

Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri

*Yalçın Tepe, Alpaslan Ateş, Ekrem Mutlu, Yalçın Töre

Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 31040, Antakya, Hatay, Türkiye

*E mail: ytepe@mku.edu.tr

Abstract: Water quality of Hasan stream (Erzin-Hatay) and its montly variations. In the present study, some water quality parameters of Hasan Creek, which source from city of Osmaniye, flow through dense woody area and merge into İskenderun Bay from Dörtöl, Hatay, were investigated. The creek supplies the drinking water of Dörtöl and Payas towns. Starting from May 2003 and sampling the water monthly for a year, water quality parameters of pH, dissolved oxygen, temperature, salinity, Chemical Oxygen Demand (COD), total alkalinity and hardness, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, sulphite, sulphate, chloride, potassium, sodium, silica and total dissolved solids were measured in the present study. According to measured study results, changes in water quality parameters of Hasan Creek respect to the months were determined. Measured water quality parameters indicated that the creek water is suitable for the culture of cold-water fish such as trout.

Key Words: Water Quality, Hasan Creek, Dörtöl, Hatay.

Özet: Bu çalışmada, kaynağı Osmaniye ili sınırları içerisinde olan ve sık ormanlık alandan geçerek Hatay ili Dörtöl ilçesinde İskenderun körfezine dökülen Dörtöl ve Payas ilçelerinin içme suyunu karşılayan Hasan Çayı'nın bazı su kalitesi özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya Mayıs 2003'te başlanmış olup su kalitesi parametrelerinden pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam alkalinite ve sertlik, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silisyum ve askıda katı madde (AKM) değerleri 12 ay boyunca aylık olarak incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Hasan Çayı su kalitesi parametrelerinin aylara göre değişimleri belirlenmiş olup ayrıca mevcut su kalitesi durumu alabalık gibi soğuk su türlerinin yetiştiriciliği için uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, Hasan Çayı, Dörtöl, Hatay.

Giriş

Dünya tatlı su kaynaklarının gün geçtikçe yetersiz kalması ve artan nüfus, suların daha dikkatli ve titiz kullanılmasını gerektirmektedir. Su insanlar tarafından; tarım arazilerinin sulanması, içme suyu ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi faaliyetlerde kullanılmaktadır. İnsanların yaşamını direkt etkileyen suyun varlığının yanında suyun kalitesi de en az varlığı kadar önem teşkil etmektedir. Son zamanlarda su kalitesi araştırmaları artmıştır. Dünya nüfusunun hızla arttığı göz önünde tutulursa insanoğlunun yiyecek kaynaklarını bilinçli bir şekilde kullanması ve yeni besin kaynakları yaratma sorunları ile karşı karşıya kalacaktır (Egemen ve Sunlu, 1996). Günümüzde, su kaynaklarının değerlendirilmesi, geliştirilmesi ve modern tarıma yönlendirilmesi için ülkemizde, baraj gölleri ve göletleri yapılmaktadır (Foyrap, 1992).

Sularda meydana gelen kirlenmeyi ve etkilerini belirleme çalışmalarında su kalitesinin fiziksel ve kimyasal açıdan değerlendirilmesi suyun o anki durumu hakkında bilgi vermesi açısından oldukça önem taşımaktadır (Barlas, 1995; Kazancı ve ark. 1997). Gerek göl, gölet ve akarsularda gerekse de denizlerde ve tarla balıkçılığında suyun amaca uygun olup olmadığı, fiziksel ve kimyasal parametrelerin iyi bir şekilde analiz edilmesiyle mümkündür (Tepe ve Boyd, 2002).

Baykal ve arkadaşlarının yapmış olduğu araştırmaya göre; İstanbul şehir içme suyunun %25'ini karşılayan Terkos Gölü

çevresinde, göçe bağlı olarak sadece %1 ile sınırlı endüstriyel aktiviteler belirlenmiştir. Bu çalışmada gölde karşılaşılan kirliliğinin başlıca nedeninin evsel atıklardan kaynaklandığı ve artan göç nedeniyle bu sorunun gelecekte şehrin içme suyu için problem yaratabileceği düşünülmektedir.

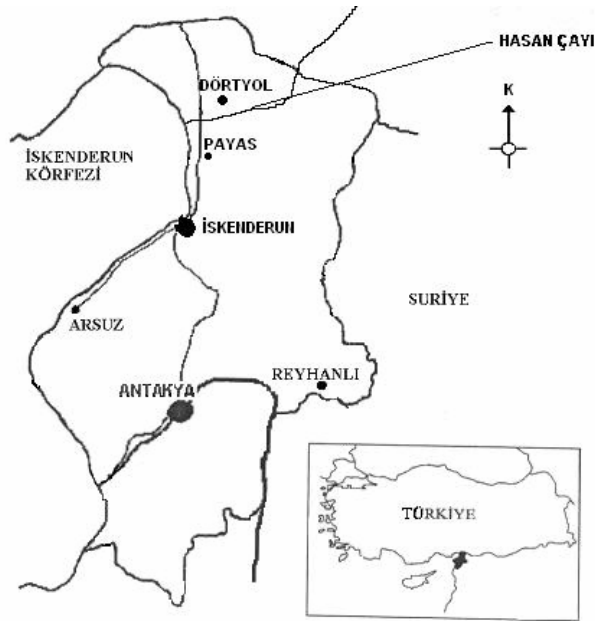
Türkiye'de, başlıca 36 adet akarsu bulunmakta olup, bunlar toplam 178,000 km uzunluğundadır (Cirik ve Cirik, 1999). Ayrıca Türkiye'de dağlarda bulunan küçük göllerle birlikte 120'den fazla doğal göl bulunmaktadır. DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye alınmış büyük baraj adedi 544 olup, diğer kuruluşlarca yapılan 11 adet büyük baraj da ilave edilince, Türkiye'deki büyük baraj sayısı 555 adete ulaşmaktadır (DSİ, 2005).

Hasan Çayı konumu itibarıyla bölgede büyük öneme sahiptir. Çayı besleyen ana kaynak Osmaniye ili sınırları içerisinde. Bölgede bulunan tarım arazilerinin sulamasında kullanılan su, ayrıca Dörtöl ve Payas ilçelerinin içme suyunu karşılamaktadır. Hasan Çayı sık ormanlık alanlardan geçerek Dörtöl mevkiinden İskenderun körfezine dökülmektedir.

Bu araştırmada, tek istasyondan alınan su örnekleri, fiziksel ve kimyasal yönden incelenmiştir. Belirlenen değerlerin aylık ve mevsimsel değişimleri belirlenmiştir. Bu veriler Hasan Çayı'nda yürütülecek su kalitesiyle ilgili ileriki çalışmalarda kullanılmak üzere bir veri tabanı oluşturması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Doğu Akdeniz Bölgesi, Osmaniye ili sınırları içerisinde bulunan Hasan Çayı'nın kaynağı Toros Dağları'ndadır. Çay, Amanos Dağları'nın sık ormanlık alanlarından geçerek İskenderun Körfezi'ne dökülmektedir. Dört Yol ve Payas ilçelerinin içme suyunu karşılayan Hasan Çayı, ayrıca bölge tarım arazileri için önemli bir sulama kaynağıdır.



Şekil 1. Hatay ili ve Hasan Çayı konumu.

Mayıs 2003 tarihinde başlanan bu çalışma, bir yıl sürdürülmüştür. Su kalitesini oluşturan parametrelerin analizlerinde kullanılacak numuneler ayda bir toplanmış olup Mayıs 2004 tarihine kadar devam etmiştir. Numune toplamaya çıkmadan en az bir gün önce, arazide kullanılacak tüm ekipmanlar, arazi tipi ölçüm cihazları ve numune şişelerinin bakım ve temizliği sağlanarak hazır hale getirilmiştir. Örneklem kapları asit solüsyonuna daldırılarak ve saf sudan geçirilerek etüvde kurutulmuştur. Su örneklemeleri, numune kaplarının çalkalanarak çayın akış yönüne ters ve yüzeyden 15–20 cm derine daldırılması yolu ile suyun kendi doğal akışıyla kapları doldurması sağlanmıştır. Sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen ve tuzluluk gibi bazı su kalitesi parametreleri sahada direkt ölçülmüştür. pH Orion marka 420A model pH metre, sıcaklık ve oksijen YSI marka 52 model oksijen metre, tuzluluk ise yine YSI marka 30 model bir salinometre ile ölçülmüştür. Su örneğinde bulunan nitrat iyonları ile burcine sülfat arasındaki reaksiyon sonucu oluşan sarı rengin spektrofotometre ile 410 nm dalga boyunda ölçülmesiyle sudaki nitrat (NO_3) hesaplanmıştır (Boyd ve TUCKER, 1992). Nitrit iyonları ile sülfanilik asit reaksiyona girerek diazo bileşiğini oluşturur, diazo bileşiği ile alfa naftimalin birleşerek kırmızı bir renk meydana gelir, bu bileşik spektrofotometrede 523 nm dalga boyunda ölçülerek sudaki nitrit (NO_2^-) hesaplandı. Spektrometre ile belirlenen diğer su kalitesi parametreleri, Toplam Amonyak Azotu ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$),

sülfat ve sülfid seviyeleridir. Titre metrik yöntemler kullanılarak sudaki seviyeleri hesaplanan diğer su kalitesi parametreleri ise alkalinite, sertlik, fosfat (PO_4^{3-}), klor, potasyum ve sodyumdur. Spektrometrik ölçümler Shimadzu marka UV-1601PC model spektrofotometre ile yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler:

Araştırmada ölçülen su kalitesi parametrelerinin istatistiksel analizleri, Microsoft Office Professional Edition 2003 programının bir parçası olan Microsoft Office Excel 2003 ortamında hazırlanmıştır. Ayrıca yorumlayıcı istatistiksel analizler ise Windows ortamında SigmaStat istatistik programı ile yürütülmüştür. (SPSS, Chicago, Illinois, USA). Hipotezi ret etme seviyesi $\alpha = 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Hasan Çayı'nın sıcaklık seviyeleri yıl boyunca fazla farklılık göstermemiştir. Yıl boyu ortalaması $15,72^\circ\text{C}$ 'dir. Mart 2004'te $14,2^\circ\text{C}$ ile en düşük, Eylül 2003'te $17,8^\circ\text{C}$ ile en yüksek değere ulaşmıştır. Ayrıca mevsimsel olarak hesaplanan ortalamalar sırası ile; bahar $14,7^\circ\text{C}$, yaz ve güz $16,6^\circ\text{C}$, kış ayları ortalaması ise $14,9^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Suların asidik veya baziklik durumunu gösteren pH ise Hasan Çayı'nda nispeten bazik olduğunu göstermiştir. Yıllık ortalama pH değerleri 8,51, minimum 8,32 ve maksimum 8,63 olarak ölçülmüştür. Bahar ve kış ortalaması 8,4, yaz ve güz ayı ortalamaları 8,6 çıkmıştır. Yıl boyunca oksijen seviyeleri mevsimlere göre fazla farklılıklar göstermiş olup yıllık ortalama $9,48\text{ mg/L}$, en düşük Ağustos 2003'te $6,91\text{ mg/L}$ ve en yüksek Şubat 2004'te $14,7\text{ mg/L}$ olduğu hesaplanmıştır. Bahar, yaz, güz ve kış ayları çözünmüş oksijen ortalama seviyeleri sırası ile $10,9\text{ mg/L}$, $7,1\text{ mg/L}$, $8,2\text{ mg/L}$, ve $11,8\text{ mg/L}$ bulunmuştur. Çayın kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) yıllık ortalaması $10,42\text{ mg/L}$ seviyesinde çıkmıştır. Minimum Temmuz 2003'te 6 mg/L ve maksimum Şubat 2004'te 15 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bahar $11,7\text{ mg/L}$, yaz 7 mg/L , güz $9,3\text{ mg/L}$ ve kış ayları ortalaması $13,7\text{ mg/L}$ ölçülmüştür (Şekil 2).

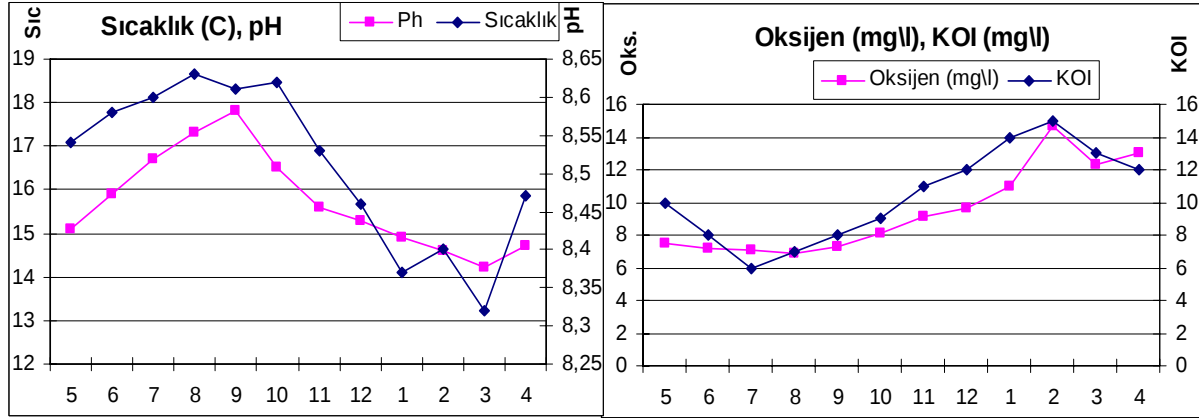
Hasan Çayı'nın nitrat seviyeleri yıl boyu ölçümlerde önemli bir fark göstermemiştir. Tüm mevsimlerin aylık ortalamaları aynı çıkmıştır ($2,3\text{ mg/L}$). Nitrat Kasım 2003'te $2,26\text{ mg/L}$ ile minimum seviyede ve Şubat 2004'te $2,41\text{ mg/L}$ ile maksimum seviyede ölçülmüştür (Şekil 3). Çayın nitrit seviyesi sıfıra yakın seyretmiştir. Nitritin yıl boyu seviyelerinde büyük bir farklılık gözlemlenmemiştir (Şekil 4). Nitrit'te olduğu gibi, amonyak seviyeleri de sıfıra yakın değerlerde bulunmuştur (Şekil 3).

Tuzluluk bahar, yaz ve güz aylarında $0,2\text{ ppt}$, kış ayları ortalaması ise $0,1\text{ ppt}$ çıkmıştır. Tuzluluğun yıllık ortalaması $0,19\text{ ppt}$ olarak ölçülmüştür. Alkalinite yıllık ortalama $141,42\text{ mg/L}$, en düşük ve en yüksek seviyeleri sırası ile Ağustos 2003'te 138 mg/L , Ocak 2004'te 147 mg/L bulunmuştur. Alkalinitenin mevsimsel ortalamaları ise, bahar 141 mg/L , yaz 139 mg/L , güz $140,3\text{ mg/L}$ ve kış $145,3\text{ mg/L}$ olarak hesaplanmıştır. Hasan Çayı'nın toplam sertliği yıllık ortalama $141,58\text{ mg/L}$ bulunmuştur. En yüksek Ocak 2004'te 146 mg/L

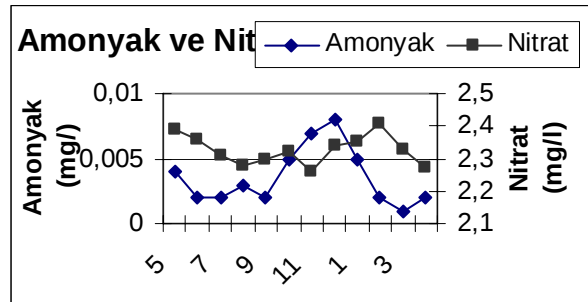
ve en düşük 140 mg/L olarak ölçülen Çayın toplam sertliği bahar, yaz ve güz ayları ortalamaları yaklaşık 141 mg/L ve kış ayları ortalaması 144 mg/L çıkmıştır (Şekil 5).

Hasan Çayı fosfat seviyesi yaklaşık sıfır olup bahar ve yaz aylarında 0,001-0,002 mg/L olarak belirlenmiştir. Arjantin'de Cordoba bölgesi sınırlarında bir doğal kaynak olan Los Molinos rezervuarında, 30 yıl kadar önce periyodik alg patlamaları ve ötrofikasyon gibi su kalitesinin bozulmasına

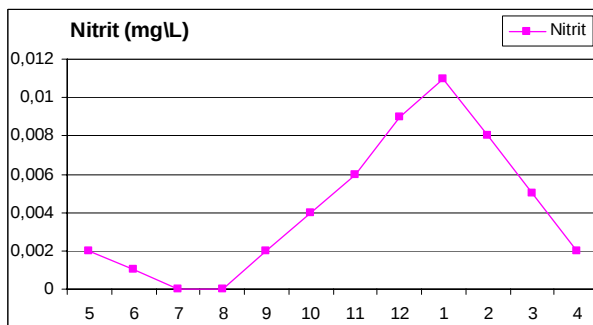
dair işaretler görülmüştür. Bu bölgedeki kirliliğin fosfordan meydana geldiği bildirilmiştir (Bazen ve ark., 2005). Silisyum yıl boyu fazla farklılık göstermemiştir.. Yıllık ortalama 2,47 mg/L'dir. Silisyumun en düşük değeri Ağustos 2003'te 2,35 mg/L ve en yüksek değeri Ocak 2003'te 2,57 mg/L olarak kaydedilmiştir. Mevsimsel silisyum seviyeleri yaz ve güz ayları ortalaması 2,4 mg/L, bahar ayları ortalaması 2,5 mg/L ve kış ayları ortalaması 2,6 mg/L ölçülmüştür (Şekil 6).



Şekil 2: Hasan Çayı'nın aylık sıcaklık (°C) ve pH ile oksijen (mg/L), KOI (mg/L) değerleri (X eksenini ayları belirtmektedir).



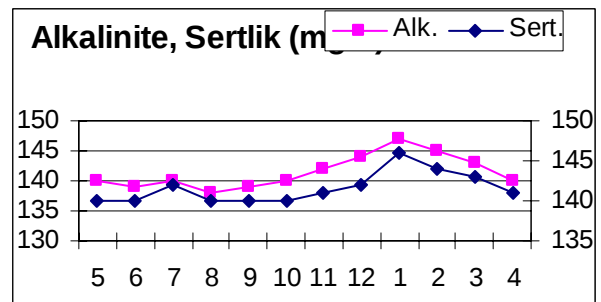
Şekil 3: Hasan Çayı'nın aylık nitrat (mg/L) ve amonyak (mg/L) değerleri (X eksenini ayları belirtmektedir).



Şekil 4: Hasan Çayı'nın aylık nitrit (mg/L) değerleri (X eksenini ayları belirtmektedir).

Klor seviyesi oldukça düşük çıkmıştır. Genelde sıfır seviyelerinde seyreden klor yaz ve güz aylarında 0,005-0,007 mg/L olarak en yüksek değerlerine ulaşmıştır (Şekil 8).

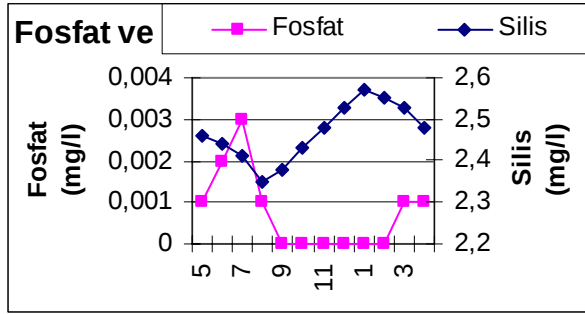
Potasyum yıllık ortalama 4,06 mg/L ölçülmüştür. En yüksek değeri Ocak 2004'te (4,72 mg/L) ve en düşük değeri Ağustos 2003'te (3,4 mg/L) almıştır. Bahar ve güz 4,1 mg/L, yaz aylarında daha düşük 3,5 mg/L ve kış aylarında daha yüksek 4,6 mg/L çıkmıştır. Sodyum yıllık ortalama 3,73 mg/L ve en düşük Ağustos 2003'te 3,1 mg/L, Aralık 2003'te ise 4,3 mg/L olarak en yüksek bulunmuştur. Sodyumun mevsimsel ortalamaları bahar 3,7 mg/L, yaz 3,3 mg/L, güz 3,8 mg/L ve kış 4,2 mg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 7).



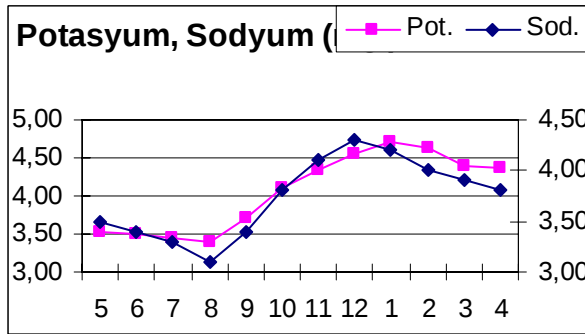
Şekil 5: Hasan Çayı'nın aylık alkalinite (mg/L) ve sertlik (mg/L) değerleri (X eksenini ayları belirtmektedir).

Hasan Çayı su kalitesi parametrelerinden sülfat, sülfid ve AKM değerleri yüksek çıkmamıştır. Sülfat yıllık ortalama 26 mg/L, en düşük Nisan 2004'te 13 mg/L ve en yüksek Haziran 2003'te 33 mg/L bulunmuştur. Ayrıca mevsimsel ortalamaları, bahar 20,7 mg/L, yaz 29,7 mg/L, güz 29,3 mg/L ve kış ayları ortalaması 24,3 mg/L kaydedilmiştir. Sülfid'in yıllık ortalaması 1,86 mg/L'dir. En düşük Ağustos 2003'te 1,4 mg/L ve en yüksek Ocak 2004'te 2,3 mg/L ölçülmüştür. Sülfid mevsimsel

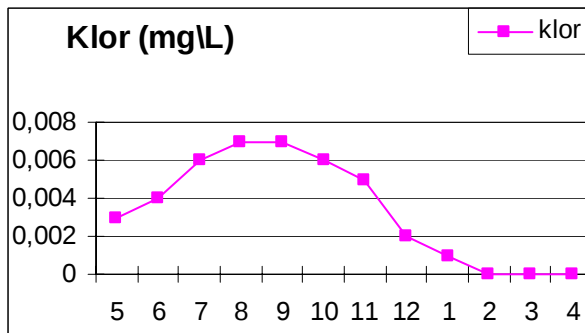
olarak, bahar 1,9 mg/L, yaz 1,7 mg/L, güz 1,8 mg/L ve kış 2,1 mg/L ortalama değerlerinde ölçülmüştür. Askıda Katı Madde (AKM) yıl boyunca yapılan tüm ölçümlerin ortalaması 3,17 mg/L çıkarken, en düşük Haziran 2003'te 1 mg/L ve en yüksek Aralık 2003'te 6 mg/L olarak kaydedilmiştir. AKM bahar ayları ortalaması 2,7 mg/L, yaz 1,7 mg/L, güz ortalaması 3,3 mg/L ve kış ortalaması 5 mg/L olarak bulunmuştur (Şekil 9).



Şekil 6. Hasan Çayı'nın aylık fosfat (mg/L) ve silisyum (mg/L) değerleri (X eksen ayları belirtmektedir).



Şekil 7. Hasan Çayı'nın aylık potasyum (mg/L) ve sodyum (mg/L) değerleri (X eksen ayları belirtmektedir).

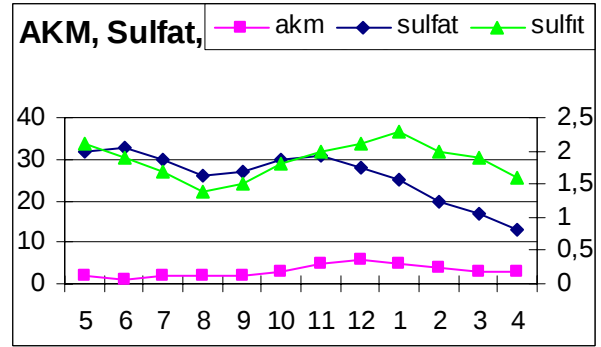


Şekil 8. Hasan Çayı'nın aylık klor (mg/L) değerleri (X eksen ayları belirtmektedir).

Tartışma

Hasan Çayı'nda yapılan bu araştırmada, bir yıl boyunca her ay ölçülen su kalitesi parametrelerinin yıllık ortalama değerleri tablo 1'de verilmiştir. Yıl boyu gözlemlenen sıcaklık ölçümleri büyük fark göstermemiştir. Su sıcaklığı balıkların tüm biyolojik

faaliyetlerini etkileyen önemli bir faktördür. Sıcaklık farkının fazla değişim göstermemesi, gerek çayın kaynağı ile denize döküldüğü yer arsının kısıtlılığı, gerekse çayın geçtiği yerlerin sık ormanlık alanlarla kaplı olmasından, kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yıl boyunca belirlenen sıcaklık farklılıkları, içerisinde yaşayan türleri olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmamıştır.



Şekil 9. Hasan Çayı'nın aylık AKM, Sülfat, Sülfid (mg/L) değerleri (X eksen ayları belirtmektedir).

Doğal sularda pH, kimyasal ve biyolojik açıdan önemli faktörlerin başında yer alır. pH'nın suda artması veya azalması bazı bileşiklerin toksisitesini etkiler. Hasan Çayı'nda pH değişimleri fazla olmamakla beraber hafif bazik seviyelerde seyretmiştir. Sıcak yaz aylarında nispeten artan pH değerleri kış aylarına doğru düşüşe geçmiştir. Bunun sebebi, yazın su bitkileri tarafından fotosentezle CO₂'in tüketilmesi pH'nın artmasına kış aylarında ise yağmur sularının taşıdığı maddelerin yapısından dolayı düşmesine neden olduğu tahmin edilmektedir. pH yıl boyu 8,32 ile 8,63 arasında seyretmiştir.

Çalışmaya başlanan Mayıs ayından (7,44 mg/L) itibaren Temmuz ayına (6,91 mg/L) kadar çözünmüş oksijen seviyesi azalmıştır. Daha sonra Ocak 2004'de kadar 14,7 mg/L seviyesine ulaşmıştır. Yaz aylarında sıcaklığın artması, su debisinin azalması gibi nedenlerden düşmüş olabileceği ve kış aylarında ise sıcaklığın düşmesi, oksijence zengin kar ve yağmur sularının çaya girmesi, çözünmüş oksijeni artırmış olabilir (Tepe ve ark., 2004). Hasan Çayı'nda yıl boyu ölçülen oksijen seviyeleri birçok balık türü için yeterli düzeydedir.

Kuvvetli kimyasal oksitleyicilerle doğal ve kirletici organik yükün parçalanmasında kullanılan oksijen (KO₂), Hasan Çayı'nda, yaz aylarında düşük kış aylarında yüksek ölçülmüştür. Organik maddece zengin yağmur sularının, kimyasal oksijen ihtiyacını artırmış olabileceği düşünülmektedir.

Diatom miktarının fazla olduğu ilkbahar aylarında Silisyum derişimi çok düşük düzeyde bulunmasına karşın, fotosentez aktivitesinin az olduğu kış aylarında bu derişimde bir yükselme görülür (Egemen ve Sunlu, 1996). Doğal sularda silisyum 1-80 mg/L değer alır. Hasan Çayı'nın silis seviyesi çok düşük olmasına karşın kış aylarında yükselme, yaz aylarında ise bir düşme gözlemlenmiştir.

Azotlu bileşikler olan nitrit, nitrat ve amonyak miktarının yüksek seviyeleri sucul canlılar için toksik etki yapabilir. Bu durum azotlu bileşiklerin, pH ve sıcaklığın artması paralelinde toksik etkileri de artar. Fakat nitrit ve amonyağa oranla nitratın toksisitesi daha azdır. Bu bileşikler Hasan Çayı'nda tehlike unsuru oluşturacak seviyelerde çıkmamıştır. Yıl boyu, nitrat, nitrit ve amonyağın seviyeleri birbirlerine paralel olarak artmış veya azalmıştır. Sıcak mevsimlerde azalma, yağışlı mevsimlerde artma gözlenmiştir. Bunun sebebi azotlu organik maddelerin yüzey akışlarında fazla olduğu ve düşük debili yaz aylarında organik madde taşınmasının fazla olmadığına bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Tablo 1: Hasan Çayı'nda ölçülen su kalitesi parametrelerinin yıllık en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri.

Parametre	Ort. Değer	Min. Değer	Max. Değer
pH	8,51	8,32	8,63
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	9,48	6,91	14,7
KOI (mg/L)	10,42	6	15
NO ₃ N (mg/L)	2,33	2,26	2,41
NO ₂ N (mg/L)	0,0042	0	0,011
NH ₃ N (mg/L)	0,0036	0,001	0,008
Salinite (ppt)	0,19	0,1	0,3
Toplam Alkalinite (mg/L)	141,42	138	147
Toplam Sertlik (mg/L)	141,58	140	146
Fosfat (mg/L)	0,0008	0	0,003
Sülfat (mg/L)	1,86	1,40	2,30
Sülfat (mg/L)	26	13	33
Silis (mg/L)	2,47	2,35	2,57
Sıcaklık (°C)	15,72	14,20	17,8
Potasyum (mg/L)	4,06	3,4	4,72
AKM	3,17	1	6
Klor (mg/L)	0,0034	0	0,007
Sodyum (mg/L)	3,73	3,1	4,3

Toplam sertlik ve alkalinite yıl boyu birbirine paralel seyretmiş olup sertlik 50–150 mg/L CaCO₃ arası ideal sertlik aralığında ölçülmüştür. Toplam alkalinite, ideal seviye aralığı 50-150mg/L CaCO₃ olan değerler arasında çıkmıştır. Sertlik ve alkalinite debinin yüksek olduğu aylarda düşük, debinin düşük olduğu aylarda ise yüksek çıkmıştır. Çay yatağının toprak ve kayaç yapısına bağlı olarak, su seviyesinin az olduğu dönemlerde alkalinite ve sertlik yüksek çıkabilir. Alkalinite ve sertlik seviyeleri bakımından Hasan Çayı'nda böyle bir değişim gözlenmemiştir.

Potasyum doğal sulara 1–10 mg/L arasında değişim gösterir (Boyd, 1998). Bu çalışmada yıllık ortalama potasyum değeri 3,73 mg/L olarak hesaplanmıştır. Sodyum tuzu ise doğal sulara 2–100 mg/L arasında bir değer gösterir. Bu araştırmada sodyum ortalaması 4,06 mg/L olarak hesaplanmıştır. Potasyum ve sodyum ikisi de kış aylarında yükselmiş olup, yaz aylarında düşmüştür. Sodyum ve potasyum tuzları yapılan bu araştırmada kirliliğe sebebiyet verecek seviyelerde çıkmamıştır. Klorun, balık türlerine göre değişen öldürücü seviyeleri 0,3-4,0 mg/L arasında değişir. Klor Hasan Çayı'nda öldürücü seviyede çıkmamıştır. En yüksek 0,007 mg/L olan klorun yüksek dozları balığın solungaç epitellerine ve derinin renk epitellerine zarar verebilir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Bu çalışmada ölçülen sülfat değeri sodyum sülfat

(Na₂SO₃) olup, ortalama 1,86 mg/L bulunmuştur. Sülfat değeri (SO₄²⁻) doğal sulara 5-100 mg/L arasında değişim gösterir ve mevcut çalışmada ortalama 26 mg/L bulunmuştur. Organik maddelerdeki sülfür çoğunlukla proteinde bulunur. Aerobik şartlarda sülfür, sülfata okside olur ve zararlı form olan hidrojen sülfite dönüşmez. Sülfat ve sülfat derişimleri yaz aylarında düşme kış aylarında yükselme eğilimindedir. Sülfat ve sülfat araştırma boyunca tehlike arz edecek seviyelerde çıkmamıştır.

Hasan Çayının fosfor seviyeleri oldukça düşük çıkmıştır. Yaz aylarında fosfatta küçük bir artış gözlemlenmiştir. Fosfat seviyesinde oluşan yaz aylarındaki yükselmenin havadan fosfat bağlayabilen mavi yeşil alglerin artışından veya fosfatlı gübrelerin kullanımından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir (Tepe and Boyd, 2001). Ayrıca bu aylarda gelişen köklü su üstü bitkileri de topraktaki fosforun suya geçişine yardımcı olabilirler (Boyd, 1990). Bunun yanında pH seviyesinin 7'ye yakın seyretmesi, suda fosfat bağlayan Ca²⁺, Al³⁺ ve Fe²⁺ iyonlarının PO₄³⁻ iyonları ile bileşik yapma hızı en yavaş durumda olduğundan toplam sertliğin ve fosfatın ortalama değerlerinin yüksek olması bu durum ile de açıklanabilir (Boyd, 1998). Thierfelder ve arkadaşları Kanada'daki bazı göllerin çeşitli su kalite parametrelerini araştırmışlar ve aşağıdaki değerleri bulmuşlardır (Thierfelder, 2000) (Tablo2).

Tablo 2: Kanada'da bazı göllerin pH, alkalinite ve fosfor seviyeleri.

Göller	pH	Alkalinite (mg/L)	Fosfor mg/l
1. Blue Chalk	6,5	103	7,1
2. Chub	5,6	62	12,2
3. Dickie	5,7	59	12,8
4. Harp	6,2	101	7,8
5. Jerry	6,2	104	9,1

Askıda katı madde miktarı, Hasan Çayı'nda yüksek seviyede çıkmamıştır. Araştırmanın başlangıcı olan Mayıs 2003'te 3 mg/L'den Haziran 2003'e (1 mg/L) kadar düşüşe geçmiş, daha sonra Aralık 2003'e (6 mg/L) kadar yükselmiş sonra tekrar düşüş göstermiştir. Bunun sebebi yağmurlu mevsimlerde suyun taşıdığı maddelerden olabileceği düşünülmüştür.

Teşekkür

Saha ve laboratuvar çalışmalarının bir bölümü Hatay Tarım İl Müdürlüğü'nün katkılarıyla yapılmıştır.

Kaynakça

- Barlas, M., 1995. Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Doğu Anadolu Bölgesi I. Ve II. Su Ürünleri Sempozyumu, 465-479s, Erzurum.
- Bazen, R., Corral, M., Pagot, M., Rodriguez, A., Orona, C., Rodriguez, M., Larrosa, N.,
- Cossavella, A., del Olmo, S., Bonfanti, E., Busso, F., 2005. Remote sensing and numerical modeling for the water quality analysis of the Los Molinos reservoir in Cordoba, Argentina. Ingenieria Hidraulica En Mexico, 20 (2): 121–135 Apr-Jun.
- Baykal, B.B., Tanik, A. and Gonenc, E., 1999, A relatively less polluted

- drinking water
reservoir of metropolitan istanbul near the black sea coast, Selected Proceedings of the 18th Biennial Conference of the International Association on Water Quality, Water Science and Technology, Volume 34, Issue 12 , 1996, Pages 73-81.
- Boyd, C. E., 1990. Water quality in ponds for aquaculture, Auburn, AL: Auburn University.
- Alabama Agricultural Experiment Station, Pres. 482 p.
- Boyd, C. E., 1998. Water Quality for Pond Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Research and Development Series No.43
- Boyd, C. E. and Tucker, C. S., 1992. Water quality and pond soil analyses for aquaculture Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.
- Cirik, S., ve Cirik, Ş., 1999. Limnoloji (Üçüncü Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
- Yayınları No: 21, 166s, İzmir.
- DSİ, 2005, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve su kaynakları, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>
- Egemen, Ö. ve Sunlu, U., 1996. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın
- No:14, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir.
- Foyrap, A., 1992. Erzurum İlinde Yapılan Sulama Amaçlı Göletlerin Durumu, Yeterlilikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma, Erzurum.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M., ve Oğuzkurt, D., 1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve izlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi, 100s, Ankara.
- SPSS, 1997. SigmaStat statistical software, SPSS, Chicago, Illinois, USA
- Tepe, Y., and Boyd, C.E., 2001. A sodium-nitrate-based, water-soluble, granular fertilizer for sport fish ponds, North American Journal of Aquaculture., 63, 328-322.
- Tepe, Y. and Boyd, C. E., 2002. Sediment Quality in Arkansas Bait Fish Minnows Ponds. Journal of World Aquaculture Society. Vol.33, No.3.
- Thierfelder, T. K. E., 2000. Orthogonal Variance Structures on Lake Water Quality Data And Their Use For Geo-Chemical Classification Of Dimictic, Glacial/Boreal Lakes, Aquatic Geochemistry 6: 47-64,.