

Analysis and Classification of Tigris River Water Quality in Terms of Pollution Sources and Some Pollution Parameters

Nizamettin Hamidi (Corresponding author)

Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Dicle University, Diyarbakır, Turkey
E-mail: nhamidi@dicle.edu.tr

Fevzi Onen

Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Dicle University, Diyarbakır, Turkey
E-mail: fonen@dicle.edu.tr

Recep Çelik

Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Dicle University, Diyarbakır, Turkey
E-mail: recep.celik@dicle.edu.tr

Abstract

The problem of water pollution in our age has reached significant levels in recent years due to the use of water resources, industrialization and irregular and uncontrolled urbanization. Use of water resources economically and without polluting them is very important in terms of environmental health and aquaculture potential. Water resources are not only reduced in quantity over time but also deteriorate in quality. The deterioration in quality of a river by discharging domestic, industrial and agricultural wastes causes negative impacts on some or all its beneficial uses.

In this study, the water quality of Tigris River was examined in terms of domestic, industrial, agricultural, soil and sediment-based wastes parameters at the stations close to the settlement areas, and the pollution variables were compared with the limit values specified in the water quality standards and the quality classes were determined according to the water usage purposes. It was determined that the measured quality parameter values for nitrogen and phosphorus compounds, which represent pollution originating from domestic and agricultural pollutants, are higher than the limits recommended and permitted by the standards and above the standards determined for water quality classes. The measured copper, iron and chromium values of inorganic and heavy metals representing industrial pollutant parameters were found to be quite high. The amount of sediment carried in rainy months was increased. The turbidity parameter associated with the suspended sediment was observed to be above the maximum permissible values. The Tigris River, which is a part of the Southeastern Anatolia Project (GAP) activities, is under the threat of domestic, industrial, agricultural and sedimentary pollution and also has a risk of pollution. In addition, it is likely that the pollution will affect the future beneficial uses in the GAP if it becomes too high and adequate measures are not taken.

Keywords: Tigris River, Pollution sources, Water quality parameters, Standards, Classification.

Dicle Nehri Su Kalitesinin Kirlenme Kaynakları ve Bazı Kirlenici Parametreleri Yönünden Analizi ve Sınıflandırılması

Özet

Çağımızda su kirlenmesi sorunu, su kaynakları kullanımının, sanayileşme ve kentleşmenin düzensiz ve denetimsiz oluşu gibi nedenlerle son yıllarda önemli boyutlara ulaşmıştır. Su kaynaklarının ekonomik şekilde ve kirlenmeden kullanılması çevre sağlığı ve su ürünleri potansiyeli yönünden oldukça

önemlidir. Su kaynakları zamanla nicelik yönünden azalmakla kalmayıp aynı zamanda kalitesi de bozulmaktadır. Evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların verilmesiyle akarsu kalitesinde meydana gelen bozulma, yararlı kullanımların bir kısmını veya tamamını olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu çalışmada Dicle Nehri'nin su kalitesi; evsel, tarımsal, toprak ve sediment kaynaklı atıklar ile kalite parametreleri yönünden yerleşim alanlarına yakın istasyonlarda incelenmiş, kirlilik değişkenlerinin su kalitesi standartlarında öngörülen sınır değerlerle karşılaştırmaları yapılmış ve suların kullanım amaçlarına göre kalite sınıfları belirlenmiştir. Evsel ve tarımsal kaynaklı kirletici parametreleri temsil eden azot ve fosfor bileşiklerine ilişkin ölçülen kalite parametre değerleri, standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin ve su kalite sınıfları için belirlenen standartların üstünde olduğu görülmüştür. Endüstriyel kaynaklı kirletici parametreleri temsil eden inorganik ve ağır metallerle ait ölçülen bakır, demir ve krom değerleri oldukça yüksek bulunmuştur. Yağmurların fazla olduğu aylarda taşınan sediment miktarında artış olduğu belirlenmiştir. Askıdaki katı madde ile ilişkili olan bulanıklık değeri izin verilen maksimum değerlerin üstünde gözlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) faaliyetleri içinde yer alan Dicle Nehri, evsel, endüstriyel, tarımsal ve sediment kaynaklı kirlenme tehdidi altında olduğu ve kirlilik riski taşıdığı görülmüştür. Ayrıca kirliliğin had safhaya ulaşması ve yeterli önlemlerin alınmaması durumunda GAP içinde oluşacak yararlı kullanımları etkilemesi muhtemeldir.

Anahtar Kelimeler: Dicle Nehri, Kirlilik kaynakları, Su kalitesi parametreleri, Standartlar, Sınıflandırma.

1. Giriş

Dünya nüfusunun gittikçe artması, yükselen yaşam standardı ve endüstrileşme, diğer su kaynakları gibi akarsuların önemini de gün geçtikçe arttırmaktadır. Tarıma, endüstriye ve yerleşim alanlarına su kaynağı oluşturmanın yanı sıra akarsular, evsel, endüstriyel, tarımsal amaçlar için su temini, ulaşım, balık üretme ve avlanma, hidrolik enerji üretimi, rekreasyon amaçlı spor, eğlence ve dinlenme gibi yararlı kullanımlara da kaynak olmaktadır. Akarsuların bir diğer kullanımını da insan etkinlikleri sonucu oluşan atıklar için bir alıcı ortam olmasıdır. Yeryüzünde kullanılabilir su miktarının sınırlı olması nedeni ile su kaynaklarının korunması ve yararlı bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Yerleşim yerlerinin atıkları ve endüstriyel sıvı atıklar, hiç bir ön arıtıma tabi tutulmadan akarsular içerisine boşaltılmaktadır. Akarsulara taşınan kirletici maddelerin yanı sıra, akarsu debisi, yağış, sıcaklık ve sediment miktarı su kalitesini etkilemektedir. Yağışlar, yüzey akış ile akarsulara önemli kirlilik yükü getirir. Sıcaklık, akarsudaki canlı türlerinin yaşamını etkiler. Erozyon sonucu oluşan sediment, nehir yatağını bozar, su yapılarını doldurur ve dolayısıyla akarsuyun hidrolik özelliklerini etkiler.

Nehir kirliliğini oluşturan önemli kirlilik kaynakları, evsel, endüstriyel, tarımsal ve sediment kaynaklı kirletici maddelerin oluşturduğu atıklar olmak üzere dört farklı sınıfta tanımlanmaktadır. Bu amaçla Türkiye'de nehir kirliliği ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Türkiye'deki topoğrafik su havzalarında sanayi, nüfus yoğunluğu ve tarımsal etkinliklere bağlı olarak kirlenme durumları özetlenerek yapılan bir çalışmada tarımsal gübre ve ilaçların kullanımının giderek yaygınlaşması gibi nedenlerle 20-30 yıl sonra geri dönüşümü imkânsız su sorunlarıyla karşı karşıya kalacağı belirtilmiştir[1]. Trabzon kentine içme ve kullanma suyunu sağlayacak olan Atasu Barajının sularını taşıyan Kalyan Akarsuyunun su kalitesi incelenmiştir. Çalışma süresince su kalitesi parametrelerinden analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği(SKKY), İçme Suyu Standartları (TS 266) ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen standartlarla karşılaştırılarak içme suyu olarak kullanılan akarsuyun kalitesi belirlenmiştir [2]. Kalite değişiminde etkili olan değişkenler belirlenip yorumlanarak CBS fonksiyonları yardımıyla, kalite verileri SKKY ile belirtilen kalite ölçütlerine uygun olarak sınıflandırılmış ve su kalite haritaları hazırlanmıştır[3].

Erzurum ilinde kirlenmeye maruz kalan ve Keban Baraj gölüne dökülen Karasu ırmağı ele alınarak, tarımsal, yerleşim yeri ve endüstriyel kaynaklı kirleticilerin neden olduğu su kirliliği etüt edilmiştir. Yapılan analizlerde çözülmüş oksijen miktarlarının çok düşük, azot miktarının fazla olduğu, bunun sonucunda akarsu boyunca ekolojik dengenin bozulduğu ifade edilmiştir[4]. Önemli kirlilik kaynağı sayılan şehir atık suları herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan akarsulara karışması sonucunda, fiziksel, kimyasal, fizyolojik ve biyolojik kirlenmeye, akarsularda oksijen azalmasına, azot ve fosfor değerlerinin artmasına neden olduğu belirtilmiştir[5]. Elazığ evsel atıklarının döküldüğü Mürü Çayı'ndan alınan su örneklerinde, O₂ 2,43 mg/l, pH 5,47, CO₂ 32,46 mg/l, PO₄ 21,76 mg/l, NO₂ 2,25 mg/l ve NO₃ 5,15 mg/l olarak bulunmuştur. Bu kirlilik değerleri ile Mürü Çayı'nın Keban barajına döküldüğü noktalarda su ürünleri ve balıkların yaşamasının imkânsız olduğu sonucuna varılmıştır[6].

Evsel ve endüstriyel atık sularla taşınan askıdaki katı maddelerin yanı sıra, erozyon nedeniyle toprak

örtüsünün yok olması ile verimli toprak üst katmanları su ortamlarına taşınarak, akarsuların toprak ve sediment kaynaklı kirlenmesine neden olmaktadır. Askıdaki katı maddeler(AKM), deşarj edildiği ortamlarda, bir kısmı asılı halde kalır, bir kısmı tabana çökelir. Asılı halde bulunan maddeler suyun bulanıklığını artırır ve ışık geçirgenliğini azaltıp, fotosentezi etkileyerek sudaki çözünmüş oksijenin azalmasına neden olur. Tabana çökelen katı maddeler, alıcı ortamlarda birikintilere ve dip çamuru oluşumuna neden olup, su ortamlarının tabanında gelişen canlıların yaşamını etkiler ve ortamın oksijensiz kalmasını sağlar. Bu maddeler, akarsular üzerinde kurulan barajlar için de olumsuz etkiler yapmakta ve su kaynaklarının estetik görünümünü bozmaktadır [7,8]. Kırmıhan ve Aydeniz [9], yaptıkları bir çalışmada, sediment taşınımının özellikle Nisan ve Mayıs aylarında en yüksek düzeye ulaştığı, yıllık sediment miktarının % 77'sinin bu iki aylık dönem içerisinde meydana geldiği belirtilmiştir. Nisan ve Mayıs aylarında oldukça yoğun olan toprak erozyonu ile Fırat ve Murat nehirleri ile suyunu Keban Baraj Gölüne boşaltan diğer akarsularla önemli miktarda sediment taşındığı ifade edilmiştir [10].

Çıplak ve işlenmemiş arazi yüzeyi ile ormanlık olmayan arazilerde yüzey akış miktarı artarak toprak aşınması sonucu nehirler sedimentlerle dolmaktadır. Dicle Nehri çevresinin de ormanlık alandan yoksun oluşu nedeni ile bölgedeki araziler erozyona uğramıştır. Hamidi [11] tarafından yapılan bir çalışmada Dicle Havzasında yılda ortalama olarak 19,09 milyon ton toprağın taşınmakta olduğu ve havzanın taşınan sediment miktarı ile kirlendiği, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak nehir kalitesini etkilediği belirtilmiştir.

Bu çalışmada, Dicle Nehri'ni alıcı ortam olarak kullanan ve tüm atıklarını bu nehre boşaltan yerleşim alanlarının evsel, endüstriyel, tarımsal ve sediment kaynaklı atıkların kirlilik araştırmaları yapılmıştır. Hazar Gölü'nün yakınlarından doğan ve güneydoğuya doğru Cizre ilçesi yakınlarında ülkemiz sınırlarını terk eden Dicle Nehri'nin su kalitesi, kirlenme kaynaklarının önem teşkil ettiği istasyonlarda incelenmiş ve kirlilik değişkenlerinin su kalitesi standartlarında öngörülen sınır değerlerle karşılaştırmaları yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular dikkate alınarak, gerekli değerlendirmeler yapılmış ve en uygun öneriler sunulmuştur.

2. Çalışma Alanı ve Kullanılan Veriler

Dicle Nehri veya Dicle Nehir sistemi, Türkiye'nin Fırat Nehri'nden sonra ikinci büyük nehridir. Diyarbakır, Batman, Bitlis, Siirt, Şırnak ve Hakkari illerini sınırları içine alan Dicle Nehri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Fırat Havzası ile Dicle Havzasının yağışlı alanlarını ayıran Karacadağ'ın doğusunda yer almaktadır. Mestan ve Murtazan dağlarından başlayan önemli su kaynağı olan Dicle Nehri çeşitli kollar olarak Cizre ilçesi civarında Türkiye'ye sınırlarını terk eder. Fırat Nehri ile birleşerek Basra Körfezinde denize dökülür. Dicle Nehri'nin toplam uzunluğu tüm yatak 1900 km ve Hazar Gölü-Irak sınırı ülkemiz sınırlarındaki uzunluğu 573 km.dir. Hazar Gölü'nün yakınlarında yükseltisi 1248 m ve sınırlarımızı terk ettiği yerdeki yükseltisi yaklaşık olarak 320 m.dir[12]. Dicle Havzası'nı Murat Havzası'ndan ayıran Hazar Gölü yakınlarından başlayarak güneye doğru akan Dicle Nehri, Diyarbakır'ın hemen güneyinde doğuya yönelir, doğudan Botan kolunu aldıktan sonra Botan'la birleştiği noktanın hemen aşağısında, Razuk'ta güneydoğu yönünde akarak Cizre'ye varır. Cizre'nin aşağısında Suriye sınırı boyunca akarak Irak topraklarına girer [13]. Dicle Nehir sisteminde nehrin havza alanı 38295 km², ana kol üzerinde en aşağıda bulunan Cizre ilçesinde uzun yıllar ortalaması olarak yıllık su potansiyeli 16,8x 10⁹ m³ olduğu tahmin edilmiştir. Bu miktar Türkiye su potansiyelinin yaklaşık % 10'u kadardır [12].

Dicle Nehir sisteminin yüzeysel su kaynaklarını genellikle akarsular oluşturmaktadır. Dicle Nehri'nin kendi adı ile anılan ana kolu ile birlikte bu ana koluna kuzeyden Anbarçayı, Pamukçay, Salat Çayı, Batman Çayı, Garzan Çayı, batıdan Devegeçidi Çayı; güneyden Dankıran Deresi, Pamukluk Deresi, Göksu Çayı, Kuşu Deresi ve Savur Çayı ve doğudan Botan Çayı ve yan kolları katılarak başlıca su kaynaklarını oluşturmaktadır. Doğal Botan gölü ve faaliyet halinde Dicle, Kralkızı, Batman, Göksu ve Devegeçidi baraj gölleri, inşa halinde İlsu barajı ve inşası planlanan Silvan, Kayser, Cizre barajları ile Botan Çayı üzerinde birkaç hidroelektrik enerji amaçlı yapay baraj gölleri diğer su kaynaklarını oluşturmaktadır.

Dicle Nehri kirliliği ile ilgili olarak yapılan bu çalışmada kullanılan veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü [14,15] ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi [16] kurumlarından temin edilmiştir. Kirlenme kaynaklarının önem teşkil ettiği su kalitesine ait veriler Maden Çayı İlçe Çıkışı (MÇ), Dicle Baraj Aksı (DBA) ve Diyarbakır Ongözlü Köprü (DOK) istasyonlarında, taşınan sediment miktarına ait veriler sadece Diyarbakır(D) istasyonunda incelenmiştir. Seçilen istasyonlarının özellikleri ve konumları Tablo 1'de, Dicle Nehri ve kolları ile seçilen istasyonların yerini gösteren haritada Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Ölçülen su kalitesi parametreleri ve kısaltmaları

Parametre Adı	Simge	Birim	Parametre Adı	Simge	Birim
Su Sıcaklığı	T	°C	Sulfat	SO ₄	mg/l
pH	-	-	Demir	Fe	mg/l
Elektriksel İletkenlik	EC	µmhos/cm	Mangan	Mn	mg/l
Toplam Çözünmüş Katılar	TDS	mg/l	Sodyum	Na	mg/l
Askıdaki Katılar	SS	mg/l	Potasyum	K	mg/l
Bulanıklık	Turb.	NTU	Kalsiyum	Ca	mg/l
Renk	Col	Pt-Co	Magnezyum	Mg	mg/l
Toplam Alkalinite	M-Al	mg/l CaCO ₃	Krom	Cr	mg/l
Klorür	Cl	mg/l	Bakır	Cu	mg/l
Amonyak Azotu	NH ₃ -N	mg/l	Kurşun	Pb	mg/l
Nitrit Azotu	NO ₂ -N	mg/l	Çinko	Zn	mg/l
Nitrat Azotu	NO ₃ -N	mg/l	Civa	Hg	mg/l
Çözünmüş Oksijen	DO	mg/l	Arsenik	As	mg/l
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	BOI ₅	mg/l	Bor	B	mg/l
Permanganat Değeri	pV	mg/l	Kadmiyum	Cd	mg/l
Toplam Sertlik	TH	mg/l CaCO ₃	Yağ	-	mg/l
Orto-Fosfat	O-PO ₄	mg/l	Deterjan	-	mg/l

SKKY standardında evsel, endüstriyel, tarımsal ve çeşitli kullanım amaçlarına göre su kaynaklarının tanımlanması ve kirlilik parametreleri açısından dört farklı su kalite sınıfı ve kalite limitleri belirlenmiştir. Bunlar dezenfeksiyondan sonra içme suyu, canlı yaşamının korunması ve geliştirilmesi, yüzmeye, dinlenme ve eğlence amaçlı I. sınıf sular (Yüksek kaliteli), rekreasyon amaçlı kullanma suyu II. sınıf sular (Az kirlenmiş su), endüstriyel amaçlı III. sınıf sular (Kirlenmiş su) ve tarımsal amaçlı sulama suyu IV. sınıf sular (Çok Kirlenmiş su) olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada ölçümü yapılan kirlilik parametrelerinin kısaltmaları ve birimleri Tablo 2’de verilmiştir. Nehirlerin su kalitesini belirlemek amacıyla verilerin değerlendirilmesinde Tablo 3’te verilen SKKY ve TS 266 standartların esas alınması uygun görülmüştür.

Tablo 3. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) ve TS 266’ya göre su kalitesi kriterleri [17,18]

Parametreler	Su Kalite Sınıfları					TS 266	
	Birim	I	II	III	IV	Tav. Edilen	Max.
T	°C	25	25	30	> 30	12	25
pH	-	6,5–8,5	6,5–8,5	6,0–9,0	<6,0 ve >9,0	7,0–6,5	6,5–9,2
EC	µmhos/cm	0–250	250–750	750–2250	2250–5000	400	
TDS	mg/l	500	1500	5000	>5000		
SS	mg/l					20	
Turb	NTU					5	25
Col	Pt-Co	5	50	300	> 300	5	50
Cl	mg/l	25	200	400	> 400	200	600
NH ₃ -N	mg/l	0,2	1	2	>2		
NO ₂ -N	mg/l	0,002	0,01	0,05	> 0,05		
NO ₃ -N	mg/l	5	10	20	> 20		

DO	mg/l	8	6	3	< 3		
BOI ₅	mg/l	4	8	20	> 20		
pV	mg/l					2	5
TH	mg/l CaCO ₃					50	50
O-PO ₄	mg/l	0,03	0,2	0,5	>0,5	0,4	5
SO ₄	mg/l	200	200	400	> 400	200	400
Fe	mg/l	0,3	1	5	> 5	0,3	1
Mn	mg/l	0,1	5	3	>3	0,1	0,5
Na	mg/l	125	125	250	>250		
K	mg/l					10	12
Ca	mg/l					75	200
Mg	mg/l					50	150
Cr	mg/l	0,02	0,05	0,2	>0,2		0,05
Cu	mg/l	0,02	0,05	0,2	>0,2	1	1,5
Pb	mg/l	0,01	0,02	0,05	>0,05		
Zn	mg/l	0,2	0,5	2	>2	5	15
Hg	mg/l	0,0001	0,0005	0,002	>0,002		
As	mg/l	0,02	0,05	0,1	>0,1		0,05
B	mg/l	1	1	1	>1		
Cd	mg/l	0,003	0,005	0,01	>0,01		0,0005
Yağ	mg/l	0,02	0,3	0,5	>0,5		
Deterjan	mg/l	0,05	0,2	1	>1,5		

4. Bulgular ve Tartışma

Dicle Nehri'nin kirlenmesine neden olan kaynaklar, noktasal kaynak olarak, evsel ve endüstriyel kirletici kaynaklar ile alansal kaynaklar olarak, nehir boyunca yer alan tarımsal alanlar, doğal araziden kaynaklanan toprak aşınması ve sediment kirletici kaynakları oluşturmaktadır. Dicle Nehri'ndeki kirlenme sorununun anlaşılması için nehre deşarj edilen atıkların miktarlarının belirlenmesi gerekir. Bu bakımdan aşağıda evsel, endüstriyel, tarımsal kirletici kaynakların ve onların Dicle nehrine deşarj edilen yük miktarları ile nehir kalite değişimi hakkında bilgiler verilmiştir.

4.1 Evsel Kaynaklı Kirlenme

Evsel atık sular genel olarak organik bileşiklerden ve bazı inorganik maddelerden oluşmaktadır. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ile temsil edilen organik maddeler, askıdaki katı maddeler, azot ve bileşikleri, fosfor, besin maddeleri, patojen mikroorganizmalar, köpük, deterjan, şehirdeki endüstriyel ve radyoaktif madde içeren hastane atıkları evsel kaynaklı kirletici maddelerdir. Birkaç istisna dışında bu maddeler, doğrudan yüzeysel su kaynaklarına veya geçirimli zeminlere verilmektedir.

Su kaynaklarının müsait olduğu şehrin ekonomik yapısı ile diğer karakteristikler göz önünde tutularak, yerleşim merkezlerinin evsel atık su yükleri; evsel atık su debisi, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ile temsil edilen organik madde, toplam katı madde, azot ve fosfor yükleridir. Evsel atık su miktarları nüfus başına hesaplanan birim atık su debilerine dayandırılmıştır. Birim atık su debisi ve evsel atık sularla ilgili kirlilik değişkenlerin birim kirlilik yükü Tablo 4'te verilen ve yönetmelikle belirlenen yerleşim alanlarının nüfusuna bağlı olarak kullanılmış su miktarlarının değişim aralıklarındaki değerler seçilerek kabul edilir. Evsel atık su debisi ve atık yükleri aşağıda verilen denklemlerle hesaplanmaktadır.

$$Q_{as} = N \times B_{as} \quad (1)$$

$$Q_a = N \times B_y \quad (2)$$

Burada, Q_{as} atıksu debisi ($m^3/gün$), N Nüfus (kişi), B_{as} Birim atıksu ($l/N-gün$), Q_a atık yükü ($kg/gün$) ve B_y birim yük ($g/gün$) olarak gösterilmektedir.

Tablo 4. Yerleşim alanı nüfusuna göre kullanılmış su miktarları ve evsel kirlilik parametrelerinin değişim aralığı [19,20]

Yerleşim alanı nüfusuna göre kabul edilen kullanılmış su miktarları		
Yerleşim alanı	Nüfus, N (kişi)	Atık su miktarı, Q (l/N-gün)
Çok büyük şehirler	>500000	275-400
Büyük şehirler	100000-500000	200-275
Orta büyük şehirler	20000-100000	150-200
Kasaba	5000-20000	120-150
Kırsal kasaba	<5000	80-120
Evsel atık sulara ait kirlilik parametrelerinin değişim aralığı		
Parametreler	Değişim aralığı	
Atık su miktarı, Q(l/N-gün)	80-250-400	
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BOİ ₅ (g/N-gün)	45-54-77	
Toplam Azot, N(g/N-gün)	6-8-12	
Fosfor, P (g/N-gün)	0,9-2,5-4	
Toplam Katı Madde, TKM (g/N-gün)	70-105	

Dicle Nehir sistemi içinde yer alan yerleşim alanların atık suları doğrudan veya dolaylı olarak nehrin içine deşarj edilmektedir. Diyarbakır, Maden ve Bismil yerleşim merkezleri doğrudan, diğerleri dolaylı olarak evsel atık sularını Dicle Nehri ve kollarına boşaltmaktadır. Diyarbakır, Bismil ve Maden yerleşim alanlarının evsel atık su yükleri, 2009 yılı nüfus değerlerine göre hesaplanmış ve bulunan değerler Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre bu üç yerleşim merkezinden toplam olarak Dicle Nehri'ne günde 261233,8 m³ atık su, 61720 kg organik madde, 79733,9 kg toplam katı madde, 8831,1 kg azot ve 2650,2 kg fosfor verilmektedir. Evsel atıklar yönünden %94 ile Diyarbakır, Dicle Nehri'ni en fazla kirleten kent merkezi olarak görülmektedir.

Tablo 5. Diyarbakır, Bismil ve Maden yerleşim alanları için hesaplanan evsel atık su yükleri

Yerleşim alanı	Nüfus 2009 yılı (ADNKS göre)	Tablo 4'e göre kabul edilen birim atık su yükleri				
		Q(l/N-gün)	BOD ₅ (g/N-gün)	N(g/N-gün)	P (g/N-gün)	TSS (g/N-gün)
Maden	5314	120	45	6	0,9	70
Diyarbakır	834854	300	70	10	3	90
Bismil	56333	180	54	8	2,5	75
Yerleşim alanı		Tablo 4'e göre hesaplanan evsel atık su yükleri				
		Q (m ³ /gün)	BOD ₅ (kg/gün)	N(kg/gün)	P (kg/gün)	TSS (kg/gün)
Maden		637,7	239,1	31,9	4,8	372,0
Diyarbakır		250456,2	58439,8	8348,5	2504,6	75136,9
Bismil		10139,9	3042,0	450,7	140,8	4225
Toplam		261233,8	61720,9	8831,1	2650,2	79733,9

4.2 Endüstriyel Kaynaklı Kirlenme

Organik, kimyasal, toksik, yüzey aktif ve radyoaktif maddeler ile tuzlar, ağır metaller, soğutma suları, enerji santrallerindeki ısıtılmış sular, madensel cevherler endüstriyel kaynaklı kirletici unsurlardır.

Dicle Nehri'nde az sayıda önemli endüstriler yer almaktadır. Bu endüstriler, mineral, besin, mezbaha, metal, plastik ve tekstil gibi üretimleri birbirinden farklı olan endüstrilerdir. Dicle nehrine verilen ve dolaylı olarak nehri etkileyen bu endüstrilerin atık suları, hem kalite hem de miktar bakımından son derece değişik sonuçlara sahiptir. Diyarbakır ili ve diğer yerleşim merkezlerinde çeşitli büyüklüklerde tekstil, boya, otomobil yan sanayi, makine imalatı, teneke, plastik, yem sanayi, tuğla ve kiremit, un sanayi, ısı ve soğutma konularında işletmeler kurulmuştur. Bu işletmelerin atık sularının bir kısmı doğrudan, bir kısmı evsel atık sularla beraber kanalizasyon sistemi aracılığı ile Dicle nehrine ulaşmaktadır. Dicle nehrindeki endüstriyel atık sulara ve atıklara ait çevresel kirlenme sorunları henüz

çözölmüş deęildir.

Sanayi ve işletmelerin atıklarını Dicle Nehri'ndeki su kaynaklarına verenler arasında belirlenen en önemli işletmelerin başında Ergani Etibank Bakır İşletmesi, Diyarbakır'ın 10 km.'sinde Tekel İçki Fabrikası, Diyarbakır Kenti içinde bulunan ve atıklarını kanalizasyon sistemi ile Dicle Nehri'ne boşaltan küçük boyutlarda endüstriler yer almaktadır.

4.3 Tarımsal Kaynaklı Kirlenme

Erozyon sonucu taşınan silt, sedimentler, gübreler, zararlı canlıları yok eden pestisitler, organik maddeler ve mikroorganizmalar tarımsal kaynaklı kirlenme unsurlarıdır. Dicle Nehri'nde su kalitesini etkileyen en önemli kirlenme kaynaklarından birisi de tarımsal alanlardan kaynaklanan kirlenmedir. Bu kirlenmeyi yapıları nedeniyle iki gruba ayırmak mümkündür. Birinci grup kirlenme, meraların ve sulanan tarım arazilerinin yer aldığı havza su toplama alanı içindeki tarımsal alanlardan kaynaklanan atık suları içermektedir. İkinci grup kirlenme ise sulamalardan gelen geriye dönüş akımlarıdır. Bunlar tekrar Dicle Nehri'ne deşarj edilmektedir.

Tarımsal alanlardan kaynaklanan atık sular içerdikleri fazla miktarlardaki organik maddeler, azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum içeren gübre elementleri Dicle Nehri'ne geri dönmektedir. Sulama alanlarından geri dönen akımlar sulama suyu debisinin %25'i olarak tahmin edilmektedir. Yeterli drenaj olmaması nedeniyle drenaj suları ile nehre geri dönen tarımsal mücadele ilaçları ve yapay gübre kalıntıları Dicle Nehri'ni kirlenmektedir. Ayrıca bilinçsizce yapılan bu sulamalar sonucu Dicle Nehri'nin suyunun çekilmesiyle nehir debisi azalmaktadır. Evsel atık suların eklenmesi ile düşük debideki nehrin oksijeni azalmakta, kendi kendini temizleme ve havalanma kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır.

4.4 Toprak ve Sediment Kaynaklı Kirlenme

Herhangi bir su toplama havzasında meydana gelen rüzgar ve su kuvvetlerinin etkisi ile bulunduğu yerde aşındırılarak, taşınan ve başka bir yerde biriken toprak kütleleri, hem oluştuğu ortamın orijinal durumunun bozulmasına ve hem de birikmiş oldukları su kaynakları içerisinde kirlenme sorununa neden olmaktadır. Su ve rüzgar erozyonu ile aşınıp taşınan topraklar ve oluşan toprak erozyonu yamaç arazideki bitki örtüsünü yok etmektedir. Öte yandan yüksek miktarda toprak kayıpları meydana gelmektedir. Taşınan bu toprak materyalinin büyük bir bölümü, Dicle, Fırat ve Aras havzalarında görölmektedir.

Erozyonla başlayıp sedimentasyonla sona eren olaylar zincirinde doğal denge kısmen tahrip olmaktadır. Doğal dengenin çok önemli unsuru olan vejetasyon, insanın arazi kullanma şekline bağlı olarak orman ve mera örtüsünün tahribi, ormanlık alanların tarıma açılması şeklinde değişime uğrayarak doğal dengeyi süratle bozmaktadır. Dicle Nehri'ni kullanma şeklinin vejetasyonu ve dolayısı ile doğal dengeyi koruyucu nitelikte olmadığı bir gerçektir. Bunun sonucu olarak doğal dengede bozulmalar oluşmuş erozyon ve sedimentasyon olayları önem kazanmıştır. Dicle Nehri'nde çok ciddi erozyon ve sediment problemi söz konusudur. Sediment birikmesi neticesinde taban arazide meydana gelen kayıplar, tabii ve suni mecraların sedimentle dolması sonucu oluşan taşkınlar ve rezervuarlardaki siltasyon problemleri küçümsenmeyecek bir seviyededir.

Dicle Nehri Havzası'nda kirlilik sorunu su toplama havzalarındaki topraklarda ele alınarak, akarsularla toprakların etkileşimleri sonucu taşıyıcı rolü üstlenen suyun gerek miktarı ve gerekse taşıdığı katı madde içerikleri bugüne değin elde edilen ölçüm ve gözlem sonuçlarına dayandırılarak değerlendirilmiştir. Türkiye'de ortalama sediment taşımının 426039 ton/gün ve bunun da yıllık ortalama değerinin $155,504 \times 10^6$ ton olduğu saptanmıştır. Fırat Havzası'nda taşınan sediment miktarı $41,528 \times 10^6$ m³/yıl ile ölkemizin yaklaşık %26,7'si, Dicle Havzası'nda ise taşınan sediment miktarı $15,189 \times 10^6$ m³/yıl ile ölkemizin %9,8 ini oluşturmaktadır. [21]. Bir başka çalışmadan Türkiye'de akarsular vasıtasıyla süspanse halde taşınan katı madde (sediment) miktarı yılda ortalama 450 milyon ton ve Dicle Havzası'nda bu değer yaklaşık olarak Türkiye toplamının %4,9' una tekabül etmek üzere yılda 22 milyon ton olduğu saptanmıştır [22]. Erozyon-sedimentasyon olayları sonucu toprağın orijin yerlerinden koparılıp toprak kaybının yanı sıra, Dicle Nehri Havzası taşınan sediment miktarı ile kirlendiği ve biriken sediment nedeniyle fiziksel olarak su biriktirme kapasiteleri azalırken fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak su kalitesi önemli ölçüde etkilenmektedir. Özellikle Maden ilçe çıkışı-Diyarbakır il çıkışına kadar erozyon sonucu oluşan toprak ve sediment kaynaklı bu kirlilik potansiyeli belirgin olarak kendini göstermektedir.

Dicle Nehri Diyarbakır İstasyonunda Tablo 6’da görüldüğü gibi yağışların etkisi ile akımın en fazla olduğu Ocak ve Şubat aylarında sediment taşınımının en yüksek düzeye ulaştığı, yıllık sediment miktarının % 60,7’sinin bu iki aylık dönem içerisinde meydana geldiği saptanmıştır. Bu istasyondaki yıllık ortalama taşınan sediment miktarı $5,275 \times 10^6$ ton/yıl ile Dicle Havzası’nda $15,189 \times 10^6$ ton/yıl olarak bulunan taşınan sediment miktarının yaklaşık %34’ünü oluşturmaktadır.

Tablo 6. Dicle Nehri Diyarbakır istasyonunda aylık ortalama taşınan sediment miktarı

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Taşınan Sediment Miktarı (ton/gün)	58978,5	46336,1	10879,7	26733,5	12090,5	612,5
Aylar	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Taşınan Sediment Miktarı (ton/gün)	147,8	121,2	179,9	894,4	6619,4	9814,2
Yıllık Ortalama (ton/gün)	14450,7					

4.5 Kalite Parametreleri Yönünden Analiz ve Sınıflandırma

Dicle Nehri kirlilik araştırmasında seçilen üç istasyonda ölçümü yapılan kalite parametrelerin analizleri için 1996 yılı öncesi uzun yıllar ölçümü yapılan parametrelere ait değerlerin tümünü vermek olanaksız olduğundan, istasyonlara ait ölçüm sayısı, minimum, ortalama ve maksimum değerler ve 2009 yılı aylık ölçümlere ait veriler Tablo 7-9’da verilmiştir. Ayrıca tüm kalite parametreleri açısından standartlarca belirlenen su kalitesi sınıflandırılmış ve önemli bulunan fiziksel ve inorganik, organik, inorganik endüstriyel kirlenme ve bakteriyolojik kalite kontrol parametreleri yönünden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.5.1 Maden İlçe Çıkışı Su Kalitesi Analizi ve Sınıflandırılması

Maden ilçe çıkışında 1996 yılı öncesi ortalamalar açısından ilgili standartlara göre ölçülen su kalitesi parametrelerinin sınıflandırılması yapılmış ve Tablo 7’de verilmiştir.

SKKY’ye göre, sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katılar, klorür, çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, sülfat, sodyum, arsenik ve bor I. Sınıf; elektriksel iletkenlik, renk, nitrit azotu, orto fosfat, demir, mangan ve civa II. sınıf; nitrat azotu ve çinko III. sınıf; amonyum azotu, krom ve bakır IV. sınıf; yüzeysel sular kategorisinde olduğu görülmektedir. Diğer parametrelerin bir kısmı ise TS 266 standardı yönünden tavsiye edilen değerleri geçtiği görülmüştür.

Elektriksel iletkenlik değeri 100–1383 μ mhos/cm, bulanıklık 0–139,5 arasında ve renk ise 0–45 arasında değişmektedir. Bu aralıktaki maksimum değerler, standartlarca tavsiye edilen değerlerin üstünde ve izin verilen maksimum değerlerin altındadır. Sertlik değerinin 75–825 mg/l CaCO_3 arasında gözlemlendiği, minimum değerinin bile kriterlerde belirlenen maksimum değeri aştığı ve suyun aşırı sertlikte olduğu görülmektedir. Ölçülen değerlerde klorür, sülfat, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum değerleri standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin altındadır. Azot ve fosfor bileşiklerinin ölçümleri yüksek bulunmuştur.

Amonyum azotu 0–3,6 mg/l, nitrit azotu 0–0,114 mg/l ve nitrat azotu 0–16,4 mg/l ile orto-fosfat 0-1,95 mg/l arasında olup su kalite sınıfları için belirlenen standartların oldukça üstünde bulunmaktadır. Yerleşim alanının kanalizasyon sularının arıtılmadan doğrudan Maden Çayı’na verilmesi, aşırı gübre kullanımı ve hayvan atıkları, azot bileşikleri ve fosfor değerlerinin yüksek çıkmasına neden olduğu tahmin edilmektedir.

Ağır metaller için yapılan analizler incelendiğinde 2,13 mg/l demir, 0,702 mg/l krom, 7,85 mg/l bakır, 0,118 mg/l kurşun ve 6,12 mg/l çinko olarak ölçülen bu maksimum su kalitesi değerleri yüzey suyu standartlarının oldukça üzerindedir. Burada önemli miktarda artış gösteren bu kirlilik parametrelerine ait yüksek değerler, Maden ilçesinde bulunan bakır fabrikasının ve çevrede mevcut maden alanlarının kirlilik etkisi olarak görülmektedir. Nitekim Maden Çayı üzerinde dağlık arazide tesis edilen Maden Bakır işletmesi faaliyet halinde iken sadece flotasyon ünitesinden yaklaşık 1000–1200 ton/gün çıkan atık

malzeme belirlenmiştir[14] (DSİ,1997). Bu atıklar atık dökme havuzuna verilmekte, burada tesis edilen çökeltim havuzlarının verimli çalışmaması durumunda atıklar taşarak çevredeki su kaynaklarını kirlettiği gözlenmiştir.

Tablo 7. Maden İlçe Çıkışı su kalitesi ölçüm sonuçları ve su kirliliğinin sınıflandırılması

Parametreler	1996 yılı öncesi ölçümlerin özeti				2009 yılı su kalitesi değerleri			Kalite Sınıfı
	n	Min.	Ort.	Maks.	Mayıs	Ağustos	Aralık	
T	47	0	13	30	17	26	-	I
pH	34	7,1	7,9	8,6	8,16	7,58	8,41	I ^a
EC	35	100	562	1383	364	520	357	II ^b
TDS	-	-	-	-	248	353	243	I
SS	1	38	38	38	-	4	5	>
Bulanıklık	53	0	60,6	139,5	15	40	2,6	>
Renk	52	0	2	45	5	20	5	II
Cl	59	1,2	9,8	23,4	12,76	20,56	13,47	I
NH ₃ -N	56	0	1, 12	3,6	0,33	0,44	0,038	IV ^a
NO ₂ -N	31	0	0,02	0,114	0,004	0,05	0	II
NO ₃ -N	45	0	1,22	16,4	0,4	11,5	0	III
DO	21	4,7	8	15	8,16	5,93	10,63	I ^b
BOİ ₅	5	0,6	1,9	3,6	-	6	-	I
pV	41	0,2	4,32	22	1,4	2		>
TH	62	75	276	825	188	270	193	>
O-PO ₄	45	0	0,13	1,95	0,11	0,2	0,18	II ^a
SO ₄	28	13	39,8	360	64	91	8	I
Fe	18	0,01	0, 34	2,13	0,001	0,001	0	II ^a
Mn	15	0,01	0, 49	2,36	-	-	-	II
Na	55	0,2	5,03	15,3	7,5	24	6,06	I
K	52	0	0, 83	3,6	0,47	9,35	0,42	<
Ca	56	6,8	53	150	27,7	64,93	54,91	>
Mg	59	1,2	31,7	109,4	28,8	26,27	13,5	>
Cr	9	0,028	0,252	0,702	0,00209	0,0037	0,00837	IV
Cu	20	0	2,328	7,85	0,86135	2,129	1,383	IV
Pb	9	0,018	0,049	0,118	0,00014	0,0013	0,00194	II ^a
Zn	9	0,33	1,441	6,12	0,17255	0,3098	0,2017	III ^a
Hg	8	0,0001	0,0004	0,0007	0,0001	0	0	II
As	8	0,008	0,023	0,045	0,00052	0,00095	0,00089	I
B	12	0	0,27	1,3	0,00034	0,00092	0,00051	I

a) Maksimum değerler belirlenen sınıfı aşıyor., > TS 266' göre tavsiye edilen değeri geçiyor.
b) 2009 yılında bazı değerler belirlenen sınıfı aşıyor., <TS 266' göre tavsiye edilen değerin altında

4.5.2 Dicle Baraj Aksı Su Kalitesi Analizi ve Sınıflandırılması

Dicle baraj aksı istasyonunda uzun yıllar ortalamalar açısından ilgili standartlara göre ölçülen su kalitesi parametrelerinin sınıflandırılması yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 8'de verilmiştir. SKKY standardına göre, sıcaklık, pH, toplam çözülmüş katılar, klorür, çözülmüş oksijen, nitrat azotu, sülfat, sodyum, kalsiyum, krom, çinko, arsenik, bor ve deterjan yönünden I sınıf; elektriksel iletkenlik, renk, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, fosfat, demir, kurşun, civa ve kadmiyum II. sınıf; bulanıklık, amonyum azotu, nitrit azotu, bakır ve yağ yönünden IV. sınıf yüzeysel sular olarak görülmektedir. TS 266

standardına göre, elektriksel iletkenlik, asıdaki katı madde, bulanıklık, toplam sertlik ve bakır tavsiye edilen değerleri geçtiği, çözülmüş oksijen, potasyum ve magnezyum, tavsiye edilen değerlerin altında gözlenmiştir.

Tablo 8. Dicle Baraj Aksı istasyonu su kalitesi ölçüm sonuçları ve su kirliliğinin sınıflandırılması

Parametreler	1996 yılı öncesi ölçümlerin özeti				2009 yılı su kalitesi değerleri				Kalite Sınıfı
	n	Min.	Ort.	Maks.	Mayıs	Haziran	Eylül	Aralık	
T	56	3	15,6	34	-	-	-	-	I ^a
pH	40	7,2	8	8,4	7,73	8,62	7,72	8	I ^b
EC	41	225	433	740	294	209	348	330	II,>
TDS	-	-	-	-	200	142	237	224	I
SS	2	14	20	25	-	-	4	5	>
Bulanıklık	55	0	38	370	10	1,2	1	6,42	IV, >
Renk	64	0	11	30	5	5	5	8	II
Cl	64	0	13,7	35	12,76	11,34	14,2	15,6	I ^a
NH ₃ -N	64	0	0,37	9,5	0,038	0,038	0	0,08	IV
NO ₂ -N	54	0	0,13	1,82	0,009	0,0032	0,01	0,022	IV
NO ₃ -N	46	0	0,96	2,6	0,65	0,88	2,7	0	I
DO	-	-	-	-	7,9	8,65	6,62	8,41	I,<
BOİ ₅	-	-	-	-	-	-	8	3	II
pV	48	0	1,71	13,3	1,6	0,9	1,2	1,28	I ^a
TH	62	113	226	350	158	104	174	175	>
O-PO ₄	37	0	0,11	1,45	0,09	0,02	0,2	0,325	II ^a
SO ₄	36	6	36,5	63,4	26	23	26	20	I
Fe	25	0	0,46	5,5	0,05	0	0	0	II ^a
Na	65	0,92	5,38	10,6	7,5	9,37	5,58	8,17	I
K	66	0	0,79	1,66	0,86	3,43	1	0,99	<
Ca	65	22	51,6	88	52,5	35,07	49,9	55,51	I ^a
Mg	65	6	23,4	52,2	6,6	4,01	11,92	8,88	<
Cr	2	0,029	0,046	0,062	0,0003	-	0,00132	0,00437	I
Cu	9	0	0,227	1	0,0015	-			IV, >
Pb	2	0,008	0,016	0,024	0,00063	-	0,00049	0,00123	II
Zn	3	0,015	0,054	0,125	0,01067	-	0,02863	0,00777	I
Hg	2	0,0005	0,0005	0,0005	0,00046	-			II
As	2	0	0,004	0,007	0,00065	-	0,00104	0,00114	I
B	20	0	0,38	1,7	-	0	-	-	I ^a
Cd	3	0,005	0,005	0,005	0,00003	-	0,00018	-	II
Yağ	2	1	1	1	-	-	-	-	IV
Deterjan	1	0,004	0,004	0,004	-	-	-	-	I

a) Maksimum değerler belirlenen sınırı aşıyor., > TS 266' göre tavsiye edilen değeri geçiyor.
b) 2009 yılında bazı değerler belirlenen sınırı aşıyor., <TS 266' göre tavsiye edilen değerinin altında

Dicle baraj aksında yapılan analizlerde pH değeri 7,2–8,4 arasında değişmektedir. Bu aralık yüzey suları standartlarında verilen aralığın içinde kalmaktadır. 2009 yılı Haziran ayında 8,62 değer belirlenen sınırı aşmıştır. Ölçülen değerlerde sıcaklık, pH, toplam çözülmüş katılar, klorür, çözülmüş oksijen, nitrat azotu, sülfat, sodyum, kalsiyum, krom, çinko, arsenik, bor ve deterjan değerleri standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin altındadır. Elektriksel iletkenlik değeri 225 ila 740 µmhos/cm arasında değişmektedir. Renk ve bulanıklık değerleri maksimum 30 Pt-Co ve 370 NTU olarak

ölçülmüştür. Renk için ölçülen değer ham yüzey suyu kalite sınıfı için verilen standardın oldukça altında kalmaktadır. Bulanıklık değerinin standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin üstündedir. Bu durum baraj koruma alanının bitki örtüsünden yoksun oluşu, askıdaki katı maddelerin yüksek ve erozyon ile taşınan sediment miktarından kaynaklanmaktadır. Sertlik değerinin 113–350 mg/l CaCO₃ arasında olması, baraj gölünün sert su özelliğine sahip olduğunu göstermektedir.

Azot ve fosfor bileşiklerinin ölçümleri nitrat azotu dışında yüksek bulunmuştur. Amonyum azotu 0–9,5 mg/l, nitrit azotu 0–1,82 mg/l ve orto-fosfat 0–1,45 mg/l arasında olup su kalite sınıfları için belirlenen standartların üstündedir. Ancak 2009 yılı verilerine bakıldığında azot ve fosfor bileşiklerine ait değerler oldukça düşük olup baraj gölünün su kalite parametrelerinin konsantrasyonlarını dengelediği söylenebilir. Yağ ve deterjan ölçümleri yapılmış, yağ değeri 1 mg/l ile standartların oldukça üstünde bulunmuş, deterjan değeri ise önemli bulunmamıştır.

Dicle baraj aksında demir 0,46 mg/l, kurşun 0,016 mg/l, civa 0,0005 mg/l ve kadmiyum 0,005 mg/l olarak ölçülen ortalama değerler belirlenen II. sınıf sular ile uyumludur. Ancak demirin 5,5 mg/l ile ölçülen maksimum değeri kalite limitlerini aşmıştır. Krom, çinko, arsenik ve bor ağır metal değerleri tariflenen standartların oldukça altındadır. Ancak bakır 0,227 mg/l ortalama ve 1 mg/l maksimum değeri ile standartlarca belirlenen en yüksek değer üzerinde.

4.5.3 Diyarbakır Ongözlü Köprü Su Kalitesi Analizi ve Sınıflandırılması

Diyarbakır Ongözlü istasyonunda uzun yıllar ortalamalar açısından ilgili standartlara göre ölçülen su kalitesi parametrelerinin sınıflandırılması yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 9’da verilmiştir. SKKY’ göre sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katılar, klorür, çözünmüş oksijen, permanganat, sülfat, demir ve sodyum yönünden I sınıf; elektriksel iletkenlik, renk, nitrat azotu ve fosfat II. sınıf; nitrit azotu yönünden III. sınıf; bulanıklık ve amonyum azotu IV. sınıf yüzeysel sular olarak görülmektedir. TS 266 standardına göre, toplam sertlik ve bulanıklık tavsiye edilen değerleri geçtiği, asıdaki katı madde, potasyum, kalsiyum ve magnezyum tavsiye edilen değerlerin altında gözlenmiştir. Krom, bakır, çinko, arsenik, bor biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kurşun, civa ve kadmiyum, deterjan ve yağ gibi su kalitesi parametreleri ölçülmemiştir.

Diyarbakır Ongözlü köprü istasyonunda yapılan analizlerde sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katılar, klorür, çözünmüş oksijen, permanganat, sülfat, demir, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum değerleri standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin altındadır. Ancak demir 0,41 mg/l ortalama ve 0,88 mg/l maksimum değeri ile belirlenen sınıfı aşmıştır. Elektriksel iletkenlik değeri 298 ila 525 µmhos/cm arasında değişmektedir. Renk ve bulanıklık değerleri maksimum 30 Pt-Co ve 190 NTU olarak ölçülmüştür. Bulanıklık değerinin standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin üstündedir. Sertlik değerinin 153–265 mg/l CaCO₃ arasında olup tavsiye edilen tavsiye edilen değeri geçmektedir.

Azot ve fosfor bileşiklerinin ölçümleri yüksek bulunmuştur. Amonyum azotu 0,006–2,8 mg/l, nitrit azotu 0,001–0,052 mg/l ve nitrat azotu 0,09–7,81 mg/l ile orto-fosfat 0,025–0,225 mg/l aralığında değişmektedir. Maksimum değerler su kalite sınıfları için belirlenen standartların oldukça üstünde bulunmaktadır. Diyarbakır yerleşim alanının kanalizasyon sularının artılmadan doğrudan Dicle nehrine verilmesi, tarımsal sulamadan dönen sular ve diğer atıkların azot bileşikleri ve fosfor değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

Tablo 9. Diyarbakır Ongözlü Köprü su kalitesi ölçüm sonuçları ve su kirliliğinin sınıflandırılması

Parametreler	1996 yılı öncesi ölçümlerin özeti				2009 yılı su kalitesi değerleri				Kalite Sınıfı
	n	Min.	Ort.	Maks.	Mayıs	Haziran	Eylül	Aralık	
T	6	3	17	31	20	21			I ^a
pH	6	7,2	8	8,4	8,16	8,15	8,12	8,11	I
EC	6	350	464	525	298	303	352	361	II
TDS	-	-	-	-	203	206	240	245	I
SS	-	-	-	-			11		<
Bulanıklık	6	7	107	190	1,7	16	3,4	7,5	IV, >
Renk	6	5	13	30	5	10	15	17	II
Cl	6	8,5	14,7	21,3	10,64	12,76	17,7	16,31	I
NH ₃ -N	6	0,006	0,94	2,8	0,44	0,27	0,62	0,132	IV
NO ₂ -N	6	0,001	0,028	0,04	0,01	0,013	0,04	0,052	III
NO ₃ -N	3	0,09	0,24	0,5	1,2	1,5	6,2	7,81	II ^a
DO	-	-	-	-	8,19	7,7	7,42	9,88	I
pV	5	1,3	2,9	4,4	0,96	0,64	1,8	0,8	I ^a
TH	6	200	225	265	153	155	179	180	>
O-PO ₄	1		0,025		0,2	0,17	0,225	0,3	II ^a
SO ₄	3	20	45	83	36	33	32	25	I
Fe	3	0,012	0,41	0,88	0	0	0	0	I ^a
Na	6	3,6	9,02	15,2	6,9	9,15	9,06	8,4	I
K	6	0,85	1,77	2,69	0,78	2,18	5	1,29	<
Ca	6	30	50,33	66	23,6	31,06	48,3	43,89	<
Mg	6	18,8	24,28	30,3	22,9	18,85	14,23	17,15	<

a) Maksimum değerler belirlenen sınıfı aşıyor., > TS 266' göre tavsiye edilen değeri geçiyor.
b) 2009 yılında bazı değerler belirlenen sınıfı aşıyor., <TS 266' göre tavsiye edilen değerin altında

5. Sonuç ve Öneriler

Dicle Nehri'nde su kirlenmesinin önlenmesi ve giderilmesi konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalar gerekli etkinliği göstermemiştir. Dicle Nehri kirliliği ile ilgili olarak yapılan bu çalışmada evsel, endüstriyel, nehir boyunca yer alan tarımsal alanlar, doğal araziden kaynaklanan toprak aşınması ve sediment kaynaklı kirlenmeler incelenmiştir. Ayrıca nehir boyunca yer alan yerleşim alanlarına yakın seçilen Maden ilçe çıkışı, Dicle baraj aksı, Diyarbakır Ongözlü Köprü ve Diyarbakır istasyonlarında ölçümü yapılan su kalite parametrelerinin minimum, uzun yıllar ortalaması ve maksimum değerleri ile 2009 yılına aylık ölçüm değerlerine göre ilgili standartlarda tariflenen kalite kriterlerine göre karşılaştırmaları yapılmış ve suların kullanım amaçlarına göre kalite sınıfları belirlenmiştir.

Dicle Nehri ve kolları üzerinde yer alan yerleşim merkezlerinin çoğunda yeterli atıksu arıtma tesisleri olmayışı ve herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan doğrudan veya dolaylı olarak nehre verilen evsel atıklar, nehrin kirlenmesine neden olmuştur. Buna göre seçilen Diyarbakır, Bismil ve Maden yerleşim alanlarının evsel atısu yükleri hesaplanmış ve toplam olarak Dicle Nehri'ne günde 261233,8 m³ atıksu, 61720 kg organik madde, 79733,9 kg toplam katı madde, 8831,1 kg azot ve 2650,2 kg fosfor verildiği belirlenmiştir. Ölçüm yapılan istasyonlarda azot ve fosfor bileşiklerine ilişkin amonyum, nitrit ve nitrat azotu ile fosfata ait su kalite parametre değerleri standartlarda belirlenen limitleri aştığı görülmüştür.

Dicle Nehri'nde Maden ilçesinde Maden Çayı üzerinde Maden Bakır Fabrikası, Diyarbakır çıkışının 10. km.'sinde Tekel İçki Fabrikası ve yerleşim merkezlerindeki ufak çaptaki endüstriler doğrudan, organize sanayi bölgeleri, küçük sanayi siteleri ve diğer endüstriyel faaliyetler dolaylı olarak atıklarını Dicle Nehri'ne vermektedir. Buna göre endüstriyel kaynaklı kirlenme açısından yapılan analizlerde, Maden ilçe çıkışında demir, krom, kurşun, çinko, özellikle bakır değerleri, belirlenen yüzey suyu standartlarının oldukça üzerinde yüksek bulunmuştur. Bu değerler, Maden ilçesinde bulunan bakır fabrikasının ve çevrede mevcut maden alanlarının kirlenici etkisi olarak görülmektedir. Diğer parametreler ise tarif edilen

yüzeysel su kalitesi sınıf sular ile uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir. Dicle baraj aksındaki istasyonda bakır ve demir dışında kalite limitini aşan endüstriyel kirlilik parametrelerine rastlanmamıştır.

Tarımsal alanlardan kaynaklanan atık sular içerdikleri fazla miktarlardaki organik maddeler, azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum içeren gübre elementleri ile sulama alanlarından nehre geri dönen akımlardaki tarımsal mücadele ilaçları ve yapay gübre kalıntıları Dicle Nehri'nin kirlenmesine etki eden unsurlar olarak görülmüştür. Azot ve fosfor bileşikleriyle ilgili su kalite parametre değerlerinin kriterleri aşması bunu doğrulamaktadır.

Maden ilçe çıkışı, Dicle Baraj aksı ve Diyarbakır Ongözlü Köprü istasyonlarında sırasıyla elektriksel iletkenlik değeri 100–1383, 225–740, 298–525 μ mhos/cm arasında; maksimum renk değerleri 45, 30 ve 30 birim olarak ölçülmüştür. Bu değerler, ham yüzey suyu kalite sınıfı için verilen standartların altında kalmıştır. Yine aynı istasyonlarda toplam sertlik değerleri, sırasıyla 75–825, 113–350 ve 113–350 mg/l CaCO_3 arasında değiştiği, kriterlerde belirlenen maksimum değeri aştığı ve suyun aşırı sertlikte olduğu gözlenmiştir.

Maksimum bulanıklık değerleri, Maden ilçe çıkışında 139,5 NTU, Dicle Baraj aksında 370 NTU ve Diyarbakır Ongözlü Köprü'sünde 190 NTU olarak ölçülmüştür. Bulanıklık değerinin standartlarca tavsiye edilen ve izin verilen maksimum değerlerin üstünde olması Dicle Nehri'nin çoğu zaman bulanık olarak görülmüş olduğunu teyit etmektedir. Bu durum nehir havza koruma alanının bitki örtüsünden yoksun olması, akıdaki katı maddelerin yüksek ve erozyon ile taşınan sediment miktarından kaynaklanmaktadır. Dicle Nehri Diyarbakır istasyonunda yıllık ortalama taşınan sediment miktarı $5,275 \times 10^6$ ton/yıl olarak tespit edilmiş ve akımın en fazla olduğu Ocak ve Şubat aylarında sediment taşınımının en yüksek düzeye ulaştığı görülmüştür.

Dicle Nehri fazla eğimli olmayan ova akarsular niteliği taşıdığı için genelde sediment taşınımı asılı yük halinde olmaktadır. Su içinde asılı duran sedimentler, Dicle Nehri'nde çözülmüş oksijen dengesini bozmakta ve su bitkilerinin ihtiyacı olan ışığı azaltmaktadır. Dicle Nehri'nin çevresinde ve havzadaki araziler erozyona uğramıştır. Sedimentlerle kirletilmiş ve silt yüklü bir akarsu görünümünde olan Dicle Nehri görünüş ve estetik olarak bozulmuş ve bölgenin dinlenme yeri olma niteliğini azaltmıştır.

Yerleşim alanlarından kanalizasyon sistemlerine verilen atık sular, yerleşim merkezlerinin içinde ve dışındaki endüstriyel atık sularının yan ve kuru dereler vasıtasıyla taşınması, tarım sahalarından gelen gübre ve tarım koruma ilaçları, erozyon sonucu taşınan toprak materyalleri ve sediment, Dicle Nehri'nin kirlenme tehdidi altında olduğunu göstermektedir. Dicle nehrine atılan evsel ve endüstriyel atıklar, insan yaşamını etkilemekte, nehirdeki canlı yaşam için gerekli oksijen azalması su ürünleri ve balıkların ölmesine sebep olmakta ve yaşam için mutlak gerekli olan su vasıtasıyla birçok hastalık kolaylıkla yayılmaktadır. Özellikle hastalık yapıcı organizmaların su kaynaklarında daha kolay gelişebildiği sıcak yaz aylarında, aşırı kullanım ve buharlaşma gibi kayıpların neden olduğu su yetersizliği, hastalıkların yayılma hızında artış meydana getirmektedir.

Yüzeysel ve yeraltı su kaynakları estetik ölçüler ötesinde yaşamsal ve ekonomik değer taşımaktadır. Sınırlı olan tatlı su kaynakları hızla artan kentsel içmesuyu, endüstriyel ve tarımsal su talebini karşılayabilmeleri için, ciddi ve etkili bir biçimde uzun vadeli programlar çerçevesinde korunmaları gerekmektedir. Dicle Nehri'nde su kalitesinin değişik kullanım amaçlarına uygun olarak korunması ve geliştirilmesi amacıyla, kirlilik durumu ile ilgili bilgiler güvenilir ve zamanında elde edilerek, bunların olumsuz etkileri önceden tahmin edilmeli ve aşağıda belirtilen önlemler ve önerilere dikkat edilmesi gerekir.

1. Su toplama havzalarındaki toprak erozyonunun azaltılması, bu amaçla toprakların ekolojik kaynaklar olarak kabiliyetlerine uygun biçimde kullanılması, ağaçlandırma faaliyetlerine önem verilmesi, aşırı ve erken havyan otlatılmasının önlenmesi, ağaçlandırılmış alanların etkili bir eğitim ve denetim programı ile korunması, taşkın, sulama ve muhtelif amaçlı ardışık barajların inşa edilmesi,

2. Tarım alanlarından akarsu ortamına karışan drenaj sularındaki kalite standartlarının korunması amacıyla, öncelikle azotlu gübrelerin seçiminde daha az yıkanan amonyumlu gübrelerin seçilmesine dikkat edilmesi, pestisid kullanımında yıkanmayan ve kalıcı olmayan kimyasalların seçimine özen gösterilmesi, çiftçilerin bu konuda eğitilmesi ve yağmurlama veya damlama sulama sistemine geçilmesi,

3. Her türlü endüstriyel atıkların çevre mevzuatına göre kontrolü yapılmalı ve kirlenmenin en aza

indirilmesi amacıyla alıcı ortam standartlarına uygun atık deşarjını temin edebilecek arıtma tesisleri kurulmalıdır,

4. Yerleşim yeri evsel ve diğer kaynaklı kirleticiler denetim altında tutulmalı, özellikle kentsel sıvı atıklar uygun arıtım tesislerinde yeterince temizlendikten sonra akarsu sistemine boşaltılmalıdır.

Kaynaklar

1. Akın, M., Akın, G. (2007). Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2), 105-118.
2. Bulut, V.N. ve Tüfekçi, M. (2005). Trabzon (Maçka) Kalyan akarsuyunun su kalitesinin incelenmesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi (Turkish Journal of Aquatic Life)*, 3 (4), 377–384.
3. Arslan, O.(2008). Su Kalitesinin Verilerinin CBS İle Çok Değişkenli İstatistik Analizi (Porsuk Çayı Örneği). KOÜ Müh. Jeodezi ve Fotogr. Müh. Böl., *Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2008/2 Sayı: 99, s.10., www.hkmo.org.tr
4. Kırımhan, S., Boyabat, N. ve Keskinler, B. (1984). Karasu (Kaynak-Aşkale Arası) Kirlilik Araştırmaları. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin Doğal Su Kaynakları ve Sorunları Sempozyum-6. 11-15 Haziran 1984, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi. s. 454–470, Erzurum.
5. Kırımhan, S. (1984). Erzurum İlinin Genel Çevre Sorunları ve Çözüm Önerileri. TÜBİTAK-Ulusal Çevre Sempozyumu, 12-15 Kasım 1984, s.707-732, Adana.
6. Özdemir, N. (1988)."Elazığ Şehir Kanalizasyonunun Keban Barajına Döküldüğü Yer ve Çevresinde Meydana Getirdiği Kirlilik ve Bunun Su Ürünleri Bakımından Olumsuz Etkileri", Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, 13-15 Ekim 1988, s. 315-318, Elazığ.
7. Uslu, O. (1986). *Çevresel Etki Değerlendirmesi*. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Önder Matbaa, 168 sa., Ankara.
8. Karpuzcu, M. (1988). *Çevre Mühendisliğine Giriş*. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi (İkinci Baskı), Sayı :1356. İstanbul.
9. Kırımhan, S. ve Aydeniz, A. (1988). Fırat Nehri Havzasında Peri Suyu ile Keban Baraj Gölüne Taşınan Sediment Miktarının Yağış ve Akış İlişkileri. Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, Fırat Üniversitesi 13-15 Ekim 1988, s.227-235, Elazığ.
10. Kırımhan, S. (1989). Elazığ İlinin Genel Çevre Sorunları ve Çözüm Önerileri. Çevre’89 Beşinci Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü ve Çukurova Üniversitesi, s.361–381, Adana.
11. Hamidi, N. (1994). Dicle Nehri Kirliliğinin Kaynaklar ve Değişimi Yönünden Matematiksel Modellerle Belirlenmesi. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 199 sa.,Elazığ,1994.
12. DSİ. (1971). *Dicle Havzası İstikşaf Raporu*. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ Matbaası, Ankara.
13. DSİ. (1980). *Güneydoğu Anadolu Projesi*. DSİ Genel Müdürlüğü Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara.
14. DSİ. (1997). Diyarbakır Kenti İçmesuyu Kaynakları Çevre Koruma Projesi. Devlet Su İşleri

Genel Müdürlüğü, Dolsar Mühendislik Limited Şirketi, Ankara.

15. DSİ. (2010). Su Kalitesi Analiz Değerleri 2010 Yılına ait Veriler. Devlet Su İşleri X. Bölge Müdürlüğü laboratuvarı, Diyarbakır.
16. EİE. (1987). *Türkiye Akarsularında Sediment Gözlemlen ve Sediment Taşınım Miktarları*. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Yayın No: 87-44, s.457-494, Ankara,
17. TS 266. (1986). *Türk Standartları, İçme Suları*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
18. Resmi Gazete. (1988). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete 4 Eylül 1988, Sayı: 19919, s.13-73, Ankara.
19. İller Bankası. (1971). *Kanalizasyon İşlerinin Planlanması ve Projelerinin Hazırlanmasına ait Talimatname*. İller Bankası Genel Müdürlüğü, Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
20. Muslu, Y. (1985). *Su Temini ve Çevre Sağlığı Cilt III*. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi. Sayı: 1314, İstanbul.
21. Uygun İ., Barlas, S. ve Köseoğlu, R. (1989). Su ve Çevre Kirliliği. Çevre'89, Beşinci Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü ve Çukurova Üniversitesi, s.156-175, Adana.
22. Alışık, A. (1985). Dicle Havzasında Erozyon Sonucu Taşınan Yıllık Toprak (Sediment) Kaybının Hesaplanmasına ait Bir Uygulama. Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Sempozyumu-7, 13-17 Mayıs 1985, s.21-45, Erzurum.