

A reserach on water quality of Kelkit Stream using benthic macroinvertebrates and physicochemical variables

NİLGÜN KAZANCI*, GENCER TÜRKMEN, ÖZGE ERTUNÇ, YASEMİN GÜLTUTAN, PINAR EKİNGEN AND BAŞAK ÖZ

Hacettepe University, Science Faculty, Biology Department, Hydrobiology Section
Beytepe, Ankara, Turkey

[*Corresponding author: Prof. Dr. Nilgün Kazancı, nilgunkazanci@gmail.com]

ABSTRACT

1. In this study, water quality of Kelkit Stream was presented.
2. Sampling were realised in nine sites along the Kelkit Stream between 14 and 31 July 2008.
3. Water quality were assessed by the application of Hilsenhoff Family Index, EPT Index, taxa richness, contribution of dominance family and also physicochemical properties of the sites were evaluated.
4. The polluted sites were concentrated in lower part of the stream.
5. Kelkit Stream is affected by pollution (originated from urban sewage, agricultural and industrial activities), physical degradation of habitats and dams which were strongly associated with altered hydrologic regime.

KEY WORDS: Benthic macroinvertebrates, dam, dominancy, EPT Index, family index, Kelkit Stream, organic pollution, physico-chemical variables, taxa richness, Turkey, water quality, Yeşilırmak River,

Kelkit Çayı'nın su kalitesinin bentik makro omurgasızlar ve fizikokimyasal değişkenler kullanılarak değerlendirilmesi

NİLGÜN KAZANCI*, GENCER TÜRKMEN, ÖZGE ERTUNÇ, YASEMİN
GÜLTUTAN, PINAR EKİNGEN VE BAŞAK ÖZ

Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı
Beytepe, Ankara, Türkiye

[*İletişim: Prof. Dr. Nilgün Kazancı, nilgunkazanci@gmail.com]

ÖZ

1. Bu çalışmada Kelkit Çayı'nın su kalitesine ilişkin bilgiler verilmiştir.
2. Kelkit Çayı boyunca, yukarı bölgelerinden itibaren belirlenen dokuz istasyondan, 14 ve 31 Temmuz 2008 tarihleri arasında örnekleme yapılmıştır.
3. Hilsenhoff Familya İndeksi, EPT İndeksi, Taksa Zenginliği, Baskın Familya Katkısı ve istasyonların fizikokimyasal özellikleri kullanılarak su kaliteleri değerlendirilmiştir.
4. Akarsuyun alt bölgelerindeki istasyonlar en kirli istasyonlardır.
5. Kelkit Çayı, organik kirlilikten (şehir kanalizasyonlarından, tarımsal uygulamalardan ve endüstriden kaynaklanan), habitatların fiziksel olarak bozulmalarından ve barajların neden olduğu hidrolik rejim değişikliğinden etkilenmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Baraj, baskınlık, bentik makro omurgasızlar, EPT İndeksi, familya indeksi, fiziko-kimyasal değişkenler, Kelkit Çayı, organik kirlilik, su kalitesi, taksa zenginliği, Türkiye, Yeşilırmak Nehri.

GİRİŞ

Tatlısu kaynakları, insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için en gerekli doğal kaynaklardır. Bu nedenle, tarih boyunca yerleşimler de su kaynaklarının yakınında olmuştur. Kullanımlarına bağlı olarak nehirler, göller, sulak alanlar fiziksel yapılarının değiştirilmesi, su alınması, kirlilik, dışarıdan çeşitli canlı türlerinin ortama bırakılması gibi nedenlerle insanlar tarafından değişikliklere uğratılmaktadırlar. İnsan kaynaklı bu aktiviteler sonucunda, habitatların bozulması ve buna bağlı olarak da biyolojik çeşitliliğin azalması ortaya çıkmaktadır.

İnsanlar tarafından su kaynaklarının yanlış kullanımını önlemek pek olanaklı görünmemektedir. Ancak, kalitelerini sürekli olarak iyi planlanmış bir izleme programı ile takip etmek, insan kaynaklı bozulmaların önüne geçmek için gereklidir. İzleme programlarında da canlılar önemli bir yer tutmaktadır.

Sucul ekosistemlerde, su kalitesini izlemek için bu ortamlarda yaşayan canlıların kullanılması gereklidir. Çünkü fiziksel ve kimyasal verilerin kullanılması ekosistemin, örneklerin alındığı andaki durumu hakkında bilgi verebilir (Rosenberg ve Resh 1993, Kazancı vd. 1997). Halbuki o ekosistemin bileşeni olan canlılar, çok uzun bir dönemde ekosistemde varlıklarını sürdürmüşler ve morfolojileri, fizyolojileri, davranışları ile habitatlarına tam uyum sağlamışlardır. Yaşama ortamlarında farklı nedenlerle ortaya çıkacak bir değişime (bozulmaya) sayılarının azalmasıyla, belli türlerin ortadan kalkmasıyla ve belli türlerin yaşama bölgelerini değiştirmesiyle cevap verirler. Ekosistemdeki değişiklikleri saptamada, elde edilen verilerin kullanılabilmesi için indeksler oluşturulmuştur. İndekslerden elde edilen sonuçların, fiziksel ve kimyasal verilerle birlikte değerlendirilmesi ile canlıların habitatlarında ortaya çıkan olumsuz değişimin boyutu ve alınabilecek önlemler belirlenebilir. Habitat kalitelerinin, alınan önlemlerle iyileşmesini de gene canlıları kullanarak belirleyip izlemek mümkündür.

Avrupa'da, Amerika'da, Kanada'da, Avustralya, Yeni Zelanda ve Güney Afrika'da sucul ekosistemlerde, kalitenin izlenebilmesi için kullanılan canlılar bentik omurgasızlar, balıklar, planktonlar ve bakterilerdir. Bahsedilen canlılar içinde bentik makro omurgasızlar en çok kullanılan canlılardır. Bentik makro omurgasızların su kalitesi izleme çalışmalarında yeğlenmesinin en önemli nedenleri, arazide toplanır toplanmaz belli bir düzeye kadar teşhislerinin yapılabilmesi, bunun yanı sıra yaşama ortamlarına en yüksek düzeyde sağladıkları uyum, bu nedenle de ortamdaki değişikliklere ancak ortadan kalkarak (yer değiştiremedikleri için) veya sayılarındaki azalma ile cevap vermeleridir. Bu şekilde cevap veren canlılar ise "gösterge türler" olarak kabul edilir.

Gösterge türler, habitat kalitesi belirleme çalışmalarında önde gelen canlılar olsalar da ekosistemdeki tüm bentik makro omurgasız canlıların ele alınması gerekir. Bentik makro omurgasızların değişik düzeylerde teşhislerine (familya, cins, tür düzeyi) bağlı olarak elde edilen niteliksel veriler, değişik indekslerde kullanılarak niceliksel verilere ulaşılır ve habitat kalitesini yorumlamada bu veriler kullanılır.

İndeksler çok çeşitlidir ve ülkelere göre (Belçika Biyotik İndeksi gibi), teşhislerin düzeyine göre (Hilsenhoff Familya İndeksi gibi) ve canlı taksonlarının seçimine göre (Ephemeroptera, Plecoptera ve Trichoptera takımlarını ele alan EPT İndeksi gibi) oluşturulmuştur.

Türkiye’de, akarsularda bentik makro omurgasızlara ilişkin biyotik indekslerin kullanılması DSİ (1992) tarafından, Sakarya ve Seyhan havzalarında İngiliz uzmanların yürüttüğü proje kapsamında yapılan bir çalışma ile başlamıştır. Bu çalışmada BMWP skor sistemi ve TBI kullanılmıştır. Daha sonra Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi’nde yürütülen çalışmada bölgedeki akarsuların kalitesini belirlemek için fiziksel ve kimyasal verilerle beraber Belçika Biyotik İndeksi Türkiye akarsularında ilk defa uygulanmıştır (Kazancı 1993). Ayrıca o bölgedeki akarsular için ilk defa Türkiye Faunasını temel alan bir indeks oluşturulmuştur. Bu tür çalışmalar Türkiye’de artarak devam etmektedir (Kazancı vd. 1992, Girgin ve Kazancı 1994, Dügel 1994, Girgin ve Kazancı 1996, Girgin 1997, Girgin vd. 1997, Kazancı vd. 1997, Kazancı ve Girgin 1998, Kazancı ve Girgin 2001, Dügel 2001, Girgin vd. 2003, Kazancı vd. 2003, Duran vd 2003, Dügel ve Kazancı 2004, Duran 2006, Sukatar vd. 2006, Öz 2007, Kazancı vd. 2008, Kalyoncu vd. 2008, Türkmen 2008, Kazancı ve Türkmen 2008, Türkmen ve Kazancı 2008).

Avrupa Birliğinin 2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD, EU Water Framework Directive), Avrupa’da 10 km²’den büyük havzaya sahip olan ve insan aktiviteleri ile etkilenmiş nehirlerin habitat kalitelerini Ekim 2015’ten önce iyileştirme veya en iyi ekolojik düzeye taşıma yönünde çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar aynı zamanda toplama yöntemlerinin standartlaştırılması, kullanılan çeşitli sayısal yöntemlerin belirlenmesi, fauna listelerinin oluşturulması, akarsuların doğal biyotalarına göre sınıflandırılması gibi aktiviteleri de kapsamaktadır. Ayrıca “referans habitat” kavramı kullanılarak doğal koşullarda veya doğal koşullara yakın ve insanlar tarafından etkilenmemiş bölgeler akarsularda, göllerde ve kıyısal alanlarda belirlenmektedir. Özellikle referans habitatların fauna ve florasının belirlenmesine yani referans fauna ve flora yapılarının habitat tiplerine göre ortaya çıkarılmasına özel bir önem verilmektedir. Tüm bu aktiviteler akarsu havzalarının planlarının hazırlanmasında veya hazırlanmış

planların yeni koşullara göre geliştirilmesinde kullanılacak bilgilerin toplanması yönünde bilgi birikiminin artmasına, yenilenmesine de yardımcı olacaktır. Çünkü akarsu havzalarının planlanması, iklim değişikliğinin etkileri ile su kaynaklarının nicel ve nitel özelliklerinin değişmesi, nüfus artışı ile aşırı kullanım baskısının ortaya çıkması gibi nedenlerle bu yüzyılda, çok daha fazla önem kazanacaktır.

Akarsu havzalarının planlanması sırasında, su kalitesinin belirlenmesi ve izlenmesinde canlıların kullanımını içeren yöntemler planın bir bölümü olarak yer almalıdır.

Bu yayında, Yeşilırmak Nehri'nin en önemli kollarından olan Kelkit Çayı'nın habitat kalitesine ilişkin, 14 - 31 Temmuz 2008 tarihleri arasında yürütülen çalışmanın sonuçları verilmiştir. Kelkit Çayı'nda, akarsu üst bölgesinden başlayarak Yeşilırmak Nehri'ne karışana kadar akarsu boyunca seçilen dokuz istasyondan su örnekleri alınmış ve bentik makro omurgasız örnekleri toplanmıştır. Hilsenhoff Familya İndeksi, EPT İndeksi uygulanmış ayrıca istasyonlara göre baskın familyalar, baskın familya katkısı ve taksa zenginliği belirlenmiştir. Kelkit Çayı'nda, bentik makro omurgasızlar ve su kalitesi değişkenleri kullanılarak Niksar öncesi ve sonrasında seçilen istasyonlarda Duran vd. (2003) tarafından bir çalışma yapılmıştır.

Çalışma alanı

Kelkit Çayı, Yeşilırmak Nehri'nin en önemli koludur. Erzincan'ın kuzeyinde Sipikör, Pülür, Otlukbeli, Saran ve Balaban Dağları'ndan kaynaklanan suların Gümüşhane'nin Kelkit İlçesi civarında birleşmeleri ile ortaya çıkar. Kelkit Çayı'nın akaçlama havzası 11455km²'lik bir alanı kaplar ve Yeşilırmak Nehri'nin yıllık akımının %55'i bu çaya aittir. Akarsu uzunluğu 245,5km'dir (Şekil 1). Havzada bulunan iller Erzincan, Giresun, Gümüşhane, Sivas ve Tokat'tır (Kuruç vd. 2003). Kelkit Çayı'nın habitat kalitesi tarım alanları ve yerleşim bölgelerinden gelen kirlilik, kum ve çakıl alımı, akarsu üzerindeki barajların akarsu akış rejimini etkilemesi nedeni ile bozulmaktadır. Kelkit Çayının kirlilik yükünü azaltmak amacı ile Tokat Erbaa Atık Su Arıtma Tesisi Projesi ve Tokat merkezde Eski Çöp Alanı ve Yeşilırmak Sol Akış Yönü Rehabilitasyon Projesi gibi çalışmalar vardır.



Şekil 1. Yeşilirmak ve Kelkit Çayı (www.yesilirmak.org.tr)

Bentik makro omurgasız ve su örneklerinin alındığı istasyonların özellikleri aşağıda verilmiştir.

YI-4: Bu istasyon denizden 1430m yükseklikte olup bulanık bir suya sahiptir. Hızlı akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 20m olup çekik zaman genişliği ise 6m kadardır. İstasyonun taban yapısı %80 taş ve %20 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %40 oranındadır. İstasyon Kelkit Çayı üzerinde olup Kelkit İlçesi'nden 3km sonradır. Kum ve çakıl çekilmesi nedeni ile habitat tahribi vardır.

YI-5: Bu istasyon denizden 1310m yükseklikte olup çok hafif bulanık bir suya sahiptir. Orta akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 10m olup çekik zaman genişliği ise 4m kadardır. İstasyonun taban yapısı %60 taş, %30 çakıl ve %10 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %60 oranındadır. Kelkit Çayı'na, Şirvan'dan karışan bir yan koldur. Yaz mevsimi olması nedeni ile su miktarı çalışma döneminde azalmıştır.

YI-6: Bu istasyon denizden 1290m yükseklikte olup berrak bir suya sahiptir. Hızlı akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 5m olup çekik zaman genişliği ise 4m kadardır. İstasyonun taban yapısı %50 kaya, %20 çakıl, %20 taş ve %10 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %100 oranındadır. Kelkit Çayı'nın yan koludur.

YI-7: Bu istasyon denizden 1260m yükseklikte olup çok hafif bulanık bir suya sahiptir. Yavaş akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 15m olup çekik zaman genişliği ise 5m kadardır. İstasyonun taban yapısı %5 kaya, %30 çakıl, %45 taş ve %20 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %90 oranındadır. Bu istasyon Kelkit Çayı üzerindedir.

YI-8: Bu istasyon denizden 1280m yükseklikte olup çok hafif bulanık bir suya sahiptir. Orta akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 20m olup çekik zaman genişliği ise 15m kadardır. İstasyonun taban yapısı %50 taş, %30 çakıl ve %20 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %60 oranındadır. Bu istasyon Alucra ve Şebinkarahisar ilçeleri arasında, Kelkit Çayı'na karışan bir kol üzerindedir.

YI-9: Bu istasyon denizden 770m yükseklikte olup çok hafif bulanık bir suya sahiptir. Yavaş akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 50m olup çekik zaman genişliği ise 20m kadardır. İstasyonun taban yapısı %60 çakıl ve %40 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %70 oranındadır. Bu istasyon Kelkit Çayı üzerinde olup Çamlıca Barajı'ndan sonradır. Bentik makro omurgasız örneği bulunamamıştır.

YI-10: Bu istasyon denizden 730m yükseklikte olup çok hafif bulanık bir suya sahiptir. Çok hızlı akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 60m olup çekik zaman genişliği ise 50m kadardır. İstasyonun taban yapısı %50 taş, %30 çakıl ve %20 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %80 oranındadır. Bu istasyon Kelkit Çayı üzerindedir. Baraj suyunun bırakılması nedeni ile örnekleme sırasında aniden su seviyesinde yükselme izlenmiştir.

YI-11: Bu istasyon denizden 653m yükseklikte olup çok hafif bulanık bir suya sahiptir. Çok hızlı akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 150m olup çekik zaman genişliği ise 40m kadardır. İstasyonun taban yapısı %40 taş, %35 çakıl ve %25 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %80 oranındadır. Bu istasyon Kelkit Çayı üzerindedir. Baraj suyunun bırakılmasından bu istasyon da etkilenmiştir.

YI-12: Bu istasyon denizden 1580m yükseklikte olup bulanık bir suya sahiptir. Orta hızlı akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 70m olup çekik zaman genişliği ise 50m kadardır. İstasyonun taban yapısı %40 taş, %35 çakıl ve %25 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %50 oranındadır. Bu istasyon Kelkit Çayı üzerindedir. Baraj suyunun bırakılması nedeni ile örnekleme sırasında su seviyesinde yükselme izlenmiştir.

YI-13: Bu istasyon denizden 247m yükseklikte olup çok bulanık bir suya sahiptir. Hızlı akıntılı bir suya sahip bu istasyonun normal akarsu genişliği 15m olup çekik zaman genişliği ise 5m kadardır. İstasyonun taban yapısı %20 taş, %40 çakıl ve %40 oranında kumdan oluşmaktadır. Kenar bitkilenmesi %80 oranındadır. Bu istasyon Kelkit Çayı üzerindedir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, istasyonların fiziko-kimyasal değişkenleri sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen (mg/l), pH, elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$), ortofosfat fosforu (P-PO₄), nitrat azotu (N-NO₃), nitrit azotu (N-NO₂) ve sülfat (SO₄)'tır. Bu ölçümler YSI 550 DO (oksijenmetre), YSI 63 Multiprobe System (pH, elektriksel iletkenlik, sıcaklık) kullanılmıştır. P-PO₄, N-NO₃, N-NO₂ ve SO₄ konsantrasyonları DR/890 Datalogging Colorimeter kullanılarak ölçülmüştür. Analizler ise HACH (2005)'e göre yapılmıştır.

Bentik makro omurgasız örnekleri, standart dip kepçesi ile her istasyonda 15 dakika boyunca toplanmıştır. Toplama esnasında akarsuyun özellikle hızlı akan kısımları seçilmiştir. Fakat bununla birlikte yavaş akan ve durgun olan kısımlarla birlikte istasyonun tüm özelliklerini yansıtabilecek farklı habitatlardan (taşlı, çakıllı, kumlu ve balçık zeminler, kenar bitkilenmesi olan ve olmayan bölgeler, ışık alan veya gölgeli kısımlar gibi) örnekleme yapılmıştır. Toplanan örnekler %80'lik alkol içerisinde muhafaza edilmiştir. Örneklerin teşhisinde Leica Zoom 2000 binoküler mikroskop ve Olympus CX21FS1 stereomikroskop kullanılmıştır.

Çamlıca Barajı'ndan suyun bırakılması ile 10 numaralı istasyonda, su seviyesi ani olarak yükselmiş ve bu nedenle de su örneği alınamamıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Familya biyotik indeksi (FBI)

Hilsenhoff (1988) tarafından oluşturulan "Hilsenhoff Family İndeksi" kullanılmıştır. Bu indekse göre 4, 5 ve 8 numaralı istasyonlar sırası ile 4.31, 4.21 ve 4.13 indeks değerleri ile çok iyi kalitede çıkmışlardır. Bu istasyonlarda çok hafif organik kirlilik olma ihtimalinden bahsedilebilir.

Tablo 1. Hilsenhoff Familya İndeksi değerleri kullanılarak su kalitesinin değerlendirilmesi

Biyotik İndeks	Su Kalitesi	Organik Kirlilik Derecesi
0.00 – 3.50	Mükemmel	Organik kirlilik yok
3.51 – 4.50	Çok iyi	Muhtemel hafif organik kirlilik
4.51 – 5.50	İyi	Çok hafif organik kirlilik
5.51 – 6.50	Orta	Hafif belirgin organik kirlilik
6.51 – 7.50	Hafif kötü	Belirgin organik kirlilik
7.51 – 8.50	Kötü	Çok belirgin organik kirlilik
8.51 – 10.00	Çok kötü	Ağır organik kirlilik

Altı ve yedi numaralı istasyonlarda, sırası ile 5.28 ve 4.93 indeks değerleri ile çok hafif organik kirlilik görülmektedir.

On, 11, 12 ve 13 numaralı istasyonlarda, su kalitesi çok düşük olmamakla beraber belli bir miktarda organik kirlilik vardır. Bu istasyonların indeks değerleri sırası ile 5.75, 5.66, 5.51 ve 6.31'dir.

Tablo 2. Hilsenhoff Familya İndeks değerlerine göre istasyonların organik kirlilik dereceleri

	Biyotik İndeks	Su Kalitesi	Organik Kirlilik Derecesi
YI - 4	4.31	Çok iyi	Muhtemel hafif organik kirlilik
YI - 5	4.21	Çok iyi	Muhtemel hafif organik kirlilik
YI - 6	5.28	İyi	Çok hafif organik kirlilik
YI - 7	4.93	İyi	Çok hafif organik kirlilik
YI - 8	4.13	Çok iyi	Muhtemel hafif organik kirlilik
YI - 10	5.75	Orta	Hafif belirgin organik kirlilik
YI - 11	5.66	Orta	Hafif belirgin organik kirlilik
YI - 12	5.51	Orta	Hafif belirgin organik kirlilik
YI - 13	6.31	Orta	Hafif belirgin organik kirlilik

Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera İndeksi (EPT İndeksi)

Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera takımlarının bireyleri, temiz suların göstergesi olarak kabul edilen sucul böcekleri içermektedir (Hynes 1970). Bu takımların teşhis edilen sistematik birimlerinin sayılarının toplamı, indeks değerini vermektedir.

Tablo 3'te, istasyonlara ilişkin EPT İndeks değerleri verilmektedir. Familya İndeksine göre su kalitesi yüksek yerlerde EPT İndeks değerleri de yüksek çıkmıştır. Örneğin, Familya İndeksine göre belli bir miktarda organik kirlilik içeren 10, 12 ve 13 numaralı istasyonlarda EPT değerleri de düşük çıkmıştır.

En yüksek EPT indeks değeri, sekiz numaralı istasyondaki 10 değeridir. Bu istasyonun Familya İndeksi değeri de (4.13), bu indekse göre istasyonlar içerisindeki en iyi su kalitesini işaret etmektedir (Tablo 3). En düşük EPT değeri, 12 ve 13 numaralı istasyonlardaki 2 değeridir. Bu istasyonlardan 13 numaralı istasyonun Familya İndeksi değeri de 6.31 ile istasyonlar arasındaki en düşük su kalitesini işaret etmektedir (Tablo 3). Fiziko-kimyasal değişkenlere göre de bu istasyonda su kalitesi IV. sınıftır.

Familya İndeksine göre su kalitesi yüksek olan 5, 7 ve 8 numaralı istasyonlarda da EPT İndeks değerleri yüksek çıkmıştır (Tablo 3).

Taksa zenginliği

Bu yönden ele alındığında, 5 ve 8 numaralı istasyonlarda taksa zenginliği 12'dir. Bunlardan sonra 11 numaralı istasyonda 11 değeri de yüksek bir değerdir (Tablo 3).

Beş numaralı istasyonda su kalitesi, ölçüm yapılan dönemde IV. sınıf olmasına rağmen taksa zenginliği yüksek çıkmıştır. EPT indeks değeri de bu istasyonda yüksektir. Bunun nedeni yaz döneminde istasyonun suyunun az olması ve su sıcaklığının yüksek olmasıdır (25,41°C). Bu nedenle çalışmada su kalitesi düşük çıkmıştır. Fakat bu istasyonun biyolojik verileri, su miktarının çok olduğu diğer dönemlerde, su kalitesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Dominant Familya Katkısı

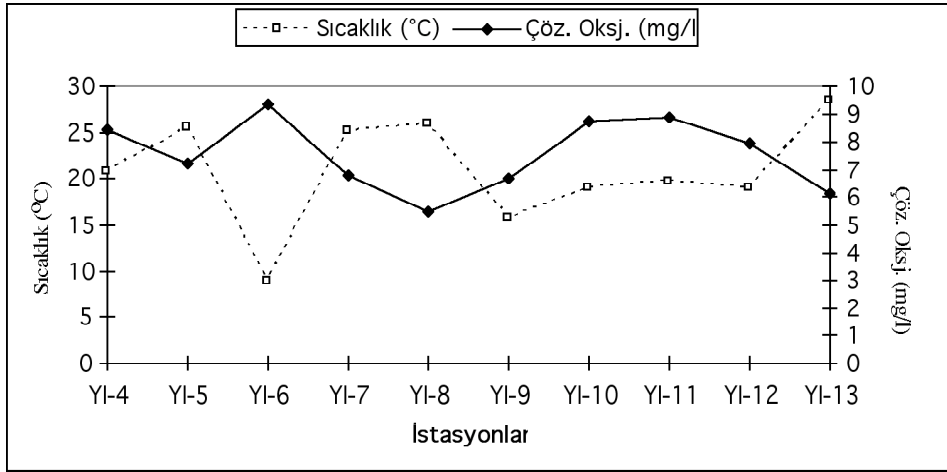
Dominant familya katkısının en yüksek ve en düşük olduğu değerlere bakıldığında, Baetidae familyası 7 numaralı istasyonda en yüksek katkıyı yapan familyadır (%88.52). Dreissenidae bir tek istasyonda bulunmuş olup (10 numaralı istasyon) en düşük katkıyı yapmıştır (%31.25). Baetidae 4 istasyonda en yüksek katkıyı yapmıştır. Fakat 12 numaralı istasyonda Caenidae de Baetidae ile aynı katkıya sahip olup her ikisi de %50 katkı yapmışlardır. Yani burada sadece bu iki familyanın üyeleri faunayı oluşturmaktadır ve eşit sayılarda bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Bentik makro omurgasızlara ilişkin Taksa Zenginliği, EPT İndeksi, Baskın Familya ve Baskın Familya Katkısı'nın değerleri

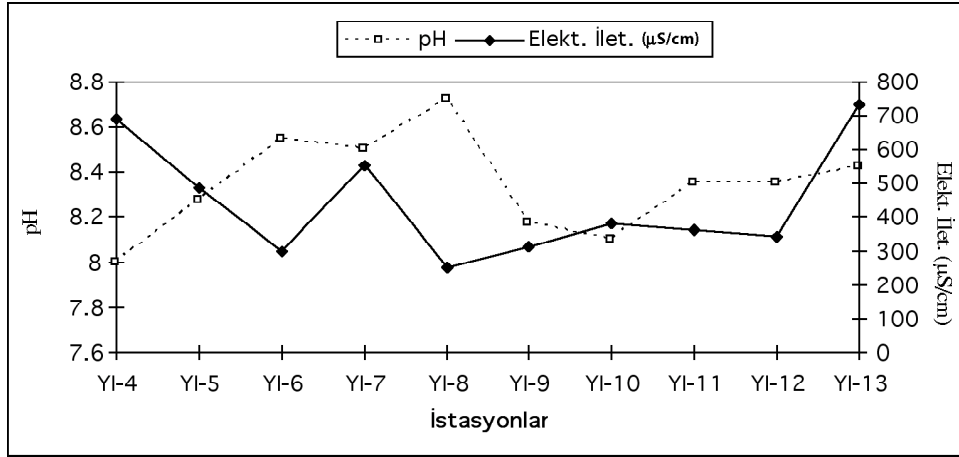
	Taksa Zenginliği	EPT İndeksi	Baskın Familya	Baskın Familya Katkısı
YI-4	5	5	Baetidae	%59,15
YI-5	12	8	Hydropsychidae	%57,89
YI-6	8	5	Gammaridae	%59,84
YI-7	10	8	Baetidae	%88,52
YI-8	12	10	Baetidae	%54,75
YI-10	7	4	Dreissenidae	%31,25
YI-11	11	7	Gammaridae	%39,85
YI-12	2	2	Caenidae ve Baetidae	%50
YI-13	8	2	Gammaridae	%73,54

Fiziko-kimyasal değişkenler

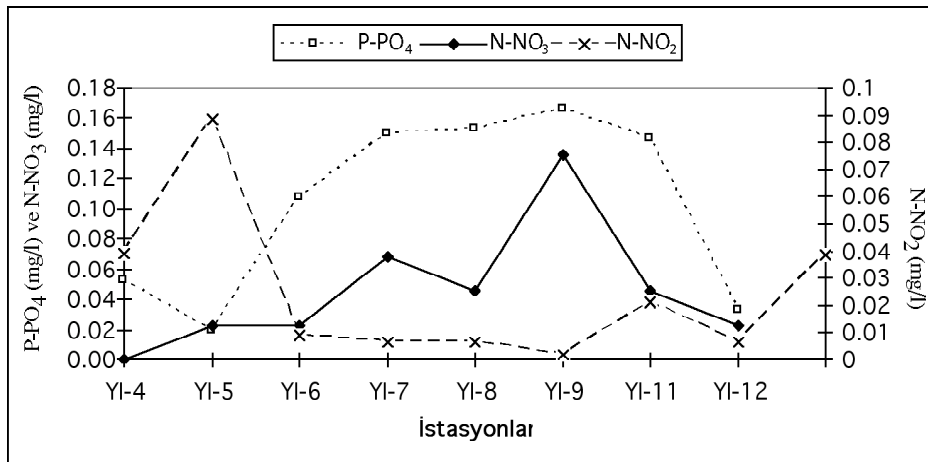
Kelkit Çayı'nda belirlenen 9 istasyonda, en yüksek sıcaklık 13 numaralı istasyonda 28,37°C, en düşük sıcaklık ise 8,91°C değeri ile 6 numaralı istasyonda ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen değerlerine bakıldığında en yüksek değer, 11 numaralı istasyonda 8.83 mg/l ve en düşük değer 8 numaralı istasyonda, 5.48 mg/l olarak saptanmıştır. En yüksek pH değeri 8 numaralı istasyonda ölçülmüş olan 8.72 ve en düşük değer ise 4 numaralı istasyonda ölçülmüş olan 8 değeridir. Elektriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında en yüksek değer, 13 numaralı istasyondaki 731 µS/cm değeri ve en düşük değer, 8 numaralı istasyondaki 251 µS/cm değeridir. Ortofosfat fosforu en yüksek 0.39 mg/l değerinde olup 13 numaralı istasyondadır ve en düşük değer ise 5 numaralı istasyonda 0.02 mg/l'dir. Nitrat azotu 0.14 mg/l ile en yüksek değer olarak 9 numaralı istasyonda ve en düşük olarak 4 numaralı istasyonda 0 mg/l saptanmıştır. Nitrit azotu değerleri ise en yüksek 0.04 mg/l değeri ile 4 ve 13 numaralı istasyonlardan en düşük değer ise 0 mg/l değeri ile 9 numaralı istasyondan saptanmıştır. Sülfat en yüksek değer olarak 70 mg/l ile 13 numaralı istasyonda ve en düşük olarak 0 mg/l değeri ile 12 numaralı istasyonda saptanmıştır.



Şekil 2. Sıcaklık (°C) ve çözülmüş oksijen (mg/l)



Şekil 3. pH ve elektriksel iletkenlik (µS/cm)



Şekil 4. P-PO₄ (mg/l), N-NO₃ (mg/l) ve N-NO₂ (mg/l)

“Türkiye Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” kullanılarak Kelkit Çayı'nın bu çalışma dönemindeki su kalite sınıflarına bakıldığında, ortofosfat fosfor değerlerine göre istasyonların su kaliteleri I. ve III. sınıf değerleri arasında yer almaktadır (Şekil 4). Nitrat azotu (Şekil 4) ve sülfat değerlerine göre bütün istasyonlar I. sınıf kalitesindedir. Nitrit azotu değerlerine göre I ve IV. sınıf kalitesindedir (Şekil 4). Akarsuyun alt bölgesindeki son istasyon, Kelkit Çayı ana kolu üzerindeki, su kalitesi en düşük istasyondur. Çünkü üst bölgelerdeki istasyonlardan taşınan organik kirlilik, yerleşim alanlarının bu bölgelerde daha yoğun olması, endüstrinin yoğun olması, yoğun zirai faaliyetlerden kaynaklanan gübre ve pestisit Kelkit Çayı'nda alt bölgelerdeki kirliliğin kaynağıdır. Akarsuların alt kısımlarında su kalitesi üst kısımlardan daha düşüktür. Portekiz'de Mondego Nehri'nde yapılan çalışmada da nehrin alt kısmındaki bölgelerde su kalitesi düşük çıkmıştır (Ferreira vd. 2004).

Baraj suyundan etkilenen istasyonlarda su sıcaklığının düşük olduğu görülmektedir (Şekil 2). Baraj çıkışına en yakın olan 9 numaralı istasyonda en düşük su sıcaklığı 15,68°C ölçülmüştür. Barajdan uzaklaştıkça su sıcaklığında artış görülmüştür. Çözünmüş oksijen (Şekil 2) değeri de düşüktür (6.69 mg/l). Şekil 2'deki sıcaklık ve çözünmüş oksijen eğrilerinin barajın etkisinin devam ettiği 9-12 numaralı istasyonlar arasında paralel olduğu görülmektedir. Fakat 5-8 numaralı istasyonlar arasında beklendiği gibi sıcaklığın düşük olduğu ve çözünmüş oksijenin yüksek olduğu görülmektedir. Barajlarda alttaki su kütlelerinde sıcaklık ve oksijen düşük olduğu için bu bölgeden bırakılan su, akarsu sıcaklığını ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunu düşürür. Bu da bentik canlıları ve balıkları olumsuz yönde etkiler (Allan 1995). Baraja en yakın istasyon olan dokuz numaralı istasyonda, barajın etkileri nedeni ile bentik makro omurgasız bulunamamıştır.

SONUÇ

Kimyasal verilerden elde edilen su kalite sınıfları ile bentik makro omurgasızların kullanıldığı indekslerden elde edilen su kalite değerleri, bazı istasyonlarda uyumsuzluk göstermektedir. Bunun nedeni arazi çalışması sırasında da izlediğimiz gibi barajlardan, suyun belli aralıklarla bırakılması ve bırakılan suyun, kalitede değişimlere neden olmasıdır. Su örneğinin alındığı andaki su kalitesi Kelkit Çayı'nda kısa aralıklarla değişmektedir. Bu durumda bentik makro omurgasızlardan elde edilen sonuçlar, Kelkit Çayı'nın kalitesini belirlemek için fizikokimyasal verilerden daha kullanışlı olmakta ve daha sağlıklı sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır. Çünkü bentik makro omurgasızlar uzun süreli bir uyum sürecinden sonra akarsu tabanında kendilerine uygun bölgeleri habitat

olarak seçmişlerdir. Bu nedenle, kompozisyonlarının işgal ettikleri habitatlarda kısa aralıklarla değişmesi olanaklı değildir.

Kelkit Çayı'nda habitat kalitesini etkileyen etmenler, bu dönemde yapılan çalışmanın sonuçlarına göre şöyle sıralanabilir: yerleşim yerlerinden, ekili alanlardan, endüstriden kaynaklanan kirlilik, barajların akış rejimine ve su kalitesine etkisi akarsu tabanından kum ve çakıl alınması. Bütün bu etmenler akarsuda su kalitesinin ve biyolojik çeşitliliğin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca bu çalışmada da görüldüğü gibi fiziko-kimyasal veriler, habitat kalitesini belirlemek için yeterli olmamakta, sağlıklı bir sonuca ulaşmak için biyolojik izleme daha önde gelmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenen 07 01 601 005 numaralı ve “Yeşilirmak Nehri için bentik makroinvertebratlar kullanılarak su kalitesini uzun süreli izleme amaçlı biyotik indeks oluşturulması” başlıklı proje ile gerçekleştirilmiştir.

REFERANSLAR

- Allan, J.D., 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. Chapman and Hall, London. 338pp.
- DSİ, 1992. Sakarya ve Seyhan Havzalarında kirlenme durumlarının incelenmesi ve bu havzalarda kalite sınırlarının tespiti projesi, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Duran, M., Tuzen, M., and Kayım, M., 2003, Exploration of biological richness and water quality of stream Kelkit, Tokat-Turkey, Fresenius Envir. Bull. 12,4: 368-375.
- Duran, M., 2006, Monitoring water quality using benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters of the Behzat Stream (Tokat, N TURKEY). Polish Journal of Environmental Studies 15,5: 709-717.
- Dügel, M., 1994, Köyceğiz Gölü'ne dökülen akarsuların su kalitelerinin fiziko-kimyasal ve biyolojik parametrelerle belirlenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 88s.
- Dügel, M., 2001, Büyük Menderes Nehri'nin Su Kalitesinin Biyolojik ve Fiziko-kimyasal Verilerle Belirlenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 130s.

- Dügel, M. and Kazancı, N., 2004. Assessment of water quality of the Büyük Menderes River (Turkey) by using ordination and classification of macroinvertebrates and environmental variables, *Journal of Freshwater Ecology* 19: 605-612.
- EC, 2000. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000; establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive).
- Ferreira, V., Graça, M.A.S., Feio, M.J. and Meiero, C., 2004. Water quality in the Mondego river basin: pollution and habitat heterogeneity, *Limnetica* 23,3-4: 295-306.
- Girgin, S. ve Kazancı, N., 1994. Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi I (Ed. N. Kazancı): Ankara Çayı'nda Su Kalitesinin Fiziko - Kimyasal ve Biyolojik Yöntemlerle Belirlenmesi, İmaj Yayıncılık, Ankara, 184s.
- Girgin, S. ve Kazancı, N., 1996. Kirmir Çayı'nda Taban Büyük Omurgasızlarının Dağılımı Üzerine Bir Araştırma, XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Hidrobiyoloji Seksiyonu, 53-62, İstanbul.
- Girgin, S., Kazancı, N. and Doğan, O., 1997. A new approach to the irrigation water quality criteria in Turkey: Ankara Stream, International Conference on "Water management, salinity and pollution control towards sustainable irrigation in the Mediterranean Region" Vol. II Water Quality and Pollution Control, 43-54 Bari, Italy.
- Girgin, S., 1997. Ankara Çayı'nda taban büyük omurgasızlarının çeşitliliklerinin değişik indisler kullanılarak araştırılması, *Doğa-Tr. J. of Zoology*, 21: 269-274.
- Girgin, S., Kazancı, N. and Dügel, M., 2003. Ordination and classification of macroinvertebrates and environmental data of a stream in Turkey, *Water Science and Technology* 47: 133-139.
- HACH, 2005. DR/890 Datalogging Colorimeter Handbook Procedures Manual, 616p.
- Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7,1:65-68.
- Hynes, H.B.N, 1970. The ecology of running waters. Liverpool Univ. Press. Liverpool. 555pp.
- Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Yıldırım, Z. M. ve Zeybek, M., 2008, Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil.* 20, 1: 23-33.
- Kazancı, N., Izbırak, A., Çağlar, S. S. and Gökçe, D., 1992. Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi sucul ekosisteminin hidrobiyolojik yönden incelenmesi, Özyurt Press, Ankara.
- Kazancı, N., 1993. Protection of Environment and Nature in Köyceğiz-Dalyan, Final Report of Hydrobiological Subproject (GTZ) GmbH. Darmstadt, 229p.

- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M. and Oguzkurt, D., 1997. Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi II (Ed. N. Kazancı): Akarsuların çevre kalitesi yönünden değerlendirilmesinde ve izlenmesinde biyotik indeks yöntemi, İmaj Yayınevi, Ankara. 100s.
- Kazancı, N. and Girgin, S., 1998. Distribution of Oligochaeta species as bioindicators of organic pollution in Ankara Stream and their use in biomonitoring, Turkish Journal of Zoology 22: 83-87.
- Kazancı, N. and Girgin, S., 2001. Physico-chemical and biological characteristics of thermal springs in Köyceğiz and Dalaman basins in south-western Turkey and recommendations for their protection, Water Science and Technology 43: 211-221.
- Kazancı, N., Oğuzkurt, D., Girgin, S. and Dügel, M., 2003. Distribution of benthic macroinvertebrates in relation to physico-chemical properties in the Köyceğiz-Dalyan estuarine channel system (Mediterranean Sea, Turkey), Indian Journal of Marine Sciences 32: 141-146.
- Kazancı, N., Dügel, M. and Girgin, S., 2008. Determination of indicator genera of benthic mactoinvertebrate communities in running waters in western Turkey, Review of Hydrobiology, 1,1:1-16.
- Kazancı, N. ve Türkmen, G., 2008. Yedigöller Milli Parkı (Bolu) Ephemeroptera (Insecta) Faunası üzerine bir araştırma: su kalitesi ve referans habitat özellikleri, Review of Hydrobiology, 1,1: 53-71.
- Kurunc A., Yürekli, K. and Okman, C. 2003. Effects of Kilickaya Dam on concentration and load values of water quality constituents in Kelkit Stream in Turkey. Journal of Hydrology 317 (2006) 17–30.
- Öz, B., 2007. Batı Karadeniz Bölgesi akarsularında bentik makroinvertebrat faunası üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 105s.
- Rosenberg, D. and Resh, V., 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall. New York.
- Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D. ve Barlas, M., 2006. Emiralem Deresi'nin (İzmir - Menemen) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10,3:328-333.
- Türkmen, G., 2008. Bolu İli'ndeki akarsulardan seçilen referans istasyonlardaki makrobentik toplulukların analizi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 76s.
- Türkmen, G. ve Kazancı, N., 2008. Bolu İli'ndeki bazı akarsuların referans istasyonlarının saprobik indeks kullanılarak su kalitelerinin değerlendirilmesi, Review of Hydrobiology, 1,2: 93-118.