

Köprüçay Nehri'nde Biyotik İndeksler İle Çeşitlilik İndekslerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

Melek ZEYBEK* Hasan KALYONCU

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Bölümü 32260, Isparta.

*Sorumlu yazar: melekzeybek@sdu.edu.tr

Özet

Köprüçay Nehri üzerinde belirlenen 7 istasyonda gerçekleştirilen bu çalışmada, makrozoobentik omurgasız örnekleri toplanarak incelenmiş ve toplam 85 takson tespit edilmiştir. Elde edilen veriler üzerine, çeşitlilik indeksleri ve biyotik indeksler uygulanmış, sonuçlar birbiriyle karşılaştırılmıştır. Simpson (SDI), Shannon-Weaver (SWDI) çeşitlilik indekslerine göre, en düşük çeşitlilik değeri 7. istasyonda, en yüksek değer ise 3. ve 5. istasyonlarda belirlenmiştir. Su kalitesini tayin etmek için kullanılan BMWP ve ASPT biyotik indekslerinden elde edilen skor değerleri çeşitlilik değerleri ile benzerlik göstermiş, her iki indekse göre de en kirli istasyon 7. istasyon olurken, en temiz istasyon 3. istasyon olmuştur. Ayrıca çalışmada saprobi indeksin çeşitli versiyonları (Alman saprobi indeks [eski ve yeni versiyon], Çek Saprobi İndeks, Romanya Saprobi İndeks, Slovak Saprobi İndeks) uygulanarak akarsu bölümlerinin dahil olduğu kalite sınıfları belirlenmiştir. Çalışma sonunda uygulanan bütün biyotik indekslerin birbirini destekler sonuç verdiği, saprobi indekse göre istasyonlardaki su kalitesi sınıflarının oligosaprob ile alfamesosaprob arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca çeşitlilik indeksleri ile biyotik indeksler arasında önemli düzeyde pozitif korelasyon belirlenmiş, çeşitlilik değerleri kirliliğin arttığı bölgelerde azalırken, temiz akarsu bölümlerinde artmıştır.

Anahtar kelimeler: Köprüçay Nehri, Çeşitlilik İndeksi, Biyotik İndeks, ASTERICS

The Comparison Between Biotic Indices and Diversity Indices in Köprüçay River

Abstract

In this study, macrozoobenthic invertebrate samples were collected at 7 stations on the Köprüçay River, and totally 85 taxa were identified. Diversity and biotic indices applied on the macrozoobenthic data and the results were compared with each other. According to Simpson (SDI) and Shannon-Weaver (SWDI) diversity indices, the lowest diversity values were determined at 7th station, the highest values were determined at 3rd and 5th stations. The various biotic indices used to determine water quality. BMWP and ASPT score values showed similarity with the diversity values. According to BMWP and ASPT, 7th station was determined as the most polluted, 3rd station was the cleanest area in this river. Also, water quality classes of The Köprüçay River were determined by using various versions of Saprobic index (German Saprobic Index [old and new version], Czech Saprobic Index, Romania Saprobic Index, Slovakian Saprobic Index). As a result, in this study was determined that all of biotic indices obtained seem to support each other and water quality classes showed an alteration from oligosaprobic to alfamesosaprobic. The correlations between diversity indices and biotic indices were determined by using Pearson correlation analysis. According to Pearson correlation analysis, diversity indices was positively correlated with biotic indices. Diversity values increased in unpolluted areas, while values decreased in polluted areas.

Key words: Köprüçay River, Biotic and Diversity Indices, ASTERICS

GİRİŞ

Çevre kirliliği tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de en önemli sorunlardan birisidir. Akarsular doğal kaynaklar içerisinde kirliliğe en çok maruz kalan doğal sistemlerdir. Ülkemizde akarsular içme, kullanma ve sulama suyu kaynakları olarak kullanılmakta, bunun yanında birçok yerde evsel ve sanayi atıklarının boşaltıldığı alıcı ortam görevini de görmektedir. Akarsular akış yönünde uzun bir alandan geçmeleri ve göl, gölet, baraj ve

denize döküldüklerinden dolayı kirlilik düzeyleri çevre kalitesi açısından oldukça önemlidir (Dalkıran, 2006).

Avrupa Birliği üye ülkeler tarafından kabul edilen su çerçeve direktifinde (WFD, 2000), makrozoobentik omurgasızlar, plankton, algler, makrofit ve balıklar su kalitesinin belirlenebilmesi için önemli indikatörler olarak belirlenmiştir. Bu canlı grupları içerisinde ise en fazla ilgiyi makrozoobentik omurgasızlar çekmektedir. Bu canlılar, makrofit ve algere göre daha uzun bir yaşam döngüsüne sahip olmaları, balıklarla karşılaştırıldığında çevresel değişikliklere daha kısa sürede tepki vermeleri, toplanmalarının kolay ve ucuz olması, özellikle cins ve familya düzeyinde teşhislerinin yeterli olması gibi nedenlerle su kalitesi çalışmalarında sıklıkla tercih edilir (Bonada ve ark., 2000).

20. yüzyılın başlarından beri makrozoobentik omurgasızların kullanıldığı birçok biyotik sistem geliştirilmiştir (Kolkwitz and Marsson, 1902; 1908; 1909; Chandler, 1970; Hellawell, 1986; Woodiwiss, 1964; 1978; Armitage et al., 1983; Alba Tercedor and Sánchez-Ortega, 1988). Ülkemizde akarsularda bentik faunanın ve biyotik indeksler kullanılarak su kalitesinin belirlenmesine yönelik olarak yapılmış çeşitli çalışmalar mevcuttur (Barlas ve ark., 2001; Duran ve ark., 2003; Duran ve Suiçmez, 2007; Balık ve ark., 2006; Kalyoncu ve Gülboy, 2009; Kalyoncu ve Zeybek, 2009, 2011; Kalyoncu ve ark., 2009; Girgin ve Kazancı, 2010; Kazancı ve ark., 2010; Yıldız ve ark., 2010).

Çevrenin kirlilik düzeyini ölçmede çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan bir diğer biyolojik yöntem çeşitliliğin ölçülmesidir. Kirlenmemiş çevreler yüksek çeşitlilik veya zenginlikle karakterize edilir (Kazancı ve ark., 2010; Kalyoncu ve Zeybek, 2011).

Köprüçay Nehri'nde gerçekleştirilen bu çalışmada, nehrin kirlilik düzeyinin biyotik indeksler ve çeşitlilik indeksleri kullanılarak belirlenmesi; elde edilen sonuçların birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Alanı

Köprüçay Nehri Akdeniz Bölgesi'nde yer alır ve bölgenin önemli su kaynaklarından biridir. Türkiye'nin en güzel doğal rekreasyon alanlarından biri olan, ayrıca turizm ve balıkçılık açısından da önem taşıyan bu nehir, Anamas Dağları'nın güneyinden doğar ve Serik'in doğusunda Dipsiz Mevkii yakınlarında, geniş bir nehir ağızı ile Akdeniz'e dökülür. Yaklaşık uzunluğu 156 km'dir (Küçük, 1997).

Bu çalışmada Köprüçay Nehri üzerinde, kaynak bölgesinden denize döküldüğü nehir ağızı bölgesine kadar olmak üzere toplam 7 istasyon belirlenmiş, Şubat 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında, aylık peryotlarla bu istasyonlardan makrozoobentik örnekleri alınarak incelenmiştir. Çalışma alanı ve istasyonlar Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar

Makrozoobentik omurgasızların örneklenmesi

Örnekler, zeminde yer alan taş, çakıl ve suda var olan bitkiler arasından, su içinde ve kıyıda olmak üzere 50x30 ebadında demirden yapılmış ve 500 µm gözenek açıklığına sahip bentik kepçesi kullanılarak ve her istasyonda yaklaşık 100 m² lik bir alanı taramak suretiyle toplanmıştır. (Plafkin ve ark., 1989). Büyük taşların bulunduğu bazı bölgelerde, taşlar dışarı çıkarılmış, üzerine bağlı olarak yaşayan pupalar ve larvalar pens yardımıyla toplanmıştır.

Arazi çalışması sırasında toplanan örnekler, %70'lik alkol bulunan 1 litrelik cam kavanozlara alınarak laboratuara getirilmiş, içerisinde bulunduğu sediment, makrofit ve atık maddelerden burada ayrılarak gruplandırılmıştır. Daha sonra bu bireylerin, mümkün olan en alt basamağa kadar teşhisleri stereo mikroskop altında yapılmıştır.

Biyolojik Su Kalitesi Belirleme Metotları ve İstatistiksel Analizler

Biyotik indekslerden BMWP (Biological Monitoring Working Group), ASPT (Average Score Per Taxon), Alman SI eski ver. (German Saprobic Index old version), Alman SI yeni ver. (German Saprobic Index new version), Çek SI (Czech Saprobic Index), Romanya SI (Romania Saprobic Index), Slovak SI (Slovakian Saprobic Index); çeşitlilik indekslerinden ise Shannon-Weaver (1964) ve Simpson (1949) çeşitlilik indeksleri kullanılmıştır. Makrozoobentik omurgasızlara dayalı olarak geliştirilen bu indeksler, ASTERICS 3.3 (AQEM/STAR Ecological River Classification System) (AQEM Consortium 2011) programı kullanılarak uygulanmıştır. Pearson korelasyon analizi ise SPSS 16.0 kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Çalışma sonunda yedi istasyondan toplanan bireylerin incelenmesi sonucu, Insecta (79 takson), Crustacea (3 takson), Hirudinea (1 takson), Gastropoda (2 takson) gruplarına ait toplam 85 takson ve 21 318 birey belirlenmiştir (Zeybek ve ark., 2012).

İstasyonların su kalitesini belirlemek amacıyla biyotik indekslerden, BMWP, ASPT, saprobi indeksin çeşitli versiyonları (Alman SI (eski versiyon), Alman SI (yeni versiyon), Çek SI, Romanya SI ve Slovak SI) ve çeşitlilik indekslerinden Shannon-Weaver ve Simpson çeşitlilik indeksleri uygulanmış, sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

BMWP ve ASPT indekslerine göre en yüksek skor değerler 3.istasyonda belirlenirken, en düşük değerler 7.istasyonda saptanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. BMWP ve ASPT indekslerine göre istasyonlarda belirlenen su kalite sınıfları

| | BMWP | | | ASPT | | |
|-------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|-------------|
| | Skor değer | Kalite Sınıfı | | Skor değer | Kalite Sınıfı | |
| 1.ist | 96 | III | Az Kirli | 6,4 | I | Kirlenmemiş |
| 2.ist | 119 | II | Çok az kirli | 6,61 | I | Kirlenmemiş |
| 3.ist | 121 | II | Çok az kirli | 7,11 | I | Kirlenmemiş |
| 4.ist | 104 | II | Çok az kirli | 6,93 | I | Kirlenmemiş |
| 5.ist | 97 | III | Az Kirli | 6,46 | I | Kirlenmemiş |
| 6.ist | 104 | II | Çok az kirli | 6,93 | I | Kirlenmemiş |
| 7.ist | 21 | V | kirli | 5,25 | II | Az kirli |

Saprobî indeksin uygulanan bütün versiyonlarına göre en kirli akarsu bölümü 7.istasyon olarak belirlenmiştir. Diğer istasyonlardaki su kalitesi seviyesi ise oligosaprob (I. Sınıf) ile alfabetâ mesosaprob (II-III. Sınıf) arasında değişim göstermiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Saprobî indeksin çeşitli versiyonlarına göre belirlenen su kalite sınıfları

| | 1.ist | 2.ist | 3.ist | 4.ist | 5.ist | 6.ist | 7.ist |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Alman SI (eski ver.) | 2.189 | 2.05 | 2.15 | 2.18 | 1.88 | 2.16 | 2.4 |
| Su kalitesi sınıfı | II | II | II | II | II | II | II-III |
| Alman SI (yeni ver.) | 1.588 | 1.72 | 1.65 | 1.64 | 1.47 | 1.82 | 2.45 |
| Su kalitesi sınıfı | I-II | I-II | I-II | I-II | I | II | II-III |
| Çek SI | 1.46 | 1.52 | 1.42 | 1.54 | 1.3 | 1.97 | 2.65 |
| Su kalite sınıfı | I | II | I | II | I | II | III |
| Romanya SI | 1.629 | 1.91 | 1.96 | 1.5 | 1.21 | 1.97 | 2.76 |
| Su kalite sınıfı | I | II | II | I | I | II | III |
| Slovak SI | 1.662 | 2.01 | 2.02 | 1.97 | 1.97 | 2.18 | 2.62 |
| Su kalite sınıfı | I | II | II | II | II | II | III |

Çeşitlilik indekslerinin her ikisine göre de en yüksek çeşitlilik 3. ve 5. istasyonlarda, en düşük çeşitlilik ise 7.istasyonda tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İstasyonlarda belirlenen çeşitlilik değerleri

| | Simpson Çeşitlilik İndeksi | Shannon-Weaver çeşitlilik indeksi |
|--------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1.ist | 0.712 | 1.537 |
| 2.ist | 0.812 | 2.351 |
| 3.ist | 0.89 | 2.634 |
| 4.ist | 0.817 | 2.226 |
| 5.ist | 0.882 | 2.707 |
| 6.ist | 0.736 | 1.88 |
| 7.ist | 0.109 | 0.266 |

Ayrıca çalışmada. biyotik indeksler ile çeşitlilik indeksleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Bu analize göre. Simpson çeşitlilik indeksi (SDI); Alman SI (eski versiyon). Romanya SI ($p<0.05$). Alman SI (yeni versiyon) ve Çek SI ($p<0.01$) ile negatif; BMWP ve ASPT ile pozitif ($p<0.05$) korelasyon göstermiştir. Shannon Weaver (SWDI) çeşitlilik indeksi ise. Alman SI (eski ve yeni versiyon) ve Çek SI ile negatif ($p<0.05$). BMWP ve ASPT ile pozitif ($p<0.01$) korelasyon içerisindedir (Tablo 4).

Tablo 4. Biyotik indeksler ile çeşitlilik indeksleri arasındaki korelasyon

| | ASI (eski) | ASI (yeni) | CSI | RSI | SSI | SDI | SWDI | BMWP | ASPT |
|-------------------|---------------|---------------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|------|
| ASI (eski) | 1 | | | | | | | | |
| ASI (yeni) | .811* | 1 | | | | | | | |
| CSI | .796* | .975** | 1 | | | | | | |
| RSI | .820* | .936** | .883** | 1 | | | | | |
| SSI | 0.556 | .900** | .890** | .812* | 1 | | | | |
| SDI | -.811* | -.917** | -.928** | -.802* | -0.708 | 1 | | | |
| SWDI | -.849* | -.831* | -.857* | -0.73 | -0.56 | .976** | 1 | | |
| BMWP | -0.661 | -.858* | -.855* | -0.668 | -0.747 | .930** | .873* | 1 | |
| ASPT | -0.512 | -.776* | -0.732 | -0.609 | -0.625 | .874* | .805* | .938** | 1 |

** Korelasyon 0.01 seviyesinde önemli (2-tailed)

* Korelasyon 0.05 seviyesinde önemli (2-tailed) N: 84

SONUÇ

Köprüçay Nehri su kalitesinin biyotik indekslere ve çeşitlilik indekslerine göre belirlenerek karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada; Saprobi indeksin çeşitli versiyonlarına göre ilk 6 istasyon I. (oligosaprob=çok az kirlenmiş) ve II. (betamesosaprob=orta derecede kirlenmiş) kalite sınıfında değişim gösterirken, 7. istasyon II-III. (α - β mesosaprob = kritik kirlenmiş) ve III. (alfamesosaprob = çok kirlenmiş) kalite sınıfına dâhil olarak bulunmuştur. BMWP indeksine göre ilk 6 istasyon II. (çok az kirli) ve III. (az kirli) kalite sınıflarına dahilken, 7. İstasyon V. (kirlenmiş) kalite sınıfına dâhil olarak tespit edilmiştir. ASPT indeksine göre ise ilk 6 istasyon I. (kirlenmemiş), 7. İstasyon ise II. (az kirlenmiş) kalite sınıfına dâhildir. Genel olarak değerlendirildiğinde, biyotik indekslerin 7. istasyon dışında birbirlerini destekler nitelikte sonuç verdiği görülmektedir. Çiçek ve Ertan (2012), aynı bölgede ve aynı dönemde yaptıkları çalışmada, Köprüçay Nehri'nin su kalitesini fizikokimyasal parametrelere göre belirlemişler ve ilk 6 istasyonun I., 7. İstasyonun ise II. Kalite sınıfında olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre bu

çalışmada kullanılan biyotik indekslerden ASPT, fizikokimyasal analiz sonuçları ile birebir uyum içerisindedir.

BMWP' nin ise diğer indekslere göre az da olsa sapma gösterdiği ve 7. istasyonda aşırı derecede kirli su kalitesi sınıfına ulaştığı tespit edilmiştir. Bunun yanında uygulanan bütün indekslere göre 7. istasyonun su kalitesinde düşüş belirlenmiştir. Çeşitlilik indeks değerlerine bakıldığında, bu sonuçlara benzer olarak 3. ve 5. istasyonda değerlerin artış gösterdiği, 7. istasyonda ise oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar elde edilen biyotik indeks değerleri ile paralellik göstermektedir. Kalyoncu ve ark.(2008) Aksu Çayı'nda; Duran ve ark. (2003) Kelkit Çayı'nda; Türkmen ve Kazancı (2008) Bolu İli'nde bazı akarsularda; Kalyoncu ve Zeybek (2011) Çukurca ve Isparta Dereleri'nde yaptıkları çalışmada, su kalitesinin iyileştiği bölgelerde, bentik omurgasız çeşitliliği artarken, kirlilik artışıyla birlikte tür çeşitliliğinde azalma görüldüğünü bildirmişlerdir.

Mason (1983)' e göre SWDI çeşitlilik indeksi 3'ün üstünde ise temiz, 1-3 arasında ise orta seviyede kirlenmiş ve 1'in altında ise kirli suları temsil etmektedir. Buna göre, ilk 6 istasyon orta seviyede kirlenmiş, 7. istasyon ise kirli sular sınıfına girmektedir. Metcalfe-Smith (1996) ise yüksek SWDI değerinin büyük çeşitliliği gösterdiğini ve ortamın sağlıklı olduğunu vurguladığını söylemektedir. Buna karşın, Washington (1984), çeşitlilik ölçümlerinin kommunité yapısını belirlemek için yararlı araçlar olduğunu ancak sucul ortamlarda kirlilik seviyesini belirlemek için uygun olmadığını bildirmiştir. Habit ve ark., (1998), Itata nehri üzerinde yapmış oldukları çalışmada en düşük omurgasız çeşitliliğini tabanı çamurumsu olan örnekleme noktasında saptamışlardır. Bu çalışmada değerlendirilen 7. istasyon benzer bentik yapıya sahiptir ve Habit ve ark., (1998)' nin Itata nehrinde elde ettikleri veriler ile paralellik göstermektedir. Fesl ve ark., (1999), makrozoobentik çeşitliliği ile dip yapısı arasında ilişkinin oldukça önemli olduğunu bildirmiştir. 7. istasyondaki taban yapısının çamurlu ve kumlu bölgelerden oluşması ve gelişim için uygun habitat sunamaması, örneklemenin el neti ile yapılması ve çamur örneklerinin alınmaması, istasyonun deniz seviyesinde yer alması, rakımın etkili olması ve sıcaklığın en yüksek seviyeye bu istasyonda ulaşması nedenleriyle biyoçeşitlilikte azalma görülmektedir. Burada belirlenen organizma sayısının az olmasının, indeks uygulamasında ortaya çıkan sapmaya neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu istasyon acısu zonunda yer aldığından tür çeşitliliğinde azalma beklenen bir durumdur. Diğer istasyonlarda sonuçların uyumluluğu ve sadece bu istasyonda sapma göstermesi sonuçlarımızı doğrular niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Alba, T., Sanchez, J., Ortega, A., 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad de las aguas corrientes basado en Hellawell (1978). *Limnetica*. 4: 51-56.
- AQEM Consortium. ASTERICS. 2011. AQEM/STAR Ecological River Classification System. Version 3.3. http://www.fliessgewaesserbewertung.de/downloads/ASTERICS_Softwarehandbuch_Version3.3.pdf.
- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T., 1983. The Performance of A New Biological Water Quality Score System Based on Macroinvertebrates Over a Wide Range of Unpolluted Running Water Sites. *Water Res.* 17: 333-347.

- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A., İlhan, A., 2006. Küçük Menderes Nehri'nin (Selçuk- İzmir) Aşağı Havzasındaki Kirliliğin Makro Bentik Omurgasızlar Kullanılarak Saptanması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. 23 (1-2): 61-65.
- Barlas, M., İmamoğlu, Ö., Yorulmaz, B., Kiriş, E., 2001. Sarıçay (Muğla-Milas)'ın Su Kalitesinin ve Makrozoobentik Faunasının İncelenmesi. IV. Ulusal Çevre ve Ekoloji Kongresi. Bodrum.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H., Stanzner, B., 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annu. Rev. Entomol.*, 51: 495-523.
- Chandler, J.R., 1970. A Biological Approach to Water Quality Management. *Water Pollution Control*. 69: 415-422.
- Çiçek, N.L., Ertan, Ö.O., 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*. 21 (84): 54-65.
- Dalkıran, N., 2006. Orhaneli Çayı'nın Epilitik Diyatomeleri ve Bentik Omurgasızlarının İlişkilendirilmesi ile Kirlilik Düzeyinin Saptanması. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi. Bursa.
- Duran, M., Tüzen, M., Kayım, M., 2003. Exploration of Biological Richness and Water Quality of Stream Kelkit. Tokat-Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 12 (4): 368-375.
- Duran, M., Suiçmez, M. 2007. Utilization of both macroinvertebrates and physicochemical parameters for evaluating water quality of the Stream Çekerek (Tokat, Turkey). *Journal of Environmental Biology*. 28 (2): 231-236.
- Fesl, C., Humpesch, U.H., Aschauer, A., 1999. The relationship between habitat structure and biodiversity of the macrozoobenthos in the free-flowing section of the Danube in Austria – east of Vienna (preliminary results).- *Arch. Hydrobiol. Supp.*, 115: 349-374
- Girgin, S., Kazancı, N., 2010. Biomonitoring of an urban stream (Ova Stream, Ankara, Turkey) using the Belgian Biotic Index. *Review of Hydrobiology*. 3 (1): 73-87.
- Habit, E., Bertrán, C., Arévalo, S., Victoriano, P., 1998. Benthonic Fauna of the Itata River and Irrigation Canals (Chile). *Irrig. Sci.*, 18: 91-99.
- Hellawell, J.M., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Applied Science Publishers. NY.
- Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Yıldırım, M.Z., Zeybek, M., 2008. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makrozoobentik Çeşitliliği Üzerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 20 (1): 23-33.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O., 2009. Aksu Çayı'nın Su Kalitesinin Biotik İndekslerle (Diyatomlara ve Omurgasızlara Göre) ve Fizikokimyasal Parametrelere Göre İncelenmesi. Organizmaların Su Kalitesi ile İlişkileri. *Türk Bilim Dergisi*. 2(1): 46-57.
- Kalyoncu, H., Gülboy, H. 2009. Benthic Macroinvertebrates from Darıören and Isparta Streams (Isparta/Turkey) - Biotic Indices and Multivariate Analysis. *Journal of Applied Biological Sciences*. 3(1): 100-107.
- Kalyoncu, H., Zeybek, M. 2009. Ağlasun ve Isparta Derelerinin Bentik Faunası ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Belçika Biyotik İndeksine Göre Belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*. 1(3): 41-48.

- Kalyoncu, H., Zeybek, M. 2011. An Application Of Different Biotic And Diversity Indices For Assessing Water Quality: A Case Study In The Rivers Çukurca And Isparta (Turkey). African Journal Agricultural Research. Vol. 6 (1): 19-27.
- Kazancı, N., Ekingen, P., Türkmen, G., Ertunç, Ö., Dügel, M., Gültutan, Y., 2010. Assessment of ecological quality of Aksu Stream (Giresun, Turkey) in Eastern Black Sea Region by using Water Framework Directive (WFD) methods based on benthic macroinvertebrates. Review of Hydrobiology. 3 (2): 165-184.
- Kolkwitz, R., Marsson, M., 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. Prüfungsanst. Wasserversorgung. Abwasserreinigung. 1: 33-72.
- Kolkwitz, R. and Marsson, M., 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. Dt. Botan. Ges. 26a: 505-519.
- Kolkwitz, R. and Marsson, M., 1909. Ökologie der tierischen Saprobien. Int. Revue ges. Hydrobiol. 2: 126-152.
- Küçük, F., 1997. Antalya Körfezine Dökülen Akarsuların Balık Faunası ve Bazı Ekolojik Parametreleri Üzerine Bir Araştırma. T. C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi Eğirdir/Isparta.
- Mason, C.F., 1983. Biology of Freshwater Pollution. Longman Group Limited. England.
- Metcalf-Smith, J.L., 1996. Biological waterquality assessment of rivers: use of macroinvertebrate communities. In: The Rivers Handbook. Hydrological and ecological principles. Volume 1. P. Calow & G. E. Petts (eds.): Blackwell Science Ltd. Oxford. 144-170.
- Plafkin, J.L., Barbour, K.D., Gross, S.K., Hughes, R.M., 1989. Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers. Benthic Macroinvertebrates and Fish. EPA/444/4-89-001. Office of Water Regulations and Standards. U.S. Environmental Protection Agency. Washington. D.C.
- Shannon, C.E. and Weaver, W., 1964. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press. Urbana. USA.
- Simpson, E. H., 1949. Measurement of diversity. Nature. 163: 688.
- Türkmen, G., Kazancı, N., 2008. Bolu İli'ndeki bazı akarsuların referans istasyonlarının saprobik indeks kullanılarak su kalitelerinin değerlendirilmesi. Review of Hydrobiology. 2: 93-118.
- Washington, H.G., 1984. Diversity. biotic and similarity indices. a review with special relevance to aquatic ecosystems. Water research., 18: 653-694.
- WFD. 2000. EU Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC. 23.10.2000.
- 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 assesment methods. Second practical demonstration. Summary Report. Commission of the European Communities.
- Yıldız, S., Özbek, M., Taşdemir, A., Balık, S., 2010. Identification Of Predominant Environmental Factors Structuring Benthic Macro Invertebrate Communities: A Case Study In The Küçük Menderes Coastal Wetland (Turkey). Fresenius Environmental Bulletin. 19 (1): 30-36.
- Zeybek, M., Kalyoncu, H., Ertan, Ö.O., Çiçek, N.L., 2012. Köprüçay Irmağı (Antalya) Bentik Omurgasız Faunası. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 16 (2): 146-153.