

Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi

Bülent ŞENGÖRÜR

*Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
54040, Adapazarı-TÜRKİYE*

Dilşat İSA

Sakarya Üniversitesi, SMYO, 54040, Adapazarı-TÜRKİYE

Geliş Tarihi 11.01.2000

Özet

Bu çalışmada, Sakarya Nehri üzerindeki son gözlem istasyonu olan Adatepe Gözlem istasyonundan 1992-1996 yılları arasında elde edilen 42 su kalitesi parametresi değerlendirilmiştir. Bu veriler üzerinde faktör analizi uygulayarak, bu istasyon için, 42 parametrenin 12 faktöre indirgenmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir. Böylece su kalite araştırmalarında çok fazla sayıda parametrenin ölçülmesi yerine önceden dikkatlice seçilmiş, daha az sayıda, fakat kritik parametrelerin tespiti sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Su kalitesi, Parametre, Temel bileşenler analizi, Faktör analizi.

Factor Analysis of Water Quality Observations in the Sakarya River

Abstract

In this study, 42 water quality parameters obtained monthly from 1992 to 1996 at the last monitoring station on Sakarya River, namely Adatepe, have been evaluated. The results of factor analysis obtained from Adatepe indicate that 42 parameters can be reduced to 12 factors. Therefore, instead of measuring a large number of parameters in water quality research studies, a smaller number of carefully chosen parameters which are more critical have been determined.

Key Words: Water quality, Parameter, Principal component analysis, Factor analysis.

Giriş

Su kaynaklarını; eğilim belirlemek, modelleme yapmak, ileriye dönük tahminlerde bulunmak, sağlıklı bir izleme sistemi kurmak, kirliliğini azaltmak ve kalitesini korumak gibi bir çok amaç için gözleme ihtiyacı vardır. Türkiye'de su kalitesi gerektiği biçimde izlenememektedir. DSİ ve EİEİ tarafından gerçekleştirilen su kalitesi izleme çalışmalarına ek olarak, diğer bazı kurum ve kuruluşlar da (Çevre Bakanlığı, Üniversiteler vb.) bu anlamda çalışmalar yapmaktadır (DPT, 1997).

Su kalitesi izleme çalışmalarında doğru parametrelerin seçimi, gözleme programının teknik ve mali fizibilitesinin önemli bir ayağını oluşturmaktadır (Chapman, 1992). Parametrelerin seçimi, gözleme programının amacına bağlı olarak önem kazanır. örneğin, su kullanımı (içmesuyu) ile ilgili bir izleme yapılacaksa, çok fazla parametrenin ölçümü söz konusu olacaktır. Yüzeysel bir su kaynağının kalite sınıfını Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ndeki gibi tespit için belirlenen istasyonlarda 46 değişik parametre ölçümü yapılması

gerekecektir. Bu yönetmelikteki ilgili tabloda 4 grupta (A, B, C, D) ayrı ayrı 4 sınıf su kalite sınıfı (I, II, III, IV) belirtilmiştir. Bir gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirler (Resmi Gazete, 1988). Bu yönetmelikte su kaynaklarının kalite sınıflandırılmasının yapılması ve kalite atlaslarının çıkarılması öngörüldüyse de, çalışmalar yeterli düzeyde değildir.

Ayrıca, su kaynaklarından etkin bir şekilde yararlanmak için bu kaynakların kullanım alanlarının önceden belirlenmesi gerekir. Ekonomik ve teknik açıdan uygun olduğu takdirde, düşük kaliteli bir su kaynağının iyileştirilmesi mümkün olabilir. Bu yönden kaynakların halen mevcut kalitesinin kullanım alanları için gerekli kalite kriterlerine uygunluğunun tespitinin ve havza planının, havzadaki ilgili valiliklerce ve ilgili DSİ Bölge Müdürlüklerince yapılması esastır. Böylece kirlenme yönünden hassas bölgelerle ilgili önlemler ve çalışmaların gecikmeden yapılması sağlanacaktır.

Bu çalışmada; DSİ III.Bölge Müdürlüğü'nün su kalite izleme programındaki Sakarya Nehri üzerindeki Adatepe İstasyonundaki veriler (Efelerli S. ve Ark., 1997) üzerine faktör analizi uygulanarak, 42 parametreden daha anlamlı ve önemli 12 faktöre ulaşılmıştır. İndirgenen bu parametrelerin, bu istasyon için, havzada yapılan mevcut çalışmalarla karşılaştırılması yapılmıştır. Bu kıyaslamada, elde edilen 12 faktörün doğrulanması sağlanmıştır. Böylece su kalite araştırmalarında çok sayıda parametrenin ölçülmesi yerine, önceden dikkatlice seçilmiş, olayı karakterize eden daha az sayıda fakat kritik parametrelerin tespiti sağlanmıştır.

Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e dökülmeden önceki son gözlem istasyonu olan Adatepe Gözlem istasyonunda ölçülen Tablo 1'deki tüm değişkenler için, öncelikle özet istatistiksel bilgiler ve normalite testi gibi analizler yapılmış, neticede, uygulamaya sunulan değişkenlerin faktör analizinin yapılmasına uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Sakarya Nehri Adatepe Gözlem İstasyonunda Gözlenen Değişkenler

No	SİMGE	PARAMETRELER	BİRİM	No	SİMGE	PARAMETRELER	BİRİM
1	Q	Debi	m ³ / sn	22	Fe	Demir	mg / l
2	T	Sıcaklık	°C	23	Mn	Mangan	mg / l
3	PH	PH		24	Na	Sodyum	mg / l
4	EC	Elektriksel İletkenlik (25°C)	Umho / cm	25	K	Potasyum	mg / l
5	TDS	Toplam Çözülmüş Katılar	mg / l	26	Ca	Kalsiyum	mg / l
6	SS	Asıdaki Katılar	mg / l	27	Mg	Magnezyum	mg / l
7	Turb	Bulanıklık	NTU	28	T-Coli	Toplam Koliform	EMS / 100 ml
8	M- Al	Toplam Alkalinite	mg / l CaCO ₃	29	F-Strp	Fekal Streptokok	EMS / 100 ml
9	P- Al	Fenolftalein Alkalinite	mg / l CaCO ₃	30	E-Coli	Esh. Koliform	EMS / 100 ml
10	Cl	Klorür	mg / l	31	Cr	Krom	mg / l
11	NH ₃ -N	Amonyak Azotu	mg / l	32	Cu	Bakır	mg / l
12	NO ₂ -N	Nitrit Azotu	mg / l	33	CN	Siyanür	mg / l
13	NO ₃ -N	Nitrat Azotu	mg / l	34	Pb	Kurşun	mg / l
14	TKN	Toplam Kjeldahl Azotu	mg / l	35	As	Arsenik	mg / l
15	DO	Çözülmüş Oksijen	mg / l	36	Zn	çinko	mg / l
16	PV	Organik Madde	mg / l	37	Hg	Civa	mg / l
17	BOD ₅	Biyolojik Oksijen İhtiyacı	mg / l	38	Cd	Kadmilyum	mg / l
18	COD	Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg / l	39	B	Bor	mg / l
19	TH	Toplam Sertlik	mg / l CaCO ₃	40	Fen	Fenol	mg / l
20	o-PO ₄	Orto - Fosfat	mg / l	41	F	Florür	mg / l
21	SO ₄	Sulfat	mg / l	42	H ₂ S	Hidrojen Sülfür	mg / l

Çalışma alanının tanıtılması

Sakarya Nehri havzası 58 160 Km²'lik alanla Türkiye'nin yüzey alanının yaklaşık % 7'sini kapsamaktadır. Bütün havzada toplam 1 336 500 hektarlık ova bulunmaktadır. Havza genelde az engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Sakarya Nehri'nin önemli yan kolları başta Porsuk ve Ankara çayı olmak üzere Seydisuyu, Çarksuyu, Karasu, Girmir çayı, Göynük çayı, Mudurnu çayı ve Göksu'dur. Havza içinde yer alan iller Ankara, Eskişehir, Kütahya, Bilecik ve Sakarya'dır. Havzada sulama, içme, kullanma ve enerji üretimine yönelik birçok proje gerçekleştirilmiştir. Havzada su kirlenmesi probleminin nüfus ve endüstrileşme ile hızlı bir şekilde arttığı, bazı kolların önemli derecede kirlendiği bilinmekte-

dir. Sakarya havzası hidrolojik olarak Yukarı, Orta ve Aşağı Sakarya havzası adı altında 3 grupta incelenmiştir (DSİ, 1992).

Faktör Analizi

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 (Şekil 1). Bir başka deyişle, faktör analizi, boyut indirgeme ve bağımlılık yapısını yok etme yöntemidir (Harman, 1976; Mardia ve Ark., 1989; Tatlıdil, 1996).



Şekil 1. Faktör Analizinin Şekilsel İfadesi

Faktör analizinde genel olarak korelasyon matrisi kullanılmaktadır. Verilerin ölçüm birimleri ve varyansları birbirlerine yakın ise kovaryans matrisinden, yakın değilse korelasyon matrisinden yararlanılması önerilir. Bugüne dek faktör analizinde en yaygın olarak kullanılmakta olan yöntem ise temel bileşenler ya da asal bileşenler analizidir (Tatlıdil, 1996). Temel bileşenler analizi geometrik olarak, ortak özelliğe sahip olan değişkenler üzerinden yeni bir boyut (B_1) geliştirecektir. Bu boyut iki veya daha fazla boyutlu durumdaki değişkenler arasındaki uzaklıkları (veya varyansı) olanaklar ölçüsünde en yakın şekilde koruyacaktır. Bu yeni boyut (B_1) bir “temel bileşen” olarak adlandırılır. Şayet iki orijinal boyut veya değişken yerine daha fazla sayıda boyutla analize başlanırsa, (B_1) den başka bir yeni boyut (B_2) daha tanımlanabilir. Bu (B_2) boyutu diğer bir “temel bileşen”dir. Geometrik olarak ikiden fazla boyutu göstermek güç ise de matematiksel olarak ikiden fazla boyut rahatlıkla saptanabilir. Böylece her değişken her bir boyut üzerinde bir koordinata sahip olan koordinatlar seti ile belirlenebilir. Her yeni boyut orijinal değişkenlerin bir kombinasyonundan başka bir şey olmayacaktır. Dolayısıyla bu yeni boyutla elde edilen değişken en yüksek korelasyonu olan orijinal değişken ile çok sıkı bir ilişki içinde olacaktır.

Analizin amacı, boyut azaltma esnasında varyanstaki azalmanın, yani kaybolan varyansın, minimum bir düzeyde tutulmasıdır. Ancak, yine de hata yapma oranı yüksektir. Dolayısıyla, bu araştırmada, bu hatayı daha minimum düzeye indirmek için, çoklu gruplandırma yöntemi ele alınmıştır.

Şekil 1’de gösterildiği gibi çok sayıda ilişkili orijinal değişkenlerden az sayıda ilişkisiz hipotetik değişken bulmayı amaçlayan faktör analizinde n bireyin k tane özelliğini gösteren \mathbf{X} ham veri matrisinden elde edilen standartlaştırılmış \mathbf{Z} veri matrisi kullanılmıştır. Bu durum, faktör analizi modelinin

z_j ($j = 1, 2, \dots, k$) değişkenleri ile f_1, f_2, \dots, f_m ortak faktörleri arasındaki doğrusal ilişki modeli,

$$z_j = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jm}f_m + b_j u_j(1)$$

olup, modeldeki

a_{jm} , j .inci değişkenin m .ıncı faktör üzerindeki yükü veya ağırlığı;

u_j , özel veya artık faktörü;

b_j , artık faktörüne ilişkin katsayıdır.

Burada verilerin, (1)’de tanımlanmış bir modele uyduğu varsayılmakta ve bu varsayım ortak faktörler ile artık faktörlerin aşağıdaki koşulları sağlama zorunluluğunu gerektirmektedir:

$$\begin{aligned} E(\{f_m\}) &= 0; \text{Var}(\{f_m\}) = 1; \\ E(\{u_j\}) &= 0; \text{Kov}(\{u_j\}, \{u_j\}) = 0; \\ \text{Kov}(\{f_m\}, \{u_j\}) &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Ortak faktörlerin birbirleriyle ve artık faktörle ilişkisiz olacağı varsayımı altında, standartlaştırılmış değişken z_j ’lerin varyansına ilişkin bağıntı,

$$\begin{aligned} \text{Var}(z_j) &= a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jm}^2 + b_j^2 = 1 \\ &= v_j^2 + b_j^2 \end{aligned} \quad (3)$$

olup,

v_j^2 , j .inci değişkenin ortak faktör varyansı;

b_j^2 , ortak faktörlerin açıklayamadıkları kısmı kapsayan artık faktör varyansıdır.

Bulunan v_j^2 değerlerinin tümü 1’e eşit ya da yakınsa korelasyon matrisinin faktörleştirilmesinin iyi olduğu söylenir. Eğer bazı v_j^2 değerleri küçük ($v_j^2 < 0$) ise, bu durumda en az bir faktörün daha çıkartılması gerektiği düşünülür.

Optimal faktör sayısına karar vermede kullanılan en yaygın bir başka kriter de,

$$\sum_{j=1}^m \frac{v_j^2}{k} \geq \frac{2}{3} \quad (4)$$

biçimindeki oran değeri olup, bu oran değerinin 2/3'ten büyük olması, faktörleşmenin iyi olduğu anlamına gelir. Aksi durumda daha başka faktörlere ihtiyaç olduğu düşünülür. Böyle durumlarda faktör

sayısı bir artırılarak tüm hesaplamalar yeniden yapılır ve işlemler yukarıdaki koşul sağlanıncaya kadar sürdürülür. Bundan başka diğer bir test de olabilirlik oran değeri üzerine kurulmuş olup,

$$-2 \log \lambda = (n - 1) \left\{ \log \frac{|\hat{\Delta}|}{|S|} + Iz(S\hat{\Delta}^{-1})k \right\} \sim \chi^2_{(\tau_i)}, i = 1, 2 \text{ için} \quad (5)$$

test istatistiğinden yararlanılmaktadır. Burada λ , özdeğerler; Δ , kovaryans matrisi; S , değişken ile faktör arasındaki ilişki matrisi; τ_i , serbestlik derecesi olup, faktör sonuçlarını dik veya eğik olması durumunda farklılık göstermekte ve :

$$\tau_1 = \frac{1}{2} \{ (k - m)^2 - (k + m) \}, \text{ dik döndürmelerde}$$

$$\tau_2 = \frac{k}{2} (k - 2m - 1), \text{ eğik döndürmelerde}$$

bağıntılarından bulunmaktadır (Mardia ve Ark., 1989).

Faktörleştirmedeki somut gösterge ise Ferguson başta olmak üzere birçok araştırmacı tarafından geliştirilen ve birçok farklı ifadesi bulunan "Parsimony ölçüsü"dür (Tatlıdil, 1996). Bu kavram, olabildiğince az sayıda boyutla k değişkenli sistemin açıklanmasıdır. Genel olarak Parsimony ölçüsü (PÖ),

$$PÖ = \sum_{j=1}^k \sum_{\ell < \tau=1}^m (a_{j\ell} a_{j\tau})^2 \quad (6)$$

biçiminde gösterilmektedir ve bu değer minimum olduğu duruma en iyi çözüm adı verilmektedir. Ayrıca, $A = (a_{j\ell})$ ilk faktör matrisi, $D = (d_{j\ell})$ dönüşümünden sonra ulaşılan faktör matrisi, $T = (t_{\tau\ell})$ dik dönüşüm matrisi olmak üzere,

$$D = AT = \sum_{\ell=1}^m d_{j\ell}^2 = \sum_{\ell=1}^m a_{j\ell}^2 = v_j^2 \quad (7)$$

bağıntısından yararlanan Ferguson, PÖ değerini $MaxPÖ = \sum_{j=1}^k \sum_{\ell=1}^m d_{j\ell}^4$ biçiminde tanımlamıştır.

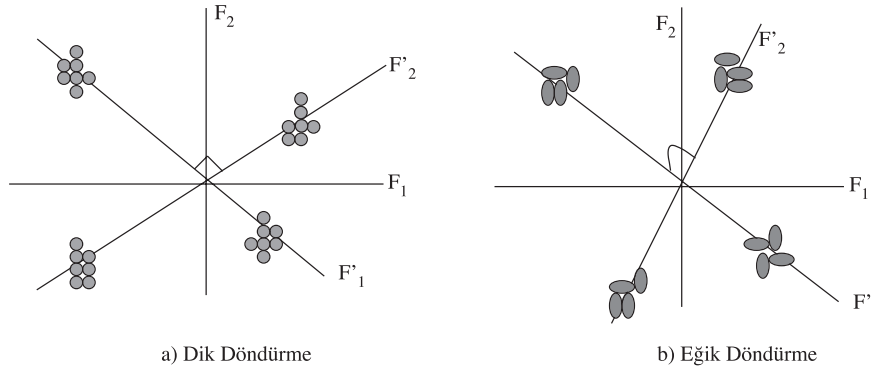
Elde edilen faktörlere daha iyi yorum verebilecek biçimde yeni faktörlere çevirme olarak ifade edilen faktör döndürmede iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki, eksenlerin konumlarını değiştirmeden 90°'lik açı ile döndürülen dik döndürmedir. İkinci yöntem ise, eksenlerin birbirlerine dik olmasına gerek duyulmayan, ama her faktör birbirinden bağımsız olarak döndürülen eğik döndürmedir (Şekil 2). Aslında pek çok

ilişkili değişkenden az sayıda ilişkisiz ve kolay yorumlanabilir faktörlere ulaşmak, faktör analizinin temel amacı olduğuna göre, faktörler tarafından açıklanan varyans miktarının döndürmeden etkilenmemesi istenir. Bu istem dik dönüşümleri ön plana çıkarır. Ancak, bazı durumlarda dik döndürme en iyi faktör kümesine ulaşmakta yeterli olmamaktadır (Harman, 1976; Mardia ve Ark., 1989; Tatlıdil, 1996). Dik döndürme, bazen hangi faktörlerin hangi parametrelerle ilişkin yükleri taşıması gerektiği ile ilgili özellikleri tam olarak vermediğinden döndürmeden amaçlanan basit yapıya ve anlamlı faktörlere ulaşamamaktadır. Böyle durumlarda eğik döndürme gündeme gelmektedir. Sonuç olarak, faktörlerin dikliğinden belli ölçüde fedakârlık yapılması durumunda, eğik döndürme ile daha anlamlı ve daha kolay yorumlanabilir basit yapı sonuçlarına ulaşmak mümkün olmaktadır. Eğik döndürmenin dik döndürmeden her zaman daha üstün olduğu savunulmaktadır.

Dik faktörlerde yükler -1 ile $+1$ arasında iken eğik döndürmede bazı yüklerin 1'den büyük olması durumları ile de karşılaşır ve bu değerler 1 olarak değerlendirilir ve bu durum yüklerin mükemmel olduğu anlamına gelir (Tatlıdil, 1996). Böylece, bu araştırmada, elde edilen faktörlerin daha anlamlı sonuçlar vermesi için faktörlerden her seferinde $m - 2$ tanesi sabit tutularak, ikiye ikiye diklik özelliği bozulmayacak biçimde döndürülmesini sağlayan pek çok dik döndürme yöntemleri içinde Varimax, eğik döndürme yöntemleri içinde ise Oblimax Yöntemi ele alınan yöntemlerdir.

Varimax yöntemi

Basit yapıya ulaşmada faktör yükleri matrisinin sütunlarına öncelik veren bu yöntemde, her sütundaki bazı yük değerleri 1'e yaklaştırılırken geriye kalan çok sayıdaki yük değeri 0'a yaklaştırılır. Faktör varyanslarının (daha iyi yorum verebilmesi için) maksimum olmasını sağlayacak biçimde döndürme yapılır. Bu amaçla geliştirilen V fonksiyonunun maksimum olması hedeflenir.



Şekil 2. Faktörlerin Dik ve Eğik Yöntemlerle Döndürülmesi

$$MaxV = p \sum_{\ell=1}^m \left(\sum_{j=1}^p d_{j\ell} / h_j \right)^4 - \sum_{\ell=1}^m \left(\sum_{j=1}^p d_{j\ell}^2 / h_j^2 \right)^2 \quad (8)$$

Oblimax yöntemi

Bu yöntem, eğik döndürme yöntemi olup, W ile gösterilen basıklık katsayısının maksimum yapılması esasına dayanır.

$$MaxW = \sum_{j=1}^p \sum_{\ell=1}^m v_{j\ell}^4 / \left(\sum_{j=1}^p \sum_{\ell=1}^m v_{j\ell}^2 \right)^2 \quad (9)$$

Eksik gözlenen değişkenler için istatistiksel testler

Adatepe Gözlem İstasyonunda elde edilen değişkenlerin, 1992 yılı Aralık ayındaki gözlem değerleri ölçülmemiştir. Bakır, Kurşun, Arsenik, Çinko gibi değişkenlerin Nisan, Ekim ayındaki gözlem değerlerinden başka değerleri bulunmamaktadır. Krom değişkeninin yalnız Nisan ve Ekim aya ait gözlem değerleri <0,05 olarak verilmiştir. Siyanür gözlem değeri <0,01, Civa gözlem değeri <0,005 ve Kadmiyum gözlem değeri <0,005 olarak gösterilmiştir.

Yukarıdaki parametreler üzerinde istatistiksel testler yapılarak gözlem değerlerinin ölçüm zamanına bağlı olup olmadığı ve dağılım yapısı araştırılmıştır. % 95 anlamlılık düzeyine göre, bu gözlem değerlerinin ölçüm zamanına, ölçüm kuralına (yani gözlem değerleri <0,01, 0,05 ve 0,005

gibi) ve dağılım yapısına dayanarak yeni bir rasgele gözlem değerleri üretilmiştir. Bu yeni gözlem değerleri için, ikili karşılaştırma yapılarak, dağılımın uygunluğu ve anlamlılığı test edilmiştir. Test sonucunda, sözkonusu değerler için, dağılımın uygunluğu ve anlamlılığı kabul edilmiştir. Böylece yeni gözlem değerlerinin kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Analiz Bulguları

Bu veriler, SPSS version 8,0 paket programına girilmiş, uygulamaya sunulmuş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

İlk adımda (Varimax dik döndürme yöntemi kullanılarak) elde edilen faktör sonuçlarına göre, verilmiş olan 42 değişken, toplam varyansın % 80 (>2/3 olup anlamlıdır)'ini oluşturarak 12 faktör tarafından açıklanmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2'deki sonuçlara göre; EC, TH, K, SO₄, Cl, TDS, Na, COD, F-Strp, E-Coli, Mn, Fe, T-Coli, M-Al, Mg, Turb, Cr, ve TKN gibi 18 değişkenin faktör üzerindeki yükleri 0,40 (% 40)'tan yüksek, diğer değişkenlerin yükleri ise % 40'tan daha düşük olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, bu değişkenlerin faktörler üzerindeki toplam varyans (v_j^2) değerleri incelendiğinde, değişkenlerin elde edilen 12 faktör üzerindeki toplam payları oldukça yüksek olduğu söylenebilir. 1. faktörün toplam faktördeki payı % 29; 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11. ve 12. faktörün toplam faktördeki payları da ayrı ayrı halde % 12, % 9, % 8, % 8, % 7, % 5, % 4, % 4, % 4, % 3 ve % 3 olmaktadır.

Tablo 2. Varimax Dik Döndürme Sonuçları

Faktörler	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉	f ₁₀	f ₁₁	f ₁₂	v _j ²
	a _{j1} ²	a _{j2} ²	a _{j3} ²	a _{j4} ²	a _{j5} ²	a _{j6} ²	a _{j7} ²	a _{j8} ²	a _{j9} ²	a _{j10} ²	a _{j11} ²	a _{j12} ²	
Değişkenler													
EC	0,86	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94
TH	,84	,02	,06	,00	,00	,00	,00	,01	,00	,00	,01	,00	,95
K	,78	,06	,01	,01	,00	,02	,01	,01	,00	,00	,00	,01	,91
SO ₄	,73	,03	,10	,00	,02	,00	,00	,00	,01	,03	,00	,00	,92
Cl	,72	,01	,02	,00	,05	,00	,03	,02	,00	,01	,00	,00	,87
TDS	,69	,01	,05	,01	,02	,00	,00	,00	,01	,02	,01	,00	,82
Na	,65	,01	,06	,00	,00	,00	,00	,00	,01	,01	,00	,02	,77
M - Al	,45	,00	,00	,01	,04	,03	,03	,15	,00	,03	,03	,00	,77
Mg	,43	,12	,26	,00	,05	,05	,00	,04	,00	,00	,00	,00	,94
Q	,37	,02	,34	,02	,03	,01	,00	,02	,00	,03	,01	,00	,84
Ca	,36	,07	,08	,00	,15	,07	,01	,01	,00	,01	,03	,01	,81
SS	,31	,01	,12	,03	,03	,00	,10	,06	,01	,01	,00	,02	,69
B	,30	,03	,03	,04	,04	,04	,00	,00	,03	,02	,05	,06	,65
F	,25	,01	,00	,05	,00	,04	,00	,18	,06	,10	,05	,01	,76
COD	,11	,64	,03	,02	,05	,00	,02	,03	,00	,00	,01	,00	,92
Mn	,18	,58	,01	,03	,08	,01	,01	,01	,00	,00	,01	,00	,93
Fe	,23	,52	,01	,02	,09	,01	,04	,01	,00	,00	,02	,00	,95
Turb	,36	,43	,00	,00	,10	,01	,00	,00	,00	,00	,01	,01	,93
PV	,03	,39	,04	,01	,01	,08	,02	,01	,02	,00	,00	,02	,63
Cr	,06	,06	,43	,00	,00	,03	,00	,07	,04	,01	,04	,04	,78
BOD ₅	,08	,02	,34	,01	,01	,09	,25	,00	,04	,00	,01	,01	,86
Fen	,13	,06	,26	,00	,01	,00	,02	,07	,02	,00	,20	,00	,77
Cd	,00	,03	,26	,03	,01	,00	,10	,15	,06	,00	,04	,01	,69
NO ₂ -N	,13	,09	,14	,09	,00	,02	,00	,05	,02	,03	,08	,00	,66
F - Strp	,02	,04	,00	,64	,01	,03	,01	,01	,06	,01	,00	,04	,86
E - Coli	,06	,01	,04	,60	,01	,02	,02	,00	,04	,00	,00	,00	,81
T - Coli	,04	,04	,06	,51	,00	,03	,00	,00	,12	,01	,01	,00	,83
TKN	,05	,00	,02	,08	,41	,08	,06	,00	,04	,05	,05	,02	,85
o - PO ₄	,31	,08	,00	,00	,33	,09	,01	,01	,01	,00	,00	,01	,85
NH ₃ - N	,14	,01	,02	,05	,26	,05	,15	,01	,06	,00	,05	,00	,82
Cu	,06	,03	,00	,03	,20	,04	,07	,08	,04	,00	,06	,00	,62
NO ₃ - N	,04	,10	,00	,07	,19	,03	,09	,14	,00	,10	,00	,00	,79
DO	,21	,16	,05	,01	,00	,30	,00	,06	,00	,05	,01	,03	,89
T	,08	,10	,05	,14	,12	,30	,00	,00	,02	,02	,00	,01	,83
Hg	,00	,14	,01	,07	,06	,30	,04	,15	,01	,01	,00	,04	,83
As	,01	,14	,01	,04	,04	,07	,32	,00	,01	,03	,01	,06	,73
PH	,01	,00	,02	,00	,13	,12	,16	,01	,02	,01	,00	,01	,48
P - Al	,00	,01	,02	,06	,17	,03	,02	,01	,26	,02	,00	,18	,76
H ₂ S	,00	,00	,04	,05	,00	,18	,00	,03	,25	,05	,00	,10	,71
CN	,00	,00	,02	,06	,01	,07	,00	,01	,00	,36	,08	,11	,72
Zn	,04	,04	,02	,00	,07	,03	,06	,09	,02	,25	,08	,08	,78
Pb	,11	,00	,15	,08	,04	,01	,06	,01	,04	,00	,13	,15	,78
Top.Var.	10,22	4,14	3,22	2,89	2,86	2,27	1,74	1,53	1,35	1,29	1,11	1,07	33,69
%	29	12	9	8	8	6	5	4	4	3	3	3	80

Diğer değişkenlerin tek bir faktör üzerindeki yükleri 0,40'ın altında veya oldukça altında olduğu için, bu değişkenler birden çok faktör üzerine yoğunlaşmış olabilir. Bu nedenle basit yapıya ya

da yoruma daha elverişli bir sonuca ulaşabilmek umuduyla döndürme yapmanın uygun olacağı düşünülererek Oblimax eğik döndürmesi yapılmış ve Tablo 3'teki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3. Oblimax Eğik Döndürme Sonuçları

Faktörler	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉	f ₁₀	f ₁₁	f ₁₂	v _j ²
Değişkenler	a _{j1} ²	a _{j2} ²	a _{j3} ²	a _{j4} ²	a _{j5} ²	a _{j6} ²	a _{j7} ²	a _{j8} ²	a _{j9} ²	a _{j10} ²	a _{j11} ²	a _{j12} ²	
SO ₄	0,853	0,005	0,026	0,001	0,000	0,009	0,000	0,000	0,004	0,001	0,001	0,007	0,908
EC	,838	,028	,006	,019	,006	,021	,002	,009	,000	,000	,000	,022	,951
TH	,827	,011	,016	,004	,002	,001	,000	,000	,007	,000	,012	,000	,880
TDS	,781	,009	,018	,000	,019	,005	,003	,004	,001	,000	,001	,008	,849
Cl	,779	,002	,012	,001	,001	,020	,000	,017	,001	,000	,008	,021	,862
Na	,708	,013	,001	,106	,000	,008	,000	,006	,016	,001	,004	,006	,871
Mg	,636	,005	,013	,001	,051	,012	,058	,107	,001	,003	,004	,011	,902
M - Al	,530	,112	,013	,098	,015	,021	,002	,002	,043	,033	,011	,001	,881
B	,520	,010	,014	,012	,016	,005	,044	,026	,066	,003	,001	,122	,838
o - PO ₄	,520	,034	,003	,017	,043	,110	,030	,060	,006	,021	,043	,032	,920
Mn	,031	,877	,006	,005	,015	,001	,000	,000	,001	,001	,000	,001	,937
Fe	,060	,847	,002	,001	,008	,003	,008	,000	,000	,002	,002	,000	,932
COD	,016	,783	,009	,002	,001	,003	,037	,020	,002	,006	,001	,000	,879
Turb	,134	,530	,014	,010	,145	,002	,041	,000	,048	,025	,004	,014	,967
PV	,051	,510	,155	,038	,024	,027	,042	,094	,001	,015	,000	,003	,961
E - Coli	,009	,000	,825	,000	,000	,006	,012	,020	,021	,018	,001	,003	,914
T - Coli	,021	,000	,786	,007	,001	,000	,002	,000	,001	,003	,009	,001	,833
F - Strp	,007	,000	,743	,063	,001	,005	,000	,008	,001	,000	,019	,001	,848
DO	,010	,010	,010	,710	,013	,021	,006	,004	,034	,065	,012	,031	,925
NO ₂ - N	,046	,023	,008	,570	,017	,037	,003	,002	,017	,004	,003	,025	,754
T	,029	,016	,156	,550	,005	,022	,034	,000	,064	,009	,016	,071	,971
Cd	,079	,051	,012	,530	,011	,045	,005	,002	,140	,054	,007	,004	,940
Cr	,005	,020	,002	,002	,710	,009	,050	,016	,008	,012	,026	,009	,870
Fen	,012	,038	,000	,035	,561	,000	,009	,000	,010	,015	,051	,040	,772
SS	,010	,025	,008	,055	,550	,010	,029	,003	,154	,039	,013	,031	,927
Q	,040	,000	,004	,070	,540	,014	,112	,023	,030	,022	,040	,024	,919
TKN	,016	,012	,000	,000	,000	,799	,002	,002	,014	,001	,004	,007	,856
NH ₃ - N	,061	,001	,001	,004	,018	,728	,013	,010	,001	,001	,000	,011	,849
NO ₃ - N	,026	,006	,012	,007	,000	,037	,647	,053	,016	,005	,004	,007	,823
BOD ₅	,001	,002	,058	,010	,064	,003	,630	,007	,032	,010	,033	,015	,866
F	,130	,007	,023	,010	,045	,020	,560	,004	,001	,051	,000	,005	,857
Hg	,005	,033	,000	,004	,003	,011	,012	,700	,017	,017	,017	,013	,833
Ca	,090	,018	,003	,033	,080	,036	,006	,550	,021	,000	,000	,004	,842
As	,002	,020	,096	,038	,060	,072	,008	,510	,027	,001	,000	,001	,835
Cu	,029	,001	,006	,006	,001	,047	,002	,001	,735	,003	,000	,004	,835
Pb	,004	,017	,081	,060	,020	,017	,012	,039	,520	,000	,054	,065	,879
CN	,001	,003	,021	,002	,003	,001	,001	,016	,004	,790	,002	,005	,849
PH	,007	,000	,014	,010	,000	,026	,010	,030	,094	,560	,020	,040	,811
Zn	,032	,007	,026	,000	,047	,007	,016	,040	,000	,016	,690	,002	,882
P - Al	,000	,028	,127	,000	,041	,000	,047	,001	,022	,009	,510	,028	,814
H ₂ S	,004	,000	,025	,004	,030	,000	,002	,013	,000	,005	,001	,709	,794
Top. Var.	8,700	4,127	3,414	3,111	3,180	2,232	2,544	2,400	2,185	1,823	1,626	1,416	36,74
%	23,7	11,2	9,3	8,5	8,7	6,1	6,9	6,5	5,9	5,0	4,4	3,9	99,4

İkinci adımda (Oblimax eğik döndürme yöntemi kullanılarak) elde edilen faktör sonuçlarına göre, verilmiş olan 42 değişken, toplam varyansın % 99.4 (> 2/3 olup anlamlıdır)'ünü oluşturarak yine 12 faktör tarafından açıklanmaktadır.

Döndürmeden sonra elde edilen sonuçlara göre, döndürmenin yararlı olduğu görülmektedir. SO₄, EC, TH, TDS, Cl, K, Na, Mg, Mn, Fe, COD, E-Coli, T-Coli, F-Strp, DO, Cr, TKN, NH₃-N, NO₃-N, BOD₅, Hg, Cu, CN, Zn ve H₂S gibi 25 değişkenin faktör üzerindeki yükleri 0,60 (% 60)'tan

yüksek (Tablo 4); diğer değişkenlerin yükleri ise daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu değişkenlerin faktörler üzerindeki toplam varyans (v_j^2) değerleri incelendiğinde, değişkenlerin elde edilen 12 faktör üzerindeki toplam payları oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Bu paylar faktörleştirme sonuçlarının çok uygun olduğu anlamına gelmektedir. Birden çok faktör üzerindeki yoğunlaşma görülmediği için, bir daha döndürme yapmanın gerekli olmadığı uygun görülmüştür.

Tablo 4. Değişkenlerin Faktörler Üzerindeki Yükleri

Değişkenler	Yükler	Faktörler	Değişkenler	Yükler	Faktörler	Değişkenler	Yükler	Faktörler
Mn	0,877	f ₂	T-Coli	0,786	f ₃	Cr	0,710	f ₅
SO ₄	0,853	f ₁	COD	0,783	f ₂	H ₂ S	0,709	f ₁₂
Fe	0,847	f ₂	TDS	0,781	f ₁	Na	0,708	f ₁
TH	0,827	f ₁	F-Strp	0,743	f ₃	Zn	0,690	f ₁₁
E-Coli	0,825	f ₃	K	0,738	f ₁	NO ₃ -N	0,647	f ₇
TKN	0,799	f ₆	Cu	0,735	f ₉	Mg	0,636	f ₁
CN	0,790	f ₁₀	NH ₃ -N	0,728	f ₆	BOD ₅	0,630	f ₇
			DO	0,710	f ₄			

Varimax ve Oblimax döndürme sonucu, değişkenlerin faktörler üzerindeki toplam varyans değerleri karşılaştırılmış olup, Oblimax eğik

döndürmenin daha verimli olduğu görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. 12 Faktörün Toplam Faktördeki Payları

Faktörler	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉	f ₁₀	f ₁₁	f ₁₂	Top.
Paylar:													
Varimax	% 29	% 12	% 9	% 8	% 8	% 7	% 5	% 4	% 4	% 4	% 3	% 3	% 80
Oblimax	% 23,7	% 11,2	% 9,3	% 8,5	% 8,7	% 6,1	% 6,9	% 6,5	% 5,9	% 5,0	% 4,4	% 3,9	% 99,4

Oblimax eğik döndürmesi için, $\chi^2 = 2302,066 > \chi_{tablo}^2$ veya $p = 0,00 < 0,05$ olup, bunu yanı sıra toplam varyansın açıklanma payı % 99,4 (0,994) > 2/3 olduğundan, diğer bir faktör aramanın gereği bulunmamaktadır.

Tablo 3'deki sonuçlara göre, değişkenlerin faktörler üzerindeki yüklerine göre sınıflandırılması halinde Tablo 6'daki sonuçlar elde edilir.

Son olarak faktör skorları Tablo 7'de verilmiş

olup, bu tablonun incelenmesi sonucunda; SO₄, Fe, DO, F-Strp, SS, TKN, NO₃-N, Ca, Cu, CN, P-Al, H₂S gibi değişkenlerin faktör skor değerleri diğer değişkenlerden daha yüksek olup, bunlardan sonra faktör skor değerleri nispeten yüksek olan değişkenler ise TDS, EC, Mn, T-Coli, E-Coli, T, NO₂-N Q, Cr, Fen, NH₃-N, BOD₅, Hg, Pb, PH, Zn ve M-Al'dır. Böylece, her bir faktörü ayrı ayrı temsil edebilen değişkenler sırasıyla Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Değişkenlerin Faktörler üzerindeki Yüklerine Göre Sınıflandırılması

	Yüksek Yüklü Değişkenler	Zayıf Yüksek Yüklü Değişkenler	Düşük Yüklü Değişkenler
f ₁	SO ₄ , EC, TH, TDS, Cl, K, Na, Mg	M - Al, B, o - PO ₄	Diğer Değişkenler
f ₂	Mn, Fe, COD	Turb, PV	Diğer Değişkenler
f ₃	E - Coli, T - Coli, F - Strp	NO ₂ - N, T, Cd	Diğer Değişkenler
f ₄	DO	Fen, SS, Q	Diğer Değişkenler
f ₅	Cr	F	Diğer Değişkenler
f ₆	TKN, NH ₃ - N	Ca, As	Diğer Değişkenler
f ₇	NO ₃ - N, BOD ₅	Pb	Diğer Değişkenler
f ₈	Hg	PH	Diğer Değişkenler
f ₉	Cu	P - Al	Diğer Değişkenler
f ₁₀	CN		Diğer Değişkenler
f ₁₁	Zn		Diğer Değişkenler
f ₁₂	H ₂ S		Diğer Değişkenler

Tablo 7. Faktörlerin Skor Değerleri

Faktörler Değişkenler	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉	f ₁₀	f ₁₁	f ₁₂
Q	*	*	*	*	0,334	*	*	*	*	*	*	*
T	*	*	*	0,304	*	*	*	*	*	*	*	*
PH	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,363	*	*
EC	0,310	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TDS	0,316	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SS	*	*	*	*	0,412	*	*	*	*	*	*	*
Turb	*	0,409	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
M - Al	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,230
P - Al	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,570	*
Cl	*	*	*	*	*	*	0,111	*	*	*	*	*
NH ₃ - N	*	*	*	*	*	0,400	*	*	*	*	*	*
NO ₂ - N	*	*	*	*	*	*	0,418	*	*	*	*	*
NO ₃ - N	*	*	*	0,348	*	*	*	*	*	*	*	*
TKN	*	*	*	*	*	0,418	*	*	*	*	*	*
DO	*	*	*	0,406	*	*	*	*	*	*	*	*
pV	*	0,186	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BOD ₅	*	*	*	*	*	*	0,407	*	*	*	*	*
COD	*	0,256	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TH	0,101	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
o - PO ₄	*	*	*	*	*	0,116	*	*	*	*	*	*
SO ₄	0,549	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fe	*	0,461	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mn	*	0,452	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Na	0,105	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
K	0,104	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca	*	*	*	*	*	*	*	0,368	*	*	*	*
Mg	0,118	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T - Coli	*	*	0,341	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F - Strp	*	*	0,362	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E - Coli	*	*	0,323	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cr	*	*	*	*	0,319	*	*	*	*	*	*	*
Cu	*	*	*	*	*	*	*	*	0,206	*	*	*
Pb	*	*	*	*	*	*	*	*	0,205	*	*	*
CN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,535	*	*
As	*	*	*	*	*	*	*	0,281	*	*	*	*
Zn	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,430	*
Hg	*	*	*	*	*	*	*	0,316	*	*	*	*
Cd	*	*	*	0,230	*	*	*	*	*	*	*	*
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fen	*	*	*	*	0,304	*	*	*	*	*	*	*
F	*	*	*	*	*	*	0,361	*	*	*	*	*
H ₂ S	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,338

Not: * - Gösterilmiş değerlerden oldukça düşük olan değerler.

İndirgenen 12 faktör içindeki Askıdaki katılar (SS), Hidrojen Sülfür (H₂S), Kalsiyum (Ca) ve Fenolftalien Alkalinite (P-Al), Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ndeki kalite sınıflarının belirlendiği 46 parametre içinde bulunmamaktadır. Sülfat (SO₄), çözünmüş Oksijen (DO) ve Nitrit Azotu (NO₂-N)'nun A grubu; Toplam Kjeldahl Azotu (TKN)'nun B grubu; Demir, Bakır (Cu) ve Siyanür (CN)'ün C grubu; Fekal Streptokok (F-Strp)'un ise D grubu içinde temsil edildiği bilinmektedir. Bir gruba ait en düşük kalite sınıfı, o grubun sınıfını belirlediğinden, bu havzada (aynı istasyonda) daha önce yapılan çalışmalarla elde edilen sonuçlar bu çalışma ile doğrulanmıştır. Böylece, kalite sınıfını belirleyici olan değişkenlerin indirgenen değişkenler arasında olduğu gösterilmiştir.

Tablo 8. Değişkenlerin Faktör Skor Değerlerine Göre Sıralanması

Faktörler	Sıra NO.	
	1. Sıra	2. Sıra
f ₁	SO ₄	TDS veya EC
f ₂	Fe	Mn
f ₃	F – Strp	T-Coli veya E-Coli
f ₄	DO	NO ₂ – N veya T
f ₅	SS	Q
f ₆	TKN	NH ₃ – N
f ₇	NO ₃ – N	BOD ₅
f ₈	Ca	Hg
f ₉	Cu	Pb
f ₁₀	CN	PH
f ₁₁	P – Al	Zn
f ₁₂	H ₂ S	M – Al

Sonuçlar

Sakarya Nehri'nin gözlem istasyonlarından biri olan Adatepe Gözlem İstasyonundan elde edilen değişkenlere uygulanan faktör analizi sonuçları aşağıdaki Tablo 9'da gösterilmiştir.

Bu 12 faktörü teşkil eden değişkenlerin ağırlığına bakıldığında; 1.faktörü Sülfat, 2.faktörü Demir, 3.faktörü Fekal Streptokok, 4.faktörü çözünmüş Oksijen, 5.faktörü Askıdaki Katılar, 6.faktörü Toplam Kjeldahl Azotu, 7.faktörü Nitrit Azotu, 8.faktörü Kalsiyum, 9.faktörü Bakır, 10.faktörü Siyanür, 11.faktörü Fenolftalein Alkalinite ve 12.faktörü Hidrojen Sülfür temsil edebilir.

Bunun yanında ölçüm programı genişletilmek istenildiğinde Tablo 8'de gösterilen 2.sıradaki

değişkenlerin (Toplam çözünmüş Katılar, Mangan, Toplam Koliform, Esh.Koliform, Nitrit azotu, Debi, Amonyak Azotu, Biyolojik Oksijen İhtiyacı, Civa, Kurşun, PH, Çinko ve Toplam Alkalinite) ölçüm programına alınması sözkonusu olabilir.

Tablo 9. Faktörleri Oluşturan Değişkenler

Faktörler	Faktörü Oluşturan Değişkenler
1	SO ₄ , EC, TH, TDS, Cl, K, Na, Mg, M-Al, B, o-PO ₄
2	Mu, Fe, COD, Turb, PV
3	E-Coli, T-Coli, F-Strp
4	DO, NO ₂ -N, T, Cd
5	Cr, Fen, SS, Q
6	TKN, NH ₃ -N
7	NO ₃ -N, BOD ₅ , F
8	Hg, Ca, As
9	Cu, Pb
10	CN, PH
11	Zn, P-Al
12	H ₂ S

Tablo 8'de verilen 1.faktörün 2.sırasındaki Toplam çözünmüş Katılar ile Elektriksel İletkenlik ve 3.faktörün 2.sırasındaki Toplam Koliform ile Esh.Koliform değişkenlerinin skor değerleri birbirine çok yakın olduğu için, bu değişkenlerden herhangi biri tercih edilebilir. Ayrıca, 4.faktörün 2.sırasında Nitrit Azotu daha önce 1.sırada yer aldığından onun yerine Sıcaklık değişkeni kullanılabilir. 5.faktörün 2.sırasında Debi mutlaka ölçülmesi gereken bir değişken olduğundan onun yerine Krom veya Fenol değişkenlerinden biri tercih edilebilir.

Nitrit Azotu'nun A grubunun kalite sınıfının belirlenmesinde etkili olduğu görülmektedir. Bilindiği gibi Nitrit kararsız bir parametre olup, Azot çevrimi içinde Amonyak veya Nitrat'a dönüşebilmektedir. Askıdaki Katılar ise Siltasyon varlığını gösterebilir.

Bu istasyon için, indirgenen bu parametrelerle kalite izleme çalışmalarına devam etmek uygun olabilir. Bu parametreler yine bu istasyon için su kalite sınıfını belirleyebilir. Böylece, izleme çalışması yapan kuruluşlardan, DSİ başta olmak üzere diğer kurum ve kuruluşlar önemli ölçüde teknik ve mali tasarruf sağlayabilecektir.

İndirgenen bu parametreler havzanın evsel ve endüstriyel atıksularla yoğun olarak kirlendiğini göstermektedir. özellikle çarksuyu'nun karışmasından sonra yüksek konsantrasyonlarda; Demir, Civa, Bakır, Kurşun gibi maddeler Karadeniz'e kadar taşınmaktadır. Bunun yanında yine

evsel ve endüstriyel kirlenmenin göstergesi olan Biyolojik Oksijen İhtiyacı, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Kjeldahl Azotu, Fekal Streptokok parametreleri oldukça yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Sülfatın kaynağı atmosferik düşmeler ve endüstriyel kirlenmeler olabilir. Dolayısıyla, bu çalışma ile elde edilen indirgenmiş parametreler kirletici kaynaklar hakkında fikir verebilir.

Ayrıca, kirliliğin önlenmesi için yapılacak modelleme çalışmalarında indirgenen bu parametrelerden istifade edilebilecektir. Bu çalışmalar, has-

sas bölgelerde alıcı ortamın özümleme kapasitesine göre ileri arıtma teknolojilerinin uygulanmasına, evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin yoğunlaştırılmasına karar vermede yardımcı olabilecektir. Mevcut olan tesislerin ise iyi işletilmesi ve denetlenmesinin gerekliliği hakkında yol gösterebilecektir.

Bu çalışmada indirgenen 12 faktörün uygunluğu, 1997-1999 yılları arasında elde edilen veriler üzerine faktör analizi uygulayarak doğrulanmalıdır.

Kaynaklar

Chapman, J.S., "Water Quality Assessments", Chapman and Hall, London, 38-39, 1992.

DPT, "Ulusal Çevre Eylem Planı, Su Kaynaklarının Yönetimi", 8-9, Ankara, Ağustos, 1997.

DSİ Genel Müdürlüğü, "Sakarya - Seyhan Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Bu Havzalarda Kalite Sınıflarının Tesbiti Projesi Raporu", 5, Ankara, 1992.

Efelerli, S., Oktaş, S., "Sakarya Nehri ve Melen Çayı'nın Ham Su Kalite Kriterlerinin İstanbul İçme ve Kullanma Suyu Olarak Kullanılabilirliği ve Karşılaştırılması" DSİ Su Kalitesi Yönetimi Semineri, 155-188, Ankara, Ekim, 1997.

Harman, H.H., "Modern Factor Analysis", The University of Chicago Press, New York, 1976.

Mardia, K.V., Kent, J.T., and Bibby, J.M., "Multivariate Analysis", Academic Press, Seventh Edition, London, 1989.

Resmi Gazete, "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", 19919, 19.1988, Ankara.

Tatlıdil, H., "Uygulamalı çok Değişkenli İstatistiksel Analiz", 168, 172, 178-187, Cem Web Ofset Ltd.Com, Ankara, 1996.