

ULUABAT GÖLÜ YÜZEY SUYU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Cafer BULUT¹, Ramazan ATAY¹, Kazım UYSAL², Esengül KÖSE^{3*}, Şakir ÇINAR¹

Makalenin alındığı tarih: 03, 2010
Kabul tarihi: 04, 2011

ÖZET

Bu çalışmada 2006-2007 yılları arasında Uluabat Gölü'nden seçilen 3 istasyondan aylık olarak alınan su örneklerinin bazı fizikokimyasal parametreleri (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, bulanıklık, tuzluluk, kondüktivite, sertlik, klorür, organik madde, bikarbonat, karbonat, kalsiyum, magnezyum, nitrat, toplam amonyak, sülfat, orta fosfat, asit bağlama gücü) incelenmiştir. Bu veriler çok değişkenli istatistiksel analizlerden kümeleme analizi, ana bileşenler analizi ve faktör analizi kullanarak değerlendirilmiştir. Kümeleme analizi, Uluabat Gölü'nde farklı fizikokimyasal özellikleri ve kirlilik düzeylerini yansıtan istasyonlar arasındaki benzerlikleri iki farklı küme şeklinde ortaya çıkarmıştır. Veri kümesinde toplam değişimin % 100'ünü açıklayan iki potansiyel faktör belirlenmiştir. İlk faktör toplam değişimin %58.70'ini açıklamış ve evsel-tarımsal drenaj faktörü olarak isimlendirilmiştir. İkinci faktör toplam değişimin % 41.30'nı açıklamış ve nutrient faktör olarak isimlendirilmiştir. Uluabat Gölü'nün daha ziyade evsel ve tarımsal faktörler tarafından kirlendiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Kalitesi, Kümeleme Analizi, Ana Bileşenler Analizi, Faktör Analizi,

ABSTRACT

EVALUATION OF SURFACE WATER QUALITY OF ULUABAT LAKE

In this study, some physicochemical parameters of water samples taken from selected 3 stations of Lake Uluabat between the years 2006-2007 were investigated as monthly. These parameters were temperature, pH, dissolved oxygen, turbidity, salinity, conductivity, hardness, chloride, organic matter, bicarbonate, carbonate, calcium, magnesium, nitrate, total ammonia, sulfate, phosphate, and acid binding power. These data were evaluated using multivariate statistical analysis including the cluster analysis, principal component analysis and factor analysis. Clustering analysis was revealed similarities between the stations reflecting different physicochemical characteristics and pollution levels in Lake Uluabat in the form of two different clusters. Two potential factors describing 100 % of the total change in the data set were identified. First factor called as

domestic-agricultural drainage factor explaining % 58.70 of total change. Second one explained % 41.30 of total change and named as nutrient factor. It was identified that Uluabat Lake was polluted by domestic and agricultural factors.

Key Words: Water quality, Cluster analysis, Principle Component Analysis, Factor Analysis

GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel büyüme ve nüfus artışına bağlı olarak pek çok çevre sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu çevre sorunlarından en önemlisi su kirliliğidir. Su kaynaklarının yanlış kullanımı, insan kaynaklı kirlilik etkenleri gibi çeşitli nedenlerden dolayı sağlıklı, temiz ve içilebilir su kaynakları giderek azalmaktadır. Bu kaynaklarımızın içinde özellikle içme suyu, sulama ve rekreasyonel amaçlı kullanılan göllerin su kalitesinin bozulması günümüzde üzerinde önemle durulan bir sorun haline gelmektedir. Evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, zirai amaçlı kullanılan gübre ve tarım ilaçları, rekreasyon aktiviteleri, septik sızıntılar göl suyu kalitesinin bozulmasına neden olan başlıca kirlenici kaynaklardır (Elmanama vd., 2006; Elmacı vd., 2008; Ünlü, vd., 2008). İçinde barındırdığı tüm canlılar, ekolojik dengedeki yeri ve insanlar için bu kadar önemli olan göllerin kirliliğinin belirli zaman aralıklarıyla araştırılarak kirlenme durumunun tespit edilmesi önemli bir konudur. Literatürde son yıllarda akarsu ve göllerin su kalitesinin belirlenmesi adına yapılan birçok çalışmada çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir (Şengörür ve İsa, 2001; Boyacıoğlu vd., 2005; Boyacıoğlu, 2006; Shrestha ve Kazama, 2007; Ragno vd., 2007; İçsen vd., 2008; İçsen vd., 2009).

Uluabat Gölü, Marmara Bölgesinde yer alan, gerek plankton ve dip canlıları, gerek sucul bitkileri, gerekse balık ve kuş popülasyonları açısından ülkemizin en zengin göllerinden birisidir. 1998 yılında Çevre Bakanlığı tarafından RAMSAR koruma bölgesi olarak belirlenip koruma altına alınmış, ardından 4. Uluslararası EXPO 2000 konferansında Uluslararası yaşayan göller arasına dahil edilmiştir (Aksoy ve Özsoy, 2002; Elmacı vd. 2008). Uluabat Gölü nüfus ve sanayi yoğunluğunun yüksek olduğu bir konumda yer alır. Göl çevresindeki yerleşim ve tarım alanları, mezbahalar, süt ve balık ürünleri işleyen çeşitli tesisler Uluabat Gölü'nün kirlenici kaynaklarını oluşturmaktadır (Anonim, 1999; Elmacı vd., 2008). Ayrıca gölü besleyen en önemli su kaynağı olan Mustafakemalpaşa Çayı'yla taşınan evsel atık sularının besi maddesi taşınımı ile ötrofikasyon problemine gittikçe artan bir şekilde katkı sağladığı belirtilmiştir (Salihoğlu ve Karaer, 2005). Bu çalışmada, Türkiye için önemli bir sulak alan olan Uluabat Gölü'nün mevcut su kalitesinin bazı fizikokimyasal yöntemlerle yıl boyunca izlenmesi ve incelenen su kalitesi parametreleri üzerinde çok değişkenli istatistiksel teknikler (Ana Bileşenler Analizi, Faktör Analizi, Kümeleme Analizi) uygulanarak çalışılan istasyonların kirlilik yükünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

¹ Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Eğirdir, Isparta.

² Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya.

³ Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Kütahya.

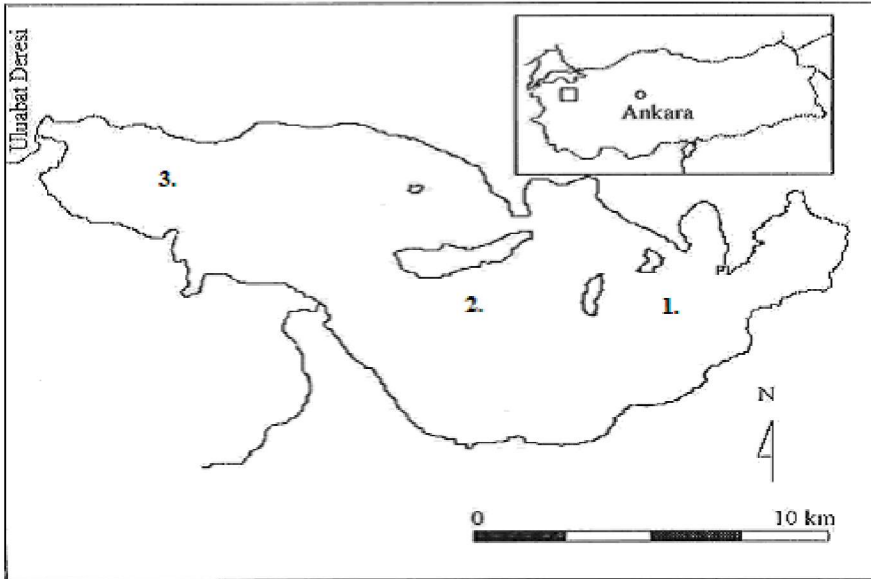
* Esengül KÖSE, E-mail: esen_kose@yahoo.com

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Bursa İli'nin batısında yer alan Uluabat Gölü (40° 10' N, 28° 35' E) doğu-batı yönünde 25 km. uzunlukta ve kuzey-güney yönünde 10.5 km. genişliktedir. Ortalama 3 m. derinliğe sahip gölü besleyen en önemli su kaynağı Mustafa Kemalpaşa Çayı'dır (İnan vd., 1999). Ayrıca göl dibindeki ve çevresindeki karst kaynakları ile yağışlı dönemlerde göle ulaşan küçük dereler gölün beslenmesine katkı sağlamakta ve gölün güneybatısındaki tarım alanlarının drenaj suları da göle verilmektedir. Göle giren su miktarı ve gölün alanı, mevsimlere ve yıllara göre büyük değişiklik göstermektedir. Gölün fazla suları gölün batısındaki Uluabat Deresiyle Susurluk Çayı'na ve bu çay aracılığıyla da Marmara Denizi'ne boşalmaktadır. Gölün güney-batı kıyıları 1993 yılında yapılan seddelerle çevrilmiş ve gölün bu kesimi tarıma açılarak geçmişte olduğu gibi geniş alanlara yayılması engellenmiştir (Şekil 1).

Gölde 21 değişik balık türü saptanmıştır. Uluabat Gölü'ndeki koruma çalışmaları Çevre Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Dolayısıyla alanın doğal yapısı ile ekolojik karakterinin korunması uluslararası düzeyde taahhüt edilmiştir (www.bursacevreorman.gov.tr).



Şekil 1. Uluabat Gölü (1. istasyon: 40°10'03.56" K; 28°42'05.51" E; 2. istasyon: 40°09'36.03" K; 28°35'26.24" E; 3. istasyon: 40°11'37.99" K; 28°30'18.28" E) (Koyuncu vd., 2007).

Figure 1. Uluabat Lake (1. station: 40°10'03.56" K; 28°42'05.51" E; 2. station: 40°09'36.03" K; 28°35'26.24" E; 3. station: 40°11'37.99" K; 28°30'18.28" E) (Koyuncu vd., 2007).

Fizikokimyasal Analizler

Su örnekleri 2006 Şubat ve 2007 Ocak ayları arasında Uluabat Gölü'nde belirlenen 3 istasyondan aylık olarak toplanmıştır. Su örneklerini 1 lt lik ışık geçirmeyen kaplarla alınmış ve her numune alımında kaplar cam temizleme solüsyonu ile temizlenmiştir.

Göl suyunun sıcaklık, kondüktivite, pH, çözülmüş oksijen, tuzluluk W.T.W marka arazi seti ile bulanıklık ise Hach marka Ratio Türbitimetre ile ölçülmüştür. Hidroksil (OH), Bikarbonat (HCO₃⁻), Karbonat (CO₃²⁻), Asit Bağlama Gücü (S.B.V.) ölçümlerinde asidimetrik metod ile titrimetrik tayin yapılmıştır. Klorür (Cl⁻), mohr medodu ile titrimetrik tayin uygulanarak belirlenmiştir. Kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg²⁺) ölçümlerinde kompleksyon yöntemi ile titrimetrik tayin yapılmıştır. Nitrat (NO₃⁻) sodyum salisilat metodu ile spektrofotometrik ölçüm, organik madde permanganat metodu ile titrimetrik tayin, Toplam amonyak (NH₃) nestler metodu ile spektrofotometrik ölçüm, sülfat (SO₄²⁻), baryum klorür metodu ile spektrofotometrik ölçüm, Orta fosfat (O-PO₄³⁻) kalay klorür metodu ile spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Çalışmada, Uluabat Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde incelenen su kalitesi parametreleri üzerinde çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden Ana Bileşenler Analizi, Faktör Analizi ve Kümeleme Analizi uygulanmıştır. Bütün matematiksel ve istatistiksel sonuçlar Microsoft Office Excel and SPSS 11.5 kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Uluabat Gölü'nde belirlenen fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre yıllık maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Bütün aylarda ve istasyonlarda göl suyunun berrak ve kokusuz olduğu tespit edilmiştir.

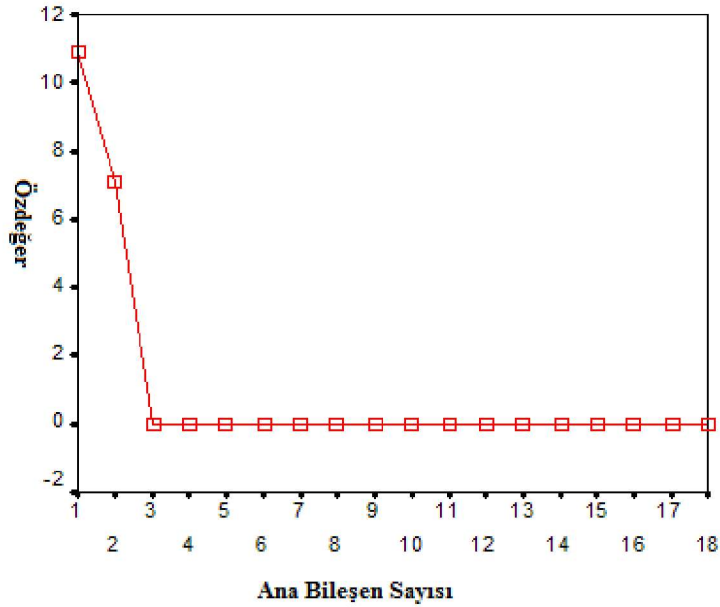
Tablo 1. Uluabat Gölü'nün fiziko-kimyasal parametreleri.
Table 1. Physico-chemical parameters of Uluabat Lake.

Parametreler	Simge	Birim	1. İstasyon		2. İstasyon		3. İstasyon	
			Min-Mak.	Ort.	Min-Mak.	Ort.	Min-Mak.	Ort.
Bulanıklık		NTU	4.4-156.0	42.0	5.4-440.0	67.7	5.5-136.	33.5
Tuzluluk	% _s	% gr	0-0.1	0,02	0-0.1	0,03	0-0.1	0,03
Kondüktivite	EC	µmhos/cm	476.0-639.0	581.0	477.0-670.0	594.0	478.0-704.0	585.0
pH	pH		8.1-8.8	8.3	8.1-9.2	8.5	7.0-8.8	8.3
Sıcaklık	T	°C	4.6-28.5	17.0	3.5-28.5	16.4	3.1-29.3	16.0
Çözülmüş Oksijen	DO	mg/l	4.6-12.4	6.8	3.9-9.6	6.5	4.5-15.1	7.6
Klorür	Cl ⁻	mg/l	12.4-26.2	19.8	12.4-29.4	20.0	2.9-26.2	17.5
Organik madde	pV	mg/l	17.7-31.6	23.4	14.2-30.9	21.7	10.4-31.2	22.5
Bikarbonat	HCO ₃ ⁻	mg/l	209.8-297.0	257.9	204.9-286.7	253.8	208.1-289.4	257.2
Karbonat	CO ₃ ²⁻	mg/l	8.40-54	23.90	8.40-38.40	19.60	3.60-34.80	19.60
Sertlik	TH	°F	42.0-55.0	48.1	40.0-52.0	47.3	18.0-57.0	45.5
Kalsiyum	Ca ²⁺	mg/l	56.1-100.3	84.7	56.1-104.2	83.3	60.1-104.2	84.2
Magnezyum	Mg ²⁺	mg/l	58.3-122.5	74.4	53.4-75.3	64.9	7.2-133.7	67.0
Nitrat	NO ₃ ⁻	mg/l	0.8-1.21	0.9	0.79-1.0	0.94	0.8-1.2	0.9
Toplam Amonyak	NH ₃	mg/l	0.07-20.4	3.3	0.6-7.1	2.0	0.3-23.1	4.1
Sülfat	SO ₄ ²⁻	mg/l	148.6-889.0	482.9	128.5-889.0	477.8	67.3-934.0	422.4
Orta Fosfat	PO ₄ ³⁻	mg/l	0.01-798.9	80.2	0.01-1.2	0.3	0.02-693.5	69.6
Asit Bağlama Gücü	SBV	ml asit	1.3-5.5	4.6	4.4-5.7	5.0	1.1-6.2	4.8

Min.-Mak: Minimum-Maksimum; Ort: Ortalama

Ana Bileşenler Analizi ve Faktör Analizi Sonuçları

Uluabat Gölü'nde seçilmiş 3 istasyondan alınan su örneklerinde incelenen 18 parametrenin ana bileşenler analizi bulguları Şekil 2'deki Çizgi eğim grafiğinde verilmiştir. Şekil 2'ye bakıldığında 2. ana bileşenden sonra eğrinin eğiminin çok fazla değişmediği gözlenebilmektedir. Ana Bileşenler Analizi sonucunda özdeğeri 1'den büyük olan 2 bileşen seçilmiş ve ana bileşen sayısı 2 olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Çizgi Eğim Grafiği.
Figure 2. Slope Line Graph.

Liu ve arkadaşları (2003), faktör yüklerini kuvvetli (< 0.75), ılımlı (orta) (0.75-0.50) ve zayıf (0.50-0.30) olarak sınıflandırmıştır. Bulduğumuz sonuçlarda veri kümesinde toplam değişimin % 100'ünün açıklayan iki potansiyel faktör belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Uluabat Gölü için çeşitli faktör analiz parametrelerinin varyans tablosu.
Table 2. Variance table of various factor analysis parameters for Uluabat Lake.

Bileşen	Başlangıç Özdeğerler			Yüklerin Açıklanabilir Kareler Toplamı			Döndürülmüş Kareli Yüklerin Toplamı		
	Toplam	Varyans %'si	Kümülatif %'si	Toplam	Varyans %'si	Kümülatif %'si	Toplam	Varyans %'si	Kümülatif %'si
1	10.910	60.613	60.613	10.910	60.613	60.613	10.566	58.700	58.700
2	7.090	39.387	100.000	7.090	39.387	100.000	7.434	41.300	100.000

İlk Faktör (F1) toplam varyansın % 58.70'ini açıklamaktadır. 1. Faktörü orta fosfat, bikarbonat, pH, tuzluluk, kalsiyum, kondüktivite, organik madde, bulanıklık, asit bağlama gücü, toplam amonyak, magnezyum, karbonat, çözülmüş oksijen parametreleri oluşturmuştur. Orta Fosfat, tuzluluk, bikarbonat, kalsiyum, organik madde, toplam amonyak bu faktörde kuvvetli pozitif etkili, magnezyum, karbonat ve çözülmüş oksijen ılımlı pozitif etkili; pH, kondüktivite, bulanıklık ve asit bağlama gücü ise negatif etkili bulunmuştur (Tablo 3). Genellikle yeraltı drenaj sularında yaygın olarak bulunan tuzlar, sülfat, klorür, karbonat ve kalsiyum, magnezyumun bikarbonatlarını içerir. Evsel atıksularda drenaj sularından daha az konsantrasyonda bu tuzları içerirler (Boyacıoğlu, 2006). F1'de orta fosfat, kalsiyum, magnezyum, organik madde, tuzluluk parametreleri yüksek yüke sahip olduğu için evsel ve tarımsal drenaj olarak isimlendirilebilir.

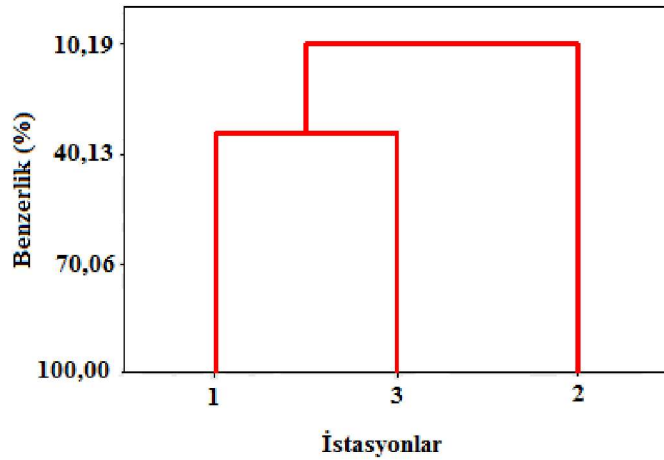
İkinci faktör (F2)'de toplam varyansın % 41.30'unu açıklamaktadır. 2. Faktör nutrient faktör olarak isimlendirilmiştir. İkinci faktörü; magnezyum, sertlik, sıcaklık, klorür, sülfat, nitrat, çözülmüş oksijen ve karbonat parametreleri oluşturmuştur. Sertlik, sıcaklık, sülfat, klorür ve karbonat bu faktörde kuvvetli pozitif etkili; magnezyum ılımlı pozitif etkili; nitrat ve çözülmüş oksijen ise negatif etkili bulunmuştur.

Tablo 3. Faktörler ve Bileşenleri
Table 3. Factors and Components

Değişkenler	Faktörler	
	1	2
Orta Fosfat	,999	
Tuzluluk	,997	
PH	-,997	
Bikarbonat	,996	
Kondüktivite	-,968	
Kalsiyum	,959	
Bulanıklık	-,951	
Organik madde	,894	
Asit Bağlama Gücü	-,884	
Toplam Amonyak	,882	
Magnezyum	,728	,685
Sertlik		,989
Sıcaklık		,979
Sülfat		,931
Nitrat		-,900
Klorür		,877
Karbonat	,562	,827
Çözülmüş oksijen	,590	-,807

Kümeleme Analizi Sonuçları:

Uluabat Gölü'nden seçilen 3 istasyondan 2006-2007 yılları arasında ölçülmüş 18 parametreye ait Kümeleme Analizi, diğer uygulamalarda (Ana Bileşenler ve Faktör Analizi) da olduğu gibi yıllık ortalama değerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Kümeleme analiziyle aynı küme içerisinde yer alan istasyonların benzer kaynaklardan kirlendiği anlaşılmaktadır. Çalışmamızda yaptığımız kümeleme analizinde Şekil 3'te de görüldüğü gibi 1. ve 3. istasyonlar bir kümeyi oluşturmuştur. 2. istasyonda ayrı bir küme olarak ele alınmıştır. Bu durum 1. ve 3. istasyonun kirlilik yükü bakımından birbirine yakınlığını yani her iki istasyonun kirlenme kaynaklarının benzerliğini göstermektedir.



Şekil 3. Kümeleme analiz sonuçları.
Figure 3. Results of cluster analysis.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Uluabat Gölü su kalitesinin belirlenmesi adına incelenen fizikokimyasal parametreler üzerinde çok değişkenli istatistiksel analizlerden anabiyokimyasal analiz, faktör analizi ve kümeleme analizi uygulanmıştır.

Çok değişkenli istatistiksel analizlerden kümeleme analizi; X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birimleri, değişkenleri ya da her ikisini birden, aralarındaki benzerlik ya da farklılık ölçütlerinden yararlanarak homojen gruplara bölmek amacı ile kullanılır (Özdamar, 2004). Kümeleme Analizi'nde birbirine benzeyen elemanların ya da değişkenlerin oluşturduğu kümelerin belirlenmesi istenir (Yılmaz, 2009). Uluabat Gölü kümeleme analiz sonuçlarına göre gölde 1. ve 3. istasyonlar bir kümeyi oluşturmuştur. En yüksek sülfat değeri 3, en yüksek orta-fosfat değeri 1 numaralı istasyonda belirlenmiştir. Sularda verimliliği sağlayan su parametrelerinin başında gelen fosfat, bilhassa fitoplakton ve su bitkileri için çok önemli besi elementlerinden biridir.

Ancak sularda fazla miktarlarda fosfatın bulunması plakton patlamasına neden olur. Sonuçta su bitkilerinde aşırı derecelerde çoğalma ve büyüme görülür ki bu, suyun kalitesini bozar (Atay ve Bulut, 2005). Sulardaki orto-fosfat fosforu konsantrasyonları genellikle göl çevresindeki tarım arazilerinin gübrenmesinden sonra artmaktadır. Ayrıca arıtma tesisleri ve kanalizasyon suları yoluyla suya fosfat geçişi olabilmektedir (Elmanama vd., 2006). 1. istasyonun seçildiği bölgede çeşitli süt ve deniz ürünleri işleyen tesisler ve yerleşim alanları bulunmaktadır. 3. istasyonun olduğu bölgenin özellikle yaz aylarında sucul bitkilerle kaplandığı bildirilmiştir (Elmacı vd. 2008). Bu durum sulardaki orta-fosfat değerinin yüksek olmasının nedenini açıklamaktadır. Öte yandan sıcaklığın artışı ile birlikte göl sedimentinden suya fosfor geçişi sudaki orto fosfat konsantrasyonunu arttırabilmektedir (Polatsü ve Topçu, 2006). US EPA (1986), mikrobiyal çoğalma ve ötrofikasyonun önlenmesi için rezervuarlarda orto-fosfat fosforu konsantrasyonlarının 0,020 mg/l'yi geçmemesi gerektiğini vurgulamıştır Fakat sonuçlara baktığımızda tüm istasyonlarda ortalama değerlerin bu değerin çok üstünde bulunduğu görülmüştür. Genel olarak tabii suların çoğu zooplakton ve fitoplakton gelişmesine yetecek kadar sülfat içerirler. Sülfatın sulardaki kaynağını, sülfatlı ve sodalı kayalar, fabrika atıklarındaki sülfatlı kimyasal bileşikler ve sülfatlı gübrelerin sulara karışması oluşturur (Atay ve Bulut, 2005). 2. istasyon ise bir küme oluşturmuştur. 2. istasyon Halilbey Adası açıklarından seçilmiştir. Halilbey Adası Uluabat Gölü'nün en büyük adası olup hayvancılık yapılmaktadır (Elmacı vd., 2008).

Ana Bileşenler Analizi, veri yığınlarıyla ilgilenen araştırmacılar için, ellerindeki parametre sayısının mümkün olduğunca verinin büyük bir kısmını açıklayacak şekilde azaltılmasına imkan sağlayan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden bir tanesidir. Ana Bileşenler Analizi'nin genel amaçları; Veri indirgemesi yapmak, tahminleme yapmak, veri setini bazı yöntemlerin analiz edebileceği forma sokmak (Ana Bileşenler Regresyon Analizi, Faktör Analizi gibi), ilişkili değişken setlerinden birimlerin/oluşumların ana bileşen skorlarını hesaplamak ve birimleri skorlara göre sıraya dizmek (büyükten küçüğe, küçükten büyüğe sıralamak) olarak verilebilir (Özdamar, 2004). Faktör analizi, veriler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistiksel analiz türüdür yani k değişkenli bir olayda(k boyutlu bir uzay) birbiri ile ilişkili değişkenler bir araya getirilerek, az sayıdaki ortak, ilişkisiz değişken bulma yöntemidir (Şengörür ve İsa 2001). Faktör Analizi, Ana Bileşenler Analizine benzeyen bir yöntemdir. Her iki yöntemde de veri indirgeme söz konusudur. Fakat Faktör Analizi değişkenleri gruplayarak ortak faktörler tanımlama özelliğine sahiptir (Özdamar 2001).

Uluabat Gölü, ana bileşenler analizi sonucunda özdeğeri 1'den büyük olan 2 bileşen seçilmiş ve ana bileşen sayısı 2 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak toplam verinin tamamını ifade eden 18 değişkenin ana bileşenler analizi sonucunda toplam verinin yaklaşık %100'ünü ifade eden 2 değişkenle açıklandığı görülmüştür (Tablo 2). Faktörlerde yükler istenilen hale getirildikten sonra faktörlerin isimlendirilmesi yapılmıştır. Tablo 3'te faktörlere ilişkin tanımlayıcı parametreler yer almaktadır. Bu parametreler o faktörün daha çok hangi karakteri yansıttığı hakkında bir fikir vermesi açısından önemlidir (Yılmaz, 2009). Tablo 3 incelendiğinde toplamda 1. faktörde toplandığı görülmektedir. Bu parametreler; orta fosfat, tuzluluk, pH, bikarbonat, kondüktivite, kalsiyum, bulanıklık, organik madde, asit bağlama gücü, magnezyum, amonyak, karbonat ve çözünmüş oksijendir. Çalışma sonucunda parametrelerin çoğunun 1. faktörde toplanması ve 1. faktörün toplam varyansının % 58,70'ini açıklaması, üzerinde çalışılan parametrelerin

göstereceği etkiyi daha çok 1. faktörün karakterize ettiği sonucuna bizleri ulaştırmıştır. İkinci faktöre ait parametreler; magnezyum, sertlik, sıcaklık, sülfat, klorür ve karbonattır. Toplam varyansın % 41.30'unu açıklayan ikinci faktörde en büyük yükler sırasıyla sertlik (0.989), sıcaklık (0.979), sülfat (0.931) klörür (0.877) ve karbonat (0.827) parametrelerine aittir. Bu değişkenlerin bir arada olması sebebiyle Uluabat Gölü'nün evsel atık su ve tarımsal drenaj suyu ile kirletildiğini söyleyebiliriz. Ayrıca her iki faktörde de karbonat ve magnezyum yüklerinin yüksek olması bölgenin jeolojik yapısının karstik bir yapıya sahip olduğunu açıklar niteliktedir. İşcen ve arkadaşları 2004 ve 2005 yılları arasında Uluabat Gölü'nün yüzeysel su kalitesi çalışmalarında bölgenin tarımsal ve evsel atıksular tarafından kirletildiğini belirlemişlerdir. Buldukları sonuçlar çalışmamızı desteklemektedir.

Sonuç olarak, önceki çalışmalar ve (Salihoğlu ve Karaer 2005; İşcen vd., 2008) bizim sonuçlarımızda da tespit edildiği gibi Uluabat Gölü yoğun bir evsel ve tarımsal kirlilik yükü altındadır. Uluabat Gölü besin elementleri bakımından oldukça zengindir. Bilinçsiz yapılan tarımsal alanların gübrelemesi Uluabat Gölü'nü tehdit etmektedir. Bunun için çiftçilerimize gerekli eğitimlerin verilmesi ve özellikle yağışlı aylarda gübrelemenin yapılmasının kısıtlanması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Anonim (1999) Uluabat Gölü Çevre Durum Raporu, Çevre Bakanlığı Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Haziran, Bursa.
- Aksoy, E. ve Özsoy, G., (2002). Investigation of multi-temporal land use/cover and shoreline changes of the Uluabat Lake Ramsar Site using RS and GIS .Pages 73-79 in Proceedings of the International Conference on Sustainable Land Use and Management, 2002, Çanakkale, Turkey.
- Atay, R. ve Bulut, C., (2005). Beyşehir, Eğirdir, Kovada, Çivril ve Karakuyu (Çapalı) Göllerinde Su Kirliliği Projesi, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Kurulu Müdürlüğü.
- Aydoğdu, A. ve Selver, M., (2006). Mustafakemalpaşa Deresi (Bursa)'ndeki İnci Balığının (*Alburnus alburnus* L.) Helmint Faunası Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 30 (1): 69-72
- Boyacıoğlu, H., Boyacıoğlu, H. And Gündüz, O. (2005)., Application of factor analysis in the Assesment of Surface Water Quality in Büyük Menderes River Basin. *Eurepean Water* 9/10: 43-49.
- Boyacıoğlu, H. (2006). Surface water quality assessment using factor analysis. *Water SA* 32: 3, 389-393
- Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F.O., Özengin, N. ve Başyaka, S. H., (2008). Uluabat Gölü'nün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 93-103.
- Elmanama, A. A., Afifi, S. and Bahr, B., (2006) Seasonal and spatial variation in the monitoring parameters of Gaza Beach during 2002-2003, *Environmental Research*, 101, 25-33.
- İnan, M., Bektaş, R. ve Ergün, B., (1999). Environmental Status Report Uluabat Lake (in Turkish) Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Bursa.

- İşcen, F. C., Emiroğlu, O., İlhan, S., Arslan, N., Yılmaz, V. and Ahıska, S. (2008). Application of multivariate statistical techniques in the assesment of surface water quality in Uluabat Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assesment.*, 144, 269-276. doi: 10.1007/s10661-007-9989-3.
- İşcen, F.C; Altın, A., Şenoğlu, B. and Yavuz H.S. (2009). Evaluation of surface water quality characteristics by using multivariate techniques: A case study of the Euphrates river basin, Turkey. *Environmental Monitoring and Assesment*, 151: 259-264 DOI 10.1007/s10661-008-0267-9.
- Koyuncu, V., Şahin, Y. ve Emiroğlu, Ö., (2007). Uluabat Gölünde (Bursa) yaşayan *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758 (Kızılkanat Balığı) popülasyonunun büyüme parametrelerinin araştırılması, *Ulusal Su Günleri, Türk Sucul Dergisi* 288-296, Antalya.
- Liu, C. W., Lin, K. H., & Kuo, Y. M., (2003). Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Taiwan. *Science of the Total Environment*, 313, 77-89.
- Özdamar, K., (2001). SPSS ile Biyoistatistik. Kaan Kitapevi, Yayın No: 3-4, Baskı, ISBN: 975-6787-03-1, 452 s.
- Özdamar, K. (2004). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi-2, 5. Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Polatsü, S. ve Topçu, A. (2006) Sakaryabaşı Göleti'nde (Türkiye) sedimentten fosfor salınımının tahmini, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23, 119-121.
- Ragno, G; Luca D. M. and loele, G., (2007). An application of cluster analysis and multivariate classification methods to spring water monitoring data, *Microchemical Journal*, 87, 119-127.
- Salihoğlu, G. ve Karaer F., (2005). Uluabat gölü için ekolojik risk değerlendirmesi. *İtü dergisi/e su kirlenmesi kontrolü* Cilt:15, Sayı:1-3, 17-28.
- Shrestha, S. ve Kazama, F., (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin; Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22, 464-475.
- Ünlü, A., Çoban, F. ve Tunç M. S., (2008). Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 23, 1, 119-127.
- Şengörür, B., ve İsa, D., (2001). Sakarya Nehri'ne ait su kalite gözlemlerinin faktör analizi. *Türk J Engin Environ Sci* 25, 415-25.
- US EPA (1986) Ambient water quality criteria for bacteria, US EPA- 440-584-002, US EPA, Washington DC., USA.
- Yılmaz, V., (2009). Türkiye Akarsuları su kalitesi parametrelerinin çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri ile incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Danışman: Büyükyıldız, M., T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- www.bursacevreorman.gov.tr/Uluabat.htm. (11.03.2010)