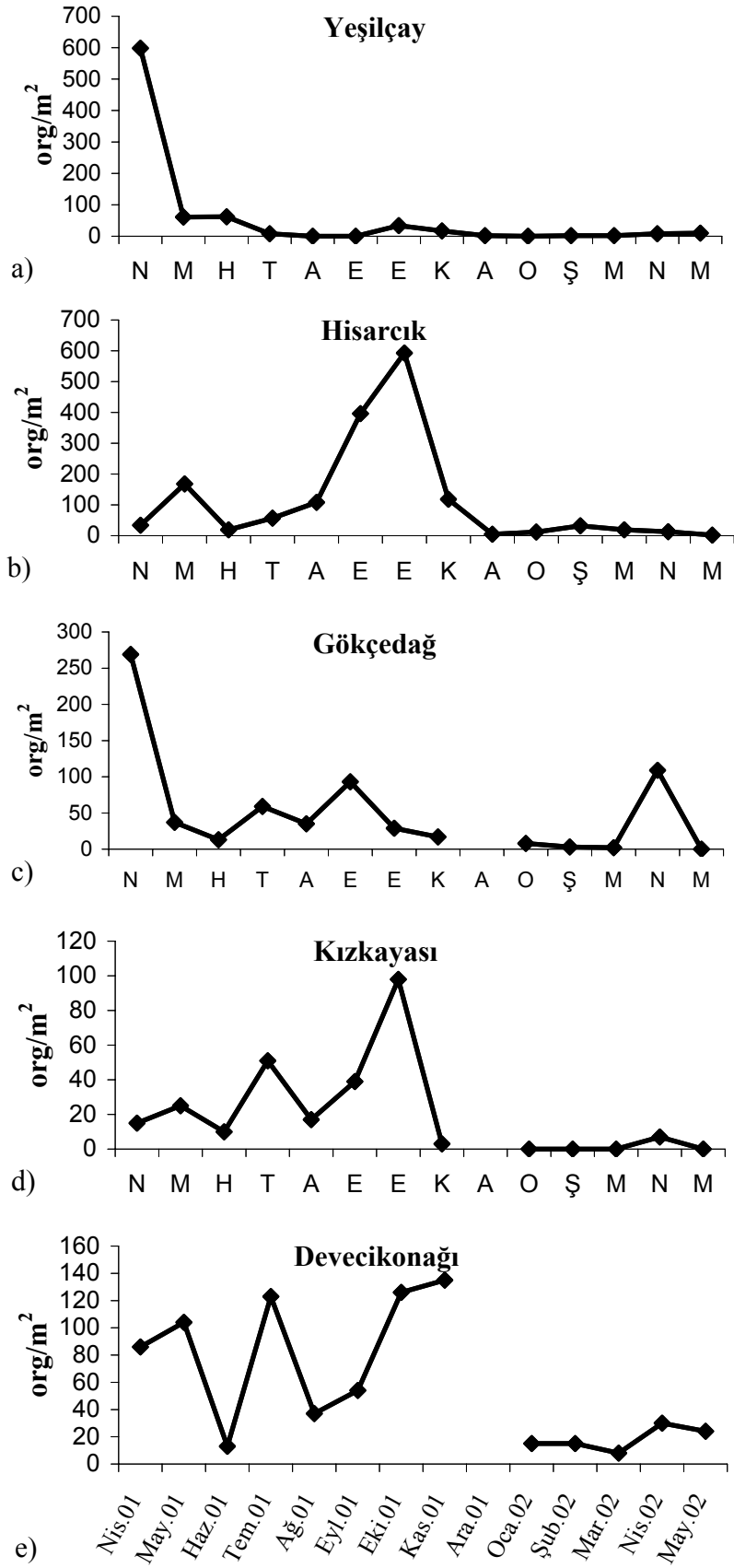
	sıra	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
<i>Onchrotrichia</i> sp	57	7.1	28.6	7.7	15.4	15.4
<i>Oxyethira</i> sp	58	57.1	21.4	-	-	-
<i>Ithytrichia</i> sp	59	7.1	-	-	-	-
Familya: Brachycentridae	60	7.1	7.1	15.4	15.4	7.7
Familya: Ecnomidae	61	-	14.3	-	-	-
Familya: Leptoceridae	62	14.3	7.1	30.8	23.1	15.4
Familya: Sericostomatidae	63	-	-	15.4	7.7	7.7
Familya: Limnephilidae	64	-	-	7.7	-	-
Familya: Phryganeidae	65	-	-	-	7.7	-
Takım: Diptera						
Familya: Stratiomyidae						
<i>Odontomyia</i> sp	66	50	35.7	15.4	-	7.7
<i>Nemotelus</i> sp	67	-	7.1	-	-	-
Familya: Tipulidae						
<i>Tipula</i> sp	68	21.4	50	30.8	30.8	23.1
<i>Hexatoma</i> sp	69	42.9	57.1	61.5	30.8	69.2
<i>Dicranota</i> sp	70	7.1	-	-	-	-
<i>Ormosia</i> sp	71	-	21.4	15.4	-	7.7
<i>Antocha</i> sp	72	-	-	-	7.7	-
Familya: Muscidae						
<i>Limnophora</i> sp	73	7.1	28.6	7.7	-	-
Familya: Simuliidae	74	93.9	100	61.5	76.9	61.5
Familya: Tabanidae						
<i>Tabanus</i> sp	75	57.1	50	69.2	69.2	61.5
<i>Chrysops</i> sp	76	50	21.4	61.5	23.1	46.2
Familya: Empididae						
<i>Clinocera</i> sp	77	-	14.3	7.7	7.7	15.4
<i>Hemerodromia</i> sp	78	42.9	21.4	15.4	30.8	23.1
<i>Wiedemannia</i> sp	79	35.7	21.4	15.4	7.7	23.1
Familya: Athericidae						
<i>Atherix</i> sp	80	92.9	28.6	7.7	76.9	46.2
Familya: Psychodidae	81	50	28.6	7.7	7.7	7.7
Familya: Dixidae	82	35.7	-	23.1	23.1	-
Familya: Chironomidae	83	92.9	100	100	92.3	92.3
Familya: Ceratopogonidae	84	85.7	71.4	84.6	76.9	76.9
Familya: Blephariceridae	85	7.1	-	-	7.7	-
Familya: Ephydriidae						
<i>Hydrellia</i> sp	86	14.3	50	7.7	7.7	7.7
Familya: Dolichopodidae						
<i>Argyra</i> sp	87	7.1	7.1	-	7.7	-
Takım: Collembola						
Familya: Isotomidae	88	7.1	-	-	-	-

bulunmuşlardır (Çizelge 4.8). Bu familya üyeleri çalışma boyunca en yüksek yoğunluğa Nisan 2001 tarihinde Devecikonağı istasyonunda m^2 'de 49 organizma olarak ulaşmışlar, diğer ay ve istasyonlarda ise organizma sayıları genellikle m^2 'de 10 organizmanın altında bulunmuştur.

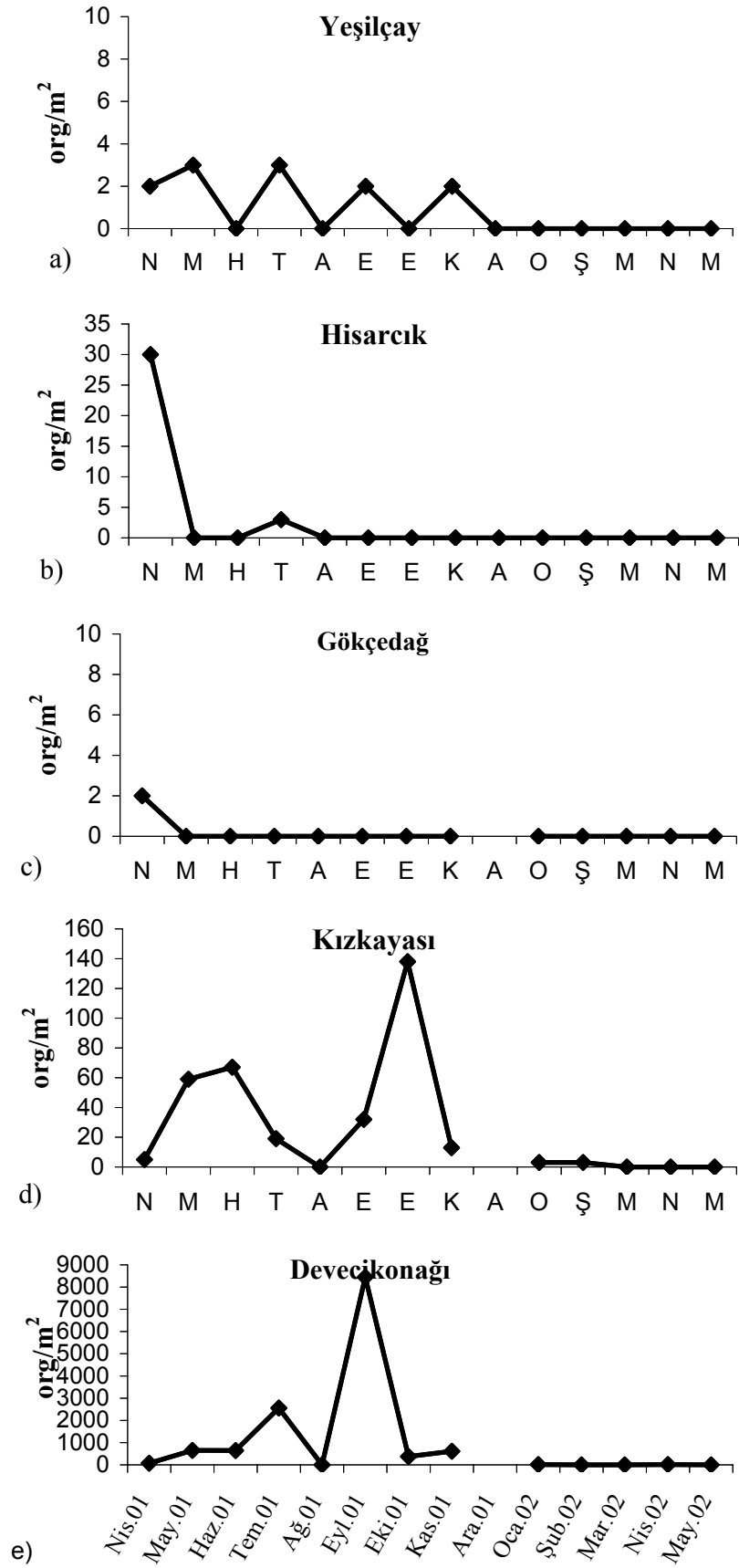
Lumbriculidae familyası üyeleri Yeşilçay istasyonunda çalışma boyunca bir kez, Nisan 2001 tarihinde önemli artış göstermişler ve m^2 'de 598 organizma olarak kaydedilmişlerdir. Aynı istasyonda diğer aylarda ise organizma sayıları m^2 'de 60 bireyin altında tespit edilmiştir (Şekil 4.23 a). Lumbriculidae üyeleri Hisarcık istasyonunda en önemli artışını Ekim 2001'de gerçekleştirmiş ve bu tarihte birey sayıları m^2 'de 593 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.23 b). Gökçedağ'da Lumbriculidae familyasına ait en yüksek organizma sayısı $269 \text{ org}/m^2$ olarak Nisan 2001'de kaydedilmiştir (Şekil 4.23 c). Kızkayası'nda Lumbriculidae üyeleri çalışma boyunca düşük sayılarda bulunmuş olup, en yüksek birey sayısı $98 \text{ org}/m^2$ olarak Ekim 2001'de tespit edilmiştir (Şekil 4.23 d). Devecikonağı'nda ise Lumbriculidae üyelerine ait en yüksek birey sayısı $135 \text{ org}/m^2$ olarak Kasım 2001'de kaydedilmiştir. Lumbriculidae üyeleri Hisarcık, Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında devamlı mevcut, Yeşilçay ve Kızkayası istasyonlarında çoğunlukla mevcut bulunmuşlardır (Çizelge 4.8).

Hirudinea sınıfından Erpobdellidae familyası üyeleri Kızkayası istasyonunda tespit edilmezken, diğer istasyonlarda çok düşük yoğunlukta bulunmuşlardır. En yüksek yoğunluğa m^2 'de 8 organizma olarak Temmuz 2001'de Hisarcık'ta ulaşan Erpobdellidae üyeleri bu istasyonda bazen mevcut organizma iken, Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında nadiren mevcut olmuşlardır (Çizelge 4.8).

Mollusca şubesinde 4 familya tespit edilmiş olup, Lymnaeidae üyeleri hem tekerrür oranı hem de yoğunlukları açısından en önemli grubu oluşturmuşlardır. Lymnaeidae üyeleri özellikle Devecikonağı ve Kızkayası istasyonlarında önemli yoğunluğa ulaşmışlardır (Şekil 4.24). Çalışma boyunca en yüksek populasyon yoğunluğuna m^2 'de 8448 organizma ile Eylül 2001'de Devecikonağı'nda ulaşan Lymnaeidae üyeleri aynı tarihte toplam organizmanın % 86'sını oluşturmuşlardır. Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında çoğunlukla mevcut olan Lymnaeidae üyeleri, Yeşilçay'da bazen mevcut, Gökçedağ ve Hisarcık'ta ise nadiren mevcut organizma olarak bulunmuşlardır (Çizelge 4.8). Valvatidae familyasına ait bireyler Hisarcık ve Gökçedağ'da çalışma boyunca sadece birer kez ve Devecikonağı'nda iki



Şekil 4.23. Lumbriculidae üyelerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi



Şekil 4.24. Lymnaeidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

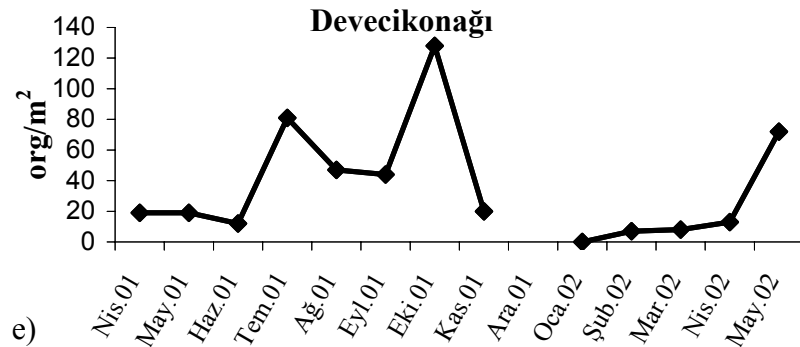
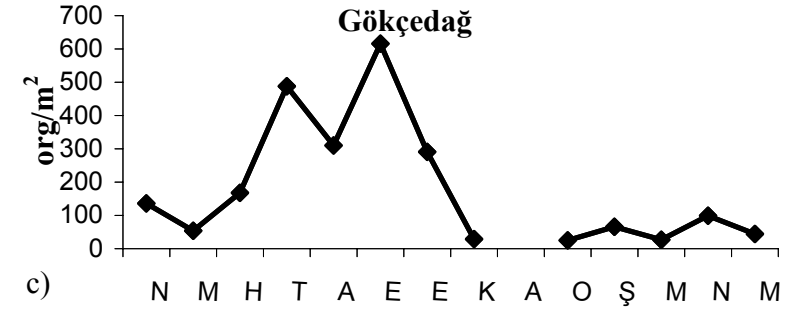
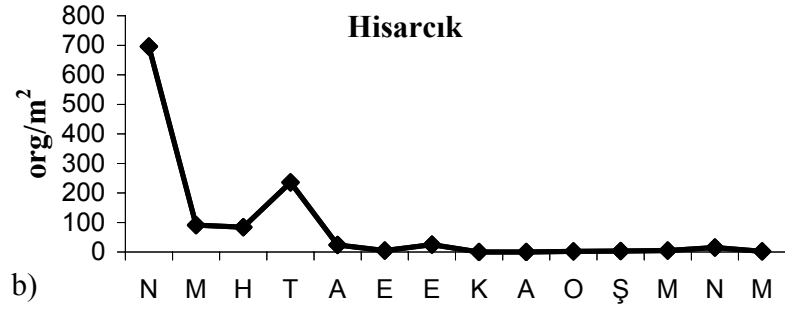
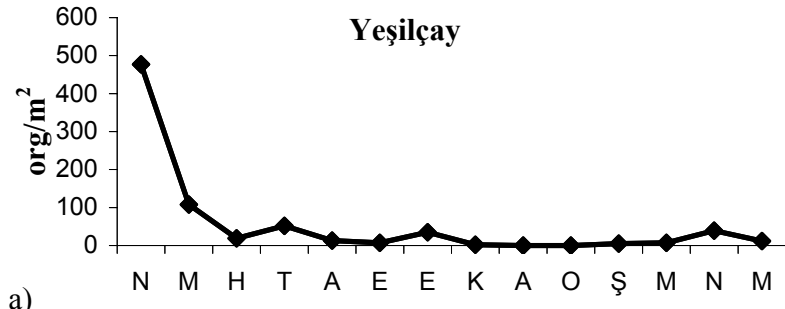
kez olmak üzere çok düşük yoğunluklarda kaydedilmişlerdir. Planorbidae üyeleri sadece Yeşilçay'da bir kez ve Devecikonağı'nda iki kez olmak üzere çok düşük yoğunluklarda bulunmuşlar, Unionidae üyeleri ise Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında sadece birer kez yine çok düşük yoğunlukta tespit edilmişlerdir. Valvatidae, Planorbidae ve Unionidae familyalarına ait bireyler çalışma boyunca m^2 'de 3 organizmayı geçmeyen yoğunluklarda kaydedilmişlerdir.

Arachnida sınıfına ait Hydracarina üyeleri en yüksek organizma sayısına tüm istasyonlarda Mayıs 2001 tarihinde ulaşmışlardır. Çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısı Mayıs 2001'de m^2 'de 189 organizma ile Hisarcık'ta, ikinci en yüksek organizma sayısı ise yine aynı tarihte Yeşilçay istasyonunda m^2 'de 69 organizma olarak kaydedilmiştir. Hydracarina üyeleri Hisarcık, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda bazen, Yeşilçay ve Gökçedağ'da ekseriya mevcut organizma olarak bulunmuşlardır (Çizelge 4.8).

Crustacea sınıfına ait Gammaridae üyeleri en yüksek yoğunluğa m^2 'de 157 organizma ile Haziran 2001'de Hisarcık'ta ulaşmıştır. İkinci en yüksek yoğunluk değeri m^2 'de 62 organizma olarak Mayıs 2001'de Kızılkayası istasyonunda kaydedilmiştir. Gammaridae üyeleri Kızılkayası istasyonunda ekseriya mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut organizma olmuştur (Çizelge 4.8). Decapoda'ya ait bir takson ve Isopoda'dan *Asellus* sp çalışma boyunca sadece birer kez m^2 'de 3'er birey olarak kaydedilmişlerdir.

Emet Çayı'nda Ephemeroptera takımına ait 9 familya kaydedilmiştir. Caenidae familyası üyeleri tüm istasyonlarda devamlı mevcut olarak bulunmuştur. En yüksek organizma sayısı Nisan 2001'de Hisarcık'ta m^2 'de 696 birey, ikinci en yüksek değer ise Eylül 2001'de Gökçedağ'da m^2 'de 616 birey olarak kaydedilmiştir. Caenidae üyeleri Yeşilçay ve Hisarcık'ta en yüksek organizma sayısına Nisan 2001'de ulaşmış, Gökçedağ'da ise Temmuz ve özellikle Eylül 2001'de sayıca artış göstermişlerdir. Kızılkayası'nda yoğunlukları tüm yıl boyunca nispeten düşük olan Caenidae üyeleri (en yüksek organizma sayısı 39 org/ m^2), Devecikonağı'nda da Temmuz ve Ekim 2001 ile Mayıs 2002'de sayıca artış göstermişler, bu istasyondaki organizma sayıları 7 ile 128 org/ m^2 arasında değişmiştir (Şekil 4.25).

Ephemerellidae familyasından *Ephemerella* sp Yeşilçay'da çoğunlukla, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). *Ephemerella* cinsi



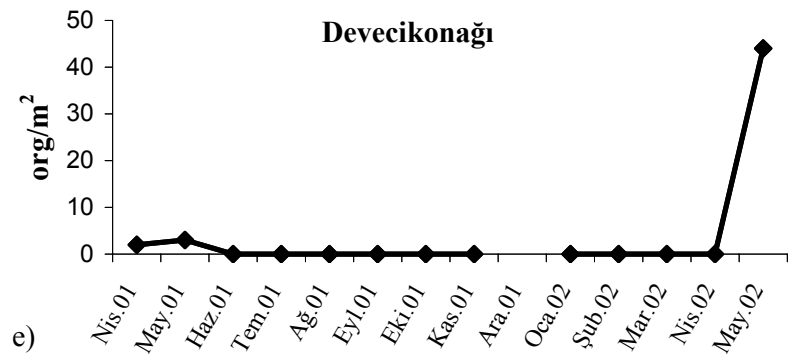
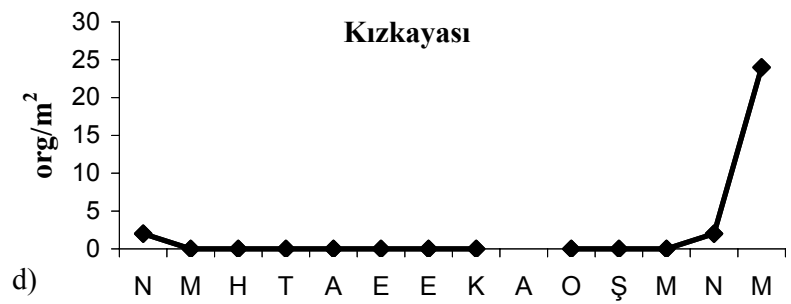
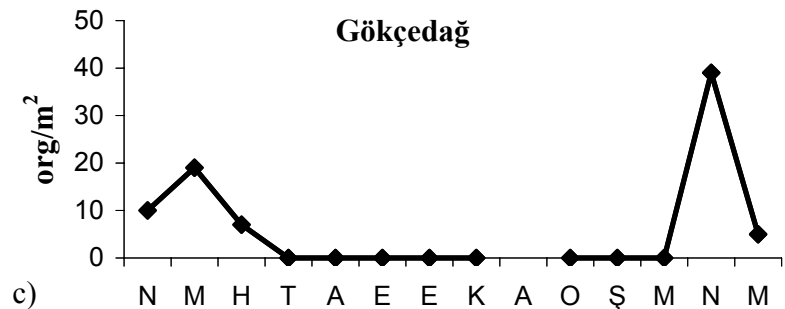
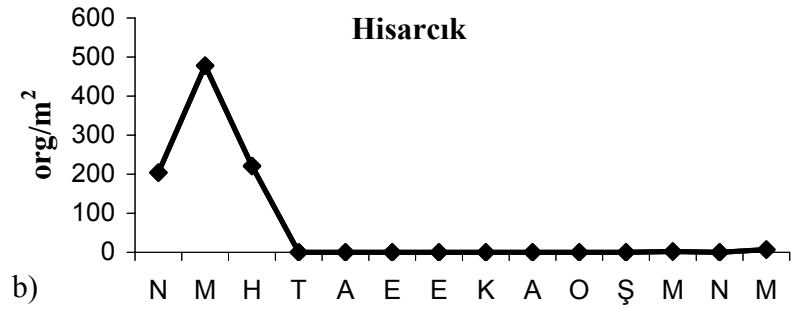
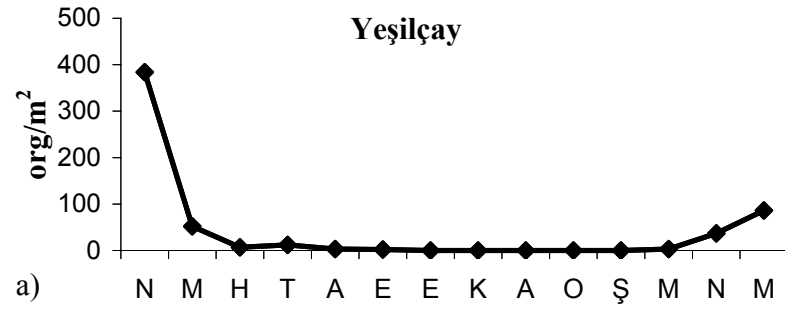
Şekil 4.25. Caenidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

özellikle Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında önemli olmuş, diğer istasyonlarda ise düşük yoğunlukta kaydedilmiştir (Şekil 4.26). *Ephemerella* cinsi Yeşilçay'da en yüksek yoğunluğa m²'de 384 organizma ile Nisan 2001'de ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren kademeli olarak azalan *Ephemerella* cinsine Ekim 2001 ve Şubat 2002 tarihleri arasında rastlanmamıştır. Hisarcık'ta Nisan 2001'de m²'de 204 organizma olarak bulunan *Ephemerella* cinsi Mayıs 2001'de en yüksek birey sayısına ulaşmış ve m²'de 478 organizma olarak kaydedilmiştir. Aynı istasyonda Haziran 2001'de m²'de 221 bireye düşen *Ephemerella* cinsine Temmuz 2001 ve Şubat 2002 tarihleri arasında rastlanmamıştır. Bu cinse ait bireyler 2002 yılının bahar aylarında tüm istasyonlarda sayıca küçük artışlar göstermişlerdir (Şekil 4.26).

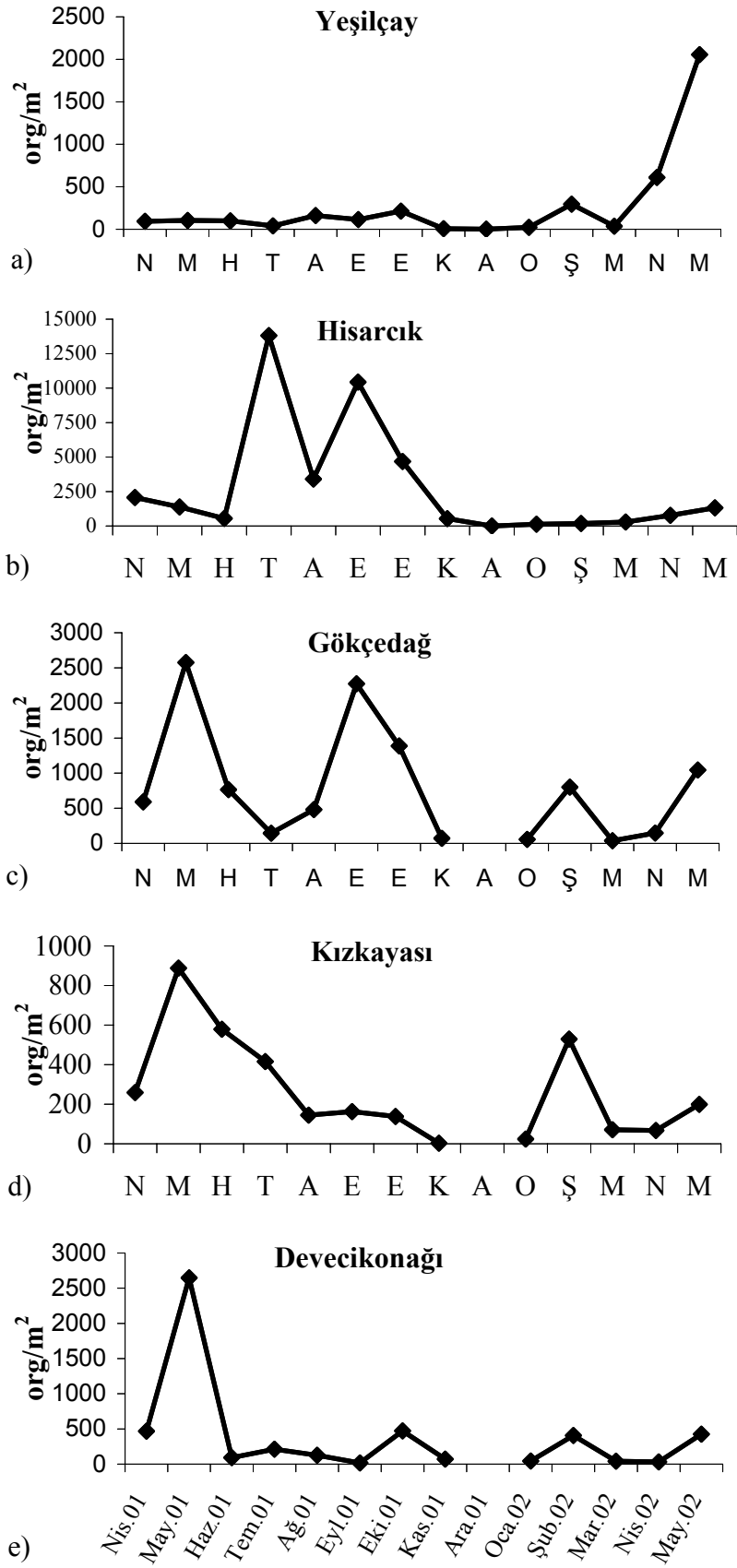
Ephemeridae familyasından *Ephemerula vulgata* türüne Hisarcık'ta rastlanmamıştır. Gökçedağ'da bazen mevcut olan bu tür, diğer istasyonlarda ise nadiren mevcut olmuştur. Bu türün en yüksek birey sayısı Yeşilçay'da m²'de 25 organizma olarak Kasım 2001'de kaydedilmiştir.

Baetidae üyelerinin tekerrür oranı tüm istasyonlarda %100 bulunarak devamlı mevcut organizma olmuştur (Çizelge 4.8). Yeşilçay'da tüm yıl boyunca m²'de 300 organizmanın altında kaydedilen Baetidae üyeleri Nisan 2002'de m²'de 610 ve Mayıs 2002'de ise m²'de 2056 bireye ulaşmışlardır (Şekil 4.27 a). Baetidae üyelerine ait en yüksek organizma sayıları Hisarcık'ta tespit edilmiştir (Şekil 4.27 b). Bu istasyonda kaydedilen en yüksek organizma sayısı Temmuz 2001'de m²'de 13.815 birey olmuştur ve Baetidae üyeleri bu ayda toplam organizmanın % 63'ünü kapsamıştır. İkinci en yüksek değer ise Eylül 2001'de m²'de 10.444 birey olarak bulunmuştur, aynı tarihte toplam organizmanın % 75'ini Baetidae üyeleri oluşturmuştur. Gökçedağ'da en yüksek organizma sayısı Mayıs 2001'de m²'de 2575 organizma olarak bulunmuş, ikinci en yüksek değer ise Eylül 2001'de 2272 org/m² olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.27 c). Baetidae üyeleri Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında en yüksek yoğunluğa Mayıs 2001'de ulaşmışlardır. Bu tarihte Kızkayası'nda m²'de 888 birey olarak bulunan Baetidae üyeleri, Devecikonağı'nda m²'de 2648 birey olarak bulunmuştur. Bu gruba ait bireyler her iki istasyonda da diğer aylarda genellikle m²'de 500 bireyin altında bulunmuşlardır (Şekil 4.27 d, e).

Oligoneuriidae familyasına ait *Oligoneuriella rhenana* türü Kızkayası'nda çoğunlukla mevcut, Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda ekseriya mevcut,



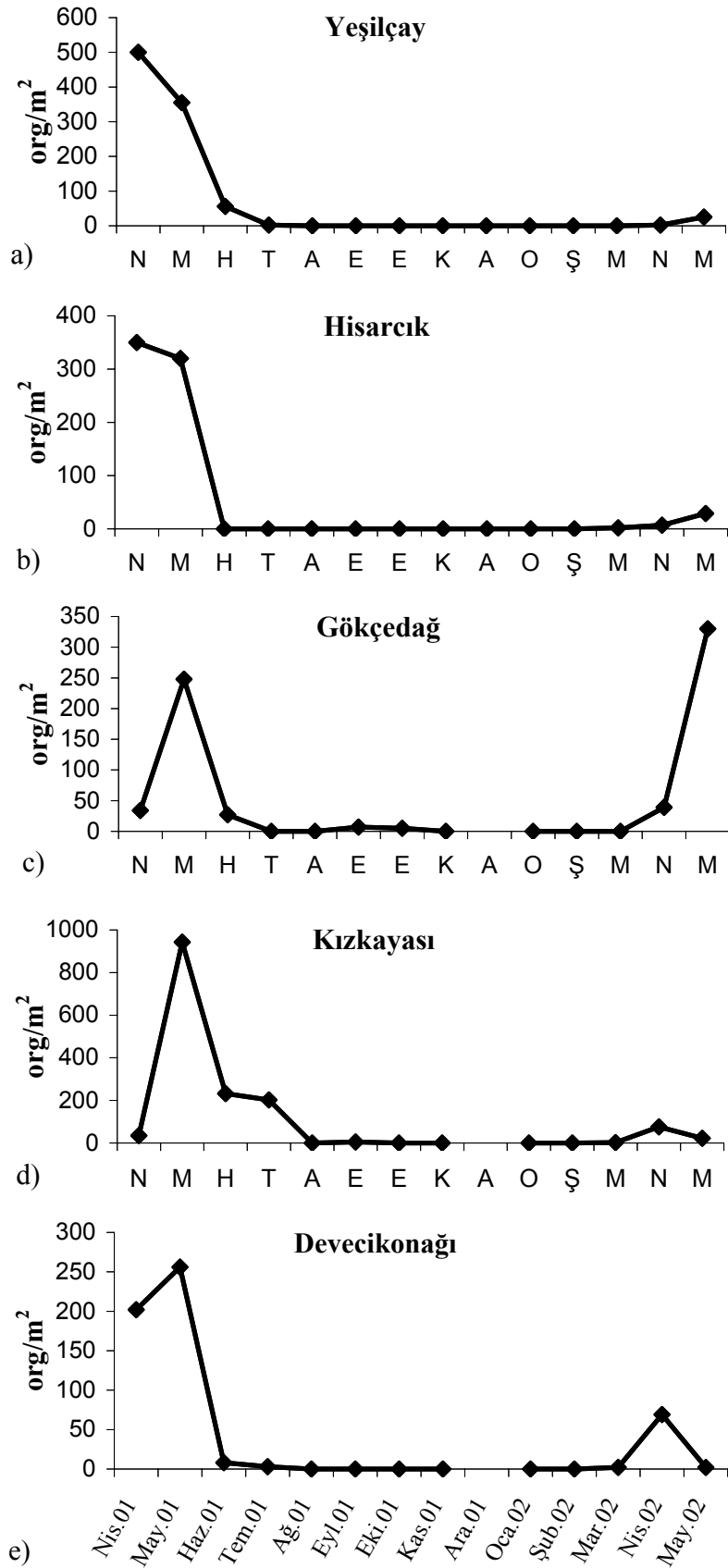
Şekil 4. 26. *Ephemarella* Cinsinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.27. Baetidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Hisarcık'ta ise bazen mevcut olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Bu tür tüm istasyonlarda en yüksek yoğunluğa 2001 yılının Nisan ve Mayıs aylarında ulaşmıştır (Şekil 4.28). Bu tarihten itibaren hızla azalan *O. rhenana* türü ikinci artışını bir sonraki yılın Nisan ve Mayıs aylarında gerçekleştirmiştir. *O. rhenana* türünün çalışma boyunca ulaştığı en yüksek populasyon yoğunluğu m²'de 943 birey olarak Kızılkayası istasyonunda kaydedilmiştir. Oligoneuriidae familyasına ait kaydedilen iki taksondan bir diğeri olan *Isonychia ignota* türü Yeşilçay istasyonunda kaydedilmemiş, Hisarcık'ta ise çalışma boyunca sadece iki kez, Haziran ve Temmuz 2001 tarihlerinde m²'de 7 organizmayı geçmeyen bolluk değerlerinde rastlanılmıştır. *I. ignota* türü en yüksek yoğunluğa m²'de 1885 organizma olarak Ekim 2001'de Kızılkayası'nda ulaşmıştır. Bu türün ikinci en yüksek yoğunluk değeri m²'de 436 organizma olarak Eylül 2001'de Gökçedağ'da kaydedilmiştir. Devecikonağı istasyonunda *I. ignota* türü Eylül ve Ekim 2001 tarihlerinde artış göstermiş ve sırasıyla m²'de 185 ve 249 organizma olarak tespit edilmişlerdir. Hisarcık'ta nadiren mevcut iken, Gökçedağ, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Heptageniidae familyasına ait tespit edilen 3 taksondan biri olan *Ecdyonurus* sp Yeşilçay'da sadece Haziran 2001 ve Mayıs 2002'de görülmüş ve çok düşük yoğunluklarda bulunmuştur. Hisarcık'ta en yüksek yoğunluğa m²'de 104 organizma olarak Haziran 2001'de ulaşan *Ecdyonurus* sp, diğer aylarda oldukça düşük yoğunluklarda kaydedilmiştir. Gökçedağ'da en yüksek organizma sayısı Nisan 2001'de 219 org/m² olarak kaydedilen *Ecdyonurus* sp, aynı istasyonda bu tarihten itibaren azalmış ve diğer aylarda yoğunluğu m²'de 100 organizmanın altına inmiştir. Kızılkayası'nda Temmuz ve Ekim 2001 tarihlerinde küçük artışlar gösteren *Ecdyonurus* sp, Devecikonağı'nda sadece Temmuz 2001'de önemli yoğunluğa ulaşmış ve m²'de 173 organizma olarak bulunmuştur, diğer aylarda ise düşük yoğunlukta kaydedilmiştir. *Ecdyonurus* sp Yeşilçay'da nadiren, Gökçedağ'da devamlı, diğer istasyonlarda ise çoğunlukla mevcut olmuştur (Çizelge 4.8). Heptageniidae familyasının bir diğer üyesi olan *Rhithrogena* cinsine ait bireylere Yeşilçay'da rastlanılmamıştır. *Rhithrogena* cinsine ait bireyler Hisarcık'ta sadece Mayıs 2001, Mart ve Mayıs 2002 tarihlerinde görülmüş ve çok düşük yoğunluklarda kaydedilmişlerdir. Çalışma boyunca en yüksek yoğunluğa Gökçedağ'da ulaşan *Rhithrogena* sp, Eylül 2001'de m²'de 138 organizma olarak bulunmuştur. *Rhithrogena* sp Kızılkayası'nda sadece Mayıs ile Temmuz 2001

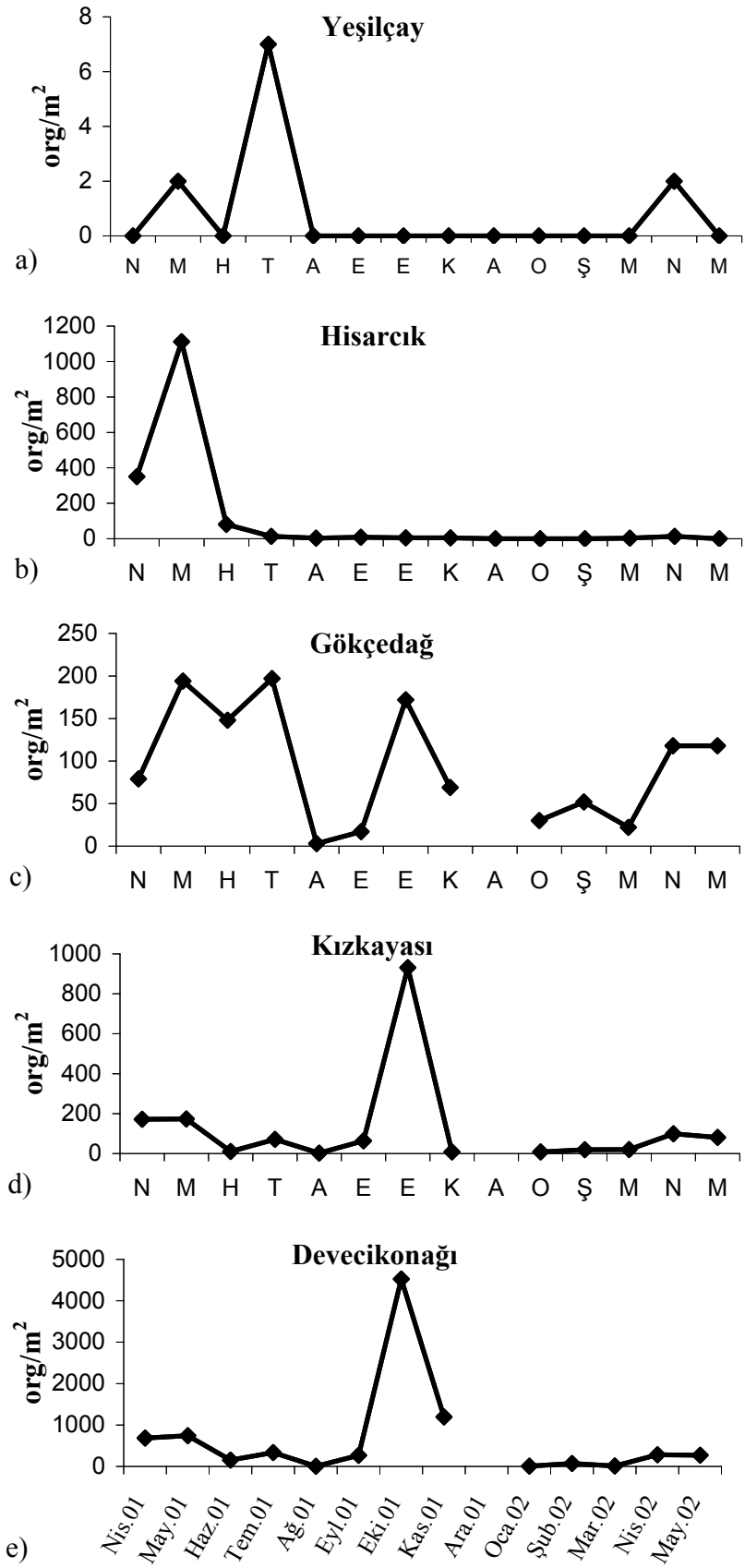


Şekil 4.28. *Oligoneuriella rhenana* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

tarihleri arasında önemli yoğunluğa ulaşmıştır. Devecikonağı'nda tüm yıl boyunca düşük değerlerde bulunan *Rhithrogena* sp bu istasyonda en yüksek yoğunluğa m²'de 37 birey olarak Temmuz 2001'de ulaşmıştır. *Rhithrogena* cinsine ait bireyler Hisarcık'ta bazen, Kızılkayası'nda ekseriya, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda ise çoğunlukla mevcut olmuştur (Çizelge 4.8). *Heptogenia* cinsine ait bireyler en yüksek yoğunluğa Gökçedağ'da ulaşmışlardır. Bu istasyonda ilk artışını Mayıs 2001'de m²'de 192 organizma olarak gösteren *Heptogenia* cinsine ait bireyler Temmuz 2001'de m²'de 249 organizmaya yükselmişlerdir. *Heptogenia* cinsine ait bireyler Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında en yüksek yoğunluğa Ekim 2001'de ulaşmışlar ve sırasıyla 34 org/m² ve 94 org/m² olarak kaydedilmişlerdir.

Potamanthidae familyasından *Potamanthus luteus* Yeşilçay'da sadece Mayıs 2001, Temmuz 2001 ve Nisan 2002 tarihlerinde görülmüş ve çok düşük yoğunluklarda kaydedilmiştir (Şekil 4.29 a). Hisarcık'ta Nisan 2001'de m²'de 350 olan organizma sayısı Mayıs 2001'de m²'de 1112 organizmaya yükselmiştir, diğer tüm aylarda ise düşük sayılarda kaydedilmiştir (Şekil 4.29 b). Gökçedağ'da tüm örnekleme tarihlerinde görülen *P. luteus* türünün yoğunluğu bu istasyonda düzensiz değişimler göstermiştir. Bu tür, en yüksek yoğunluğa m²'de 197 organizma ile Temmuz 2001'de ulaşmıştır (Şekil 4.29 c). Kızılkayası'nda tüm aylarda m²'de 200 organizmanın altında bulunan organizma sayısı sadece Ekim 2001'de hızla artış göstermiş ve m²'de 931 organizmaya yükselmiştir (Şekil 4.29 d). *P. luteus* türü çalışma boyunca en yüksek yoğunluğa Devecikonağı istasyonunda ulaşmıştır. Nisan ve Eylül 2001 tarihleri arasında birey sayısı m²'de 700 organizmaya yaklaşan *P. luteus* türü Ekim 2001'de hızla artış göstererek m²'de 4524 bireye yükselmiş ve yıl boyunca kaydedilen en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır (Şekil 4.29 e). *P. luteus* Yeşilçay'da nadiren, Hisarcık'ta çoğunlukla, diğer istasyonlarda ise devamlı mevcut organizma olmuştur (Çizelge 4.8).

Polymitarcyidae familyasından *Epheron* sp, Yeşilçay'da sadece tek bir kez gözlenmiş ve çok düşük yoğunluğa sahip olmuştur. Hisarcık'ta *Epheron* cinsine ait bir örnek bulunamamıştır. Gökçedağ'da Mayıs ve Temmuz 2001 tarihleri arasında sadece üç kez kaydedilen *Epheron* cinsinin organizma sayıları m²'de 20 ile 49 birey arasında değişmiştir. Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında Mayıs ve Temmuz 2001 tarihleri arasında ve Mayıs 2002 tarihinde olmak üzere toplam 4 kez kaydedilen



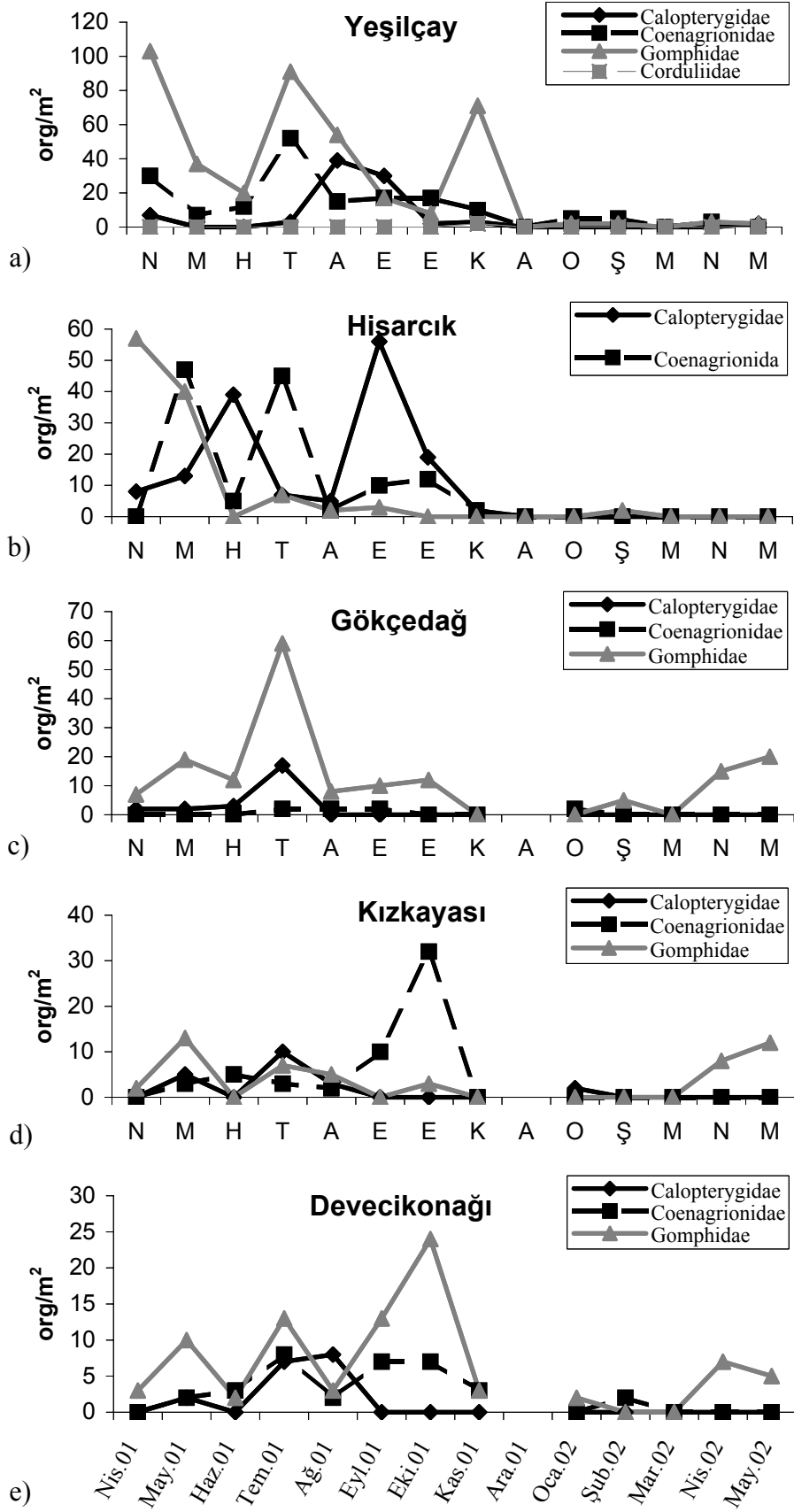
Şekil 4.29. *Potamanthus luteus* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Epheron cinsi Kızılkayası'nda en yüksek yoğunluğa m^2 'de 62 organizma ile Temmuz 2001'de, Devecikonağı'nda ise m^2 'de 42 organizma ile Mayıs 2002'de ulaşmıştır.

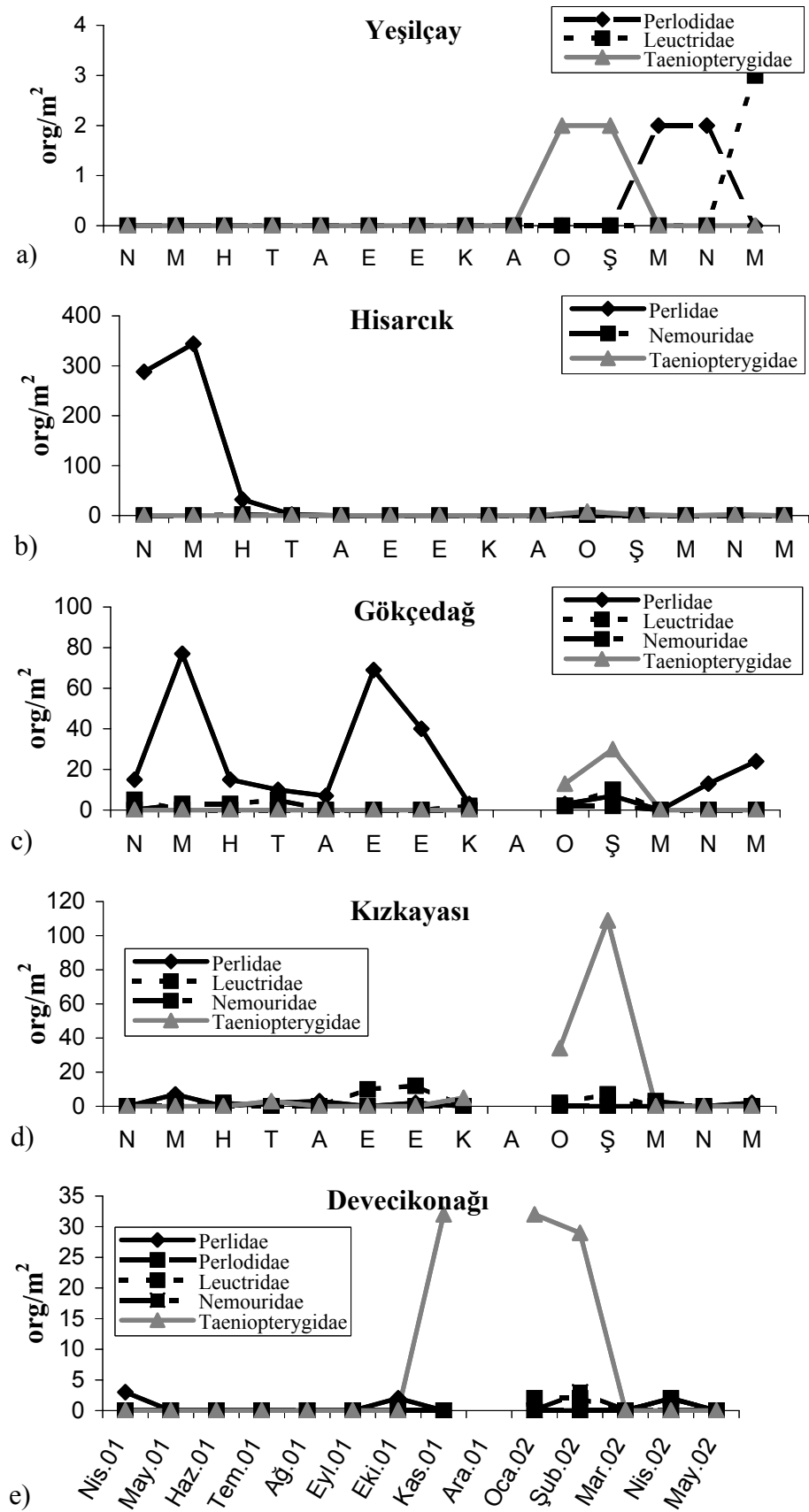
Leptophlebiidae familyasından *Paraleptophlebia* sp Yeşilçay, Gökçedağ ve Kızılkayası istasyonlarında sadece birer kez, Devecikonağı'nda ise iki kez olmak üzere çok düşük yoğunlukta (m^2 'de 2 ile 5 organizma) kaydedilmiştir. Hisarcık'ta ise bu cinse ait örnek bulunamamıştır.

Emet Çayı'nda Odonata takımının Zygoptera alttakımına ait Calopterygidae ve Coenagrionidae olmak üzere 2 familya tespit edilmiştir. Calopterygidae üyeleri Yeşilçay ve Hisarcık'ta ekseriya mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). Calopterygidae üyeleri en yüksek yoğunluğa Yeşilçay (39 org/ m^2) ve Hisarcık (56 org/ m^2) istasyonlarında ulaşmışlardır (Şekil 4.30). Coenagrionidae üyelerine ait en yüksek organizma sayıları Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında kaydedilmiştir, ancak bu gruba ait bireylerin yoğunluğu her iki istasyonda da çalışma boyunca m^2 'de 50 organizmayı geçmemiştir (Şekil 4.30). Coenagrionidae üyeleri Yeşilçay ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut, Hisarcık ve Kızılkayası'nda ekseriya mevcut, Gökçedağ'da ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). Odonata takımının Anisoptera alttakımına ait Gomphidae ve Corduliidae olmak üzere 2 familya tespit edilmiştir. Corduliidae üyeleri çalışma boyunca sadece bir kez Yeşilçay istasyonunda kaydedilmişler, diğer istasyonlarda ise bu familyaya ait örnekler rastlanılmamıştır. Gomphidae üyeleri Yeşilçay ve Devecikonağı'nda devamlı mevcut, Gökçedağ'da çoğunlukla mevcut, Hisarcık ve Kızılkayası'nda ise ekseriya mevcut olmuşlardır (Çizelge 4.8). Gomphidae üyelerine ait en yüksek organizma sayıları Yeşilçay'da kaydedilmiştir. Yeşilçay istasyonunda Nisan 2001'de m^2 'de 103 olarak bulunan organizma sayısı aynı zamanda çalışma boyunca kaydedilen en yüksek değer olmuştur (Şekil 4.30).

Emet Çayı'nda Plecoptera takımına ait 5 familya kaydedilmiştir (Şekil 4.31). Perlidae familyasına ait örnekler Yeşilçay istasyonunda bulunamamıştır. Gökçedağ'da devamlı mevcut olan Perlidae üyeleri diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). Perlidae üyeleri Hisarcık'ta sadece Nisan ile Temmuz 2001 tarihleri arasında görülmesine rağmen, en yüksek yoğunluğa m^2 'de 344 organizma olarak yine bu istasyonda ulaşmışlardır. Perlodidae familyasına ait bireylere Yeşilçay'da



Şekil 4.30. Odonata Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

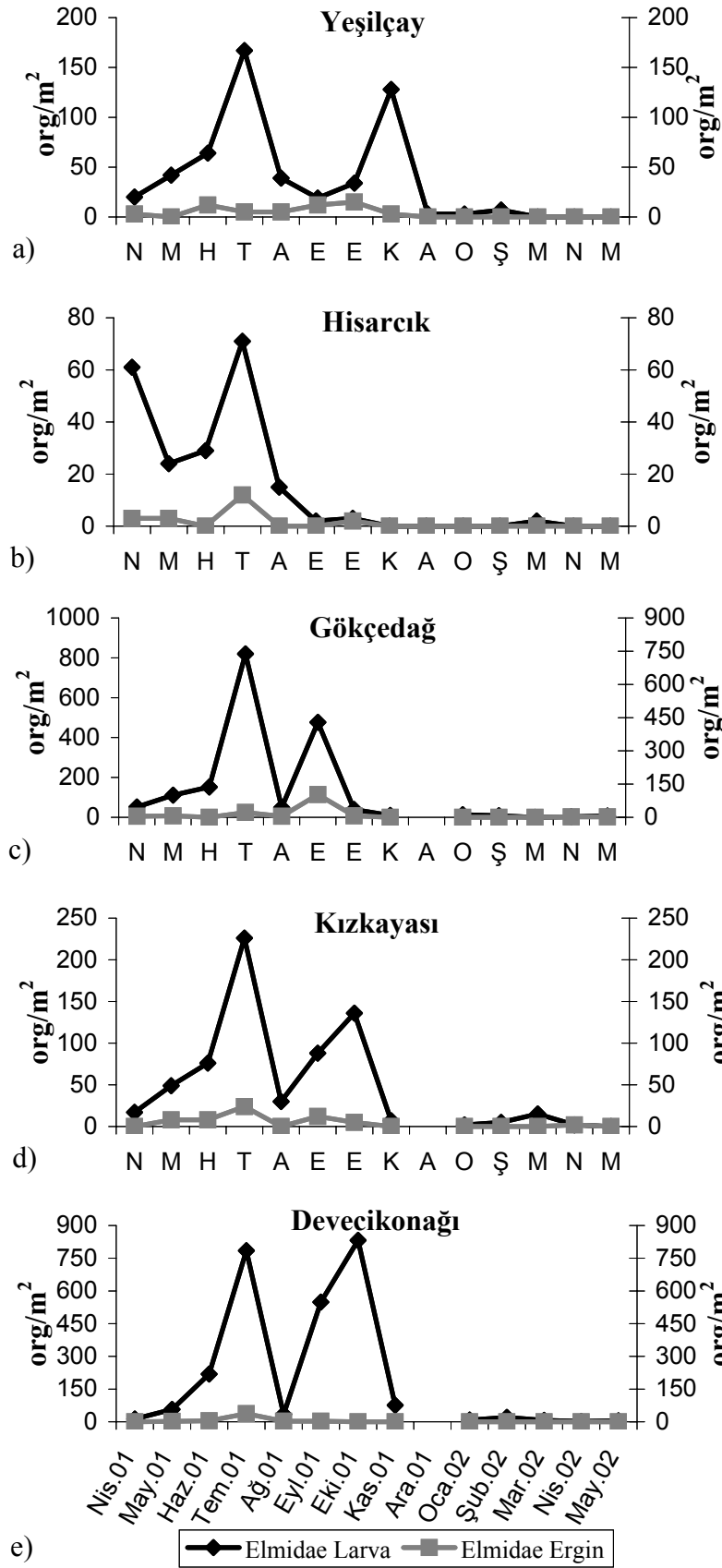


Şekil 4.31. Plecoptera Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

iki kez ve Devecikonağı'nda bir kez olmak üzere çok düşük yoğunlukta rastlanılmış, diğer istasyonlarda bu familyaya ait örnek bulunamamıştır. Leuctridae familyası üyeleri Hisarcık haricinde diğer istasyonlarda tekerrür oranı ve yoğunlukları düşük olmak üzere tespit edilmişlerdir, Hisarcık istasyonunda ise bu familyaya ait örneklerle rastlanılmamıştır. Nemouridae familyası üyeleri Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda yine düşük yoğunluk ve tekerrürde tespit edilmişlerdir, Yeşilçay'da ise bu familya üyelerine rastlanılmamıştır. Taeniopterygidae familyasına ait bireyler tüm istasyonlarda düşük yoğunlukta kaydedilmişlerdir. Bu familya üyeleri sadece Şubat 2002'de Kızılkayası istasyonunda m²'de 109 organizmaya kadar ulaşarak önemli olmuştur (Şekil 4.31).

Emet Çayı'nda Hemiptera takımına ait beş familya tespit edilmiştir. Corixidae familyasına ait bireyler tüm istasyonlarda ve hemen tüm aylarda m²'de 20 bireyin altında yoğunluğa sahip iken, sadece Nisan 2001'de Gökçedağ'da m²'de 143, Kızılkayası'nda ise m²'de 42 organizmaya ulaşmışlardır. Gerridae familyasına ait bireylerin yoğunluk değerleri yönünden önemli olduğu tek istasyon Hisarcık olmuştur. Ancak bu familyanın yoğunlukları Hisarcık istasyonunda bile m²'de 50 organizmayı geçmemiştir. Veliidae, Mesoveliidae ve Hydrometridae familyalarına ait bireylere Kızılkayası istasyonunda rastlanmamıştır. Veliidae üyeleri Hisarcık, Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında sadece birer kez m²'de 2 organizma olarak kaydedilmişlerdir. Mesoveliidae üyeleri sadece Yeşilçay'da bir kez olmak üzere m²'de 2 organizma olarak bulunmuştur. Hydrometridae üyeleri ise Yeşilçay, Hisarcık ve Devecikonağı istasyonlarında sadece birer kez olmak üzere yine m²'de 2 organizma olarak tespit edilmişlerdir.

Emet Çayı'nda Coleoptera takımına ait onbir familya tespit edilmiştir. Elmidae familyası tekerrür oranı ve organizma sayıları yönünden en önemli grubu oluşturmuştur. Yeşilçay'da Mart, Nisan ve Mayıs 2002 tarihleri dışında diğer tüm aylarda bulunan Elmidae üyelerinin larvaları bu istasyonda Temmuz 2001 (167 org/m²) ve Kasım 2001 (128 org/m²) tarihlerinde artış göstermişlerdir. Aynı istasyonda Elmidae erginlerine ait birey sayısı m²'de 15 organizmanın altında bulunmuştur (Şekil 4.32 a). Hisarcık'ta Elmidae larvaları Nisan ile Ekim 2001 tarihleri arasında önemli olmuştur ve en yüksek yoğunluğa m²'de 71 organizma olarak Temmuz ayında ulaşmıştır (Şekil 4.32 b). Elmidae larvaları Gökçedağ'da tüm örnekleme tarihlerinde bulunmuş ve çoğu ayda

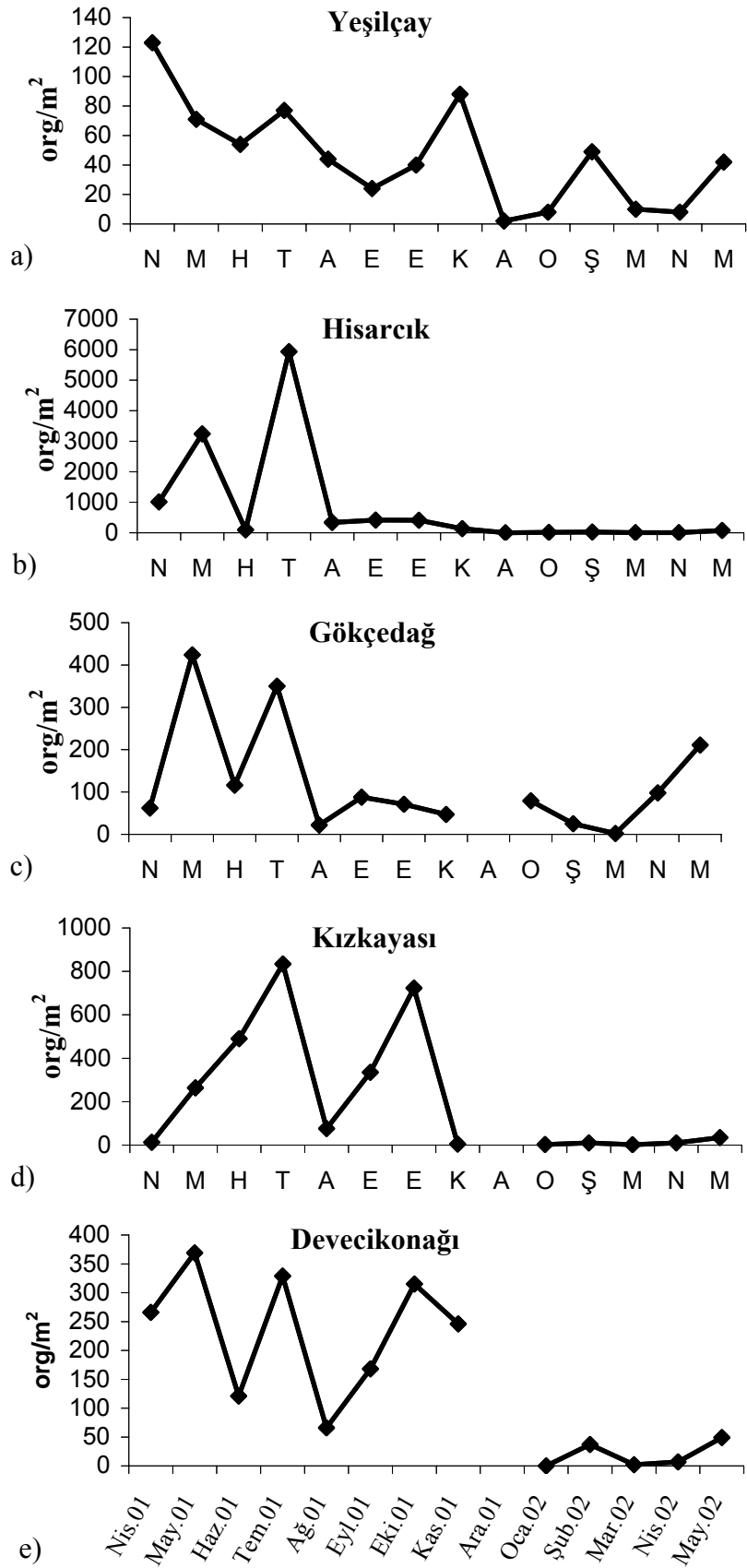


Şekil 4.32. Elmidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

önemli birey sayısına ulaşmıştır. Elmidae larvaları bu istasyonda en önemli artışlarını Temmuz 2001 (820 org/m²) ve Eylül 2001 (477 org/m²) tarihlerinde gerçekleştirmiştir. Eylül 2001'de Elmidae larvalarının yanısıra m²'de 103 organizma ile Elmidae erginleri de önemli olmuşlardır (Şekil 4.32 c). Elmidae larvaları Kızılkayası istasyonunda en önemli artışlarını Temmuz 2001 (226 org/m²) ve Ekim 2001 (136 org/m²) tarihlerinde gerçekleştirmişlerdir (Şekil 4.32 d). Elmidae larvaları Devecikonağı'nda da en önemli yoğunluğa benzer şekilde Temmuz 2001 (785 org/m²) ve Ekim 2001'de (832 org/m²) ulaşmışlardır (Şekil 4.32 e). Elmidae üyeleri Yeşilçay'da çoğunlukla mevcut, Hisarcık'ta ekseriya mevcut, diğer istasyonlarda ise devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8).

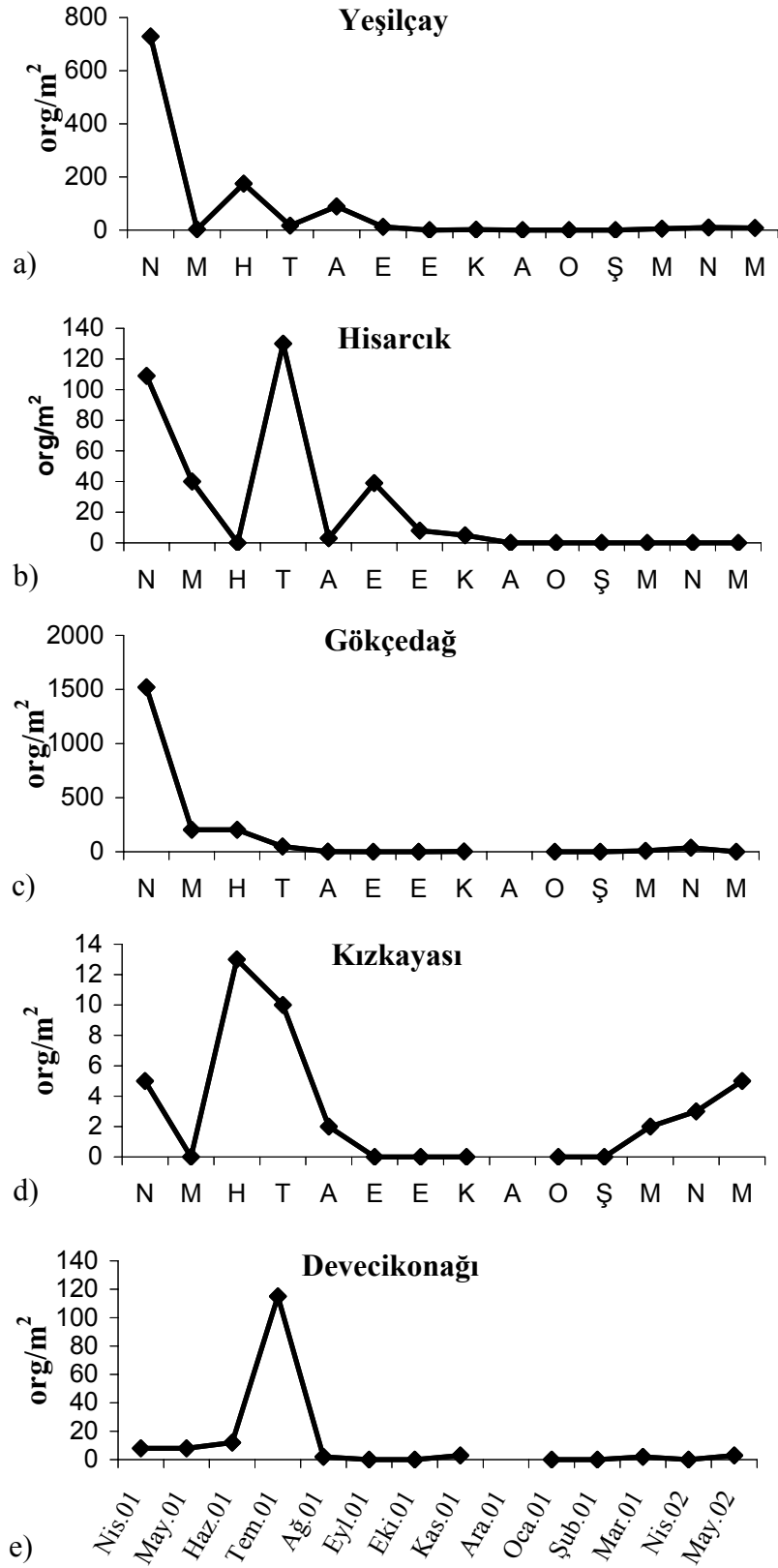
Coleoptera takımının Hydrophilidae familyasına ait bireyler tüm istasyonlarda m²'de 8 organizmayı geçmeyen düşük yoğunluklarda kaydedilmişlerdir. Dytiscidae familyasına ait larval ve ergin formlar tüm istasyonlarda m²'de 5 organizmanın altında yoğunluğa sahip olarak ve düşük tekrürde bulunmuşlardır. Chrysomelidae üyeleri sadece Hisarcık ve Devecikonağı'nda sırasıyla iki ve bir kez olmak üzere m²'de 3 organizmayı geçmeyen yoğunluklarda tespit edilmişlerdir. Staphylinidae familyasına ait bireylere Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında rastlanılmamıştır. Yeşilçay'da Staphylinidae larvası, Hisarcık ve Gökçedağ'da ise ergin formu tespit edilmiştir. Psephenidae familyası Yeşilçay ve Hisarcık'ta bulunmazken, diğer istasyonlarda düşük yoğunlukta bulunmuşlardır. Psephenidae üyeleri çalışma boyunca sadece bir kez Ekim 2001 tarihinde Devecikonağı'nda m²'de 163 organizmaya ulaşmışlardır. Curculionidae familyası sadece Hisarcık'ta, Haliplidae familyası ise sadece Kızılkayası'nda bir kez görülmüştür. Gyrinidae üyeleri sadece birer kez Gökçedağ, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda bulunmuştur. Noteridae üyeleri Yeşilçay ve Gökçedağ'da, Hydraenidae üyeleri ise Hisarcık ve Devecikonağı'nda sadece birer kez görülmüşlerdir.

Emet Çayı'nda Trichoptera takımına ait 12 familya tespit edilmiştir. Bunlardan Hydropsychidae tüm aylarda ve tüm istasyonlarda önemli yoğunluklarda bulunmuş ve devamlı mevcut organizma olmuştur. Yeşilçay'da Nisan, Temmuz, Kasım 2001 ve Şubat 2002'de küçük artışlar gösteren Hydropsychidae üyeleri bu istasyonun en yüksek yoğunluk değerine m²'de 123 organizma olarak Nisan ayında ulaşmıştır (Şekil 4.33 a). Hydropsychidae üyelerine ait en yüksek yoğunluk değerleri Hisarcık'ta tespit edilmiştir. Mayıs 2001'de m²'de 3240 birey, Temmuz 2001'de ise m²'de 5935 birey olarak



Şekil 4.33. Hydropsychidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

bulunmuşlar, diğer aylarda ise yoğunlukları m^2 'de 100 bireyin altında olmuştur (Şekil 4.33 b). Hydropsychidae üyeleri Gökçedağ'da Mayıs ve Temmuz 2001 ile Mayıs 2002 tarihlerinde sayıca artış göstermiştir. Bu istasyonda kaydedilen en yüksek organizma sayısı m^2 'de 424 organizma ile Mayıs 2001'de kaydedilmiştir (Şekil 4.33 c). Kızılkayası'nda en önemli artışlar Temmuz ($834 \text{ org}/m^2$) ve Ekim 2001'de ($723 \text{ org}/m^2$) görülmüştür (Şekil 4.33 d). Hydropsychidae üyeleri Devecikonağı istasyonunda Mayıs, Temmuz ve Ekim 2001 tarihlerinde küçük artışlar göstermiş, ancak yoğunlukları m^2 'de 400 organizmanın üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.33 e). Rhyacophilidae familyasına ait bireyler sadece Kızılkayası'nda tespit edilmiştir. Psychomyiidae üyelerine ait en yüksek organizma sayıları Hisarcık'ta kaydedilmiş ve Temmuz 2001'de m^2 'de 192 organizma olarak belirlenmiştir. Diğer istasyonlarda genellikle m^2 'de 50 organizmanın altında bulunan Psychomyiidae üyeleri Yeşilçay ve Hisarcık'ta ekseriya mevcut, Gökçedağ ve Kızılkayası'nda bazen mevcut, Devecikonağı'nda ise çoğunlukla mevcut organizma olmuştur (Çizelge 4.8). Philopotamidae familyasına ait bireyler çalışma boyunca sadece birer kez Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında görülürken, Polycentropodidae familyası üyeleri sadece bir kez Devecikonağı'nda görülmüş, Ecnomidae üyeleri ise sadece Hisarcık'ta bulunmuştur. Evcikli Trichoptera'dan Hydroptilidae familyasına ait *Hydroptila*, *Onchrotrichia*, *Oxyethira* ve *Ithytrichia* olmak üzere 4 cins tespit edilmiştir. Bu genoslardan *Hydroptila* sp, özellikle Gökçedağ ve Hisarcık'ta önemli sayılara ulaşmıştır (Şekil 4.34). Nisan 2001'de Yeşilçay'da m^2 'de 729 organizma, Gökçedağ'da ise m^2 'de 1521 organizma olarak kaydedilmişlerdir. Hisarcık ve Devecikonağı istasyonlarında en yüksek organizma sayısına Temmuz 2001'de ulaşan *Hydroptila* cinsine ait bireyler sırasıyla m^2 'de 130 ve 115 organizma olarak kaydedilmişlerdir. Kızılkayası'nda ise yıl boyunca m^2 'de 13 organizmanın üstüne çıkamamışlardır. *Hydroptila* cinsi Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda çoğunlukla, Hisarcık ve Kızılkayası'nda ekseriya mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). *Onchrotrichia* cinsi tüm istasyonlarda düşük tekerrürde bulunmuştur, bu cinsin çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısı Mayıs 2001'de m^2 'de 40 organizma olarak Devecikonağı'nda kaydedilmiştir. *Oxyethira* cinsine ait bireyler sadece Yeşilçay ve Hisarcık'ta kaydedilmişlerdir. Bu cinse ait en yüksek organizma sayısı Nisan 2001'de Yeşilçay'da m^2 'de 165 organizma olarak tespit edilmiştir. *Ithytrichia* cinsi sadece bir birey ile Mayıs 2002'de Yeşilçay'da kaydedilmiştir. Brachycentridae ve Leptoceridae



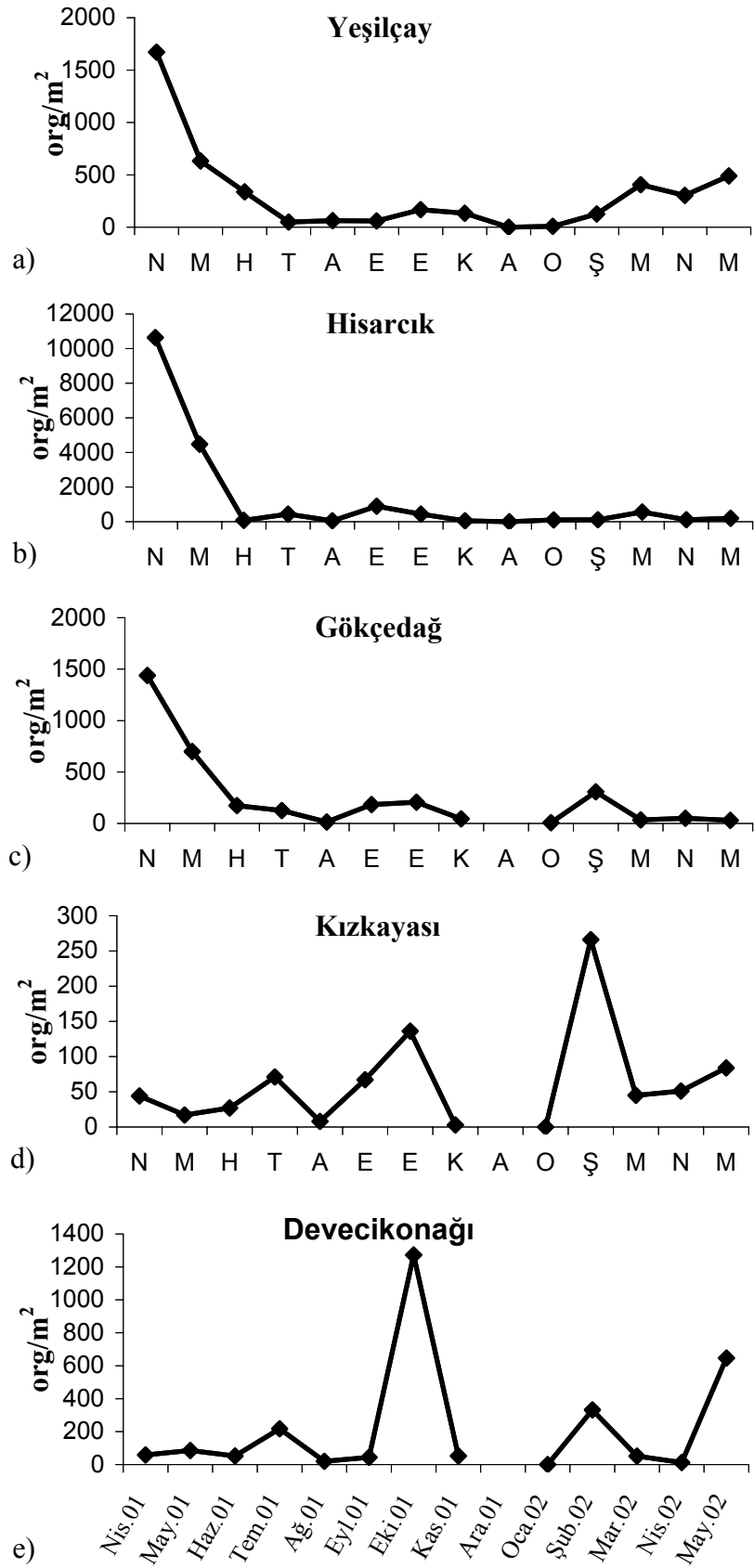
Şekil 4.34. *Hydroptila* Cinsinin (*Hydroptilidae*-*Trichoptera*) Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

familyalarına ait evcikli bireyler tüm istasyonlarda düşük tekerrür oranı ve düşük yoğunluklarda kaydedilmişlerdir. Sericostomatidae familyasına ait evcikli bireyler Yeşilçay ve Hisarcık'ta görülmemiş, diğer istasyonlarda ise çok düşük yoğunlukta bulunmuşlardır. Limnephilidae familyasına ait evcikli bir birey sadece Gökçedağ'da görülmüştür. Benzer şekilde Phryganeidae familyasına ait evcikli bir birey de sadece Kızkayası'nda tespit edilmiştir.

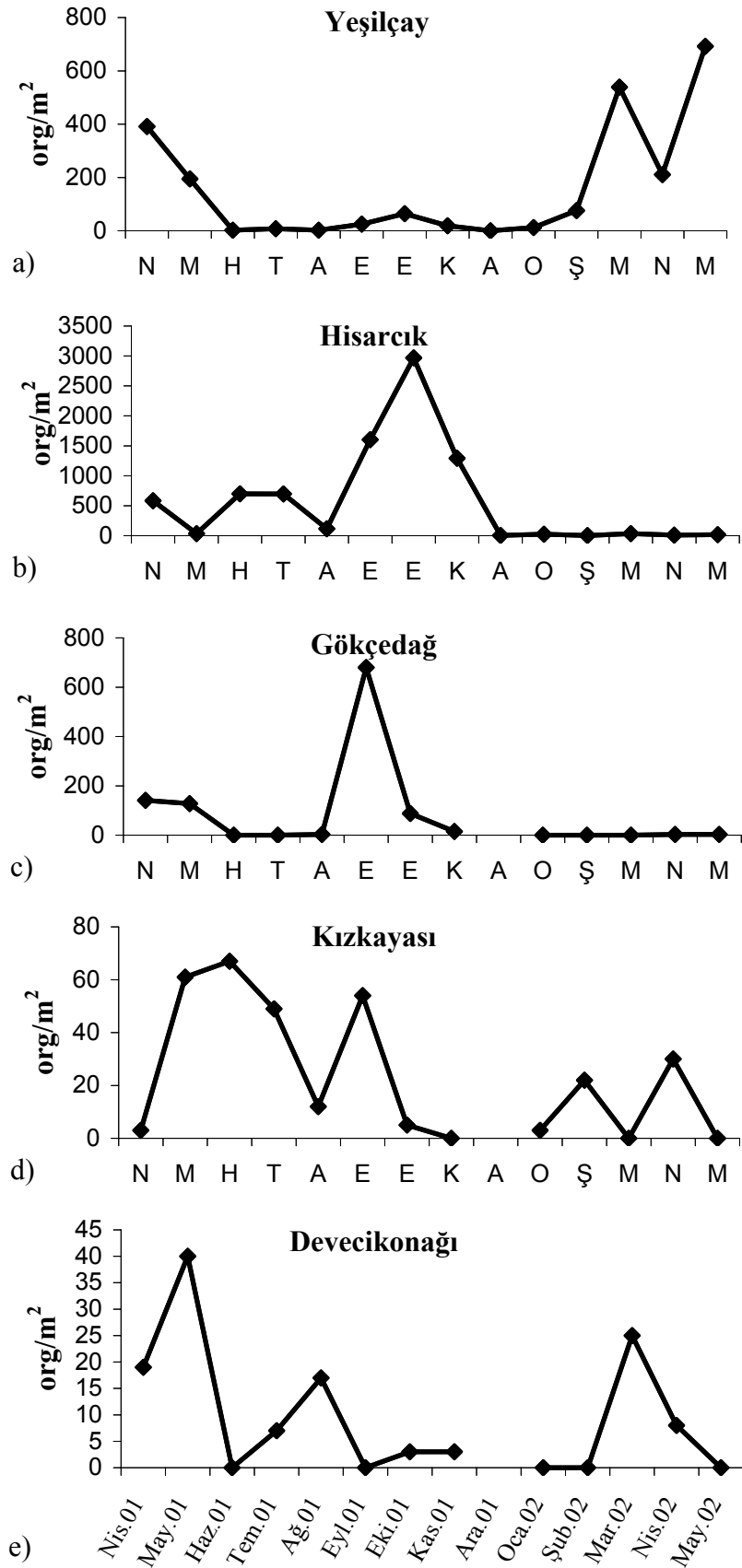
Emet Çayı'nda Diptera takımına ait 14 familya kaydedilmiştir. Chironomidae familyası üyeleri tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). Chironomidae üyeleri Yeşilçay, Hisarcık ve Gökçedağ'da çalışma boyunca görülen en yüksek yoğunluklarına Nisan 2001'de ulaşmışlardır. Nisan 2001'de Yeşilçay (1671 org/m^2) ve Gökçedağ'da (1438 org/m^2) birbirine yakın birey sayısına sahip olan Chironomidae üyeleri Hisarcık istasyonunda m^2 'de 10.636 organizma ile bu tarihte toplam organizmanın % 63'ünü kapsamışlardır. Chironomidae üyeleri Kızkayası'nda Ekim 2001 (136 org/m^2) ve Şubat 2002'de (266 org/m^2) küçük artışlar göstermiş, ancak birey sayıları diğer istasyonlarda kaydedilen değerlerin altında kalmıştır. Devecikonağı'nda ise Chironomidae üyeleri en önemli artışlarını Ekim 2001 (1273 org/m^2) ve Mayıs 2002'de (647 org/m^2) göstermişlerdir (Şekil 4.35).

Diptera takımı içinde tekerrür oranı yüksek bulunan bir diğer grup Ceratopogonidae familyası olmuştur. Ceratopogonidae üyeleri Yeşilçay ve Gökçedağ'da devamlı mevcut, diğer istasyonlarda ise çoğunlukla mevcut organizma olmuşlardır (Çizelge 4.8). Bu familyaya ait en yüksek bolluk değeri m^2 'de 175 organizma olarak Nisan 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir.

Simuliidae familyası Yeşilçay ve Hisarcık'ta devamlı mevcut, diğer istasyonlarda ise çoğunlukla mevcut bulunan bir diğer önemli grup olmuştur (Çizelge 4.8). Yeşilçay'da Nisan 2001 (391 org/m^2), Mart (539 org/m^2) ve Mayıs 2002 (692 org/m^2) tarihlerinde sayıca artış gösteren Simuliidae üyeleri, çalışma boyunca görülen en yüksek yoğunluğa m^2 'de 2968 organizma ile Ekim 2001'de Hisarcık istasyonunda ulaşmışlardır. Gökçedağ'da en yüksek birey sayısı m^2 'de 680 organizma ile Eylül 2001'de tespit edilmiştir. Simuliidae üyelerinin birey sayıları Kızkayası'nda yıl boyunca düzensiz değişimler göstermiş ancak birey sayıları m^2 'de 67 organizmanın üstüne çıkmamıştır. Devecikonağı'nda ise en yüksek birey sayısı m^2 'de 40 organizma olarak Mayıs 2001'de kaydedilmiştir (Şekil 4.36).



Şekil 4.35. Chironomidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.36. Simuliidae Üyelerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Tabanidae familyasından *Tabanus* ve *Chrysops* olmak üzere 2 cins tespit edilmiştir. *Tabanus* ve *Chrysops* cinslerine ait en yüksek birey sayıları Gökçedağ'da kaydedilmiştir. *Tabanus* cinsi Mayıs 2001'de m²'de 37 organizma, *Chrysops* cinsi ise Temmuz 2001'de m²'de 71 organizma ile çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayılarına ulaşmışlardır.

Tipulidae familyasından *Tipula*, *Hexatoma*, *Dicranota*, *Ormosia* ve *Antocha* olmak üzere 5 cins tespit edilmiştir. *Tipula* cinsine ait bireyler tüm istasyonlarda m²'de 12 organizmayı geçmeyen yoğunlukta bulunmuşlardır. *Tipula* cinsi Hisarcık'ta ekseriya mevcut iken, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). *Hexatoma* cinsine ait en yüksek birey sayıları Hisarcık'ta kaydedilmiştir. Hisarcık'ta bu cinse ait birey sayısı Mayıs 2001'de m²'de 148, Temmuz 2001'de m²'de 81 organizma olarak bulunmuştur. *Hexatoma* cinsi diğer istasyonlarda tüm aylarda m²'de 20 organizmanın altında bulunmuştur. *Dicranota* cinsine ait bireyler sadece Mayıs 2002 tarihinde Hisarcık'ta görülmüş, *Antocha* cinsine ait bir birey ise sadece Haziran 2001'de Kızkayası'nda tespit edilmiştir. *Ormosia* cinsi Hisarcık ve Gökçedağ istasyonlarında tekerrür oranı ve birey sayıları düşük olarak Ocak ve Mayıs 2002 tarihleri arasında görülmüşlerdir.

Muscidae familyasına ait tespit edilen tek cins *Limnophora* olmuştur. *Limnophora* cinsi Yeşilçay ve Gökçedağ'da Haziran 2001'de, Hisarcık'ta ise Nisan, Mayıs, Temmuz ve Kasım 2001'de tespit edilmişlerdir.

Empididae familyasından *Clinocera*, *Hemerodromia* ve *Wiedemannia* olmak üzere 3 cins tespit edilmiştir. *Clinocera* cinsi Yeşilçay'da bulunmazken, diğer istasyonlarda düşük tekerrür ve yoğunlukta bulunmuştur. *Hemerodromia* cinsi birey sayıları açısından sadece Yeşilçay'da önemli olmuş, diğer istasyonlarda ise birey sayıları m²'de 5 organizmanın üstüne çıkmamıştır. Yeşilçay'da Nisan ile Temmuz 2001 arasında görülen *Hemerodromia* cinsinin en yüksek birey sayısı Nisan 2001'de m²'de 138 organizma olarak kaydedilmiştir. *Wiedemannia* cinsi Gökçedağ ve Kızkayası'nda nadiren, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olmuştur (Çizelge 4.8). *Wiedemannia* cinsi de birey sayıları açısından sadece Yeşilçay'da önemli olmuştur. Bu cinse ait en yüksek birey sayısı Nisan 2001'de Yeşilçay'da m²'de 51 organizma olarak kaydedilmiştir.

Stratiomyidae familyasından *Odontomyia* ve *Nemotelus* olmak üzere 2 cins tespit edilmiştir. *Odontomyia* cinsi Kızılkayası haricinde diğer istasyonlarda, bazı aylarda ve düşük yoğunlukta kaydedilmişlerdir. *Nemotelus* cinsi Mart 2002'de Hisarcık'ta tek bir birey ile temsil edilmiş, diğer istasyonlarda ise bulunmamıştır.

Athericidae familyasından *Atherix* cinsi Yeşilçay'da Aralık 2001 haricinde diğer tüm aylarda görülmüştür. Bu istasyonda en yüksek birey sayısı Ekim 2001'de m²'de 49 organizma olarak tespit edilmiştir. *Atherix* cinsi diğer istasyonlarda da görülmekle birlikte yoğunlukları m²'de 20 bireyin üstüne çıkmamıştır.

Psychodidae familyası Gökçedağ, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda çalışma boyunca sadece birer kez görülmüştür. Hisarcık'ta dört örnekleme tarihinde kaydedilen Psychodidae üyeleri Yeşilçay'da yedi örnekleme tarihinde tespit edilmiştir. Tüm istasyonlarda düşük yoğunluklarda bulunan Psychodidae üyeleri sadece Nisan 2001'de Yeşilçay'da m²'de 37 organizma ile çalışma boyunca görülen en yüksek değerine ulaşmıştır.

Dixidae familyasına ait bireylere Hisarcık ve Devecikonağı'nda rastlanmamıştır. Dixidae üyeleri Yeşilçay'da beş örnekleme tarihinde görülmüş, ancak birey sayıları m²'de 22 organizmayı geçmemiştir. Dixidae üyeleri çalışma boyunca sadece bir kez, Mayıs 2001 tarihinde Gökçedağ'da sayıca artış göstermiş ve m²'de 163 bireye ulaşmıştır.

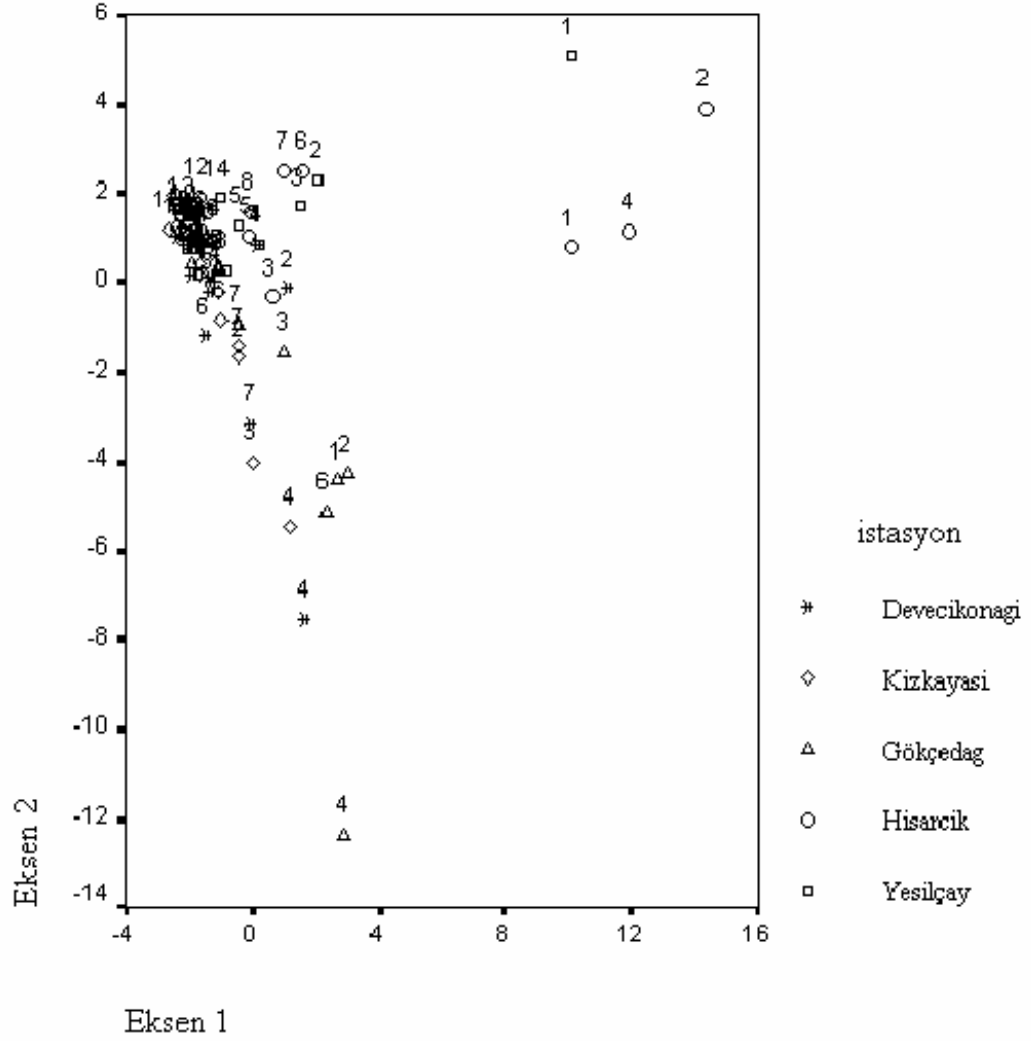
Blephariceridae familyası çalışma boyunca sadece Yeşilçay ve Kızılkayası'nda birer kez görülmüştür.

Ephydriidae familyasından *Hydrellia* cinsinin tüm istasyonlarda tekerrür oranı düşük bulunmuş ve yoğunlukları m²'de 8 organizmanın altında bulunmuştur. Dolichopodidae familyasından *Argyra* cinsi sadece Yeşilçay, Hisarcık ve Kızılkayası istasyonlarında Nisan 2002 tarihinde birer kez görülmüşlerdir.

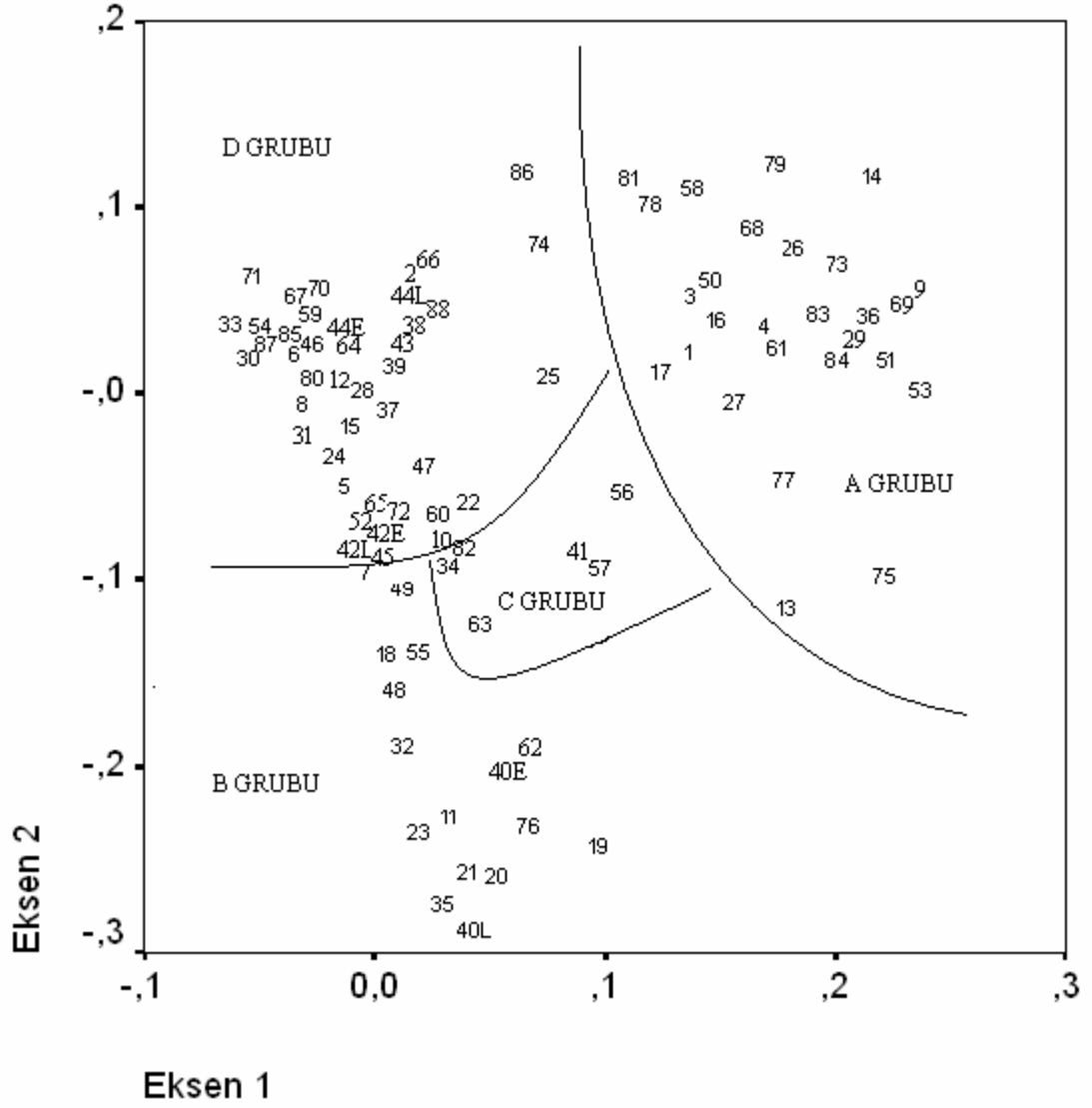
Collembola ordosunun Isotomidae familyasına ait tek bir birey Mayıs 2001'de Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir.

4.2.1.2. Bentik Omurgasızların PCA Analizi Sonuçları

Bentik omurgasızların bolluk değerlerine göre PCA analizi sonuçları Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de verilmiştir. İlk faktör toplam varyansın % 12'sini, ikinci faktör toplam



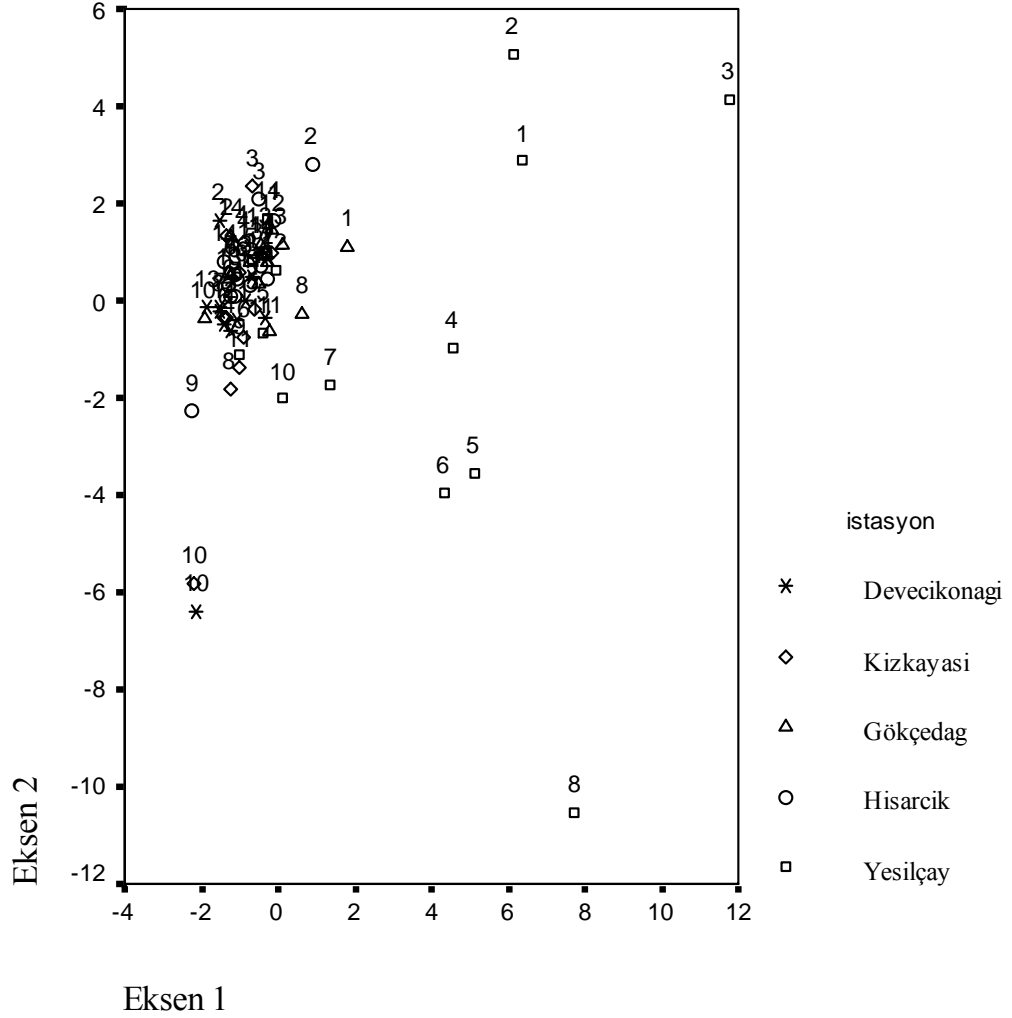
Şekil 4.37. Bentik Omurgasız Taksonlarının Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü (1=Nisan 2001, 2= Mayıs 2001, 3= Haziran 2001, 4= Temmuz 2001, 5= Ağustos 2001, 6= Eylül 2001, 7= Ekim 2001, 8= Kasım 2001, 9= Aralık 2001, 10= Ocak 2002, 11= Şubat 2002, 12= Mart 2002, 13= Nisan 2002, 14= Mayıs 2002)



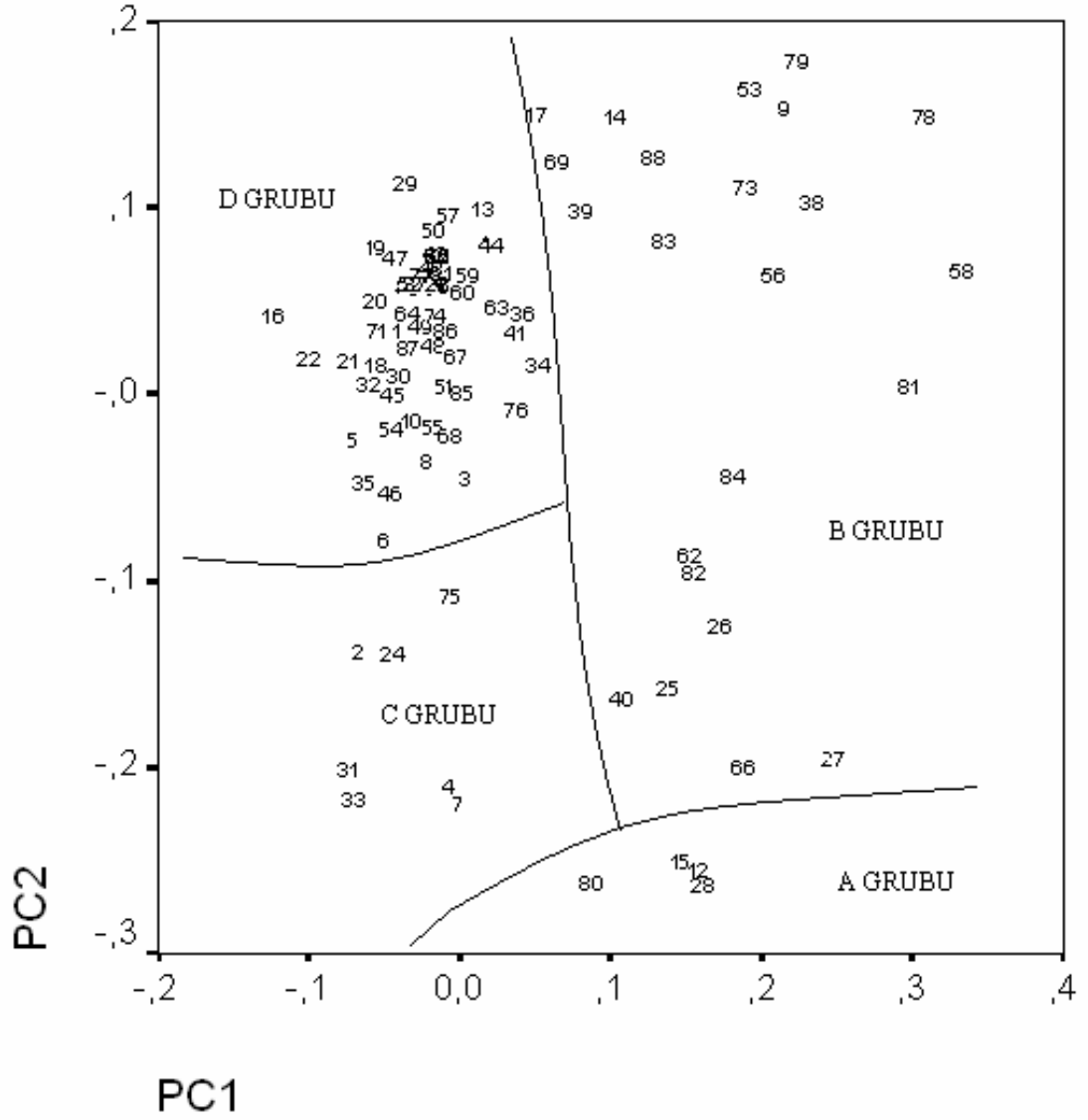
Şekil 4.38. Seksensekiz Bentik Omurgasız Taksonunun Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü (Her bir sayının karşılığı olan takson isimleri Çizelge 4.7.'de verilmiştir)

varyansın %7.4'ünü oluşturmuştur. Üçüncü faktör ise toplam varyansın % 6.2'sini oluşturmuştur. İlk üç eksenin toplam varyansının % 25.6 gibi düşük bir oranı kapsamasının en önemli sebebi bentik omurgasız verilerinin yüksek oranda sıfır değeri içermesinden kaynaklanmaktadır (Jongman ve ark. 1995). Şekil 4.37.'de görüldüğü gibi X ekseninin sağ üst kısmında 1. istasyonun Nisan 2001 tarihi örnekleme, 2. istasyonun Nisan 2001, Mayıs 2001 ve Temmuz 2001 tarihi örnekleme kazanmış görülmektedir. Bu tarihlerde A GRUBU organizmaları önem kazanmıştır (Şekil 4.38). X ekseninin sol alt köşesinde Temmuz 2001 tarihinde örnekleme yapılan 3., 4. ve 5. istasyonlar bulunmaktadır (Şekil 4.37). Bu ayda adı geçen istasyonlarda B grubu organizmaları önem kazanmıştır. Bu organizmalar Planorbidae (7), Haliplidae (49), *Isonychia ignota* (18), Polycentropodidae (55), Noteridae (48), Nemouridae (32), Leptoceridae (62), Elmidae (40L ve 40E), Decapoda (11), *Epheron* sp (23), *Chrysops* sp (76), *Ecdyonurus* sp (19), *Heptogenia* sp (21), *Rhithrogenia* sp (20) ve Aphelocheridae (35) taksonlarıdır (Şekil 4.38). X ekseninin sağ orta bölümünde Nisan, Mayıs ve Eylül 2001 tarihlerine ait 3. istasyon örnekleme önem kazanmıştır (Şekil 4.37). Bu bölümde yer alan organizmalar C GRUBU organizmaları olarak adlandırılmışlardır. Bu organizmalar *Hydroptila* sp (56), Corixidae (34), Dixidae (82), Hydrophilidae (41), *Onchrotrichia* sp (57) ve Sericostomatidae (63) taksonlarıdır (Şekil 4.38). X ekseninin sol üst köşesinde kümelenmiş olan kısımda ise D GRUBU organizmaları önem kazanmıştır (Şekil 4.38).

Bentik omurgasızların nispi bolluklarına göre PCA analizi sonuçları ise Şekil 4.39 ve 4.40'da verilmiştir. Veri setinin birçok sıfır değeri içermesinden dolayı (Jongman ve ark. 1995) ilk faktör toplam varyansın % 7.1'ini, ikinci faktör toplam varyansın %5.8'ini oluşturmuştur. Üçüncü faktör ise toplam varyansın % 5.4'ünü oluşturmuştur. Şekil 4.39'da görüldüğü gibi X ekseninin sağ alt köşesinde Kasım 2001 tarihinde 1. istasyonun önemli olduğu görülmektedir. Bu ayda 1. istasyonda A GRUBU organizmaları olarak adlandırılan *Asellus* sp (12), *Ephemera vulgata* (15), Corduliidae (28) ve *Atherix* sp (80) taksonları önemli olmuşlardır (Şekil 4.40). X ekseninin sağ üst ve alt yanında yer alan organizmalar B GRUBU organizmaları olarak adlandırılmışlardır. Bu grupta 1. istasyonun Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül 2001 tarihlerine ait örnekleme önem kazanan organizmalar yer almıştır (Şekil 4.40). X ekseninin sol alt kısmında Ocak 2002 tarihine ait 4. ve 5. istasyon



Şekil 4.39. Bentik Omurgasız Taksonlarının Nispi Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü (1=Nisan 2001, 2= Mayıs 2001, 3= Haziran 2001, 4= Temmuz 2001, 5= Ağustos 2001, 6= Eylül 2001, 7= Ekim 2001, 8= Kasım 2001, 9= Aralık 2001, 10= Ocak 2002, 11= Şubat 2002, 12= Mart 2002, 13= Nisan 2002, 14= Mayıs 2002)



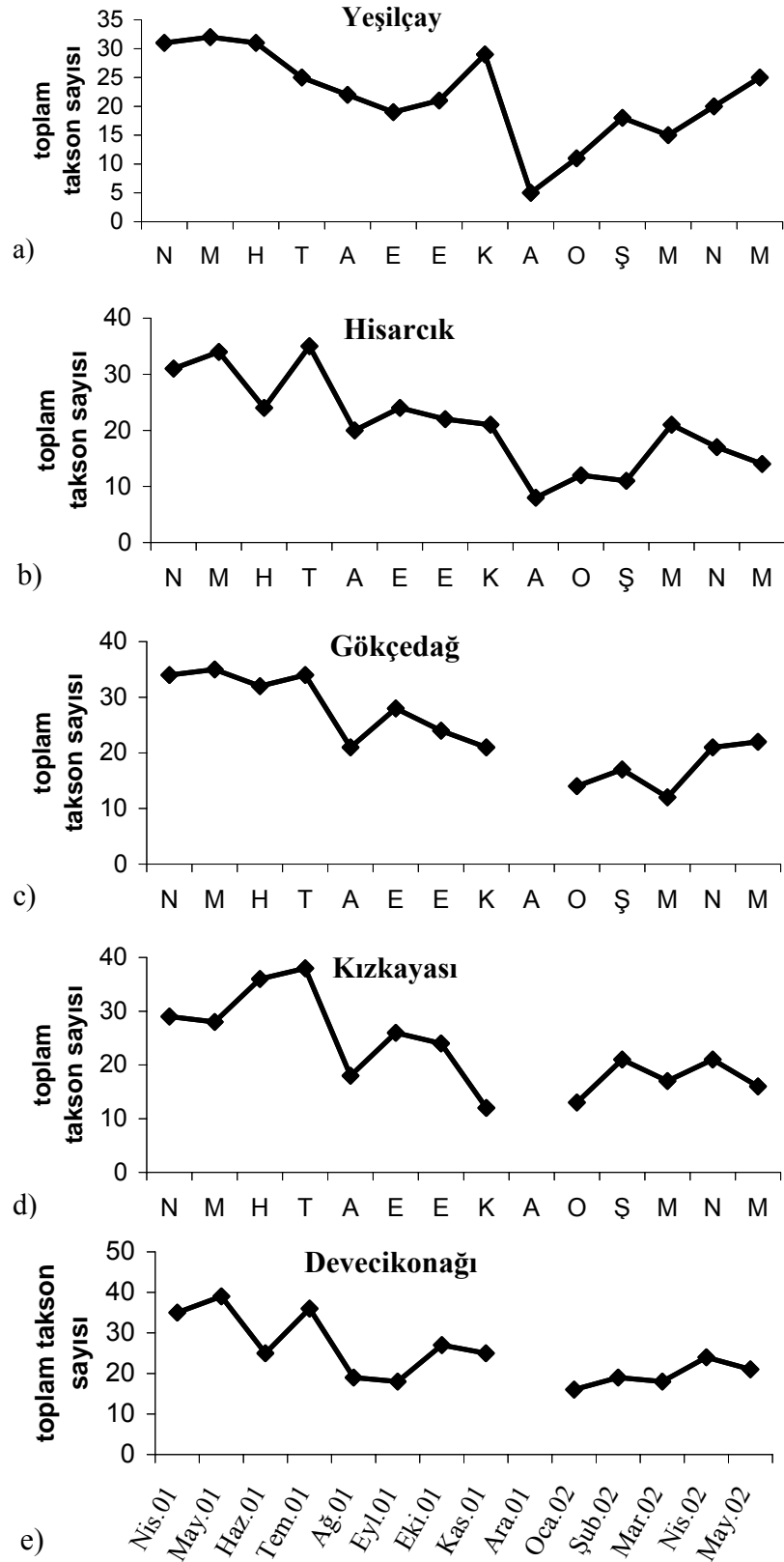
Şekil 4.40. Seksensekiz Bentik Omurgasız Taksonunun Nispi Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü (Her bir sayının karşılığı olan takson isimleri Çizelge 4.7.'de verilmiştir)

örneklemeleri önemli olmuşlardır (Şekil 4.39). Bu ayda C GRUBU organizmaları olarak adlandırılan *Tabanus* sp (75), Lumbricidae (2), *Paraleptophlebia* sp (24), Leuctridae (31), Taeniopterygidae (33), Erpobdellidae (4) ve Planorbidae (7) taksonları önem kazanmışlardır. D GRUBU organizmaları ise X ekseninin sol üst kısmında yerleşmişlerdir (Şekil 4.40).

4.2.1.3. Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metrik Sistemler

4.2.1.3.1. Toplam Takson Zenginliği

Emet Çayı'nda toplam takson zenginliği değerleri 5 ile 39 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük toplam takson sayıları Aralık 2001'de kaydedilmiştir. Aralık 2001'de Yeşilçay'da kaydedilen toplam takson sayısı 5, Hisarcık'ta ise 8 olarak bulunmuştur. En yüksek toplam takson sayısı Mayıs 2001'de Devecikonağı'nda belirlenmiştir. Kaydedilen takson sayıları tüm istasyonlarda yaz aylarında yüksek iken, kış aylarında düşük bulunmuştur. Yeşilçay'da toplam takson sayısı Nisan ile Haziran 2001 tarihleri arasında en yüksek bulunmuş ve sırasıyla 31, 32 ve 31 olarak kaydedilmiştir. Aynı istasyonda Kasım 2001'de kaydedilen takson sayısı 29 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.41 a). Hisarcık'ta toplam takson sayısı çalışma boyunca düzensiz değişim göstermiş olup, en yüksek takson sayısı Temmuz 2001'de 35 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.41 b). Gökçedağ'da kaydedilen en düşük takson sayısı Mart 2002'de 12 olarak bulunmuştur. Aynı istasyonda takson sayıları Nisan ile Temmuz 2001 tarihleri arasında en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.41 c). Kızılcayası istasyonunda en yüksek takson sayısı Haziran ve Temmuz 2001'de sırasıyla 36 ve 38 olarak kaydedilmiş, bu istasyona ait en düşük takson sayısı ise Kasım 2001 ve Ocak 2002 tarihlerinde sırasıyla 12 ve 13 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.41 d). Devecikonağı'nda Mayıs 2001'de 39 olarak kaydedilen takson sayısı aynı zamanda çalışma boyunca bir istasyonda kaydedilen en yüksek takson sayısı olmuştur. Bu istasyona ait en düşük takson sayısı Ocak 2002'de 16 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.41 e).

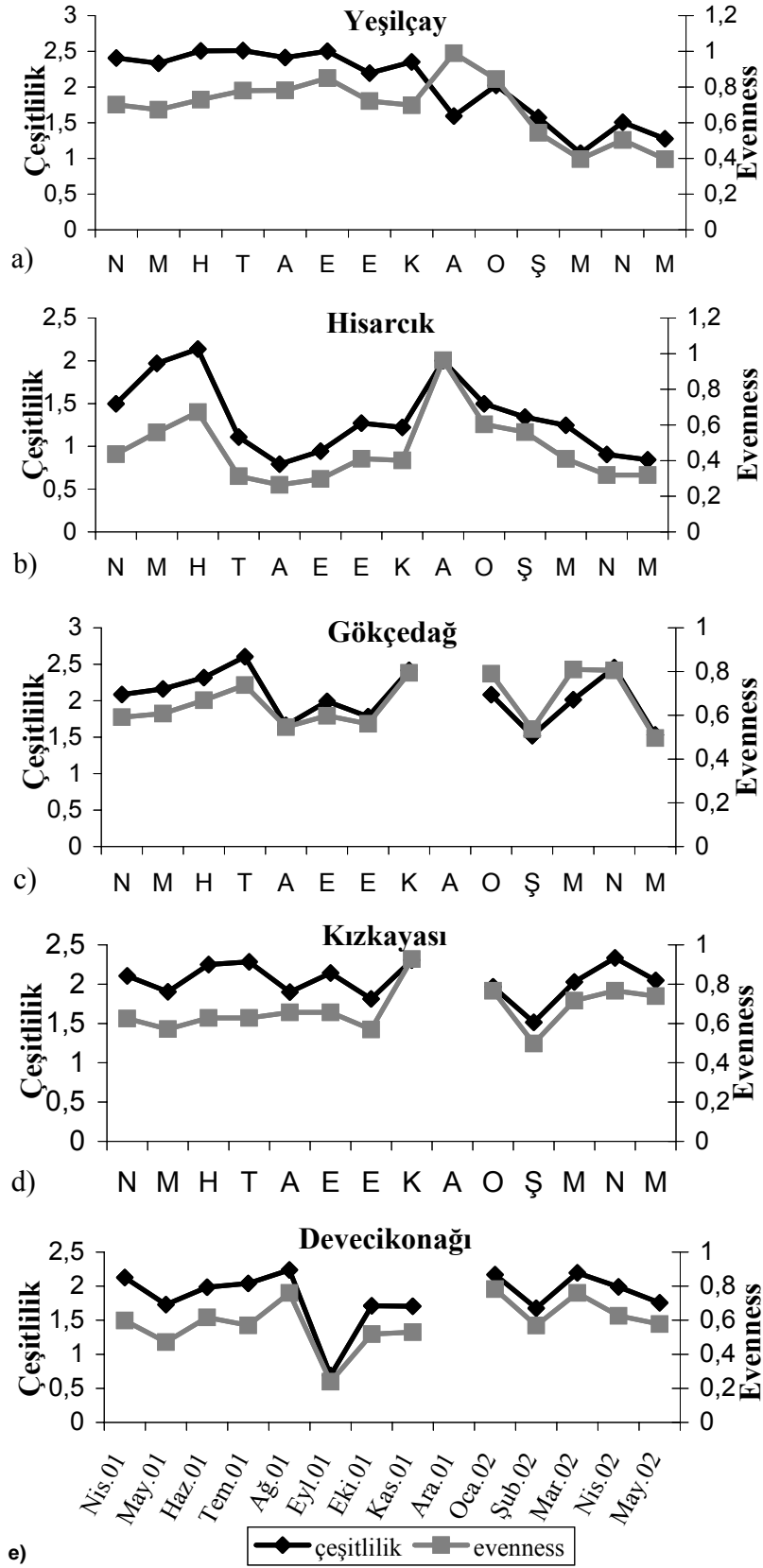


Şekil 4.41. Bentik Omurgasızların Toplam Takson Zenginliği Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

4.2.1.3.2. Çeşitlilik ve Komünite Dengesi

Emet Çayı bentik omurgasızlarının çeşitliliğini belirlemek için uygulanan Shannon-Wiener indeks değerleri 0.69 – 2.6 arasında değişmiştir. En düşük değer Eylül 2001’de Devecikonağı’nda, en yüksek değer Temmuz 2001’de Gökçedağ’da kaydedilmiştir. Yeşilçay’da çeşitlilik indeksi değerleri 1.075 ile 2.510 arasında değişmiş olup, en düşük değer Mart 2001’de, en yüksek değer ise Temmuz 2001’de kaydedilmiştir. Bu istasyonda çeşitlilik değeri Aralık 2001’de ve Şubat ile Mayıs 2002 tarihleri arasında 2’nin altında bulunmuş, diğer aylarda ise 2’nin üstünde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.42 a). Hisarcık’ta en düşük çeşitlilik değeri 0.792 olarak Ağustos 2001’de, en yüksek değer ise 2.137 olarak Haziran 2001’de kaydedilmiştir. Bu istasyonda çeşitlilik değeri sadece Haziran ve Aralık 2001 tarihlerinde 2 değerinin üzerine çıkmıştır (Şekil 4.42 b). Gökçedağ’da çeşitlilik indeksi değerleri 1.521 ile 2.604 arasında değişmiş olup, en düşük değer Şubat 2002’de, en yüksek değer ise Temmuz 2001’de tespit edilmiştir (Şekil 4.42 c). Kızılkayası’nda en düşük çeşitlilik değeri 1.515 olarak Şubat 2002’de, en yüksek çeşitlilik değeri ise 2.334 olarak Nisan 2002’de kaydedilmiştir (Şekil 4.42 d). Devecikonağı’nda çeşitlilik indeksi değeri Eylül 2001’de 0.69 olarak bulunmuş ve bu istasyondaki en düşük değer olarak belirlenmiştir. Aynı istasyonda kaydedilen en yüksek çeşitlilik değeri 2.237 olup Ağustos 2001’de kaydedilmiştir (Şekil 4.42 e).

Çeşitlilik indeksi değerlerinin takson zenginliği değerlerine bölünmesiyle elde edilen komünite dengesi (evenness) değerleri 0.239 ile 0.990 arasında değişmiştir. En düşük evenness değeri Eylül 2001’de Devecikonağı’nda, en yüksek değer ise Aralık 2001’de Yeşilçay’da kaydedilmiştir. Yeşilçay istasyonunda tespit edilen en düşük evenness değeri Mayıs 2002’de 0.396 olarak bulunmuştur (Şekil 4.42 a). Hisarcık’ta Ağustos 2001’de bu istasyona ait en düşük evenness değeri 0.264 olarak tespit edilmiş, aynı istasyonda en yüksek evenness değeri Aralık 2001’de 0.963 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.42 b). Gökçedağ’da en düşük evenness değeri 0.496 olarak Mayıs 2002’de, en yüksek değer ise 0.810 olarak Mart 2002’de tespit edilmiştir (Şekil 4.42 c). Kızılkayası istasyonuna ait en düşük evenness değeri Şubat 2002’de 0.498 olarak bulunurken, en yüksek değer Kasım 2001’de 0.928 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.42 d). Devecikonağı’nda Eylül 2001 tarihinde 0.239 olarak kaydedilen evenness değeri aynı



Şekil 4.42. Bentik Omurgasızların Çeşitlilik ve Evenness Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

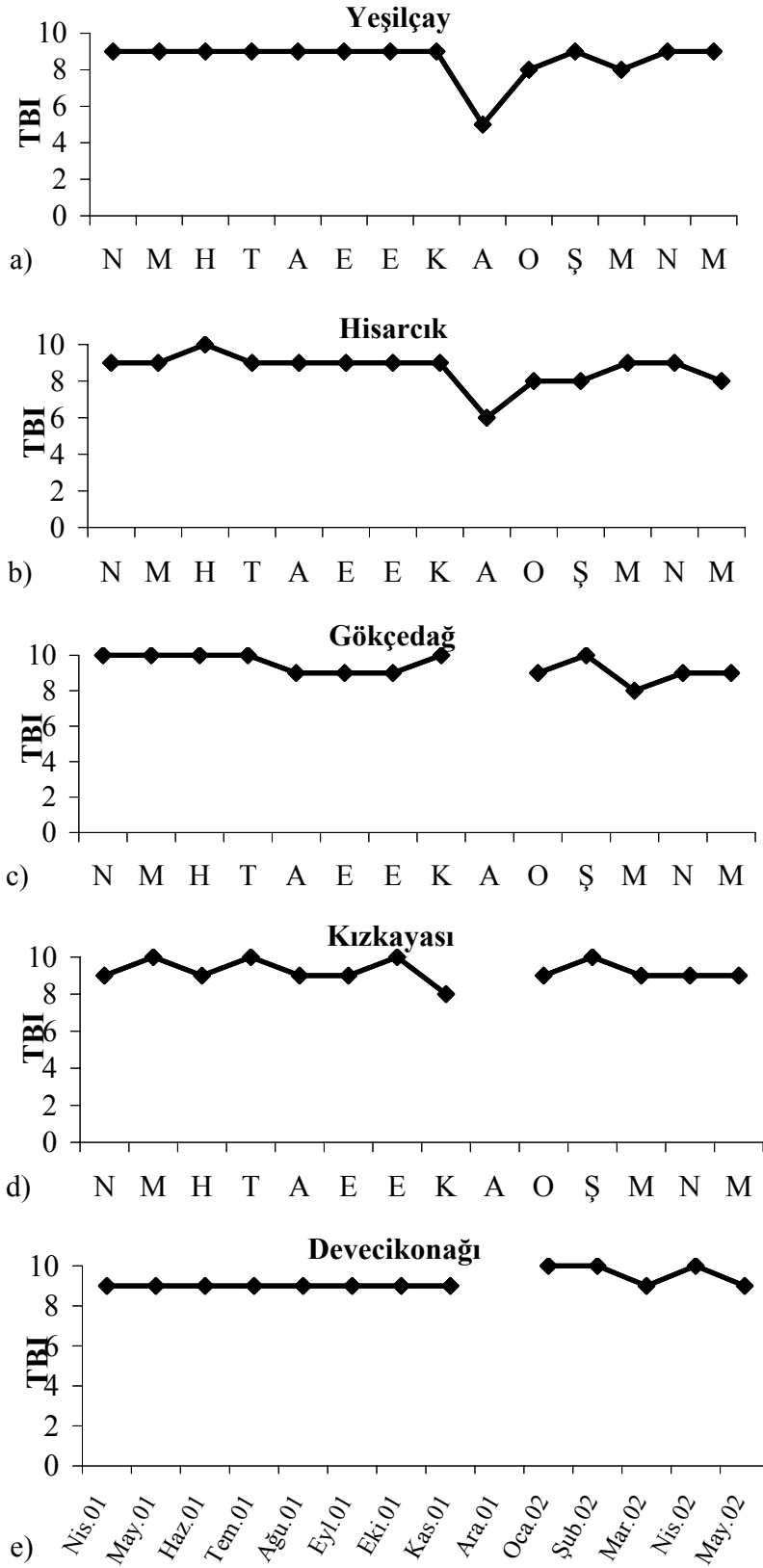
zamanda çalışma boyunca tespit edilen en düşük evenness değeri olmuştur. Aynı istasyonda en yüksek değer 0.782 olarak Ocak 2002’de tespit edilmiştir (Şekil 4.42 e).

4.2.1.3.3. Trent Biyotik İndeks (TBI) Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları

Emet Çayı’nda Trent Biyotik İndeks değeri 5-10 arasında değişim göstermiştir. En düşük indeks değeri 5 olarak Aralık 2001’de Yeşilçay’da kaydedilmiş ve bu ayda su kalitesi II. sınıf olarak belirlenmiştir. Aynı istasyonda Ocak ve Mart 2002’de indeks değeri 8, diğer aylarda ise 9 olarak bulunmuştur. Bu durumda Yeşilçay istasyonunda su kalitesi Aralık 2001 haricinde IB olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.43 a). Hisarcık’ta indeks değeri Aralık 2001’de 6 olarak bulunmuş ve bu ayda su kalitesi II. sınıf olarak belirlenmiştir. Bu istasyonda sadece Haziran 2001’de indeks değeri 10 olarak bulunmuş ve su kalitesi 1A olmuştur. Aynı istasyonda Ocak, Şubat ve Mayıs 2002’de indeks değeri 8, geriye kalan aylarda ise 9 olarak bulunmuş olup, bu aylarda IB sınıfı su kalitesinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.43 b). Gökçedağ’da kaydedilen en düşük indeks değeri 8 olarak Mart 2002’de tespit edilmiştir. Bu istasyonda Ağustos, Eylül, Ekim 2001 ile Ocak, Nisan ve Mayıs 2002’de indeks değeri 9 olarak bulunmuştur. Aynı istasyonda geriye kalan aylarda indeks değeri 10 olmuştur. Bu indeks değerlerine göre Gökçedağ istasyonu tüm aylarda IA ve IB su kalitesine sahip olmuştur (Şekil 4.43 c). Kızkayası’nda Mayıs, Temmuz, Ekim 2001 ve Şubat 2002 tarihlerinde indeks değeri 10 olarak bulunmuş ve su kalitesi IA olarak belirlenmiştir. Aynı istasyonda indeks değeri Kasım 2001’de 8, geriye kalan aylarda ise 9 olarak bulunmuş ve bu aylarda su kalitesi IB olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.43 d). Devecikonağı’nda Ocak, Şubat ve Nisan 2002’de 10 olarak bulunan indeks değeri, diğer aylarda 9 olarak bulunmuştur. Bu durumda Ocak, Şubat ve Nisan 2002’de su kalite sınıfı IA, diğer aylarda IB olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.43 e).

4.2.1.3.4. Belçika Biyotik İndeksi (BBI) Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları

Emet Çayı’nda Belçika Biyotik İndeks değeri 4-10 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer 4 olarak Aralık 2001’de Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiş ve bu ayda su kalitesi IV. sınıf yani yoğun kirli olarak belirlenmiştir. Aynı



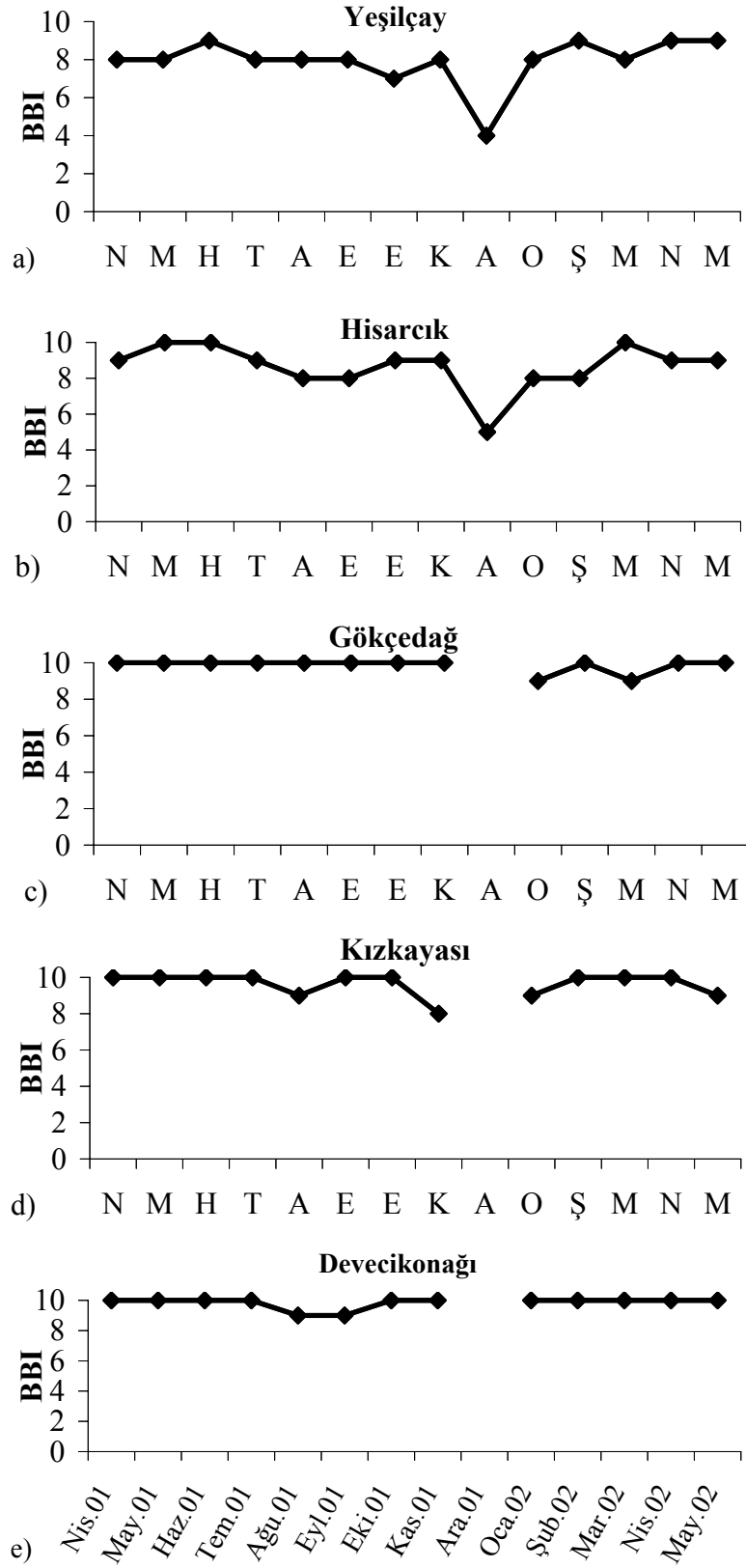
Şekil 4.43. Trent Biyotik İndeks (TBI) Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler

istasyonda Ekim 2001’de indeks değeri 7 olarak bulunmuş, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Kasım 2001, Ocak ve Mart 2002 tarihlerinde ise indeks değeri 8 olarak tespit edilmiştir. Yeşilçay istasyonunda bu aylarda su kalitesi II. sınıf yani hafifçe kirli olarak belirlenmiştir. Haziran 2001, Şubat, Nisan ve Mayıs 2002 tarihlerinde ise biyotik indeks değeri 9 olarak kaydedilmiş ve bu aylarda su kalitesi I. sınıf olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.44 a). Hisarcık’ta Aralık 2001’de indeks değeri 5 olarak bulunmuş olup, bu ayda su kalitesinin III. sınıf yani orta derecede kirli ya da kritik durumda olduğu tespit edilmiştir. Aynı istasyonda Ağustos ve Eylül 2001 ile Ocak ve Şubat 2002 tarihlerinde indeks değeri 8 olarak bulunmuş ve bu aylarda su kalitesi II. sınıf yani hafifçe kirli olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.44 b). Gökçedağ’da Ocak ve Mart 2002 tarihlerinde biyotik indeks değeri 9, diğer tüm aylarda ise 10 olarak bulunmuştur. Buna göre Gökçedağ istasyonunda su kalitesi TBI ile de uyumlu olarak tüm aylarda I. sınıf olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.44 c). Kızkayası istasyonunda Kasım 2001’de indeks değeri 8 olup, bu ayda su kalitesi II. sınıf olarak belirlenmiştir. Aynı istasyonda Ağustos 2001, Ocak 2002 ve Mayıs 2002 tarihlerinde indeks değeri 9, diğer aylarda ise 10 olarak bulunmuş olup su kalitesi I. sınıf olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.44 d). Devecikonağı istasyonunda indeks değeri Ağustos ve Eylül 2001’de 9, diğer aylarda ise 10 olarak bulunmuştur. Bu indeks değerine göre bu istasyon tüm çalışma boyunca I. sınıf su kalitesinde bulunmuştur (Şekil 4.44 e).

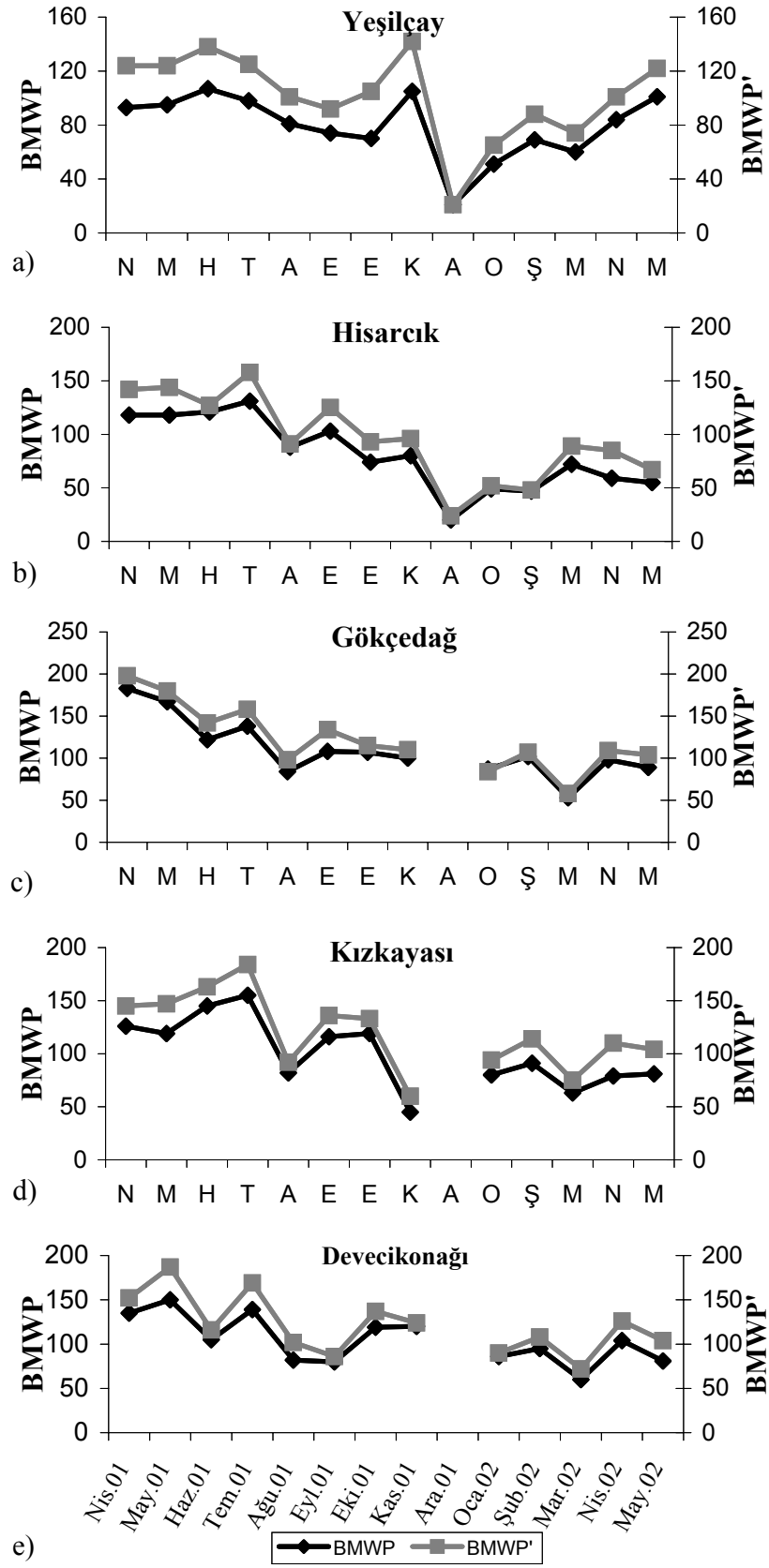
4.2.1.3.5. BMWP Biyotik Skor Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları

Emet Çayı’nda BMWP Biyotik Skor uygulamasının orijinal formu (BMWP) ve bu skor sisteminin modifiye edilmesi ile oluşturulmuş İspanyol versiyonu (BMWP’) ayrı ayrı uygulanmış ve her iki skor sistemine göre su kalite sınıfları belirlenmiştir.

Emet Çayı’nda BMWP biyotik skor değeri 20–183 arasında değişim göstermiştir. En düşük biyotik skor değeri Aralık 2001 tarihinde Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında sırasıyla 20 ve 21 olarak tespit edilmiştir. Aralık 2001’de Yeşilçay istasyonunda TBI ile uyumlu olarak II. sınıf su kalitesi belirlenmiştir. Aynı istasyonda skor değerleri Ocak ve Mart 2002’de sırasıyla 51 ve 60 olarak bulunmuş olup, her iki ayda da TBI ile uyumlu olarak IB su kalitesi gözlenmiştir. Yeşilçay istasyonunda diğer aylarda ise su kalitesi IB olarak belirlenmiştir (Şekil 4.45 a). Hisarcık’ta su kalitesi



Şekil 4.44. Belçika Biyotik İndeks (BBI) Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler



Şekil 4.45. BMWP ve BMWP' Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler

sadece Aralık 2001’de, BBI ile de uyumlu olarak, III. sınıf olmuştur. Aynı istasyonda Ocak, Şubat, Nisan ve Mayıs 2002’de skor değerleri sırasıyla 49, 47, 59 ve 55 olarak bulunmuş ve su kalitesi IB olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonda diğer aylarda ise IA sınıfı su kalitesi belirlenmiştir (Şekil 4.45 b). Gökçedağ’da tüm aylarda TBI ve BBI ile uyumlu olarak I. sınıf su kalitesi belirlenmiştir. Bu istasyonda en düşük skor değeri 53 olarak Mart 2002’de bulunmuş ve bu ayda su kalitesi IB olmuştur. Diğer aylarda ise skor değerinin 65’in üzerinde bulunması nedeniyle su kalite sınıfı IA olarak belirlenmiştir (Şekil 4.45 c). Kızkayası’nda skor değeri Kasım 2001’de 45 ve Mart 2002’de 63 olarak bulunmuş ve su kalite sınıfı IB olmuştur. Diğer aylarda ise skor değerleri 65’in üzerinde bulunmuş ve kalite sınıfı IA olarak belirlenmiştir (Şekil 4.45 d). Devecikonağı’nda su kalitesi TBI ve BBI ile de uyumlu olarak tüm aylarda I. sınıf olarak bulunmuştur. Skor değeri Mart 2002’de 60 olarak bulunduğu için sadece bu ayda su kalite sınıfı IB olarak belirlenmiş, diğer aylarda ise IA olmuştur (Şekil 4.45 e).

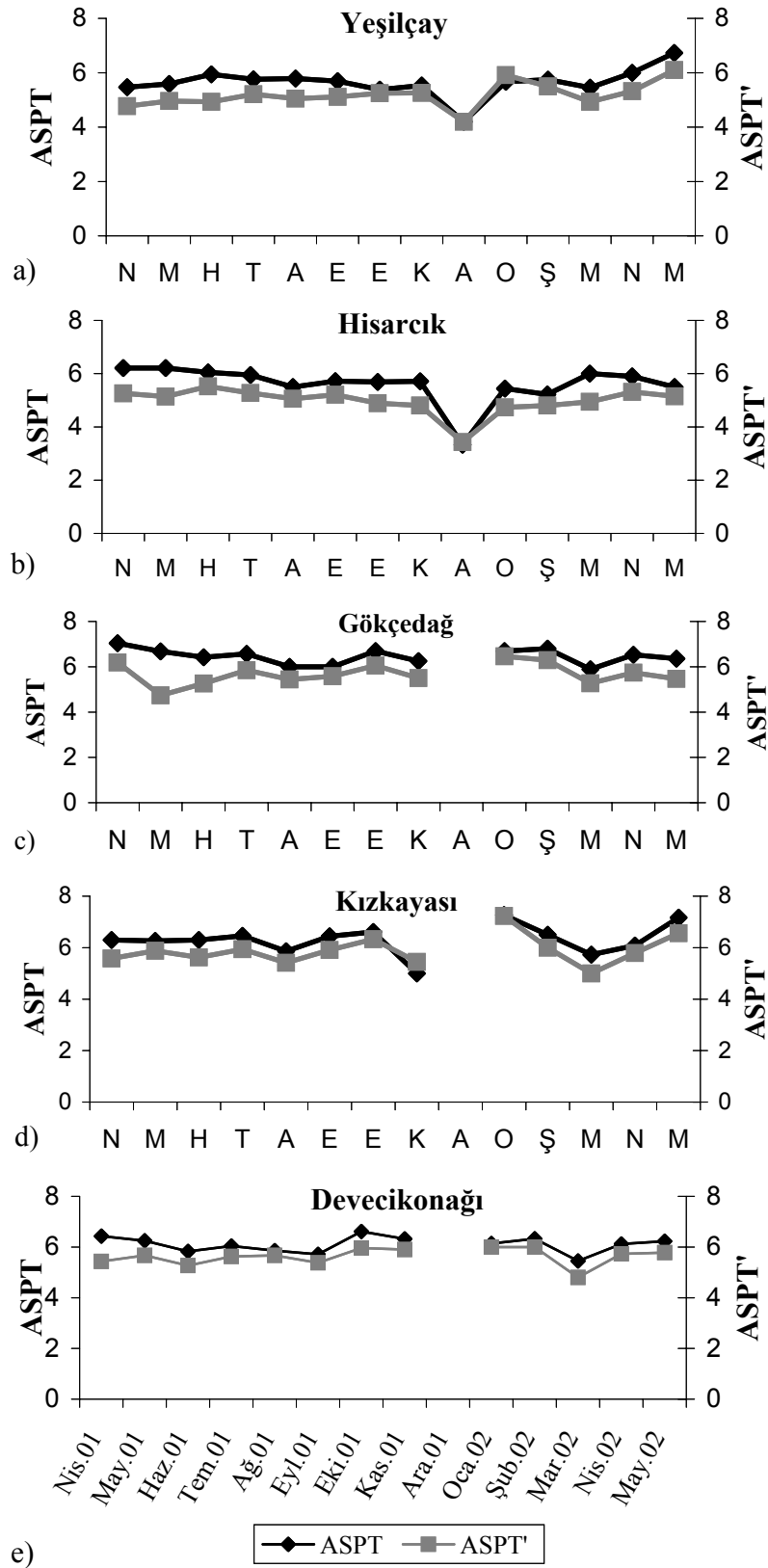
Emet Çayı’nda BMWP’ biyotik skor değeri 21–198 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer Aralık 2001’de Yeşilçay’da 21 ve Hisarcık’ta 24 olarak bulunmuştur. BMWP’ biyotik skor değerlerinin su kalite sınıflarına bakıldığında Aralık 2001’de Yeşilçay’da, BBI ile uyumlu olarak, IV. sınıf su kalitesinin olduğu tespit edilmiştir. Aynı istasyonda Eylül 2001, Ocak, Şubat, Mart 2002 tarihlerinde skor değerleri sırasıyla 92, 65, 88 ve 74 olarak bulunmuş ve su kalitesi II. sınıf olarak belirlenmiştir. Bu istasyonda diğer aylarda ise skor değerleri 100’ün üzerinde olduğundan su kalite sınıfı I. sınıf olmuştur (Şekil 4.45 a). Hisarcık’ta Aralık 2001’de su kalitesi IV. sınıf olarak bulunmuştur. Aynı istasyonda skor değeri Ocak 2002’de 52, Şubat 2002’de 48 olarak bulunmuş ve su kalite sınıfı her iki ayda da III. sınıf olarak belirlenmiştir. Bu istasyonda skor değerinin Temmuz 2001’de 150’nin üzerine çıkması ile bu ayda su kalite sınıfı I. sınıf optimum su kalitesi olarak belirlenmiştir. Nisan, Mayıs, Haziran ve Eylül 2001’de su kalitesi I. sınıf, geriye kalan aylarda ise II. sınıf olarak bulunmuştur (Şekil 4.45 b). Gökçedağ’da Nisan, Mayıs ve Temmuz 2001 tarihlerinde skor değerleri 150’nin üzerinde olduğundan bu aylarda su kalite sınıfı I. sınıf optimum su kalitesi olarak belirlenmiştir. Bu istasyonda Ağustos 2001, Ocak ve Mart 2002’de skor değerleri sırasıyla 98, 84 ve 58 bulunmuş, bu aylarda su kalitesi II. sınıf olarak belirlenmiştir. Geriye kalan aylarda ise skor değerlerinin 100 ile 150 arasında olması nedeniyle I. sınıf su kalitesi tespit edilmiştir (Şekil 4.45 c).

Kızılkayası'nda Haziran ve Temmuz 2001'de skor değerleri sırasıyla 163 ve 184 olarak bulunduğundan I. sınıf optimum su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Aynı istasyonda Ağustos ve Kasım 2001 ile Ocak ve Mart 2002 tarihlerinde skor değerleri düşmüş ve su kalitesi II. sınıf olarak belirlenmiştir. Geriye kalan aylarda ise su kalite sınıfı I. sınıf olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.45 d). Devecikonağı'nda Nisan, Mayıs ve Temmuz 2001'de I. sınıf optimum su kalitesi belirlenmiştir. Aynı istasyonda Eylül 2001, Ocak ve Mart 2002'de skor değerlerinin azalmasıyla su kalitesi II. sınıfa gerilemiştir. Geriye kalan aylarda ise su kalitesi I. sınıf olarak belirlenmiştir (Şekil 4.45 e).

4.2.1.3.6. ASPT Biyotik Skor Uygulaması ve Su Kalite Sınıfları

ASPT biyotik skor değeri, her örneklemede belirlenen BMWP değerinin, o örneklemede skor değeri verilen takson sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır. ASPT değeri, BMWP skor sisteminin orijinal formu ve İspanyol versiyonu için ayrı ayrı hesaplanmış ve sırasıyla ASPT ve ASPT' olarak ifade edilmiştir.

Emet Çayı'nda ASPT skor değerleri 3.33 ile 7.27 arasında değişmiştir. En düşük değer Aralık 2001'de Hisarcık'ta, en yüksek değer Ocak 2002'de Kızılkayası'nda tespit edilmiştir. Yeşilçay istasyonunda ASPT skor değerleri 4.2 ile 6.73 arasında değişmiş olup, bu istasyonda skor değeri sadece Nisan 2002 ve Mayıs 2002'de 6'nın üzerine çıkmıştır. ASPT skor değerlerinin su kalite sınıflarına göre Yeşilçay'da Nisan ve Mayıs 2002 tarihlerinde su kalitesi I. sınıf olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonda en düşük ASPT skor değerinin kaydedildiği Aralık 2001'de su kalitesi III. sınıf yani orta derecede kirlenmiş su olarak bulunmuştur. Aynı istasyonda diğer aylarda skor değerleri 5 ile 6 arasında tespit edildiğinden, bu aylarda su kalitesi 2. sınıf yani az kirlenmiş su olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.46 a). Hisarcık'ta Aralık 2001'de ASPT skor değerinin 3.33 olarak bulunması sonucu bu ayda su kalitesi IV. sınıfa gerilemiştir. Bu istasyonda Nisan 2001 ile Haziran 2001 tarihleri arasında ve Mart 2002 tarihinde ASPT skor değeri 6'nın üzerinde bulunduğundan bu aylarda su kalitesi I. sınıf olmuştur. Geriye kalan aylarda ise II. sınıf su kalitesinin bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.46 b). Gökçedağ'da ASPT skor değerleri Mart 2002 haricinde diğer tüm aylarda 6'nın üzerine çıkmış ve su kalitesi I. sınıf olarak belirlenmiştir. Bu istasyonda kaydedilen en düşük ASPT skor değeri 5.89 olarak Mart 2002'de bulunmuştur. Bu ayda su kalitesi II. sınıf olarak belirlenmiştir.



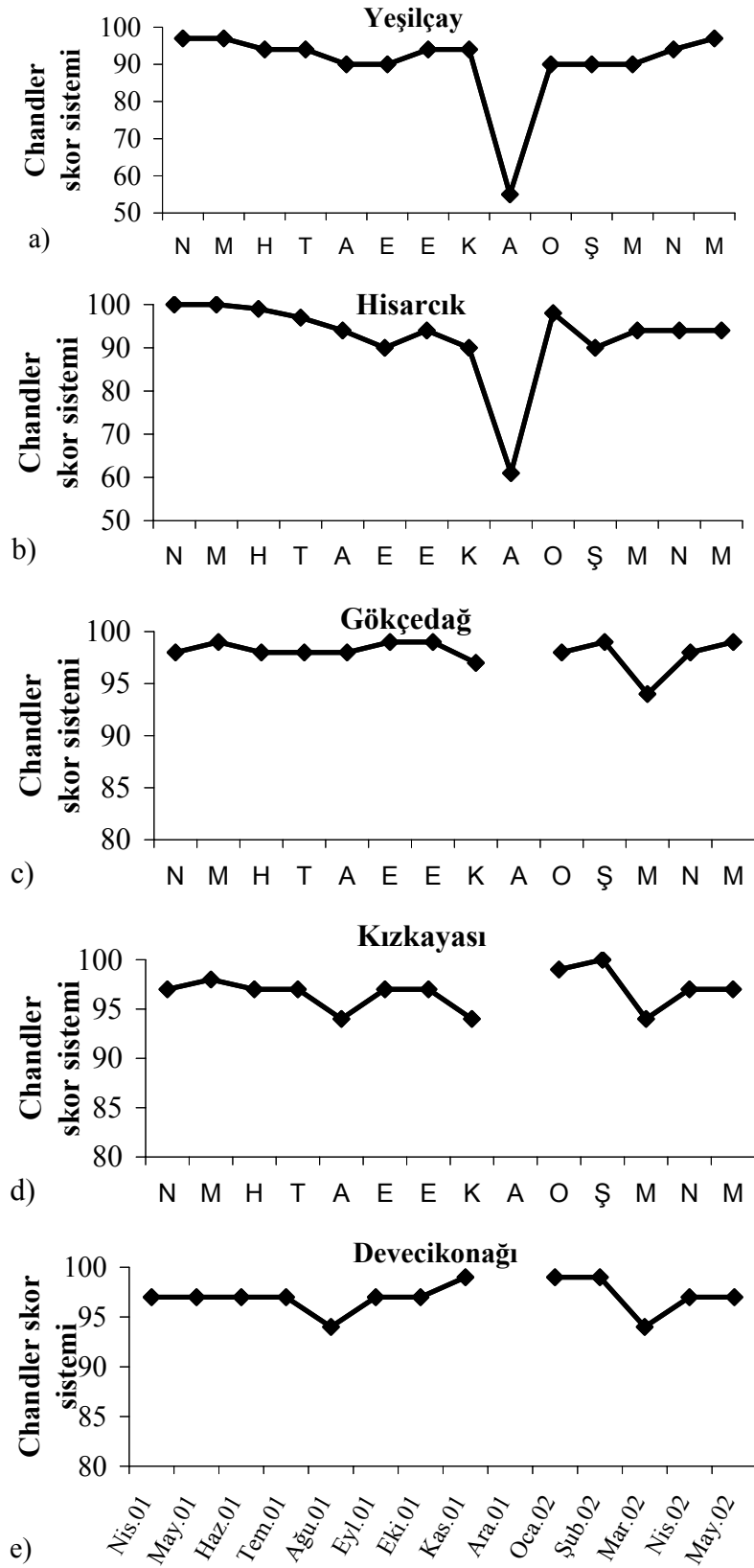
Şekil 4.46. ASPT ve ASPT' Biotik Skor Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler

(Şekil 4.46 c). Kızılkayası'nda Ağustos 2001, Kasım 2001 ve Mart 2002 tarihlerinde ASPT değerleri sırasıyla 5.86, 5 ve 5.73 olarak bulunmuş ve bu aylarda su kalite sınıfı II. sınıf olarak bulunmuştur. Aynı istasyonda diğer tüm aylarda ASPT değeri 6'nın üzerinde bulunmuş ve su kalite sınıfı I. sınıf olmuştur (Şekil 4.46 d). Devecikonağı'nda Haziran, Ağustos ve Eylül 2001 ile Mart 2002 tarihlerinde II. sınıf, diğer tüm aylarda ise I. sınıf su kalitesi belirlenmiştir (Şekil 4.46 e).

Emet Çayı'nda ASPT' skor değerleri ise 3.43 ile 7.23 arasında değişmiştir. En düşük değer Aralık 2001'de Hisarcık'ta, en yüksek değer ise Ocak 2002'de Kızılkayası'nda kaydedilmiştir. Yeşilçay istasyonunda kaydedilen en düşük ASPT' değeri 4.2 olarak Aralık 2001'de, en yüksek değer ise 6.1 olarak Mayıs 2002'de belirlenmiştir (Şekil 4.46 a). Hisarcık'ta en yüksek ASPT' değeri Haziran 2001'de 5.52 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.46 b). Gökçedağ'da ASPT' değerleri 4.74 ile 6.46 arasında değişmiş, en düşük değer Mayıs 2001'de, en yüksek değer ise Ocak 2002'de tespit edilmiştir (Şekil 4.46 c). Kızılkayası'nda ASPT' değeri Ocak 2002'de 7.23 olarak bulunmuş ve çalışma boyunca kaydedilen en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu istasyonda en düşük ASPT değeri 5 olarak Mart 2002'de bulunmuştur (Şekil 4.46 d). Devecikonağı'nda ASPT' değerleri 4.8 ile 6 arasında değişmiş olup, en düşük değer Mart 2002'de, en yüksek değer ise Ocak ve Şubat 2002 tarihlerinde kaydedilmiştir (Şekil 4.46 e).

4.2.1.3.7. Chandler Biyotik Skor Sistemi

Emet Çayı'nda Chandler Biyotik Skor Sistemi değerleri 55 - 100 arasında değişim göstermiştir. En düşük skor değerleri Aralık 2001'de Yeşilçay'da 55 ve Hisarcık'ta 61 olarak tespit edilmiştir. En yüksek skor değeri 100 olarak Nisan ve Mayıs 2001'de Hisarcık'ta ve Şubat 2002'de Kızılkayası'nda kaydedilmiştir. Skor değerleri Aralık 2001 haricinde diğer aylarda tüm istasyonlarda 90 ve üzerinde bulunmuştur (Şekil 4.47).



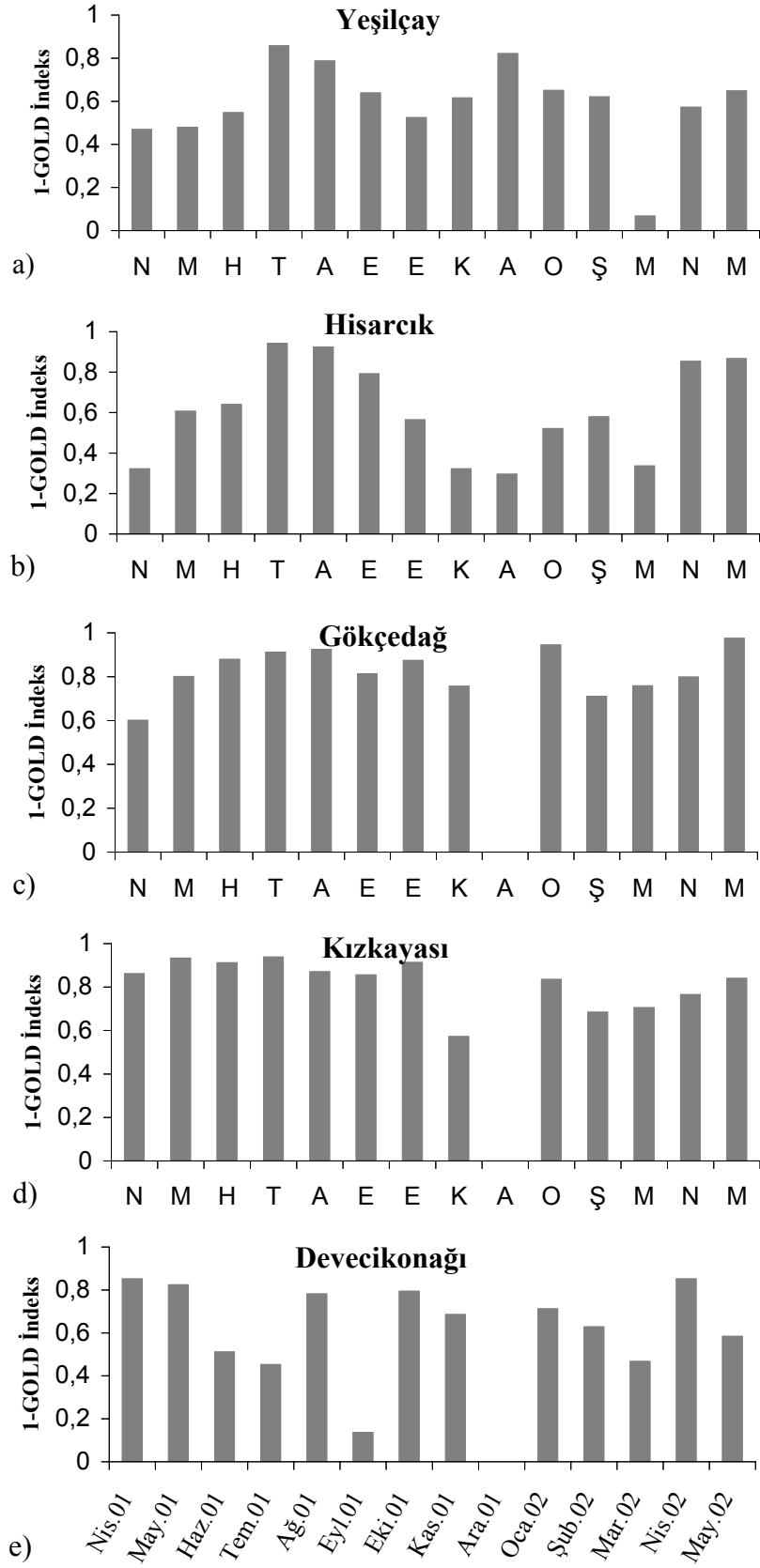
Şekil 4.47.Chandler Biyotik Skor Sistemi Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler

4.2.1.3.10. 1-GOLD İndeks

Emet Çayı bentik omurgasızlarına uygulanan 1-GOLD indeks değerleri 0.064 ile 0.972 arasında değişmiştir. En düşük değer Mart 2002’de Yeşilçay’da, en yüksek değer ise Mayıs 2002’de Gökçedağ’da kaydedilmiştir. Yeşilçay’da en yüksek 1-GOLD indeks değeri 0.854 olarak Temmuz 2001’de bulunmuştur (Şekil 4.48 a). Hisarcık’ta en düşük 1-GOLD indeks değeri 0.292 olarak Aralık 2001’de, en yüksek değer 0.939 olarak Temmuz 2001’de tespit edilmiştir (Şekil 4.48 b). Gökçedağ’da Mayıs 2002’de kaydedilen 0.972 değeri çalışma boyunca görülen en yüksek değer olmuştur. Aynı istasyonda en düşük indeks değeri 0.598 olarak Nisan 2001’de bulunmuştur (Şekil 4.48 c). Kızılkayası’nda 1-GOLD indeks değeri tüm aylarda yüksek bulunmuş ve değerler 0.569 ile 0.935 arasında değişmiştir. Bu istasyonda en düşük değer Kasım 2001’de, en yüksek değer Temmuz 2001’de kaydedilmiştir (Şekil 4.48 d). Devecikonağı’nda en düşük indeks değeri 0.134 olarak Eylül 2001’de, en yüksek değer ise 0.848 olarak Nisan 2001 ve Nisan 2002’de tespit edilmiştir (Şekil 4.48 e).

4.2.1.4. Bentik Omurgasızların Kullanıldığı Metrikler ile İlgili İstatistiksel Analiz Sonuçları

Bentik omurgasızların kullanıldığı metriklerin bentik omurgasız komünite yapısını temsil edip etmediğini test etmek için DCA analizi uygulanmıştır. Bu analizde de veri seti birçok sıfır değeri içerdiği için DCA’nın ilk üç eksenini ($\lambda_1 = 0.68$, $\lambda_2 = 0.25$ ve $\lambda_3 = 0.15$) takson veri setinin % 35.3’ünü oluşturmuştur. DCA analizinin ilk ekseninin gradient uzunluğu 3.57, ikinci eksenin ise 1.92 olmuştur. Bentik omurgasızlara ait metrikler ile DCA eksenleri arasındaki korelasyon ilişkisi Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. DCA analizi sonucuna göre Diptera takson zenginliği, Chandler Biyotik Skor Sistemi, % Ephemeroptera, % EPT, % Diptera, 1-GOLD indeksi ve Baetidae/Ephemeroptera metriklerinin DCA’nın her iki ekseninde de temsil edildiği görülmüştür. Ephemeroptera takson zenginliği, BBI, ve ASPT’ metrikleri sadece DCA’nın ilk ekseninde temsil edilmişler, buna karşılık çeşitlilik indeksi (Shannon-Wiener), komünite dengesi (Evenness), % Chironomidae, % Gastropoda, Hydropsychidae/Trichoptera ve Caenidae/Ephemeroptera metrikleri sadece DCA’nın ikinci ekseninde temsil



Şekil 4.48. 1-GOLD İndeks Uygulamasının Çalışma Dönemi Boyunca Aldığı Değerler

Çizelge 4.9. Bentik Omurgasızlara Ait Metrikler İle DCA Eksenleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi (**P<0.01; *P<0.05)

	Eksen 1	Eksen 2
Toplam organizma sayısı	-0.228	0.091
Toplam takson zenginliği	-0.023	-0.035
Ephemeroptera takson zenginliği	0.369**	-0.025
Plecoptera familya zenginliği (PLECF)	0.001	0.007
Trichoptera familya zenginliği (TRICF)	-0.169	-0.015
EPT takson zenginliği	0.153	-0.024
Diptera takson zenginliği	-0.468**	-0.255*
TBI	0.124	0.054
BBI	0.398**	-0.008
Chandler	0.299*	-0.339**
BMWP	0.104	0.025
ASPT	0.190	-0.131
BMWP'	0.026	0.009
ASPT'	0.406**	0.101
Shannon-Wiener çeşitlilik (H)	0.164	-0.347**
Komunite dengesi (evenness) (E)	0.156	-0.350**
% Ephemeroptera	-0.395**	0.712**
% Plecoptera	-0.057	-0.223
% Trichoptera	-0.085	0.111
% EPT	-0.411**	0.702**
% Diptera	-0.431**	-0.734**
% Chironomidae	-0.188	-0.794**
% Oligochaeta	-0.110	-0.234
% Gastropoda	-0.061	-0.696**
1- Gold İndeksi	-0.274*	0.693**
Hydropsychidae/Trichoptera	0.070	0.513**
Baetidae/Ephemeroptera	-0.834**	0.408**
Caenidae/Ephemeroptera	0.114	-0.570**

edilmişlerdir. Bununla birlikte çalışmada uygulanan diğer metriklerin DCA ekseninde temsil edilmediği görülmüştür. DCA analizine göre Emet Çayı bentik omurgasız faunasını en iyi temsil eden metrik Baetidae/Ephemeroptera olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Bentik omurgasızlara ait metrik skorları ile çevresel değişkenlere ait ilk iki PCA eksenini arasındaki ilişki Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre bentik omurgasız metriklerinin çevresel değişkenlere ait ikinci PCA eksenini ile daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. DCA'nın ikinci ekseninde temsil edilen % Chironomidae, Hydropsychidae/Trichoptera ve Caenidae/Ephemeroptera metriklerinin ise bu analizde

Çizelge 4.10. Çevresel Değişkenlere Ait İlk İki PCA Ekseni İle Bentik Omurgasızlara Ait Metrik Skorları Arasındaki Spearman Rank Korelasyon (r) (** P<0.01; *P<0.05) ve Lineer Regresyon (R²) Sonuçları (AD=anlamlı değil)

Metrikler	Eksen 1		Eksen 2	
	r	R ²	r	R ²
Toplam organizma sayısı	-0.567**	0.381**	AD	AD
Toplam takson zenginliği	AD	0.089*	AD	AD
Ephemeroptera takson zenginliği	AD	AD	-0.592**	0.309**
Plecoptera familya zenginliği (PLECF)	AD	AD	-0.399**	0.111**
Trichoptera familya zenginliği (TRICF)	AD	0.089*	AD	AD
EPT takson zenginliği	AD	AD	-0.542**	0.249**
Diptera takson zenginliği	AD	0.062*	AD	AD
TBI	AD	0.067*	-0.368**	0.103**
BBI	AD	AD	-0.564**	0.230**
Chandler	-0.274*	0.135**	-0.518**	0.146**
BMWP	AD	0.101**	-0.328**	0.104**
ASPT	AD	0.071*	-0.553**	0.233**
BMWP'	AD	0.088*	-0.311*	0.097*
ASPT'	AD	AD	-0.516**	0.224**
Shannon-Wiener çeşitlilik (H')	AD	0.082*	AD	AD
Komunite dengesi (evenness) (E)	0.385**	0.212**	AD	AD
% Ephemeroptera	AD	0.053*	-0.265*	AD
% Plecoptera	AD	AD	-0.313*	AD
% Trichoptera	AD	0.070*	AD	AD
% EPT	-0.265*	0.087*	-0.346**	0.075*
% Diptera	AD	AD	0.377**	0.129**
% Chironomidae	AD	AD	AD	AD
% Oligochaeta	AD	0.121**	AD	AD
% Gastropoda	AD	AD	AD	AD
1- Gold İndeksi	-0.250*	AD	-0.308*	AD
Hydropsychidae/Trichoptera	AD	AD	AD	AD
Baetidae/Ephemeroptera	AD	AD	0.497**	0.224**
Caenidae/Ephemeroptera	AD	AD	AD	AD

çevresel değişkenlere ait her iki PCA eksenleri ile de anlamlılık göstermediği tespit edilmiştir. Bu analiz sonucuna göre ilk PCA eksenini ile en kuvvetli korelasyonu toplam organizma sayısı ve komunite dengesi (evenness) metriklerinin gösterdiği tespit edilirken, ikinci PCA eksenini ile en anlamlı ilişkiler Ephemeroptera takson zenginliği, BBI, ASPT ve EPT takson zenginliği metriklerinde kaydedilmiştir.

Bentik omurgasızlara ait metrik skorları ile bazı fiziksel ve kimyasal değişkenler arasındaki Spearman Rank Korelasyon İlişkisi ise Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Bentik Omurgasızlara Ait Metrikler İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki Spearman Rank Korelasyon İlişkisi (**p<0.01, *p<0.05) (AD=anlamalı değil)

Metrikler	Debi	Sıcaklık	pH	EC	TDS	DO	BOI ₅	HCO ₃	CO ₃	TH	N-NH ₄
Toplam Organizma Sayısı	-0.428**	0.449**	0.373**	0.452**	0.476**	AD	AD	AD	0.275*	0.292*	AD
Toplam Takson Zenginliği	-0.337**	0.523**	0.473**	AD	0.290*	AD	AD	AD	0.371**	AD	AD
Ephemeroptera Takson Zenginliği	AD	0.331**	0.562**	AD	AD	AD	AD	AD	0.495**	AD	AD
Plecoptera Familya Zenginliği (PLECF)	AD	AD	AD	AD	AD	0.402**	AD	0.544**	AD	AD	AD
Trichoptera Familya Zenginliği (TRICF)	-0.374**	0.478**	0.322**	AD	0.269*	-0.254*	AD	AD	AD	AD	AD
EPT Takson Zenginliği	AD	0.375**	0.548**	AD	AD	AD	AD	0.260*	0.481**	AD	AD
Diptera Takson Zenginliği	-0.482**	0.383**	AD	AD	0.292*	-0.441**	AD	AD	AD	AD	AD
TBI	AD	AD	0.279*	AD	AD	AD	AD	0.316**	0.290*	AD	AD
BBI	0.362**	AD	0.307*	AD	AD	AD	AD	0.368**	0.266*	AD	AD
Chandler	AD	AD	0.347**	0.267*	AD	0.419**	AD	0.594**	0.265*	0.265*	AD
BMWP	AD	0.432**	0.478**	AD	0.254*	AD	AD	AD	0.391**	AD	AD
ASPT	AD	AD	0.356**	AD	AD	0.284*	AD	0.474**	0.336**	AD	-0.259*
BMWP'	AD	0.482**	0.510**	AD	0.241*	AD	AD	AD	0.402**	AD	AD
ASPT'	0.256*	AD	0.318**	AD	AD	0.319**	AD	0.312*	0.312*	AD	AD
Shannon-Wiener Çeşitlilik (H')	AD	AD	0.322**	AD	AD	AD	AD	AD	0.268*	AD	AD
Komunite Dengesi (evenness) (E)	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% Ephemeroptera	0.245*	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	-0.260*
% Plecoptera	AD	-0.292*	AD	AD	AD	0.508**	AD	0.524**	AD	AD	AD
% Trichoptera	-0.294*	0.339**	0.262*	AD	0.306*	AD	AD	AD	0.281*	AD	0.433**
% EPT	AD	AD	0.243*	AD	AD	AD	AD	0.321**	AD	AD	AD
% Diptera	AD	-0.255*	-0.363**	AD	AD	AD	AD	AD	-0.324**	AD	AD
% Chironomidae	AD	-0.253*	-0.256*	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% Oligochaeta	0.247*	-0.279*	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.381**
% Gastropoda	AD	AD	AD	AD	AD	0.288*	0.289*	AD	AD	AD	AD
1-GOLD İndeksi	AD	0.305*	0.316*	AD	AD	AD	AD	AD	0.266*	AD	AD
Hydropsychidae/Trichoptera	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
Baetidae/Ephemeroptera	AD	AD	-0.478**	AD	AD	AD	AD	AD	-0.435**	AD	AD
Caenidae/Ephemeroptera	AD	0.301*	AD	0.244*	0.267*	AD	AD	AD	AD	AD	AD

Çizelge 4.11.(devam) Bentik Omurgasızlara Ait Metrikler İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki Spearman Rank Korelasyon İlişkisi (**p<0.01, *p<0.05) (AD=anlamlı değil)

	N-NO ₃	P-PO ₄	SO ₄	Si	Cl	Na	K	Ca	Mg	B	Cr
Toplam Organizma Sayısı	-0.437**	AD	AD	AD	0.243*	0.409**	AD	AD	AD	AD	AD
Toplam Takson Zenginliği	-0.307*	AD	-0.242*	AD	AD	0.387**	0.325*	AD	AD	AD	0.637**
Ephemeroptera Takson Zenginliği	AD	AD	-0.305*	0.403**	0.362**	0.545**	AD	-0.346**	0.370**	AD	AD
Plecoptera Familya Zenginliği (PLECF)	AD	AD	AD	AD	0.262*	AD	AD	AD	0.362**	0.296*	AD
Trichoptera Familya Zenginliği (TRICF)	-0.335**	-0.304*	AD	AD	AD	AD	0.356*	AD	AD	AD	0.659**
EPT Takson Zenginliği	AD	AD	-0.294*	0.273*	0.311*	0.591**	0.345*	-0.245*	0.319**	0.246*	0.543*
Diptera Takson Zenginliği	-0.327**	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.702**
TBI	AD	AD	AD	AD	AD	0.425**	AD	AD	0.328**	AD	AD
BBI	AD	AD	-0.258*	0.393**	0.411**	0.440**	AD	-0.405**	0.427**	AD	AD
Chandler	AD	AD	AD	AD	0.288*	0.592**	AD	AD	0.451**	0.515**	-0.474*
BMWP	AD	AD	-0.253*	AD	AD	0.534**	0.372*	AD	AD	AD	0.655**
ASPT	AD	AD	AD	AD	0.340**	0.519**	AD	-0.272*	0.542**	0.335**	AD
BMWP'	AD	AD	-0.292*	AD	AD	0.495**	0.325*	AD	AD	AD	0.619**
ASPT'	AD	AD	AD	AD	0.332**	0.332*	AD	-0.274*	0.472**	0.358**	AD
Shannon-Wiener Çeşitlilik (H')	AD	-0.279*	AD	AD	AD	AD	AD	-0.306*	AD	AD	AD
Komunite Dengesi (evenness) (E)	0.334**	AD	AD	AD	-0.313*	AD	AD	-0.282*	AD	AD	AD
% Ephemeroptera	AD	AD	AD	0.365**	0.477**	AD	AD	AD	0.246*	AD	AD
% Plecoptera	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.311*	0.337**	-0.510*
% Trichoptera	AD	-0.251*	AD	AD	AD	0.368*	0.448**	AD	AD	AD	AD
% EPT	AD	AD	AD	0.288*	0.515**	AD	AD	AD	0.273*	0.316**	AD
% Diptera	AD	AD	0.294*	AD	-0.377**	-0.519**	AD	0.391**	AD	AD	AD
% Chironomidae	AD	AD	AD	AD	-0.248*	-0.335*	AD	0.314*	AD	AD	AD
% Oligochaeta	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% Gastropoda	AD	AD	-0.387**	AD	-0.252*	AD	AD	AD	AD	AD	AD
1-GOLD İndeksi	AD	AD	AD	AD	0.446**	0.373*	AD	AD	0.263*	AD	AD
Hydropsychidae/Trichoptera	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
Baetidae/Ephemeroptera	AD	AD	0.349**	AD	AD	-0.300*	AD	0.341**	-0.388**	AD	AD
Caenidae/Ephemeroptera	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.301*	AD	AD

4.2.1.5. Bentik Omurgasız Komunitesi ile Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki İlişkiler

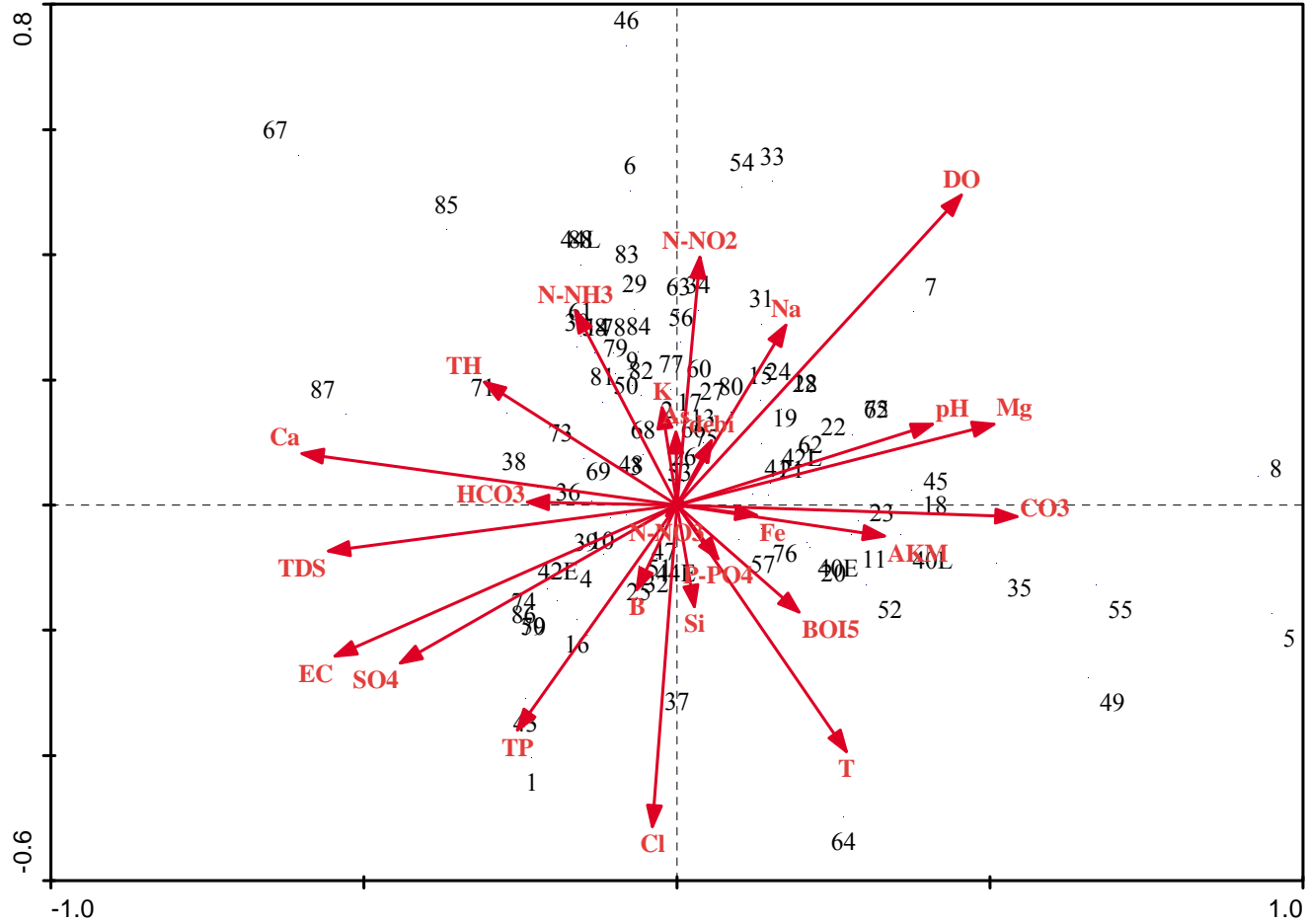
CCA analizinde 88 bentik omurgasız taksonu ve 26 çevresel değişken verilerini içeren 67 örnekleme kullanılmıştır. CCA analizinin ilk eksenini toplam varyansın (tür-çevresel değişken ilişkisi varyansı) % 28.1'ini, ikinci eksenini ise % 17.2'sini oluşturmuştur. Bentik omurgasız taksonları ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon birinci ($r^2 = 0.91$) ve ikinci ($r^2 = 0.91$) CCA eksenleri için oldukça yüksek olmuş, bu yüksek korelasyon çevresel değişkenler ile takson dağılımı arasında oldukça kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Monte Carlo permutasyon testi 499 permutasyon için uygulanmıştır. Monte Carlo permutasyon testi birinci CCA ekseninin ($p = 0.004$) ve tüm kanonik eksenlerinin ($p = 0.002$) istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ordınasyon eksenleri ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon (Çizelge 4.12) sonuçlarına göre Ca, TDS, EC, CO₃, Mg, SO₄ ve pH, I. CCA eksenini ile kuvvetli korelasyon göstermektedir. II. CCA eksenini ile istatistiksel olarak en anlamlı ilişkiyi ise Cl, çözünmüş oksijen ve su sıcaklığı göstermiştir (Çizelge 4.12).

Bentik omurgasız taksonlarının bollukları ile 26 çevresel değişken arasındaki ilişkiyi gösteren CCA analizi sonuçları Şekil 4.49'da gösterilmiştir. Bentik omurgasız taksonlarının büyük çoğunluğu X ekseninin üst kısmında yer almışlardır. X ekseninin sağ üst bölümünde çevresel değişkenlerden özellikle DO, N-NO₂, Na, pH, Mg ve debi değerleri ile ilişkili bulunan taksonlar ağırlıklı olarak yer almışlardır. Bu kısımda yer alan bentik omurgasız taksonlarının büyük çoğunluğunu Trichoptera, Plecoptera ve Ephemeroptera ordolarına ait taksonlar oluşturmuştur. Plecoptera ordosunun Taeniopterygidae (33), Leuctridae (31) familyaları, Trichoptera ordosundan Phryganeidae (65), Philopotamidae (54), Brachycentridae (60), Sericostomatidae (63), Leptoceridae (62), Psychomyiidae (53) ve *Hydroptila* sp (56) taksonları, Ephemeroptera ordosundan Caenidae (13), *Ephemera vulgata* (15), *Oligoneuriella rhenana* (17), *Isonychia ignota* (18), *Ecdyonurus* sp (19), *Potamanthus luteus* (22), *Paraleptophlebia* sp (24) X ekseninin sağ üst kısmında önemli olan taksonlardan bazılarıdır (Şekil 4.49). X ekseninin sol üst bölümünde çevresel değişkenlerden özellikle N-NH₃, toplam sertlik, Ca ve HCO₃ ile ilişkili bulunan taksonlar yer almıştır. Bu bölümde özellikle Diptera üyelerinin yoğunlaştığı görülmektedir. Diptera üyelerinden *Nemotelus* sp (67), *Ormosia*

Çizelge 4.12. Bentik Omurgasız Taksonları ile Çevresel Değişkenler Arasındaki İlişkileri Gösteren CCA Analizinin İlk Dört Eksenine Ait Ağırlıklı Korelasyon Matriksi Sonuçları (**P<0.01; *P<0.05)

	n	Eksen 1	Eksen 2	Eksen 3	Eksen 4
Debi (m ³ /s)	67	0.051	0.094	0.194	-0.023
Sıcaklık (°C)	67	0.247*	-0.360**	-0.252*	0.385**
pH	67	0.373**	0.118	0.019	0.197
EC (mho/cm)	67	-0.498**	-0.221	-0.127	0.279*
TDS (mg/l)	67	-0.508**	-0.067	-0.180	0.280*
DO (mg/l)	67	0.415**	0.452**	0.035	-0.117
BOİ ₅ (mg/l)	67	0.178	-0.157	-0.092	0.121
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	67	-0.218	0.005	-0.055	0.506**
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	67	0.496**	-0.017	-0.039	0.022
TH (mgCaCO ₃ /l)	66	-0.281*	0.180	-0.130	0.174
N-NH ₃ (mg/l)	66	-0.148	0.283*	0.058	-0.375**
N-NO ₂ (mg/l)	46	0.034	0.362*	-0.079	0.027
N-NO ₃ (mg/l)	67	-0.015	-0.015	0.206	-0.181
P-PO ₄ (mg/l)	67	0.060	-0.078	-0.165	-0.044
TP (mg/l)	40	-0.233	-0.329*	-0.015	-0.070
SO ₄ (mg/l)	67	-0.403**	-0.230	-0.107	-0.292*
Si (mg/l)	67	0.026	-0.149	-0.021	-0.324**
AKM (mg/l)	45	0.303*	-0.045	-0.216	-0.020
Cl (mg/l)	66	-0.035	-0.469**	0.054	0.420**
Fe (mg/l)	46	0.116	-0.015	0.112	-0.259
Na (mg/l)	46	0.159	0.263	-0.320*	0.433**
K (mg/l)	46	-0.022	0.143	-0.215	0.490**
Ca (mg/l)	66	-0.546**	0.076	-0.354**	0.207
Mg (mg/l)	66	0.462**	0.119	0.359**	-0.081
B (mg/l)	67	-0.058	-0.123	-0.237	0.591**
As (mg/l)	45	-0.002	0.107	-0.173	0.364*

sp (71), *Limnophora* sp (73), *Hemerodromia* sp (78), *Wiedemannia* sp (79), Psychodidae (81), Dixidae (82), Chironomidae (83), Ceratopogonidae (84), Blephariceridae (85), *Argyra* sp (87) taksonları X ekseninin sol üst bölümünde yer alan çevresel değişkenlerle ilişkili bulunmuşlardır (Şekil 4.49). CO₃, AKM, BOİ₅, Si, P-PO₄ ve Fe X ekseninin sağ alt bölümünde bulunan çevresel değişkenler olmuştur. Coleoptera ordosundan Elmidae (40) ve Haliplidae (49) üyeleri, Trichoptera ordosundan Rhyacophilidae (52), Polycentropodidae (55), Limnephilidae (64) ve *Onchrotrichia* sp (57) ve Limnephilidae (64) üyeleri X ekseninin sağ alt kısmında önemli olan



Şekil 4.49. Bentik Omurgasız Taksonlarının Bollukları ile Yirmialtı Fiziksel ve Kimyasal Değişken Arasındaki İlişkinin CCA Analizi ile Belirlenmesi

taksonlardan bazılarıdır (Şekil 4.49). X ekseninin sol alt kısmında bulunan organizmalar ise çevresel değişkenlerden özellikle EC, TDS, SO₄, TP, bor ve Cl değerleri ile ilişkili bulunmuşlardır. Nematomorpha (1), Erpobdellidae (4), Gammaridae (10), Baetidae (16), Calopterygidae (25), Nemouridae (32) ve Simuliidae (74) bu bölümde önemli olan taksonlardan bazılarıdır (Şekil 4.49).

4. 2. 2. Emet Çayı'nda Tespit Edilen Epipelik Diyatomeler

4.2.2.1. Epipelik Diyatomelerin Komunité Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimleri

Emet Çayı epipelik diyatom florasında Bacillariophyta divisiosuna ait toplam 180 takson tespit edilmiştir. Sentrik diyatomeler *Aulacoseira*, *Cyclotella* ve *Melosira* cinslerine ait 5 takson ile temsil edilmişlerdir. Pennat diyatomeler çalışma boyunca bolluk ve tekerrür değerleri açısından daima sentrik diyatomelerden daha önemli olmuşlardır. Çalışma boyunca bazı aylar haricinde çoğu örneklemede kaydedilen takson sayıları yüksek bulunduğundan, diyatomelerin nispi bollukları çoğunlukla düşük olmuştur. Emet Çayı epipelik diyatomelerinin takson listesi Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Emet Çayı'nda tespit edilen epipelik diyatomelerin mm^2 'de bulunan toplam organizma sayılarının aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.50'de gösterilmiştir. Emet Çayı'nda tespit edilen epipelik diyatomelerin mm^2 'de bulunan toplam organizma sayıları 19 ile 54.595 org/mm^2 arasında değişmiş olup, en düşük organizma sayısı Aralık 2001'de Yeşilçay'da, en yüksek organizma sayısı ise Mayıs 2002'de yine Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir. Yeşilçay istasyonunda organizma sayısı Mayıs 2001 ile Eylül 2001 tarihleri arasında mm^2 'de 10.000 bireyin üzerinde tespit edilmiş, bu periyot içinde özellikle Haziran 2001 tarihinde birey sayısı 22.142 org/mm^2 'ye kadar yükselmiştir. Diyatomelerin bu istasyonda ilk önemli artışını gösterdikleri Haziran 2001 tarihinde toplam organizma içinde önemli olan taksonlar nispi bolluğu %37 olarak bulunan *Achnanthes minutissima* ve %11 olarak bulunan *Amphora perpusilla* olmuştur. Haziran 2001'den Ocak 2001'e kadar organizma sayıları kademeli olarak azalan diyatomeler bu istasyonda Şubat 2002'de ikinci kez önemli artış göstermişler ve organizma sayıları mm^2 'de 32.844 bireye yükselmiştir. Bu tarihte toplam organizmanın %72'sini *Diatoma moniliformis* türü oluşturmuştur. Bu istasyondaki üçüncü ve en önemli artış Mayıs 2002'de gerçekleşmiş ve bu tarihte organizma sayısı 54.595 org/mm^2 olarak tespit edilmiştir. Bu tarihte toplam organizmanın %79'unu *Achnanthes minutissima* oluşturmuştur (Şekil 4.50 a).

Hisarcık'ta toplam organizma sayısı 21 ile 39.332 org/mm^2 arasında değişmiş olup, en düşük değer Aralık 2001'de, en yüksek değer Ağustos 2001'de kaydedilmiştir.

Çizelge 4.13. Emet Çayı Epipelik Diyatom Florası

Taksonlar	Takson No
<i>Achnanthes exigua</i> Grunow	1
<i>Achnanthes exigua</i> var. <i>elliptica</i> Hustedt	2
<i>Achnanthes hungarica</i> (Grunow)Grunow	3
<i>Achnanthes joursacense</i> Héribaud	4
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Bréb.)Grunow	5
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>rostrata</i> (Oestrup)Lange-Bert.	6
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	7
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>gracillima</i> (Meister)Lange-Bert.	8
<i>Amphipleura pellucida</i> Kütz.	9
<i>Amphora montana</i> Krasske	10
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	11
<i>Amphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i> (Kütz.) Van Heurck	12
<i>Amphora perpusilla</i> (Grunow) Grunow	13
<i>Amphora veneta</i> Kütz.	14
<i>Aulacoseira subarctica</i> (O.F.Müller) Haworth	15
<i>Brachysira brebissonii</i> R.Ross	16
<i>Brachysira sphaerophora</i> (Kütz.) Round ex D.G.Mann	17
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) R.Ross	18
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	19
<i>Caloneis amphisbaena</i> f. <i>subsalina</i> (Donkin) Van der Werff&Huls	20
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	21
<i>Caloneis permagna</i> (Bailey) Cleve	22
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenb.) Cleve	23
<i>Caloneis silicula</i> var. <i>truncatula</i> Grunow	24
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenb.	25
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	26
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	27
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow	28
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck	29
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenb.) D.G.Mann	30
<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D.G.Mann	31
<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann	32
<i>Cyclotella glomerata</i> H. Bachm.	33
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	34
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Bréb.) W.Sm.	35
<i>Cymatopleura elliptica</i> var. <i>hibernica</i> (W.Sm.) Van Heurck	36
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W.Sm.	37
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	38
<i>Cymbella amhiccephala</i> Näegeli	39
<i>Cymbella angustata</i> (W.Smith) Cleve	40
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenb.) Kirchner	41
<i>Cymbella cuspidata</i> Kütz.	42

Çizelge 4.13.(Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatom Florası

Taksonlar	Takson No
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	43
<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kütz.	44
<i>Cymbella helvetica</i> Kütz.	45
<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	46
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) C.Agardh	47
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	48
<i>Cymbella naviculiformis</i> (Auerswald) Cleve	49
<i>Cymbella sinuata</i> Greg.	50
<i>Cymbella turgidula</i> Grunow	51
<i>Denticula elegans</i> Kütz.	52
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenb.) Kütz.	53
<i>Diatoma moniliformis</i> Kütz.	54
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	55
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cleve	56
<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler	57
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	58
<i>Diploneis puella</i> (Schumann) Cleve	59
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenh.	60
<i>Encyonema latens</i> (Krasske) D.G.Mann	61
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	62
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kütz.	63
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	64
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	65
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	66
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	67
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenb.	68
<i>Fallacia</i> sp	69
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	70
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	71
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kütz.) Lange-Bert.	72
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i> (Ehrenb.) Hust.	73
<i>Gomphonema affine</i> Kütz.	74
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabenh.	75
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	76
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Bréb.	77
<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> Cleve	78
<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i> Hust.	79
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	80
<i>Gomphonema pumilum</i> Reichardt&Lange-Bert.	81
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.	82
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	83
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh.	84

Çizelge 4.13.(Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatom Florası

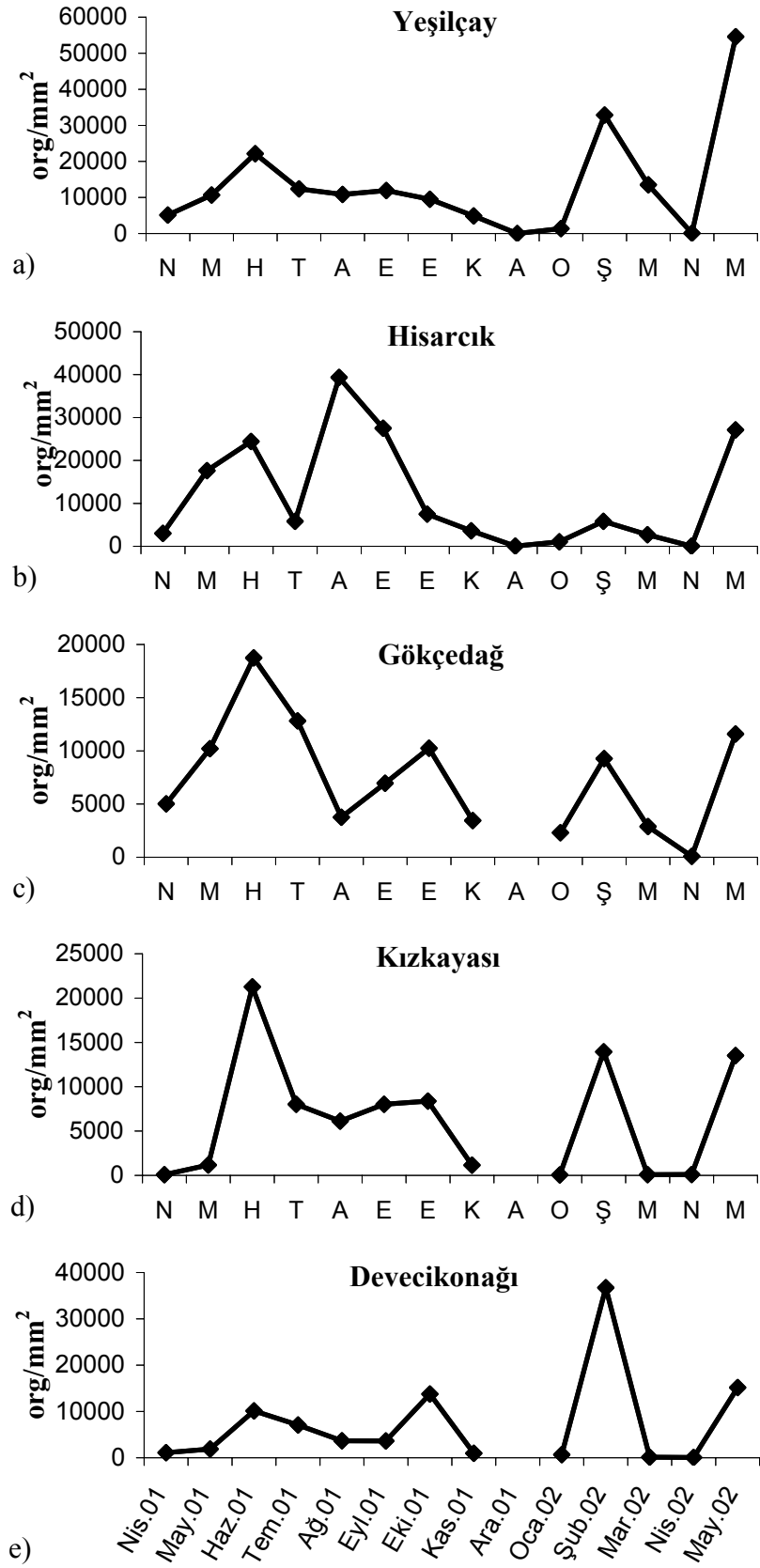
Taksonlar	Takson No
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenh.) Cleve	85
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grunow	86
<i>Luticola binodis</i> (Hust.) M.B.Edlund	87
<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) D.G.Mann	88
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G.Mann	89
<i>Luticola mutica</i> (Kütz.) D.G.Mann	90
<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenb.) D.G. Mann	91
<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i> Grunow	92
<i>Mayamaea atomus</i> (Kütz.) Lange-Bert.	93
<i>Melosira moniliformis</i> (O.F.Müller) Agardh	94
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	95
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) C.Agardh	96
<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	97
<i>Navicula anglica</i> Ralfs	98
<i>Navicula bacillum</i> Ehrenb.	99
<i>Navicula capitata</i> Ehrenb. var. <i>capitata</i>	100
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	101
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenb.) Ralfs	102
<i>Navicula cocconeiformis</i> Gregory ex Greville	103
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	104
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert.	105
<i>Navicula exigua</i> (Greg.) Grunow	106
<i>Navicula gastrum</i> (Ehrenb.) Kütz.	107
<i>Navicula gottlandica</i> Grunow	108
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	109
<i>Navicula integra</i> (W.Smith) Ralfs	110
<i>Navicula menisculus</i> Schum.	111
<i>Navicula pygmaea</i> Kütz.	112
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	113
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kütz.	114
<i>Navicula schroeterii</i> Meister	115
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müll) Bory	116
<i>Navicula veneta</i> Kütz.	117
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Kütz.	118
<i>Navicula viridula</i> var. <i>linearis</i> Hust.	119
<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kütz.) Cleve	120
<i>Neidium affine</i> (Ehrenb.) Pziffer	121
<i>Neidium binodis</i> (Ehrenb.) Hust.	122
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenb.) Cleve	123
<i>Neidium iridis</i> (Ehrenb.) Cleve	124
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W.Smith	125
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	126

Çizelge 4.13.(Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatom Florası

Taksonlar	Takson No
<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bert.	127
<i>Nitzschia capitellata</i> Hust.	128
<i>Nitzschia communis</i> Grunow	129
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grunow	130
<i>Nitzschia dubia</i> W.Smith	131
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.Sm.) Hust.	132
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	133
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kütz.)Grunow	134
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	135
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	136
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.Sm.	137
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	138
<i>Nitzschia nana</i> Grunow	139
<i>Nitzschia obtusa</i> W.Smith	140
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Sm.	141
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	142
<i>Nitzschia parvula</i> W.Smith	143
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	144
<i>Nitzschia sigma</i> (Kütz.) W.Smith	145
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch.) W.Sm.	146
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Hantzsch	147
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenb.	148
<i>Pinnularia divergentissima</i> (Grunow) Cleve	149
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenb.	150
<i>Pinnularia maior</i> (Kütz.) Rabenhorst	151
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	152
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Mayer	153
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenb.	154
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	155
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O.F.Müll.	156
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Ehrenb.) Grunow	157
<i>Sellophora pupula</i> (Kütz.) Mereschkovsky	158
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenb.	159
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenb.	160
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	161
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	162
<i>Surirella linearis</i> W.Smith	163
<i>Surirella ovalis</i> Bréb.	164
<i>Surirella ovata</i> Kütz.	165
<i>Surirella robusta</i> Ehrenb.	166
<i>Surirella spiralis</i> Kütz.	167
<i>Surirella splendida</i> (Ehrenb.) Kütz.	168

Çizelge 4.13.(Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatom Florası

Taksonlar	Takson No
<i>Surirella tenera</i> W. Gregory	169
<i>Synedra acus</i> Kütz.	170
<i>Synedra parasitica</i> (W.Smith) Hust.	171
<i>Synedra tenera</i> W.Smith	172
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	173
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	174
<i>Tryblionella constricta</i> Gregory	175
<i>Tryblionella debilis</i> Arnott	176
<i>Tryblionella gracilis</i> W.Sm.	177
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G.Mann	178
<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	179
<i>Tryblionella victoriae</i> Grunow	180



Şekil 4.50. Epipelik Diyatomelerin Toplam Organizma Sayılarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Hisarcık'ta organizma sayısının en yüksek değerde bulunduğu Ağustos 2001 tarihinde dominant olan organizmalar, toplam organizmanın %23'ünü oluşturan *Surirella ovata*, %15'ini oluşturan *Navicula schroeteri* ve %8'ini oluşturan *Melosira varians* türleri olmuştur. Bu istasyonda diyatomeler diğer önemli artışlarını organizma sayısının 24.205 org/mm² olarak bulunduğu Haziran 2001 tarihinde ve 27.106 org/mm² olarak bulunduğu Mayıs 2002 tarihlerinde gerçekleştirmişlerdir (Şekil 4.50 b).

Gökçedağ'da Nisan 2001 tarihinden itibaren düzenli artış gösteren organizma sayısı Haziran 2001'de 18.737 org/mm² olarak kaydedilmiş olup, bu sayı bu istasyonda çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısı olmuştur. Bu tarihte toplam organizma içinde nispi bollukları en yüksek bulunan türler, toplam organizmanın %18'ini oluşturan *Achnanthes minutissima*, %12'sini oluşturan *Amphora perpusilla* ve %8'ini oluşturan *Amphora ovalis* olmuştur. Aynı istasyonda diyatomeler ikinci artışlarını mm²'de 10.247 organizma ile Ekim 2001'de gerçekleştirmişlerdir. Bu tarihte nispi bolluğu en yüksek olan organizma toplam organizmanın %16'sını oluşturan *Nitzschia palea* ve %7'sini oluşturan *Navicula capitatoradiata* türleri olmuştur. Ekim 2001 tarihinden sonra azalan diyatomeler, bir sonraki artışlarını Şubat 2002 ve Mayıs 2002 tarihlerinde göstermişlerdir. Bu tarihlerde kaydedilen organizma sayısı sırasıyla 9277 ve 11.592 org/mm² olarak bulunmuştur. Şubat 2002'de nispi bollukları en yüksek bulunan türler, toplam organizmanın %22'sini oluşturan *Nitzschia linearis*, %21'ini oluşturan *Gomphonema olivaceum* ve %14'ünü oluşturan *Diatoma moniliformis* türleri olmuştur. Mayıs 2002 tarihinde nispi bolluk değerleri yönünden önemli olan türler toplam organizmanın %18'ini oluşturan *Achnanthes minutissima* ve %14'ünü oluşturan *Amphora perpusilla* olmuştur (Şekil 4.50 c).

Kızkayası istasyonunda toplam organizma sayısı Haziran 2001 tarihinde en yüksek değerine ulaşmış ve 21.271 org/mm² olarak kaydedilmiştir. Bu tarihte toplam organizmanın %26'sını oluşturan *Achnanthes minutissima* ve %11'ini oluşturan *Navicula cryptotenella* dominant organizmalar olmuşlardır. Haziran 2001'den itibaren sayıları azalan diyatomeler aynı istasyonda bir sonraki artışlarını Şubat ve Mayıs 2002 tarihlerinde gerçekleştirmişlerdir. Bu aylarda toplam organizma sayısı sırasıyla 13.946 ve 13.518 org/mm² olarak tespit edilmiştir. Şubat 2002 tarihinde nispi bollukları en yüksek bulunan iki organizmadan biri toplam organizmanın %24'ünü oluşturan *Gomphonema olivaceum* ve diğeri ise %23'ünü oluşturan *Diatoma moniliformis* türleri

olmuştur. Mayıs 2002’de ise toplam organizmanın %17’sini oluşturan *Achnanthes minutissima* ve %16’sını oluşturan *Amphora perpusilla* dominant organizma olmuşlardır (Şekil 4.50 d).

Devecikonağı istasyonunda da Haziran 2001, Ekim 2001, Şubat 2002 ve Mayıs 2002 tarihlerinde diyatomeler önemli artış göstermişler ve birey sayıları mm^2 ’de 10.000’in üzerine çıkmıştır. Bu istasyonda en yüksek birey sayısı mm^2 ’de 36.736 bireyin kaydedildiği Şubat 2002 tarihinde tespit edilmiştir. Bu tarihte toplam organizmanın %28’ini oluşturan *Nitzschia linearis*, %17’sini oluşturan *Gomphonema olivaceum* ve %14’ünü oluşturan *Diatoma moniliformis* türleri dominant olmuşlardır. Bu istasyonda en düşük birey sayısı 71 org/ mm^2 olarak Nisan 2002’de kaydedilmiştir (Şekil 4.50 e).

Emet Çayı’nda tespit edilen epipelik diyatom taksonlarının tekerrür oranları Çizelge 4.14’de gösterilmiştir.

Sentrik diyatomelerden *Aulacoseira subarctica* çalışma boyunca sadece bir kez, Kasım 2001 tarihinde Hisarcık’ta görülmüştür.

Cyclotella cinsine ait tespit edilen iki türden biri olan *C. glomerata*, Yeşilçay ve Gökçedağ’da ekseriya mevcut, Hisarcık ve Kızılkayası’nda çoğunlukla mevcut, Devecikonağı’nda ise devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün toplam organizma içindeki yüzde oranı, diğer bir deyişle nispi bolluk değeri çalışma boyunca %3’ün üstüne çıkamamıştır. Bu türe ait en yüksek organizma sayısı 786 mm^2 olarak Ağustos 2001’de Hisarcık’ta kaydedilmiştir.

C. meneghiniana türü Hisarcık, Gökçedağ ve Devecikonağı’nda çoğunlukla mevcut, Kızılkayası’nda ekseriya mevcut, Yeşilçay’da ise bazen mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Toplam organizma içindeki yüzde oranları çalışma boyunca %2’nin altında bulunan *C. meneghiniana* en yüksek organizma sayısına 524 org/ mm^2 olarak Ağustos 2001’de Hisarcık’ta ulaşmıştır.

Melosira cinsine ait tespit edilen iki türden biri olan *M. moniliformis* Hisarcık, Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında düşük birey sayısı ve tekerrürde bulunmuş, Yeşilçay ve Gökçedağ istasyonlarında ise tespit edilememiştir. Kaydedildiği çoğu ayda mm^2 ’de bir birey ile temsil edilen *M. moniliformis*, sadece Eylül 2001’de Hisarcık’ta artış göstermiş ve mm^2 ’de 92 bireye ulaşmıştır.

Çizelge 4.14. Emet Çayı Epipelik Diyatomelerinin Tekerrür Oranları

%1-20 nadiren mevcut %61-80 çoğunlukla mevcut

%21-40 bazen mevcut %81-100 devamlı mevcut

%41-60 ekseriya mevcut

1.ist.=Yeşilçay, 2.ist.=Hisarcık, 3.ist=Gökçedağ, 4.ist.=Kızılkaya, 5.ist.=Devecikonağı

	sıra	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
<i>Achnanthes exigua</i>	1	21.4	-	7.7	7.7	-
<i>A. exigua</i> var. <i>elliptica</i>	2	-	-	-	-	7.7
<i>A. hungarica</i>	3	7.1	-	-	-	-
<i>A. joursacense</i>	4	7.1	14.3	7.7	-	7.7
<i>A. lanceolata</i>	5	71.4	78.6	92.3	84.6	84.6
<i>A. lanceolata</i> ssp. <i>rostrata</i>	6	21.4	-	23.1	-	-
<i>A. minutissima</i>	7	100	92.9	100	100	100
<i>A. minutissima</i> var. <i>gracillima</i>	8	28.6	7.1	7.7	7.7	15.4
<i>Amphipleura pellucida</i>	9	-	7.1	-	-	-
<i>Amphora montana</i>	10	42.9	7.1	7.7	15.4	7.7
<i>A. ovalis</i>	11	57.1	50	69.2	76.9	53.8
<i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i>	12	78.6	64.3	69.2	69.2	69.2
<i>A. perpusilla</i>	13	92.9	100	100	100	100
<i>A. veneta</i>	14	7.1	-	7.7	7.7	-
<i>Aulacoseira subarctica</i>	15	-	7.1	-	-	-
<i>Brachysira brebissonii</i>	16	21.4	-	-	-	7.7
<i>B. sphaerophora</i>	17	-	-	-	7.7	-
<i>B. vitrea</i>	18	-	-	7.7	-	-
<i>Caloneis amphisbaena</i>	19	-	14.3	38.5	23.1	15.4
<i>C. amphisbaena</i> f. <i>subsalina</i>	20	-	-	-	15.4	30.8
<i>C. bacillum</i>	21	21.4	14.3	15.4	-	7.7
<i>C. permagna</i>	22	-	-	-	7.7	7.7
<i>C. silicula</i>	23	35.7	14.3	15.4	23.1	38.5
<i>C. silicula</i> var. <i>truncatula</i>	24	28.6	7.1	7.7	38.5	7.7
<i>Campylodiscus hibernicus</i>	25	7.1	-	-	-	-
<i>Cocconeis pediculus</i>	26	85.7	92.9	100	100	92.3
<i>C. placentula</i>	27	7.1	-	-	7.7	7.7
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	28	64.3	71.4	92.3	76.9	100
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i>	29	35.7	21.4	38.5	61.5	61.5
<i>Craticula ambigua</i>	30	7.1	50	53.8	30.8	53.8
<i>C. cuspidata</i>	31	7.1	21.4	23.1	15.4	15.4
<i>C. halophila</i>	32	21.4	14.3	69.2	23.1	84.6
<i>Cyclotella glomerata</i>	33	50	71.4	53.8	61.5	84.6
<i>C. meneghiniana</i>	34	28.6	64.3	69.2	53.8	69.2
<i>Cymatopleura elliptica</i>	35	35.7	14.3	46.2	46.2	61.5
<i>C. elliptica</i> var. <i>hibernica</i>	36	-	-	-	-	7.7
<i>Cymatopleura solea</i>	37	64.3	85.7	76.9	53.8	76.9
<i>Cymbella affinis</i>	38	92.9	100	100	100	100
<i>C. amphicephala</i>	39	57.1	7.1	15.4	30.8	38.5

Çizelge 4.14. (Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatomelerinin Tekerrür Oranları

	sıra	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
<i>C. angustata</i>	40	7.1	-	-	-	-
<i>C. cistula</i>	41	42.9	28.6	30.8	15.4	30.8
<i>C. cuspidata</i>	42	7.1	-	-	-	-
<i>C. cymbiformis</i>	43	14.3	7.1	23.1	46.2	23.1
<i>C. ehrenbergii</i>	44	57.1	-	-	-	-
<i>C. helvetica</i>	45	28.6	7.1	-	23.1	30.8
<i>C. hustedtii</i>	46	35.7	21.4	38.5	30.8	38.5
<i>C. lanceolata</i>	47	35.7	-	7.7	46.2	23.1
<i>C. microcephala</i>	48	57.1	14.3	7.7	23.1	38.5
<i>C. naviculiformis</i>	49	71.4	42.9	7.7	30.8	46.2
<i>C. sinuata</i>	50	78.6	64.3	76.9	84.6	92.3
<i>C. turgidula</i>	51	-	-	28.6	14.3	-
<i>Denticula elegans</i>	52	50	28.6	15.4	-	15.4
<i>Diatoma mesodon</i>	53	28.6	-	-	-	-
<i>D. moniliformis</i>	54	92.9	85.7	76.9	100	84.6
<i>D. vulgaris</i>	55	64.3	71.4	23.1	30.8	69.2
<i>Diploneis elliptica</i>	56	21.4	7.1	7.1	-	15.4
<i>D. oblongella</i>	57	35.7	-	-	7.7	7.7
<i>D. ovalis</i>	58	50	7.1	-	7.7	-
<i>D. puella</i>	59	50	7.1	7.7	23.1	-
<i>Encyonema auerswaldii</i>	60	35.7	57.1	38.5	23.1	30.8
<i>E. latens</i>	61	57.1	64.3	46.2	46.2	38.5
<i>E. minutum</i>	62	28.6	14.3	23.1	15.4	15.4
<i>E. prostratum</i>	63	14.3	-	7.1	-	-
<i>E. silesiacum</i>	64	14.3	14.3	-	7.1	7.1
<i>Epithemia adnata</i>	65	7.1	7.1	-	-	7.7
<i>E. sorex</i>	66	14.3	7.1	38.5	30.8	30.8
<i>E. turgida</i>	67	-	7.1	-	7.7	7.7
<i>Eunotia arcus</i>	68	7.1	-	-	-	-
<i>Fallacia</i> sp	69	7.1	-	-	-	-
<i>Fragilaria brevistriata</i>	70	7.1	-	-	7.7	-
<i>F. capucina</i>	71	85.7	57.1	53.8	61.5	46.2
<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	72	28.6	-	15.4	7.7	7.7
<i>F. construens</i> f. <i>binodis</i>	73	-	-	-	-	7.7
<i>Gomphonema affine</i>	74	-	-	7.7	-	-
<i>G. angustatum</i>	75	42.9	50	53.8	46.2	61.5
<i>G. angustum</i>	76	35.7	7.1	7.1	7.1	7.1
<i>G. olivaceum</i>	77	92.9	100	100	100	100
<i>G. olivaceum</i> var. <i>calcareum</i>	78	85.7	64.3	76.9	61.5	84.6
<i>G. olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i>	79	-	-	7.7	15.4	23.1
<i>G. parvulum</i>	80	35.7	85.7	84.6	61.5	69.2
<i>G. pumilum</i>	81	-	-	-	-	7.7
<i>G. truncatum</i>	82	14.3	-	7.7	-	23.1

Çizelge 4.14. (Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatomelerinin Tekerrür Oranları

	sıra	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	83	50	78.6	76.9	53.8	76.9
<i>G. attenuatum</i>	84	-	-	-	23.1	15.4
<i>G. scalproides</i>	85	-	14.3	23.1	30.8	30.8
<i>Hantzschia amphioxys</i>	86	-	14.3	7.7	7.7	15.4
<i>Luticola binodis</i>	87	-	7.1	-	-	7.7
<i>L. cohnii</i>	88	-	-	-	-	15.4
<i>L. goeppertiana</i>	89	-	14.3	7.7	-	-
<i>L. mutica</i>	90	21.4	21.4	-	-	-
<i>L. nivalis</i>	91	-	-	7.7	7.7	7.7
<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i>	92	-	-	7.7	-	-
<i>Mayamaea atomus</i>	93	21.4	28.6	23.1	15.4	23.1
<i>Melosira moniliformis</i>	94	-	35.7	-	7.7	7.7
<i>M. varians</i>	95	64.3	85.7	69.2	69.2	92.3
<i>Meridion circulare</i>	96	35.7	42.9	38.5	15.4	38.5
<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i>	97	14.3	7.1	-	7.7	7.7
<i>Navicula anglica</i>	98	-	-	23.1	7.7	15.4
<i>N. bacillum</i>	99	14.3	-	7.7	23.1	23.1
<i>N. capitata</i> var. <i>capitata</i>	100	-	-	30.8	23.1	38.5
<i>N. capitatoradiata</i>	101	85.7	85.7	84.6	76.9	92.3
<i>N. cincta</i>	102	7.1	14.3	15.4	23.1	46.2
<i>N. cocconeiformis</i>	103	-	14.3	-	7.7	-
<i>N. cryptocephala</i>	104	-	-	23.1	15.4	23.1
<i>N. cryptotenella</i>	105	85.7	92.9	100	100	100
<i>N. exigua</i>	106	57.1	7.1	69.2	69.2	53.8
<i>N. gastrum</i>	107	14.3	-	7.7	-	-
<i>N. gottlandica</i>	108	14.3	50	15.4	7.7	23.1
<i>N. gregaria</i>	109	21.4	35.7	23.1	46.2	30.8
<i>N. integra</i>	110	-	-	7.7	15.4	-
<i>N. menisculus</i>	111	14.3	-	23.1	-	7.7
<i>N. pygmaea</i>	112	14.3	57.1	15.4	15.4	15.4
<i>N. radiosa</i>	113	35.7	28.6	23.1	7.7	23.1
<i>N. rhynchocephala</i>	114	7.1	-	-	-	-
<i>N. schroeterii</i>	115	7.1	42.9	84.6	46.2	53.8
<i>N. tripunctata</i>	116	92.9	92.9	100	100	100
<i>N. veneta</i>	117	100	92.9	100	100	100
<i>N. viridula</i>	118	64.3	14.3	61.5	53.8	61.5
<i>N. viridula</i> var. <i>linearis</i>	119	-	-	-	23.1	23.1
<i>N. viridula</i> var. <i>rostellata</i>	120	14.3	35.7	53.8	46.2	76.9
<i>Neidium affine</i>	121	-	21.4	15.4	7.7	23.1
<i>N. binodis</i>	122	-	-	7.7	-	7.7
<i>N. dubium</i>	123	28.6	7.1	23.1	15.4	7.7
<i>N. iridis</i>	124	7.1	-	-	-	-
<i>Nitzschia acicularis</i>	125	-	14.3	7.7	7.7	7.7

Çizelge 4.14. (Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatomelerinin Tekerrür Oranları

	sıra	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
<i>N. amphibia</i>	126	64.3	78.6	76.9	76.9	76.9
<i>N. angustatula</i>	127	-	-	7.7	-	7.7
<i>N. capitellata</i>	128	28.6	64.3	76.9	53.8	53.8
<i>N. communis</i>	129	-	7.7	53.8	30.8	23.1
<i>N. dissipata</i>	130	78.6	100	100	84.6	100
<i>N. dubia</i>	131	-	50	53.8	7.7	15.4
<i>N. filiformis</i>	132	-	7.1	15.4	-	23.1
<i>N. fonticola</i>	133	-	42.9	38.5	46.2	46.2
<i>N. frustulum</i>	134	42.9	42.9	61.5	38.5	61.5
<i>N. gracilis</i>	135	35.7	35.7	38.5	15.4	38.5
<i>N. inconspicua</i>	136	21.4	35.7	61.5	69.2	53.8
<i>N. linearis</i>	137	42.9	100	84.6	100	100
<i>N. lorenziana</i>	138	-	-	7.7	15.4	7.7
<i>N. nana</i>	139	-	-	-	15.4	7.7
<i>N. obtusa</i>	140	7.1	7.1	23.1	30.8	30.8
<i>N. palea</i>	141	85.7	100	100	100	100
<i>N. paleacea</i>	142	64.3	64.3	76.9	61.5	92.3
<i>N. parvula</i>	143	21.4	28.6	38.5	46.2	53.8
<i>N. recta</i>	144	14.3	14.3	46.2	23.1	38.5
<i>N. sigma</i>	145	-	-	7.7	-	-
<i>N. sigmoidea</i>	146	42.9	42.9	69.2	46.2	69.2
<i>N. vermicularis</i>	147	-	14.3	23.1	30.8	23.1
<i>Pinnularia borealis</i>	148	7.1	14.3	23.1	46.2	23.1
<i>P. divergentissima</i>	149	14.3	-	-	-	-
<i>P. gibba</i>	150	7.1	-	-	-	-
<i>P. maior</i>	151	42.9	14.3	-	-	-
<i>P. microstauron</i>	152	-	-	15.4	15.4	23.1
<i>P. microstauron</i> var. <i>brebissonii</i>	153	28.6	71.4	76.9	46.2	69.2
<i>P. viridis</i>	154	28.6	28.6	7.7	7.7	7.7
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	155	28.6	92.9	92.3	84.6	100
<i>Rhopalodia gibba</i>	156	21.4	-	23.1	7.7	7.7
<i>R. gibba</i> var. <i>ventricosa</i>	157	-	-	7.7	7.7	15.4
<i>Sellophora pupula</i>	158	78.6	71.4	69.2	84.6	84.6
<i>Stauroneis anceps</i>	159	14.3	-	7.7	-	-
<i>S. phoenicenteron</i>	160	14.3	-	-	-	-
<i>S. smithii</i>	161	50	14.3	30.8	7.7	15.4
<i>Surirella angusta</i>	162	35.7	78.6	84.6	46.2	76.9
<i>S. linearis</i>	163	-	-	15.4	23.1	15.4
<i>S. ovalis</i>	164	7.1	-	23.1	15.4	7.7
<i>S. ovata</i>	165	57.1	85.7	69.2	76.9	69.2
<i>S. robusta</i>	166	-	-	15.4	-	7.7
<i>S. spiralis</i>	167	21.4	-	-	-	-
<i>S. splendida</i>	168	-	-	30.8	30.8	23.1

Çizelge 4.14. (Devam) Emet Çayı Epipelik Diyatomelerinin Tekerrür Oranları

	sıra	1.ist.	2.ist.	3.ist.	4.ist.	5.ist.
Alınan örnek sayısı		14	14	13	13	13
<i>S. tenera</i>	169	-	7.1	15.4	30.8	23.1
<i>Synedra acus</i>	170	78.6	57.1	46.2	23.1	30.8
<i>S. parasitica</i>	171	21.4	7.1	7.7	-	-
<i>S. tenera</i>	172	28.6	14.3	15.4	-	-
<i>S. ulna</i>	173	92.9	100	100	92.3	100
<i>Tryblionella angustata</i>	174	7.1	42.9	53.8	38.5	61.5
<i>T. constricta</i>	175	7.1	78.6	92.3	69.2	92.3
<i>T. debilis</i>	176	-	7.1	15.4	15.4	46.2
<i>T. gracilis</i>	177	-	50	38.5	23.1	38.5
<i>T. hungarica</i>	178	-	50	15.4	-	23.1
<i>T. levidensis</i>	179	14.3	50	61.5	53.8	69.2
<i>T. victoriae</i>	180	-	-	-	30.8	7.7

Melosira cinsine ait tespit edilen bir diğer tür olan *M. varians* sentrik diyatomeler içinde birey sayısı ve tekerrür yönünden en önemli tür olmuştur. Hisarcık ve Devecikonağı'nda devamlı mevcut olan *M. varians*, diğer istasyonlarda çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür toplam organizma içinde en yüksek yüzde oranına toplam organizmanın %28'ini oluşturarak Temmuz 2001'de Hisarcık'ta ulaşmıştır. Bu türe ait en yüksek birey sayısı ise yine Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir. Hisarcık'ta Haziran ile Eylül 2001 tarihleri arasındaki dönemde birey sayısı mm^{-2} 'de 1600'ün üzerine çıkan *M. varians* çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısına 4122 org/mm^2 olarak Eylül 2001 tarihinde ulaşmıştır (Şekil 4.51).

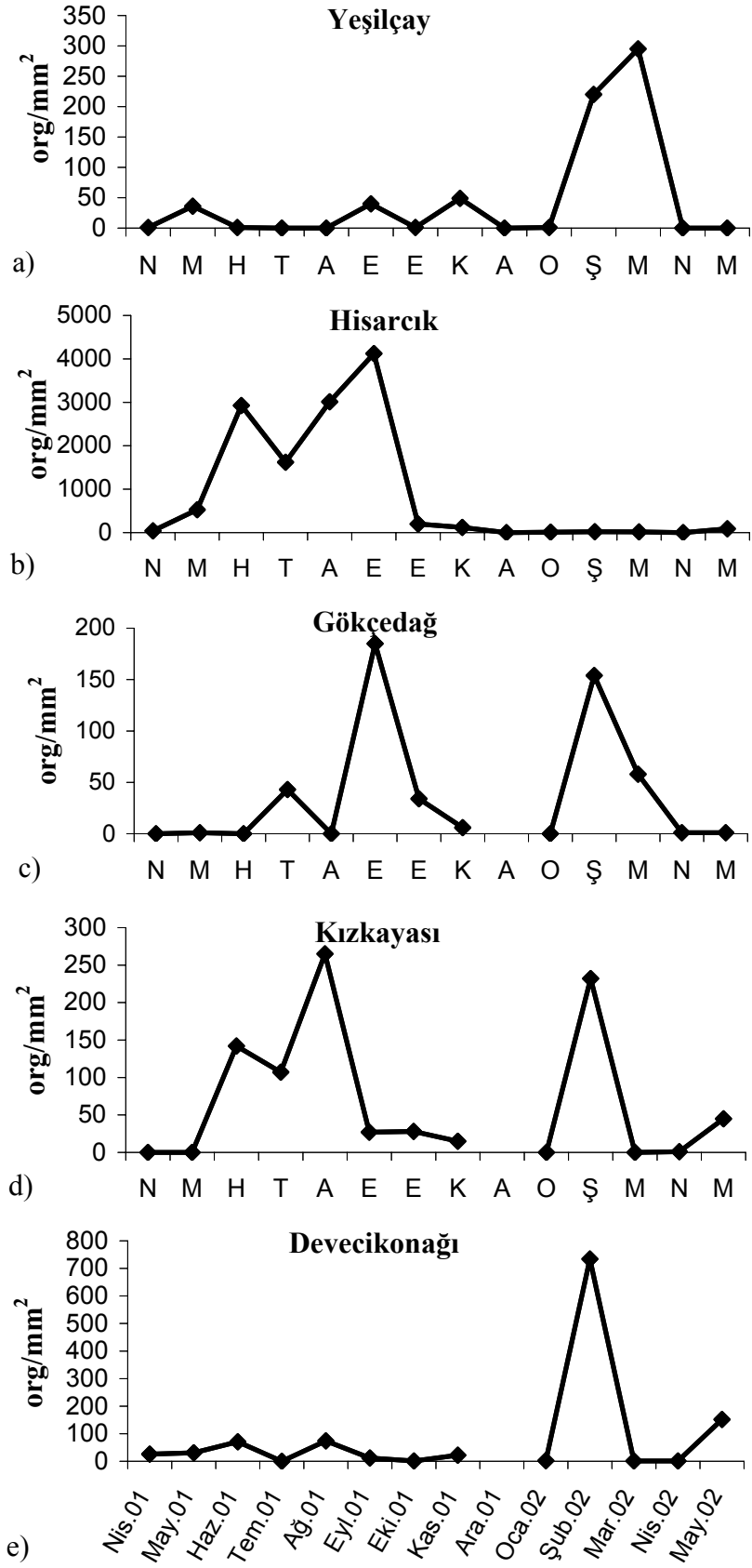
Pennat diyatomelerden *Achnanthes* cinsine ait 8 takson kaydedilmiştir. *Achnanthes exigua* Yeşilçay, Gökçedağ ve Kızılkayası istasyonlarında Mayıs ile Kasım 2001 tarihleri arasında görülmüş, Hisarcık ve Devecikonağı istasyonlarında ise bu türe rastlanmamıştır. Çalışma boyunca önemli artış göstermeyen bu türün en yüksek birey sayısı 36 org/mm^2 olarak Mayıs ve Ağustos 2001 tarihlerinde Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir.

Achnanthes exigua var. *elliptica* çalışma boyunca sadece bir kez Ağustos 2001'de Devecikonağı'nda 12 org/mm^2 olarak tespit edilmiştir.

Achnanthes hungarica türüne ait bir birey Nisan 2001'de Yeşilçay'da bulunmuş, ancak bu türe diğer istasyonlarda rastlanmamıştır.

Achnanthes joursacense türü Kızılkayası haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Bu türe ait en yüksek birey sayısı Mayıs 2001'de Yeşilçay'da 36 org/mm^2 olarak bulunmuş, diğer istasyonlarda ise birey sayıları bu değer altında olmuştur.

Achnanthes lanceolata türü tüm istasyonlarda önemli birey sayılarına ulaşmıştır. Yeşilçay ve Hisarcık'ta çoğunlukla mevcut, diğer istasyonlarda ise devamlı mevcut organizma olarak bulunan *A. lanceolata* Yeşilçay, Hisarcık ve Kızılkayası istasyonlarında en önemli artışlarını Haziran 2001 ve Mayıs 2002 tarihlerinde gerçekleştirmiştir. Yeşilçay'da Haziran 2001'de 295 org/mm^2 , Mayıs 2002'de 364 org/mm^2 olan birey sayısı diğer aylarda genellikle mm^{-2} 'de 100 bireyin altında bulunmuştur. Hisarcık'ta bu türe ait en yüksek birey sayıları Haziran 2001 (569 org/mm^2), Mayıs 2002 (361 org/mm^2) ve Ağustos 2001 (262 org/mm^2) tarihlerinde kaydedilmiştir. Gökçedağ'da tüm çalışma boyunca mm^{-2} 'de 85 organizmanın altında bulunan *A. lanceolata* türü sadece Haziran 2001'de artış göstermiş ve mm^{-2} 'de 687 organizmaya ulaşmıştır.



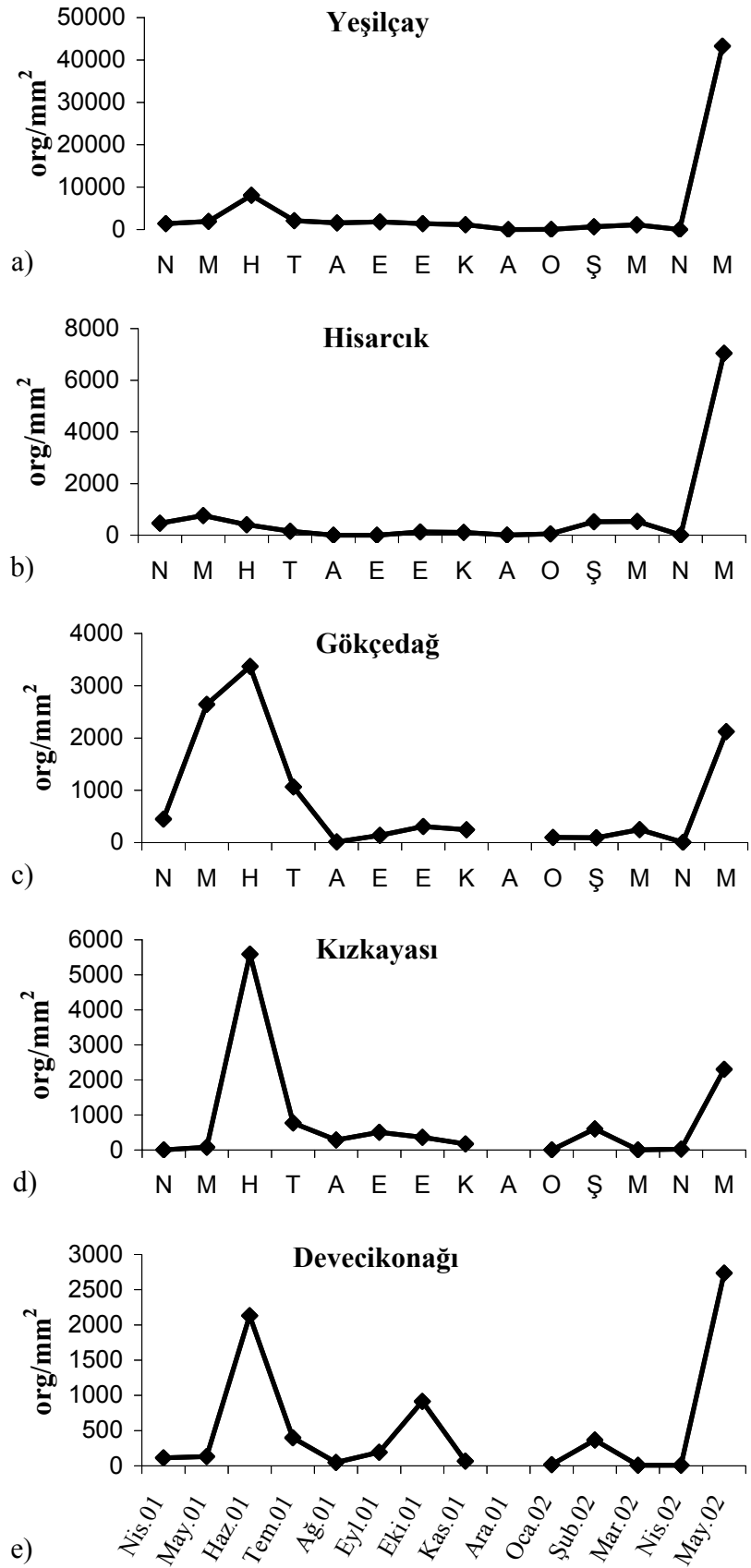
Şekil 4.51. *Melosira varians* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Kızkayası'nda Haziran 2001'de (71 org/mm²), Mayıs 2002'de (90 org/mm²) ve Şubat 2002'de (46 org/mm²) artış gösteren *A. lanceolata* türü diğer aylarda mm²'de 25 organizmanın altında bulunmuştur. Devecikonağı'nda bu türe ait en yüksek birey sayıları Şubat 2002 (122 org/mm²), Mayıs 2002 (101 org/mm²) ve Ekim 2001 (91 org/mm²) tarihlerinde görülmüş, diğer aylarda ise 25 org/mm²'nin altında bulunmuştur.

Achnanthes lanceolata ssp. *rostrata* alttürü sadece Yeşilçay ve Gökçedağ'da tespit edilmiştir. Yeşilçay'da Temmuz, Ağustos ve Eylül 2001 tarihlerinde görülen bu tür, Ağustos 2001'de 144 org/mm² olarak bulunmuş, Temmuz ve Eylül 2001'de ise birer birey ile temsil edilmiştir. Gökçedağ'da ise sadece Nisan 2001 (17 org/mm²), Mayıs 2001 (34 org/mm²) ve Mayıs 2002'de (1 org/mm²) kaydedilmiştir.

Achnanthes minutissima tüm istasyonlarda devamlı mevcut olarak bulunmuş ve önemli birey sayılarına ulaşmıştır. *A. minutissima* Yeşilçay'da Mayıs 2002'de artış göstererek mm²'de 43.287 bireye ulaşmıştır. Bu tür, aynı tarihte çalışma boyunca görülen en yüksek nispi bolluk değerine sahip olmuş ve toplam organizmanın %79'unu oluşturmuştur. Aynı istasyonda ikinci önemli artışını Haziran 2001'de yaparak 8105 org/mm² olarak bulunan bu tür, diğer aylarda genellikle mm²'de 1500 organizmanın altında bulunmuştur (Şekil 4.52 a). Hisarcık'ta Ağustos 2001 haricinde diğer tüm aylarda bulunan *A. minutissima* türü sadece Mayıs 2002 tarihinde önemli bir artış göstererek mm²'de 7042 organizmaya ulaşmış, diğer aylarda ise mm²'de 750 bireyin altında bulunmuştur (Şekil 4.52 b). Gökçedağ'da Nisan 2001'den itibaren düzenli bir artış göstererek Haziran 2001'de 3370 org/mm²'ye ulaşan *A. minutissima*, bu tarihten sonra sayıca azalmış ve Mayıs 2002'ye kadar mm²'de 450 bireyin altında bulunmuştur. Aynı tür çalışma boyunca ikinci artışını Mayıs 2002'de mm²'de 2122 birey sayısına ulaşarak gerçekleştirmiştir (Şekil 4.52 c). *A. minutissima* türü Kızkayası'nda en önemli artışını Haziran 2001'de 5592 org/mm² olarak, ikinci önemli artışını ise Mayıs 2002'de 2302 org/mm² olarak gerçekleştirmiştir. Bu istasyonda diğer aylarda görülen birey sayıları mm²'de 750 bireyin üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.52 d). *A. minutissima* Devecikonağı'nda Haziran 2001 (2132 org/mm²), Ekim 2001 (914 org/mm²) ve Mayıs 2002 (2736 mm²) tarihlerinde sayıca artış göstermiş, diğer aylarda ise birey sayıları mm²'de 350 organizmanın üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.52 e).

Achnanthes minutissima var. *gracillima* türüne ait en yüksek birey sayıları Temmuz 2001'de 331 org/mm² ve Mayıs 2001'de 249 org/mm² olarak Yeşilçay'da



Şekil 4.52. *Achmanthes minutissima* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

kaydedilmiştir. Aynı tür Hisarcık'ta sadece Temmuz 2001'de görülmüş ve bir birey ile temsil edilmiştir. Gökçedağ ve Kızkayası istasyonlarında çalışma boyunca sadece birer kez Temmuz 2001 tarihinde görülen *A. minutissima* var. *gracillima* türünün bu istasyonlardaki birey sayıları sırasıyla 43 org/mm² ve 27 org/mm² olarak bulunmuştur. Bu tür Devecikonağı'nda Mayıs 2001 (6 org/mm²) ve Ağustos 2001 (1 org/mm²) olmak üzere sadece iki kez kaydedilmiştir.

Amphipleura pellucida türü çalışma boyunca sadece bir kez Ocak 2002'de 3 org/mm² olarak bulunmuştur. Diğer istasyonlarda bu türe ait bireye rastlanmamıştır.

Amphora cinsine ait 5 takson tespit edilmiştir. *Amphora montana*, Yeşilçay'da Nisan 2001 ile Ekim 2001 tarihleri arasında görülmüştür. Türün bu istasyondaki en önemli birey sayıları Nisan 2001 (204 org/mm²) ve Ağustos 2001'de (216 org/mm²) kaydedilmiştir. Aynı tür Hisarcık'ta sadece bir kez Ekim 2001'de 50 org/mm² olarak bulunmuştur. Gökçedağ'da sadece Ekim 2001'de görülen ve 137 org/mm² olarak bulunan *A. montana* türü, Kızkayası'nda Mayıs 2001 (6 org/mm²) ve Ekim 2001 (1 org/mm²) olmak üzere iki kez görülmüştür. Aynı tür Devecikonağı'nda sadece Mayıs 2001'de görülmüş ve 6 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

Amphora ovalis türü Yeşilçay, Hisarcık ve Devecikonağı'nda ekseriya mevcut iken, Gökçedağ ve Kızkayası'nda çoğunlukla mevcut olmuştur (Çizelge 4.14). *A. ovalis* türü Yeşilçay'da Nisan-Kasım 2001 periyodunda tüm örnekleme tarihlerinde görülmüş ve en önemli birey sayısına Nisan 2001 (764 org/mm²) ve Temmuz 2001'de (620 org/mm²) ulaşmıştır. Aynı tür Aralık 2001'den itibaren Mayıs 2002'ye kadar olan dönemde tespit edilmemiştir. Hisarcık'ta Nisan 2001 ile Ağustos 2001 tarihleri arasında her örneklemede kaydedilen *A. ovalis* türü bu dönemde en önemli artışını Haziran 2001'de 163 org/mm² ve Eylül 2001'de 262 org/mm² olarak yapmıştır. Ekim 2001'den itibaren Mayıs 2002'ye kadar olan dönemde ise sadece Şubat (1 org/mm²) ve Mart 2002 (9 org/mm²) tarihlerinde, çok düşük birey sayılarına sahip olarak görülmüştür. Gökçedağ'da Nisan 2001'de 449 org/mm² ve Mayıs 2001'de 441 org/mm² olan birey sayısı Haziran 2001'de artış göstererek 1623 org/mm²'ye ulaşmıştır. Bu artışın hemen ardından azalarak mm²'de 12 organizmaya kadar gerileyen *A. ovalis*, bu tarihten itibaren sadece Mart 2002'de 1 birey ile temsil edilmiş, 2002 yılının diğer aylarda ise bu türe ait bireylere rastlanmamıştır. *A. ovalis* Kızkayası'nda Nisan 2001, Ocak 2002 ve Mayıs 2002 tarihleri dışında diğer tüm aylarda mevcut olmuştur. Türün bu istasyondaki

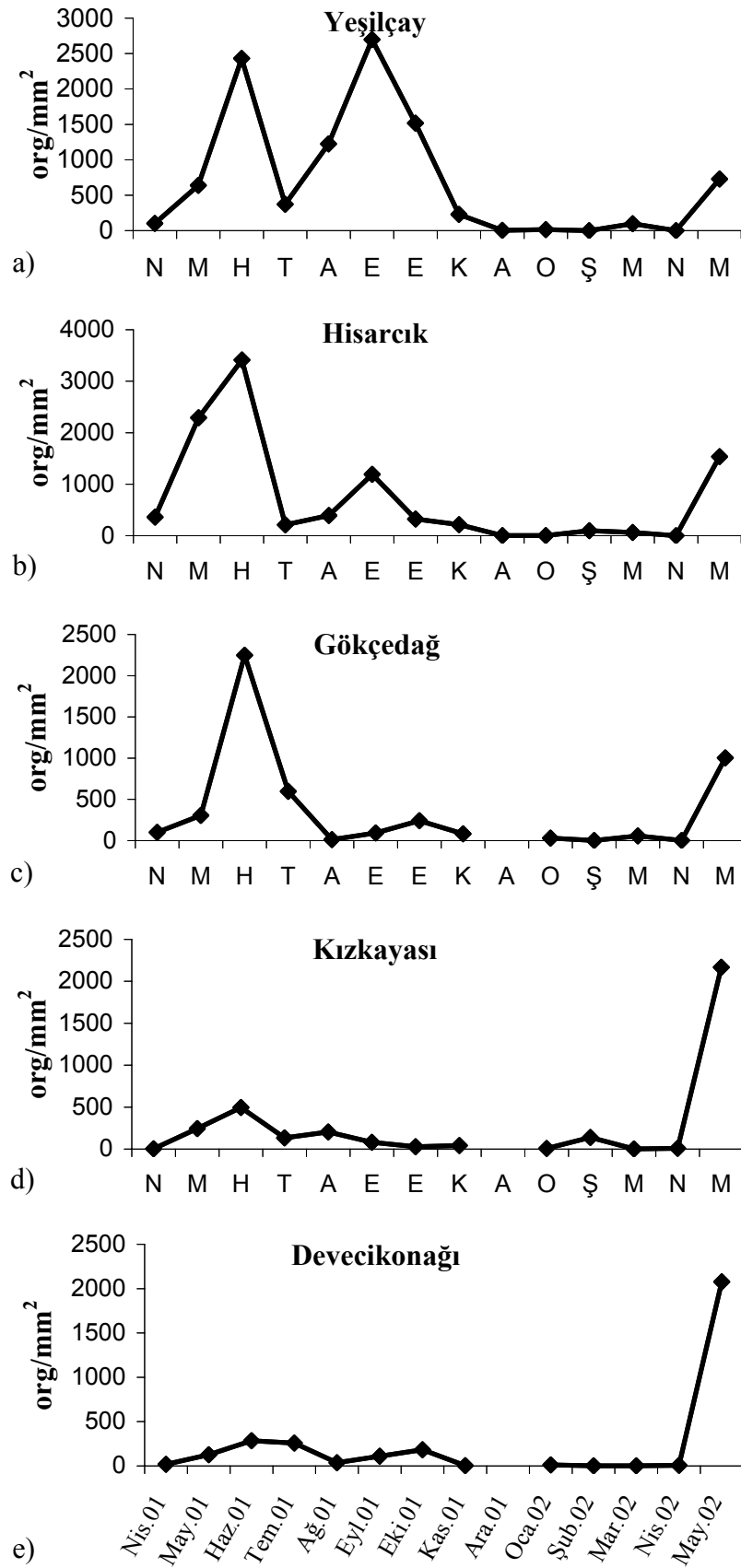
en önemli artışı 1274 org/mm² olarak Haziran 2001'de ve 245 org/mm² olarak Ağustos 2001'de kaydedilmiştir. Bu tür Mart ve Nisan 2002 tarihlerinde sadece bir birey ile temsil edilmiştir. *A. ovalis* türünün Devecikonağı'ndaki en önemli birey sayıları 249 org/mm² olarak Haziran 2001'de ve 91 org/mm² olarak Ekim 2001'de kaydedilmiştir. Bu istasyonda Eylül 2001 ile Ocak-Mayıs 2002 tarihleri arasında *A. ovalis* türü tespit edilmemiştir.

Amphora ovalis var. *pediculus* tüm istasyonlarda çoğunlukla mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün mevsimsel değişimi tüm istasyonlarda benzer olmuştur. Nisan 2001'den itibaren kademeli olarak artış gösteren bu takson, Haziran 2001'de tüm istasyonlarda en yüksek birey sayısına ulaşmış ve bu tarihten sonra birey sayısı kademeli olarak azalmıştır. 2002 yılında yapılan örneklemelerin çoğunda bu türe ait bireylere rastlanılmamıştır veya çok düşük bolluk değerlerinde bulunmuşlardır. Bu türe ait tüm istasyonlarda Haziran 2001'de kaydedilen en yüksek bolluk değerleri Yeşilçay'da 1695 org/mm², Hisarcık'ta 731org/mm², Gökçedağ'da 624 org/mm², Kızkayası'nda 1062 org/mm² ve Devecikonağı'nda 284 org/mm² olmuştur.

Amphora perpusilla tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür Yeşilçay'da en önemli artışını Haziran 2001 (2431 org/mm²) ve Eylül 2001 (2699 org/mm²) tarihlerinde gerçekleştirmiştir (Şekil 4.53 a). Hisarcık'ta en yüksek birey sayısı 3413 org/mm² olarak Haziran 2001'de görülmüştür. Bu tür aynı istasyonda ikinci önemli artışını Mayıs 2002'de 1535 org/mm² olarak gerçekleştirmiştir (Şekil 4.53 b). Benzer şekilde Gökçedağ'da da bu türün en yüksek birey sayıları Haziran 2001 (2247 org/mm²) ve Mayıs 2002'de (1003 org/mm²) kaydedilmiştir (Şekil 4.53 c). Kızkayası'nda en yüksek birey sayısı 2167 org/mm² olarak Mayıs 2002'de tespit edilmiştir. Bu istasyonda Mayıs 2002 haricinde diğer aylarda organizma sayısı mm²'de 500'ün altında bulunmuştur (Şekil 4.53 d). Benzer şekilde Devecikonağı istasyonunda da Mayıs 2002 haricinde (2078 org/mm²) diğer aylarda organizma sayısı 300'ün altında bulunmuştur (Şekil 4.53 e).

Amphora veneta Hisarcık ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmemiş, diğer istasyonlarda ise sadece birer kez görülerek nadiren mevcut organizma olarak kaydedilmiştir.

Brachysira cinsine ait 3 takson tespit edilmiştir. *B. brebissonii* Hisarcık, Gökçedağ ve Kızkayası istasyonlarında kaydedilmemiştir. Devecikonağı'nda sadece



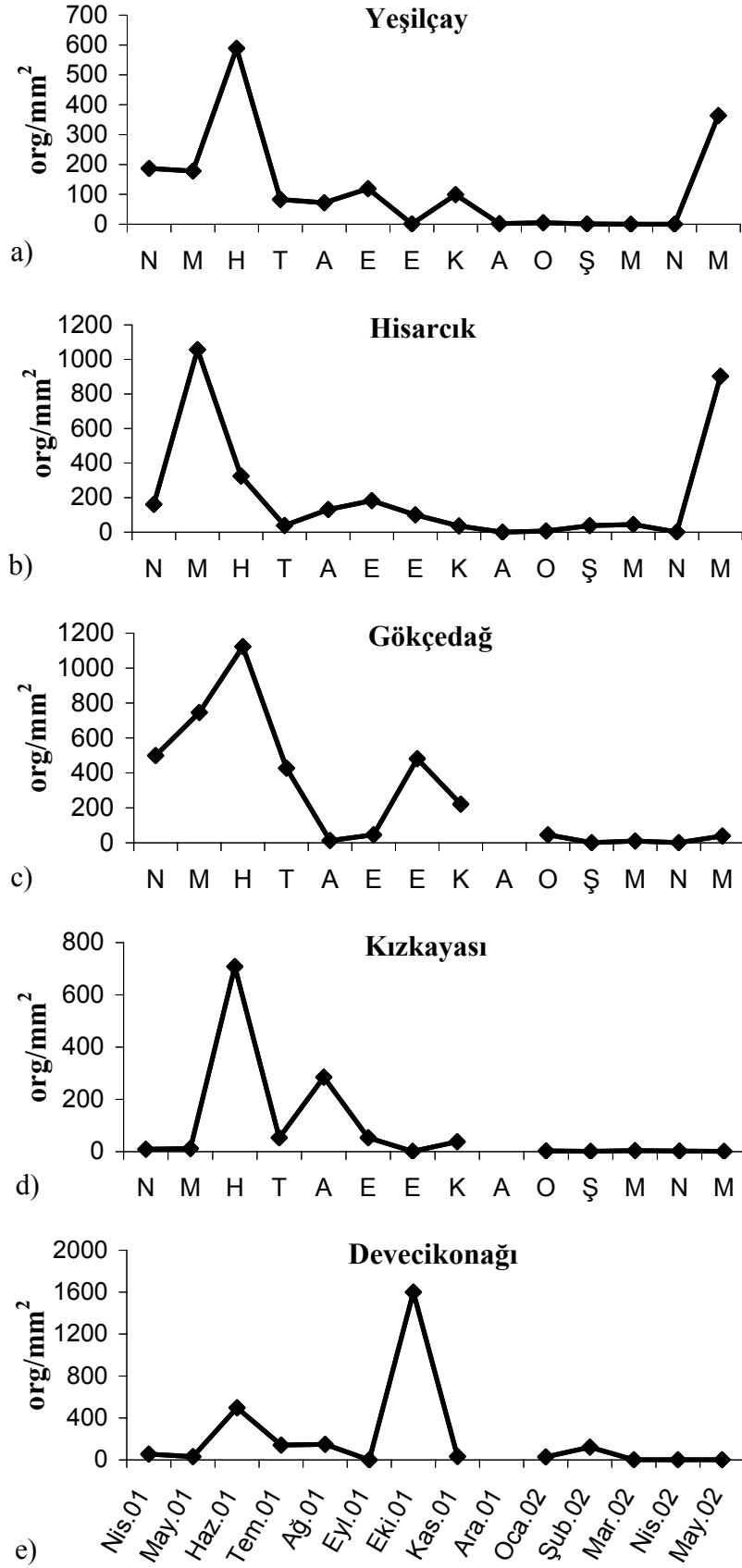
Şekil 4.53. *Amphora perpusilla* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Mayıs 2001’de bir birey ile temsil edilen tür, Yeşilçay’da üç örnekleme tarihinde kaydedilmiş ve bu istasyondaki en yüksek birey sayısı Mayıs 2002’de 36 org/mm² olarak belirlenmiştir. *B. sphaerophora* türü çalışma boyunca sadece bir kez, Temmuz 2001’de Kızılkayası’nda görülmüş ve bir birey ile temsil edilmiştir, diğer istasyon ve aylarda bu türe ait bireylere rastlanmamıştır. *B. vitrea* ise çalışma boyunca sadece bir kez Mayıs 2001’de Gökçedağ’da mm²’de 102 organizma olarak tespit edilmiştir.

Caloneis cinsine ait 6 takson tespit edilmiştir. *Caloneis amphisbaena* Yeşilçay’da görülmemiş, diğer istasyonlarda ise düşük birey sayılarında bulunmuştur. Bu tür çalışma boyunca sadece bir kez, Eylül 2001’de Gökçedağ’da sayıca artış göstermiş ve mm²’de 625 organizmaya ulaşmıştır. *C. amphisbaena* f. *subsalina* Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmiş ve organizma sayısı mm²’de 70 bireyin altında kaydedilmiştir. *C. bacillum* türü Kızılkayası haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiş ve mm²’de 60 organizmayı geçmeyen sayılarda bulunmuştur. *C. permagna* türü sadece Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında görülmüş ve birey sayıları çalışma boyunca mm²’de 20 organizmayı geçmemiştir. *C. silicula* tüm istasyonlarda düşük birey sayılarına sahip olmuştur. Hisarcık ve Gökçedağ’da nadiren mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut organizma olarak bulunan *C. silicula* türünün en yüksek birey sayısı Temmuz 2001’de Gökçedağ’da 43 org/mm² olarak belirlenmiştir. *C. silicula* var. *truncatula* çalışma boyunca en yüksek organizma sayısına 119 org/mm² olarak Eylül 2001’de Yeşilçay’da ulaşmıştır. Bu türün ikinci en yüksek birey sayısı ise 73 org/mm² olarak yine Eylül 2001’de Devecikonağı’nda tespit edilmiştir.

Campylodiscus hibernicus çalışma boyunca sadece bir kez, Temmuz 2001’de Yeşilçay’da görülmüş ve tek bir birey ile temsil edilmiştir.

Cocconeis cinsi 4 takson ile temsil edilmiştir. *Cocconeis pediculus* tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür, Yeşilçay’da en önemli birey sayılarına Haziran 2001 (589 org/mm²) ve Mayıs 2002’de (364 org/mm²) ulaşmıştır (Şekil 4.54 a). *C. pediculus*, Hisarcık’ta en önemli artışını Mayıs 2001 (1057 org/mm²) ve Mayıs 2002 (903 org/mm²) tarihlerinde gerçekleştirmiştir (Şekil 4.54 b). Gökçedağ’da Nisan 2001’den itibaren sayıca artış gösteren *C. pediculus*, Haziran 2001’de mm²’de 1123 organizma ile bu istasyonda kaydedilen en yüksek sayıya ulaşmıştır (Şekil 4.54 c). Kızılkayası’nda Haziran 2001’de (708 org/mm²) ve Ağustos 2001’de (285 org/mm²) görülen artışlar dışında diğer aylarda



Şekil 4.54. *Cocconeis pediculus* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

bu türe ait organizma sayısı daima mm^2 'de 50'nin altında bulunmuştur (Şekil 4.54 d). *C. pediculus* türü Devecikonağı'nda en önemli artışını 1600 org/mm^2 olarak Ekim 2001'de gerçekleştirmiştir. Bu sayı aynı zamanda *C. pediculus* türünün çalışma boyunca tüm istasyonlarda kaydedilen en yüksek birey sayısı olmuştur (Şekil 4.54 e).

Cocconeis placentula türü sadece Yeşilçay, Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmiş ve her üç istasyonda da nadiren mevcut organizma olarak bulunmuştur. Türün en yüksek birey sayısı mm^2 'de 32 organizma olarak Ekim 2001'de Yeşilçay'da kaydedilmiştir.

C. placentula var. *euglypta*, Yeşilçay, Hisarcık ve Kızılkayası'nda çoğunlukla, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Yeşilçay'da çoğu ayda bir organizma ile temsil edilen *C. placentula* var. *euglypta* sadece Nisan 2001 (34 org/mm^2) ve Kasım 2001'de (33 org/mm^2) küçük bir artış göstermiştir. Bu taksona ait en düşük birey sayıları Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir. Hisarcık'ta ilk artışını Haziran 2001'de (406 org/mm^2) gösteren *C. placentula* var. *euglypta*, ikinci ve önemli artışını Mayıs 2002'de mm^2 'de 903 organizmaya ulaşarak gerçekleştirmiştir. Gökçedağ'da en yüksek birey sayısı 499 org/mm^2 olarak Haziran 2001'de kaydedilmiştir. Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında bu taksona ait birey sayıları tüm aylarda mm^2 'de 150 organizmanın üstüne çıkmamıştır.

C. placentula var. *lineata*, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu taksona ait en yüksek birey sayısı 411 org/mm^2 olarak Mayıs 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir. Bu takson tüm istasyonlarda Mayıs ve Haziran 2001 tarihlerinde en yüksek değerine ulaşmıştır.

Craticula cinsine ait 3 takson tespit edilmiştir. *Craticula ambigua*, Yeşilçay'da sadece bir kez, Mayıs 2002'de bir birey ile temsil edilmiştir. Hisarcık, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda ekseriya mevcut olan tür, Kızılkayası'nda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayısı 181 org/mm^2 olarak Mayıs 2002'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir. *Craticula cuspidata* türü Yeşilçay, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda nadiren mevcut olmuş, Hisarcık ve Gökçedağ'da ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayıları 163 org/mm^2 olarak Haziran 2001'de ve 135 org/mm^2 olarak Temmuz 2001'de Hisarcık'ta

tespit edilmiştir. *Craticula halophila* türü Yeşilçay ve Hisarcık'ta nadiren mevcut organizma olarak bulunmuştur. Gökçedağ'da çoğunlukla mevcut olarak bulunan bu tür çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısına 250 org/mm² olarak Haziran 2001'de Gökçedağ istasyonunda ulaşmıştır. Aynı tür Kızılkayası'nda bazen mevcut iken, Devecikonağı'nda devamlı mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Cymatopleura cinsine ait 3 takson tespit edilmiştir. *Cymatopleura elliptica*, Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut, Gökçedağ ve Kızılkayası'nda ekseriya mevcut, Yeşilçay'da bazen mevcut, Hisarcık'ta ise nadiren mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayıları Haziran 2001'de Yeşilçay (147 org/mm²) ve Kızılkayası (142 org/mm²) istasyonlarında kaydedilmiştir.

Cymatopleura elliptica var. *hibernica*, çalışma boyunca sadece bir kez görülmüş ve Kasım 2001'de Devecikonağı'nda 3 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Cymatopleura solea Hisarcık'ta devamlı mevcut, Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut, Kızılkayası'nda ekseriya mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün tekerrür değerleri tüm istasyonlarda yüksek bulunmakla beraber, toplam organizma içinde yüzde oranları çalışma boyunca % 4'ün üstüne çıkamamıştır. En yüksek birey sayıları Hisarcık'ta belirlenen *C. solea* Haziran 2001'de 650 org/mm² ile çalışma boyunca kaydedilen en yüksek sayıya ulaşmıştır. *C. solea* tüm istasyonlarda en yüksek birey sayısına Haziran 2001'de ulaşmıştır.

Cymbella cinsine ait 14 takson tespit edilmiştir. *Cymbella affinis* tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). *C. affinis* türüne ait en yüksek birey sayıları Yeşilçay istasyonunda bulunmuştur. Haziran 2001'de 1032 org/mm² olarak en yüksek birey sayısına Yeşilçay'da ulaşan *C. affinis*, çalışma boyunca ikinci artışını tüm istasyonlarda Mayıs 2002'de gerçekleştirmiştir.

Cymbella amphicephala türü Yeşilçay'da ekseriya mevcut, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda bazen mevcut, Hisarcık ve Gökçedağ'da ise nadiren mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı Mayıs 2002'de Yeşilçay (364 org/mm²) ve Hisarcık'ta (271 org/mm²) kaydedilmiştir.

Cymbella angustata ve *Cymbella cuspidata* türleri çalışma boyunca sadece birer kez Yeşilçay istasyonunda tespit edilmişlerdir. *C. angustata* Mayıs 2002'de görülmüş ve bir birey ile temsil edilmiş, *C. cuspidata* ise Ağustos 2001'de 36 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

Cymbella cistula Yeşilçay'da ekseriya mevcut, Kızılkayası'nda nadiren mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Türün en yüksek birey sayısı 122 org/mm² olarak Şubat 2002'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir.

Cymbella cymbiformis, Kızılkayası'nda ekseriya mevcut iken, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda bazen mevcut, Yeşilçay ve Hisarcık'ta ise nadiren mevcut olmuştur (Çizelge 4.14). Türe ait en yüksek birey sayısı 74 org/mm² olarak Haziran 2001'de Yeşilçay'da kaydedilmiştir.

Cymbella ehrenbergii türü sadece Yeşilçay istasyonunda, Nisan 2001 ile Kasım 2001 tarihleri arasındaki dönemde kaydedilmiştir. Bu türün en yüksek birey sayısı 198 org/mm² olarak Eylül 2001'de bulunmuştur.

Cymbella helvetica türü, Gökçedağ haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Hisarcık'ta nadiren mevcut olan tür, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). *C. helvetica* Yeşilçay istasyonunda Haziran 2001 (295 org/mm²) ve Eylül 2001'de (198 org/mm²) sayıca artış göstermiştir. Diğer istasyonlarda ise tüm yıl boyunca mm²'de 60 organizmanın altında bulunmuştur.

Cymbella hustedtii tüm istasyonlarda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). En yüksek birey sayısı Mart 2002'de Yeşilçay'da 197 org/mm² olarak tespit edilmiştir. Bu türün birey sayısı diğer aylarda ve istasyonlarda 45 org/mm²'nin üstüne çıkmamıştır.

Cymbella lanceolata türüne Hisarcık istasyonunda rastlanmamıştır. Kızılkayası'nda ekseriya mevcut olan tür, Yeşilçay ve Devecikonağı'nda bazen mevcut, Gökçedağ'da ise nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Türün en yüksek birey sayısı 142 org/mm² olarak Haziran 2001'de Kızılkayası'nda kaydedilmiştir.

Cymbella microcephala Yeşilçay'da ekseriya mevcut iken, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda bazen mevcut, Hisarcık ve Gökçedağ'da ise nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayıları Yeşilçay'da kaydedilmiştir. Yeşilçay'da Nisan ve Kasım 2001 tarihleri arasında tüm örnek alma tarihlerinde görülen tür, bu aydan itibaren çalışma sonuna kadar bu istasyonda ortaya çıkmamıştır. Aynı istasyonda Mayıs, Ağustos ve Kasım 2001 tarihlerinde sayıca artış gösteren *C. microcephala* en yüksek birey sayısına 468 org/mm² olarak Ağustos

2001'de ulaşmıştır. Bu tür diğer istasyonlarda genellikle düşük sayılarda bulunmuş ve birey sayısı mm^2 'de 70'in üzerine çıkmamıştır.

Cymbella naviculiformis türüne ait en yüksek birey sayıları yine Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir. Bu istasyonda Temmuz 2001 ve Mayıs 2002'de artış gösteren *C. naviculiformis* en yüksek birey sayısına 546 org/mm^2 olarak Mayıs 2002'de ulaşmıştır.

Cymbella sinuata Kızılkayası ve Devecikonağı'nda deveamlı mevcut, diğer istasyonlarda ise çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı Haziran 2001'de Gökçedağ'da 1248 org/mm^2 olarak tespit edilmiştir. Bu tür her istasyonda farklı aylarda önem kazanmış olup, bu artışlar genellikle yaz ve sonbahar aylarında gerçekleşmiştir.

Cymbella turgidula türü sadece Gökçedağ ve Kızılkayası istasyonlarında bulunmuştur. Gökçedağ'da bazen mevcut olarak bulunan tür, bu istasyonda Nisan, Eylül, Ekim ve Kasım 2001 olmak üzere toplam dört kez kaydedilmiştir. Bu türe ait en yüksek birey sayısı 137 org/mm^2 olarak Ekim 2001'de Gökçedağ'da tespit edilmiştir. Kızılkayası'nda nadiren mevcut olan tür, bu istasyonda sadece Ekim ve Kasım 2001 tarihlerinde mm^2 'de 10 organizmayı geçmeyen sayılarda kaydedilmiştir.

Denticula cinsine ait tek tür olarak kaydedilen *Denticula elegans*, Kızılkayası haricinde diğer istasyonlarda bulunmuştur. Yeşilçay'da ekseriya mevcut olarak bulunan tür, en yüksek birey sayısına bu istasyonda ulaşmıştır. Yeşilçay'da Nisan ile Ekim 2001 tarihleri arasında yapılan tüm örneklemelemlerde bu türe rastlanmıştır. *D. elegans* çalışma boyunca görülen en yüksek bolluk değerine 873 org/mm^2 olarak Eylül 2001'de Yeşilçay'da ulaşmıştır. Hisarcık'ta bazen mevcut, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda ise nadiren mevcut bulunan *D. elegans* bu istasyonlarda mm^2 'de 7 organizmayı geçmeyen düşük sayılarda kaydedilmiştir.

Diatoma cinsine ait 3 takson tespit edilmiştir. *Diatoma mesodon* türü çalışma boyunca sadece dört kez görülmüş ve birer organizma ile temsil edilmiştir.

Diatoma moniliformis tüm istasyonlarda önemli birey sayılarına ve tekrür değerlerine ulaşmıştır. Gökçedağ'da çoğunlukla mevcut, diğer istasyonlarda ise devamlı mevcut olarak bulunan *D. moniliformis* türüne ait en yüksek birey sayısı tüm istasyonlarda Şubat 2002'de kaydedilmiştir. *D. moniliformis* Şubat 2002'de Yeşilçay'da 23.716 org/mm^2 olarak sayılmış ve bu tarihte toplam organizmanın % 72'sini

oluşturmuştur (Şekil 4.55 a). Hisarcık'ta Şubat 2002'de kaydedilen en yüksek birey sayısı 1730 org/mm² olarak bulunmuş ve bu ayda toplam organizmanın % 30'unu oluşturmuştur (Şekil 4.55 b). Gökçedağ'da Şubat 2002'de kaydedilen en yüksek birey sayısı 1327 org/mm² olarak bulunmuştur (Şekil 4.55 c). Kızılkayası'nda tüm aylarda 70 org/mm²'nin altında bulunan birey sayısı sadece Şubat 2002'de ani bir artış göstermiş ve mm²'de 3206 organizmaya ulaşmıştır (Şekil 4.55 d). Benzer şekilde Devecikonağı'nda da en yüksek birey sayısı Şubat 2002'de 5140 org/mm² olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.55 e).

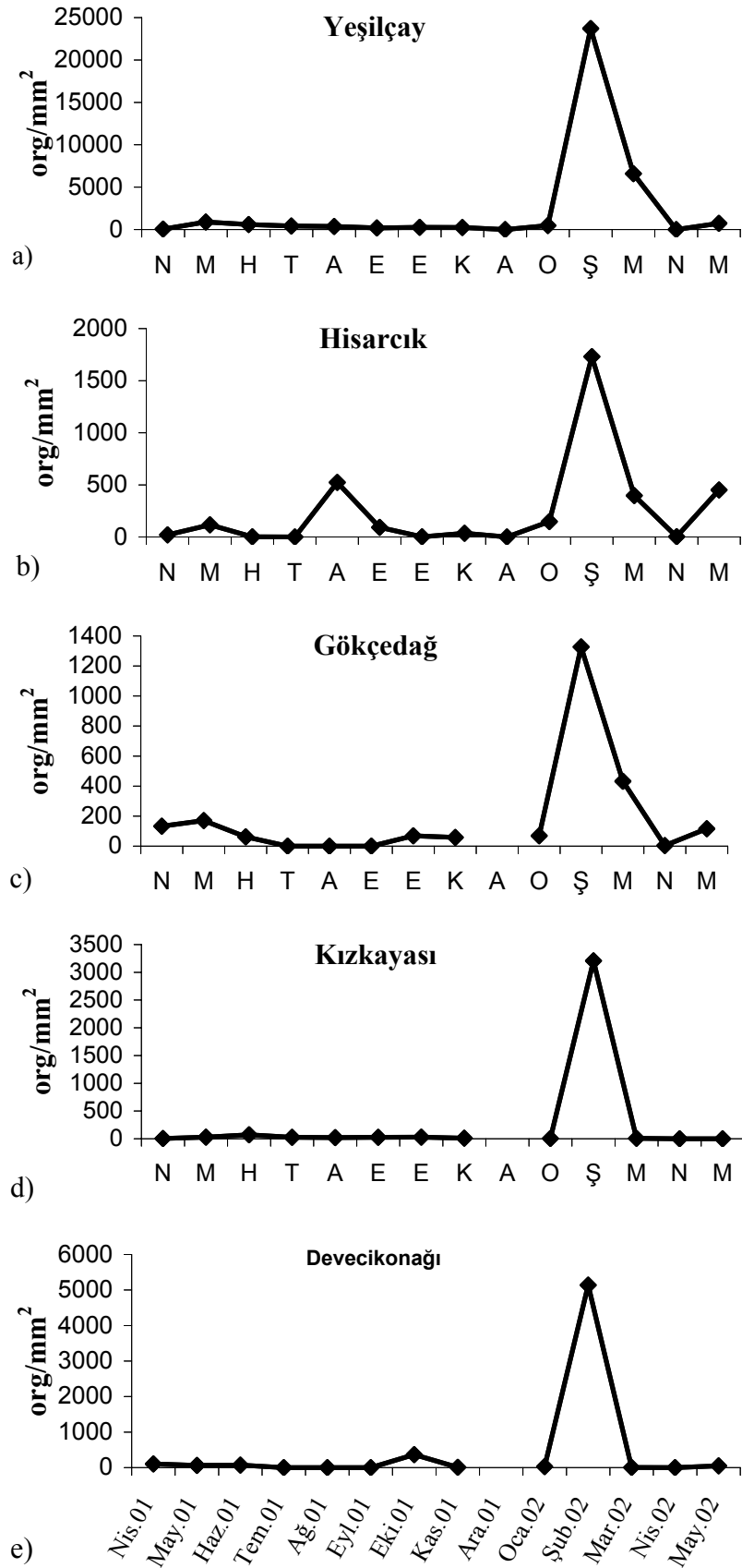
Diatoma vulgaris Yeşilçay, Hisarcık ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut iken, Gökçedağ ve Kızılkayası'nda bazen mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek birey sayıları Yeşilçay'da Haziran 2001'de (368 org/mm²), Hisarcık'ta Ağustos 2001'de (262 org/mm²), Devecikonağı'nda Şubat 2002'de (122 org/mm²) kaydedilmiştir. *D. vulgaris* Gökçedağ ve Kızılkayası istasyonlarında tüm aylarda 38 org/mm²'yi aşmayan sayılarda bulunmuştur.

Diploneis cinsine ait 4 takson tespit edilmiştir. *Diploneis elliptica* Kızılkayası haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiş ve mm²'de 36 organizmayı geçmeyen değerlerde kaydedilmiştir.

Diploneis oblongella türüne Hisarcık ve Gökçedağ istasyonlarında rastlanmamıştır. Yeşilçay ve Devecikonağı'nda mm²'de 23 organizmanın altında bulunan bu tür, Kızılkayası istasyonunda sadece bir kez, Haziran 2001'de görülmüş ve 637 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

Diploneis ovalis Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında kaydedilmemiştir. Hisarcık ve Kızılkayası'nda nadiren mevcut olan *D. ovalis* Yeşilçay'da ekseriya mevcut olmuştur (Çizelge 4.14). Yeşilçay'da Nisan ve Ekim 2001 tarihleri arasında tüm örneklemelerde kaydedilen bu tür, en yüksek birey sayısına bu istasyonda Ekim 2001'de 126 org/mm² olarak ulaşmıştır.

Diploneis puella Devecikonağı haricinde diğer tüm istasyonlarda tespit edilmiştir. Türün en yüksek birey sayıları Yeşilçay'da kaydedilmiştir. Yeşilçay'da Mayıs ve Kasım 2001 tarihleri arasında yapılan tüm örneklemelerde bulunan *D. puella* bu istasyonda Eylül 2001'de 278 org/mm² ile çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısına ulaşmıştır.



Şekil 4.55. *Diatoma moniliformis* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Encyonema cinsine ait 5 takson tespit edilmiştir. *Encyonema auerswaldii* Hisarcık'ta ekseriya mevcut iken, diğer tüm istasyonlarda bazen mevcut olmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek birey sayıları Mayıs 2002'de Yeşilçay (182 org/mm²) ve Hisarcık'ta (181 org/mm²) kaydedilmiştir.

Encyonema latens türüne ait en yüksek birey sayısı Mayıs 2002'de Yeşilçay (546 org/mm²) ve Hisarcık'ta (542 org/mm²) kaydedilmiştir.

Encyonema minutum en yüksek birey sayısına Mayıs 2002'de 546 org/mm² olarak Yeşilçay'da ulaşmıştır. Hisarcık'ta en yüksek birey sayısı 117 org/mm² olarak Mayıs 2001'de kaydedilmiştir. *E. minutum* diğer aylarda 60 org/mm²'nin altında bulunmuştur.

Encyonema prostratum sadece Yeşilçay ve Gökçedağ istasyonlarında görülmüş ve birer birey ile temsil edilmiştir.

Encyonema silesiacum Gökçedağ haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Türün en yüksek birey sayısı 1455 org/mm² olarak Mayıs 2002'de Yeşilçay'da kaydedilmiştir. *E. silesiacum* bu tarihte toplam organizmanın yaklaşık %3'ünü oluşturmuştur. Bu türe ait bireyler diğer ay ve istasyonlarda mm²'de 50 organizmanın altında bulunmuştur.

Epithemia cinsine ait 3 takson tespit edilmiştir. *Epithemia adnata*, Yeşilçay, Hisarcık ve Devecikonağı'nda sadece birer kez tespit edilmiş ve 3 org/mm²'yi geçmemiştir. *Epithemia turgida* Hisarcık, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında birer kez kaydedilmiş ve birey sayıları mm²'de 12 organizmanın altında bulunmuştur. *Epithemia sorex* türü ise tüm istasyonlarda kaydedilmiştir. Yeşilçay ve Hisarcık'ta nadiren mevcut olan tür, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Türün en yüksek birey sayısı 229 org/mm² olarak Ekim 2001'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir.

Eunotia arcus çalışma boyunca sadece bir kez, Ekim 2001'de Yeşilçay'da 32 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Fallacia sp çalışma boyunca sadece bir kez, Mayıs 2001'de Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiş ve bir birey ile temsil edilmiştir.

Fragilaria cinsine ait 4 takson kaydedilmiştir. *Fragilaria brevistriata* Yeşilçay ve Kızkayası istasyonlarında sadece birer kez görülmüş ve birer birey ile temsil edilmiştir. *Fragilaria construens* f. *binodis* çalışma boyunca sadece bir kez, Haziran 2001'de Devecikonağı'nda görülmüş ve 71 org/mm² olarak kaydedilmiştir. *Fragilaria capucina*

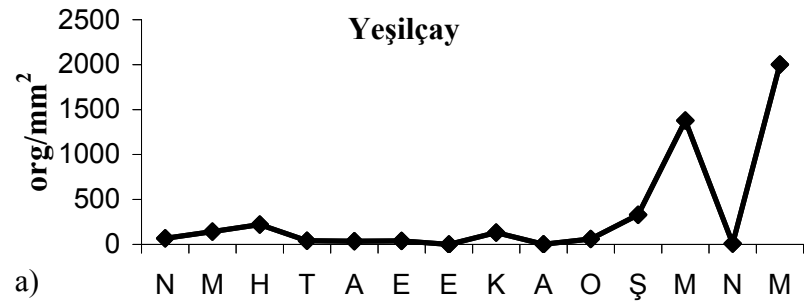
türü tüm istasyonlarda Ocak 2002'den itibaren sayıca artış göstermiş, Yeşilçay (1537 org/mm²), Kızılkayası (279 org/mm²) ve Devecikonağı (490 org/mm²) istasyonlarında en yüksek birey sayısına Şubat 2002'de ulaşmıştır. Hisarcık'ta en yüksek birey sayısı 181 org/mm² olarak Mayıs 2002'de kaydedilen *F.capucina* türünün, Gökçedağ istasyonunda kaydedilen en yüksek birey sayısı 67 org/mm² olarak Mart 2002'de tespit edilmiştir. *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* Hisarcık haricinde diğer istasyonlarda gözlenmiştir. Bu taksona ait bireyler de en yüksek birey sayılarına Şubat 2002 tarihinde ulaşmışlardır.

Gomphonema cinsine ait 9 takson tespit edilmiştir. *Gomphonema affine* çalışma boyunca sadece bir kez, Ocak 2002'de Gökçedağ'da görülmüş ve 8 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

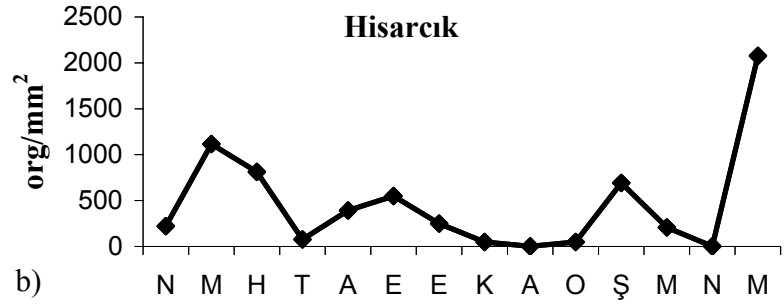
Gomphonema angustatum Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut, diğer istasyonlarda ise ekseriya mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayıları Yeşilçay ve Devecikonağı istasyonlarında kaydedilmiştir. Her iki istasyonda da Şubat 2002'de en yüksek sayıya ulaşan *G. angustatum* bu tarihte Yeşilçay'da 659 org/mm², Devecikonağı'nda ise 857 org/mm² olarak bulunmuştur.

Gomphonema angustum Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda çalışma boyunca sadece birer kez görülmüş ve mm²'de 30 organizmanın altında kaydedilmişlerdir. Yeşilçay'da ise çalışma boyunca beş kez kaydedilen *G. angustum* bu istasyonda Mayıs 2001 (107 org/mm²) ve Şubat 2002 (220 org/mm²) tarihlerinde sayıca artış göstermişlerdir.

Gomphonema olivaceum tüm istasyonlarda yüksek birey sayısı ve tekerrür değerlerine sahip olmuştur. Bu tür tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Yeşilçay'da Şubat 2002 tarihine kadar mm²'de 220 organizmayı geçmemiş, ancak Mart 2002'de 1378 org/mm² ve Mayıs 2002'de 2001 org/mm²'ye artış göstermiştir (Şekil 4.56 a). *G. olivaceum* Hisarcık'ta Mayıs 2001 (1116 org/mm²) ve Mayıs 2002 (2077 org/mm²) tarihlerinde önemli sayılara ulaşmıştır (Şekil 4.56 b). Gökçedağ'da Şubat 2002'ye kadar mm²'de 375 organizmanın altında bulunan *G. olivaceum* bu istasyondaki en önemli artışını Şubat 2002'de yaparak mm²'de 1945 organizmaya ulaşmıştır. Aynı tarihte bu tür toplam organizmanın %21'ini teşkil etmiştir (Şekil 4.56 c). Kızılkayası'nda Nisan 2001 ile Ocak 2002 tarihleri arasında



a)



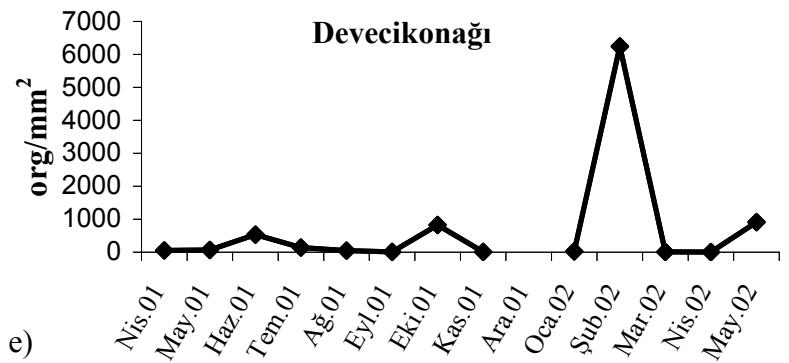
b)



c)



d)



e)

Şekil 4.56. *Gomphonema olivaceum* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

mm²'de 140 organizmanın altında bulunan *G. olivaceum*, Şubat 2002'de ani bir artış göstererek mm²'de 3392 organizmaya ulaşmıştır. Bu tarihte *G. olivaceum* toplam organizmanın %24'ünü oluşturmuştur. Kızılkayası istasyonunda ikinci artışını Mayıs 2002'de gerçekleştiren *G. olivaceum* bu tarihte 1038 org/mm² olarak sayılmıştır (Şekil 4.56 d). Devecikonağı'nda da benzer şekilde en yüksek birey sayısına 6242 org/mm² olarak Şubat 2002'de ulaşan *G. olivaceum* türü bu tarihte toplam organizmanın % 17'sini oluşturmuştur (Şekil 4.56 e).

Gomphonema olivaceum var. *calcareum* Yeşilçay ve Devecikonağı'nda devamlı mevcut, diğer istasyonlarda ise çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu takson çalışma boyunca tüm istasyonlarda Haziran 2001 ve Şubat 2002 tarihlerinde artış göstermiştir. Bu taksona ait en yüksek birey sayısı 958 org/mm² olarak Haziran 2001'de Yeşilçay'da ve 857 org/mm² olarak Şubat 2002'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir. Kızılkayası'nda ise bu taksona ait organizma sayısı çalışma boyunca mm²'de 140 organizmanın altında bulunmuştur.

Gomphonema olivaceum var. *minutissimum* Yeşilçay ve Hisarcık haricindeki istasyonlarda görülmüş ve mm²'de 27 organizmayı geçmeyen sayılarda kaydedilmiştir.

Gomphonema pumilum çalışma boyunca sadece bir kez, Ağustos 2001'de Devecikonağı'nda 12 org/mm² olarak bulunmuştur.

Gomphonema truncatum Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında mm²'de 6 organizmayı geçmeyen sayılarda kaydedilmiştir.

Gomphonema parvulum Yeşilçay'da bazen, Hisarcık ve Gökçedağ'da devamlı, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda ise çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). En yüksek birey sayıları Hisarcık'ta kaydedilen bu tür aynı istasyonda Eylül 2001 tarihinde 641 org/mm² olarak çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısına ulaşmıştır.

Gyrosigma cinsine ait 3 takson tespit edilmiştir. *Gyrosigma acuminatum* Yeşilçay ve Kızılkayası'nda ekseriya mevcut iken, diğer istasyonlarda çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). En yüksek birey sayısı Hisarcık'ta kaydedilen *G. acuminatum* Ağustos 2001'de Hisarcık'ta 917 org/mm² olarak en yüksek değerine ulaşmıştır. *Gyrosigma attenuatum* türü sadece Kızılkayası ve Devecikonağı'nda kaydedilmiştir. Kızılkayası'nda Haziran 2001'de 212 org/mm²'ye ulaşan birey sayısı, bu türün kaydedildiği diğer örneklemelerde mm²'de 25 organizmanın altında tespit

edilmiştir. *Gyrosigma scalproides* Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda görülmüş olup, en yüksek birey sayısı 56 org/mm² olarak Ekim 2001'de Kızılkayası'nda kaydedilmiştir.

Hantzschia amphioxys türü Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Kaydedildiği tüm istasyonlarda nadiren mevcut organizma olarak bulunan *H. amphioxys* türünün en yüksek birey sayısı 46 org/mm² olarak Şubat 2002'de Kızılkayası'nda tespit edilmiştir.

Luticola cinsine ait 5 takson tespit edilmiştir. *Luticola binodis* türü Hisarcık ve Devecikonağı istasyonlarında çalışma boyunca sadece birer kez görülmüş olup, birey sayısı 6 org/mm²'yi geçmemiştir.

Luticola cohnii türü sadece Devecikonağı istasyonunda Eylül ve Ekim 2001 tarihlerinde görülmüş olup, her iki ayda da organizma sayısı mm²'de 12 olarak tespit edilmiştir.

Luticola goeppertiana Hisarcık'ta Mayıs ve Eylül 2001'de, Gökçedağ'da ise Nisan 2001'de mm²'de 1 organizma olarak kaydedilmişlerdir. Diğer ay ve istasyonlarda bu türe ait bireylere rastlanmamıştır.

Luticola mutica sadece Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında kaydedilmiştir. Her iki istasyonda da çalışma boyunca sadece üçer kez tespit edilen *L. mutica* türünün en yüksek birey sayısı 72 org/mm² olarak Ağustos 2001'de Yeşilçay'da kaydedilmiştir.

Luticola nivalis türü Gökçedağ, Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında Ağustos 2001 tarihinde olmak üzere sadece birer kez tespit edilmişlerdir. Gökçedağ'da 1 org/mm² olan *L. nivalis*, Kızılkayası'nda 20 org/mm², Devecikonağı'nda ise 25 org/mm² olarak kaydedilmiştir. Bu türe ait bireylere Yeşilçay ve Hisarcık'ta rastlanmamıştır.

Mastogloia smithii var. *lacustris* çalışma boyunca sadece bir kez, Kasım 2001'de 12 org/mm² olarak Gökçedağ'da tespit edilmiştir.

Mayamaea atomus Kızılkayası'nda nadiren mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Yeşilçay'da kaydedildiği tüm istasyonlarda birer organizma ile temsil edilen *M. atomus*, Hisarcık'ta Mayıs 2002'de mm²'de 271 organizmaya ulaşmıştır. Gökçedağ'da en yüksek organizma sayısı Şubat 2002'de mm²'de 93 organizma olarak kaydedilen *M. atomus*, Kızılkayası'nda Şubat 2002'de 279

org/mm² olarak bulunmuştur. Devecikonağı'nda da yine Şubat 2002'de artış gösteren tür, 367 org/mm² olarak çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısına ulaşmıştır.

Meridion cinsine ait 2 takson tespit edilmiştir. *Meridion circulare* Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda bazen mevcut, Hisarcık'ta ekseriya mevcut, Kızkayası'nda ise nadiren mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). *M. circulare* tüm istasyonlarda Ocak ve Mayıs 2002 tarihleri arasında önemli olmuştur. Türün en yüksek birey sayısı Şubat 2002'de 1537 org/mm² olarak Yeşilçay'da kaydedilmiştir. *M. circulare* var. *constrictum* Gökçedağ haricinde diğer istasyonlarda görülmüştür. Kaydedildiği tüm istasyonlarda nadiren mevcut olarak bulunan bu taksona ait en yüksek birey sayısı Şubat 2002'de Hisarcık'ta 58 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Navicula cinsine ait 23 takson tespit edilmiştir. *Navicula anglica* türü Gökçedağ, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmiştir. Gökçedağ'da bazen mevcut, Kızkayası ve Devecikonağı'nda nadiren mevcut olarak bulunan bu türe Yeşilçay ve Hisarcık'ta rastlanmamıştır (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı 94 org/mm² olarak Temmuz 2001'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir.

Navicula bacillum, Hisarcık haricinde diğer istasyonlarda düşük tekerrür ve birey sayılarına sahip olmuştur. Kaydedildiği tüm ay ve istasyonlarda genellikle bir birey ile temsil edilen bu türün en yüksek birey sayısı 80 org/mm² olarak Temmuz 2001'de Kızkayası'nda, ikinci en yüksek birey sayısı ise yine Temmuz 2001'de 23 org/mm² olarak Devecikonağı'nda tespit edilmiştir.

Navicula capitata Yeşilçay ve Hisarcık'ta tespit edilmemiş, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek birey sayısı 85 org/mm² olarak Temmuz 2001'de Gökçedağ'da, ikinci en yüksek birey sayısı ise 71 org/mm² olarak Haziran 2001'de Kızkayası'nda tespit edilmiştir.

Navicula cincta Devecikonağı'nda ekseriya, Kızkayası'nda bazen, diğer istasyonlarda ise nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür sadece Mayıs 2002'de Devecikonağı'nda sayıca artış göstermiş ve 101 org/mm² olarak bulunmuştur, diğer ay ve istasyonlarda mm²'de 30 bireyin altında bulunmuştur.

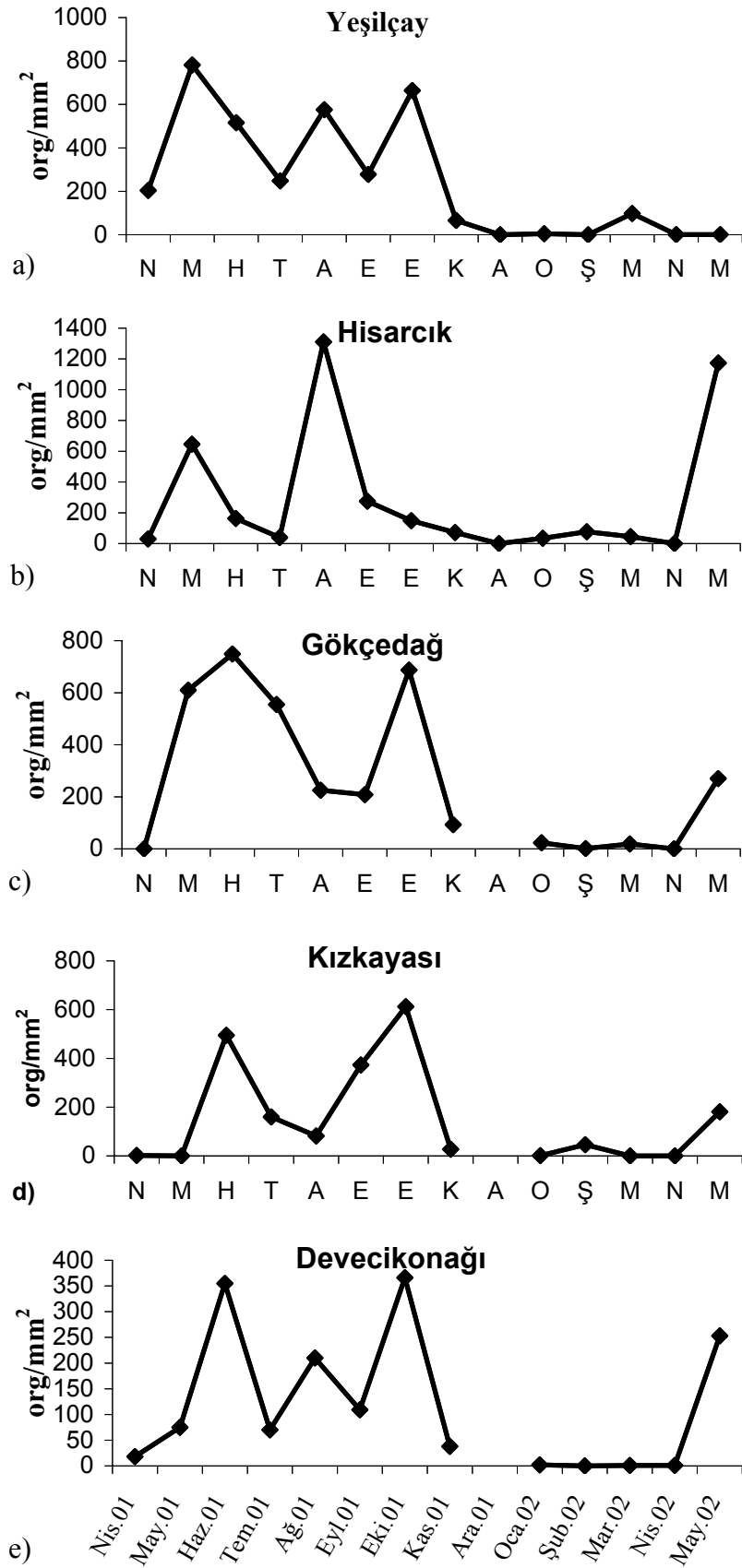
Navicula cocconeiformis türü Hisarcık'ta Ağustos ve Eylül 2001'de, Kızkayası'nda ise Nisan 2001'de görülmüş ve birer birey ile temsil edilmiştir.

Navicula cryptocephala Yeşilçay ve Hisarcık haricinde diğer istasyonlarda kaydedilmiştir. Bu türün en yüksek birey sayısı 1146 org/mm² olarak Eylül 2001'de Kızkayası'nda tespit edilmiştir.

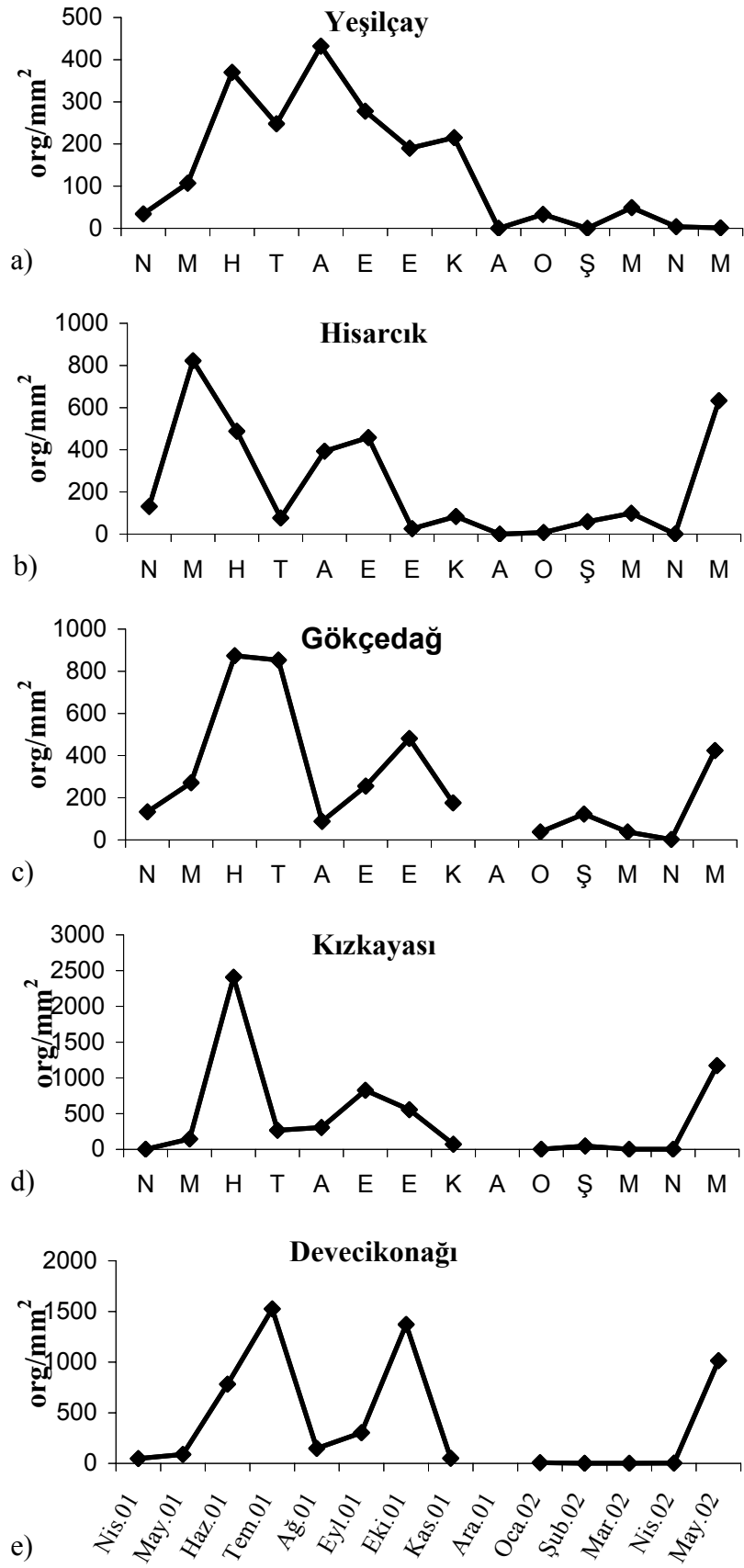
Navicula capitatoradiata türü *Navicula* cinsi içinde birey sayısı ve tekerrür değerleri açısından önemli olan türlerden biridir. Bu tür Kızkayası'nda çoğunlukla mevcut iken, diğer istasyonlarda devamlı mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür Yeşilçay'da Mayıs ve Ekim 2001 tarihleri arasında önemli olmuştur. *N. capitatoradiata*, bu istasyonda Mayıs 2001 (782 org/mm²), Ağustos 2001 (576 org/mm²) ve Ekim 2001 (664 org/mm²) tarihlerinde önemli artışlar göstermiş, bu tarihten itibaren çalışma sonuna kadar birey sayıları düşük bulunmuştur (Şekil 4.57 a). Hisarcık'ta bu türe ait en önemli artışlar Mayıs 2001 (646 org/mm²), Ağustos 2001 (1311 org/mm²) ve Mayıs 2002'de (1174 org/mm²) gözlenmiştir (Şekil 4.57 b). Gökçedağ, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında bu türün birey sayılarındaki mevsimsel değişim benzer bulunmuştur. Her üç istasyonda da en önemli artışlarını Haziran 2001 ve Ekim 2001'de gerçekleştiren *N. capitatoradiata*, ikinci artışlarını Mayıs 2002 tarihinde gerçekleştirmişlerdir (Şekil 4.57 c, d, e).

Navicula cryptotenella, tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür çalışma boyunca en yüksek populasyon yoğunluğuna mm²'de 2407 organizma olarak Haziran 2001'de Kızkayası'nda ulaşmıştır. Bu tür, aynı istasyonda Mayıs 2002'de ikinci kez artış göstermiş ve 1173 org/mm² olarak bulunmuştur (Şekil 4.58 d). Bu tür Devecikonağı'nda Temmuz 2001 (1526 org/mm²), Ekim 2001 (1371 org/mm²) ve Mayıs 2002 (1015 org/mm²) tarihlerinde artış göstermiştir (Şekil 4.58 e). Gökçedağ'da en yüksek birey sayılarına 874 org/mm² ve 853 org/mm² olarak Haziran ve Temmuz 2001'de ulaşan *N. cryptotenella* türü Hisarcık istasyonunda 822 org/mm² olarak Mayıs 2001'de en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.58 b, c). Bu türe ait en düşük birey sayıları Yeşilçay'da kaydedilmiş olup, en yüksek değer 432 org/mm² olarak Ağustos 2001'de tespit edilmiştir (Şekil 4.58 a).

Navicula exigua Hisarcık'ta sadece Nisan 2002'de görülmüş ve bir birey olarak kaydedilmiştir. Yeşilçay'da ekseriya mevcut olan tür, bu istasyondaki en önemli artışını Ağustos (216 org/mm²) ve Eylül 2001 (278 org/mm²) tarihlerinde gerçekleştirmiştir. Gökçedağ'da çoğunlukla mevcut olan tür, bu istasyondaki en yüksek birey sayısına 749



Şekil 4.57. *Navicula capitatoradiata* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.58. *Navicula cryptotenella* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

org/mm² olarak Haziran 2001'de ulaşmıştır. Kızkayası'nda çoğunlukla mevcut olan *N. exigua*, bu istasyonda Temmuz 2001'de ani bir artış göstererek 829 org/mm² olarak kaydedilmiştir. Devecikonağı'nda bu türe ait en yüksek birey sayıları Eylül (97 org/mm²) ve Ekim 2001'de (91 org/mm²) tespit edilmiştir.

Navicula gastrum türüne çalışma boyunca sadece Yeşilçay'da Mayıs ve Haziran 2001'de, Gökçedağ'da ise Şubat 2002 tarihlerinde rastlanmış olup, tüm istasyonlarda birer birey ile temsil edilmişlerdir.

Navicula gottlandica türü tüm istasyonlarda tespit edilmekle birlikte en yüksek organizma sayıları ve tekerrür oranı Hisarcık'ta kaydedilmiştir. *N. gottlandica* türü en yüksek organizma sayısına 271 org/mm² olarak Mayıs 2002 tarihinde Hisarcık'ta ulaşmıştır.

Navicula gregaria Kızkayası'nda ekseriya mevcut iken, diğer istasyonlarda bazen mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün yoğunluğundaki en önemli artışlar Yeşilçay'da Nisan 2001 (153 org/mm²) ve Mayıs 2001'de (107 org/mm²), Gökçedağ'da Mayıs 2001 (102 org/mm²) ve Mayıs 2002'de (193 org/mm²), Devecikonağı'nda ise Mayıs 2002'de (304 org/mm²) gerçekleşmiştir.

Navicula integra türü sadece Gökçedağ ve Kızkayası'nda kaydedilmiştir. Gökçedağ'da sadece Mayıs 2001'de 68 org/mm² olarak kaydedilen tür, Kızkayası'nda Ağustos 2001'de 20 org/mm² ve Ekim 2001'de 28 org/mm² olarak bulunmuştur.

Navicula menisculus türü sadece Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmiştir. Bu tür Mayıs 2002'de Gökçedağ'da 77 org/mm² olarak çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısına ulaşmıştır. *N. menisculus* kaydedildiği diğer aylarda ise birer organizma ile temsil edilmiştir.

Navicula pygmaea, Hisarcık'ta ekseriya mevcut, diğer istasyonlarda ise nadiren mevcut bir tür olmuştur (Çizelge 4.14). En yüksek populasyon yoğunluğuna Hisarcık'ta ulaşan *N. pygmaea*, bu istasyonda Eylül ve Ekim 2001'de artış göstermiş ve sırasıyla 92 org/mm² ve 75 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

Navicula radiosa Kızkayası'nda nadiren mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek populasyon yoğunluğu Ekim 2001'de Devecikonağı'nda 91 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

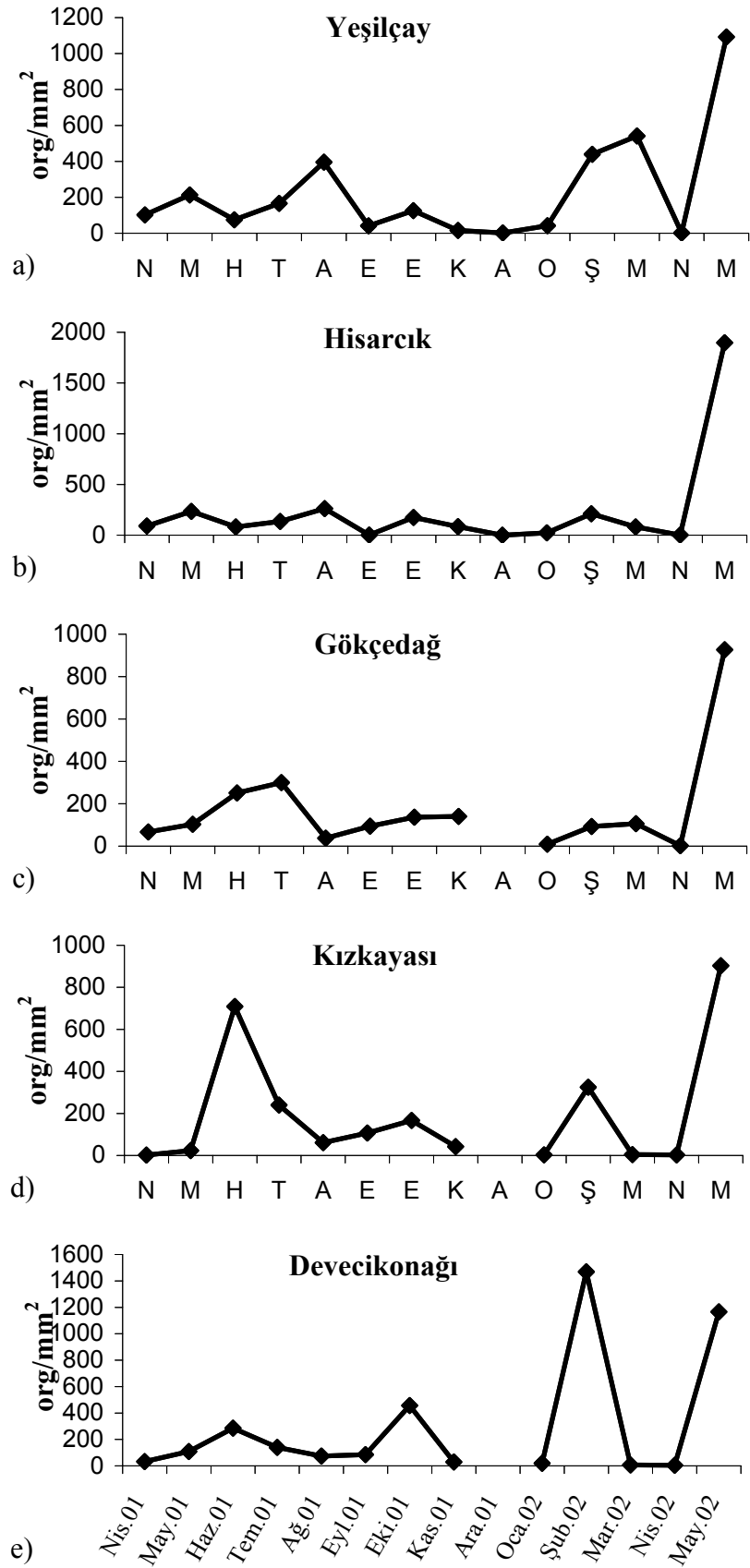
Navicula rhynchocephala, çalışma boyunca sadece bir kez, Temmuz 2001'de Yeşilçay'da kaydedilmiş ve 41 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Navicula schroeterii türü Yeşilçay'da nadiren mevcut iken, Gökçedağ'da devamlı mevcut olarak bulunmuş, diğer istasyonlarda ise ekseriya mevcut olmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayısı Ağustos 2001'de 5767 org/mm² ve Eylül 2001'de 4580 org/mm² olarak Hisarcık'da kaydedilmiştir. *N. schroeterii*, Ağustos 2001'de toplam organizmanın %15'ini, Eylül 2001'de ise %17'sini oluşturmuştur.

Navicula tripunctata, tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek populasyon yoğunluğuna ulaştığı istasyon Hisarcık olmuştur. *N. tripunctata* bu istasyonda en önemli artışını Mayıs 2001 (1292 org/mm²) ve Eylül 2001'de (1191 org/mm²) gerçekleştirmiştir. Yeşilçay'da en yüksek birey sayısı 589 org/mm² olarak Haziran 2001'de tespit edilen *N. tripunctata* türünün bu istasyondaki ikinci artışı 246 org/mm² olarak Mart 2002'de kaydedilmiştir. Gökçedağ'da Nisan 2001'de 216 org/mm² olarak bu istasyondaki en yüksek birey sayısına ulaşan *N. tripunctata*, ikinci artışını Mayıs 2002'de gerçekleştirmiştir. Kızkayası'nda bu türe ait en yüksek birey sayıları Haziran 2001 (354 org/mm²) ve Mayıs 2002'de (497 org/mm²) kaydedilmiştir. *N. tripunctata* türünün birey sayıları Devecikonağı istasyonunda düzensiz değişimler göstermiştir. Çalışma boyunca Haziran 2001, Ekim 2001, Şubat 2002 ve Mayıs 2002'de olmak üzere artış gösteren *N. tripunctata* türünün bu istasyonda gözlenen en yüksek birey sayısı 367 org/mm² olarak Şubat 2002'de kaydedilmiştir.

Navicula veneta, tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayısı 1896 org/mm² olarak Mayıs 2002'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir (Şekil 4.59 b). *N. veneta* Devecikonağı haricinde diğer istasyonlarda en yüksek populasyon yoğunluğuna Mayıs 2002'de ulaşmıştır. Devecikonağı'nda *N. veneta* en önemli artışını Şubat 2002'de (1469 org/mm²) göstermiş, ikinci önemli artışı ise yine Mayıs 2002'de (1166 org/mm²) gerçekleştirmiştir (Şekil 4.59 e).

Navicula viridula, Yeşilçay, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut iken, Kızkayası'nda ekseriya mevcut, Hisarcık'ta ise nadiren mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). *N. viridula*, Hisarcık'ta Ağustos ve Eylül 2001 tarihlerinde olmak üzere sadece iki kez kaydedilmekle beraber, çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısına 1191 org/mm² olarak Eylül 2001'de yine bu istasyonda ulaşmıştır.



Şekil 4.59. *Navicula veneta* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

N. viridula tüm istasyonlarda Temmuz ve Eylül 2001 tarihleri arasında artış göstermiştir (Şekil 4.60).

Navicula viridula var. *linearis*, sadece Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da bazen mevcut olan tür, en yüksek organizma sayısına 61 org/mm² olarak Ağustos 2001'de Kızılkayası'nda ulaşmıştır.

Navicula viridula var. *rostellata* Yeşilçay'da nadiren mevcut olmuş, Hisarcık'ta bazen mevcut, Gökçedağ ve Kızılkayası'nda ekseriya mevcut, Devecikonağı'nda ise çoğunlukla mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek populasyon yoğunluğu 1815 org/mm² olarak Temmuz 2001'de Kızılkayası'nda kaydedilmiştir.

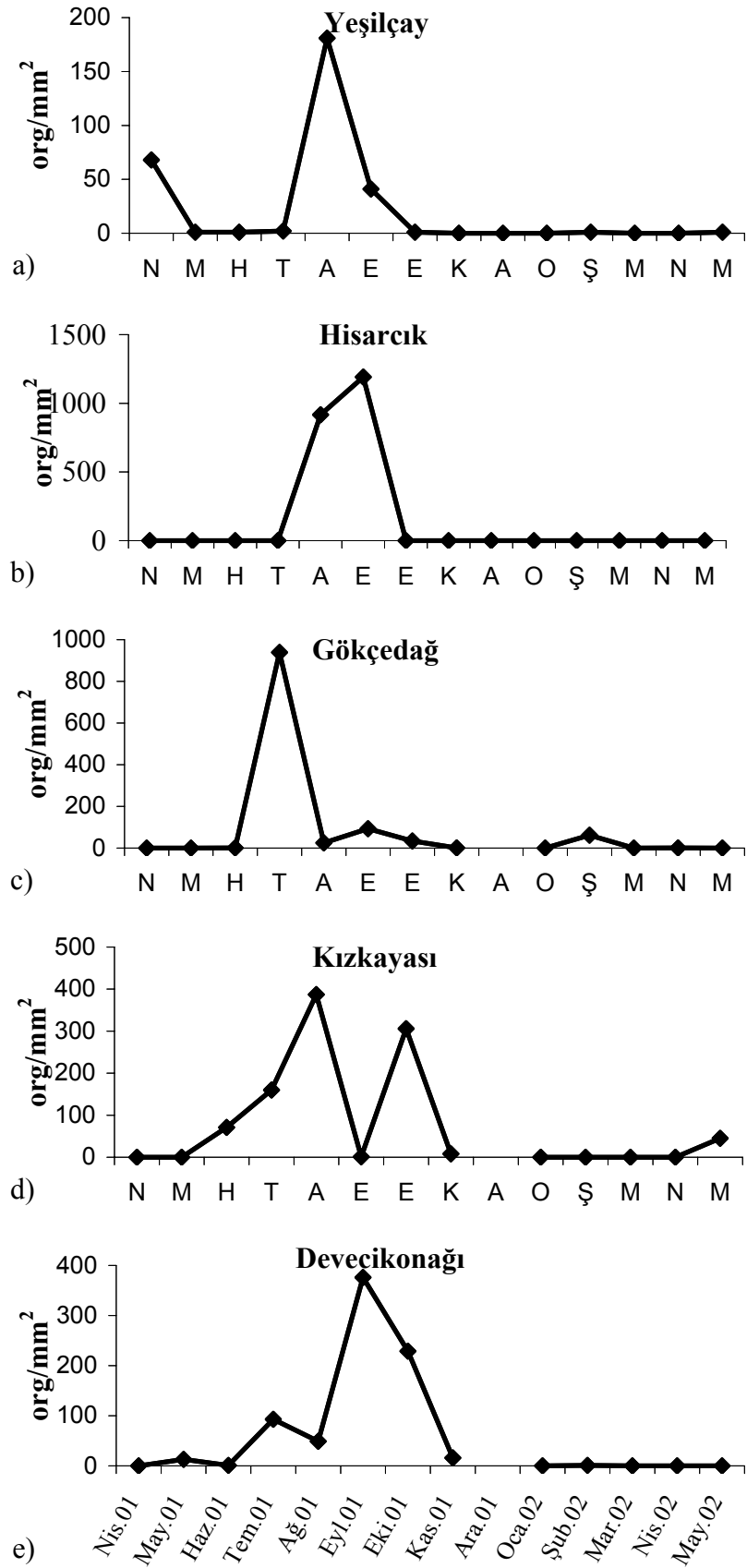
Neidium cinsine ait 4 takson tespit edilmiştir. *Neidium affine* türü Yeşilçay'da kaydedilmemiştir. Hisarcık ve Devecikonağı'nda bazen mevcut olan tür, Gökçedağ ve Kızılkayası'nda nadiren mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı 59 org/mm² olarak Mayıs 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir.

Neidium binodis sadece Gökçedağ ve Devecikonağı'nda çalışma boyunca birer kez görülmüştür. Gökçedağ'da Mayıs 2001'de mm²'de 34 organizma olarak bulunan *N. binodis*, Nisan 2001'de Devecikonağı'nda 4 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Neidium dubium Hisarcık, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda nadiren mevcut, Yeşilçay ve Gökçedağ'da ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür sadece Gökçedağ'da önemli bolluk değerlerine sahip olmuştur. Gökçedağ'da Haziran ve Temmuz 2001'de bu türe ait organizma sayısı sırasıyla 374 org/mm² ve 299 org/mm² olarak bulunmuştur. Bolluk değerleri diğer ay ve istasyonlarda mm²'de 35 organizmanın altında bulunmuştur.

Neidium iridis türü çalışma boyunca sadece bir kez, Haziran 2001'de Yeşilçay'da görülmüş ve bir birey ile temsil edilmiştir.

Nitzschia cinsine ait 23 takson tespit edilmiştir. *Nitzschia acicularis* Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiş olup, kaydedildiği tüm istasyonlarda nadiren mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Kaydedildiği çoğu ayda genellikle bir birey ile temsil edilen *N. acicularis* türü çalışma boyunca sadece bir örnekleme tarihinde artış göstermiştir. Ekim 2001'de Kızılkayası'nda 111 org/mm² olarak bulunan birey sayısı, aynı ayda Devecikonağı'nda 91 org/mm² olarak bulunmuştur.



Şekil 4.60. *Navicula viridula* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

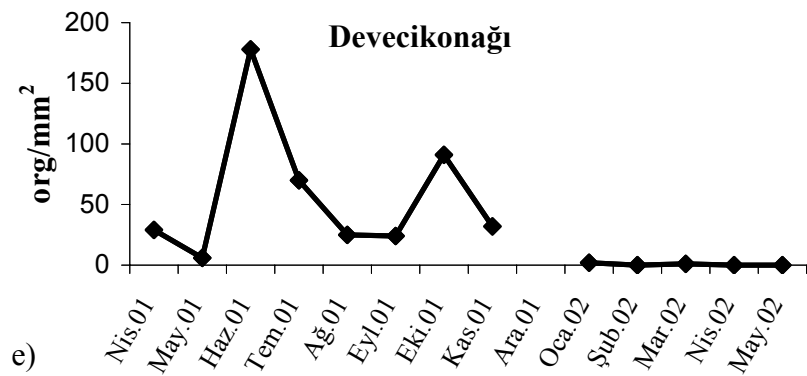
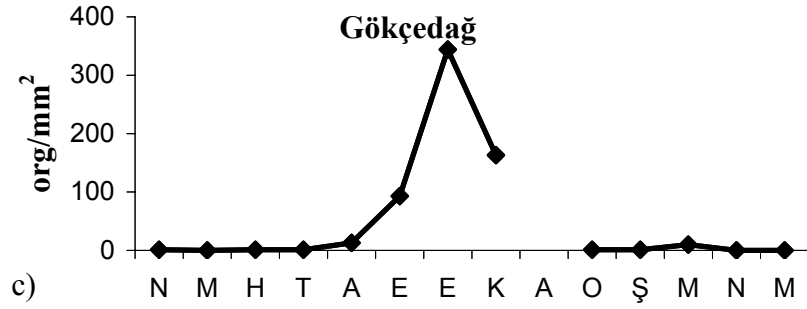
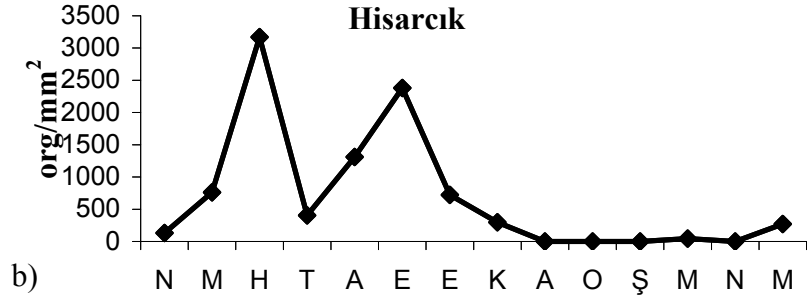
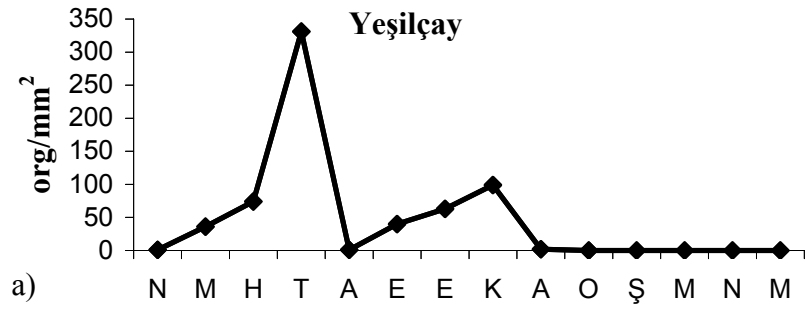
Nitzschia amphibia tüm istasyonlarda çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün populasyon yoğunluğunun en yüksek bulunduğu istasyon Hisarcık olmuştur. Bu türün çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısı, 3169 org/mm² olarak Haziran 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir. *N. amphibia* türü bu istasyonda ikinci önemli artışını mm²'de 2381 organizmaya ulaşarak Eylül 2001'de gerçekleştirmiştir (Şekil 4.61 b). Bu tür Kızılkayası ve Devecikonağı istasyonlarında da çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayılarına Haziran 2001 tarihinde ulaşmış ve sırasıyla 849 org/mm² ve 178 org/mm² olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.61 d, e). Bu tür Gökçedağ istasyonunda çalışma boyunca düşük yoğunluklarda bulunmuş, birey sayısı sadece Eylül ile Kasım 2001 tarihleri arasında artış göstermiştir (Şekil 4.61 c). Yeşilçay istasyonunda *N. amphibia* türüne ait en yüksek birey sayısı 331 org/mm² olarak Temmuz 2001 tarihinde kaydedilmiştir (Şekil 4.61 a).

Nitzschia angustatula türü çalışma boyunca sadece iki örneklemede görülmüştür. Bu tür Nisan 2001'de Gökçedağ'da bir birey ile temsil edilmiş, Ağustos 2001'de Devecikonağı'nda 25 org/mm² olarak kaydedilmiştir. Diğer ay ve istasyonlarda bu türe ait bireye rastlanmamıştır.

Nitzschia capitellata türü en yüksek birey sayılarına Yeşilçay (220 org/mm²), Kızılkayası (186 org/mm²) ve Devecikonağı'nda (1102 org/mm²) Şubat 2002'de ulaşmışlardır. Hisarcık'ta Ağustos (524 org/mm²) ve Eylül 2001'de (458 org/mm²) artış gösteren *N. capitellata*, Gökçedağ'da Mayıs 2001 (136 org/mm²), Şubat 2002 (123 org/mm²) ve Mayıs 2002 (154 org/mm²) tarihlerinde önemli bolluk değerlerine ulaşmışlardır.

Nitzschia communis Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Hisarcık'ta sadece bir kez, Mayıs 2002 tarihinde kaydedilen tür mm²'de 90 organizma olarak bulunmuştur. Gökçedağ'da ekseriya mevcut olan *N. communis* bu istasyonda en önemli artışını 39 org/mm² olarak Mayıs 2002'de gerçekleştirmiştir. Kızılkayası'nda bazen mevcut olarak bulunan tür bu istasyonda Şubat 2002'de mm²'de 93 organizmaya ulaşmıştır. *N. communis*, Devecikonağı'nda sadece üç örnekleme tarihinde görülmüş ve birer organizma ile temsil edilmiştir.

Nitzschia dissipata, Yeşilçay'da çoğunlukla mevcut iken, diğer istasyonlarda devamlı mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayısı Devecikonağı istasyonunda kaydedilmiştir. *N. dissipata* bu istasyonda Şubat 2002 (857



Şekil 4.61. *Nitzschia amphibia* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

org/mm²) ve Mayıs 2002 (1166 org/mm²) olmak üzere iki kez önemli artış göstermiştir (Şekil 4.62 e). Bu türe ait en düşük değerler Yeşilçay'da görülmüş olup, organizma sayısı çalışma boyunca 98 org/mm²'yi geçmemiştir (Şekil 4.62 a).

Nitzschia dubia, Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda kaydedilmiştir. Hisarcık ve Gökçedağ'da ekseriya mevcut olan tür, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayıları Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir. Çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısı 184 org/mm² olarak Eylül 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir.

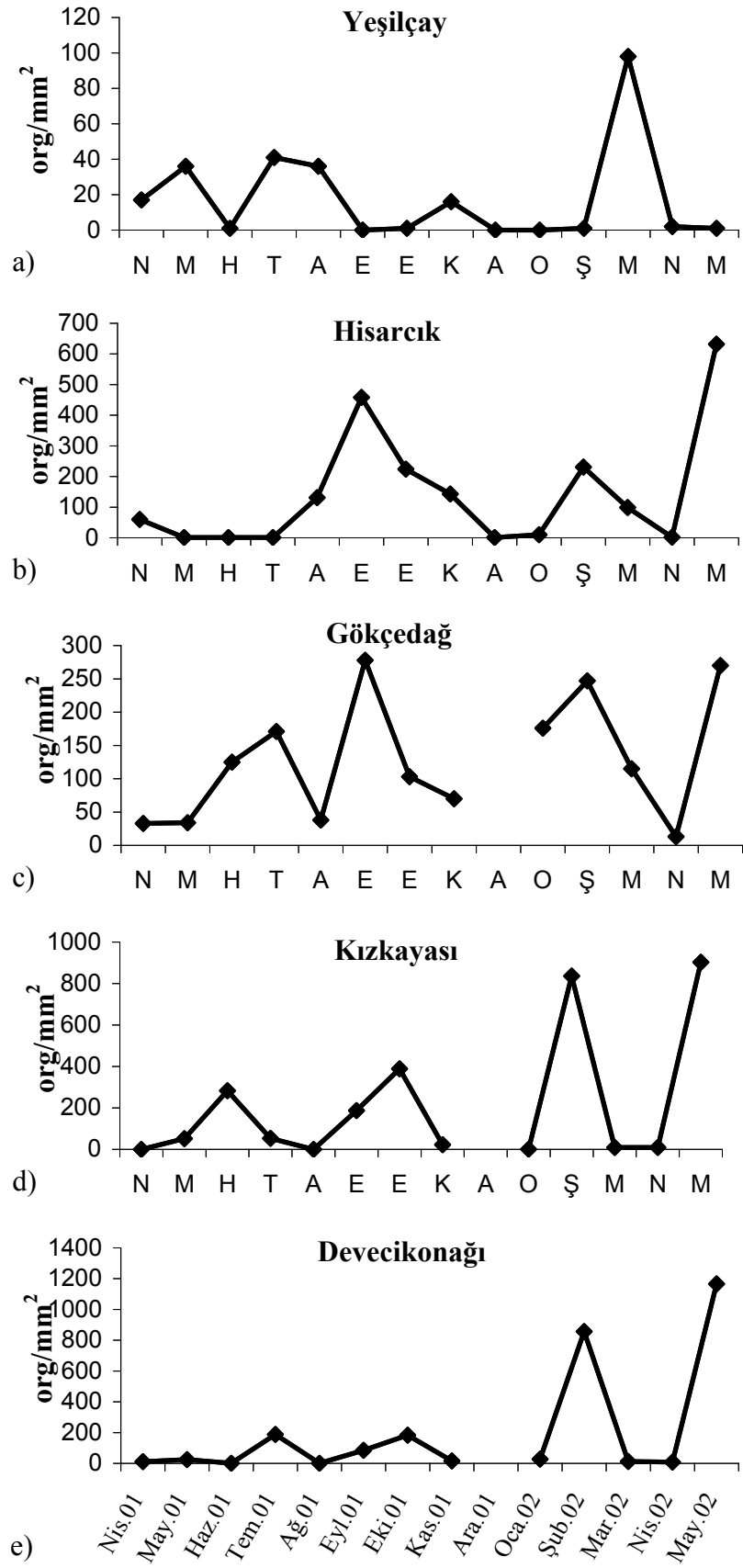
Nitzschia filiformis, Yeşilçay ve Kızılkayası haricinde diğer istasyonlarda kaydedilmiştir. Hisarcık'ta çalışma boyunca bir kez, Şubat 2002'de kaydedilen *N. filiformis*, bu ayda 192 org/mm² olarak bulunmuştur. Bu sayı *N. filiformis* türüne ait çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısı olmuştur.

Nitzschia fonticola, Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda kaydedilmiştir. Gökçedağ'da bazen mevcut bulunan tür, diğer istasyonlarda ekseriya mevcut olmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı 102 org/mm² olarak Mayıs 2001'de Gökçedağ'da ve 101 org/mm² olarak Mayıs 2002'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir.

Nitzschia frustulum, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut, Yeşilçay ve Hisarcık'ta ekseriya mevcut, Kızılkayası'nda ise bazen mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). *N. frustulum*, çalışma boyunca görülen en yüksek organizma sayısına 917 org/mm² olarak Ağustos 2001'de Hisarcık'ta ulaşmıştır. Bu türe ait ikinci en yüksek organizma sayısı 211 org/mm² olarak Temmuz 2001'de Devecikonağı'nda görülmüştür. Diğer ay ve istasyonlarda bu türe ait organizma sayısı mm²'de 160 organizmayı geçmemiştir.

Nitzschia gracilis, Kızılkayası'nda nadiren mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayısı 184 org/mm² olarak Eylül 2001'de Hisarcık'ta, ikinci en yüksek organizma sayısı ise 101 org/mm² olarak Mayıs 2002'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir. Diğer ay ve istasyonlarda organizma sayısı 60 org/mm²'nin altında bulunmuştur.

Nitzschia inconspicua, Gökçedağ ve Kızılkayası'nda çoğunlukla mevcut, Devecikonağı'nda ekseriya mevcut, Yeşilçay ve Hisarcık'ta ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün çalışma boyunca kaydedilen en yüksek organizma



Şekil 4.62. *Nitzschia dissipata* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

sayısı 1014 org/mm² olarak Mayıs 2002’de Devecikonağı’nda kaydedilmiştir. Bu türe ait kaydedilen ikinci en yüksek organizma sayısı ise 312 org/mm² olarak Haziran 2001’de Gökçedağ’da tespit edilmiştir.

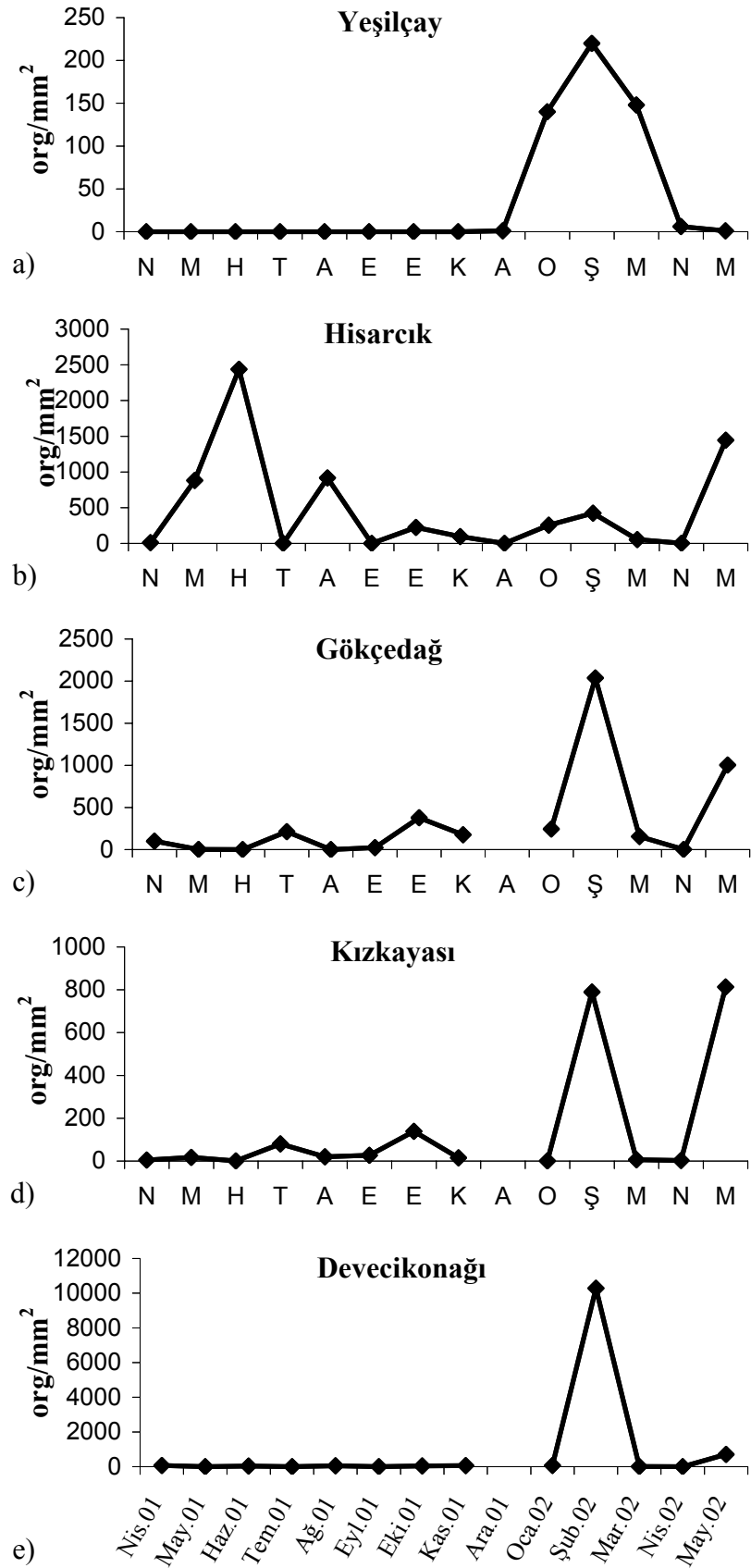
Nitzschia linearis, Yeşilçay’da ekseriya mevcut iken, diğer istasyonlarda devamlı mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Yeşilçay’da Nisan ile Kasım 2001 tarihleri arasında kaydedilmeyen bu tür, Ocak ile Mayıs 2002 tarihleri arasında görülmüş ve en yüksek organizma sayısı 220 org/mm² olarak Şubat 2002’de kaydedilmiştir (Şekil 4.63 a). *N. linearis*, Hisarcık’ta Haziran 2001 (2438 org/mm²) ve Mayıs 2002 (1455 org/mm²) tarihlerinde olmak üzere iki kez artış göstermiştir (Şekil 4.63 b). Gökçedağ’da en yüksek organizma sayısı 2038 org/mm² olarak Şubat 2002’de, ikinci en yüksek organizma sayısı ise 1003 org/mm² olarak Mayıs 2002’de kaydedilmiştir (Şekil 4.63 c). Kızkayası’nda bu türe ait en yüksek organizma sayısı Şubat 2002 (790 org/mm²) ve Mayıs 2002’de (813 org/mm²) tespit edilmiştir (Şekil 4.63 d). Devecikonağı’nda Şubat 2002’de ani bir artış göstererek mm²’de 10.281 organizmaya yükselen *N. linearis*, bu ayda toplam organizmanın % 28’ini oluşturmuştur (Şekil 4.63 e).

Nitzschia lorenziana, Yeşilçay ve Hisarcık’ta tespit edilmemiş, diğer istasyonlarda ise nadiren mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayısı 41 org/mm² olarak Ağustos 2001’de Kızkayası’nda kaydedilmiştir.

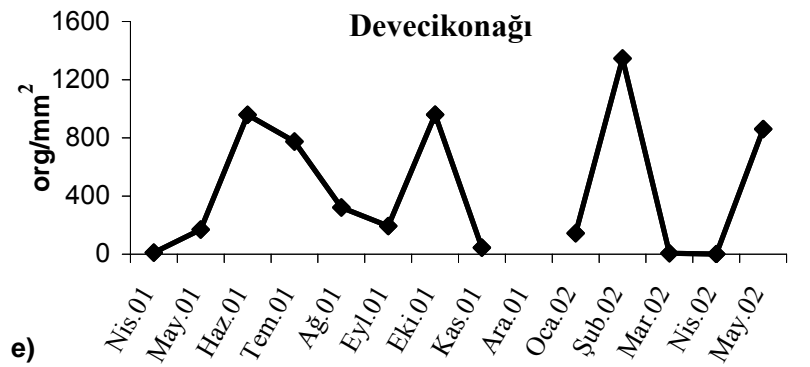
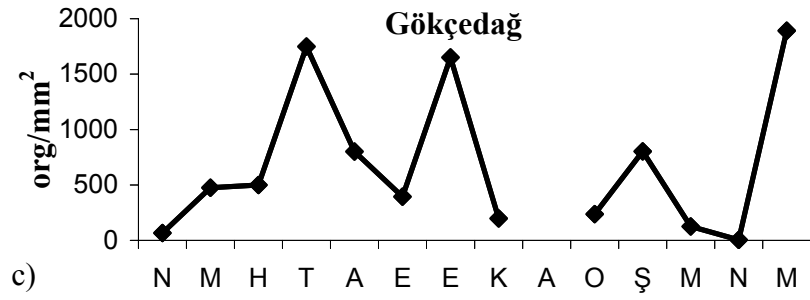
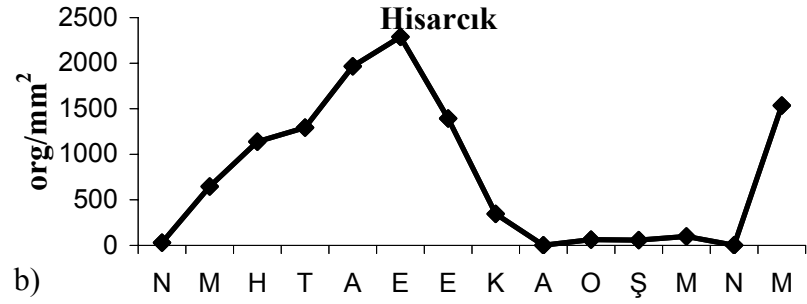
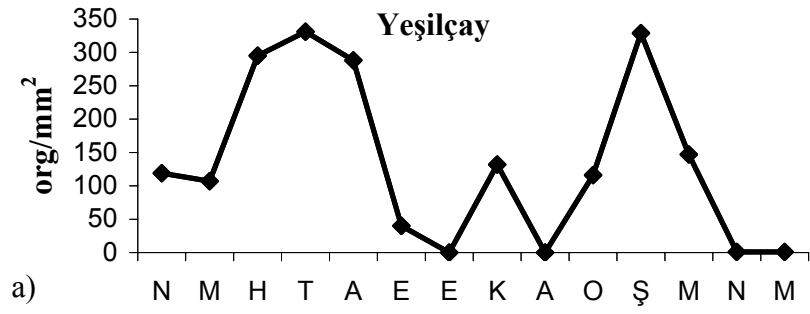
Nitzschia nana, sadece Kızkayası ve Devecikonağı’nda tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da nadiren mevcut bulunan *N. nana* türüne ait en yüksek organizma sayısı 62 org/mm² olarak Ağustos 2001’de Devecikonağı’nda kaydedilmiştir.

Nitzschia obtusa, Yeşilçay ve Hisarcık’ta nadiren mevcut, diğer istasyonlarda bazen mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür en yüksek organizma sayısına 172 org/mm² olarak Ekim 2001’de Gökçedağ’da ulaşmıştır.

Nitzschia palea, tüm istasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). *N. palea*, Yeşilçay’da en önemli iki artışını Temmuz 2001 (331 org/mm²) ve Şubat 2002 (329 org/mm²) tarihlerinde gerçekleştirmiştir (Şekil 4.64 a). Bu türe ait en yüksek birey sayılarının kaydedildiği istasyon Hisarcık olmuştur. Bu istasyonda Eylül 2001’de 2290 org/mm² olarak tespit edilen *N. palea*, bu ayda toplam organizmanın %22’sini oluşturmuştur. Bu tür aynı istasyonda ikinci önemli artışını 1535 org/mm² olarak Mayıs 2002’de gerçekleştirmiştir (Şekil 4.64 b). *N. palea* türü Gökçedağ, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında çalışma boyunca düzensiz



Şekil 4.63. *Nitzschia linearis* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.64. *Nitzschia palea* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

değişimler göstermiştir. Gökçedağ'da bu türe ait en önemli birey sayıları Temmuz 2001 (1749 org/mm²), Ekim 2001 (1650 org/mm²) ve Mayıs 2002'de (1891 org/mm²) gözlenmiştir (Şekil 4.64 c). Kızkayası'nda Nisan ve Mayıs 2001'de çok düşük olan birey sayıları Haziran 2001'de ani bir artışla 1486 org/mm²'ye yükselmiş, Ağustos 2001'de 530 org/mm²'ye gerileyen birey sayısı Eylül 2001'de tekrar artarak 1279 org/mm²'ye ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren tekrar azalan birey sayısı Şubat 2002 ve Mayıs 2002'de ani artışlar göstererek sırasıyla 790 org/mm² ve 903 org/mm² olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.64 d). Benzer şekilde Devecikonağı'nda da bu türe ait birey sayılarında ani azalma ve artışlar gözlenmiştir. Bu tür Devecikonağı istasyonunda en önemli birey sayılarına Haziran 2001 (959 org/mm²), Ekim 2001 (960 org/mm²), Şubat 2002 (1346 org/mm²) ve Mayıs 2002'de (861 org/mm²) ulaşmıştır (Şekil 4.64 e).

Nitzschia paleacea, Devecikonağı'nda devamlı mevcut iken, diğer istasyonlarda çoğunlukla mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür Yeşilçay'da Ağustos 2001 (108 org/mm²) ve Şubat 2002 (220 org/mm²) olmak üzere iki kez artış göstermiş, diğer aylarda ise organizma sayısı çok düşük bulunmuştur. Bu tür Hisarcık'ta çalışma boyunca sadece bir kez, Ağustos 2001'de artış göstermiş ve mm²'de 1048 organizmaya ulaşmıştır. Bu sayı çalışma boyunca bu türe ait kaydedilen en yüksek organizma sayısı olmuştur. Gökçedağ'da bu türe ait en önemli birey sayısı 810 org/mm² olarak Temmuz 2001'de kaydedilmiştir. Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında ise bu tür en yüksek organizma sayısına Şubat 2002'de ulaşmış ve sırasıyla 558 org/mm² ve 490 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Nitzschia parvula, Kızkayası ve Devecikonağı'nda ekseriya mevcut, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Çoğu ayda düşük sayılarda kaydedilen *N. parvula* türüne ait en yüksek organizma sayısı 45 org/mm² olarak Mayıs 2002'de Kızkayası'nda kaydedilmiştir.

Nitzschia recta, Yeşilçay ve Hisarcık'ta nadiren mevcut, Gökçedağ'da ekseriya mevcut, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek birey sayısı Mayıs 2001'de Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında sırasıyla 68 org/mm² ve 69 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Nitzschia sigma, çalışma boyunca sadece bir kez, Ağustos 2001'de Gökçedağ'da görülmüş ve 13 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

Nitzschia sigmoidea, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut, diğer istasyonlarda ise ekseriya mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayısı 235 org/mm² olarak Mayıs 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir. Bu türe ait en düşük organizma sayısı Yeşilçay'da tespit edilmiş olup, bu istasyonda *N. sigmoidea* türüne ait birey sayısı çalışma boyunca mm²'de 49 organizmayı geçmemiştir.

Nitzschia vermicularis türü Yeşilçay'da tespit edilmemiştir. Hisarcık'ta nadiren mevcut olan tür, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Kaydedildiği aylarda genellikle düşük organizma sayısı ile temsil edilen bu tür, çalışma boyunca sadece iki kez artış göstermiştir. Bu türe ait en yüksek organizma sayısı 224 org/mm² olarak Ekim 2001'de Kızılkayası'nda, ikinci en yüksek organizma sayısı ise 86 org/mm² olarak Ağustos 2001'de Devecikonağı'nda tespit edilmiştir.

Pinnularia cinsine ait 7 takson tespit edilmiştir. *Pinnularia borealis*, Yeşilçay ve Hisarcık'ta nadiren mevcut, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda bazen mevcut, Kızılkayası'nda ise ekseriya mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür en yüksek birey sayısına 92 org/mm² olarak Eylül 2001'de Hisarcık'ta ulaşmıştır.

Pinnularia divergentissima türü sadece Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir. Yeşilçay'da çalışma boyunca Ağustos ve Eylül 2001 tarihlerinde olmak üzere iki kez görülen *P. divergentissima* Ağustos ayında sadece bir birey ile temsil edilmiş, Eylül ayında ise 40 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Pinnularia gibba türü sadece Yeşilçay'da görülmüş ve çalışma boyunca bir kez, Temmuz 2001'de bir birey ile temsil edilmiştir.

Pinnularia maior türü sadece Yeşilçay ve Hisarcık istasyonlarında görülmüştür. Bu türün en yüksek birey sayısı 59 org/mm² olarak Mayıs 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir.

Pinnularia micrastaureon, Yeşilçay ve Hisarcık haricinde diğer istasyonlarda bulunmuştur. Gökçedağ ve Kızılkayası'nda nadiren mevcut olan tür, Devecikonağı'nda bazen mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek organizma sayısı Eylül 2001'de Gökçedağ'da 93 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Pinnularia micrastaureon var. *brebissonii*, Yeşilçay'da bazen mevcut, Kızılkayası'nda ekseriya mevcut, diğer istasyonlarda ise çoğunlukla mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı 834 org/mm² olarak Eylül 2001'de Gökçedağ'da kaydedilmiştir. Bu türün en düşük birey sayılarının

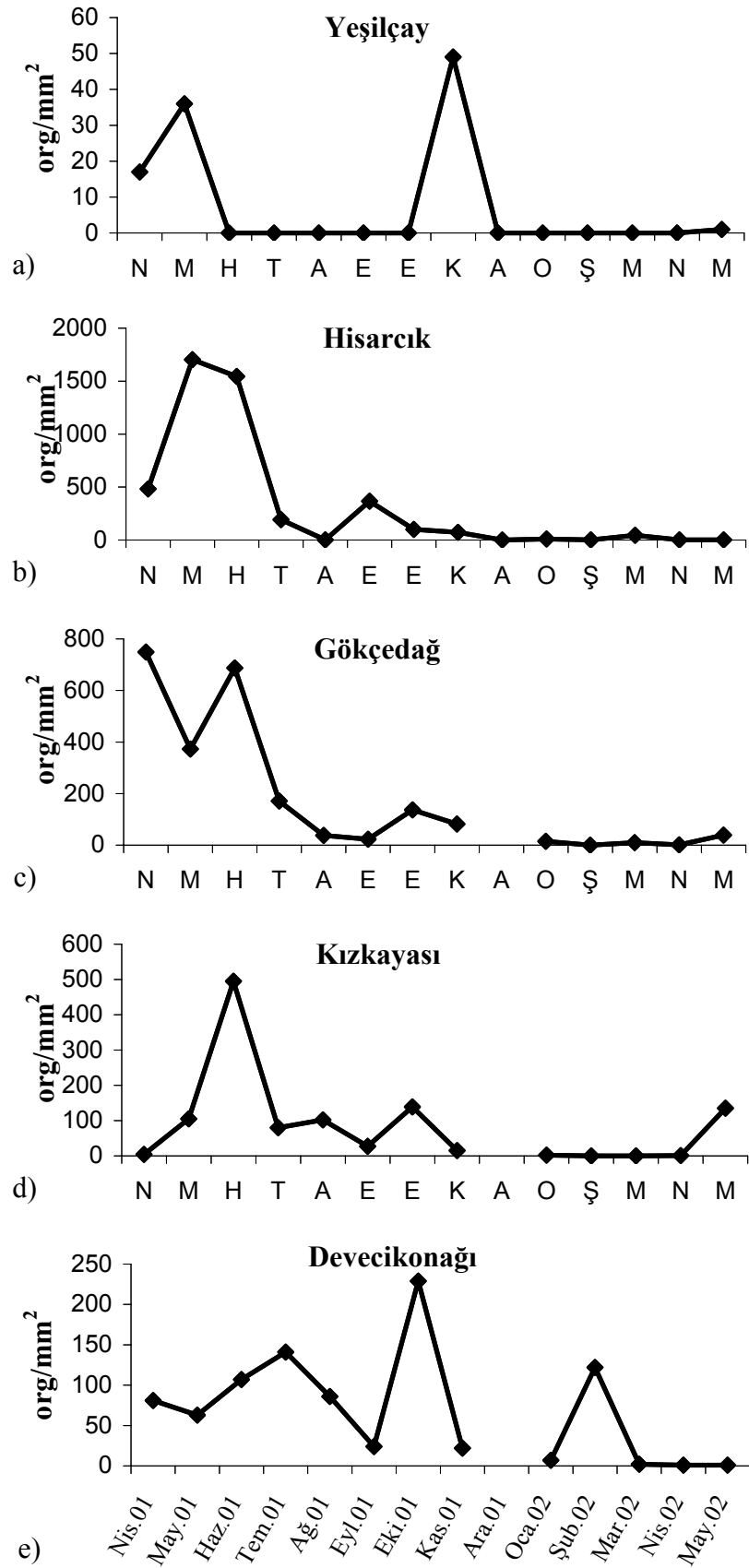
bulunduğu istasyon Kızılkayası olmuş, bu istasyonda bu taksona ait birey sayısı mm^2 'de 83 organizmanın üstüne çıkmamıştır.

Pinnularia viridis türü tüm istasyonlarda düşük birey sayısına sahip olmuştur. Tespit edildiği aylarda çoğunlukla bir birey ile temsil edilen *P. viridis* türünün çalışma boyunca kaydedildiği en yüksek birey sayısı 36 org/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Rhoicosphenia cinsine ait kaydedilen tek tür olan *R. abbreviata*, Yeşilçay'da bazen mevcut iken, diğer istasyonlarda devamlı mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). En düşük organizma sayısı Yeşilçay'da kaydedilen *R. abbreviata* türü bu istasyonda 49 org/mm^2 'nin üstüne çıkmamıştır (Şekil 4.65 a). Bu türe ait en yüksek birey sayıları Hisarcık'ta tespit edilmiştir. Hisarcık'ta Mayıs 2001'de 1703 org/mm^2 olarak bulunan birey sayısı, bu türün çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısı olmuştur (Şekil 4.65 b). *R. abbreviata* Gökçedağ istasyonunda en yüksek birey sayısına Nisan 2001 (749 org/mm^2) ve Haziran 2001 (687 org/mm^2)'de ulaşmıştır (Şekil 4.65 c). Kızılkayası istasyonunda bu türe ait en yüksek birey sayısı 495 org/mm^2 olarak Haziran 2001'de kaydedilmiştir (Şekil 4.65 d). Devecikonağı istasyonunda ise bu türe ait en yüksek birey sayısı 229 org/mm^2 olarak Ekim 2001'de tespit edilmiştir (Şekil 4.65 e).

Rhopalodia cinsine ait bir tür ve bir varyete tespit edilmiştir. *Rhopalodia gibba* türüne Hisarcık istasyonunda rastlanılmamıştır. Yeşilçay ve Gökçedağ'da bazen mevcut olan tür, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür çalışma boyunca 34 org/mm^2 'nin altında birey sayısına sahip olmuştur. *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* ise Yeşilçay ve Hisarcık haricinde diğer istasyonlarda kaydedilmiş olup, her üç istasyonda da nadiren mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Kaydedildiği aylarda genellikle bir birey ile temsil edilen takson, sadece Ağustos 2001'de Devecikonağı istasyonunda mm^2 'de 25 organizma olarak tespit edilmiştir.

Sellophora cinsine ait tek bir tür kaydedilmiştir. *Sellophora pupula*, Yeşilçay, Hisarcık ve Gökçedağ'da çoğunlukla mevcut, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda ise devamlı mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün organizma sayısı tüm istasyonlarda düzensiz değişimler göstermiştir. Yeşilçay'da Nisan 2001, Ağustos 2001 ve Ekim 2001 tarihlerinde artış gösteren *S. pupula* türünün bu istasyonda kaydedilen en yüksek birey sayısı 316 org/mm^2 olarak Ekim 2001'de bulunmuştur. Aynı istasyonda bu tarihten itibaren birey sayısı hızla azalmış ve çoğu ayda tespit edilememiştir. Hisarcık'ta



Şekil 4.65. *Rhoicosphenia abbreviata* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

bu türe ait birey sayısı çalışma boyunca mm^2 'de 92 organizmanın altında bulunmuştur. Gökçedağ'da *S. pupula* türü en önemli artışını 221 org/mm^2 olarak Kasım 2001'de gerçekleştirmiştir. Bu türün en yüksek birey sayısı 400 org/mm^2 olarak Temmuz 2001'de Kızkayası'nda kaydedilmiştir. Devecikonağı'nda ise bu türe ait birey sayısı mm^2 'de 70 organizmanın üstüne çıkamamıştır.

Stauroneis cinsi 3 takson ile temsil edilmiştir. *Stauroneis anceps*, sadece Yeşilçay ve Gökçedağ'da kaydedilmiş olup, her iki istasyonda da nadiren mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür çalışma boyunca sadece bir kez, Ağustos 2001'de Yeşilçay'da artış göstermiş ve 72 org/mm^2 olarak kaydedilmiştir.

Stauroneis phoenicenteron türü sadece Yeşilçay'da tespit edilmiştir. Bu istasyonda çalışma boyunca Ağustos ve Eylül 2001 tarihleri olmak üzere sadece iki kez görülen *S. phoenicenteron* türünün m^2 'deki organizma sayısı sırasıyla 36 ve 40 org/mm^2 olarak bulunmuştur.

Stauroneis smithii türü Yeşilçay'da ekseriya, Gökçedağ'da bazen, diğer istasyonlarda ise nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek birey sayısı 95 org/mm^2 olarak Ekim 2001'de Yeşilçay'da kaydedilmiştir.

Surirella cinsi 8 takson ile temsil edilmiştir. *Surirella angusta* türü Gökçedağ'da devamlı, Hisarcık ve Devecikonağı'nda çoğunlukla, Kızkayası'nda ekseriya ve Yeşilçay'da bazen mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün organizma sayısı çalışma boyunca mm^2 'de 37 organizmanın üstüne çıkmamıştır. Hisarcık'ta en yüksek birey sayısına 117 org/mm^2 olarak Mayıs 2001'de ulaşan *S. angusta*, Gökçedağ, Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında en önemli artışını Şubat 2002'de gerçekleştirmiş ve sırasıyla 216 org/mm^2 , 232 org/mm^2 ve 490 org/mm^2 olarak kaydedilmiştir.

Surirella linearis türü Yeşilçay ve Hisarcık'ta tespit edilmemiştir. Kızkayası'nda bazen mevcut olan tür, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür en yüksek birey sayısına 71 org/mm^2 olarak Haziran 2001'de Devecikonağı'nda ulaşmıştır.

Surirella ovalis türü Hisarcık'ta tespit edilmemiştir. Gökçedağ'da bazen mevcut olan tür, diğer istasyonlarda nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Kaydedildiği aylarda çoğunlukla bir birey ile temsil edilen *S. ovalis* türünün en önemli artışı 122 org/mm^2 olarak Şubat 2002'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir.

Surirella ovata türü Hisarcık'ta devamlı mevcut iken, Gökçedağ Kızılkayası ve Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut olmuş, Yeşilçay'da ise ekseriya mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür en yüksek organizma sayısı 9043 org/mm² olarak Ağustos 2001'de Hisarcık'ta kaydedilmiştir. Bu ayda *S. ovata* türü toplam organizmanın % 23'ünü oluşturmuştur. Diğer ay ve istasyonlarda ise bu türe ait kaydedilen birey sayısı genellikle mm²'de 500 organizmanın üstüne çıkmamıştır.

Surirella robusta türü sadece Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında kaydedilmiş ve her iki istasyonda da nadiren mevcut olarak bulunmuştur. Bu türün en yüksek organizma sayısı 23 org/mm² olarak Eylül 2001'de Gökçedağ'da kaydedilmiştir.

Surirella spiralis türü sadece Yeşilçay istasyonunda tespit edilmiş olup, en yüksek organizma sayısı 79 org/mm² olarak Eylül 2001'de kaydedilmiştir.

Surirella splendida, Yeşilçay ve Hisarcık'ta tespit edilmemiş, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). En yüksek birey sayısı 53 org/mm² olup Eylül 2001'de Kızılkayası'nda kaydedilmiştir.

Surirella tenera türü Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Hisarcık ve Gökçedağ'da nadiren mevcut olan tür, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür en yüksek birey sayısına Kızılkayası'nda ulaşmıştır. Haziran 2001'de 71 org/mm² olarak tespit edilen organizma sayısı, bu türün çalışma boyunca kaydedilen en yüksek birey sayısı olmuştur.

Synedra cinsine ait 4 takson tespit edilmiştir. *Synedra acus* Yeşilçay'da çoğunlukla, Hisarcık ve Gökçedağ'da ekseriya, Kızılkayası ve Devecikonağı'nda ise bazen mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek organizma sayıları Yeşilçay istasyonunda bulunmuştur. *S. acus*, bu istasyonda Temmuz 2001 (744 org/mm²) ve Şubat 2002 (769 org/mm²) tarihlerinde olmak üzere iki önemli artış göstermiştir. Bu türe ait en düşük organizma sayıları ise Gökçedağ'da görülmüştür. *S. acus*, Gökçedağ'da çalışma boyunca mm²'de 170 organizmanın üstüne çıkamamıştır.

Synedra parasitica Kızılkayası ve Devecikonağı haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Yeşilçay'da bazen mevcut olan tür, Hisarcık ve Gökçedağ'da nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Kaydedildiği aylarda çoğunlukla bir birey ile temsil edilen bu tür, Haziran 2001'de Yeşilçay'da 74 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

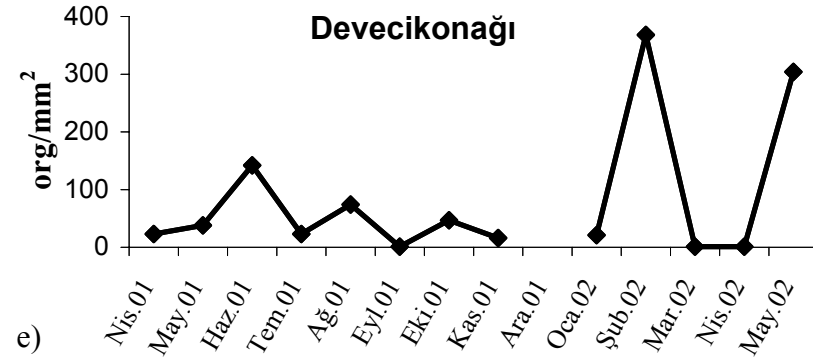
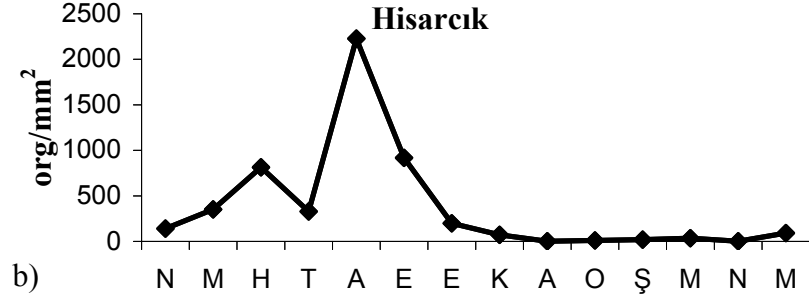
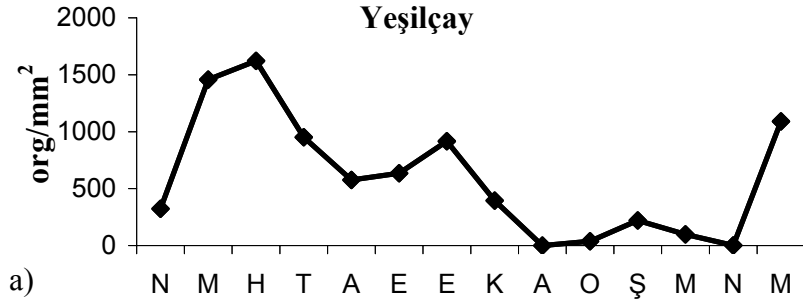
Synedra tenera türü Yeşilçay, Hisarcık ve Gökçedağ istasyonlarında tespit edilmiştir. Her üç istasyonda da en yüksek organizma sayısına Temmuz 2001'de ulaşan

Synedra tenera türüne ait birey sayısı sırasıyla 1530 org/mm², 77 org/mm² ve 171 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

Synedra ulna türü tüm stasyonlarda devamlı mevcut organizma olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür Yeşilçay'da en önemli artışını Mayıs 2001'de gerçekleştirmiş ve 1458 org/mm² olarak kaydedilmiştir. Aynı istasyonda Mayıs 2002'de ikinci kez artış gösteren *S. ulna* bu tarihte 1091 org/mm² olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.66 a). Hisarcık'ta çalışma boyunca görülen en yüksek birey sayısı Ağustos 2001'de 2228 org/mm² olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.66 b). Gökçedağ'da *S. ulna* türünün aylara göre dağılımı düzensiz değişimler göstermiştir. *S. ulna* türü bu istasyonda en yüksek birey sayısına Haziran 2001'de 313 org/mm² olarak ulaşmıştır (Şekil 4.66 c). Kızkayası'nda çalışma boyunca iki kez artış gösteren *S. ulna*, ilk artışını Haziran 2001'de göstermiş ve 283 org/mm² olarak kaydedilmiştir. İkinci artışını ise Mayıs 2002'de gerçekleştiren *S. ulna* bu ayda 407 org/mm²'ye yükselmiştir (Şekil 4.66 d). *S. ulna* türü Devecikonağı istasyonunda en yüksek birey sayılarına 368 org/mm² olarak Şubat 2002'de ve 304 org/mm² olarak Mayıs 2002'de ulaşmıştır (Şekil 4.66 e).

Tryblionella cinsi 7 takson ile temsil edilmiştir. *Tryblionella angustata* türü Yeşilçay'da nadiren mevcut organizma olup, sadece bir kez Nisan 2001'de 17 org/mm² olarak tespit edilmiştir. Hisarcık'ta ekseriya mevcut olan tür, en önemli artışını 655 org/mm² olarak Ağustos 2001'de gerçekleştirmiştir. *T. angustata* Gökçedağ'da ekseriya mevcut olarak bulunmuş ve bu istasyonda Eylül (139 org/mm²) ve Ekim 2001'de (137 org/mm²) en yüksek organizma sayısına ulaşmıştır. Kızkayası'nda bazen mevcut olarak bulunan *T. angustata* bu istasyonda Ekim 2001 tarihinde mm²'de 306 organizmaya yükselmiş, diğer aylarda ise 20 org/mm²'nin üstüne çıkmamıştır. Devecikonağı'nda çoğunlukla mevcut olan *T. angustata* bu istasyonda en önemli artışını Temmuz 2001'de göstermiş ve 258 org/mm² olarak kaydedilmiştir.

Tryblionella constricta, Gökçedağ ve Devecikonağı'nda devamlı mevcut, Hisarcık ve Kızkayası'nda çoğunlukla mevcut, Yeşilçay'da ise nadiren mevcut organizma olmuştur (Çizelge 4.14). Bu türün en yüksek organizma sayısına ulaştığı istasyon Hisarcık olmuştur. Hisarcık'ta Ağustos ve Eylül 2001'de önemli bir artış gösteren *T. constricta* türünün bu aylarda kaydedilen organizma sayısı sırasıyla 1180 org/mm² ve 1374 org/mm² olmuştur.



Şekil 4.66. *Synedra ulna* Türünün Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

Tryblionella debilis, Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Devecikonağı'nda ekseriya mevcut olan tür, diğer istasyonlarda nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür çalışma boyunca sadece bir kez, Ekim 2001 tarihinde Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında sayıca artış göstermiştir. Ekim 2001'de Kızkayası'nda kaydedilen bu türe ait birey sayısı 417 org/mm² iken, Devecikonağı'nda 320 org/mm² olmuştur.

Tryblionella gracilis, Yeşilçay haricinde diğer istasyonlarda tespit edilmiştir. Hisarcık'ta ekseriya mevcut olan tür, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu tür çalışma boyunca iki kez önemli artış göstermiştir. Ağustos 2001'de Hisarcık'ta 524 org/mm²'ye yükselen *T. gracilis*, Ekim 2001'de ise Gökçedağ'da ani bir artış göstermiş ve mm²'de 550 organizmaya ulaşmıştır.

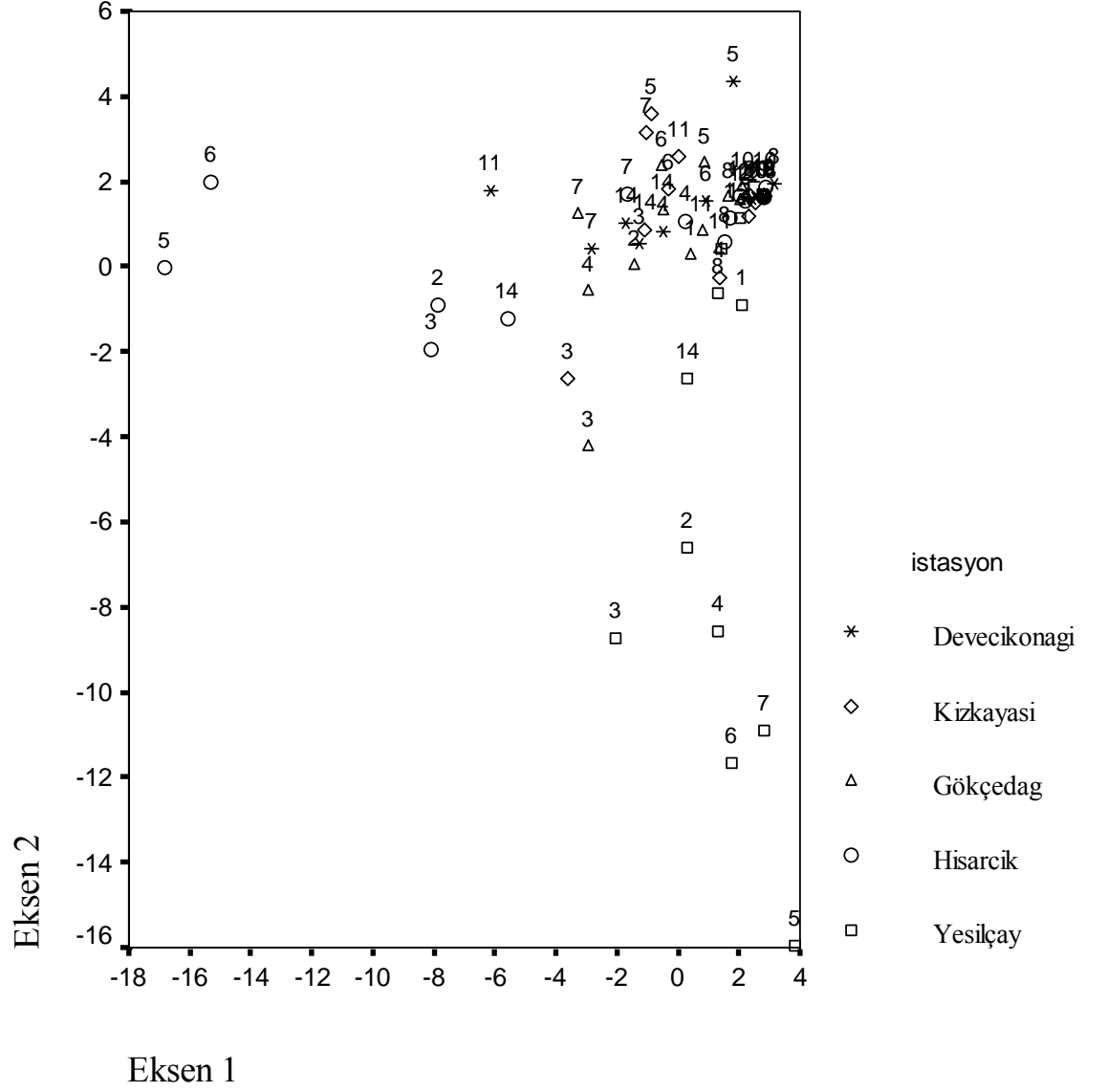
Tryblionella hungarica türü Hisarcık, Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmiştir. Hisarcık'ta ekseriya mevcut olan tür, Devecikonağı'nda bazen mevcut olmuş, Gökçedağ'da ise nadiren mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Gökçedağ ve Devecikonağı istasyonlarında kaydedildiği tüm aylarda sadece bir birey ile temsil edilen *T. hungarica* en yüksek birey sayılarına Hisarcık'ta ulaşmıştır. Hisarcık'ta ilk artışını Mayıs ve Haziran 2001'de gerçekleştiren *T. hungarica*, bu istasyonda ikinci ve en önemli artışını Eylül 2001'de gerçekleştirmiş ve 550 org/mm² olarak tespit edilmiştir.

Tryblionella levidensis türü Gökçedağ ve Devecikonağı'nda çoğunlukla, Hisarcık ve Kızkayası'nda ekseriya, Yeşilçay'da ise nadiren mevcut olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı 309 org/mm² olarak Ekim 2001'de Gökçedağ'da kaydedilmiştir.

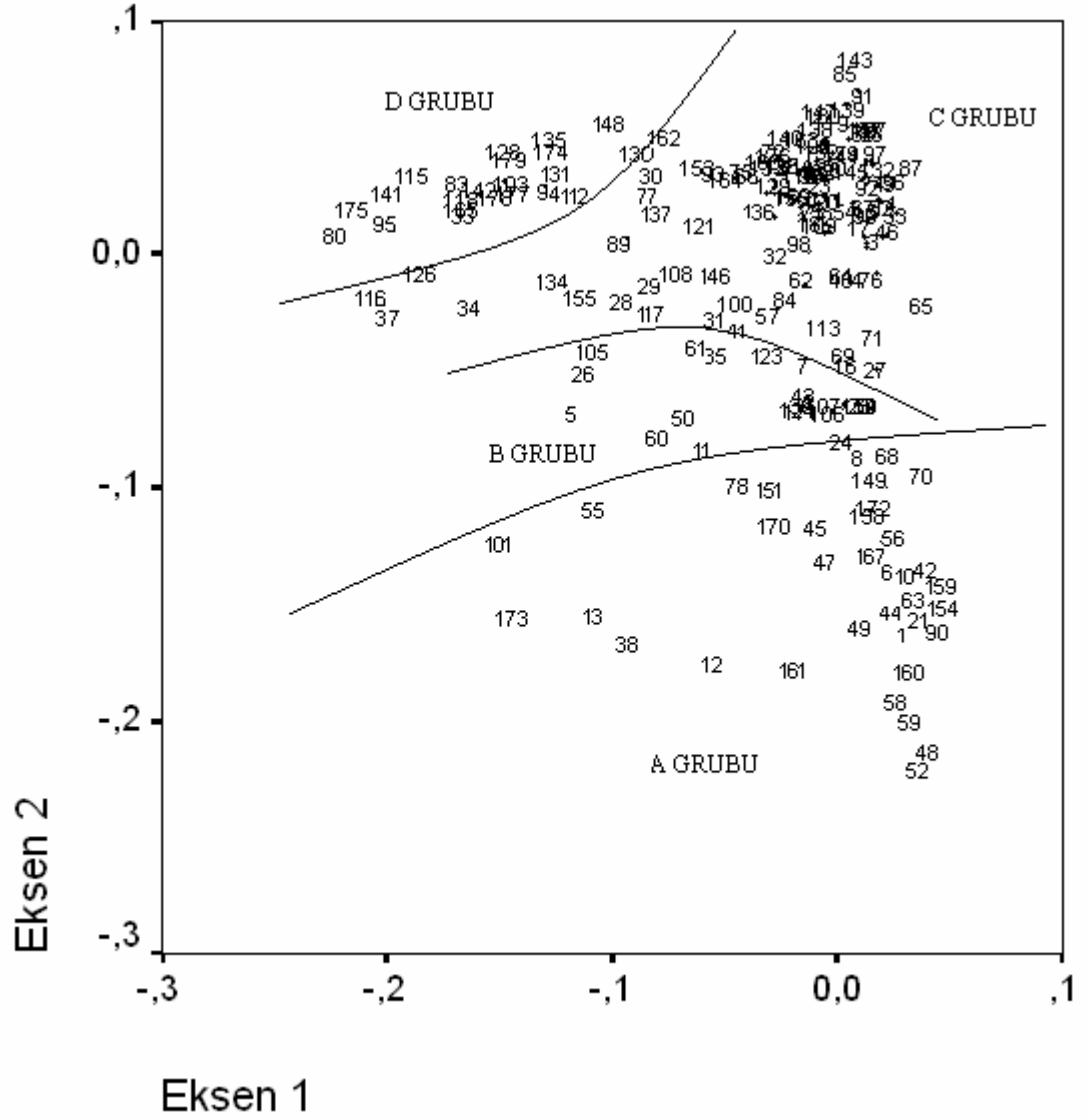
Tryblionella victoriae türü sadece Kızkayası ve Devecikonağı istasyonlarında tespit edilmiştir. Kızkayası'nda bazen mevcut olan tür, Devecikonağı'nda nadiren mevcut bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bu türe ait en yüksek birey sayısı 80 org/mm² olarak Eylül 2001'de Kızkayası'nda kaydedilmiştir.

4.2.2.2. Epipelik Diyatomelerin PCA Analizi Sonuçları

Epipelik diyatomelerin bolluk değerlerine göre PCA analizi sonuçları Şekil 4.67 ve Şekil 4.68'de verilmiştir. İlk faktör toplam varyansın % 8.4'ünü, ikinci faktör toplam



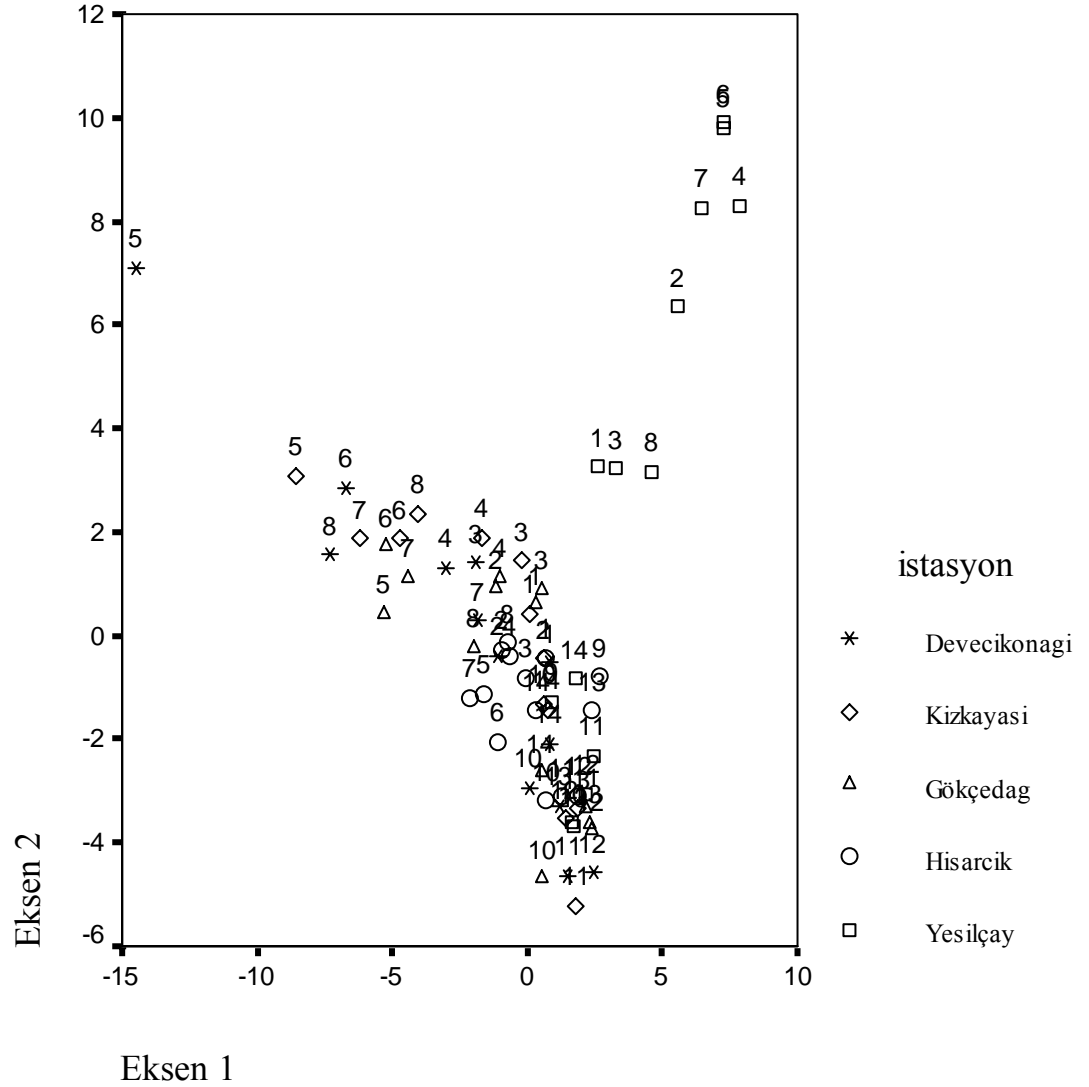
Şekil 4.67. Epipelik Diyatome Taksonlarının Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü(1=Nisan 2001, 2= Mayıs 2001, 3= Haziran 2001, 4= Temmuz 2001, 5= Ağustos 2001, 6= Eylül 2001, 7= Ekim 2001, 8= Kasım 2001, 9= Aralık 2001, 10= Ocak 2002, 11= Şubat 2002, 12= Mart 2002, 13= Nisan 2002, 14= Mayıs 2002)



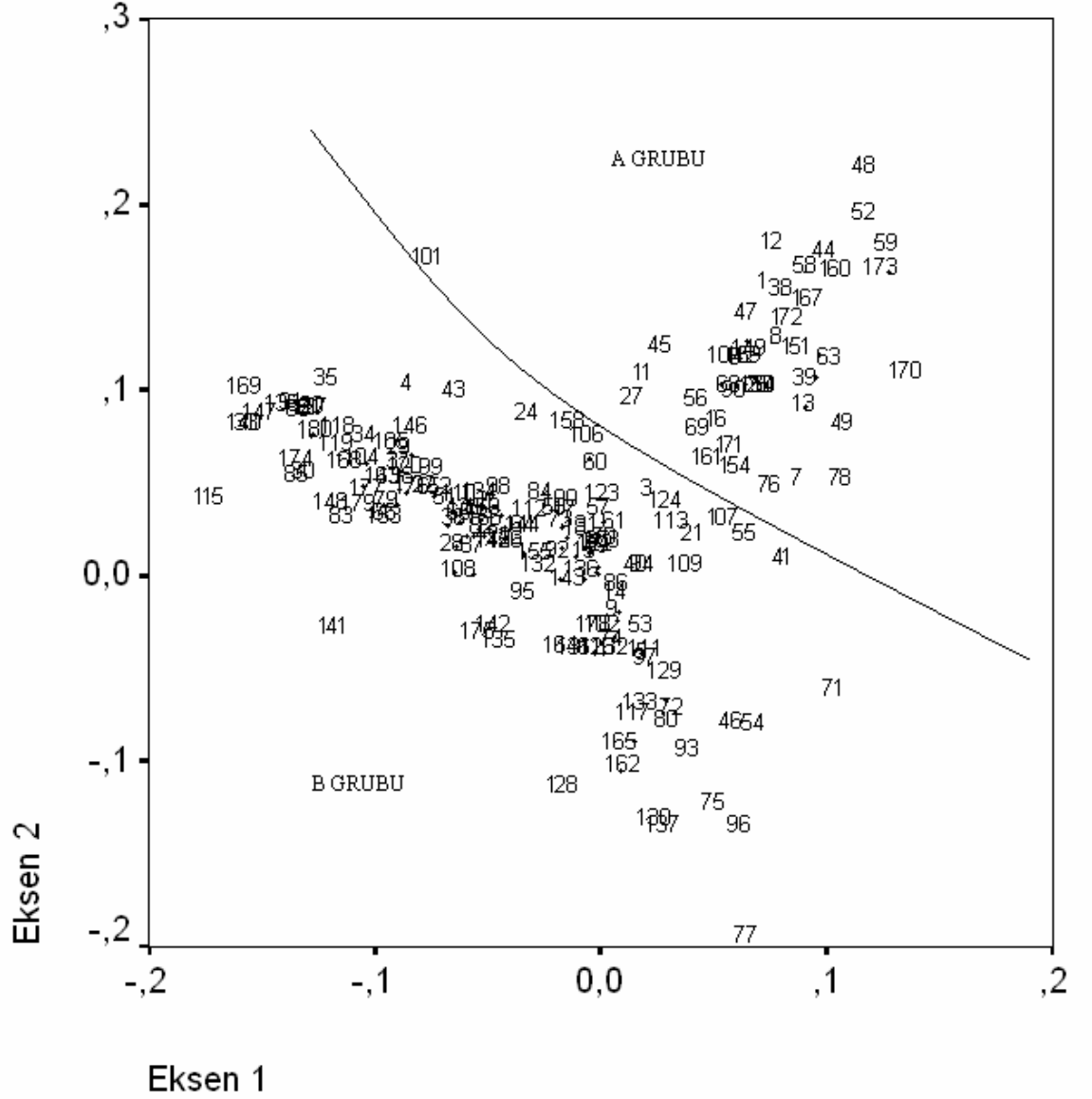
Şekil 4.68. Yüzseksen Epipelik Diyatom Taksonunun Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü (Her bir sayının karşılığı olan takson isimleri Çizelge 4.13’de verilmiştir)

varyansın %7.5'ini oluşturmuştur. Üçüncü faktör ise toplam varyansın % 5.8'ini oluşturmuştur. İlk üç eksenin toplam varyansının % 21.7 gibi düşük bir oranı kapsamasının en önemli sebebi epipelik diyatom verilerinin yüksek oranda sıfır değeri içermesinden kaynaklanmaktadır (Jongman ve ark. 1995). Şekil 4.67'de görüldüğü gibi X ekseninin sağ ve sol en alt kısmında 1. istasyona ait Mayıs 2001, Haziran 2001, Temmuz 2001, Eylül 2001 ve Ekim 2001 tarihleri örneklemelerinin önem kazandığı görülmektedir. Bu tarihlerde A GRUBU organizmaları önemli olmuşlardır (Şekil 4.68). X ekseninin alt sol kısmında Mayıs 2002 tarihine ait 1. istasyon örnekleme ile Haziran 2001 tarihlerine ait 3. ve 4. istasyon örneklemeleri önem kazanmışlardır (Şekil 4.67). Bu tarihlerde adı geçen istasyonlarda B GRUBU organizmaları önemli olmuştur. *Navicula cryptotenella* (105), *Cocconeis pediculus* (26), *Achnanthes lanceolata* (5), *Cymbella sinuata* (50), *Encyonema auerswaldii* (60), *Amphora ovalis* (11), *Achnanthes minutissima* (7), *Neidium dubium* (123), *Encyonema latens* (61), *Cymatopleura elliptica* (35) B GRUBU organizmalarından bazılarıdır (Şekil 4.68). X ekseninin hemen altında ve üstünde merkezi kısımda yer alan organizmalar C GRUBU organizmaları olarak adlandırılmışlardır (Şekil 4.68). X ekseninin sol üst kısmında 2. istasyonun Ağustos ve Eylül 2001 tarihlerine ait örneklemeler bulunmaktadır (Şekil 4.67). Bu tarihlerde ise D GRUBU organizmaların önemli oldukları görülmüştür. D GRUBU organizmalardan bazıları *Tryblionella constricta* (175), *Gomphonema parvulum* (80), *Navicula schroeterii* (115), *Nitzschia palea* (141), *Melosira varians* (95), *Melosira moniliformis* (94), *Cyclotella glomerata* (33), *Nitzschia capitellata* (128), *Nitzschia gracilis* (135), *Pinnularia borealis* (148), *Navicula pygmaea* (112) taksonlarıdır (Şekil 4.68).

Epipelik diyatomelerin nispi bolluklarına göre PCA analizi sonuçları ise Şekil 4.69 ve Şekil 4.70'de verilmiştir. Veri setinin birçok sıfır değeri içermesinden dolayı (Jongman ve ark. 1995) ilk faktör toplam varyansın % 7.8'ini, ikinci faktör toplam varyansın %6.6'sını oluşturmuştur. Üçüncü faktör ise toplam varyansın % 4.6'sını oluşturmuştur. X ekseninin sağ üst köşesinde 1. istasyonun Nisan 2001 ile Kasım 2001 tarihleri arasındaki örneklemeler önemli olmuşlardır (Şekil 4.69). Bu tarihlerde 1. istasyonda önemli olan organizmalar A GRUBU organizmaları olarak adlandırılmışlardır. A GRUBU organizmaları arasında *Amphora ovalis* (11), *Gomphonema olivaceum* var. *calcareum* (78), *Achnanthes minutissima* (7), *Achnanthes minutissima* var. *gracillima* (8), *Synedra acus* (170), *Synedra ulna* (173), *Diploneis*



Şekil 4.69. Epipellic Diyatome Taksonlarının Nispi Bolluklarına Göre Beş İstasyon ve Ondört Aylık Dönemde İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü(1=Nisan 2001, 2= Mayıs 2001, 3= Haziran 2001, 4= Temmuz 2001, 5= Ağustos 2001, 6= Eylül 2001, 7= Ekim 2001, 8= Kasım 2001, 9= Aralık 2001, 10= Ocak 2002, 11= Şubat 2002, 12= Mart 2002, 13= Nisan 2002, 14= Mayıs 2002)



Şekil 4.70. Yüzseksen Epipelik Diyatom Taksonunun Nispi Bolluklarına Göre İlk İki PCA Eksenindeki Görünümü (Her bir sayının karşılığı olan takson isimleri Çizelge 4.12’de verilmiştir)

puella (59), *Denticula tenuis* (52), *Cymbella microcephala* (48) taksonları sayılabilir (Şekil 4.70). X ekseninin ortası, sol üst ve sağ alt kısmında yerleşen organizmaların tümü ise B GRUBU organizmaları olarak adlandırılmışlardır (Şekil 4.70).

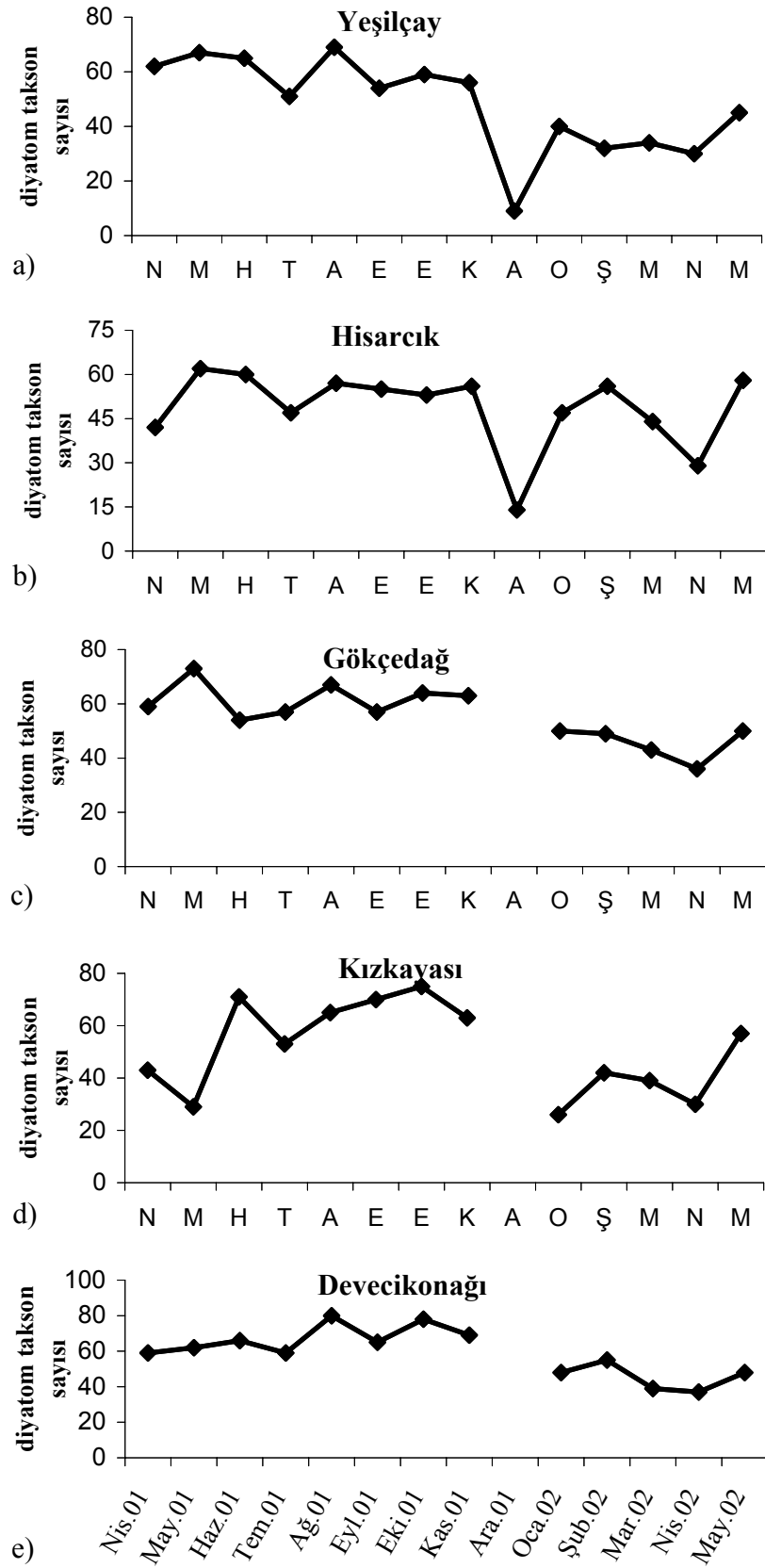
4.2.2.3. Epipelik Diyatomelerin Kullanıldığı Metrik Sistemler

4.2.2.3.1. Diyatom Takson Zenginliği

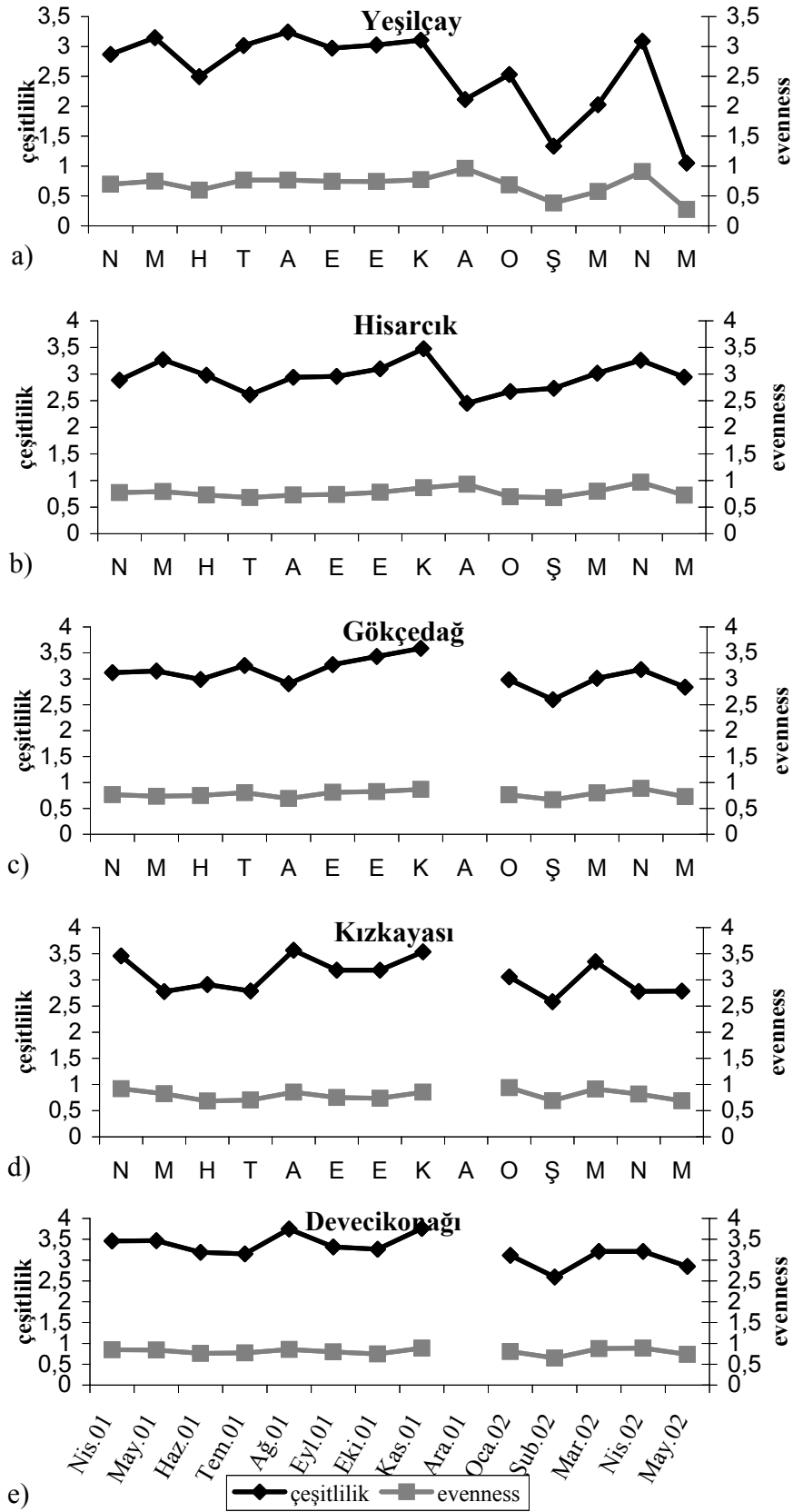
Emet Çayı'nda diyatom takson zenginliği değerleri 9 ile 80 arasında değişmiştir. En düşük değer Aralık 2001'de Yeşilçay'da, en yüksek değer Ağustos 2001'de Devecikonağı'nda kaydedilmiştir. Yeşilçay istasyonunda belirlenen en yüksek diyatom takson sayısı 69 olarak Ağustos 2001'de tespit edilmiştir (Şekil 4.71 a). Hisarcık'ta en düşük diyatom takson sayısı 14 olarak Aralık 2001'de, en yüksek diyatom takson sayısı ise 62 olarak Mayıs 2001'de kaydedilmiştir (Şekil 4.71 b). Gökçedağ'da çalışma boyunca belirlenen en düşük diyatom takson sayısı 36 olarak Nisan 2002'de, en yüksek diyatom takson sayısı 73 olarak Mayıs 2001'de kaydedilmiştir (Şekil 4.71 c). Kızkayası'nda tespit edilen en düşük diyatom takson sayısı Ocak 2001'de 26 olarak, en yüksek diyatom takson sayısı ise Ekim 2001'de 75 olarak bulunmuştur (Şekil 4.71 d). Devecikonağı'nda Ağustos 2001'de 80 olarak bulunan diyatom takson sayısı aynı zamanda çalışma boyunca kaydedilen en yüksek sayı olmuştur. Aynı istasyonda en düşük diyatom takson sayısı 37 olarak Nisan 2002'de kaydedilmiştir (Şekil 4.71 e).

4.2.2.3.2. Çeşitlilik ve Komünite Dengesi (Evenness)

Emet Çayı'nda Shannon-Wiener Çeşitlilik indeksi değerleri 1.051 ile 3.76 arasında değişmiş olup en düşük değer Mayıs 2002'de Yeşilçay'da, en yüksek değer Kasım 2001'de Gökçedağ'da kaydedilmiştir. Yeşilçay'da tespit edilen en yüksek çeşitlilik değeri Ağustos 2001'de 3.241 olmuştur (Şekil 4.72 a). Hisarcık'ta en düşük çeşitlilik değeri 2.45 olarak Aralık 2001'de, en yüksek çeşitlilik değeri ise 3.475 olarak Kasım 2001'de bulunmuştur (Şekil 4.72 b). Gökçedağ'da Kasım 2001'de 3.589 olarak kaydedilen çeşitlilik değeri aynı zamanda çalışma boyunca tespit edilen en yüksek çeşitlilik değeri olmuştur. Aynı istasyonda en düşük çeşitlilik değeri Şubat 2002'de



Şekil 4.71.Epipelik Diyatomelerin Çalışma Boyunca Kaydedilen Takson Sayılarının Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi



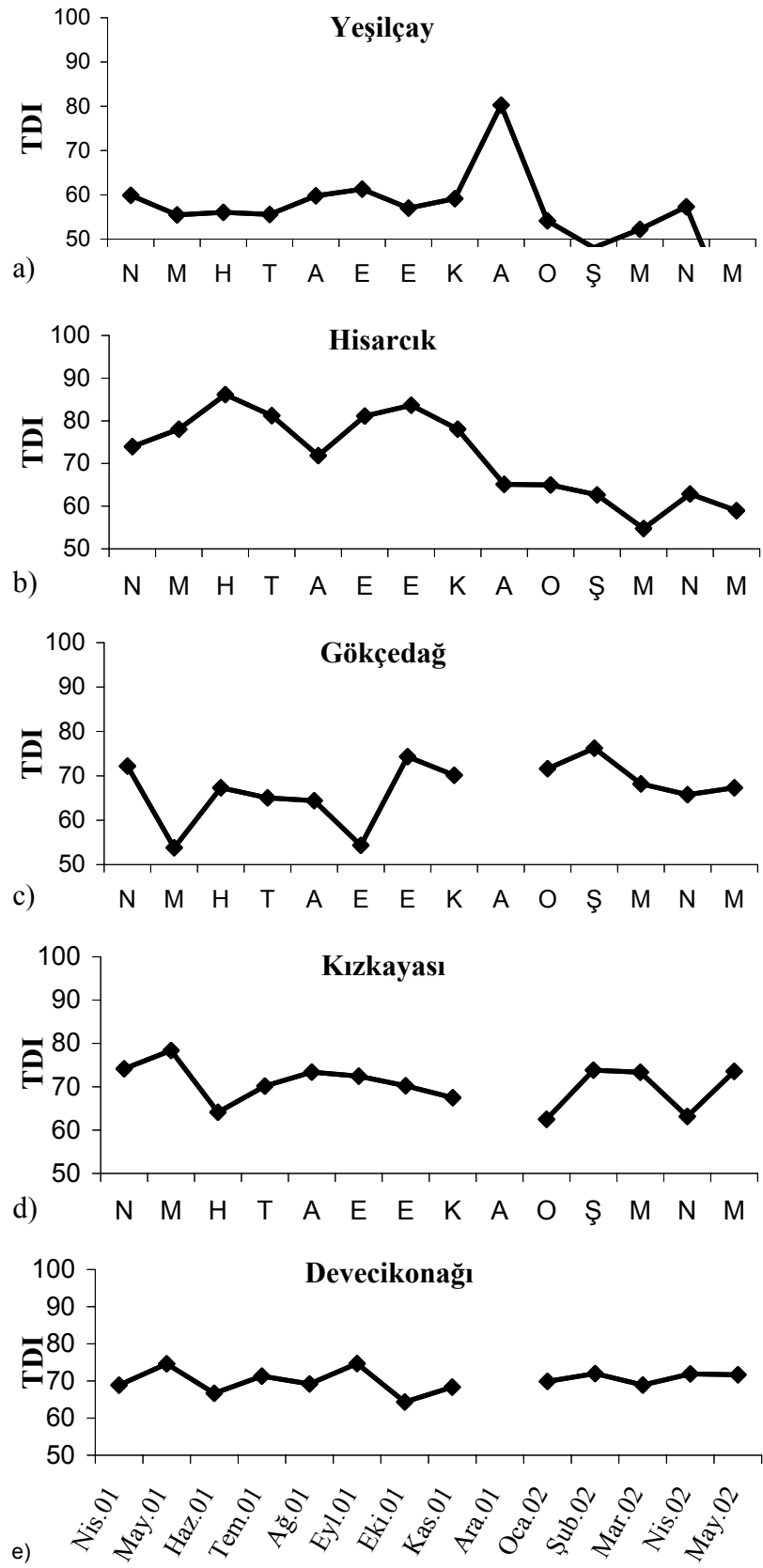
Şekil 4.72. Epipelik Diyatomelerin Çeşitlilik ve Evenness Değerlerinin Aylara ve İstasyonlara Göre Değişimi

2.597 olarak bulunmuştur (Şekil 4.72 c). Kızılkayası'nda çeşitlilik indeksi değerleri 2.582 ile 3.565 arasında değişmiş olup, en düşük değer Şubat 2002'de, en yüksek değer Ağustos 2001'de tespit edilmiştir (Şekil 4.72 d). Devecikonağı istasyonuna ait en düşük çeşitlilik değeri 2.595 olup Şubat 2002'de kaydedilmiş, en yüksek çeşitlilik değeri ise 3.76 olarak Kasım 2001'de belirlenmiştir (Şekil 4.72 e).

Evenness (komünite dengesi) değerleri çalışma boyunca 0.276 ile 0.968 arasında değişmiştir. En düşük evenness değeri Mayıs 2002'de Yeşilçay istasyonunda kaydedilmiştir. Aynı istasyonda gözlenen en yüksek değer Aralık 2001'de 0.962 olarak bulunmuştur (Şekil 4.72 a). Hisarcık'ta Nisan 2002'de 0.968 olarak tespit edilen evenness değeri aynı zamanda çalışma boyunca tüm istasyonlarda gözlenen en yüksek sayı olmuştur. Hisarcık istasyonuna ait en düşük evenness değeri Şubat 2002'de 0.678 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.72 b). Gökçedağ'da evenness değerleri tüm aylarda yakın bulunmuş, en düşük değer 0.667 olarak Şubat 2002'de, en yüksek değer 0.887 olarak Nisan 2002'de tespit edilmiştir (Şekil 4.72 c). Kızılkayası'nda evenness değerleri 0.683 ile 0.939 arasında değişmiş, en düşük değer Haziran 2001'de, en yüksek değer Ocak 2002'de belirlenmiştir (Şekil 4.72 d). Devecikonağı'nda kaydedilen en düşük evenness değeri 0.648 olarak Şubat 2002'de bulunmuş, en yüksek değer ise 0.888 olarak Kasım 2001 ve Nisan 2002'de tespit edilmiştir (Şekil 4.72 e).

4.2.2.3.3. Trophic Diatom İndeks (TDI)

Emet Çayı Yeşilçay istasyonunda Mayıs 2002'de 32 olarak belirlenen TDI değeri aynı zamanda çalışma boyunca tespit edilen en düşük TDI değeri olmuştur. Bu istasyona ait en yüksek TDI değeri Aralık 2001'de 80 olarak bulunmuştur (Şekil 4.73 a). Hisarcık istasyonunda en düşük TDI değeri 55 olarak Mart 2002'de kaydedilmiştir. Aynı istasyonda Haziran 2001'de TDI değeri 86 olarak bulunmuş olup, bu değer aynı zamanda çalışma boyunca kaydedilen en yüksek sayı olmuştur (Şekil 4.73 b). Gökçedağ'da TDI değerleri 54 ile 76 arasında değişmiş, en düşük değer Mayıs 2001'de, en yüksek değer Şubat 2002'de bulunmuştur (Şekil 4.73 c). Kızılkayası istasyonunda en düşük TDI değeri 62.5 olarak Ocak 2002'de, en yüksek değer 78 olarak Mayıs 2001'de belirlenmiştir (Şekil 4.73 d). Devecikonağı istasyonunda TDI değerleri birbirine yakın



Şekil 4.73. Trophic Diatom İndeks (TDI) Uygulamasının Çalışma Boyunca Aldığı Değerler

bulunmuş, en düşük TDI değeri 64 olarak Ekim 2001’de, en yüksek TDI değeri 75 olarak Mayıs 2001’de kaydedilmiştir (Şekil 4.73 e).

4.2.2.3.4. *Achnanthes minutissima* Yüzdesi

Achnanthes minutissima, Yeşilçay istasyonunda Mayıs 2002’de toplam organizmanın %79’unu oluşturmuş, böylece bu türe ait en yüksek nisbi bolluk değeri bu tarihte kaydedilmiştir. Aynı istasyonda Ocak ve Şubat 2002 tarihlerinde *A. minutissima* türü toplam organizmanın sadece % 2’sini oluşturmuştur. Hisarcık istasyonunda *A. minutissima* türü Haziran 2001 ile Kasım 2001 tarihleri arasında toplam organizmanın en çok % 3’ünü oluşturmuştur. Aynı istasyonda Mayıs 2002’de *A. minutissima* türünün nispi bolluk değeri %26 olarak tespit edilmiştir. Gökçedağ istasyonunda *A. minutissima* türü en yüksek yüzde oranına toplam organizmanın %26’sını oluşturarak Mayıs 2001’de ulaşmıştır. Bu tür Ağustos 2001, Eylül 2001 ve Şubat 2002 tarihlerinde toplam organizmanın en fazla %2’sini oluşturmuştur. Kızılkayası istasyonunda Mart 2002’de toplam organizmanın sadece %3’ünü oluşturan *A. minutissima*, aynı istasyonda Haziran 2001’de toplam organizmanın %26’sını oluşturmuştur. Devecikonağı istasyonunda Ağustos 2001, Ocak ve Şubat 2002 tarihlerinde toplam organizmanın sadece %2’sini oluşturan *A. minutissima*, Haziran 2001’de toplam organizmanın %21’ini oluşturmuştur.

4.2.2.4. Epipelik Diyatomelerin Kullanıldığı Metrikler İle İlgili İstatistiksel Analiz Sonuçları

Epipelik diyatomelerin kullanıldığı metriklerin epipelik diyatomelerin komünite yapısını temsil edip etmediğini test etmek için DCA analizi uygulanmıştır. Bu analizde de veri seti birçok sıfır değeri içerdiği için DCA’nın ilk üç eksenini ($\lambda_1 = 0.55$, $\lambda_2 = 0.36$ ve $\lambda_3 = 0.13$) takson veri setinin % 30.3’ünü oluşturmuştur. DCA analizinin ilk ekseninin gradient uzunluğu 3.01, ikinci eksenin ise 2.99 olmuştur. Epipelik diyatomelere ait metrikler ile DCA eksenleri arasındaki korelasyon ilişkisi Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Epipelik diyatomelere uygulanan metriklerden % *Navicula veneta*, % *Nitzschia dissipata* ve % *Rhoicosphenia abbreviata* metriklerinin DCA’nın her iki ekseninde de temsil edilmediği gözlenmiştir. DCA analizi sonucuna göre

Çizelge 4.15. Epipelik Diyatomelere Ait Metrikler İle DCA Eksenleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi (**P<0.01; *P<0.05)

	Eksen 1	Eksen 2
Toplam Organizma Sayısı	0.143	0.372**
Diyatom Takson Zenginliği	-0.616**	-0.298*
Shannon-wiener çeşitlilik (H)	-0.353**	-0.635**
Komunite dengesi (evenness)	-0.265*	-0.654**
TDI (Troofik diatom indeks)	-0.007	-0.779**
% <i>Achnanthes minutissima</i>	-0.366**	0.852**
% <i>Amphora perpusilla</i>	-0.326**	0.158
% <i>Cocconeis pediculus</i>	-0.385**	-0.032
% <i>Diatoma moniliformis</i>	0.848**	0.059
% <i>Gomphonema olivaceum</i>	0.601**	0.076
% <i>Navicula capitatoradiata</i>	-0.466**	-0.239
% <i>Navicula veneta</i>	0.128	0.205
% <i>Navicula viridula</i>	-0.325**	-0.379**
% <i>Nitzschia amphibia</i>	-0.172	-0.454**
% <i>Nitzschia dissipata</i>	0.151	-0.180
% <i>Nitzschia palea</i>	-0.217	-0.583**
% <i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	-0.226	-0.162
% <i>Synedra ulna</i>	-0.250*	0.069

diyatom takson zenginliği, Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi, komunite dengesi (evenness), % *Achnanthes minutissima* ve % *Navicula viridula* metriklerinin DCA'nın her iki ekseninde de temsil edildiği görülmüştür. % *Amphora perpusilla*, % *Cocconeis pediculus*, % *Diatoma moniliformis*, % *Gomphonema olivaceum*, % *Navicula capitatoradiata* ve % *Synedra ulna* metrikleri DCA'nın sadece ilk ekseninde temsil edilmişler, toplam organizma sayısı, TDI (Troofik Diyatom İndeks), % *Nitzschia amphibia* ve % *Nitzschia palea* metrikleri ise DCA'nın sadece ikinci ekseninde temsil edilmişlerdir. DCA analizi sonucuna göre Emet Çayı epipelik diyatom florasını en iyi temsil eden metrikler % *Achnanthes minutissima*, % *Diatoma moniliformis* ve TDI olarak bulunmuştur.

Epipelik diyatomelere ait metrik skorları ile çevresel değişkenlere ait ilk iki PCA eksenindeki ilişki Çizelge 4.16'da verilmiştir. DCA eksenlerinde en iyi temsil edilen metriklerden olan % *Achnanthes minutissima* ve TDI (Troofik Diyatom İndeks) bu analizde çevresel değişkenlere ait her iki PCA eksenleri ile de anlamlılık göstermemiş,

Çizelge 4.16. Çevresel Değişkenlere Ait İlk İki PCA Eksenine İle Epipelik Diyatomelere Ait Metrik Skorları Arasındaki Spearman Rank Korelasyon (r) (**P<0.01; *P<0.05) ve Lineer Regresyon (R²) Sonuçları (AD= anlamlı değil)

	Eksen 1		Eksen 2	
	r	R ²	r	R ²
Toplam Organizma Sayısı	-0.459**	0.088*	AD	0.110**
Diyatom Takson Zenginliği	-0.304*	0.126**	AD	AD
Shannon-Wiener çeşitlilik (H)	AD	AD	AD	AD
Komunite dengesi (evenness)	0.339**	0.074*	AD	AD
TDI (Troofik diatom indeksi)	AD	AD	AD	AD
% <i>Achnanthes minutissima</i>	AD	AD	AD	AD
% <i>Amphora perpusilla</i>	AD	AD	AD	AD
% <i>Cocconeis pediculus</i>	AD	AD	AD	AD
% <i>Diatoma moniliformis</i>	0.329**	AD	AD	AD
% <i>Gomphonema olivaceum</i>	0.248*	AD	AD	AD
% <i>Navicula capitatoradiata</i>	-0.306*	0.071*	AD	AD
% <i>Navicula veneta</i>	0.302*	0.061*	-0.345**	0.114**
% <i>Navicula viridula</i>	AD	AD	AD	AD
% <i>Nitzschia amphibia</i>	AD	AD	0.319**	0.163**
% <i>Nitzschia dissipata</i>	AD	AD	-0.499**	0.243**
% <i>Nitzschia palea</i>	AD	0.084*	-0.245*	AD
% <i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	AD	0.059*	AD	AD
% <i>Synedra ulna</i>	AD	AD	0.268*	0.075*

bununla birlikte % *Diatoma moniliformis* metriği sadece ilk PCA eksenine ile anlamlılık göstermiştir. Bu analiz sonucuna göre ilk PCA eksenine ile en kuvvetli korelasyonu toplam organizma sayısı ve komunite dengesi (evenness) metriklerinin gösterdiği tespit edilirken, ikinci PCA eksenine ile en anlamlı ilişkiler % *Nitzschia dissipata*, % *Navicula veneta* ve % *Nitzschia amphibia* metriklerinde kaydedilmiştir (Çizelge 4.16).

Epipelik diyatomelere ait metrik skorları ile bazı fiziksel ve kimyasal değişkenler arasındaki Spearman rank korelasyon ilişkisi ise Çizelge 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Epipelik Diyatomelere Ait Metrikler İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki Spearman Rank Korelasyon İlişkisi (**p<0.01, *p<0.05) (AD=anlamalı değil)

Metrikler	Debi	Sıcaklık	pH	EC	TDS	DO	BOI ₅	HCO ₃	CO ₃	TH	N-NH ₄
Toplam Organizma Sayısı	-0.604**	0.470**	AD	0.430**	0.475**	-0.294*	AD	AD	AD	AD	AD
Diyatom Takson Zenginliği	-0.323**	0.372**	AD	0.391**	0.482**	AD	AD	AD	AD	AD	0.282*
Shannon-Wiener Çeşitlilik (H')	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
Komunite Dengesi (evenness) (E)	0.476**	-0.300*	AD	-0.309*	-0.319**	AD	AD	AD	AD	AD	AD
TDI (Trophic Diatom İndeks)	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.301*	AD	AD	AD
% <i>Achnanthes minutissima</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Amphora perpusilla</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Cocconeis pediculus</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.322**
% <i>Diatoma moniliformis</i>	0.266*	-0.452**	-0.297*	-0.338**	-0.403**	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Gomphonema olivaceum</i>	0.504**	-0.476**	-0.264*	-0.292*	-0.389**	AD	AD	0.297*	AD	AD	AD
% <i>Navicula capitatoradiata</i>	-0.332**	0.330**	AD	0.380**	0.427**	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Navicula veneta</i>	0.473**	AD	AD	-0.372**	-0.412**	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Navicula viridula</i>	AD	0.528**	0.353**	AD	0.322**	AD	AD	AD	0.342**	AD	AD
% <i>Nitzschia amphibia</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	-0.321**	AD	0.520**
% <i>Nitzschia dissipata</i>	0.641**	-0.320**	AD	AD	-0.288*	0.264*	AD	AD	AD	AD	-0.411**
% <i>Nitzschia palea</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.342**	AD	AD	0.267*
% <i>Synedra ulna</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	-0.257*	AD	AD	AD

Çizelge 4.17.(Devam) Epipelik Diyatomelere Ait Metrikler İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki Spearman Rank Korelasyon İlişkisi (**p<0.01, *p<0.05) (AD=anlamalı değil)

Metrikler	N-NO ₃	P-PO ₄	SO ₄	Si	Cl	Na	K	Ca	Mg	B	Cr
Toplam Organizma Sayısı	AD	AD	0.429**	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
Diyatom Takson Zenginliği	AD	-0.324**	AD	0.278*	AD	0.322*	0.434**	AD	AD	AD	0.478*
Shannon-Wiener Çeşitlilik (H')	AD	AD	AD	0.297*	0.264*	AD	0.496**	AD	AD	AD	AD
Komunite Dengesi (evenness) (E)	AD	AD	-0.361**	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
TDI (Trophic Diatom İndeks)	AD	AD	AD	0.309*	AD	0.572**	0.424**	AD	AD	0.284*	AD
% <i>Achnanthes minutissima</i>	AD	AD	AD	AD	-0.307*	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Amphora perpusilla</i>	AD	AD	AD	AD	-0.271*	0.382**	0.341*	AD	AD	AD	AD
% <i>Cocconeis pediculus</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.362*	AD	AD	AD	0.481*
% <i>Diatoma moniliformis</i>	AD	AD	AD	AD	AD	-0.548**	-0.379**	0.277*	AD	-0.339**	AD
% <i>Gomphonema olivaceum</i>	AD	0.312*	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	-0.580**
% <i>Navicula capitatoradiata</i>	AD	AD	0.255*	AD	AD	AD	0.356*	AD	AD	AD	AD
% <i>Navicula veneta</i>	AD	AD	-0.267*	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
% <i>Navicula viridula</i>	AD	-0.288*	AD	0.260*	0.317**	0.398**	AD	-0.314*	0.335**	AD	AD
% <i>Nitzschia amphibia</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	0.554**	AD	-0.421**	AD	0.572*
% <i>Nitzschia dissipata</i>	0.256*	0.243*	AD	AD	0.382**	AD	AD	AD	0.437**	AD	-0.734**
% <i>Nitzschia palea</i>	AD	AD	AD	AD	0.466**	0.348*	AD	AD	0.315**	0.294*	AD
% <i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	AD	AD	AD	AD	AD	0.404**	0.561**	AD	AD	AD	0.617**
% <i>Synedra ulna</i>	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	-0.246*	AD	AD

4.2.2.5. Epipelik Diyatome Komunitesi İle Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler Arasındaki İlişkiler

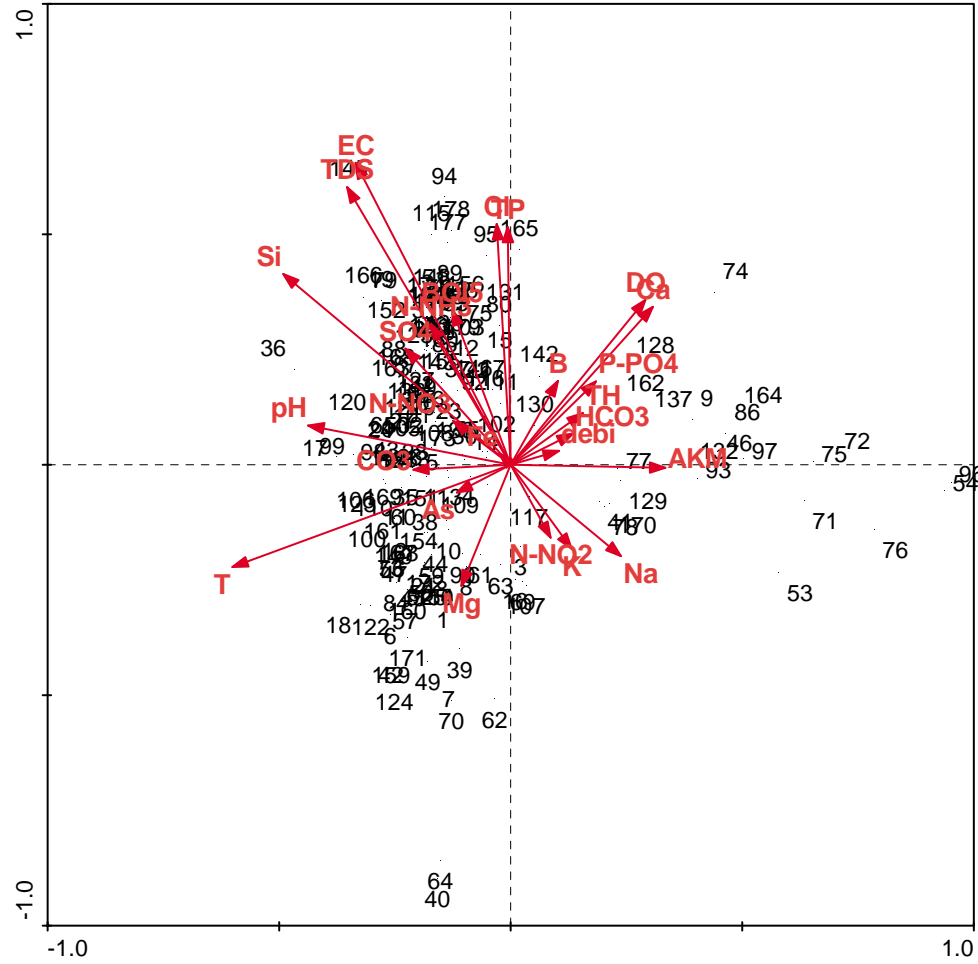
CCA analizinde 180 epipelik diyatome taksonu ve 26 çevresel değişken verilerini içeren 67 örnekleme kullanılmıştır. CCA analizinin ilk eksenini toplam varyansın (tür-çevresel değişken ilişkisi varyansı) % 23.2'sini, ikinci eksenini ise % 18.7'sini oluşturmuştur. Bentik omurgasız taksonları ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon birinci ($r^2 = 0.98$) ve ikinci ($r^2 = 0.95$) CCA eksenleri için oldukça yüksek olmuş, bu yüksek korelasyon çevresel değişkenler ile takson dağılımı arasında oldukça kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Monte Carlo permutasyon testi 499 permutasyon için uygulanmıştır. Monte Carlo permutasyon testi birinci CCA ekseninin ($p = 0.002$) ve tüm kanonik eksenlerinin ($p = 0.002$) istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ordınasyon eksenleri ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyon (Çizelge 4.17) sonuçlarına göre su sıcaklığı, Si ve pH I. CCA eksenini ile en kuvvetli korelasyon gösteren değişkenlerdir. II. CCA eksenini ile istatistiksel olarak en anlamlı ilişkiyi ise EC, TDS ve Cl göstermiştir (Çizelge 4.18).

Epipelik diyatome taksonlarının bollukları ile 26 çevresel değişken arasındaki ilişkiyi gösteren CCA analizi sonuçları Şekil 4.74'de gösterilmiştir. Epipelik diyatome taksonlarının büyük çoğunluğu X ekseninin sol alt ve üst bölümlerinde yer almışlardır. X ekseninin sol üst bölümünde yer alan organizmalar çevresel değişkenlerden özellikle EC, TDS, Si ve pH ile ilişkili bulunmuşlardır. Buna karşılık X ekseninin sol alt bölümünde çevresel değişkenlerden özellikle sıcaklık, Mg ve CO₃ değerleri ile ilişkili bulunan taksonlar yer almışlardır. X ekseninin sağ üst bölümünde yer alan organizmalar çevresel değişkenlerden özellikle çözünmüş oksijen, Ca, toplam sertlik, bor, P-PO₄, HCO₃ ve debi değerleri ile ilişkili bulunmuşlardır. *Gomphonema* cinsine ait *G. affine* (74), *G. angustatum* (75), *G. olivaceum* (77), *Nitzschia* cinsine ait *N. paleacea* (142), *N. dissipata* (130), *N. linearis* (137), *N. capitellata* (128), *N. filiformis* (132), *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (72), *Surirella ovalis* (164) bu bölümde yer alan taksonlardan bazılarıdır. X ekseninin sağ alt bölümünde yer alan *Meridion circulare* (96), *Diatoma moniliformis* (54), *Gomphonema angustum* (76), *Fragilaria capucina* (71), *Diatoma mesodon* (53), *Nitzschia communis* (129), *Synedra acus* (170), *Cymbella cistula* (41) ve *Gomphonema olivaceum* var. *calcareum* (78) taksonları ise çevresel değişkenlerden

özellikle askıda katı madde (AKM), Na, K ve N-NO₂ ile ilişkili bulunmuştur (Şekil 4.74).

Çizelge 4.18. Epipelik Diyatome Taksonları İle Çevresel Değişkenler Arasındaki İlişkileri Gösteren CCA Analizinin İlk Dört Eksenine Ait Ağırlıklı Korelasyon Matriksi Sonuçları (**P<0.01; *P<0.05)

	n	Eksen 1	Eksen 2	Eksen 3	Eksen 4
Debi (m ³ /s)	67	0.102	0.028	0.444**	-0.280*
Sıcaklık (°C)	67	-0.590**	-0.212	-0.309*	0.069
pH	67	-0.429**	0.081	-0.284*	-0.472**
EC (mho/cm)	67	-0.329**	0.623**	-0.034	0.444**
TDS (mg/l)	67	-0.347**	0.573**	-0.105	0.457**
DO (mg/l)	67	0.286*	0.340**	0.310*	-0.403**
BOİ ₅ (mg/l)	67	-0.125	0.319**	0.095	0.022
HCO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	67	0.132	0.064	0.482**	-0.283*
CO ₃ (mgCaCO ₃ /l)	67	-0.207	-0.011	-0.021	-0.444**
TH (mgCaCO ₃ /l)	66	0.153	0.106	0.034	-0.073
N-NH ₃ (mg/l)	66	-0.170	0.291*	-0.025	0.028
N-NO ₂ (mg/l)	46	0.084	-0.151	0.178	-0.112
N-NO ₃ (mg/l)	67	-0.122	0.090	0.164	-0.112
P-PO ₄ (mg/l)	67	0.181	0.172	0.487**	0.055
TP (mg/l)	40	-0.006	0.491**	0.076	0.513**
SO ₄ (mg/l)	67	-0.224	0.240	0.063	0.681**
Si (mg/l)	67	-0.482**	0.394**	0.162	0.093
AKM (mg/l)	45	0.328*	-0.007	0.492**	-0.166
Cl (mg/l)	66	-0.029	0.497**	0.221	-0.088
Fe (mg/l)	46	-0.025	0.023	0.002	-0.040
Na (mg/l)	46	0.234	-0.189	0.424**	-0.296*
K (mg/l)	46	0.129	-0.174	0.273	-0.211
Ca (mg/l)	66	0.301*	0.326**	-0.127	0.310*
Mg (mg/l)	66	-0.105	-0.250*	0.171	-0.463**
B (mg/l)	67	0.100	0.173	0.300*	-0.141
As (mg/l)	45	-0.115	-0.057	0.165	-0.157



Şekil 4.74. Epipelik Diyatom Taksonlarının Bollukları ile Yirmialtı Fiziksel ve Kimyasal Değişken Arasındaki İlişkinin CCA Analizi ile Belirlenmesi

5. TARTIŞMA

Jeolojik yapı, arazi kullanımı ve fiziksel koşullar akarsularda bentik komunitelerin yapısal özelliklerini ve dağılımını etkileyen en önemli faktörlerdir (Biggs 1990). Bölgesel kaya ve toprak oluşumlarının aşınması çok sayıda önemli kimyasal ve nutrient içeriklerinin suya geçmesine yol açmaktadır (Biggs 1990). Çalışmada ondokuz fiziksel ve kimyasal değişken için uygulanan Principal Component Analizi (PCA) sonuçları Çay'ın kimyasal kompozisyonunu etkileyen birincil faktörlerin havzanın jeolojik yapısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Çalışma alanını oluşturan Emet Çayı havzasını özel kılan en önemli faktör, havzanın zengin bor yataklarına sahip olmasıdır. Havzada bulunan çeşitli borat tiplerinin ve borat olmayan minerallerin varlığı akarsuyun kimyasal kompozisyonunun oluşmasında çok önemli etkiye sahiptir. Volkanik aktiviteler sonucu oluşan borat yataklarının jeolojik oluşumu sırasında bor içeren birimlerden önce ve sonra yaygın olarak kireçtaşı çökelişi gerçekleşmektedir (Helvacı 2003). Havzanın doğal yapısında bol miktarda bulunan kireçtaşının varlığı nedeniyle akarsu sert su karakteristiği göstermekte ve pH'sı çoğunlukla alkali karakter göstermektedir. Emet-Hisarçık borat yataklarında Ca, Na, Mg, Sr ve As minerallerinin oluşturduğu sekiz farklı borat bileşiğinin varlığı bilinmektedir. Bu bileşiklerden en baskın bulunanı kolemanit (kalsiyum borat) mineralidir. Bununla birlikte Emet yataklarında kalsit, dolomit, anhidrit, jips, kil, sülfür ve kükürt mineralleri gibi borat olmayan mineraller de yaygın olarak bulunmaktadır. Ayrıca Batı Anadolu'daki yaşlı borat yataklarının jeolojik oluşumu sırasında yüksek silika içerikli, B, As, F, Li ve Pb içeriğine sahip volkanik ürünler oluşmaktadır (Helvacı 2003). PCA sonuçları akarsuyun kimyasal kompozisyonunda bor'un yanı sıra, Ca, Mg, CO₃, HCO₃, SO₄ ve toplam sertliğin önemli olduğunu göstermektedir. Kimyasal PCA eksenlerinde anlamlılık gösteren değişkenlerin büyük çoğunluğu havzanın jeolojik yapısını karakterize eden değişkenleri işaret etmektedir. CCA analizi sonuçları bu değişkenlerin Emet Çayı epipelik diatom ve bentik omurgasız komuniteleri üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir.

Emet Çayı'nın jeolojik yapısına bağlı olarak ortaya çıkan madencilik faaliyetleri gibi arazi kullanımına yönelik faaliyetler akarsuyun kimyasal özelliklerini etkileyen ikincil faktör olarak belirlenmiştir. Havzada bor yataklarının bulunması nedeniyle

maden işletmeciliği ön plandadır. Havzada bor işletmelerinin en yoğun bulunduğu bölge Hisarcık'tır. İşletmeler öncesinde mevcut olan bor, bor içerikli arazinin doğal drenaj sırasında yıkanmasının sonucu ortaya çıkmaktadır. Hisarcık öncesinde tespit edilen ortalama bor konsantrasyonu 0.131 mg/l iken, Hisarcık'taki en büyük bor işletmesi olan Etibank bor işletmesinin mansabında ortalama bor konsantrasyonu 1.26 mg/l olarak belirlenmiştir. Etibank bor işletmelerine ait tesislerin konsantratör atık suları her ne kadar atık su barajında depolansa da yağışlar sonucu yüzeysel akışla yüksek miktarda bor içeren sular Çay'a karışmaktadır (Şentürk 2003). Hisarcık istasyonunda bazı aylarda bor konsantrasyonu 5 mg/l'nin üzerine çıkmış ve bu istasyonda bor açısından su kalitesi çoğu ayda IV. sınıf olarak tespit edilmiştir. Borat havzalarında bor minerallerinin çökebilmesi için pH'ın 9'dan başlayıp daha yüksek alkaliniteye devam etmesi gerekmektedir (Helvacı ve ark. 1993). Bu koşullar nedeniyle bor çoğu havzada çökerek suyu terk etme imkanı bulamamakta ve uygun pH koşulları nedeniyle suda kolaylıkla çözünebilmektedir. Gerek bor içerikli topraklardan yağışların da etkisiyle erozyon sonucu, gerekse işletmelerin etkisiyle Çay'ın su kalitesi bor açısından oldukça düşüktür. Bununla birlikte kolemanit nodülleri içinde bulunan arsenik minerallerinin etkisiyle Hisarcık istasyonu ortalama 0.115 mg/l arsenik konsantrasyonuna sahiptir. Ayrıca kolemanit nodülleri içinde bulunan celestite maddesinin çözünmesiyle yüzey sularına büyük miktarlarda Sr ve SO₄ geçmektedir (Çolak ve ark. 2003). Kimyasal PCA sonuçları akarsuyun kimyasal kompozisyonunda sülfat iyonlarının önemli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte çalışmada en yüksek ortalama sülfat konsantrasyonu 278 mg/l olarak Hisarcık istasyonunda kaydedilmiştir. Borun yanı sıra havzada bulunan krom madenleri ve Harmancık'ta işletilmekte olan bir krom konsantre tesisinin etkisiyle, bu bölgenin mansabında yer alan Gökçedağ, Kızılcayası ve Devecikonağı istasyonlarında ortalama krom konsantrasyonu 0.05 mg/l'ye kadar yükselmiş ve su kalitesi krom açısından çoğu ayda II. ve III. sınıf olarak tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek EC, TDS, SO₄, Ca ve HCO₃ değerlerinin Hisarcık istasyonunda kaydedilmesi maden etkisini yansıtmaktadır.

Emet Çayı havzası genelde bor, arsenik, krom ve askıda katı madde (AKM) kirleticilerinin etkisinde bulunmakta ve ayrıca yerleşim birimlerinin kanalizasyon atıklarını almaktadır. Çay'da askıda katı madde miktarı mabadan mansaba doğru kademeli olarak artış göstermektedir. Yeşilçay'da ortalama 10 mg/l olan AKM miktarı,

Devecikonağı istasyonunda 109 mg/l'ye kadar yükselmektedir. AKM miktarının yüksek olmasının en önemli sebebi erozyondur. Bununla birlikte Gökçedağ mevkiinde yer alan kum ocaklarının faaliyeti ve tarımsal aktiviteler AKM miktarının artmasına neden olan diğer etkenlerdir.

Çay'da gerek jeolojik yapıdan, gerekse arazi kullanımından dolayı inorganik kirlenme ön plana çıkmaktadır. Kimyasal PCA eksenlerinde anlamlılık gösteren kimyasallar da Çay'da inorganik kirlenmenin daha önemli olduğunu işaret etmektedir (Çizelge 4.6). $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{PO}_4\text{-P}$, PCA'nın ilk üç ekseninde de temsil edilmemiş, Si ise sadece üçüncü ekseninde temsil edilmiştir. Organik kirliliğin en önemli belirteçlerinden biri olan BOD_5 ve $\text{NH}_3\text{-N}$, PCA'nın ilk üç ekseninde anlamlı bulunmamıştır. Buna karşılık çözünmüş oksijen PCA'nın ikinci ekseninde anlamlı bulunmuş, Çay'daki konsantrasyonları çalışma boyunca yüksek bulunan çözünmüş oksijen değerleri açısından su kalitesi bazı aylar haricinde I. sınıf olarak tespit edilmiştir. PCA sonuçları Çay'da organik kirlenmenin önemli olmadığını göstermektedir. Buna karşılık PCA eksenlerinde temsil edilmemiş olmalarına rağmen, ötrofikasyona sebep olan inorganik besin tuzlarından azot ve fosfor bileşiklerinin bazı aylarda artış gösterdiği ve bu bileşikler açısından su kalitesinin II., III. ve IV. sınıf su kalitesine kadar gerilediği gözlenmiştir. Çay'da özellikle $\text{NO}_2\text{-N}$ değerlerinin yüksek bulunması ve su kalitesinin $\text{NO}_2\text{-N}$ açısından çoğu ayda II., III. ve IV. sınıfa kadar gerilemesi Çay'ın evsel atıklara maruz kaldığını göstermektedir. Çay'da fosfat bileşiklerinin zaman zaman artış göstermesi sonucu su kalitesinin düşmesi Çay'ın etrafında bulunan tarım arazilerinde tarımsal aktiviteler sırasında kullanılan gübrelerin akışla suya karışması, hayvancılık faaliyetleri, deterjan içeren evsel atıkların suya karışması ve Çay'ın geçtiği ormanlık havzadan kaynaklanmaktadır.

5.1. Bentik Omurgasızların İlişkilendirilmesi İle Kirlilik Düzeyinin Saptanması

Su kalitesini belirleme çalışmalarında sucul ortamın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Su kalitesini izleme çalışmaları son zamanlarda gerek Amerika'da Çevre Koruma Ajansı EPA-USEPA (Environmental Protection Agency) tarafından (Barbour ve ark. 1999), gerekse Avrupa Su Çerçeve Programı Yönergesi (EU Water Framework Directive)

kapsamında hazırlanan protokoller ile yeni bir boyut kazanmıştır (Anonim 2002). Bu yeni yaklaşımda hedef, insan kullanımına bağlı olan su kalitesinden çok, ekosistem temeline dayanan ekolojik kalitenin belirlenmesidir (Pinto ve ark. 2004). Su kaynaklarının ekolojik statülerini belirlemek için biyoindikatör olarak seçilen organizmaların biyolojik komünite kompozisyonlarının, nispeten kirleticilerden uzak kalmış doğal referans koşulları ile karşılaştırılması yapılmaktadır (Anonim 2002). Gerek Amerika'da, gerekse Avrupa ülkelerinde biyolojik olarak su kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan ve en çok tercih edilen organizma gruplarından biri bentik omurgasızlar, diğeri ise algler ve özellikle diatomelerdir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda su kalitesinin biyolojik olarak izlenmesinde birden fazla organizma grubunun birbirinin tamamlayıcısı olarak kullanılması tercih edilmektedir.

Bentik omurgasızlar yurtdışında 20. yüzyılın başlarından itibaren akarsuların biyolojik olarak su kalitelerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kolkwitz ve Marsson 1908). Biyolojik izleme çalışmalarında gerek bentik omurgasızların, gerekse diğeri biyoindikatör organizmaların kullanıldığı çok sayıda metrik sistem geliştirilmiştir. Çeşitli sistematik kategorilerde tanımlamalar içeren biyolojik verilerin kimyasal analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilebilmesi için sayısal olarak ifade edilmeleri önem taşır. Bu amaçla ortaya konan metrik sistemler, artan stres koşullarına bağlı olarak değişen Biota'nın özelliklerini karakterize eden önemli sayısal verilerdir. Uygun metriklerin seçilmesi, çalışma bölgesinin biyolojik koşullarının tam olarak yansıtılmasını sağlamaktadır. Su kalitesinin belirlenmesi için geliştirilen ilk metrikler olan biyotik indeksler ve sonraki yıllarda ortaya konan skor sistemleri tolerans metrikleri olarak tanımlanırlar. Her bir taksonun kirliliğe olan tolerans değerlerinin kullanılması temeline dayanan biyotik indeksler spesifik tipte kirlenmeye yönelik olarak ve çoğunlukla organik kirlenmeyi belirlemek amacıyla oluşturulmuşlardır (Woodiwiss 1964, De Pauw ve Vanhooren 1983). Pinto ve ark. (2004), tolerans metriklerinin bentik omurgasızların sadece kirliliğe karşı toleranslarını ölçtüğünü belirtmektedir. Su kalitesinin belirlenmesindeki yeni yaklaşıma göre ekosistem temeline dayanan ekolojik kalitenin belirlenmesinde bentik omurgasız birliklerinin kirliliğe olan toleranslarının yanı sıra çeşitlilikleri, kompozisyonları, ekolojik istekleri gibi diğeri komünite özelliklerinin de incelenmesi önem taşımaktadır. Bu amaçla tolerans ölçümlerinin yanı sıra takson zenginliği ölçümleri, kompozisyon

ölçümleri, çeşitlilik ölçümleri, dayanıklılık/dayanısızlık ölçümleri, beslenme ölçümleri, yaşam şekli ölçümleri, hayat döngüsü ölçümleri gibi çeşitli kategorilerde metrikler geliştirilmiştir (Barbour ve ark. 1999). İlk olarak Amerika'da yapılan bu çalışmalar sonucunda su kalitesini izleme çalışmalarında kullanılmak üzere özel bir protokol hazırlanmış (Barbour ve ark. 1999) ve sonrasında bu çalışmaları temel alarak Avrupa Su Çerçeve Programı Yönergesi (Anonim 2002) oluşturulmuştur. Avrupa Su Çerçeve Programı Yönergesi doğrultusunda Avrupa birliğine üye ülkeler kendi ulusal su kalitesini izleme programlarını oluşturmaya çalışmakta ve kendi ülkelerinin akarsularına özgü indeksler geliştirmekte veya mevcut indeksleri kullanarak çalışma bölgelerine uygunluğunu araştırmaktadırlar (Buffagni ve ark. 2004, Birk ve Hering 2006).

Bu çalışmada Emet Çayı bentik omurgasız birlikleri kullanılarak farklı kategorilerde toplam 28 metrik uygulanmıştır. Uygulanan metrikler takson zenginliği ölçümleri, tolerans ölçümleri, çeşitlilik ölçümleri, kompozisyon ölçümleri ve dayanıklılık/dayanısızlık ölçümleri olmak üzere beş farklı kategoride incelenmiştir. Bentik omurgasızlara ait metriklerin Emet Çayı bentik omurgasız faunasını temsil edip etmediğini belirlemek amacıyla yapılan DCA analizi sonuçları, kompozisyon ölçümleri ve dayanıklılık/dayanısızlık ölçümleri kategorilerine ait metriklerin Emet Çayı bentik omurgasız faunasını en iyi temsil eden metrikler olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.9). Uygulanan tüm metrikler arasında DCA eksenleri ile en yüksek anlamlılığı Baetidae/Ephemeroptera metriği göstermiştir. Bununla birlikte dayanıklılık/dayanısızlık ölçümleri kategorisinde bulunan diğer metrikler de DCA eksenlerinde temsil edilmişlerdir. Bu metriklerde kullanılan gruplar Çay'da önemli bolluk değerlerine sahip olan ve tekerrür oranları yüksek olan gruplardır. Dayanıklılık/dayanısızlık ölçümlerine ait metriklerden sadece Baetidae/Ephemeroptera metriği çevresel değişkenlere ait PCA eksenleri ile anlamlılık göstermiş ve PCA'nın ikinci eksenini ile ilişkili bulunmuştur (Çizelge 4.10). Korelasyon sonuçları bu metriğin sülfat ve Ca değerlerinden pozitif yönde etkilenirken, pH, CO₃, Na ve Mg değerlerinden ise negatif yönde etkilendiğini göstermektedir (Çizelge 4.11).

Kompozisyon ölçümlerine ait uygulanan dokuz metrikten altısının DCA eksenleri ile anlamlı ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu kategoride bulunan metriklerden % Ephemeroptera, % EPT, % Diptera, % Chironomidae, % Gastropoda ve

1-GOLD indeksi metrikleri Emet Çayı bentik omurgasız faunasını temsil eden önemli metrikler olmuştur (Çizelge 4.9). % EPT, % Ephemeroptera ve 1-GOLD indeksi metrikleri kimyasal PCA'nın her iki eksenini ile de anlamlı ilişki göstermiş iken, % Diptera metriği kimyasal PCA'nın sadece ikinci eksenini ile ilişkili bulunmuştur. % Gastropoda ve % Chironomidae metrikleri ise DCA eksenlerinde temsil edilmesine rağmen, kimyasal PCA eksenleri ile ilişkili bulunmamıştır (Çizelge 4.10). Korelasyon sonuçları ise kompozisyon metriklerinin çoğunlukla inorganik kirlilik parametrelerinden etkilendiklerini göstermektedir (Çizelge 4.11). Emet Çayı bentik omurgasız faunasını temsil eden metrikler incelendiğinde, bu metriklerde kullanılan grupların Emet Çayı'nda yaygın olarak bulunan ve önemli bolluk ve nispi bolluk değerlerine sahip olan gruplar olduğu dikkat çekmektedir. Pinto ve ark. (2004), çalışmalarında kullandıkları kompozisyon ölçümlerine ait metriklerden GOLD indeksinin ve % Plecoptera indeksinin anlamlı sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir. GOLD indeksinin hesaplanmasında kullanılan Gastropoda, Oligochaeta ve Diptera gruplarına ait taksonların yıl boyunca uzun süreli olarak ortamda bulunmaları, buna karşılık Plecoptera üyelerinin çalışmanın yapıldığı akarsu sisteminde ancak ilkbahar başlangıcına kadar ortamda bulunması nedeniyle çalışma bölgelerinde GOLD indeksinin daha anlamlı sonuç verdiğini ifade etmişlerdir (Pinto ve ark. 2004). Benzer yorum % EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) metriği için de geçerlidir. Bu çalışmada % Plecoptera, % Trichoptera ve % Oligochaeta metriklerinin Emet Çayı bentik omurgasız faunasını temsil etmediği belirlenmiş (Çizelge 4.9), buna karşılık bu metrikler kimyasal PCA eksenleri ile ilişkili bulunmuşlardır (Çizelge 4.10). Barbour ve ark. (1995), anahtar taksonların doğrudan bolluk değerlerinin kullanılması yerine, toplam fauna içindeki nispi dağılımlarının kullanılmasının daha bilgilendirici olduğunu ifade etmektedir, çünkü kararlı ve dengeli birliklerde grupların oransal dağılımı devamlılık göstermekte, ancak bireysel bolluk değerleri popülasyonun büyüklüğüne göre değişmektedir (Barbour ve ark. 1995). Bu çalışmada da kompozisyon ölçümlerine ait metriklerin yüksek anlamlılık göstermesi bu bilgiyi desteklemektedir.

Takson zenginliği ölçümlerine ait uygulanan metriklerden sadece Ephemeroptera takson zenginliği ve Diptera takson zenginliği metrikleri bentik omurgasız faunasını temsil etmişlerdir (Çizelge 4.9). Her iki grubun da, Çay'ın bentik omurgasız faunasında yüksek takson sayılarına sahip olmaları ve yaygın gruplar

olmaları, bu grupların istatistiksel olarak yüksek anlamlılık göstermesini açıklamaktadır. Ephemeroptera takson zenginliği metriği kimyasal PCA'nın ikinci ekseninde önemli olan çevresel değişkenler ile kuvvetli ilişki gösterirken, Diptera takson zenginliği metriği ise PCA'nın ilk ekseninde önemli olan çevresel değişkenler ile ilişkili bulunmuştur (Çizelge 4.10). Rapport (1991), takson zenginliği ölçümlerinin kirletici etkilerinin belirlenmesinde kullanılabileceğini bildirmiştir. Rapport (1991)'e göre, stres koşulları altında takson zenginliği değerleri duyarlı türlerin ortadan kalkması ile azalmaktadır, bu koşullar altında kirliliğe duyarlı türler dominant olmakta ve monospesifik komuniteler oluşmaktadır. Resh (1994) adlı araştırmacı da takson zenginliği ölçümlerinin kirleticilerin etkilerinin belirlenmesinde kullanılan en iyi indikatör ölçümlerden biri olduğunu ifade etmektedir. İstatistiksel sonuçlar takson zenginliği ölçümlerine ait metriklerin de Emet Çayı bentik omurgasız faunasını temsil etmede kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak bu kategorideki metriklerin hangilerinin uygun olacağını belirlenmesi için de, diğer kategorilerdeki metriklerde olduğu gibi, mümkün olduğu kadar çok sayıda metrik denenmesi gerekmektedir. Çay'da ağır stres koşullarının bulunmaması nedeniyle bentik omurgasız komuniteleri oldukça yüksek takson zenginliğine sahip olmuştur.

Akarsularda su kalitelerinin izlenmesi çalışmalarının çoğu organik kirlenmenin etkilerini belirlemeye yönelik oluşturulmuş ve bu çalışmalarda bentik omurgasız birlikleri yaygın olarak kullanılmıştır (Metcalf 1989). Biyotik indeksler (tolerans ölçümleri), spesifik tipte kirlenmeye yönelik olarak ve çoğunlukla organik kirlenmeyi belirlemek amacıyla oluşturulmuşlardır. Bu nedenle diğer kirleticilerden etkilenen akarsularda bu indeksleri kullanırken dikkatli olunması gerektiği bildirilmiştir (Johnson ve ark. 1993, Clements 1994). Biyotik indekslerin organik kirlenme dışında, diğer kirleticilerin etkilerinin belirlenmesinde kullanılmaları ile ilgili son yıllarda yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur, ancak bu tip durumlarda indekslerin test edilmesi ve modifiye edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Graça ve Coimbra 1998). Bentik omurgasızların kullanıldığı biyotik indekslerin organik kirlenme dışında, asidifikasyonun belirlenmesinde (Raddum ve Fjellheim 1984, Raddum ve ark. 1988), ağır metal kirliliğinde (Clements ve ark. 1992, Lazaridou-Dimitriadou ve ark. 2004), zirai uygulamaların etkilerinin belirlenmesinde (Barton ve Metcalfe-Smith 1992), kömür madenlerinden etkilenen havzalarda su kalitesinin belirlenmesinde (Garcia-

Criado ve ark. 1999) kullanıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur. Emet Çayı'nda farklı kategorilerde uygulanan metrikler arasında tolerans ölçümleri kategorisinde yer alan biyotik indeks ve skor sistemlerinin, diğer kategorilerde yer alan metriklere göre DCA eksenlerinde anlamlılıklarının daha az bulunmasının en önemli sebebi, Çay'da organik kirlenmenin önemli olmamasından kaynaklanmaktadır. İstatistiksel sonuçlar tolerans ölçümlerine ait uygulanan tüm biyotik indeks ve skor sistemlerinin özellikle PCA'nın ikinci eksenini ile kuvvetli anlamlılık gösterdiğini belirtmektedir (Çizelge 4.10). Bu kuvvetli anlamlılığın en önemli sebebi, çözünmüş oksijenin PCA'nın ikinci ekseninde temsil edilmesi olmuştur. Uygulanan tolerans metriklerinin anlamlılığı, çözünmüş oksijen artışına bağlı olarak artmıştır. Temiz sularda yaşayan taksonların yüksek skorlara sahip olması bu tip ortamlarda indekslerin skor değerini arttırmaktadır. Bununla birlikte çalışmada uygulanan diğer kategorilere ait metrikler ise genellikle kimyasal PCA'nın her iki eksenini ile de anlamlılık göstermişlerdir. Çalışmada tolerans ölçümlerine ait uygulanan metriklerden DCA eksenlerinde anlamlılığı en yüksek bulunan metrik ASPT' olmuş, bununla birlikte Belçika Biyotik İndeksi (BBI) ve Chandler Biyotik Skor sisteminin de Emet Çayı bentik omurgasız faunasını temsil ettiği görülmüştür. Tolerans ölçümlerine ait uygulanan diğer metrikler ise DCA eksenlerinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.9). Çalışmada tolerans ölçümleri kategorisinde bulunan metriklerin inorganik kirlilik parametreleri ile de anlamlılık göstermesi, bentik omurgasız taksonlarının organik kirlenme dışında farklı tipteki kirleticilere karşı da tepki gösterdiğini belirtmektedir (Çizelge 4.11). Ravera (2001) adlı araştırmacı gerek biyotik indekslerin gerekse çeşitlilik ölçümlerinin sadece organik kirlenmeden etkilenmediğini, organik kirliliğin yanı sıra diğer stres faktörlerinden de etkilendiklerini belirtmiştir. Garcia-Criado ve ark. (1999), kömür madeninden etkilenen bir havzada yaptıkları çalışmalarında tolerans metriklerinden BMWP', takson zenginliği ölçümlerinden ise EPT ailesi zenginliği metriklerinin, kömür madeninin etkisini belirten sülfat ve elektriksel iletkenlik ile kuvvetli ilişki göstermeleri nedeniyle bu tip maden etkisinin belirlenmesinde kullanılabileceklerini ifade etmişlerdir. Bu araştırmacılar aynı çalışma bölgesine uyguladıkları Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi ve ASPT' metriklerinin ise daha az anlamlı bulduklarını belirtmişlerdir (Garcia-Criado ve ark. 1999). EPT takson zenginliği metriği bizim çalışmamızda da her ne kadar DCA eksenlerinde temsil edilmese de gerek bor, gerekse havzanın jeolojik

özelliklerine bağlı olarak önem taşıyan Cr, Na, K, Ca, Mg, Si, SO₄, Cl gibi çok sayıda değişken ile ilişkili bulunmuştur (Çizelge 4.11). Emet Çayı bentik omurgasız faunasını temsil eden tolerans ölçümlerine ait metriklerin üçü de (Chandler biyotik skor sistemi, ASPT ve ASPT') bor ile pozitif ilişki göstermişlerdir (Çizelge 4.11). Jeolojik yapıdan dolayı havzada önemli olan Na, K, Mg, Cl ve Si ile anlamlılık gösteren tolerans metrikleri ile adı geçen bu değişkenler arasında pozitif ilişki tespit edilirken, Ca ile anlamlılık gösteren tolerans metrikleri bu değişken ile negatif ilişki göstermiştir (Çizelge 4.11). İstatistiksel sonuçlar tolerans ölçümleri metriklerinin organik kirlilik dışında diğer kirlilik tipleri ile de ilişkili olduklarını, ancak bu tip kirlilikleri kuvvetli şekilde temsil etmediklerini ortaya koymaktadır. Çalışmada bentik omurgasızların kullanıldığı tolerans ölçümleri kategorisinde uygulanan biyotik indeks ve skor sistemlerine göre su kalitesinin bazı aylar dışında çoğunlukla I. sınıf olduğu tespit edilmiştir.

Çeşitlilik ölçümlerine ait uygulanan Shannon-Wiener Çeşitlilik indeksi ve Komünite Dengesi (evenness) metrikleri de bentik omurgasız faunasını temsil etmiş, ancak her iki metriğin de anlamlılığı düşük bulunmuştur (Çizelge 4.9). Garcia-Criado ve ark. (1999), çeşitlilik indekslerinin komünite yapısı ile ilişkili olduklarını ve hiçbir kirlenme tipine özgü olmadıklarını, bu nedenle farklı bölgelere ve kirlilik tiplerine adapte edilmelerine gerek olmadığını ifade etmişlerdir. Çeşitlilik indeksi değerlerinin yüksek bulunması dengeli komüniteleri ifade ederken, çeşitlilik değerinin düşük olması stres veya etki altında olan komüniteleri ifade etmektedir. Çeşitlilik metriklerinin her ikisi de kimyasal PCA'nın ilk eksenine ile anlamlılık göstermiştir. Bu durum, Emet Çayı bentik omurgasız faunasının çeşitliliğinin belirlenmesinde kimyasal PCA'nın ilk ekseninde anlamlılık gösteren değişkenlerin daha önemli olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre bentik omurgasızların çeşitlilik indeksi ve komünite dengesi değerleri çözülmüş oksijen değerlerinin artışına bağlı olarak artış göstermiş, bununla birlikte çeşitlilik ölçümleri ile bor arasında negatif ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9, Çizelge 4.10). Korelasyon sonuçları ise bentik omurgasız taksonlarının çeşitlilik indeksi değerlerinin pH ve CO₃ ile anlamlı pozitif ilişki gösterdiğini, PO₄-P ve Ca ile anlamlı negatif ilişki gösterdiğini ortaya koymaktadır (Çizelge 4.11).

Bentik omurgasızların toplam organizma sayıları DCA'nın her iki ekseninde de temsil edilmemiştir (Çizelge 4.9). Buna karşılık toplam organizma sayısı çevresel

değişkenlere ait PCA'nın ilk eksenine ilişkin bulunmuştur (Çizelge 4.10). Sandin ve Johnson (2000), toplam organizma sayılarının düşük etki büyüklüğüne sahip olmaları, ancak yüksek mevsimsel ve bölgesel değişkenliğe sahip olmaları nedeniyle az bilgilendirici bir metrik olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda bentik omurgasızların toplam organizma sayısının DCA eksenlerinde temsil edilmemesi de bu fikri desteklemektedir (Çizelge 4.9). Korelasyon sonuçları akıntı hızı, NO₃-N ve AKM değerlerindeki artışın bentik omurgasızların toplam organizma sayılarını negatif yönde etkilediğini göstermektedir, buna karşılık sıcaklık, pH, EC, TDS, CO₃, toplam sertlik, Cl, Na ve As toplam organizma sayıları ile pozitif ilişki gösteren değişkenler olmuşlardır. Bor ile bentik omurgasızların toplam organizma sayıları arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır, ancak korelasyon sonuçlarında toplam organizma sayıları ile anlamlılık gösteren değişkenlerin çoğu maden etkisini yansıtan ve havzanın jeolojik yapısı ile ilişkili bulunan değişkenler olmuşlardır (Çizelge 4.11). Benzer durum bentik omurgasız taksonları ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren CCA analizi sonuçlarında da gözlenmektedir (Çizelge 4.12). Maden etkisinin en fazla görüldüğü Hisarcık istasyonunun aynı zamanda bentik omurgasızların toplam organizma sayılarının en yüksek bulunduğu istasyon olarak belirlenmesi borun bentik omurgasız komünitesini olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir.

Fiziksel koşullar bentik omurgasız birliklerinin kompozisyonunu etkileyen önemli faktörlerdir. Bentik omurgasız taksonlarının habitat tercihleri akıntı hızı, sıcaklık, bulanıklık gibi ortamın fiziksel koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Bölgenin iklimsel koşullarına bağlı olarak değişen hidrolojik rejim, Akdeniz ülkelerinin çoğunda, akarsuların biyotik komünitelerini sınırlayan temel faktörlerden biridir (Gasith ve Resh 1999). Akarsularda yaz aylarında akış hızının azalması, biyolojik komünitelerin spesifik fizyolojik ve davranışsal yaşam stratejileri de dahil olmak üzere tüm yapısal özelliklerini etkilemektedir (Gasith ve Resh 1999). Bounton (1989)'a göre bentik omurgasızlar yaz aylarında oluşan ekstrem koşullar altında yaşamlarını sürdürebilmek için hayat döngüsü adaptasyon stratejisi geliştirmektedirler. Kış ve ilkbahar ayları boyunca, yağışlara veya karların erimesine bağlı olarak su seviyesinde meydana gelen artış, akarsuyun akış hızının değişmesine, bu durum ise akarsu birliklerinin çeşitlilik ve bolluk değerlerinde azalmalara neden olmaktadır. Bu çalışmada akarsuyun akıntı hızının kimyasal PCA'nın ilk ekseninde temsil edilmesi bu parametrenin önemli olduğunu

göstermektedir (Çizelge 4.6). Akarsu debisi bentik omurgasız taksonları ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkileri gösteren CCA analizinin ilk dört ekseninde temsil edilmemiştir (Çizelge 4.12), ancak korelasyon sonuçları bentik omurgasızların toplam organizma sayılarının ve toplam takson sayılarının akıntı hızındaki artıştan olumsuz yönde etkilendiklerini göstermektedir (Çizelge 4.11). Korelasyon sonuçlarına göre akıntı hızının bentik omurgasızların çeşitlilik indeksi değerlerini etkilemediği görülmektedir (Çizelge 4.11).

CCA sonuçlarına göre, Emet Çayı'nda bentik omurgasız taksonlarını etkileyen en önemli çevresel değişkenlerin sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, CO₃, toplam sertlik, AKM, Ca, Mg, EC, TDS ve SO₄ olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12). Bentik omurgasız taksonları özellikle çözülmüş oksijene hassasiyet göstermektedirler. Organik kirlenmenin olduğu ortamlarda çözülmüş oksijen değerlerinin azalması bentik omurgasızların ortamda bulunurluğunu olumsuz etkilemekte ve bentik omurgasız taksonları oksijen azalmasına tepki vermektedirler. Emet Çayı'nda çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının çalışma boyunca yüksek bulunması ve su kalitesinin bu parametre açısından genellikle I. sınıf olması nedeniyle bentik omurgasızlar ani tepkiler vermemiştir. Temiz su indikatörü olarak bilinen Plecoptera üyelerinin takson zenginliği ve bollukları çözülmüş oksijen konsantrasyonuna bağlı artış gösterirken, kirliliğe toleranslı bir grup olarak bilinen Diptera üyelerinin takson zenginliği değerleri çözülmüş oksijen değerlerinden olumsuz yönde etkilenmiştir (Çizelge 4.11).

Dalkıran (2006), aynı tarihlerde Orhaneli Çayı'nda yapmış olduğu çalışmasında bentik omurgasızları kullanarak benzer metrikler uygulamıştır, ancak aynı havzada bulunmasına ve benzer jeolojik ve coğrafik özelliklere sahip olmasına rağmen, uygulanan metriklerin her iki akarsuda farklı cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Her iki havzada önemli olan kirlenici tiplerinin farklılık göstermesi, farklı sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum havzanın jeolojik ve coğrafik özelliklerinin yanı sıra, kirlenici tiplerinin de metriklerin uygunluğunun belirlenmesinde önemli olduğunu göstermektedir.

5.2. Epipelik Diyatomelerin İlişkilendirilmesi İle Kirlilik Düzeyinin Saptanması

Diyatomeler uzun yıllardan beri akarsuların su kalitesini izleme çalışmalarında kullanılan önemli biyoindikatör organizmalardan biridir (Whitton ve Kelly 1995). Biyolojik olarak su kalitesinin izlenmesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bentik omurgasızların yanı sıra, son yıllarda diyatomelerin su kalitesini izleme çalışmalarında kullanımları ile ilgili çalışmalar da artış göstermiştir. Bu çalışmalarda diyatomeler organik kirlenme, ötrofikasyon, insan faaliyetleri gibi çeşitli kirlenme kaynaklarının etkilerinin izlenmesinde kullanılmaktadırlar (Kelly ve Whitton 1998, Sabater 2000, Sonneman ve ark. 2001, Newall ve Walsh 2005).

Bu çalışmada epipelik diyatomelerin kullanıldığı onsekiz farklı metrik uygulanmıştır. Epipelik diyatomelere ait metrikler ile DCA eksenleri arasındaki korelasyon ilişkisi sonuçları, kompozisyon ölçümlerine ait metriklerin Emet Çayı epipelik diyatom kompozisyonunu en iyi temsil eden metrikler olduğunu göstermektedir. Kompozisyon ölçümleri kategorisinde Emet Çayı epipelik diyatom florasında yaygın olarak bulunan bazı taksonların % oranları kullanılarak bu taksonların çevresel değişkenler ile aralarındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır. DCA analizi sonuçlarına göre % *Achnanthes minutissima* ve % *Diatoma moniliformis* metrikleri DCA eksenleri ile en kuvvetli ilişki gösteren kompozisyon metrikleri olmuşlardır (Çizelge 4.15).

Achnanthes minutissima, Emet Çayı epipelik diyatom florasında tüm istasyonlarda devamlı mevcut olarak bulunan bir türdür. Bu türün nispi bolluğu, Çay'ın kaynağını temsil eden Yeşilçay istasyonunda en yüksek bulunmuştur. Bu tür en yüksek nispi bolluk değerine Mayıs 2002 tarihinde ulaşmış ve bu tarihte Yeşilçay istasyonunda toplam organizmanın %79'unu oluşturmuştur. *A. minutissima*, ekolojik valansı geniş olan kozmopolit bir türdür. Bağlı bir diyatom türü olan *A. minutissima*, disturbans koşullarından sonra ortama ilk yerleşen öncü türlerden biridir (Stevenson ve Bahls 1999). Bu türün % bolluk değerleri disturbans derecesi hakkında bilgi vermektedir. Amerika'da Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından toksik olayların ardından ortaya çıkan disturbansı belirlemek için *Achnanthes minutissima* türünün nispi bolluğunun kullanıldığı bir metrik kullanılmaktadır (Barbour ve ark. 1999). Dere ve ark. (2006), Bursa ilinin önemli su kaynaklarından biri olan Nilüfer Çayı'nın su kalitesinin

belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında *Achnanthes minutissima* türünün kirlenmemiş bölgelerin önemli indikatör türlerinden biri olduğunu belirtmişler ve bu türün organik ve inorganik kirlilikten önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada *Achnanthes minutissima* türü en yüksek bolluk ve nispi bolluk değerine Çay'ın kaynağına en yakın istasyon olan Yeşilçay'da ulaşmıştır. Bu tür Yeşilçay istasyonunda Mayıs 2002 tarihinde m²'de 43.287 birey olarak kaydedilmiş (Şekil 4.52) ve bu esnada toplam organizmanın %79'unu oluşturmuştur. Bu türün diğer istasyonlarda kaydedilen bolluk değerleri m²'de 7000 bireyin üstüne çıkamamıştır (Şekil 4.52). *Achnanthes minutissima* metriği, DCA'nın her iki ekseninde de temsil edilen bir kompozisyon metriği olmasına rağmen (Çizelge 4.15), bu metrik kimyasal PCA'nın her iki eksenini ile de anlamlı ilişki göstermemiştir (Çizelge 4.16). Spearman rank korelasyon sonuçları % *Achnanthes minutissima* metriğinin çevresel değişkenlerden sadece TP ($r=-0.315$, $p<0.05$) ve Cl ($r=-0.307$, $p<0.05$) ile anlamlı negatif ilişkili olduğunu göstermektedir. Korelasyon sonuçları çalışmada çevresel değişkenlerle en fazla ilişkili bulunan kompozisyon metriğinin % *Diatoma moniliformis* metriği olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.17). Çalışmada kullanılan kompozisyon metriklerinden % *Gomphonema olivaceum* ve % *Nitzschia palea* metriklerinin de epipelik florayı yüksek oranda temsil ettikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.15). % *Gomphonema olivaceum* metriği kimyasal PCA'nın ilk eksenini ile, % *Nitzschia palea* metriği ise kimyasal PCA'nın her iki eksenini ile de ilişkili bulunmuştur (Çizelge 4.16). Korelasyon sonuçları % *Nitzschia palea* metriğinin bor, Cl, Na ve Mg ile pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.17). Buna karşılık % *Gomphonema olivaceum* metriği akıntı hızı, sıcaklık gibi fiziksel koşulların yanı sıra pH, EC, TDS, HCO₃ gibi değişkenlerle ilişkili bulunmuştur (Çizelge 4.17). Bu durum her türün etkilendiği çevresel değişkenlerin büyük farklılık gösterebileceğini belirtmektedir. Çalışmada uygulanan kompozisyon metriklerinden sadece % *Navicula veneta*, % *Nitzschia dissipata* ve % *Rhoicosphenia abbreviata* metriklerinin Emet Çayı epipelik diyatom florasını temsil etmediği gözlenmiştir (Çizelge 4.15), ancak bu metriklerin hepsinin kimyasal PCA eksenleri ile anlamlılık gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çalışmada diyatom takson çeşitliliğini belirlemek için uygulanan Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi değerleri 1.051 ile 3.76 arasında değişmiştir. İstasyonların çeşitlilik indeksi ortalamaları Çay'ın membasından mansabına doğru artış göstermiştir.

En düşük çeşitlilik indeksi ortalaması 2.57 olarak Yeşilçay'da, en yüksek ortalama değer ise 3.255 olarak Devecikonağı'nda kaydedilmiştir. Akarsuların membasından uzaklaştıkça kirlilik yükünün artmasına bağlı olarak tür çeşitliliğinin azalması beklenmektedir. Ancak Çay'da kirlilik yükünün çok yüksek olmaması nedeniyle diyatom tür çeşitliliği tüm istasyonlarda yüksek bulunmuştur. Diyatomelerin kullanıldığı çeşitlilik ölçümlerine ait metrikler, bentik omurgasızların kullanıldığı çeşitlilik metriklerinden daha anlamlı bulunmuşlar ve epipelik diyatome florasını temsil etmede çeşitlilik metriklerinin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Anlamlılığı en yüksek bulunan kompozisyon metriklerinin ardından, çeşitlilik metrikleri Emet Çayı epipelik diyatome florasını temsil etmede ikinci sırada yer almıştır. Çalışmada epipelik diyatomların kullanıldığı çeşitlilik indeksi DCA'nın her iki ekseninde de temsil edilmiş (Çizelge 4.15) , buna karşılık kimyasal PCA eksenleri ile anlamlılık göstermemiştir (Çizelge 4.16). Spearman rank korelasyonuna göre diyatom çeşitlilik indeksi nitrit ($r=0.391$, $p<0.01$), Si ($r=0.297$, $p<0.05$), Cl ($r=0.264$, $p<0.05$) ve K ($r=0.496$, $p<0.01$) ile anlamlı pozitif ilişki göstermiştir.

Çay'ın memba kısımlarının kirleticilerden nispeten uzak ve dolayısıyla çoğu çevresel değişken açısından daha stabil olduğu düşünüldüğünde bu tip ortamlarda yerleşik bir diyatom kompozisyonunun olması beklenir. Bununla birlikte Çay'ın memba kısmından uzaklaştıkça çeşitli faktörlerin etkisiyle disturbans koşulları ortaya çıkmaktadır. Emet Çayı'nın kirlilik yükünün diyatomların tür çeşitliliğini olumsuz etkileyecek düzeyde olmadığı görülmektedir. Reynolds ve ark. (1993), türlerin yer değiştirme oranları hızlı ise çeşitlilik değerlerinin de yüksek olduğunu, bununla birlikte hızlı büyüyen (özellikle küçük formlar) alglerin bol bulunduğu ortamlarda çeşitliliğin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Emet Çayı epipelik diyatom florasında bulunan taksonların büyük çoğunluğunun nispi bolluk değerleri oldukça düşük bulunmuştur. Buna karşılık her bir örneklemede kaydedilen takson sayılarının yüksek bulunması yüksek tür çeşitliliği ile sonuçlanmaktadır. Diyatom türlerinin nispi bolluklarının düşük olması, dominant bir türün çoğu zaman bulunmaması Çay'da çevresel koşulların hızlı değişim gösterdiğini belirtmektedir.

Çalışmada epipelik diyatomların kullanıldığı metriklerden tolerans ölçümleri kategorisinde Trofik Diyatom İndeksi (TDI) uygulanmıştır. Bu indeks DCA'nın ikinci ekseninde temsil edilmiş, ancak kimyasal PCA eksenleri ile anlamlılık göstermemiştir.

TDI indeksinde kullanılan diyatom türlerinin indikatör değerleri ve kirlilik toleransları fosfat konsantrasyonlarına gösterdikleri tepkilere göre hazırlanmıştır. TDI indeksi genel olarak ötrofikasyonun derecesini gösteren bir indekstir (Kelly ve ark. 2001). Kelly ve Whitton (1998), Trofik Diyatom İndeksinin bentik diyatom taksonlarının nispi bollukları kullanılarak akarsuların fosfat konsantrasyonlarının belirlenmesinde kullanıldığını ifade etmektedir. PCA analizi sonuçları Çay'ın kimyasal kompozisyonunda fosfat fosforunun önemli olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte bazı aylarda toplam fosfor değerlerine göre su kalite sınıflarının IV. sınıf su kalitesine kadar düşmesi, Çay'da yerleşim birimlerinden kaynaklanan noktasal kirliliğin bu aylarda ortaya çıkmış olabileceğini göstermektedir. TDI değerlerinin yüksek olması, o örnekleme noktasının nutrient yükünün fazla olduğunu göstermektedir (Tang ve ark. 2006). Bu çalışmada en düşük yıllık ortalama TDI değeri 56 olarak Yeşilçay'da kaydedilmiştir. Diğer istasyonlarda tespit edilen ortalama TDI değerleri ise birbirine yakın bulunmuştur. Bununla birlikte yıllık ortalama TDI değeri en yüksek olan istasyon ortalama değeri 72 olarak Hisarcık'da kaydedilmiştir. Aynı örnekleme noktasında TDI değerleri aylara göre değişiklik göstermiştir. Kelly (2002), aynı örnekleme noktasından farklı zamanlarda toplanan örneklerin TDI değerlerinin farklılık göstermesinin en önemli sebebinin her bir örneklemede dominant olan taksonların farklı olmasından kaynaklandığını ifade etmiştir. Aynı araştırmacı TDI değerlerindeki farklılığın, tür çeşitliliği değerlerindeki önemli değişimleri yansıttığını belirtmiş ve düşük tür çeşitliliğine sahip olan çevresel koşulların, TDI gibi nutrient konsantrasyonlarındaki değişimleri temsil eden indekslere potansiyel olarak daha az duyarlı olduklarını ifade etmiştir. Diyatom birliklerinin kompozisyonunu etkileyen tüm faktörler, TDI değerini de dolaylı olarak etkilemektedir. TDI değerlerindeki değişim sadece nutrientlerden kaynaklanmamakta, substrat tipi, akıntı hızı, grazing baskısı gibi başka faktörlerin de etkili olduğu bilinmektedir (Kelly ve ark. 2001).

Bu çalışmada TDI indeksinin kimyasal PCA eksenleri ile anlamlılık göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Buna karşılık TDI değerleri ile çevresel değişkenler arasındaki Spearman rank korelasyon sonuçları, çalışmada belirlenen TDI değerleri ile fosfat fosforu, toplam fosfor, nitrat, nitrit ve amonyak arasında anlamlı ilişkinin olmadığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte TDI değerleri çevresel değişkenlerden Si ($r= 0.309$, $p<0.05$), Na ($r=0.572$, $p<0.01$), K ($r=0.424$, $p<0.01$), B

($r=0.284$, $p<0.05$), As ($r= 0.377$, $p<0.05$), HCO_3 (0.301 , $p<0.05$) ile anlamlı pozitif ilişki göstermiştir (Çizelge 4.17). Bu çalışmada TDI değerlerinin anlamlılık gösterdiği değişkenler, çalışma bölgesinin jeolojik özelliklerini ve arazi kullanımı ile ilgili faaliyetleri göstermektedir. Bu durum lokal indekslerin oluşturulmasında gerek jeolojik yapının, gerekse arazi kullanımı ile ilgili faaliyetlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Çalışmada ötrofikasyona neden olan değişkenlerle TDI indeksi arasında anlamlılık bulunmaması, TDI indeksinin modifiye edilmeden ve tolerans değerlerinin o bölgeye uygun olarak hesaplanmadan kullanımının uygun olmadığını göstermektedir. Benzer durum Jüttner ve ark. (2003) tarafından da gözlenmiştir. Bu araştırmacılar Nepal ve Hindistan'da bazı akarsularda TDI indeksini uygulamışlar, ancak bu bölgelerde ötrofikasyonun izlenmesinde TDI indeksinin kullanımının uygun olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Bunun nedeni olarak, bu ülkelerde yaygın olarak bulunan çoğu diyatom türünün Avrupa akarsularında bulunmadığı, bu durumda TDI indeksinin bu bölgenin gerçek ekolojik optima ve toleranslarını yansıtmadığı şeklinde ifade etmişlerdir. TDI, İngiltere'deki akarsuların trofik seviyesini belirlemek ve su sistemlerinin su kalitesini izleme çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirilmiş bir indekstir (Kelly ve Whitton 1995). İndekste kullanılan diyatom taksonlarının kirliliğe olan duyarlılıkları ve indikatör değerleri bu bölgenin ekolojik özellikleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu nedenle, diğer indekslerde olduğu gibi, TDI indeksinin farklı coğrafik, jeolojik ve ekolojik şartlara sahip bölgelerde kullanımında da dikkatli olunması gerekmektedir.

Çalışmada diyatomların toplam organizma sayılarının en yüksek bulunduğu istasyonlar Yeşilçay ve Hisarcık olarak belirlenmiştir. Diyatomların organizma sayısı DCA'nın sadece ikinci ekseninde temsil edilmiş (Şekil 4.15), diyatom organizma sayısı kimyasal PCA'nın her iki eksenini de ilişkili bulunmuştur (Şekil 4.16). Korelasyon sonuçlarına göre diyatomların organizma sayısı akarsu debisi ($r=-0.604$, $p<0.01$), çözülmüş oksijen ($r=-0.294$, $p<0.05$) ve toplam fosfor ($r=-0.322$, $p<0.05$) ile anlamlı negatif, sıcaklık ($r=0.470$, $p<0.01$), EC ($r=0.430$, $p<0.01$), TDS ($r=0.475$, $p<0.01$) ve sülfat ($r=0.429$, $p<0.01$) ile anlamlı pozitif ilişki göstermektedir. CCA analizi sonuçları ise epipelik diyatome taksonlarının kompozisyonunu etkileyen en önemli faktörlerin sıcaklık, Si, pH, EC, TDS, çözülmüş oksijen, askıda katı madde ve Ca olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.18).

Bu çalışmada diyatomeler ve bentik omurgasızlar olmak üzere iki önemli indikatör organizma grubu kullanılarak su kalite parametreleri ile ilişkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada gerek epipelik diyatomların, gerekse bentik omurgasızların kullanıldığı çok sayıda metrik uygulanmış ve Emet Çayı'nın epipelik diyatom florasını ve bentik omurgasız faunasını en iyi temsil eden metrikler tespit edilmiştir. Emet Çayı epipelik diyatomelerinin ve bentik omurgasızlarının kompozisyonu ve takson çeşitliliğinin özellikle ortamın jeolojik özelliklerinden ve madencilik etkisinden kaynaklanan inorganik su kalite parametreleri ile anlamlı ilişki gösterdikleri tespit edilmiştir. Bentik omurgasız taksonlarının çoğu organik kirlenmeye ve düşük çözünmüş oksijen değerlerine karşı toleranssızdırlar. Kazancı ve ark. (1997), çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 1 mg/l'nin altında olduğu ve BOD₅ değerlerinin 15 mg/l'nin üzerinde bulunduğu polisaprobik sularda (IV. sınıf) bentik omurgasız faunasının yüksek oranda indirgendiğini ve bu ortamlarda kirlilik toleransı çok yüksek olan Oligochaeta üyelerinin ve Diptera grubuna ait bazı taksonların ortamda kaldığını belirtmektedir. Buna karşılık diyatomeler yüksek organik ve inorganik kirliliğe karşı daha toleranslı taksonlar içermektedir. Dere ve ark. (2006), kirlilik yükünün çok yüksek olduğu ve BOD₅ değerleri ortalamalarının mabdan mansaba doğru 20.08 mg/l'den 215.8 mg/l'ye kadar artış gösterdiği Nilüfer Çayı'nda yapmış oldukları çalışmalarında diyatomelerin indikatör özelliklerini kullanmışlardır. Çalışmada ortaya konan sonuçlar bu tip ağır kirlilik durumlarını diyatomelerin bentik omurgasızlara göre daha iyi temsil edebileceklerini göstermektedir. Her bir organizma grubunun farklı kirleticilere karşı duyarlılıkları ve kirletici tiplerine karşı verdikleri tepkiler birbirinden farklılık göstermektedir. Kentleşmenin bentik omurgasızlar ve diyatomeler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, bentik omurgasızların habitatın fiziksel değişimlerine karşı belirgin cevap verdikleri (Walsh ve ark. 2001), buna karşılık diyatomların su kalite parametreleri ile ilişkili bulunduğu tespit edilmiştir (Sonneman ve ark. 2001). Bentik omurgasızlar büyük organizmalar oldukları ve hayat döngülerinin daha uzun olmaları nedeniyle uzun dönemde diyatomelere göre daha stabildirler ve taksonlar arasında ani yer değiştirme daha az olmaktadır. Yapılan çalışmalarda su kalitesindeki değişimlere diyatomelerin birkaç gün ile birkaç hafta arasında cevap verdikleri (Eloranta 1999), buna karşılık bentik omurgasızların birkaç ay veya yıl gibi daha uzun dönemlerde cevap verdikleri (Skriver 2000) bildirilmiştir. Bu çalışmada gerek diyatomeler gerekse bentik

omurgasızlar ortamın kirlilik yükünün çok fazla olmaması nedeniyle ani tepkiler vermemişlerdir. Her iki organizma grubu da özellikle ortamın jeolojik özelliklerinden ve madencilik etkisinden kaynaklanan inorganik su kalite parametreleri ile anlamlı ilişki göstermişlerdir. Ancak her iki organizma grubunun ve hatta aynı organizma grubu içinde farklı taksonların aynı değişken için farklı tepkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışma bölgesinin kirlenici faktörleri göz önünde bulundurularak indikatör organizma seçilmesi uygun olmaktadır. Hatta birden fazla indikatör grubun birbirlerinin tamamlayıcısı şeklinde bir arada kullanımları tercih edilmektedir. Bununla birlikte çalışma bölgesine uygun metriklerin seçilmesinde çalışma bölgesinin coğrafik, jeolojik ve arazi kullanımına bağlı özellikleri, ekolojik özellikleri ve iklim koşulları göz önünde bulundurulmalıdır.

6. KAYNAKLAR

ALBA-TERCEDOR, J. ve A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética* 4, 51-56.

ANDERSEN, M.M., F.F. RIGÉT ve H. SPARHOLT. 1984. A modification of the Trent Biotic Index for use in Denmark. *Water Res.*, 18 (2), 145-151.

ANONİM 1982. The Use of Biological Data in River Quality Classification. North West Water. 18 p.

ANONİM 1999. Uluabat Gölü ve Havzasında Çevre Etkileri, Projelerimiz ve Ramsar Uygulamaları. DSI I. Bölge Müdürlüğü, 20s.

ANONİM 2002. AQEM Consortium (Avrupa Su Çerçeve Programı Yönergesi). 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.

ANONİM 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı. Ankara. Resmi Gazete: Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı: 25687.

ARMITAGE, P.D., D. MOSS, J.F. WRIGHT ve M.T. FURSE. 1983. The Performance of a New Biological Water Quality Score System Based on Macroinvertebrates Over a Wide Range of Unpolluted Running-Water Sites. *Water Research*, 17(3), 333-347.

ARSLAN, N., S. İLHAN, Y. ŞAHİN, C. FİLİK, V. YILMAZ, T. ÖNTÜRK. 2006. Musaözü Baraj Göleti Littoral Omurgasız Faunası Dağılımı, Çeşitliliği ve Su Kalitesi, Eskişehir. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran 2006, Kuşadası-Aydın.

AYKULU, G. ve O. OBALI. 1981. Phytoplankton Biomass in the Kurtboğazı Dam Lake. *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. C2(24)*: 29-45.

BAHLS, L.R., R. BURKANTIS ve S. TRALLES. 1992. Benchmark biology of Montana reference streams. Department of Health and Environmental Science, Water Quality Bureau, Helena, Montana.

BALTACI, F. 2000. Su Analiz Metotları. İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara. 335 s.

BARBOUR, M.T., J.B. STRIBLING ve J.R. KARR. 1995. Multimetric Approach for Establishing Biocriteria and Measuring Biological Condition. Pages 63-77 in W.S. Davis and T.P. Simon (editors). *Biological assessment and criteria. Tools for water resource planning and decision making.* Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

BARBOUR, M.T., J. GERRITSEN, B. SNYDER ve J. STRIBLING (eds). 1999. Benthic Macroinvertebrate Protocols. In: *Rapid bioassessment protocols for use in streams and*

wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. U.S. Environmental Protection Agency, EPA-891-B99-002.

BARLAS, M., M.F. MUMCU, S. DİRİCAN ve C.N. SOLAK. 2001. Sarıçay (Muğla-Milas)'da Taşayan Epilitik Diatomların Su Kalitesine Bağlı Olarak İncelenmesi. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Ekim 2001 Bodrum, Ekoloji ve Çevre s: 313-322.

BARTON, D.R. ve J.L. METCALFE-SMITH. 1992. A Comparison of Sampling Techniques and Summary Indices for Assessment of Water Quality in the Yamaska River, Québec, Based on Benthic Macroinvertebrates. *Environmental Monitoring and Assessment*. 21: 225-244.

BIGGS, B.J.F. 1990. Periphyton communities and their environments in New Zealand Rivers. *New Zeal. J. Mar. Fresh.* 24: 367-386.

BIRK, S. ve D. HERING. 2006. Direct Comparison of Assessment Methods Using Benthic Macroinvertebrates: a Contribution to the EU Water Framework Directive Intercalibration Exercise. *Hydrobiologia*. 566: 401-415.

BİNGÖL, N.A., M.S. ÖZYURT, H. DAYIOĞLU, C.N. SOLAK ve S. LEBLEBİCİ 2006. Porsuk Nehri (Kütahya) Diyatomelerine Bağlı Saprobi İndeksinin Belirlenmesi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran, Kuşadası-Aydın.

BLOCKSOM, K.A. ve J.E. FLOTEMERSCH. 2005. Comparison of Macroinvertebrate Sampling Methods for Nonwadeable Streams. *Environmental Monitoring and Assessment*. 102: 243-262.

BODE, R.W., M.A. NOVAK ve L.E. ABELE. 1996. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, NY. 89p.

BOUNTON, A.J. 1989. Over-Summer Refuges of Aquatic Macroinvertebrates in Two Intermittent Streams in Central Victoria. *Trans. R. Soc. Aust.*, 113: 23-34.

BUFFAGNI, A., S. ERBA, M. CAZZOLA ve J.L. KEMP. 2004. The AQEM Multimetric System for the Southern Italian Apennines: Assessing the Impact of Water Quality and Habitat Degradation on Pool Macroinvertebrates in Mediterranean Rivers. *Hydrobiologia*. 516: 313-329.

CAO, Y., A.W. BARK ve W.P. WILLIAMS. 1997. Analysing Benthic Macroinvertebrate Community Changes Along a Pollution Gradient: A Framework For The Development of Biotic Indices. *Water Research*. 31, 4: 884-892.

CELTEMEN, P. 2000. Susurluk Nehri Havzasında Su Kalitesi Yönetimi. DSİ İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı. 227 s.

CHANDLER, J. R. 1970. A biological approach to water quality management. *Wat. Poll. Control*. 69, 415-422.

- CHUTTER, F. M. 1972. An empirical biotic index of the quality of water in South African streams and rivers. *Water Res.*, 6, 19-30.
- CLEMENTS, W.H. 1994. Benthic Invertebrate Responses to Heavy Metals in the Upper Arkansas River Basin, Colorado. *J. n. Am. Benthol. Soc.*, 13(1): 30-44.
- CLEMENTS, W.H., D.S. CHERRY ve J.H. Van Hassel. 1992. Assessment of the Impact of Heavy Metals on Benthic Communities at the Clinch River (Virginia): Evaluation of an index of Community Sensitivity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1686-1694.
- COHN, F. 1853. Über lebendige Organismen im Trinkwasser. *Z. klin. Medizin*, 4, 229-237.
- COHN, F. 1870. Über den Brunnenfaden (*Crenotrix polyspora*) mit Bemerkungen über die mikroskopische Analyse des Brunnenwassers. *Cohn's Beitr. Biol. Pflanzen* 3: 1-108.
- CRANSTON, P. S., C. D. RAMSDALE ve G. B. WHITE. 1987. Keys to The Adults, Male Hypopygia, Fourth-Instar Larvae and Pupae of the British Mosquitoes (Culicidae), With Notes on Their Ecology and Medical Importance. *Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 48, Cumbria. 152p.*
- ÇOLAK, M., Ü. GEMİCİ ve G. TARCAN. 2003. The Effects of Colemanite Deposits on the Arsenic Concentrations of Soil and Ground Water in İğdeköy-Emet, Kütahya, Turkey. *Water, Air, and Soil Pollution*. 149: 127-143.
- DAHL, J., R.K. JOHNSON ve L. SANDIN. 2004. Detection of Organic Pollution of Streams in Southern Sweden using Benthic Macroinvertebrates. *Hydrobiologia*. 516: 161-172.
- DALKIRAN, N. 2006. Orhaneli Çayı'nın Epilitik Diyatomeleri ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi İle Kirlilik Düzeyinin Saptanması. *Doktora Tezi (yayınlanmamış). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- DE PAUW, N. ve VANHOOREN, G. 1983. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. *Hydrobiologia*, 100: 153-168.
- DE PAUW, N. ve H.A. HAWKES 1993. Biological monitoring of river water quality. Pages 87-111. In: W. J. Walley and S. Judd (Eds.), *River water quality monitoring and control*. Aston University, UK. 249 pp.
- DERE, Ş. 1989. Beytepe ve Alap Göletlerindeki Bazı Bentik Diyatome Cins ve Türlerinin Mevsimsel Değişimi. *Doğa TU Biyoloji Dergisi*, 13(1): 1-7.
- DERE, Ş., N. DALKIRAN, D. KARACAOĞLU, A. ELMACI, B. DÜLGER, E. ŞENTÜRK. 2006. Relationships Among Epipellic Diatom Taxa, Bacterial Abundances

and Water Quality in a Highly Polluted Stream Catchment, Bursa-Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 112:1-22.

DESHON, J.E. 1995. Development and application of the invertebrate community index (ICI). Pages 217-243 in W.S. Davis and T.P. Simon (editors). *Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

DÜGEL, M. 1994. Köyceğiz Gölü'ne Dökülen Akarsuların Su Kalitesinin Fiziko-kimyasal ve Biyolojik Parametrelerle Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 87 s.

EATON, A. D., L. S. GLESCERI ve A. E. GREENBERG (Eds.) 1995. *Standart Methods For The Examination of Water and Waste Water*. APHA, AWWA and WEF, 19th Edition. American Public Health Association, Washington.

EDINGTON, J. M. ve A. G. HILDREW. 1981. *A Key to the Caseless Caddis Larvae of the British Isles, With Notes on Their Ecology*. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 43, Cumbria. 92p.

ELLIOT, J. M. 1977. *A Key to the Larvae and Adults of British Freshwater Megaloptera and Neuroptera, With Notes on Their Life Cycles and Ecology*. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 35, Cumbria. 51p.

ELMACI, A. ve O. OBALI. 1998. Akşehir Gölü Kıyı Bölgesi Alg Florası. *Tr. J. of Biology*. 22: 81-98.

ELORANTA, P. 1999. Applications of Diatom Indices in Finnish Rivers. In: Prygiel, J., B.A. Whitton ve J. Bukowska (Editors). *Use of Algae Monitoring in Rivers*. III. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, France. p: 138-144.

ELORANTA, P. ve J. SOININEN. 2002. Ecological Status of Some Finnish Rivers Evaluated Using Benthic Diatom Communities. *Journal of Applied Phycology*. 14: 1-7.

FRIEDRICH, G., D. CHAPMAN ve A. BEIM. 1996. *The use of Biological Material in Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. 2nd ed. Deborah Chapman (ed.). E&FN Spon. New York.

GARCIA-CRIADO, F., A. TOMÉ, F.J. VEGA ve C. ANTOLÍN. 1999. Performance of Some Diversity and Biotic Indices in Rivers Affected by Coal Mining in Northwestern Spain. *Hydrobiologia*. 394: 209-217.

GASITH, A. ve V.H. RESH. 1999. Streams in Mediterranean Climate Regions: Abiotic Influences and Biotic Responses to Predictable Seasonal Events. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30: 51-81.

GHETTI, P. F. 1986. *Manuale di applicazione- I macroinvertebrati nell' analisi di qualita dei corsi d' aqua.- Provincia Autonoma di Trento*, 105 pp.

- GİRGİN, S. 1994. Ankara Çayı ve Kollarındaki Bentik Makroinvertebratların Bolluk, Dominans, Benzerlik ve Çeşitlilik Açısından Kimyasal ve Fiziksel Parametrelerle Birlikte İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 245 s.
- GİRGİN, S. 1997. Ankara Çayı'nda Taban Büyük Omurgasızlarının Çeşitliliklerinin Değişik İndisler Kullanılarak Karşılaştırılması, Tr. J. of Zoology. 21: 269-274.
- GLEDHILL, T., D. W. SUTCLIFFE, ve W. D. WILLIAMS 1976. A Revised Key to the British Species of Crustacea: Malacostraca, Occuring in Freshwater, With Notes on Their Ecology and Distrubition. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 32, Cumbria. 71p.
- GOMEZ, N. ve M. LICURSI 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for Assesment of Rivers and Streams in Argentina. Aquatic Ecology. 35: 173-181.
- GRAÇA, M.A.S. ve C.N. COIMBRA. 1998. The Elaboration of Indices to Assess Biological Water Quality. A Case Study. Water Research. 32: 380-392.
- GRAHAM, T. R. 1965. Annual Report. Lothians River Purification Board 1965. Lothians River Purification Board, Scotland.
- GREENBERG, A.E., R.R. TRUSSELL ve L.S. GLESCERI (Eds.) 1985. Standart Methods For The Examination of Water and Waste Water. APHA, AWWA and WEF, 16th Edition. American Public Health Association, Washington. 1268p.
- GÜRBÜZ, H. ve E. KIVRAK. 2002. Use of Epilithic Diatoms to Evaluate Water Quality in the Karasu River of Turkey. Journal of Environmental Biology. 23 (3): 239-246.
- HASSAL, A. A. 1850. A microscopic examination of the water supplied to the inhabitants of London and suburban districts. London.
- HELLAWELL, J. M. 1978. Biological Surveillance of Rivers. Water Research Center, Stevenage, England, 322 pp.
- HELVACI, C. 1983. Türkiye Borat Yataklarının Minerolojisi. Jeo., Müh., 17:37-54.
- HELVACI, C. 1984. Occurrance of rare borate minerals: veatchite-A, tunnellite, terrugite and cahnite in the Emet borate deposits, Turkey. Mineral Deposita. 19:217-226.
- HELVACI, C. 2003. Türkiye Borat Yatakları Jeolojik Konumu, Ekonomik Önemi ve Bor Politikası. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 5.1.
- HELVACI, C., M.G.STAMATAKIS, C. ZAGOUGLOU ve J. KANARIS. 1993. Borate minerals and related authigenic silicates in northeastern Mediterranean Late Miocene continental basins. Explor. Mining Geology. 2:171-178.

HILSENHOFF, W. L. 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Tech. Bull. Wisconsin Dept. Nat. Resour. 100, 15 pp.

HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). Heft: 10 a Pascher Die Susswasser Flora Mitteleuropas, Gustav Fischer, Germany. 468 pp.

HYNES, H. B. N. 1977. A Key to the Adults and Nymphs of the British Stoneflies (Plecoptera), With Notes on Their Ecology and Distribution. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 17, Third Edition, Cumbria. 95p.

İMAMOĞLU, Ö. 2000. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çay'ının Su Kalitesinin Fiziko-kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Yönünden İncelenmesi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

JONGMAN R.H.G, C.J.F. TER BRAAK ve O.F.R. VAN TONGEREN 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Pres, Cambridge.

JOHNSON, R.K., T. WIEDERHOLM ve D.M. ROSENBERG. 1993. Freshwater Biomonitoring Using Individual Organisms, Populations, and Species Assemblages of Benthic Macroinvertebrates. In D.M. Rosenberg ve V.h. Resh (eds), Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman&Hall. p.40-158.

JUTTNER, I., S. SHARMA, B.M. DAHAL, S.J. ORMEROD, P.J. CHIMONIDES ve E.J. COX. 2003. Diatoms as Indicators of Stream Quality in the Kathmandu Valley and Middle Hills of Nepal and India. Freshwater Biology. 48: 2065-2084.

KALYONCU, H. ve M. BARLAS. 1997. Su Kalitesine Bağlı Olarak Isparta Deresi'nde Tespit Edilen İstasyonlarda Yoğun Olarak Belirlenen Epilitik Diyatomların Mevsimsel Gelişimleri. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 17-19 Eylül 1997. Eğirdir-Isparta.

KALYONCU, H. ve M. BARLAS. 2006. Aksu Çayının Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Yönünden Belirlenmesi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi. 26-30 Haziran 2006. Kuşadası-Aydın.

KARA, H. ve B. ŞAHİN. 2001. Epipellic and epilithic algae of Değirmendere River (Trabzon-Turkey). Tr. J. of Botany. 25(4): 177-186.

KAZANCI, N., S. GİRGIN, M. DÜGEL ve D. OĞUZKURT 1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi. Türkiye İç Suları Araştırma Dizisi: II., İmaj Yayın, Ankara. 100 s.

KAZANCI ve DÜGEL 2000. An Evolution of the Water Quality of Yuvarlakçay Stream, in the Köyceğiz-Dalyan Protected Area, SW Turkey, Turk J Zool. 24: 69-80.

KELLY, M.G. 2002. Role of Benthic Diatoms in the Implementation of the Urban Wastewater Treatment Directive in the River Wear, North-East England. Journal of Applied Phycology. 14: 9-18.

KELLY, M.G., B.A. WHITTON. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*. 7: 433-444.

KELLY, M. G. ve B. A. WHITTON 1998. Biological Monitoring of Eutrophication in Rivers. *Hydrobiologia*. 384: 55-67.

KELLY, M.G., C. ADAMS, A.C. GRAVES, J. JAMIESON, J. KROKOWSKI, E.B. LYCETT, J. MURRAY-BLIGH, S. PRITCHARD ve C. WILKINS. 2001. The Trophic Diatom Index: A User's Manual. Revised edition. R&D Technical Report E2/TR2. Environment Agency. Bristol. 135 pp.

KILINÇ, S. ve E.R. SIVACI. 2001. A Study On The Past And Present Diatom Flora of Two Alkaline Lakes. *Tr. J. of Botany*. 25(6):373-378.

KLEMM D.J., J.M. LAZORCHAK ve D.V. PECK (2000). Benthic Macroinvertebrates In: Lazorchak, J.M., Hill, B.H., Averill, D.K., D.V. Peck, and D.J. Klemm (eds) 2000. Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters: Field Operations and Methods for Measuring the Ecological Condition of Non-Wadeable Rivers and Streams. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati OH.

KNÖPP, H. 1954. Ein neuer Weg zur Darstellung biologischer Vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Gütelängs schnitt des Maines. *Wasserwirtschaft* 45, 9-15.

KOLENATI, F. A. 1848. Über Nutzen und Schaden der Trichopteren. *Stettiner entomol. Ztg.* 9.

KOLKWITZ, R. ve M. MARSSON. 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna, Mitt a. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. und Abwasserbeseitigung zu Berlin 1, 33-72.

KOLKWITZ, R. ve M. MARSSON. 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 22, 505-519.

KOLKWITZ, R. ve M. MARSSON. 1909. Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge zur Lehre von der biologische Gewässerbeurteilung. *Int. Rev. Hydrobiol.* 2, 126-152.

KOLKWITZ, R. 1935. *Pflanzenphysiologie*, 3rd ed., Jena. Fisher Verlag.

KOLKWITZ, R. 1950. Ökologie der Saprobien. Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. *Ver. Wa. Bo. Lu. Hyg.*, 4, 64 pp.

KRAMMER, K. ve H. LANGE-BERTALOT. 1991a. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer. 576 pp.

- KRAMMER, K. ve H. LANGE-BERTALOT. 1991b. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Gustav Fischer. 437 pp.
- KRAMMER, K. ve H. LANGE-BERTALOT. 1997a. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 875 pp.
- KRAMMER, K. ve H. LANGE-BERTALOT. 1997b. Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 611 pp.
- KULELİ, S. 1989. Doğal ve Yapay Göl ve Havzalarında Su Kalitesi Araştırmaları Projesinin Tanıtımı (Porsuk, Uluabat, Sapanca, İznik). Su Kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı. Mayıs 1989. s. 66-69.
- LADSON, A. R., L. J. WHITE, J. A. DOOLAN, B. L. FINDLAYSON, B. T. HART, P. S. LAKE ve J. W. TILLEARD. 1999. Development and testing of an Index of Stream Condition for waterway management in Australia, *Freshwater Biology*. 41: 453 – 468.
- LAZARIDOU-DIMITRIADOU, M., C. KOUKOUMIDES, E. LEKKA ve G. GAIDAGIS. 2004. Integrative Evaluation of the Ecological Quality of Metalliferous Streams (Chalkidiki, Macedonia, Hellas). *Environmental Monitoring and Assessment*. 91: 59-86.
- LEHMKUHL, D. M. 1979. How to Know the Aquatic Insects. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa. 488p.
- LIEBMANN, H. 1959. Methodik und Auswertung der biologischen Wassergüte-Kartierung. *Münchener Beiträge z. Abwasser-, Fischerei - und Flußbiologie*, 6, 134.
- MASON, C. F. 1983. *Biology of Freshwater Pollution*. Longman Group Limited, England. 250 p.
- MACAN, T. T. 1965. A Revised Key to the British Water Bugs (Hemiptera-Heteroptera), With Notes on Their Ecology. *Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 16*, Cumbria. 78 p.
- MACAN, T. T. 1979. A Key to the Nymphs of the British Species of Ephemeroptera, With Notes on Their Ecology. *Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 20*, Third Edition, Cumbria. 81 p.
- METCALFE 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.

- MINITAB Inc. 2000. Meet Minitab, Release 13 for Windows, USA.
- MORAIS, M., P. PINTO, P. GUILHERME, J. ROSADO ve I. ANTUNES. 2004. Assessment of Temporary Streams: the Robustness of Metric and Multimetric Indices Under Different Hydrological Conditions. *Hydrobiologia*. 516: 229-249.
- MUSTOW, S.E. 2002. Biological Monitoring of Rivers in Thailand: Use and Adaptation of the BMWP Score. *Hydrobiologia*. 479: 191-229.
- NEWALL, P. ve C.J. WALSH. 2005. Response of Epilithic Diatom Assemblages to Urbanization Influences. *Hydrobiologia*. 532: 53-67.
- OĞUZKURT, D.G. 2001. Beyşehir Gölü Limnolojisi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 206 s.
- OKTAŞ, S., N. KAHRAMANOĞLU, E. İYİGÜN, A. ERBİL. 1989. Örnek Çalışma : Sapanca Gölü ve Havzası. Su Kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı. Mayıs 1989. s. 228-300.
- OMETO, J. P. H. B., L. A. MARTINELLI, M. V. BALLESTER, A. GESSNER, A. V. KRUSCHE, R. L. VICTORIA ve M. WILLIAMS 2000. Effects of Land Use on Water Chemistry and Macroinvertebrates in two Streams of the Piracicaba River Basin, South-East Brazil. *Freshwater Biology*, 44: 327-337.
- PATRICK, R.C. ve W. REIMER. 1966. The diatoms of the United States, Volume I. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, USA. 688 pp.
- PATRICK, R.C. ve W. REIMER. 1975. The diatoms of the United States, Volume II. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, USA. 213 pp.
- PAUW, N.D. ve S. HEYLEN. 2001. Biotic Index for Sediment Quality Assessment of Watercourses in Flanders, Belgium. *Aquatic Ecology*. 35: 121-133.
- PAVLUK, T.I., A. VAATE ve H.A. LESLIE. 2000. Development of an Index of Trophic Completeness for Benthic Macroinvertebrate Communities in Flowing Waters. *Hydrobiologia*. 427: 135-141.
- PINTO, P. J. ROSADO, M. MORAIS ve I. ANTUNES. 2004. Assessment Methodology for Southern Siliceous Basins in Portugal. *Hydrobiologia*. 516: 191-214.
- PRAT, N.; PUIG, A. and GONZALEZ, G. 1983. Predicció i Control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat, II: El poblament Faunistic i la seva relació amb la qualitat de les aigües. *Estudis i Monografies del Servei del Medi Ambient*. Diputació de Barcelona, 184 pp.
- PRYGIEL, J. 2002. Management of the Diatom Monitoring Networks in France. *Journal of Applied Phycology*. 14: 19-26.

- QUIGLEY, M. 1977. Invertebrates of Streams and Rivers, A Key to Identification. Edward Arnold Publishers, Third Edition, London. 84 p.
- RADDUM, G.G. ve A. FJELLHEIM. 1984. Acidification and Early Warning Organisms in Freshwater in Western Norway. Verh. Int. Ver. Limnol. 22: 1973-1980.
- RADDUM, G.G., A. FJELLHEIM ve T. HESTHAGEN. 1988. Monitoring of Acidification by the Use of Aquatic Organisms. Verh. Int. Ver. Limnol. 23: 2291-2297.
- RAPPORT, J.D. 1991. Evaluating ecosystem health,. J. Aquat. Ecosyst. Health. 1: 15-24.
- RAVERA, O. 2001. A Comparison Between Diversity, Similarity and Biotic Indices Applied to the Macroinvertebrate Community of a Small Stream: the Ravella River (Como Province, Northern Italy). Aquatic Ecology. 35: 97-107.
- RESH, V.H. 1994. Variability, accuracy, and taxonomic approaches in benthic macroinvertebrate biomonitoring. Boll. zool. ital. 61: 375-383.
- REYNOLDS, C.S., J. PADISAK ve U. SOMMER. 1993. Intermediate disturbance in the ecology of phytoplankton and the maintenance of species diversity: a synthesis. Hydrobiologia. 249: 183-188.
- ROUND, F. E. 1953. An Investigation Of Two Bentic Algal Communities in Malharm Tarn, Yorkshire. J. Ecol. 41: 97-174.
- ROUND, F. E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge University Press, Cambridge. 653 p.
- ROUND, F.E., R.M. CRAWFORD ve D.G. MANN.1990. The diatoms. biology and morphology of the genera, Cambridge University Press, Cambridge. 747 pp.
- SABATER, S. 2000. Diatom Communities as Indicators of Environmental Stress in the Guadiamar River, S-W. Spain, Following a Major Mine Tailings Spill. Journal of Applied Phycology. 12: 113-124.
- SANDIN, L. ve R.K. JOHNSON. 2000. The statistical power of selected indicator metrics using macroinvertebrates for assessing acidification and eutrophication of running waters. Hydrobiologia. 422/423:233-243.
- SEMENCHENKO, V.P. ve M.D. MOROZ. 2005. Comparative Analysis of Biotic Indices in the Monitoring System of Running Water in a Biospheric Reserve. 2005. Water Resources. 32, 2: 200-203.
- SHANNON, C.E. ve W. WEAVER, 1949. The Mathematical Theory of Communication. The University of Illinois Press, Urbana, IL.

- SIMIĆ, V. ve S. SIMIĆ. 1999. Use of The River Macrozoobenthos of Serbia to Formulate a Biotic Index. *Hydrobiologia*. 416: 51-64.
- SKRIVER, J. 2000. Biological Monitoring in Nordic Rivers and Lakes. Report to the Nordic Council of Ministers. 04p.
- SLÁDECĚK, V. 1973a. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih* 7, 1-218.
- SLÁDECĚK, V. 1973b. The reality of three British biotic indices. *Water Res.*7, 995-1002.
- SLADECKOVA, A. 1962. Limnological Investigation Methods For The Periphyton (Aufwuchs) Community. *Bot. Rev.* 28: 286-350.
- SOLIMINI, A.G., P. GULIA, M. MONFRINOTTI ve G. CARCHINI. 2000. Performance of Different Biotic Indices and Sampling Methods in Assessing Water Quality in the Lowland Stretch of the Tiber River. *Hydrobiologia*. 422/423: 197-208.
- SONNEMAN, J.A., C.J. WALSH, P.F. BREEN ve A.K. SHARPE. 2001. Effects of urbanization on streams of the Melbourne region, Victoria, Australia. II. Benthic diatom communities. *Freshwater Biology*. 46: 553-565.
- SPSS INC., 2001. SPSS Advanced Models 11.0, SPSS Inc., Chicago, USA.
- STASOFT INC., 1995. Statistica for Windows, Tulsa, Oklahoma, USA.
- STEVENSON, J.R. ve L.L. BAHLS. 1999. Periphyton Protocols. In: Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. U.S. Environmental Protection Agency, EPA-891-B99-002.
- ŞAHİN, Y. 1984. Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri Akarsu ve Göllerindeki Chironomidae (Diptera) Larvalarının Teşhisi ve Dağılımları. *Anadolu Üniversitesi Yayınları No. 57*, Eskişehir. 141p.
- ŞAHİN, B. 1998. A Study on the Benthic Algae of Uzungöl (Trabzon). *Tr. J. of Botany*. 22: 171-189.
- ŞENTÜRK E. 2003. Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çaylarının Su Kalitesinin Belirlenmesi (yayınlanmamış). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 123 s.
- TANATMIŞ, M. 2002. The Ephemeroptera (Insecta) Fauna of Lake Uluabat Basin, *Turk. J. Zool.* 26: 53-61.

- TANG, T., Q. CAI ve J. LIU. 2006. Using Epilithic Diatom Communities to Assess Ecological Condition of Xiangxi River System. *Environmental Monitoring and Assessment*. 112: 347-361.
- TER BRAAK C.J.F. ve P. SMILAUER. 1998. CANOCO Reference Manual and Users Guide to Canoco for Windows: Software for Community Ordination (Version 4.) Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- TORUNOĞLU, T., A. ERBİL, S. GÖLLÜ, E. ŞENTÜRK ve H. ÖNER. 1989. Örnek Çalışma: Uluabat Gölü ve Havzası. Su Kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. DSI Genel Müdürlüğü İçme suyu ve Kanalizasyon. Daire Başkanlığı, 301-387.
- TRIEST, L., P. KAUR, S. HEYLEN ve N. DE PAUW 2001. Comparative Monitoring of Diatoms, Macroinvertebrates and Macrophytes in the Woluwe River (Brussels, Belgium). *Aquatic Ecology*. 35: 183-194.
- TUFFERY, G. ve J. VERNEAUX. 1968. Methode de determination de la qualité biologique des eaux courantes. Exploitation codifiée des inventaires de la faune du fond. Ministere del Agriculture (France), Centre National d'Etudes Techniques et de Recherches Technologiques pour l' Agriculture, les Forets et l' Equipment Rural, Section Peche et Pisciculture, 23p.
- ÜNAL, Ş. 1984. Beytepe ve Alap Göletlerinde Fitoplanktonun Mevsimsel Değişimi. *Doğa Bilim Dergisi*. A₂, 8(1): 121-137.
- ÜNAL, Ş. 1985. Beytepe ve Alap Göletlerinde Bentik Alglerin Mevsimsel Değişimi. *C.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*. 3: 211-236.
- WALLEY, W.J. ve H.A. HAWKES. 1997. A Computer-Based Development of the Biological Monitoring Working Party Score System Incorporating Abundance Rating, Site Type and Indicator Value. *Water Research*. 31,2: 201-210.
- WALSH, C.J., A.K. SHARPE, P.F.BREEN ve J.A. SONNEMAN. 2001. Effects of urbanization on streams of the Melbourne region, Victoria, Australia. I. Benthic macroinvertebrate communities. *Freshwater Biology*. 46: 535-551.
- WILLIAMS, G. M. 1987. *Techniques and Fieldwork in Ecology*, Collins Educational, Great Britain, 156 pp.
- WINTER, J.G. ve H.C. DUTHIE. 2000. Stream Epilithic, Epipellic and Epiphytic Diatoms: Habitat Fidelity and Use in Biomonitoring. *Aquatic Ecology*. 34: 345-353.
- WHITTON, B.A. ve M.G. KELLY. 1995. Use of Algae and Other Plants for Monitoring Rivers. *Aquat. J. Ecol*. 20: 45-56.
- WOODIWISS, F. S. 1964. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chemy. indust.*, 11, 443-447.

WOODIWISS, F. S. 1978. Comparative study of biological-ecological water quality assessment methods. Summary Report. Commission of the European Communities. Severn Trent Water Authority. UK, 45 pp.

WU, J.T. ve L.T. KOW. 2002. Applicability of a Generic Index for Diatom Assemblages to Monitor Pollution in the Tropical River Tsanwun, Taiwan. *Journal of Applied Phycology*. 14: 63-69.

ZELINKA, M., P. MARVAN. 1961. Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation des Reinheit fliessender Gewasser. *Archiv für Hydrobiologie* 57, 389-407.

TEŞEKKÜR

Bütün çalışmam süresince yakın ilgilerini ve desteğini esirgemeyen ve çeşitli zorlukların çözümünde değerli fikirleri ile yardımcı olan tez danışmanım Sayın Doç Dr. Şükran DERE'ye içten teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmamın her aşamasında yardımını ve desteğini gördüğüm, arazi çalışmalarını birlikte gerçekleştirdiğim Arş. Gör. Nurhayat DALKIRAN'a,

Çalışmalarım boyunca yardımlarını gördüğüm, arazi çalışmalarını birlikte yürüttüğümüz başta Biyolog Engin ŞENTÜRK olmak üzere tüm DSİ I. Bölge Müdürlüğü Çevre Servisi çalışanlarına,

Yaptıkları değerli katkılar, eleştiriler ve yönlendirmeler ile tezime büyük katkı sağlayan tez izleme komitesi üyeleri Prof.Dr. Güler AYKULU, Prof.Dr. Gönül KAYNAK ve Doç.Dr. Meriç ALBAY'a,

Laboratuvar çalışmalarında ve diğer konularda yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Gamze YILDIZ'a,

Her zaman maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa'da tamamladı. 1993 yılında Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünü kazandı. 1997 yılı Haziran ayında Biyoloji Bölümünden ikincilikle mezun oldu. Aynı yıl Eylül ayında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı ve aynı zamanda Araştırma Görevliliği'ne atandı. 2000 yılında Yüksek Lisansını tamamlayarak aynı yıl doktora eğitimine başladı. Halen Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.