

Adana İli İçme Suyu Kalite İndeksinin Belirlenmesi

Ebubekir GÜLOĞLU¹ ORCID 0009-0000-7645-009X
Mesut BAŞIBÜYÜK^{*1} ORCID 0000-0001-9527-903X
Behzat BALCI¹ ORCID 0000-0002-4636-4235
Fatma Elçin ERKURT¹ ORCID 0000-0003-0079-2493

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 04.04.2023

Kabul tarihi: 29.09.2023

Atıf şekli/ How to cite: GÜLOĞLU, E., BAŞIBÜYÜK, M., BALCI, B., ERKURT, F.E., (2023). Adana İli İçme Suyu Kalite İndeksinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(3), 765-773.

Öz

Su kalite indeksleri son yıllarda su kalitesini değerlendirmek için kullanılan önemli bir yöntemdir. Temel mantığı pek çok parametre içeren su kalitesinin basit bir sayı halinde ifade edilmesi temeline dayanır. Tüm Dünyada su kalitesinin değerlendirilmesinde son derece önemli bir kriterdir. Benzer bir çalışma da Adana ili içme suyu temin edilen kaynaklara yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Adana ili su kalitesi (Seyhan, Yüreğir, Sarıçam, Çukurova) içme suyu kalite indeksi iki metod ve on beş su kalite parametresi pH, elektriksel iletkenlik (EC), bulanıklık, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde (TDS), çözünmüş oksijen, klorür (Cl), nitrat (NO₃), sülfat (SO₄), fosfat (PO₄), demir (Fe), alüminyum (Al), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuca göre Kanada su kalite indeksi 84,6, British Columbia su kalite indeksi 81,6 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma, Adana ilinde içme suyu kalite sınıfının iyi olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Su kalite parametresi, Kanada su kalite indeksi, British Columbia indeksi, Su analizi

Determination of the Drinking Water Quality Index of Adana Province

Abstract

The water quality index (WQI) model is a popular method for evaluating surface water quality in recent years. Its basic approach is based on expressing a simple number of water quality, which includes many parameters. It is an extremely important criterion in the evaluation of water quality all over the world. A similar study was carried out for the sources of drinking water in Adana province. Drinking water quality index in Adana province (Seyhan, Yüreğir, Sarıçam, Çukurova) were determined by using two methods and fifteen water quality parameters pH, electrical conductivity (EC), turbidity, salinity, total dissolved solids (TDS), dissolved oxygen, chloride (Cl), nitrate (NO₃), sulfate (SO₄), phosphate (PO₄), iron (Fe), aluminum (Al), sodium (Na), calcium (Ca), magnesium (Mg). According to result it is calculated that Canadian water quality index 84.6, British Columbia water quality index 81.6. This study has been showed that in Adana province, drinking water quality class grade is good.

Keywords: Water quality paramater, Canada water quality index, British Columbia index, Water analysis

*Sorumlu yazar (Corresponding Author): Mesut BAŞIBÜYÜK, basibuyuk@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Su yeryüzünde farklı hallerde ve en bol bulunan maddelerin başında gelir. Yalnızca insan için değil, aynı zamanda diğer tüm canlılar için de suyun hayati önem taşıdığı çok iyi bilinen bir gerçektir. Yeryüzünde hidrolojik çevrim olarak bilinen döngüyle sürekli bir çevrim halindedir. Dünyamızda ki suyun %3'den daha azı tatlı sudur (içilebilir su). Bu miktarın yaklaşık %90'ı kutuplarda donmuş olarak veya yer altında bulunmaktadır. Dolayısıyla tüm insanlık kendi ekosistemi ve varlığını sürdürürebilmek için geriye kalan yaklaşık %0,3'lik tatlı su oranına muhtaçtır. Görüldüğü üzere insanlığın ve aynı zamanda tatlı suya bağımlı olarak yaşayan canlılar bu %0,3'lük suya hayati ihtiyaç duymaktadır [1]. Öte yandan günümüzde insanoğlu göllerde ve nehirlerde, yer altında sahip olduğu bu sınırlı miktardaki tatlı suyu doğanın arıtılabileceği süreden daha hızlı bir şekilde kirletmektedir. Yeryüzünde 1 milyardan daha fazla insanın hala içilebilir tatlı suya erişimi bulunmamaktadır. Su doğadan bedava elde edilebilir, ancak insanlara ulaştırılması pahalı alt yapıları gerektirmektedir. 19. yüzyılın ilk çeyreğinde 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2,5 milyar, 2021 yılının sonunda ise yaklaşık 7,5 milyara ulaşmıştır. Nüfusun bu denli artması, ekonomik faaliyetlerin büyümesi ve kentsel yayılma, su ihtiyacının önemli derecede artmasına neden olmaktadır. Yüzey suyunun ve yeraltı suyunun aşırı biçimde kullanımı, mevcut su kalitelerinin azaltılması ve genel kaliteden ödün vermeden ötürü sayısız kaynağı tehlikeye atmaktadır. Dünya nüfusunun bu hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişip büyümesi ve çevresel bilincin yeteri kadar oluşmaması gibi sorunlar dünyadaki su kaynaklarının gitgide kirlenmesine ve bu kaynaklarda önemli ölçüde azalmaya sebep olmaktadır. Su kaynaklarının bu kirleticilerden korunması için öncelikle mevcut su kalitesinin karakterize edilmesi ve kaynağın faydalı kullanımına karar verilmesi gerekmektedir. Günümüzde aşırı nüfus artışı, ölçsüz ve bilinçsiz tüketim, hızlı ve çarpık kentleşme, endüstrileşme ve kuraklık gibi nedenlerden ötürü su kütlesinin önemli ölçüde azalması ve su kalitesinin bozulması sorunları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Yeryüzündeki su kaynaklarının yalnızca %0,3'ünün

kullanılabilir ve içilebilir nitelikte olduğu düşünüldüğünde, su kullanımına ve bilhassa su kalitesine verilmesi gereken değerin daha da artırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır [1].

Su kirliliği, aşırı yapılaşmadan kaynaklanan evsel atıklar, yoğun endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan sanayi atıkları, tarımda kullanılan kimyevi gübreler özellikle azotlu gübreler ve zirai mücadele ilaçları, erozyonla su kaynaklarına taşınan toprak ve bilinmeyen maddeler gibi zararlı istenilmeyen maddelerin, suyun kalitesini ölçülebilecek değerde bozacak miktar ve yoğunlukta suya karışması durumudur. Kirlenme sonucunda sulara fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmalar meydana gelmektedir. Bunlar doğrudan veya dolaylı bir şekilde tüm varlıkları olumsuz etkilemektedir. Nüfusun çok fazla artmasına rağmen su kaynaklarının değişmez ve durağan olması, bu kaynakların kirlenmemesini ve çok iyi kullanılmasını gerekli kılmaktadır [2].

İçme sularında bulunan maddelerin insan sağlığına etkisi, bunların cins ve miktarları ile tespit edilir. Genel olarak ülkeler kendi içme su kriterlerini belirlediği gibi, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü gibi uluslararası kuruluşlar da özel olarak tehlikeli kimyasal ve biyolojik maddeler için eşik değerler vermiştir [3]. Ayrıca, Su Çerçeve Direktifi (The Water Framework Directive WFD: European Union) bağlamında AB üye ülkeleri için su kütlelerinin kalitesinin izlenmesi kaçınılmaz hale getirilmiş ve izlenecek parametrelere bu direktifte yer verilmiştir [4]. Fakat bu parametreleri tek tek ele alıp değerlendirmek ve yorumlamak gerek düzenleyici kuruluşlar gerekse bu konuda çalışan uzmanlar için bir hayli zor ve zaman alıcı bir süreçtir. Bu sebeple, son dönemde, pek çok çalışma su kalitesi kavramının daha sade, kapsamlı, anlaşılabilir ve karşılaştırılabilir bir biçimde ifade edilebilmesi üzerine yoğunlaşmıştır [5]. Su kalite indeksi (WQI), suların genel kalitesinin durum tespitinde kullanılır ve basitçe hesaplanabilen tek bir sayıyı ifade eder. Su kalite indeksi, hızlı ve kolay bir metotla elde edilmiş tek bir değere ve ona karşılık gelen ölçüğe bakarak su kalitesinin ifade edilmesini sağlar. WQI çok sayıda karmaşık su kalitesi parametresini birleştirerek su kalitesini

anlaşılabilir bir biçimde “çok iyi”, “iyi”, “zayıf”, vb. şekilde ifade eder. Su kalite indeksi kullanılarak tespit edilen veriler, su kalitesi hakkında hızlı ve etkin kararlar almak için hem karar vericiler hem de hissedarlar tarafından kolaylıkla kullanılabilir [6-7].

Kanada su kalite indeksi modeli (CWQI), Kanada Çevre Bakanlığı aracılığı ile geliştirilmiş ve epeyce yaygın bir şekilde kullanılan bir modeldir. Bu modelde, parametrelerin örneklendirme sıklığı, başarısız parametre çokluğu ve standartlarda bahsedilen hedef değerlerden sapmalara göre değerlendirme yapılır. Model, parametreler konumdan konuma farklılık göstereceğinden ve çevresel koşullara bağlı bulunduğundan herhangi bir su kalitesi parametresi veya zaman kavramı tanımlamaz. Bu indeksin belirlenmesinde, minimum dört parametre ve bu parametrelerin en az dört ölçümü yeterli olmaktadır. İndeks, 0 ve 100 arasında değişen ölçekte üç faktörden oluşmaktadır. Bu üç faktörün kombinasyonu ile su kalitesini düşükten yüksek kaliteye doğru tanımlayan ve 0 ile 100 arasında olan tek bir sayı elde edilir [8].

Bu çalışma kapsamında, Adana İli su kalite indeksi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Adana İline su sağlayan şebekelerden su numuneleri alınmıştır. Alınan su numunelerinde pH, elektriksel iletkenlik (EC), bulanıklık, toplam çözünmüş katı madde (TDS), çözünmüş oksijen, klorür (Cl), nitrat (NO₃), sülfat (SO₄), fosfat (PO₄), demir (Fe), alüminyum (Al), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) olmak üzere toplam 15 su kalite parametresinin analizleri yapılmış olup elde edilen verilere göre Kanada Su Kalitesi İndeks Modeli (CWQI) ve British Columbia su kalite indeksi metodu ile hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Adana ili 14.030 km² yüzölçümüne sahip Türkiye'nin güneyinde ve Akdeniz Bölgesi'nin Çukurova bölümünde kurulmuş olup batıda Mersin, kuzeyde Kayseri, kuzeybatıda Niğde, doğuda Osmaniye, Kahramanmaraş, güneydoğuda Hatay

ve güneyde Akdeniz ile çevrilidir. Matematiksel konum olarak 35°-38° kuzey enlemleri ve 34°-36° doğu boylamları arasında olup ilin güneyinde kalan bölümüne Çukurova, kuzeyinde kalan bölümüne Anavarza tümüne ise Adana Ovası adı verilir. TÜİK, yıl bazlı il nüfus verilerine göre 2021 yılı nüfusu 2.263.373 kişi olup nüfus projeksiyonuna göre 2023 yılı nüfusunun 2.294.903 kişi olması beklenmektedir. Adana ilinin merkez ilçeleri 5 tane olup toplamda 15 adet ilçesi vardır. Bunlar; Seyhan, Çukurova, Yüreğir, Sarıçam, Karaisalı, Aladağ, Ceyhan, Feke, İmamoğlu, Karataş, Kozan, Pozantı, Saimbeyli, Tufanbeyli ve Yumurtalık'tır.

2.2. Çalışma Alanının İklimi ve Su Kaynakları

Adana İli'nin Toros Dağları dışında kalan bölümlerinde Akdeniz ikliminin egemen olduğu görülmektedir. Yazlar kurak ve sıcak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Bölgede ortalama yağış miktarı yıllık 668,7 mm olup bu yağışlar yamaç yağışları şeklinde oluşmaktadır. Yağışların %51'i kışın, %26'sı ilkbaharda, %18'i sonbaharda ve %5'i de yazın düşmektedir [9].

Adana şehrinin içme ve kullanma suyu Çatalan Baraj Gölünden sağlanmaktadır. 1998 yılında yapımına başlanan Adana Çatalan İçme Suyu Temin Projesi 2003 yılında tamamlanmış ve şehre arıtılmış içme kullanma suyu verilmeye başlanmıştır. Bugün itibari ile şehir nüfusunun %98'ine Çatalan içme kullanma suyu verilmektedir. %2'lik nüfusun içme kullanma suyu yeraltından sağlanmaktadır.

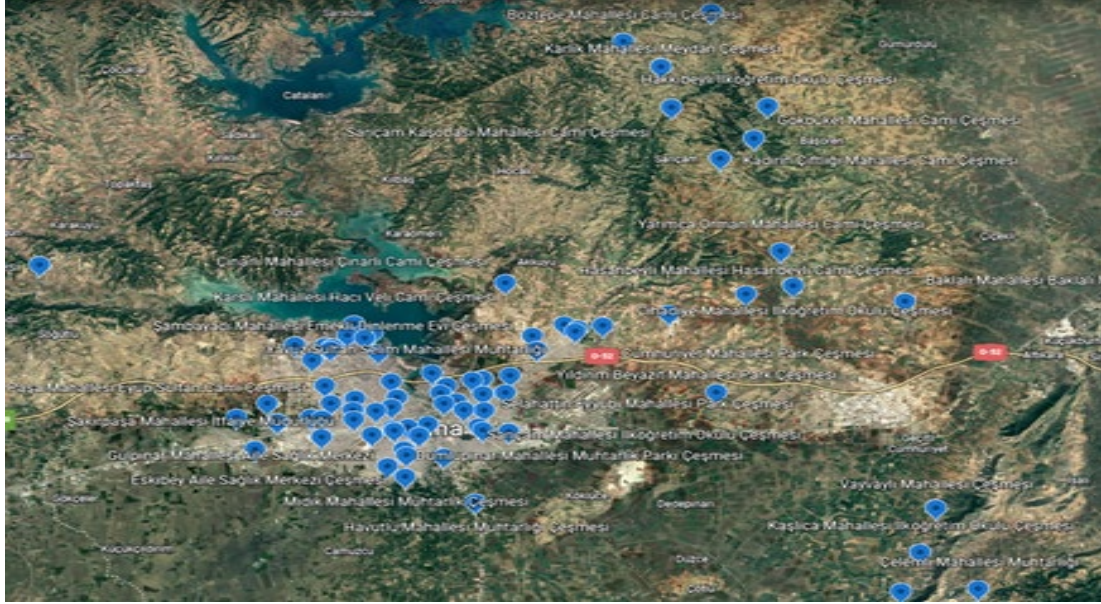
Adana ilinde Çatalan Barajı'ndan gelen suyla beslenen 4 merkez ilçeden biri olan Seyhan ilçesinden 34 numune, Çukurova ilçesinden 12 numune, Yüreğir ilçesinden 29 numune ve Sarıçam ilçesinden 18 numune olmak üzere toplamda 93 adet numune toplanmıştır. Tüm istasyonlara ait izleme noktaları Şekil 1'de gösterilmiştir [10].

Şehir şebeke suyundan alınan 93 adet numune plastik numune kaplarına alınarak, soğuk zincirde laboratuvara getirilmiştir. Her bir numune 1500 mL olarak toplanmıştır. Numuneler, analizler sonuçlanıncaya kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir

[11]. Su numuneleri toplanırken plastik numune kaplarında etiketlemeler şu doğrultuda yapılmıştır:

- Numunenin alındığı tarih, saat, adres,
- Numunenin cinsi,
- Numunenin kim tarafından alındığı.

Şebeke sularından kimyasal su numunesi, musluk tam olarak açılıp şebeke suyunu temsil eden suyun geldiğinden emin oluncaya kadar su akıtıldıktan sonra numune şişesi 3 kez çalkalanıp ağızda boşluk kalmayacak şekilde doldurulup alınmıştır [12].



Şekil 1. Adana ili istasyon noktaları [10]

2.3. Fizikokimyasal Analizler

Laboratuvara soğuk zincirde getirilen numunelerin oda sıcaklığına gelmesi ile beraber pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde (TDS), tuzluluk ve çözünmüş oksijen analizleri Hach HQ440d elektrot tutuculu çift kanallı laboratuvar tipi dijital multimetreyle, bulanıklılık analizi TL 2300 Hach Lange marka türbidimetre cihazıyla, klorür (Cl), nitrat (NO₃), sülfat (SO₄), fosfat (PO₄), analizleri Dionex Ics-5000⁺ Dp marka iyon kromatografi cihazıyla ve demir (Fe), alüminyum (Al), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) analizleri ise ICP MS 7700 Agilent cihazı ile yapılmıştır. Analizler Çizelge 1.'de verilen metodlarla Türk Standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiş olup elde edilen veriler Çizelge 2.'de verilen Kanada su kalite indeksi modeline göre derecelendirilmiştir.

Çizelge 1. Analiz metodları ile ilgili TSE standartları

Analizler	Kullanılan standart
pH tayini	TS EN ISO 10523 (10.04.2013)
Elektriksel İletkenlik	TS 9748 EN 27888 (05.06.2012)
Toplam Çözünmüş Katı Madde	TS 7092
Tuzluluk	TS 8108
Çözünmüş Oksijen Tayini	TS EN ISO 5814
Bulanıklılık Tayini	TS EN ISO 7027
Klorür	TS EN ISO 10304-1
Nitrat	TS EN ISO 10304-1
Sülfat	TS EN ISO 10304-1
Fosfat	TS EN ISO 10304-1
Demir	TS EN ISO 17294-2
Alüminyum	TS EN ISO 17294-2
Sodyum	TS EN ISO 17294-2
Kalsiyum	TS EN ISO 17294-2
Magnezyum	TS EN ISO 17294-2

Çizelge 2. Kanada su kalite indeksi kalite derecelendirmesi [8]

Değer	Su kalitesi değerlendirmesi	Kullanım olanakları
95-100	Çok iyi	İçme, sulama, endüstriyel
80-94	İyi	İçme, sulama, endüstriyel
60-79	Orta	Sulama, endüstriyel
45-59	Kötü	Sulama, endüstriyel
0-44	Çok kötü	Sulama

Faktör 1 (F1) su kalitesi mevzuatlarında verilen hedef değeri aşan parametrelerin toplam parametrelere göre yüzdesini ifade eder.

Faktör 2 (F2) frekans olarak adlandırılır. Test edilen veya gözlemlenen değer kaç defa kabul edilebilir sınırlar veya sınırlar dışında olduğunu gösterir.

Faktör 3 (F3) sapma genişliği veya hedeflerin karşılanmadığı miktardır. Yönetmeliklerde verilen sınır değeri aşan başarısız test değerlerinin sayısını ifade eder. İndeksin hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$$F_1 = \frac{\text{Başarısız parametrelerin sayısı}}{\text{Toplam parametre sayısı}} * 100 \quad (1)$$

$$F_2 = \frac{\text{Başarısız deneylerin sayısı}}{\text{Toplam deney sayısı}} * 100 \quad (2)$$

$$\text{sapma}_i = \left(\frac{\text{Başarısız deney değeri}_i}{\text{Hedef değeri}_i} \right) - 1 \quad (3)$$

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{sapma}_i}{\text{Toplam deney sayısı}} \quad (4)$$

$$F_3 = \left(\frac{nse}{0.01nse+0.01} \right) \quad (5)$$

$$CWQI = 100 - \left[\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right] \quad (6)$$

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Adana İli içme sularında, şehir şebeke suyundan alınan 93 adet numune de 15 parametrenin analizi yapılmıştır. Analiz edilen parametrelerin minimum, maksimum, ortalama ve değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'de verilen parametreler arasında fiziksel parametreler (pH, iletkenlik, bulanıklık), tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde çözünmüş oksijen, diğer anyonik ve katyonik maddeler (Cl, NO₃, SO₄, PO₄, Ca, Mg, Na) ve ağır metaller (Al, Fe,) yer almaktadır. Belirlenen bu parametreler su kalitesinin izlenilmesinde önemli olan ve tüketici üzerinde doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkisi olan parametrelerdir.

Çalışma kapsamında Adana İli'nde şehir merkezini yansıtmayı amacıyla dört merkez ilçeden alınan su örneklerinde toplam 15 su kalite parametresi analizleri yapılmıştır. Kanada su kalite indeksi (CQWI) ve British Columbia su kalite indeksi (BCQWI) metodu ile su kalite indeksi Çizelge 4'de hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

Su kalite indeksi verileri incelendiğinde genel olarak Adana İli içme suyunun Kanada su kalite indeksi (CWQI) hesaplamalarına göre 84.6, British Columbia su kalite indeksi (BCWQI) hesaplamalarına göre 81.6 ile İYİ kalite sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 3. Su kalite parametrelerinin istatistiki verileri

Su kalite parametreleri	Seyhan			Çukurova			Yüreğir			Sarıçam		
	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.	Min	Max	Ort.
pH	7,4	7,89	7,67	7,55	7,82	7,67	7,15	7,78	7,55	7	7,76	7,43
EC(μ S/cm)	410	443	425,5	428	448	438,8	407	930	470,7	414	988	622
Bulanıklık(NTU)	0,06	0,6	0,14	0,06	0,32	0,15	0,06	0,38	0,15	0,05	1,09	0,19
Tuzluluk(%)	0,021	0,02	0,02	0,02	0,023	0,022	0,021	0,05	0,024	0,02	0,05	0,03
Toplam Çözülmüş Katı Madde(mg/L)	215,7	230	223,3	214,9	222	219,2	220	498	247,8	223	499	325,2
Çözülmüş Oksijen(mg/L)	8,72	10,54	9,5	8,94	10,56	9,75	8,61	10,28	9,37	6,58	9,03	8,62
Cl(mg/L)	21,6	25,8	23,3	22,5	25,7	23,4	13,6	65,1	24,9	17,9	86,7	35,5
NO ₃ (mg/L)	2,84	3,5	3,17	3,01	3,04	3,16	2,93	95,3	9,08	2,8	104,2	32,8
SO ₄ (mg/L)	29,2	35,5	31,8	30	35,3	31,6	10,9	87	32,4	7,77	83,4	27,5
PO ₄ (mg/L)	4,7	7	4,9	4,8	5,27	4,92	4,8	6,28	5,06	4,83	5,21	4,93
Fe(μ g/L)	6	192,2	17,9	7,1	13	8,88	0,81	71,8	12,9	0,88	367,9	28,2
Al(μ g/L)	0,79	7,9	2,109	0,79	1,48	1,04	0,54	5,63	1,36	0,33	19,6	3,63
Na(mg/L)	12,6	16,8	14,2	12,9	14,5	13,6	10	55,2	15,6	10,1	53,8	21,9
Ca(mg/L)	43,5	53,6	48,2	4,78	50,9	45	42,5	111,5	58,3	39,6	112,3	65,8
Mg(mg/L)	17,5	21	18,9	18	19,1	18,4	5	42,4	18,2	17,1	44,1	26,6

Çizelge 4. Adana su kalite indeks hesaplamaları

F1	26,667
F2	0,717
Sapma (SR14)	0,09
Sapma (SR3)	0,216
Sapma (Y8)	0,906
Sapma (SR1)	1,086
Sapma (SR4)	0,213
Sapma (SR5)	0,422
Sapma (SR16)	0,625
Sapma (SR17)	0,265
Sapma (SR18)	0,779
Sapma (SR14)	0,840
TOPLAM (Sapma)	5,442
nse	0,004
F3	0,388
CCME CWQI	84,596
BCWQI	81,640

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Su kaynakları pek çok canlı türünü içinde bulunduran, belli başlı topluluklar ve yaşamsal habitatlar içeren ekosistemlerdir. Su kalitesi, belli başlı kullanımlar ile ilgili su kaynağı veya su kütesinin durumunu göstermekte olup suyun kalitesinin bilinmesi su kirliliğinin kontrolünde büyük önem arz etmektedir.

Su kalite çalışmalarında araştırılan ve önemli bir yere sahip olan parametrelerden biri pH değeridir. pH sularında kimyasal ve biyolojik açıdan çok önem taşımaktadır. pH değerinin yüksek veya düşük olması suyun içilebilir olmasını etkilemekte ve bazı bileşiklerin toksisitesine etki etmektedir. İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik, TS 266 ve Avrupa Birliği standartlarına göre, içme sularında pH değerinin 6,5–9,5 arasında olması istenmektedir. Yapılan çalışma sonucu elde edilen verilere göre, 7,59 ortalama ile genel olarak Adana İli içme sularının hafif düzeyde bazik olduğu tespit edilmiştir.

Su kalite çalışmalarında önemli olan parametrelerden bir diğeri de iletkenlik değeridir. İletkenlik sudaki iyonların konsantrasyonuna ve nutrient yüküne bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre, Adana ili içme sularının, ortalama 479,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değeri ile elektriksel iletkenlik parametresi açısından içme suyu standartlarını aşmadığı tespit edilmiştir.

Bulanıklık, su berraklığının veya şeffaflığın bir ölçüsü olup, suyun ne kadar bulutlu veya çamurlu olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmada sadece Sarıçam ilçesi 14. istasyondan alınan su örneğinde 1,09 NTU olarak tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi şebeke hattı boyunca demir iyonlarının borulardan çözünerek suya geçmesi olarak düşünülmektedir. Çünkü aynı istasyonda demir parametresi de standart değerlerin üstünde tespit edilmiştir.

Tuzluluk ve toplam çözünmüş katı madde (TDS) değerleri de içme kullanma sularında incelenmesi gereken önemli su kalite parametreleri arasındadır. Genel olarak iletkenlikle ilişkilendirilerek suyun iyon yükünün, tuzluluğunun veya kirliliğinin değerlendirilmesi şeklinde kullanılır. Yapılan çalışmada tuzluluk ve toplam çözünmüş katı madde (TDS) değerleri arasında Adana il geneli alınan istasyonlarda önemli bir fark olmadığı tespit edilmiş olup veriler standart değerler arasında belirlenmiştir.

Çözünmüş oksijen (ÇO), suda çözünen ve mikrobik gaz halindeki oksijen kabarcıklarının suya karışmasıyla oluşan oksijen miktarıdır ve su kalitesi çalışmalarında kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Çözünmüş oksijen suyun kirlilik derecesini ifade etmektedir. Yapılan çalışmada sadece Sarıçam ilçesi 3. İstasyon noktasından alınan örnekte çözünmüş oksijen değeri standart değerlerin altında tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi mikrobiyolojik bir kirliliğin varlığının kanıtı olup Adana il geneli diğer alınan istasyon noktalarında standart değer arasında olduğu tespit edilmiştir.

Klorür tuzlarının çözünürlüğü fazla olduğundan sulara en çok bulunan iyonlardan birisi klorürdür. Klorür değerlerinin yüksek oluşu, tuzluluk ve buna

bağlı olarak da elektriksel iletkenliğin yüksek olduğunu gösterir. Klorür iyonlarının miktarı sağlıklı bir içme suyu için gösterge bir parametredir. Bu sebeplerden ötürü su kalite çalışmalarında önemli parametrelerden birisidir. Klorür konsantrasyonu 250 mg/L'yi aşarsa suya tuzlu bir tad verir. Bu çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre klorür konsantrasyonu ortalama 26,2 mg/L ile standart değerler arasında tespit edilmiştir.

İçme suyunda nitrat seviyesi su kalitesinin ve kirliliğinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli parametrelerden birisidir. Nitrat tarımsal gübrenin önemli bir bileşenidir özellikle tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu, kırsal alanlarda, nitrat değerlerinin içme sularında oldukça yüksek konsantrasyonlara çıktığı gözlenmektedir. Suda gözlemlenen yüksek nitrat seviyesi atık sudan kaynaklı bir kontaminasyonun göstergesi olabilir. Yüksek nitratlı sular insan sağlığı açısından bağırsaklarda toksik nitritlere indirgenebilir ve özellikle bebekler, yüksek seviyede nitrat içeren sular ile ciddi şekilde zehirlenebilir. Bu bakımdan su kalitesinde kritik öneme sahip parametrelerden biridir. Yapılan çalışma sonucu elde edilen verilere göre, Yüreğir ilçesinde bir istasyonda, Sarıçam ilçesinde de beş istasyon noktasından alınan su örneklerinde nitrat seviyesi standartların üzerinde belirlenmiş diğer 87 noktadan alınan örnekte nitrat seviyesi standart değerler içerisinde tespit edilmiştir.

Su kalite çalışmasında diğer bir önemli parametre ise sülfattır. Ulusal ve uluslararası standartlarda sülfatın sınır değeri 250 mg/L olarak belirlenmiştir. Sülfat birçok mineralde doğal olarak bulunur içme sularında da doğal yollarla karışan en önemli iyonlardan biridir. Endüstriyel atıklar ve atmosferdeki birikim yoluyla sulara gözlenir. Yüksek sülfatlı sular, küçük çocuklarda ve yetişkinlerde geçici ishale neden olur. Metabolizma zamanla sülfata alıştığından, bu etki daha çok misafir ve turistlerde görülür. Yapılan bu çalışmada sülfat seviyesi alınan tüm istasyonlarda standart değerlerin içerisinde tespit edilmiştir.

Bir diğer önemli su kalite parametresi fosfattır. Fosfat, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübrelerde

ve evsel atıkların karıştığı sularda yoğun olarak bulunur. Uluslararası standartlarda fosfatın sınır değeri 250 mg/L olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen verilere göre, fosfat değerlerinin, Adana İli içme sularında standartlarda belirtilen değerler içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Su kalite çalışmalarında gözlenmesi gereken bir diğer parametre demirdir. İçme sularında demirin aşırı bulunması suya metalik bir tat verir. Yüksek miktarda demir içeren bir su hava ile temas ettiği zaman suya geçen oksijen, Fe⁺² iyonlarını Fe⁺³ e yükseltir. Sonuç olarak suda kırmızı Fe(OH)₃ parçacıkları (kolloidler) meydana gelir ve buda suda renklilik oluşturur. Bu durum sağlık ve estetik açıdan suda istenmeyen bir durumdur. Ayrıca tekstil sanayii, sabun, diş macunu imalatı ve kağıt sanayiinde kullanılan sularda demirin varlığı ürünler üzerinde leke oluşturacağından demir içme kullanma sularında kontrol edilmesi gereken parametredir. Yapılan çalışma sonucu elde edilen verilere göre sadece sarıçam ilçesi 14. istasyon noktasından alınan su örneğinde demir seviyesi standart değerlerin üzerinde bulunmuş olup diğer tüm noktalarda standart değerlerin içerisinde tespit edilmiştir.

Alüminyum içme suları kalite parametrelerinden biri olarak izlenmesi gereken parametrelere aittir. Amfoterik bir element olan Alüminyum aşırı asidik ve alkali pH koşullarında çözünür, ancak nötr ve nötre yakın pH değerlerinde çözünmez. Alüminyuma maruziyetin fazla olması merkezi sinir sisteminde ve iskelet-kas sisteminde toksisite gösterebilir. Özellikle Alzheimer, Parkinson demans ve amyotropik lateral skleroz (ALS) gibi sinir sistemi hastalıklarına neden olabilir. Bu çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre Adana ilinde tüm istasyon noktalarından alınan su örneklerinde alüminyum seviyesi standart değerler içerisinde tespit edilmiştir.

Sodyum iyonu içme su kaynaklarında bulunan en önemli elementlerden biridir. Sodyumun fazlası kan basıncının yükselmesine neden olur. Ayrıca kalp damarlarında tıkanıklığa ve böbrek hastalıklarının oluşmasına da neden olur. Bu sebeplerden dolayı su kalite çalışmalarında üzerinde çalışılması gereken

parametrelerden biridir. Yapılan bu çalışmada elde edilen verilere göre sodyum değeri ulusal ve uluslararası standartlar içerisinde tespit edilmiştir.

Kalsiyum, suyun yapısında var olan ve suya sertlik veren en önemli iyonlardan biridir. Aynı zamanda insan vücudunda en çok bulunan ve en çok ihtiyaç duyulan katyondur. Kemik yapısındaki en önemli tuz olan kalsiyum fosfatı oluşturmakta, diş minesinde bulunmakta, kanın pıhtılaşmasını sağlamakta, kasların fonksiyonu yönünden de önemli rol oynamakta, vb. birçok faydası vardır. Eksikliğinde ise kemik ve iskelet sistemi hastalıkları, çocuklarda raşitizm gibi problemlere neden olmakla birlikte, içme suyundaki derişimi gereğinden fazla olması halinde böbrek taşına sebep olmaktadır. Sağlık açısından bu kadar önemli olan bu katyonun su kalite çalışmalarında incelenmesi kaçınılmaz bir parametredir. Yapılan analizler sonucu elde edilen verilere göre Adana İli içme sularında kalsiyum seviyesi standartlar içerisinde tespit edilmiştir.

Suda çözünen ve suyu sert yapan bir diğer katyon magnezyum iyonudur. Magnezyum, canlı hücresinde potasyum ile birlikte en yaygın bulunan elementidir. İnsan biyolojisinde magnezyum, sağlık için gerekli minerallerden birisidir. İnsan organizmasında başlıca kemiklerde, kaslarda ve sinirsel dokularda bulunur. Aynı zamanda protein ve nükleik asit sentezinde rol oynamaktadır. Magnezyumun bu etkileri dikkate alındığında su kalitesi çalışmalarında önemli bir parametredir. Yapılan analizler sonucu elde edilen verilere göre Adana İlindeki alınan tüm su örneklerinde magnezyum standart seviyelerde bulunduğu tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Dede, Ö., Sezer, M., 2017. Aksu Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kanada Su Kalite İndeksi (CWQI) Modelinin Uygulanması. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32(3), 909-917.
2. Yılmaz, E., Yılmaz, A., Arslan, D., 2010. Su Havzalarında Yönetim Planlamasının Önemi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(1), 75-78.

3. WHO, 2011a. Guidelines for Drinking Water Quality. 4th edn. World Health Organization, Geneva, 631. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/97892>. Erişim Tarihi: 30.10.2022.
4. Lirika, K., Alma, I., Magdalana, C., Dashnor, K., 2013. Ohrid Gölündeki Su Kalitesinin Değerlendirmesinde Diatome ve Makrofit Endekslerinin Kullanılması. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 28(2), 393-400.
5. Akkoyunlu, A., Akiner, M., 2012. Pollution Evaluation in Streams Using Water Quality Indices: A Case Study from Turkey's Sapanca Lake Basin. Ecological Indicators, 18,501-511.
6. Lumb, A., Sharma, T., Bibeault, J., 2011. A Review of Genesis and Evolution of Water Quality Index (WQI) and Some Future Directions. Water Qual Expo Health, 3(1), 11-24.
7. Linstone, H., Turoff, M., 1975. The Delphi Method Outline. Massachutes, Addison-Wesley Publishing Company, 17.
8. CCME., 2001. Canadian Environmental Quality Guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, Canada, 5.
9. M.G.M., 2021. Meteoroloji Genel Müdürlüğü İllere Ait Mevsim Normalleri <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-veilceleristatistik.aspx?k=undefined&m=ADANA> Erişim Tarihi: 06.10.2022.
10. Google Earth Pro, 2022. <https://earth.google.com>. Erişim tarihi; 22.03. 2022.
11. Sağlık Bakanlığı Su Numunesi Kabul Kriterleri, 2018. T.C. Sağlık Bakanlığı. Ankara, 8.
12. Karabük Halk Sağlığı Laboratuvarı Su Numunesi Alma Rehberi, 2015. Karabük Halk Sağlığı Müdürlüğü. Karabük, 10.
13. T.C. Sağlık Bakanlığı. 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. 17 Şubat 2005 Tarihli ve 25730 Sayılı Resmi Gazete, Ankara, 68.
14. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2004. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 12 Aralık 2004 Tarihli ve 25687 Sayılı Resmi Gazete, Ankara, 12.
15. E.C., 2007. European Communities (drinking water) (no. 2), Regulations 2007. S.I. No. 278.
16. WHO, 2017. Guidelines For Drinking-Water Quality. <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255336/9789241565486-eng.pdf>, Erişim Tarihi: 30.10.2022.
17. WHO, 2011b. Hardness in Drinking-Water, Background Document for Development of WHO Guidelines For Drinking-Water Quality. WHO/HSE/WSH/10.01/10/Rev/1. World Health Organization, Geneva.
18. WHO, 2009. Potassium in Drinking-Water, Background Document for Development of WHO Guidelines For Drinking-Water Quality. WHO/HSE/WSH/09.01/7. World Health Organization, Geneva.
19. WHO, 2004. Water, Sanitation and Hygiene Links to Health-Facts and Figures. World Health Organization, Geneva.
20. Titiz, A., 2020. Su Kalitesi İndeksi ve Bazı Çoklu İstatistiksel Teknikler Kullanılarak İpsala İlçesi İçme Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
21. Alver, A., Baştürk, E., 2019. Karasu Nehri Su Kalitesinin Farklı Su Kalitesi İndeksleri Açısından Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(2), 488-497.

