

Bartın İlinde İçme/Kullanma Suları Üzerine Ön Çalışma

Niyazi Erdem Delikanlı^{1*}

¹Bartın Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın.

Özet

İçme suları şebeke hatlarındaki problemler, su kalitesini etkileyebilir. Bu nedenle, arıtma tesisi çıkışında elde edilen uygun kalitedeki su, uç noktada kabul edilemeyecek düzeye ulaşabilir. Su kaynaklı mikrobiyal kirlenmenin önüne geçebilmek adına dezenfeksiyon yöntemleri uygulanmaktadır. Klor ile dezenfeksiyon, mikrobiyal kirlenmeyi önlerken su içerisinde bulunan kirleticilerle etkileşime girerek çeşitli problemlere sebep olabilir. Bartın ili hizmet alanı içerisinde yer alan 20 farklı mahalleden, tesadüfi olarak seçilmiş ev, cami, gıda işletmeleri ve sanayi işletmelerinden Mart ve Haziran ayları içerisinde aynı gün su numuneleri alınarak, bulanıklık, renk, toplam çözünmüş katı, serbest ve toplam klor analizleri yapılmıştır. Bulanıklık değeri, 17 noktada "TS 266" ve "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" sınır değeri olan 1 NTU değerinden yüksek bulunmuştur. Renk parametreleri incelendiğinde en yüksek renk, 17 PtCo değeri ile Cumhuriyet Mahallesi'nde bulunmuştur. 8 mahallede serbest klor miktarı mevzuat sınır değeri olan 0,2 mg/L değerinden düşüktür. Ayrıca, 4 mahallede serbest klor miktarları 2,8 - 3,48 mg/L aralığında tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, aynı su dağıtım şebekesinde bulunan farklı noktalardaki ölçüm parametreleri arasında belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır. Bunun nedeninin şebeke hatlarındaki bozukluklar olduğu düşünülmektedir. Şebeke hatlarının onarımı ve yenilenmesi yerine klorlama miktarının artırılarak halk sağlığının korunmasının amaçlanması, ancak geçici bir çözüm olacaktır.

Anahtar Sözcükler

İçme Suyu, Kullanma Suyu, Şebeke Problemleri, Bartın İli Şebeke Suyu

Preliminary Study On Drinking/Utility Water in Bartın Province

Abstract

Problems in drinking water network lines can affect water quality. For this reason, the water of appropriate quality obtained at the outlet of the treatment plant may reach unacceptable levels at the end point. Disinfection methods are applied to prevent waterborne microbial contamination. While disinfection with chlorine prevents microbial contamination, it may cause various problems by interacting with pollutants in the water. Turbidity, color, total dissolved solids, free and total chlorine analyses were performed by taking water samples on the same day in March and June from randomly selected houses, mosques, food establishments, and industrial establishments from 20 different neighborhoods within the service area of Bartın province. The turbidity value was found to be higher than 1 NTU, which is the limit value of "TS 266" and the "Regulation on Water Intended for Human Consumption" at 17 points. When the color parameters were examined, the highest color was found in Cumhuriyet Neighborhood with a value of 17 PtCo. In 8 neighborhoods, the amount of free chlorine is lower than the regulatory limit value of 0.2 mg/L. In addition, in 4 neighborhoods, free chlorine amounts were determined in the range of 2.8 - 3.48 mg/L. When the results are analyzed, there are significant differences between the measurement parameters at different points in the same water distribution network. The reason for this is thought to be the defects in the network lines. Instead of repairing and renewing the network lines, it is recommended to increase the amount of chlorination to protect public health.

Keywords

Drinking Water, Potable Water, Pipeline Problems, Bartın Main Pipeline

1. Giriş

Ülkemiz su kaynakları açısından; kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2000 yılında 1652 m³, 2009 yılında 1544 m³, 2021 yılında ise 1323 m³, 2022 yılında 1322 m³ ile günümüzde su kısıtı bulunan ülkeler kategorisinde yer almaktadır (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2022). Buna karşın, hızlı kentsel gelişimin ülkemizi hazırlıksız yakalaması ve plansız kentleşme nedeniyle meydana gelen altyapı yetersizlikleri ve su kaynaklarının korunamaması gibi problemlere yol açmıştır. "Sağlıklı su, dengeli mineral dağılımı olan, pestisit kalıntıları ve organik maddeler içermeyen, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirli kalite parametrelerine uyan ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyen su olarak kabul edilir" şeklinde ifade edilmektedir (Begum vd., 2009; Yılmaz vd., 2017).

İçme suyu kaynakları farklı şekillerde kirlenebilmektedir. Yüzeysel su kaynaklarının kalitesi ve miktarı, iklimsel ve jeolojik faktörlerin bileşimine bağlıdır (Oğuz, 2015). Yağışlarla birlikte, farklı miktar ve çeşitlerde kirleticiler su

kaynaklarına taşınabilmektedir. Yüzeysel su kaynaklarının kirlenmesine neden olan aktiviteler, yeraltı su kaynaklarını birincil olarak etkileyemezler. Yüzeyden yeraltına sızan su, filtrasyon, seyrelme, oksidasyon gibi olaylardan etkilenmektedir. Su tablasının altında olan kirletici etkiler, yeraltı suyu kalitesini birincil olarak etkileyen aktivitedir (Yıldırım & Topkaya, 2005). Yıldırım ve Topkaya, Antalya ilinde yaptıkları çalışmada, yeraltı suyu kirleticilerini etkileyen faktörleri; düdenler, akaryakıt istasyonları, sanayi tesisleri, çöp depolama sahaları ve fosseptikler olarak belirtmişlerdir (Yıldırım & Topkaya, 2005).

Kentleşme ve sanayileşmenin hızla artmasıyla birlikte, oluşan çevre kirliliği de aynı oranda artmaktadır. Kirliliğin artmasıyla birlikte, kaliteli ve güvenilir suya ulaşmak gittikçe güçleşmektedir. Kentleşmenin yoğun olduğu şehirlerde, kent sakinlerinin kaliteli suya ulaşması için arıtma tesisleri büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, su şebeke iletim hatları, gerek su kayıplarının önlenmesi, gerek su kalitesinin korunması açısından şehir içme/kullanma sularında büyük önem arz etmektedir. İçme suyu şebeke iletim hatlarının dayanıklılığı, ömrü, bakım, onarım ve montaj kolaylığı gibi özellikleri, şehir su kalitesinde belirleyici olmakta ve arıtılan suyun şebeke iletim hattındaki son noktasına kadar aynı kalitede iletilmesi de oldukça güçleşmektedir.

Şebekelerde fiziki kayıplar; iletim, dağıtım, depo, çeşitli sızmalar ve kaçak kullanımdan ileri gelebilmektedir. Fiziki kayıplar yaşandığı takdirde, şebeke hattında oluşan basınç düşmesi; kırık, çatlak ve gözeneklerden, ek ve bağlantı yerlerinden yer altında bulunan borunun içerisine toprakta bulunan kirleticilerin sızmasına neden olabilmektedir. Toprak nemi seviyesi, toprak ile boru içi arasında bir basınç farkı oluşturabileceğinden, şebeke suyunun kirlenme riski artabilir (Yayan, 2015). Bu bağlamda, şebekelerde, iletim hatlarında, depolarda, insan sağlığını korumak adına çeşitli dezenfeksiyon metotları uygulanmaktadır. Dezenfeksiyon, göl ve nehir gibi yüzeysel su kaynaklarından patojen mikroorganizmaları bertaraf ederek daha güvenli ve kaliteli bir su üretmek için gerçekleştirilmektedir. Fakat uygulanan metotların da oluşturacağı etkiler ölçülmeli ve belirlenmelidir. İçme suyu kaynaklarının klorla dezenfeksiyonu sonucunda, trihalometanlar (THMs) ve haloasetik asitler (HAAs) gibi önemli dezenfeksiyon yan ürünleri meydana gelmektedir (Özdemir, 2022).

Sağlık Bakanlığı'nın 17/2/2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği'nde, "İçme-kullanma sularının dezenfeksiyonunda klor ve klorlu bileşikler kullanılır, uç noktada yapılacak ölçümlerde serbest klor düzeyinin 0,2-0,5 mg/L olması sağlanır. Deprem ve sel gibi olağanüstü durumlar ile kaynak, depo ve şebeke sistemi gibi su yapılarında oluşan arızalanmalara bağlı olarak yapılan su kesintilerinde, şebekenin en uç noktasında serbest klor düzeyi en fazla 1,0 mg/L olacak şekilde klorlama yapılabilir." denmektedir. Bu bağlamda, serbest klor düzeyinin 0,2-0,5 mg/L düzeyinde olması istenmektedir. Ülkemiz yönetmelik ve standartlarında içme sularında bazı parametreler için limit değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Ülkemiz yönetmelik ve standartlarında içme sularında bazı parametreler için limit değerleri

Parametre	Birim	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik	TS 266 (Türk Standartları Enstitüsü, 2005)
Renk	Pt-Co	-	20
Bulanıklık	NTU	1	1
Koku	-	Yok	Yok
Tat	-	Normal	Normal
pH	-	6,5-9,5	6,5-9,5
Elektriksel İletkenlik	µS/cm	2500	2500
Serbest Klor	mg/L	0,2-0,5	-

1.1. Bartın Şebeke İçme-Kullanma Suyu ve Kavşak İçme Suyu Farkı

2020 yılı içme suyu mevcut durum raporunda, Bartın'da bir yıllık dönemde Kavşak Suyu çeşmeleri dahil 3.718.841 m³ civarında içme ve kullanma suyu tüketildiği ifade edilmiştir. Bu miktarın 2019 yılında 3.626.990 m³ olduğu belirtilmiştir. Kavşak Suyu, 1948 yılından beri Bartın, Amasra ve ikisinin arasındaki köylerin içme suyunu sağlayan pınarın ve Bartın Belediyesi tarafından mahalle çeşmeleri ve taşıma yoluyla Bartın halkına ücretsiz dağıtılan doğal yeraltı suyunun adıdır (Kavşak Suyu, 2023). Günümüzde hala Bartın Belediyesi tarafından mevcut su şebekesinden ayrı bir şebeke ile mahalle çeşmelerine ve su tankerleri ile mahalle çeşmesi bulunmayan bölgelere taşınarak halka sunulmaktadır. Bartın ilinin içme suyunu Kavşak Suyu, içme/kullanma suyunu ise şebeke suyu oluşturmaktadır.

Bartın'da, bitkisel ve hayvansal üretim noktasında ürün çeşitliliği bulunmaktadır (Bartın Ticaret ve Sanayi Odası, 2023). Bartın şehir merkezinde, hayvancılık yaygın olmakla birlikte, hayvan atıkları açık arazi üzerinde depolanmaktadır. Bu durum, yağışlarla birlikte hayvan atıklarından ileri gelen kirleticilerin yeraltına sızmasına neden olabilmektedir.

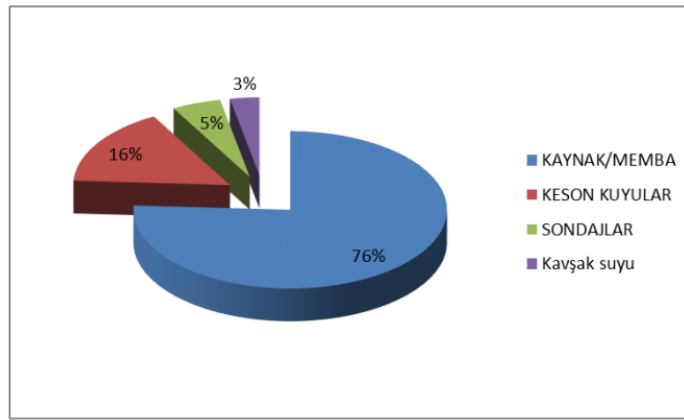
Bartın ilinin ana içme ve kullanma suyu kaynağı, Ulupınar-Bahçecik membasıdır. Kaman köyünde de Kavşak içme suyu membası bulunmaktadır (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2021). Bartın ilinde hane çeşmelerinden akan su "içme/kullanma suyu" olarak, bazı sokak çeşmelerinden ve tankerlerle dağıtımı yapılan Kavşak Suyu ise "içme suyu" olarak farklı şebekelerle dağıtılmaktadır.

Bu sebeple, Bartın ilinde halk, Kavşak Suyunu şebeke suyu gibi değerlendirmemekte, sadece içme ve gıda amaçlı kullanmaktadır. Çalışma kapsamında analizleri yapılan şebeke, belediyenin hane ve işyerlerine dağıttığı ana su hattıdır.

Bartın Belediyesi 2022 Faaliyet Raporu'nda, şehir şebeke suyu arıtması yapmakta olan 3 adet paket arıtma tesisi olduğu ve toplam kapasitesinin 33.500 m³/gün olduğu belirtilmiştir (Bartın Belediyesi, 2023). Küresel ısınma, kuraklık durumları, mücavir alanların genişlemesi, turizm vb. nüfus artış olaylarına karşı baraj ve gölet gibi ilave rezerv su kaynakları için de yatırım yapılması gerekmektedir (Bartın Belediyesi, 2023).

Bartın Belediyesi faaliyet raporunda, 2020 yılı için kayıp-kaçak oranının %35 olduğu belirtilmiştir. İsale hattındaki vantuzlardan ve mekanik arızalardan kaynaklanan kaçaklardan dolayı, suyun şehre kadar isalesinin sağlanmasında saptmalar olduğu belirtilmiştir. Arıtma tesisleri çıkış suyu bulanıklık değerinin 5 NTU'nun altında olduğu ifade edilmiştir. Buna karşın, su kalitesinin mevsimsel değişimlere bağlı olarak farklılık gösterdiği açıklanmıştır (Bartın Belediyesi, 2020).

Bartın ili nüfusunun %99'u içme suyu şebekesinden faydalanmaktadır. Bartın Belediyesi tarafından temin edilen içme ve kullanma suyunun yaklaşık %76'sı Ulupınar-Bahçecik kaynağından, %16'sı keson kuyularından, %5'i sondajlardan ve %3'ü de Kavşak İçme Suyu membasından elde edilmektedir (Şekil 1) (Bartın Belediyesi, 2023). Kavşak suyunun, farklı iletim hatları ve taşıma yoluyla kullanıcılara ulaştırılması sebebiyle, şebeke dağıtım suyundan bağımsız değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında Kavşak suyu dahil edilmemiştir.



Şekil 1: Bartın ili 2022 yılı belediyeler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılmak üzere temin edilen su miktarının kaynaklara göre dağılımı (Bartın Belediyesi, 2023)

Kanalizasyon ve şebeke suyuna erişim oranı, Bartın ve Zonguldak'ta Türkiye ortalamasının altındadır. Özellikle, ortalamanın en düşük olduğu Bartın kent merkezinde şebeke suyunun kullanılması ile ilgili ciddi bir sorun vardır. Şebeke suyu, kentte yaşayanlar tarafından büyük ölçüde sadece temizlik amaçlı kullanılabilir (Nas, 2019).

Nas (2021), Bartın'da memnuniyet düzeylerinin araştırılması konusunda yapmış olduğu çalışmada, hava kirliliği, şehir içi ulaşım, şebeke suyu, sebze-meyve ve giyim fiyatları konusunda olumsuz değerlendirmelere yol açan sorunlara rastlamıştır. Bu durum, bireylerin kentsel yaşama uyum sağlama ve kentle bütünleşme düzeylerini olumsuz yönde etkiler; ayrıca yerel ve merkezi yönetimlere karşı politik bir tutumun oluşmasına yol açar. Kentsel yaşama dair olumsuz ekonomik ve politik bir bakış açısı, birey veya grupların başka bir kente göç etme eğilimlerini gündeme getirir (Nas, 2021).

Çalışmanın amacı, Bartın ilindeki şebeke arıtma tesisi çıkışında elde edilen suyun uç noktaya ulaşmaya kadar yapısında meydana gelen farklılıkların belirlenmesinde bir ön çalışma yapmaktır. Şebeke suyunun içme suyu olarak kullanılabilir derecede arıtıldığı, fakat içme suyu olarak kullanılamadığı; içme suyunun farklı bir kaynaktan, farklı bir şebeke ile mahalle çeşmelerine dağıtıldığı düşünüldüğünde, şebeke hattında çeşitli altyapı problemlerinin olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, halk sağlığının korunması için şebeke hattında uygulanan klor ile dezenfeksiyonun çeşitli problemlere yol açabileceği tartışılmıştır. Çalışma kapsamında, Bartın kent merkezinde su dağıtım şebekesinin 20 farklı mahallesinden tesadüfi olarak seçilmiş ev, cami, gıda işletmeleri ve sanayi işletmelerinden alınan numunelerde, fiziksel ve kimyasal parametrelerden bazıları incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

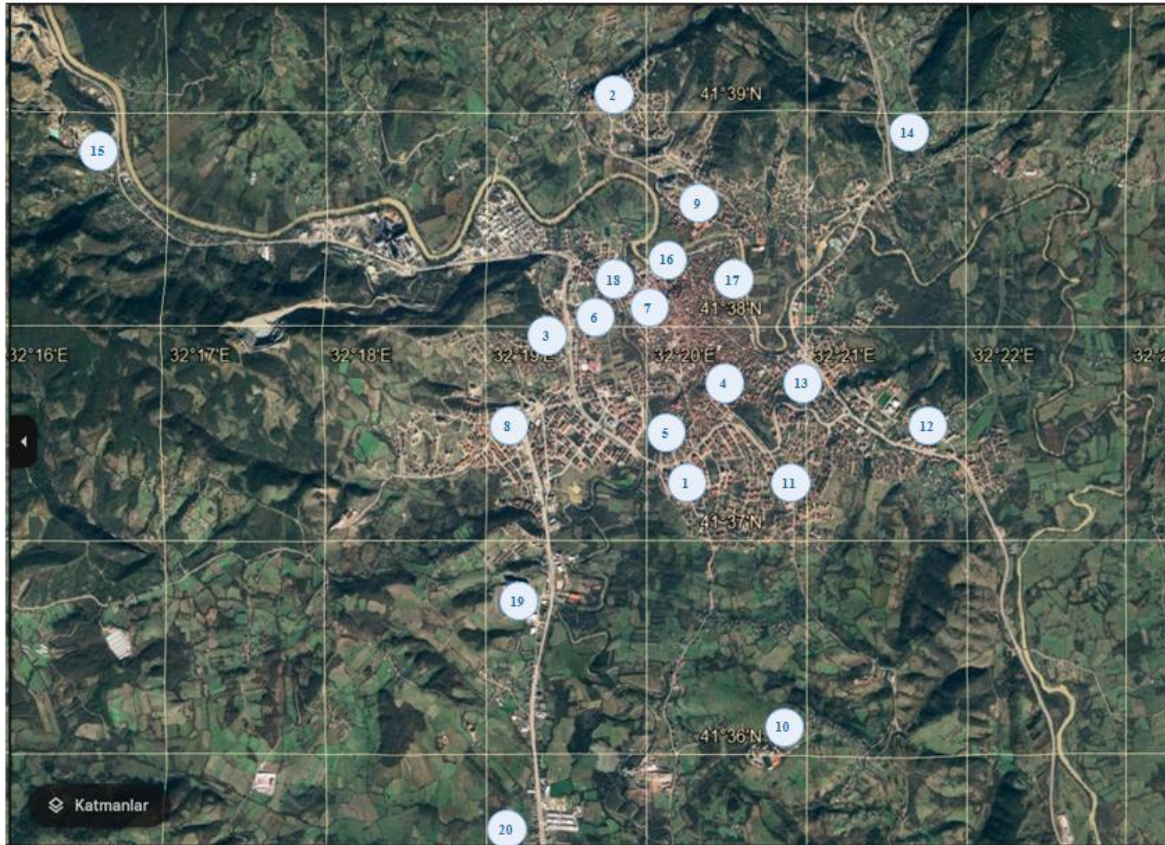
Çalışma kapsamında, Bartın kent merkezinde bulunan 20 farklı mahalleden tesadüfi olarak seçilmiş ev, cami, gıda işletmeleri ve sanayi işletmelerinden aynı gün içerisinde su numuneleri alınmıştır. Alınan su örnekleri, analizleri yapılabildiği kadar Bartın Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'nda +4°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Numune alınan noktalar ve numune noktalarının kod numaraları Tablo 3 ve Şekil 3'te verilmiştir. Alınan numunelerin herhangi bir girişime ve bulaşa sebebiyet vermemesi açısından, örnek alınmadan önce numune kapları saf su ile yıkanmıştır.

Ayrıca, örnek kapları (1 litrelik renkli cam numune kapları) otoklavda (Nüve steamArt OT 40 L) 1 atm basınç altında 200°C'de 2 saat süreyle sterilize edilmiştir.

Bunların yanı sıra, numune alınan nokta önce alevle sterilize edilmiş, sonra bir müddet akıtılıp boşluk kalmayacak şekilde doldurularak ve kapakları kapatılarak numuneler alınmıştır. Örneklerde, bulanıklık, renk, pH, toplam çözünmüş katı, serbest klor ve toplam klor analizleri yapılmıştır. Bulanıklık ölçümleri Hach / 2100Q cihazı ile, renk ölçümleri Hach DR3900 spektrofotometre ile, pH ölçümleri Mettler Toledo SG78 ile, serbest ve toplam klor analizleri “Matriks® Serbest ve Toplam Klor Test Kiti” kullanılarak 0,03-6 mg/L ölçüm aralığında Hach DR6000 spektrofotometre ile yapılmıştır. Örnekler, aylık toplam yağış miktarı ortalamasının benzer ve sel afet riskinin düşük olduğu dönemler olması nedeniyle 2023 Mart ve 2023 Haziran ayları içerisinde alınmıştır ve sonuçlar ortalama değerleri göstermektedir.

Tablo 3: Numune alınan noktalar ve kod numaraları

1	Karaköy Mahallesi	11	Esentepe Mahallesi
2	Hürriyet Mahallesi	12	Çaydüzü Mahallesi
3	Aladağ Mahallesi	13	Tuna Mahallesi
4	Demirciler Mahallesi	14	Karaçay Mahallesi
5	Kemerköprü Mahallesi	15	Gürgen Pınarı Mahallesi
6	Gölbucağı Mahallesi	16	Köyortası Mahallesi
7	Orta Mahallesi	17	Okulak Mahallesi
8	Cumhuriyet Mahallesi	18	Kırtepe Mahallesi
9	Orduyeri Mahallesi	19	Şiremir Çavuş Mahallesi
10	Ağdacı Mahallesi	20	Gecen Mahallesi



Şekil 3: Numune alınan noktalar

3. Bulgular

3.1. Bulanıklık

Ülkemiz mevzuatlarındaki “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”te, bulanıklık hakkında “Yüzeysel suyun arıtılması durumunda Bakanlık, arıtımından sonra sudaki bulanıklığın 1,0 NTU (Nefelometrik Bulanıklık Üniteleri) değerini aşmamasına dikkat eder.” şeklinde ifade edilmiştir.

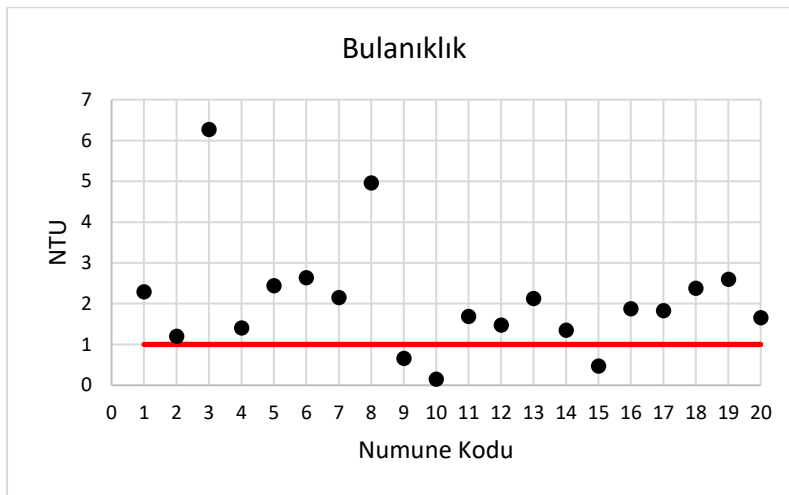
Alınan su örnekleri incelendiğinde, bulanıklık parametresinin Aladağ Mahallesi'nde 5 NTU değerinden yüksek olduğu görülmüştür. Aladağ Mahallesi'nde elde edilen 6.27 NTU bulanıklık değeri, muhtemelen şebeke hattında meydana gelen arızalar nedeniyle borulara dışarıdan kirli su sızması veya eski borulardan kaynaklanan iç tortu birikimlerinin yer değiştirmesi sonucu oluşmuştur. Ayrıca, yağışlı dönemlerde yüzeysel suların şebeke suyuna karışması da bulanıklık artışına neden olabilir.

Cumhuriyet Mahallesi, 4,96 NTU değeri ile ikinci en yüksek bulanıklığa sahip olan mahalle olmuştur (Tablo 4, Şekil 4). 20 noktanın 17 noktasında, bulanıklık değerleri sınır değer olan 1 NTU'nun üzerindedir. Sadece Orduyeri, Ağdacı ve Gürgen Pınarı mahallelerinde 1 NTU'dan düşük bulunmuştur. Tüm mahallelerde ortalama bulanıklık değeri 2,08 NTU olarak tespit edilmiştir ve ülkemiz mevzuatlarında yer alan içme suyu bulanıklık sınır değeri olan 1 NTU'nun üzerindedir.

Tablo 4: Numune alınan noktalarda tespit edilen bulanıklık değerleri (NTU)

Mahalle	Bulanıklık (NTU)	Mahalle	Bulanıklık (NTU)
1-Karaköy Mahallesi	2,29	11-Esentepe Mahallesi	1,69
2-Hürriyet Mahallesi	1,2	12-Çaydüzü Mahallesi	1,48
3-Aladağ Mahallesi	6,27	13-Tuna Mahallesi	2,13
4-Demirciler Mahallesi	1,41	14-Karaçay Mahallesi	1,35
5-Kemerköprü Mahallesi	2,44	15-Gürgen Pınarı Mahallesi	0,47
6-Gölbucacı Mahallesi	2,64	16-Köyortası Mahallesi	1,88
7-Orta Mahallesi	2,15	17-Okulak Mahallesi	1,83
8-Cumhuriyet Mahallesi	4,96	18-Kırtepe Mahallesi	2,38
9-Orduyeri Mahallesi	0,66	19-Şiremir Çavuş Mahallesi	2,6
10-Ağdacı Mahallesi	0,15	20-Gecen Mahallesi	1,66

İçme suyu bulanıklığı, bir dizi sağlık sorununa sebep olmaktadır (Gaya vd., 2017; El Bouaidi vd., 2022). Bulanıklık, kötü kaynak suyu kalitesi, kötü arıtma ve dağıtım sistemlerinde çökeltilerin ve biyofilmlerin bozulması veya ana arızalar ve diğer arızalar yoluyla kirli su girişinden kaynaklanabilir. Büyük belediye kaynakları, sürekli olarak görünür bulanıklığı olmayan su üretmelidir (dezenfeksiyondan önce her zaman 0,5 NTU'yu sağlamalı ve ortalama 0,2 NTU veya daha az olmalıdır) (World Health Organization, 2022). Ancak, özellikle kaynakların sınırlı olduğu küçük kaynaklar bu seviyelere ulaşamayabilir. Görünür bulanıklık, içme suyunun kabul edilebilirliğini azaltır. Bulanıklığa katkıda bulunan çoğu partikül sağlık açısından bir önemi olmamasına rağmen (tehlikeli kimyasal ve mikrobiyal kirlenmelerin varlığına işaret edebilir), birçok tüketici bulanıklığı genellikle ilişkilendirir ve bulanık suyu içmek için güvensiz olarak değerlendirir (World Health Organization, 2022). Bulanıklıkla ilgili şikâyetler her zaman araştırılmalıdır çünkü bunlar dağıtım sistemlerindeki önemli hataları veya ihlalleri yansıtır olabilir. Deneysel çalışmalar sonucunda, arıtma tesisinde yeterli arıtmanın sağlanmadığı veya suyun arıtma tesisinden çıktıktan sonra, son noktada kullanıcıya ulaşana kadar çeşitli altyapı yetersizlikleri nedeniyle şebekede problemler olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4: Numune alınan noktalarda tespit edilen bulanıklık değerleri (NTU)

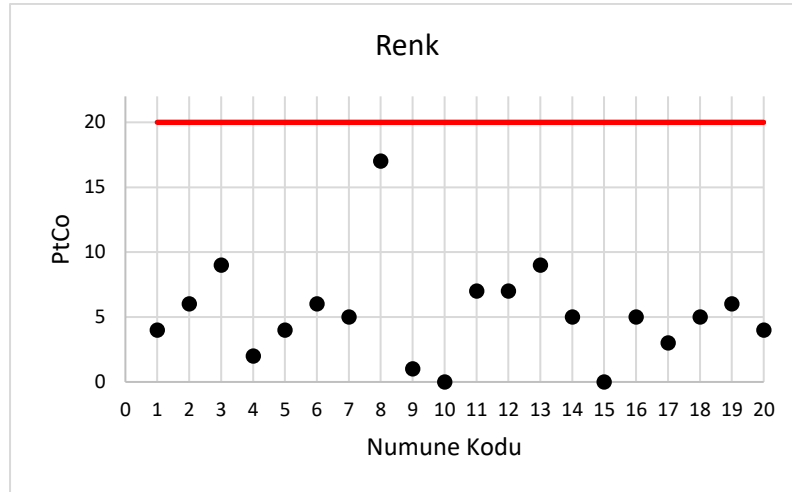
3.2. Renk

Renk problemleri, içme suyu arıtma süreçlerinde çeşitli yöntemler kullanılarak giderilebilir. Filtrasyon, koagülasyon/flokülasyon, aktif karbon adsorpsiyonu ve dezenfeksiyon gibi işlemler, suyu renk ve diğer kirliliklerden arındırmak için yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Ayrıca, su kaynağının korunması ve kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınması da renk problemlerini önlemek için önemlidir (Rahman & Gagnon, 2014). Analizi yapılan numunelerde, renk parametreleri incelendiğinde en yüksek renk oranının 17 PtCo değeri ile Cumhuriyet Mahallesi'nde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5, Şekil 5). Tüm mahallelerdeki ortalama renk değeri 5,25 PtCo'dur. Ağdacı ve Gürgen Pınarı Mahallelerinde renk tespit edilmemiştir. Tüm değerler, TS 266 sınır değeri olan 20 PtCo'nun altındadır.

İçme suyunda ideal olarak görünür renk olmamalıdır. İçme suyundaki renk, genellikle toprağın humus fraksiyonuyla ilişkili renkli organik maddelerin (öncelikle humik ve fulvik asitler) varlığından kaynaklanmaktadır. Renk, doğal safsızlıklar veya korozyon ürünleri olarak demir ve diğer metallerin varlığından da güçlü bir şekilde etkilenir. Doğal organik karbondan (örneğin hümlükler) kaynaklanan yüksek renk, dezenfeksiyon işlemlerinden kaynaklanan yan ürünlerin üretme eğiliminin yüksek olduğunu da gösterebilir (World Health Organization, 2022). Cumhuriyet Mahallesi'nde ölçülen 17 PtCo renk değerinin yüksek olmasının sebebi, su kaynağına karışan organik maddeler veya demir gibi metallerin varlığı olabilir. Özellikle eski veya korozyona uğramış borulardan suya metal iyonlarının karışması renk parametresinde artışa yol açar. Ayrıca, yüzey sularının şebeke suyuna karışması da renkte artışa neden olabilir.

Tablo 5: Numune alınan noktalarda tespit edilen renk değerleri (PtCo)

Mahalle	Renk (PtCo)	Mahalle	Renk (PtCo)
1-Karaköy Mahallesi	4	11-Esentepe Mahallesi	7
2-Hürriyet Mahallesi	6	12-Çaydüzü Mahallesi	7
3-Aladağ Mahallesi	9	13-Tuna Mahallesi	9
4-Demirciler Mahallesi	2	14-Karaçay Mahallesi	5
5-Kemerköprü Mahallesi	4	15-Gürgen Pınarı Mahallesi	0
6-Gölbucağı Mahallesi	6	16-Köyortası Mahallesi	5
7-Orta Mahallesi	5	17-Okulak Mahallesi	3
8-Cumhuriyet Mahallesi	17	18-Kırtepe Mahallesi	5
9-Orduyeri Mahallesi	1	19-Şiremir Çavuş Mahallesi	6
10-Ağdacı Mahallesi	0	20-Gecen Mahallesi	4



Şekil 5: Numune alınan noktalarda tespit edilen renk değerleri (PtCo)

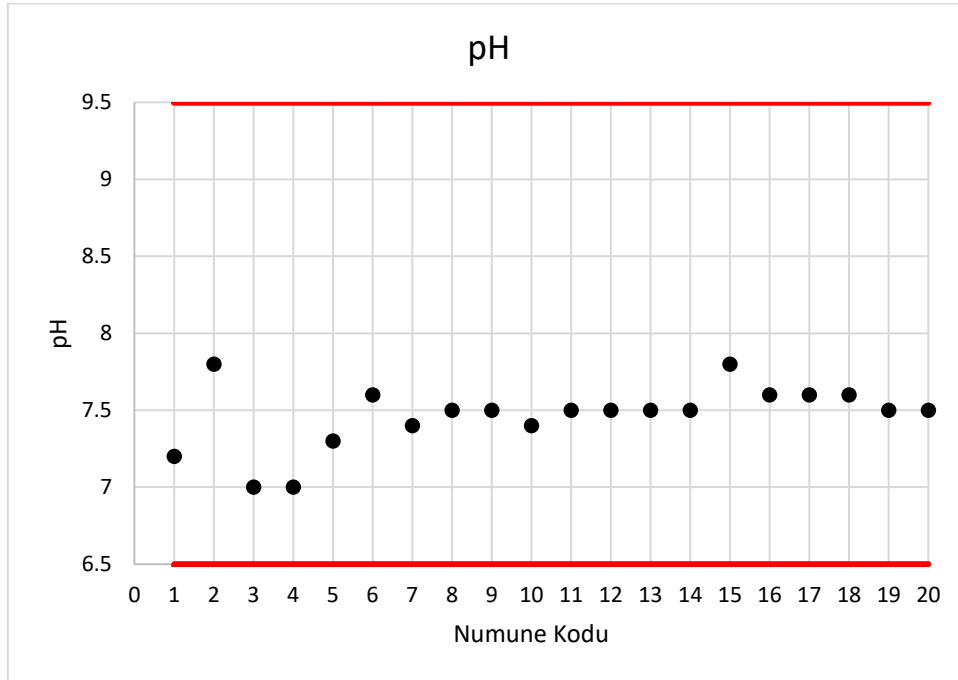
3.3. pH

pH, genellikle tüketiciler üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olmasa da, en önemli operasyonel su kalitesi parametrelerinden biridir. Tatmin edici su arıtımı ve dezenfeksiyonu sağlamak için su arıtımının tüm aşamalarında pH kontrolüne dikkat edilmesi gerekir. 20 noktadaki pH değerleri incelendiğinde, tüm değerler mevzuat sınır değerleri arasında tespit edilmiştir. Tüm mahallelerdeki ortalama pH değeri 7,5'tir. En düşük pH, Aladağ ve Demirciler Mahallelerinde 7'dir. En yüksek pH, Hürriyet ve Gürgen Pınarı Mahallelerinde 7,8'dir. "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" sınır değerleri 6,5 ve 9,5 arasındadır (Tablo 6, Şekil 6).

Klor ile etkili dezenfeksiyon için pH tercihen 8'den az olmalıdır; ancak daha düşük pH'lı suyun (yaklaşık pH 7 veya daha düşük) aşındırıcı olma olasılığı daha yüksektir. Eysel su sistemlerinde, su şebekesi ve boruların korozyonunu en aza indirmek için dağıtım sistemine giren suyun pH'ı kontrol edilmelidir. Korozyonun en aza indirilememesi, içme suyunun kirlenmesine ve tadı ile görünümü üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Gerekli optimum pH, suyun bileşimine ve dağıtım sisteminde kullanılan yapı malzemelerinin niteliğine göre farklı kaynaklarda değişiklik gösterecektir; ancak genellikle 6,5-8,5 aralığındadır (World Health Organization, 2022).

Tablo 6: Numune alınan noktalarda tespit edilen pH değerleri

Mahalle	pH	Mahalle	pH
1-Karaköy Mahallesi	7,2	11-Esentepe Mahallesi	7,5
2-Hürriyet Mahallesi	7,8	12-Çaydüzü Mahallesi	7,5
3-Aladağ Mahallesi	7	13-Tuna Mahallesi	7,5
4-Demirciler Mahallesi	7	14-Karaçay Mahallesi	7,5
5-Kemerköprü Mahallesi	7,3	15-Gürgeç Pınarı Mahallesi	7,8
6-Gölbucağı Mahallesi	7,6	16-Köyortası Mahallesi	7,6
7-Orta Mahallesi	7,4	17-Okulak Mahallesi	7,6
8-Cumhuriyet Mahallesi	7,5	18-Kırtepe Mahallesi	7,6
9-Orduyeri Mahallesi	7,5	19-Şiremir Çavuş Mahallesi	7,5
10-Ağdacı Mahallesi	7,4	20-Gecen Mahallesi	7,5



Şekil 6: Numune alınan noktalarda tespit edilen pH değerleri

3.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TÇK)

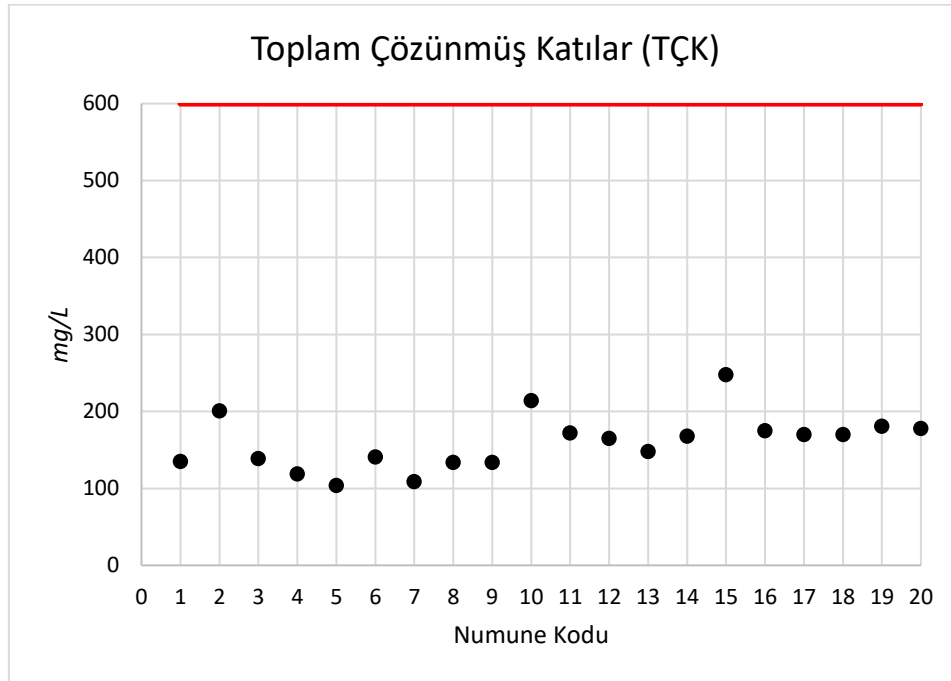
Toplam çözünmüş katı maddeler (TÇK), inorganik tuzlar (başlıca kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, bikarbonatlar, klorürler ve sülfatlar) ve suda çözünmüş az miktarda organik maddeden oluşur. Bununla birlikte, içme suyunda yüksek seviyelerde TÇK bulunması tüketiciler için sakıncalı olabilir. Toplam çözünmüş katı madde (TÇK) seviyesi yaklaşık 600 mg/L'den az olan suyun lezzetinin genellikle iyi olduğu kabul edilir; içme suyu, yaklaşık 1000 mg/L'den daha yüksek TÇK seviyelerinde önemli ölçüde ve giderek daha lezzetsiz hale gelir (World Health Organization, 2003, 2022). Su borularında, ısıtıcılarda, kazanlarda ve ev aletlerinde aşırı kireçlenme nedeniyle yüksek TÇK seviyelerinin varlığı tüketiciler için sakıncalı olabilir (World Health Organization, 2022). Çok düşük TÇK konsantrasyonlarına sahip sular da düz, yavan tadı nedeniyle tüketiciler tarafından kabul edilemez olabilir; ayrıca genellikle su tedarik sistemleri için aşındırıcıdır (World Health Organization, 2003). TÇK değerleri, 20 mahallede ortalama 249,99 mg/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 7, Şekil 7).

TÇK'nın klorürler, sülfatlar, magnezyum, kalsiyum ve karbonatlar gibi belirli bileşenleri, su dağıtım sistemlerinde korozyonu veya kabuklaşmayı etkiler (Sawyer & McGraw, 1967). Yüksek TÇK seviyeleri (>500 mg/Litre), su borularında, su ısıtıcılarında, kazanlarda ve buharlı ütüler gibi ev aletlerinde aşırı kireçlenmeye neden olur (Tihansky, 1974). Bu tür kireçlenme, bu cihazların kullanım ömrünü kısaltabilir (McQuillan & Spenst, 1976).

Su kaynaklarındaki TÇK, doğal kaynaklardan, kanalizasyondan, kentsel ve tarımsal akıştan ve endüstriyel atık sularından kaynaklanmaktadır. Yolların buzunu çözmek için kullanılan tuzlar da su kaynaklarının TÇK yüküne katkıda bulunabilir. 1955 ve 1970 yılları arasında, Amerika Birleşik Devletleri Burlington, Massachusetts'teki yeraltı suyunun tuzluluğunda, yolların buzunun çözülmesinden kaynaklanan on katlık bir artış kaydedilmiştir. Bu tarihten sonra buz çözücü kimyasalların kullanımı yasaklanmıştır (Meybeck vd., 1989). Ağdacı Mahallesi'nde TÇK değerinin bu kadar yüksek olması, suya karışan inorganik tuzlar, özellikle kalsiyum, magnezyum, klorür ve sülfat gibi iyonların fazla miktarda bulunmasından kaynaklanabilir. Bu durum, eski borulardan kaynaklanan korozyon ürünleri veya çevresel faktörlerin (örneğin, tuzlu su girişi) etkisiyle meydana gelmiş olabilir.

Tablo 7: Numune alınan noktalarda tespit edilen TÇK değerleri (mg/L)

Mahalle	TÇK (mg/L)	Mahalle	TÇK (mg/L)
1-Karaköy Mahallesi	210,6	11-Esentepe Mahallesi	268,32
2-Hürriyet Mahallesi	313,56	12-Çaydüzü Mahallesi	257,4
3-Aladağ Mahallesi	216,84	13-Tuna Mahallesi	230,88
4-Demirciler Mahallesi	185,64	14-Karaçay Mahallesi	262,08
5-Kemerköprü Mahallesi	162,24	15-Gürgen Pınarı Mahallesi	386,88
6-Gölbucağı Mahallesi	219,96	16-Köyortası Mahallesi	273
7-Orta Mahallesi	170,04	17-Okulak Mahallesi	265,2
8-Cumhuriyet Mahallesi	209,04	18-Kırtepe Mahallesi	265,2
9-Orduyeri Mahallesi	209,04	19-Şiremir Çavuş Mahallesi	282,36
10-Ağdacı Mahallesi	333,84	20-Gecen Mahallesi	277,68



Şekil 7: Numune alınan noktalarda tespit edilen TÇK değerleri (mg/L)

3.5. Serbest ve Toplam Klor

İçme suyu kaynakları genellikle doğal olarak bakteri, virüs ve diğer mikroorganizmaları içerebilir. Bu mikroorganizmalar, hastalıklara neden olabilir ve sağlık açısından ciddi riskler oluşturabilir. Klor, içme suyunu dezenfekte etmek için kullanılan en yaygın ve etkili yöntemlerden biridir. İçme suyuna klor eklenerek mikroorganizmaların büyümesi ve yayılması engellenir (Rao, 2022). Klor, suya eklendiğinde mikropları öldürebilen güçlü bir oksidandır. Bakterilerin, virüslerin ve parazitlerin hücre zarlarını ve genetik materyallerini tahrip ederek etkisiz hale getirir.

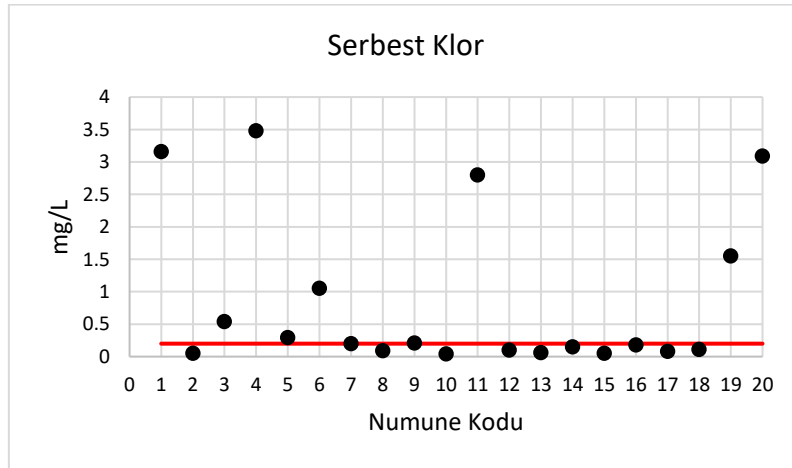
Bununla birlikte, klorun bazı dezavantajları da vardır. Klor, suya belirgin bir koku ve tat verebilir. Bazı insanlar bu koku ve tadı rahatsız edici bulabilir. Klor, su ile reaksiyona girerek yan ürünler oluşturabilir. Bu yan ürünlerden en yaygın olanı trihalometanlardır (Kitis vd., 2010). Trihalometanlar, uzun süreli maruz kalma durumunda sağlık riskleri taşıyabilir. Ancak, içme suyu standartlarında belirlenen limitler genellikle bu riskleri minimize edecek şekilde düzenlenir. Klor, bazı organik maddelerle reaksiyona girebilir ve zararlı bileşikler oluşturabilir. Özellikle bazı pestisitler ve endüstriyel atık maddeleri, klorla etkileşime girerek toksik bileşiklere dönüşebilir (Li vd., 2023).

Dezenfeksiyon, içme suyu arıtımının tamamlayıcı bir bileşenidir (Cortes & Marcos, 2018; Alexandrou vd., 2018). Ancak dezenfeksiyon sürecinde suyun mikrobiyolojik kalitesi iyileştirilirken, klor gibi dezenfektanlar doğal organik maddelerle (DOM) reaksiyona girerek sularda dezenfeksiyon yan ürünlerini (DYÜ) oluşturmaktadır (Chippi vd., 2018; Ersan vd., 2019). Sularda doğal olarak bulunan organik ve/veya inorganik maddeler, dezenfeksiyon sürecinde kullanılan dezenfektanlarla kasıtsız bir şekilde tepkime verme eğilimindedir. DYÜ'ler, içme suyu şebekelerinde dezenfeksiyon sürecinden sonra dezenfektanlarla öncül maddeler arasındaki tepkime sonucu oluşan genotoksik, sitotoksik ve karsinojenik yan ürünlerdir (Özgür vd., 2023). Sonuç olarak, klor, içme suyu dezenfeksiyonunda yaygın olarak kullanılan bir maddedir ve su kaynaklarının mikroorganizmalardan arındırılmasında önemli bir rol oynar. Ancak, suyun klorla dezenfekte edilmesi sırasında oluşabilecek yan ürünler ve kimyasal etkileşimler göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 8: Numune alınan noktalarda tespit edilen serbest klor değerleri (mg/L)

Mahalle	Serbest Klor (mg/L)	Mahalle	Serbest Klor (mg/L)
1-Karaköy Mahallesi	3,16	11-Esentepe Mahallesi	2,8
2-Hürriyet Mahallesi	0,05	12-Çaydüzü Mahallesi	0,1
3-Aladağ Mahallesi	0,54	13-Tuna Mahallesi	0,06
4-Demirciler Mahallesi	3,48	14-Karaçay Mahallesi	0,15
5-Kemerköprü Mahallesi	0,29	15-Gürgeç Pınarı Mahallesi	0,05
6-Gölbucağı Mahallesi	1,05	16-Köyortası Mahallesi	0,18
7-Orta Mahallesi	0,2	17-Okulak Mahallesi	0,08
8-Cumhuriyet Mahallesi	0,09	18-Kırtepe Mahallesi	0,11
9-Ordüyeri Mahallesi	0,21	19-Şiremir Çavuş Mahallesi	1,55
10-Ağdacı Mahallesi	0,04	20-Gecen Mahallesi	3,09

Alınan numunelerdeki serbest klor miktarları incelendiğinde, en yüksek değerlerin Demirciler Mahallesi'nde 3,48 mg/L, Karaköy Mahallesi'nde 3,16 mg/L, Gecen Mahallesi'nde 3,09 mg/L ve Esentepe Mahallesi'nde 2,8 mg/L olduğu bulunmuştur (Tablo 8). 29863 Sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te, serbest klor değerinin 0,2-0,5 mg/L aralığında olması istenmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre, bu değerlere yakın veya değerleri sağlayabilen mahalleler, Aladağ, Kemerköprü, Orta, Ordüyeri, Karaçay ve Köyortası Mahalleleridir. Hürriyet, Cumhuriyet, Ağdacı, Çaydüzü, Tuna, Gürgeç Pınarı, Okulak ve Kırtepe Mahallelerinde serbest klor miktarı 0,2 mg/L'den düşüktür. Tablo 8 ve Şekil 8 incelendiğinde, serbest klor miktarlarında yüksek oranda farklılıklar bulunmaktadır. 20 mahallenin ortalama serbest klor miktarının 0,86 mg/L olduğu hesaplanmıştır. Serbest klor miktarının yüksek olması, suyun mikrobiyolojik kontaminasyon riskini azaltmak için yapılan yoğun klorlama uygulamasının bir sonucudur. Ancak, bu kadar yüksek klor değerleri, suyun son kullanıcıya ulaşana kadar fazla miktarda klor eklenmesi veya şebeke hattında klorun homojen dağılmaması nedeniyle oluşabilir.

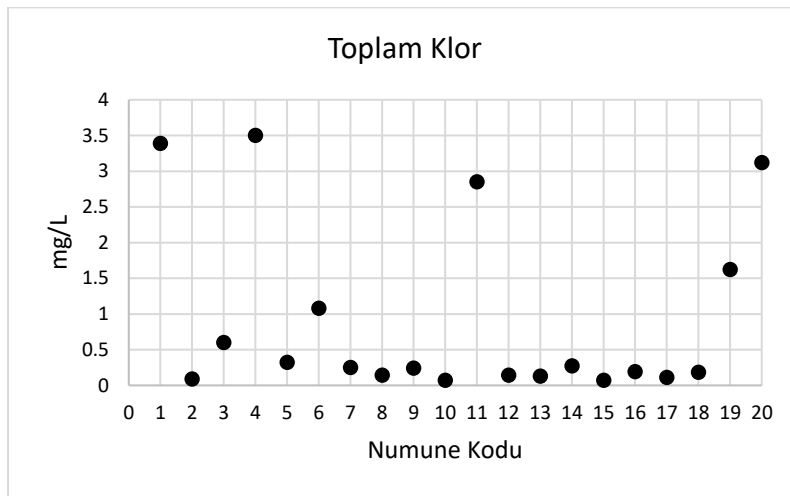


Şekil 8: Numune alınan noktalarda tespit edilen serbest klor değerleri (mg/L)

Toplam klor oranları incelendiğinde, serbest klor miktarlarına benzer sonuçlar göze çarpmaktadır. En yüksek değerlerin Demirciler Mahallesi'nde 3,5 mg/L, Karaköy Mahallesi'nde 3,39 mg/L, Gecen Mahallesi'nde 3,12 mg/L ve Esentepe Mahallesi'nde 2,85 mg/L olduğu bulunmuştur (Tablo 9). En düşük değerler ise, Hürriyet Mahallesi'nde 0,09 mg/L, Aladağ Mahallesi'nde 0,6 mg/L, Ağdacı ve Gürgen Pınarı Mahallelerinde 0,07 mg/L olarak tespit edilmiştir. Şekil 9 incelendiğinde, serbest klor miktarlarında olduğu gibi yüksek oranda farklılıklar bulunmaktadır. 20 mahallenin ortalama toplam klor miktarının 0,92 mg/L olduğu hesaplanmıştır. Çoğu kişi, içme suyundaki klorun tadını veya kokusunu 5 mg/L'nin çok altındaki konsantrasyonlarda, bazıları ise 0,3 mg/L kadar düşük seviyelerde alabilmektedir. Klor için tat eşiği, sağlık temelli kılavuz değer olan 5 mg/L'nin altındadır ([World Health Organization, 2022](#)). Toplam klor değerinin yüksek olması, suyun dezenfeksiyon sürecinde fazla miktarda klor kullanıldığını ve bu klorun yan ürünleriyle birlikte suda kaldığını gösterir. Bu durum, hem halk sağlığı açısından hem de suyun tat ve kokusunda olumsuz etkilere yol açabilir. Fazla klorun varlığı, suyun arıtma tesisinden çıktıktan sonra da klorlamanın yapıldığını veya şebeke hattında klorlamanın düzensiz olduğunu gösterebilir.

Tablo 9: Numune alınan noktalarda tespit edilen toplam klor değerleri (mg/L)

Mahalle	Toplam Klor (mg/L)	Mahalle	Toplam Klor (mg/L)
1-Karaköy Mahallesi	3,39	11-Esentepe Mahallesi	2,85
2-Hürriyet Mahallesi	0,09	12-Çaydüzü Mahallesi	0,14
3-Aladağ Mahallesi	0,6	13-Tuna Mahallesi	0,13
4-Demirciler Mahallesi	3,5	14-Karaçay Mahallesi	0,27
5-Kemerköprü Mahallesi	0,32	15-Gürgen Pınarı Mahallesi	0,07
6-Gölbucağı Mahallesi	1,08	16-Köyortası Mahallesi	0,19
7-Orta Mahallesi	0,25	17-Okulak Mahallesi	0,11
8-Cumhuriyet Mahallesi	0,14	18-Kırtepe Mahallesi	0,18
9-Orduyeri Mahallesi	0,24	19-Şiremir Çavuş Mahallesi	1,62
10-Ağdacı Mahallesi	0,07	20-Gecen Mahallesi	3,12



Şekil 9: Numune alınan noktalarda tespit edilen toplam klor değerleri (mg/L)

4. Tartışma

Su arıtımında kullanılan kimyasallar ve suyla temas eden malzemeler, nihai suda kirleticilere sebep olabilir. Arıtma sürecinde, suya bilinçli bir şekilde katılan maddeler (doğrudan katkı maddeleri) ile arıtılmış suda yanlışlıkla bulunanlar (örneğin tuzlar, koagülant polimer kalıntıları veya monomerler) mevcuttur. Kloramin ve klor dezenfektan kalıntıları, özellikle bilinçli bir şekilde eklenen maddelerdir ve varlıkları belirli avantajlar sağlar. Diğerleri ise, dezenfektan kimyasalları ile normalde su içinde bulunan maddeler arasındaki kimyasal etkileşimler sonucu ortaya çıkan dezenfeksiyon yan ürünleri (DBP'ler) gibi maddelerdir. Yüzme havuzlarında da oluşabilen bu yan ürünler, özellikle bu havuzlarda solunum ve deri yoluyla maruziyetin daha önemli olduğu durumlar olabilir ([World Health Organization, 2006](#)). Borulardan veya pirinç musluklardan sızan kurşun, bakır ve kaplamalardan kaynaklanan diğer kimyasallar gibi bazı maddeler, arıtma veya dağıtım süreçlerinde yüzeylerle temas sonucu suya karışabilir.

Bu katkı maddelerinin çoğu, hem doğrudan hem de dolaylı veya kasıtsız olarak, güvenli içme suyu üretim süreçlerinin bileşenleridir. İzleme ve yönetim yaklaşımı tercihen malzeme veya kimyasalın kontrolü yoluyla gerçekleştirilir. Arıtmada kullanılan kimyasalların kalıntılarını kontrol etmek ve DBP'lerin oluşumunu kontrol etmek için arıtma süreçlerini optimize etmek ve bu süreçlerin optimize kalmasını sağlamak önemlidir. Kalitesiz malzemelerden kaynaklanan kasıtsız kirlenme, en iyi şekilde arıtılmış suyun kalitesine sınırlar koymak yerine, ürünlerin bileşimini düzenleyen spesifikasyonların uygulanmasıyla kontrol edilirken, katkı maddelerinin uygunsuz kullanımından kaynaklanan kirlenme kullanım kılavuzuyla ele alınabilir. Benzer şekilde, boru kalitesine ilişkin düzenlemeler, suyun sızıntı yapabilen maddelerle olası kirlenmesini önleyebilir. Yerinde uygulanan kaplamalardan kaynaklanan kontaminasyonun kontrolü, malzemelerin bileşimine ilişkin kontrollere ek olarak, bunların uygulanmasına ilişkin uygun uygulama kurallarını gerektirir.

Dünya genelinde, içme suyu ile temas eden katkı maddeleri ve malzemeler için birçok ulusal ve üçüncü taraf değerlendirme ve onay sistemi bulunmaktadır; ancak birçok ülkede bu tür sistemler bulunmamakta veya işletilmemektedir. Hükümetler ve diğer kuruluşlar, katkı maddesi yönetim sistemleri kurmayı veya uyarlamayı, kabul edilebilir suyla temas eden ürünleri belirlemek için geçerli olacak ürün kalite standartlarını ve kullanım kılavuzunu belirlemeyi düşünmelidir. İdeal olarak, ülkeler arasında uyumlaştırılmış standartlar veya karşılıklı tanıma, maliyetleri azaltacak ve bu tür standartlara erişimi artıracaktır.

Şebeke hatlarındaki problemler, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini de etkileyebilir. Örneğin, şebeke hatlarının eskimesi veya korozyonu sonucunda suya demir, kurşun veya diğer metaller karışabilir (Yang vd., 2022). Bu, suyun renginde, tadında veya kokusunda değişikliklere neden olabilir. Ayrıca, arıtma tesislerindeki arızalar veya bakım çalışmaları nedeniyle klorlama veya dezenfeksiyon işlemleri yetersiz kalabilir, bu da suyun mikrobiyolojik kalitesini etkileyebilir. Ayrıca, arıtılmış suyun tedarik sırasında kirlenmesi, suda bulunan yüksek klor içeriği ile etkileşime girme ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Klor yan ürünlerinin ölçümü ve önlenmesi bu noktada önem kazanmaktadır.

Özdemir (2022), İstanbul ili içme suyu kaynaklarının klor ile dezenfeksiyonu sonucu meydana gelen dezenfeksiyon yan ürünlerini incelemiştir. Yaptığı çalışmada, her bir içme suyu kaynağının içerdiği doğal organik madde yapısının THM oluşumunda önemli bir yere sahip olduğu ortaya konulmuştur. Diğer yandan, her bir su kaynağının ClO_2 ile oksitlenmesi sonucunda, ortamda ClO_2^- iyonunun en baskın olarak görülen inorganik yan ürün olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, dezenfeksiyon işleminin klora alternatif olarak klor dioksit ile gerçekleştirilmesi halinde, insan sağlığı üzerinde kanserojen etkisi olan THM gibi DYÜ'nün minimize edilerek ülkemizdeki içme suyu arıtma tesislerinde daha kaliteli bir içme suyu üretiminin elde edilebileceği potansiyelini ortaya koymaktadır.

Klorlama yan ürünlerini kontrol etmenin en uygun yolu, büyük ölçüde doğal kaynaklı olan organik öncülleri ortadan kaldırmaktır. Şebeke hatlarındaki problemlerden ötürü bir sızma olup olmadığı, uç noktada yapılacak analizlerle rutin olarak kontrol edilmelidir. Her durumda, dezenfeksiyon verimliliğinden ödün verilmemeli; aynı zamanda DBP'lerle ilgili kılavuzlara uymaya veya klorlama yan ürünleri de dahil olmak üzere bu maddelerin konsantrasyonlarını azaltmaya çalışırken özen gösterilmelidir.

5. Sonuç

Bartın kent merkezinde bulunan 20 farklı mahalleden tesadüfi olarak seçilmiş ev, cami, gıda işletmeleri ve sanayi işletmelerinden alınan içme/kullanma suları incelendiğinde, bulanıklık değerinin 17 noktada "TS266" ve "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" sınır değeri olan 1 NTU'nun üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Renk parametreleri incelendiğinde, en yüksek renk 17 PtCo değeri ile Cumhuriyet Mahallesi'nde bulunmuştur. Numunelerdeki klor sonuçları incelendiğinde, 8 mahallede serbest klor oranının yönetmelik sınır değeri olan 0,2-0,5 mg/L aralığından düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca, 4 mahallede serbest klor miktarları 2,8 – 3,48 mg/L aralığında tespit edilmiştir. Toplam klor miktarları incelendiğinde, aynı mahallelerde 2,85 – 3,5 mg/L aralığında değerler kaydedilmiştir. Klor oranlarındaki büyük tutarsızlık dikkat çekmektedir. Aynı zamanda klor oranının yüksek olduğu mahallelerde belirgin bir klor kokusu tespit edilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde, su dağıtım şebekesindeki parametreler arasında belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır. Ayrıca, dönemsel olarak bölgede yaşanan yoğun yağışlar neticesinde bazı mahallelerde şebeke sularında 60 – 86 NTU arasında yüksek bulanıklık değerleri tespit edilmiştir. Buna karşın, komşu mahallelerde aynı durum gözlemlenmemiştir. Bu farklılıkların nedeninin şebeke hatlarındaki bozukluklar olduğu düşünülmektedir. Şebeke hatlarının onarımı ve yenilenmesi yerine, klorlama miktarının artırılmasıyla halk sağlığının korunmasının hedeflenmesi yalnızca geçici bir çözüm olacaktır. İçme suyu şebeke hatlarındaki problemler, su kalitesini etkileyebilir. Bu problemler çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir; su kaynaklarının kirlenmesi, şebeke hatlarının eskimesi, arıtma tesislerindeki arızalar veya bakım çalışmaları bunlar arasında yer alabilir. Bu tür problemler, şebeke suyunda çeşitli kalite sorunlarına yol açabilir. Bu konuda birincil endişe, şebeke hatlarındaki sızıntılar veya çatlaklar nedeniyle dışarıdan mikroorganizmaların, kirleticilerin veya toksinlerin suya karışmasıdır. Örneğin, eski veya hasar görmüş borular aracılığıyla suya çevresel kirleticiler sızabilir ve suyun kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Ayrıca, şebeke hatlarındaki basınç değişiklikleri veya kesintiler, kirli suyun geriye doğru akmasına ve temiz suyla karışmasına neden olabilir. Bunu önlemek adına şebeke hattındaki klor miktarının artırılması, dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşma riskini artıracaktır. Dezenfeksiyon yan ürünlerinin tespiti ve önlenmesi için kapsamlı ve uzun süreli araştırmalara ihtiyaç vardır.

Şebeke hatlarındaki problemler genellikle yerel veya bölgesel düzeyde meydana gelmekte ve su tedarik sisteminin yönetimi ve bakımının önemini vurgulamaktadır. Su sağlayıcıları, sadece arıtma tesisi çıkış sularının rutin kontrollerini yapmamalı, aynı zamanda şebeke hatlarını düzenli olarak kontrol etmeli, hasarlı veya eskimiş boruları onarmalı, arıtma tesislerini düzenli olarak bakım ve kontrol etmelidir. Ayrıca, suyun kalitesini izlemek ve su arıtma işlemlerini optimize etmek için sıkı standartlar ve protokoller uygulanmalıdır.

Kaynaklar

- Aksu, F., & Ünver, A. (2011). Endüstride su güvenliği, dezenfeksiyon ve sanitasyonu, *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 21, 17–29.
- Alexandrou, L., Meehan, B. J., & Jones, O. A. H. (2018). Regulated and emerging disinfection by-products in recycled waters. *Science of the Total Environment*, 637–638, 1607–1616. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.391>
- Bartın Belediyesi, (2020). *Bartın Belediyesi 2019 Yılı Faaliyet Raporu*. 20 Ocak 2023’de https://bartin.bel.tr/kurumlar/bartin.bel.tr/FaaliyetRaporu/2019_faaliyet_raporu.pdf adresinden alındı.
- Bartın Belediyesi, (2021). *Bartın Belediyesi 2021 Yılı Faaliyet Raporu*. 20 Ocak 2023’de https://bartin.bel.tr/kurumlar/bartin.bel.tr/FaaliyetRaporu/2021_faaliyet_raporu.pdf adresinden alındı.
- Bartın Belediyesi, (2023). *Bartın Belediyesi 2022 Yılı Faaliyet Raporu*. 20 Ocak 2023’de https://bartin.bel.tr/kurumlar/bartin.bel.tr/FaaliyetRaporu/2022_faaliyet_raporu.pdf adresinden alındı.
- Bartın Ticaret ve Sanayi Odası, (2023). *Bartın ekonomisi*. 20 Ocak 2023’de <https://www.bartintso.org.tr/sayfalar/bartin-ekonomisi/tarim-adresinden> alındı.
- Begum, A., Ramaiah, M., Harikrishna Khan, I., & Veena, K. (2009). Analysis of heavy metals concentration in soil and lichens from various localities of Hosur Road, Bangalore, India. *E-Journal Chem*, 6(1), 13–22. <https://doi.org/10.1155/2009/943695>
- Chhipi-Shrestha, G., Rodriguez, M., & Sadiq, R. (2018). Unregulated disinfection Byproducts in drinking water in Quebec: A meta analysis. *Journal of Environmental Management*, 223, 984–1000. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.082>
- Cortes, C., & Marcos, R. (2018). Genotoxicity of disinfection byproducts and disinfected waters: A review of recent literature. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 831, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2018.04.005>
- Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, (2021). *Bartın İli 2020 Yılı Çevre Durum Raporu*. 20 Ocak 2023’de https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bart-n_-cdr2020-20210702150652.pdf adresinden alındı.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, (2022). *2022 Faaliyet Raporu*. 20 Ocak 2023’de <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/Sayfa/759/1107/DosyaGaleri/dsi2022faaliyetraporu.pdf> adresinden alındı.
- El Bouaidi, W., Libralato, G., Douma, M., Ounas, A., Yaacoubi, A., Lofrano, G., Albarano, L., Guida, M., & Loudiki, M. (2022). A review of plant-based coagulants for turbidity and cyanobacteria blooms removal. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 42601–42615. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20036-0>
- Ersan, M. S., Liu, C., Amy, G., & Karanfil, T. (2019). The interplay between natural organic matter and bromide on bromine substitution. *Science of the Total Environment*, 646, 1172–1181. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.384>
- Gaya, M. S, Zango, M. U., Yusuf, L. A., Mustapha, M., Muhammad, B., Sani, A., Tijjani, A., Wahab, N. A., & Khairi, M. T. M. (2017). Estimation of Turbidity in Water Treatment Plant using Hammerstein-Wiener and Neural Network Technique. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 5(3), 666–672. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v5.i3.pp666-672>
- Kavşak Suyu, (2023). *Bartın Kavşak Suyu ve Amasra’ya Tehditler*. 20 Ocak 2023’de <https://bartinkavsaksuyu.tr.gg/Kav&%23351%3Bak-Suyu-Gidiyor.htm> adresinden alındı.
- Kitis, M., Yigit, N. O., Harmana, B. I., Muhammetoglu, H., Muhammetoglu, A., Karadirek, I. E., Demirel, I., Ozdenc, T., & Palancic, I. (2010). Occurrence of Trihalomethanes in Chlorinated Groundwaters with Very Low Natural Organic Matter and Bromide Concentrations. *Environmental Forensics*, 11(3), 264–274. <https://doi.org/10.1080/15275922.2010.495935>
- Li, W., Zhan, H., Dong, C., Wu, S., Mulcahy, D., & Duan, J. (2023). Detoxication of organophosphate pesticides in source waters by incorporation of an alkaline hydrolysis procedure in conventional drinking water treatment processes. *Journal of Water Process Engineering*, 53, Article 103917. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.103917>
- McQuillan, R. G., & Spent, P. G. (1976). The addition of chemicals to apartment water supplies. *Journal of the American Water Works Association*, 68(8), 415–419. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1976.tb02446.x>
- Meybeck, M., Chapman, D., & Helmer, R. (1989). *Global Freshwater Quality: A First Assessment*. Blackwell Reference, Oxford.
- Nas, F. (2019). Bartın, Karabük ve Zonguldak illerine ait yaşam endeksi gösterge değerlerinin sosyolojik analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(64), 501–511. <https://doi.org/10.17719/jisr.2019.3371>
- Nas, F. (2021). Bartın’da Yaşayanların Bir Kent Olarak Bartın’dan Memnuniyet Düzeylerinin Araştırılması. *Karadeniz Araştırmaları*, 18(72), 963–977.
- Oğuz, T.C., (2015). *İçme suyu arıtımında yaygın olarak karşılaşılan su kalite problemleri ve arıtımı için çözüm önerileri* [Uzmanlık tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı]. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. [https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/TEZLER/TU%C4%9EBA%20CANAN%20\(3\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/TEZLER/TU%C4%9EBA%20CANAN%20(3).pdf)
- Özdemir, K. (2022). İçme suyu kaynaklarının klor ve klor dioksit ile dezenfeksiyonu sonucu meydana gelen dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumunun araştırılması: İstanbul örneği. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 12(1), 22–31.
- Özgür, C., Civelekoğlu, G., & Kaplan Bekaroğlu, Ş. Ş. (2023). Düşük SUVA değerlikli sular için trihalometan tahmin modelinin geliştirilmesi ve analitik hiyerarşi yöntemi ile en iyi tahmin modelinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 35(1), 25–45. <https://doi.org/10.35234/fumbd.1143444>
- Rahman, M. S., & Gagnon, G. A. (2014). Bench-scale evaluation of drinking water treatment parameters on iron particles and water quality. *Water Research*, 48, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.09.018>
- Rao, S. M., (2023). Identifying drinking-water quality threats for a small town in Karnataka by geogenic and anthropogenic contaminants. *Sustainable Water Resources Management*, 9, Article 2. <https://doi.org/10.1007/s40899-022-00782-2>

- Sawyer, C. N., McCarty, P. L. (1967). *Chemistry for sanitary engineers* (2nd ed). McGraw-Hill.
- Tihansky, D. P. (1974). Economic damages from residential use of mineralized water supply. *Water resources research*, 10(2), 145–154. <https://doi.org/10.1029/WR010i002p00145>
- Türk Standartları Enstitüsü, (2005). *TS 266: Sular - İnsani tüketim amaçlı sular*. Türk standartları Enstitüsü (TES). 20 Ocak 2023'de <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073082080080071077100076119105103072> adresinden alındı.
- World Health Organization, (2003). *Total dissolved solids in Drinking-water in Guidelines for drinking-water quality* (2nd ed. Vol. 2). World Health Organization.
- World Health Organization, (2006). *Control of Neglected Tropical Diseases*. WHO Pesticide Evaluation Scheme.
- World Health Organization, (2022). *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda*. World Health Organization.
- Yang G., Gong M., Zheng X., Lin, L., Fan, J., Liu, F., & Meng, J. (2022). A review of microbial corrosion in reclaimed water pipelines: challenges and mitigation strategies. *Water Practice and Technology*, 17(3), 731–748. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.007>
- Yayan, C., (2015), *İçme suyu güvenliği planlarına ilişkin dünyadaki uygulamalar ve Türkiye* [Uzmanlık tezi, T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı]. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/TEZLER/Cahit%20YAYAN%20-%20Uzmanl%C4%B1k%20Tezi.pdf>
- Yıldırım, M., & Topkaya, B. (2005, 22–24 Eylül). *Antalya kentindeki içme suyu kaynaklarının kirlenme potansiyelinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak belirlenmesi* [Bildiri Sunumu]. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya, Türkiye.
- Yılmaz, M., Bolu, F., Mayda, A. S., & Poyraz, B. (2017). Düzce'de satılan şişe suları ile musluk sularının ağır metal düzeylerinin incelenmesi. *Konuralp Tıp Dergisi*, 2, 24–29. <https://doi.org/10.18521/ktd.291267>