



Şebeke Sisteminde Trihalometan Oluşum Potansiyelinin “Arcgis” İle Değerlendirilmesi

Süheyla (YILDIZ) TONGUR^{1*}

^{1*} Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 42250, Konya, Türkiye

Süheyla TONGUR ORCID No: 0000-0002-8647-6338

*Sorumlu yazar: stongur@ktun.edu.tr

(Alınış: 05.05.2020, Kabul: 26.11.2020, Online Yayınlanma: 30.12.2020)

Anahtar Kelimeler

Trihalometanlar,
İçme suyu şebekesi,
Gaz kromatografisi,
Arcgis

Öz: Bu çalışmada, Konya içme suyunun dağıtıldığı şebeke hattından bir yıl boyunca numuneler alınmıştır. Numune noktaları seçilirken, tüm şehir şebekesini temsil edecek şekilde otuz dokuz nokta seçilmiştir. Numune noktalarına başlangıçtan itibaren birden otuz dokuza kadar numara verilmiştir. Haritalar üzerinde de bu şekilde isimlendirme yapılmıştır. Şebekeden toplanan numunelerin pH, bromür, bulanıklık, toplam organik karbon ve trihalometanların (THM) analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu noktalara ait koordinatlar haritalar üzerinde gösterilmiştir. Mekânsal veriler, analiz sonuçları ve koordinat bilgileri “ARCGIS” programına aktarılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarının aritmetik ortalaması kullanılarak, verilerin standartlara yakınlığı veya sınır değerleri aşması durumuna göre renklendirme yapılmıştır. Parametreler TS-266 ve WHO standartlarına göre değerlendirilmiş ve insan sağlığı üzerinde oluşabilecek olası yan etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Şebekenin farklı noktalarından alınan numunelerde THM bileşikleri bazı noktalarda sınır değerleri aşan seviyelerde gözlenmiştir. Toplam THM olarak incelendiğinde şebeke noktalarından Hatıp Depoda (numune no:9) 1 ppm seviyesinin üstüne çıkarak sınır değeri aşmıştır. Özellikle kloroform bileşiği, bazı aylarda Hatıp Depo (numune no:9) ve Beybes’de (numune no:11) sınır değerleri aşmıştır. Toplam THM düzeyleri en fazla Kloroforma bağlı artış gösterirken diğer üç THM bileşiğinin sınır değerlerin altında olduğu saptanmıştır.

76

Evaluation Of Trihalomethane Formation Potential In The Network System with “Arcgis”

Keywords

Trihalomethanes,
Drinking water network,
Gas chromatography,
Arcgis

Abstract: In this study, samples were taken for one year from the network line where Konya's drinking water is distributed. While selecting the sample points, thirty-nine points were chosen to represent the entire network. Sample points are numbered from one to thirty-nine from the beginning. Naming is also made on the maps in this way. The samples collected from the network were analyzed for pH, bromide, turbidity, total organic carbon and trihalomethanes (THM). The coordinates of these points are shown on the maps. Spatial data, analysis results and coordinate information were transferred to the "ARCGIS" program. By using the arithmetic mean of the analysis results, coloring was done according to whether the data were close to the standards or exceeded the limit values. Parameters were evaluated according to TS-266 and WHO standards and possible side effects on human health were tried to be revealed. In samples taken from different points of the network, THM compounds were observed at levels exceeding the limit values at some points. When analyzed as total THM, it exceeded the limit value by exceeding 1 ppm level in Hatıp Depot (sample no: 9). Especially the chloroform compound exceeded the limit values in Hatıp Depot (sample no: 9) and Beybes (sample no: 11) in some months. While total THM levels showed the highest increase due to Chloroform, the other three THM compounds were found to be below the limit values.

1. GİRİŞ

Bireyler için temiz içme suyuna ulaşım, en temel konulardan biridir ve insan haklarının en önemli olgusudur. İçme suları uygun arıtım metotlarından geçtikten sonra belirlenen standartlara uygun olarak son tüketiciye kadar ulaşmaktadır. Ancak bu süreç içerisinde isale hattı ve şebekede oluşabilecek çeşitli aksaklıklar, içme suyunun kalitesini büyük ölçüde tehlikeye sokabilmektedir. Ülkemizde içme sularıyla ilgili sınır değerler Türk Standartları Enstitüsü'nce TS266 standartları esas alınarak belirlenmektedir. Hızlı bir şekilde gerçekleşen nüfus artışı ve sanayileşme sonucu kirletici cins ve miktarları her geçen gün değişim göstermekte ve artmaktadır. İnsan sağlığının korunabilmesi için içme ve kullanma sularının belli bir kaliteyi sağlaması gerekmektedir. Kalitenin ne olması gerektiği ile ilgili dünyada tek bir standart bulunmamakla birlikte, suyun kullanımına ve toplumun refah seviyesine bağlı olarak ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir.

Suyun fiziksel özelliğini gösteren parametreler bulanıklılık, pH, elektriksel iletkenlik, askıda katı madde dir. Yönetmeliklere göre içme suyunun pH'sının nötr veya hafif alkali olması istenmektedir. Kaynak sularında ise pH değerinin 7,0-8,5 sınırları arasında olması gerektiği öngörülmektedir. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü de (WHO) suların pH değerinin 6,5-8,5 arasında olması gerektiğini bildirmiştir [1]. İçme ve kullanma sularının berrak olması, su hijyeni açısından önemlidir. Bulanıklık, suyun içerisindeki kolloidal haldeki organik ve inorganik maddelerden ileri gelmektedir. Organik maddeler, patojen mikroorganizmaları da içerebileceğinden bulanık sulara daima şüphe ile yaklaşmaktadır. Herhangi bir arıtım işleminden geçmiş olsa da, bulanık suların içilmemesi gerekmektedir. Bulanık suların borularda tortu bırakma risklerinden dolayı endüstride kullanılmaları da sakıncalıdır [2]. Toplam Karbon(TK) suyun fizikokimyasal açıdan değerlendirilmesi için önemli parametrelerden biridir. Bir bileşikteki inorganik ve organik karbonun tamamını ifade eder. Toplam Organik Karbon (TOK), organik maddelerle kovalent bağ yapmış tüm karbon atomlarını ifade ederken, Toplam İnorganik Karbon (TİK), karbonat ve bikarbonatın tüm çözülmüş yapılarını ifade eder. Partikül organik karbon, makroskobik boyuttan mikroskobik boyutta kadar farklı boyutlarda olabilmektedir. EPA metotlarına göre sınırı 2 mg/L'dir. Bu değer içme suyu yönetmeliği A1 sınıfı sınır değerlerine göre 5mg/L üzerinde olmamalıdır. Araştırılan diğer önemli parametrelerden biri de kullanım sularında mevcut olan bromür iyonudur. Dezenfeksiyon özelliğine bağlı olarak bromat iyonuna dönüşüm göstermektedir. Kullanılacak suyun 1 µg/L seviyesinin üzerinde bromat iyonu içermesinin kanserojen etki oluşturma potansiyeli olduğu Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirtilmektedir. Bromat suda doğal olarak bulunabildiği gibi benzin üretiminde kullanıldığı için yakıt depo tanklarından sızıntıların da göstergesi olabilmektedir. Ayrıca su kaynağında Br iyonu varlığında dezenfeksiyon yan ürünü bileşiklerin hem konsantrasyonları artmakta hem de bromlu türlerin

sayısı değişmektedir [3]. Yüksek konsantrasyonda brom, psikolojik semptom, nörolojik etkiler ve kas dokusunda problem meydana getirmektedir [4]. Metanın (CH₄) hidrojen atomları yerine herhangi bir halojenin bağlanmasıyla THM'lar oluşmaktadır. THM'ların oluşumunda, dezenfektan cinsi ve miktarı, suyun asitlik durumu, sıcaklığı, mineral tuzların varlığı, mevsim ve uygulanan dezenfeksiyonun süresi etkilidir. THM bileşiklerinden biri olan kloroform, organik bileşiklerin klorla reaksiyon vermesi neticesinde oluşan uçucu özellikte bir bileşiktir. Sanayide pestisitler, yapışkanlar, kauçuklar, alkoloidler ve reçineler için genel bir solvent olarak kullanılır. THM'lerden bir diğeri olan dibromoklorometan ise kloroformdan daha az sıklıkta ve konsantrasyonda oluşmaktadır. Bu bileşik sanayide, aerosol itici, soğutucu, yangın söndürücü maddelerin üretiminde kimyasal ara ürün ve pestisit olarak kullanılmaktadır. Dezenfeksiyon yan ürünü olarak oluşan bromodiklorometanın, yapılan deneylerde akut dozaja maruz kalan fareler üzerinde karaciğerin içine yağ sızması, soluk böbrek oluşumu ve adrenal salgılanması gibi etkilere yol açtığı bilinmektedir. Dezenfeksiyon yan ürünü olarak bromoform oluşumu THM bileşikleri arasında en az karşılaşılan şeklidir. Sanayide, bromoform solvent olarak petrol yağında, sıvı ölçer olarak mumlarda ve gres yağında kullanılabilir. Sonuç olarak yapılan çalışmalar neticesinde klorlu yan ürünlerin insanlarda kanser, böbrek yetmezliği, bilinç kaybı ve kardiyolojik hastalıklara neden olduğu ortaya konulmuştur. Ve bu kapsamda THM'ların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı birçok ülkede içme suyu kalite standartları gözden geçirilerek oluşan yan ürünler için yeni kısıtlamalar getirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (USEPA) trihalometanların maksimum kirletici konsantrasyonunu 80 µg/L olarak belirtirken, aynı klorlu yan ürünler için TSE-266 içme suyu kalite standartlarında limit değer 100 µg/L olarak belirtilmektedir [5],[6]. Çalışma kapsamında incelenen Konya içme suyu şebekesi arıtma tesisi, kuyu suları ve memba kaynakları olmak üzere 3 farklı su kaynağından beslenmektedir. Bazı bölgelere su sadece arıtma tesisi çıkış sularından dağıtıldığı gibi bazı bölgelere hem arıtma tesisi hem de kuyu suları bir depoda birleştirilerek dağıtılmaktadır. Bosna- Hersek mahallesi gibi şehrin en uç noktasındaki bölgelere ise kot farkından dolayı cazibe ile su dağıtılamamakta bu nedenle de sadece kuyu suları dağıtılmaktadır. Ayrıca şehir merkezinde ve merkez ilçelerde neredeyse her mahallede tatlısu çeşmeleri bulunmaktadır. Bu bölgelerden gelen memba suları muhtelif depolarda birleştirilerek tatlı su çeşmelerine dağıtılmaktadır. Çalışma kapsamında harita üzerinde tatlı su çeşmeleri, kuyu suları, kuyu+arıtma tesisi çıkış suları ile beslenen bölgeler tespit edilmiş ve bölgelerden isale mesafesi dikkate alınarak baş, orta ve uç örnek noktaları seçilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirilmesiyle şebekenin farklı noktalarından alınan numunelerin izlenmesi sonucunda, THM bileşikleri belirlenmeye çalışılmıştır Trihalometanların sınır değerleri aşıp aşmadığı kontrol edilerek, insan sağlığı üzerinde oluşabilecek olası yan etkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Numune Toplama ve Arazi Çalışmaları

Fiziksel ve kimyasal analizler için örnekler renkli 1 L'lik numune kaplarına içinde hava boşluğu kalmayacak şekilde taşırılarak doldurulmuştur. Numuneler analize kadar + 4°C'de depolanmış, en geç 24 saat içerisinde analizler yapılmıştır[7],[8].

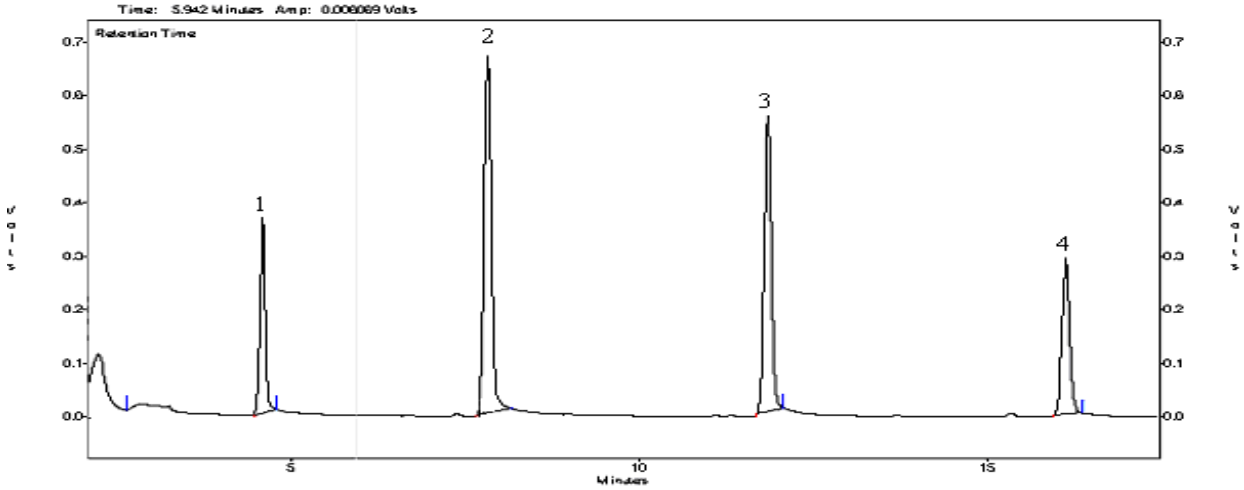
2.2. THMs Analizi

Trihalometanların analizi EPA metot 551'e göre gerçekleştirilmiştir[9]. Analizlerde ECD dedektör ve DB-624 kolon bulunan Shimadzu GC-17 Ver.3 Gaz Kromatografi cihazı kullanılmıştır. Trihalometanların analizi için, 40 mL'lik teflon kapaklı viallerin içine 35 mL numune konulmuş ardından 4 gr NaCl ilave edilmiştir. NaCl tam olarak çözününceye kadar vialler çalkalanmıştır. Zenginleştirme deneylerinde vial 1 ng/ μ L standart, 2 mL metil-tert-bütül eter (MTBE) eklenmiştir. Karışımın sağlanması için çalkalama işlemi

tekrarlanmış, 1 dakika fazların ayrılması için beklenerek aynı işlem 4 kez tekrarlanmış ve enjeksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. THM analizlerinde GC/ECD (Shimadzu GC-17A Version 3) cihazı kullanılmıştır [10],[11]. Deneylerde kullanılan kimyasalların tamamı analitik saflıkta olup Merck firmasından temin edilmiştir.[12],[13].

2.3. Metot Değerlendirmesi

Metot optimizasyonunun gerçekleştirilmesi aşamasında farklı akış ve sıcaklık programları çalışılmış en uygun olanı seçilmiştir. THM analizlerinde elde edilen kromatogram **Şekil 1.**'de verilmiştir. Uygun olan ekstraksiyon yöntemi belirlendikten sonra fortifikasyon işlemi ve uygun dedeksiyon limit belirleme çalışmaları yapılmıştır. **Tablo 1.**'de verilen kalibrasyon değerleri elde edilmiştir. Kalibrasyon için 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9 ng/ μ L'lik karışık standartlar kullanılmıştır. Kalibrasyon işleminde çoklu kalibrasyon tekniğine dayalı Class-VP yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 1. 1 ng/ μ L'lik THM karışık standardın GC/ECD kromatogramı :Kolon cinsi:DB-624 (30 m x 0.25mm ID x 1.8 μ m, film kalınlığı). Taşıyıcı gaz: Azot 1.5 mL/dakika, make-up gaz akışı: 40 mL/dakika. Enjektör sıcaklığı: 250 °C, Dedektör sıcaklığı: 250 °C, Sıcaklık programı: 40 °C (4 dakika) – 4 °C/dakika – 130 °C – 15 °C/dakika – 200 °C (2 dakika) – 25 °C/dakika – 220 °C. Piklerin tanımlaması: 1, Kloroform; 2, Bromodiklorometan; 3, Dibromoklorometan; 4, Bromoform.

Tablo 1. Kalibrasyon verileri ve hedef bileşiklerin dedeksiyon limitleri

Bileşikler	RT	R	DL (ppm)	Geri Kazanım (n=4)		
				Dozl.Konsantr. (ppm)	Ort.%	RSD
Kloroform	4,50	0,99	0,001	1	92	4
Bromodiklorometan	7,75	0,99	0,001	1	84	11
Dibromoklorometan	11,80	0,99	0,001	1	84	11
Bromoform	16,11	0,99	0,001	1	84	10

RT: Altkonma süresi, r: Korelasyon katsayısı, DL: Dedeksiyon limiti, RSD: Relatif standart sapma.

Bileşikler için gözlenen kalibrasyon eğrilerinde **Tablo 1.**'deki gibi yüksek korelasyon elde edilmesinden dolayı numune analizlerinde de bu standartlar kullanılmıştır.

Cihaz kullanılmadan önce günlük olarak kalibrasyon yapılmış ve daha sonra enjeksiyonlar gerçekleştirilmiştir. Numune noktalarında hedef bileşikler için elde edilen en düşük ve en yüksek değerler **Tablo 2.**'de verilmiştir.

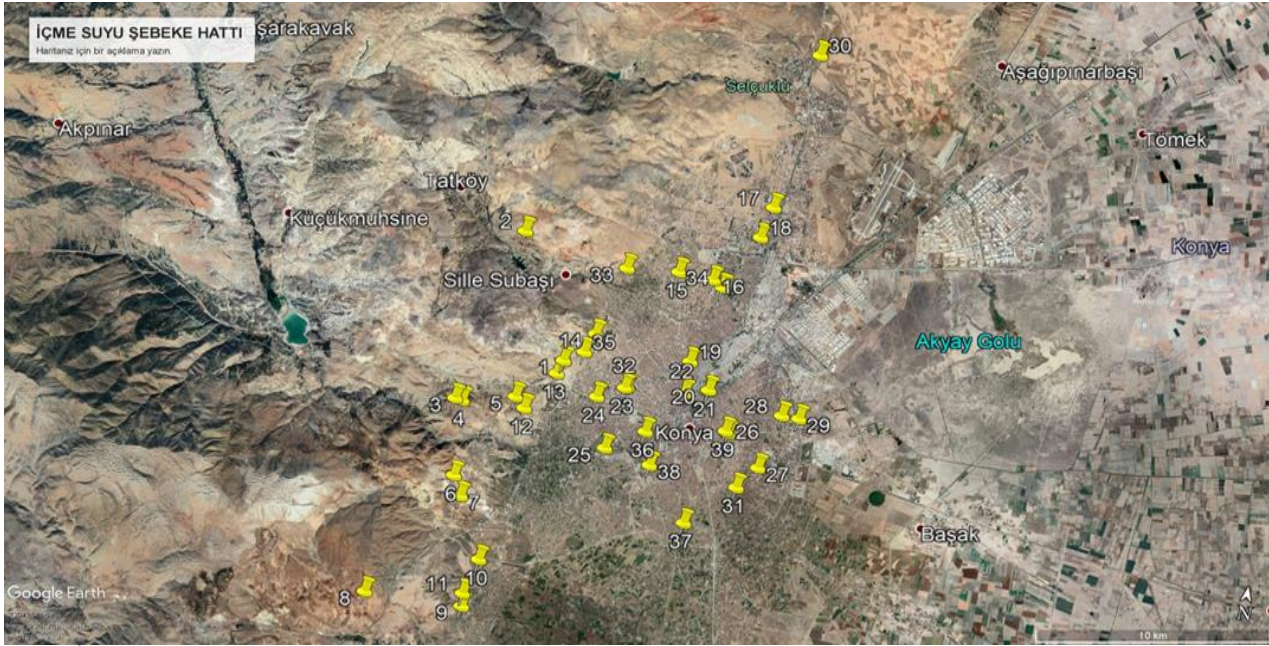
Tablo 2. Hedef bileşikler için numune noktalarında gözlenen en düşük ve en yüksek değerler

Hedef Bileşikler	En Düşük Değer	En Yüksek Değer
Bromat (mg/L)	0,083 Mukpıl (numune no:4)	2,259 Aydınlık Evler Depo (numune no:16)
Bulanıklık (NTU)	0,36 Şirin hanım Çeşmesi (numune no:22)	19,55 Selim Sultan Kuyusu (numune no:31)
Toplam Organik Karbon (mg C/L)	0,59 Beypes Mahallesi Depo (numune no:10)	5,97 Selim Sultan Kuyusu (numune no:31)
Toplam Trihalometan (ppm)	0 Beypınarı (numune no:3)	1,48 Hatıp Depo (numune no:9)

2.4. Haritaların Oluşturulması

İçme suyu şebeke hattı üzerinde bulunan otuz dokuz nokta için analizler gerçekleştirildikten sonra numune noktalarına ait ED50-İtrf formatında koordinatlar temin edilmiştir. Koordinatlar "GOOGLE EARTH" programı

kullanılarak harita haline getirilmiştir. Oluşturulan harita **Şekil 2.**' de verilmiştir.

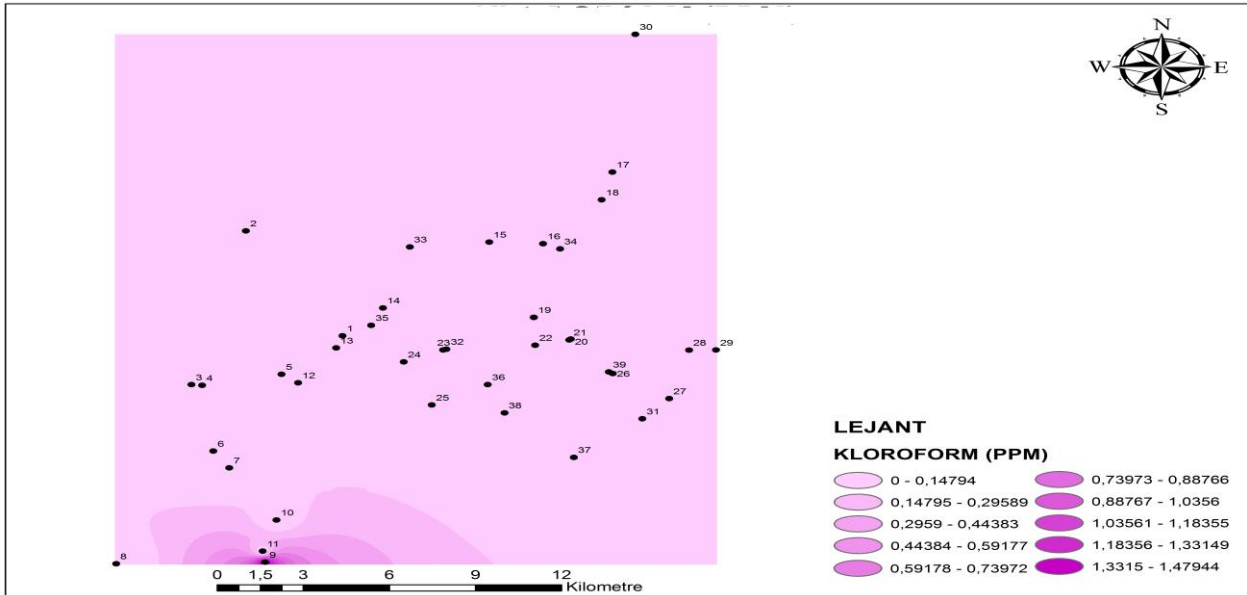


Şekil 2. İçme suyu şebeke hattı üzerindeki çalışma alanı

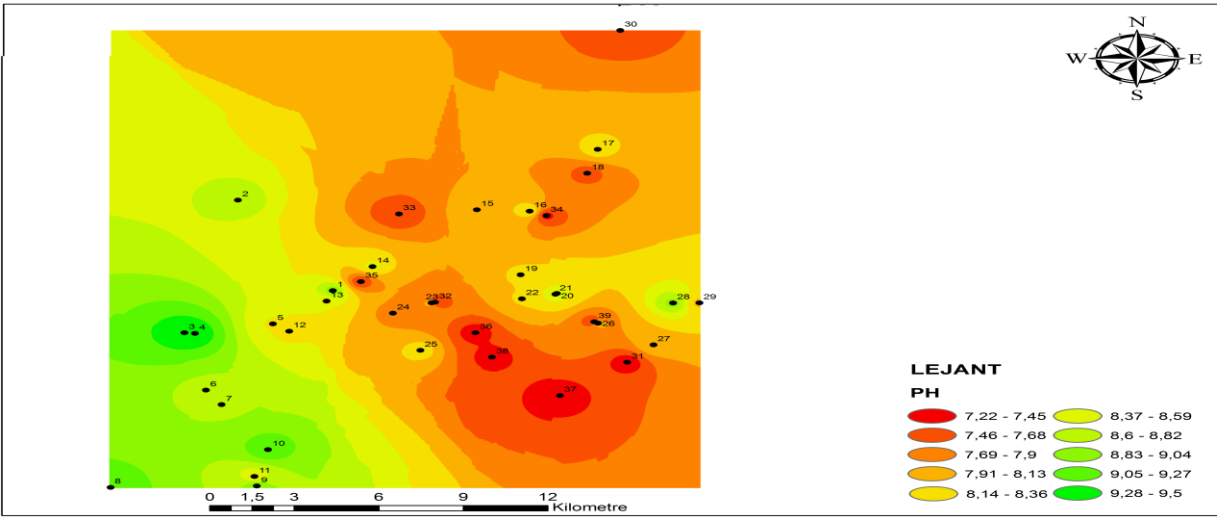
1. Anadere	14. Hocacihan Tatlısu	27. Mengene mah. Sarı camii şadırvan
2. Baraj gölü	15. Aydınlık gömme depo	28. Mezbaha mah. Aslanlı kışla cad.
3. Beypınarı	16. Aydınlık evler depo	29. Yenicezaeviyanı karatay park bahçe tesisleri
4. Mukpil	17. Yazır mh. (Yeni otopark)	30. Kayalar camii şadırvanı
5. Dere caddesi (şebeke)	18. Eyüp sultan camii	31. Selim Sultan Kuyusu
6. Dutlukırı depo	19. Nişantaşı mah. Perşembe pazarı	32. Melikşah Kuyusu
7. Dutlukırı kaynak	20. Şerafettin cami önü tatlı su	33. Esentepe II
8. Çayırbağı kaynak	21. Şerafettin cami şadırvan	34. Aydınlık III
9. Hatip depo (tatlı su)	22. Şirin hanım çeşmesi	35. Yunus Emre
10. Beypes depo	23. Melikşah camii şebeke	36. Çakıl Harmanlar
11. Beypes tatlısu	24. SSK. Hastanesi önü M.033	37. Yaylapınarı II
12. Yeni değirmen sk (şebeke)	25. Lale bahçe polis karakolu önü	38. P3 Pompa İstasyonu
13. Karşıyaka camii şadırvanı	26. Mengene Mah. Büyükköprü cad.	39. Mengene I

3. BULGULAR

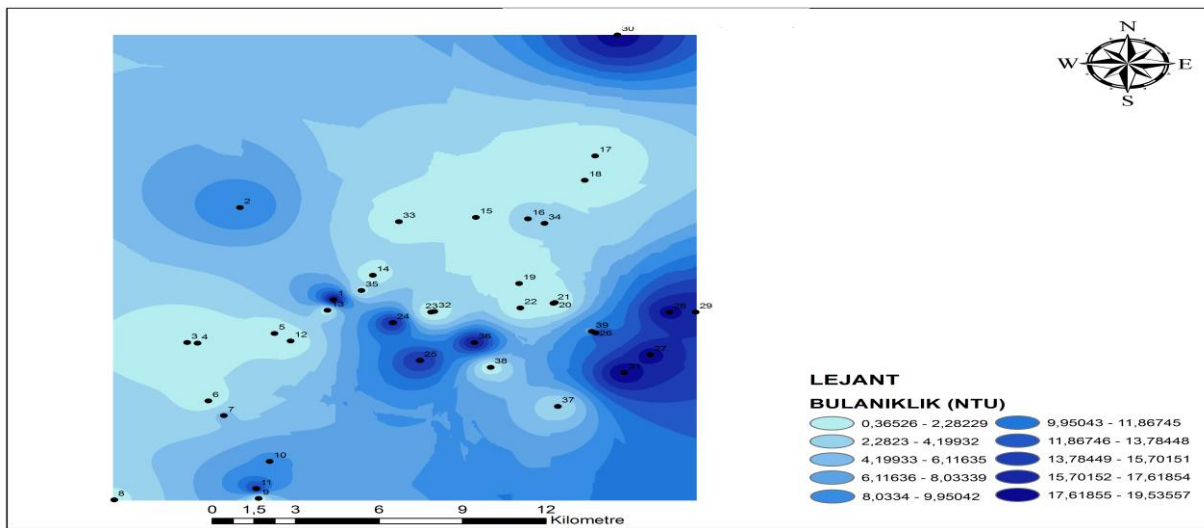
Mekânsal veriler, analiz sonuçları ve koordinat bilgileri "ARCGIS" programına aktarılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarının aritmetik ortalaması kullanılarak, verilerin standartlara yakınlığı veya sınır değerleri aşması durumuna göre renklendirme yapılmıştır. Elde edilen renklendirilmiş haritalar **Şekil 3.**, **Şekil 4.**, **Şekil 5.**, **Şekil 6.**, **Şekil 7.** olarak verilmiştir.



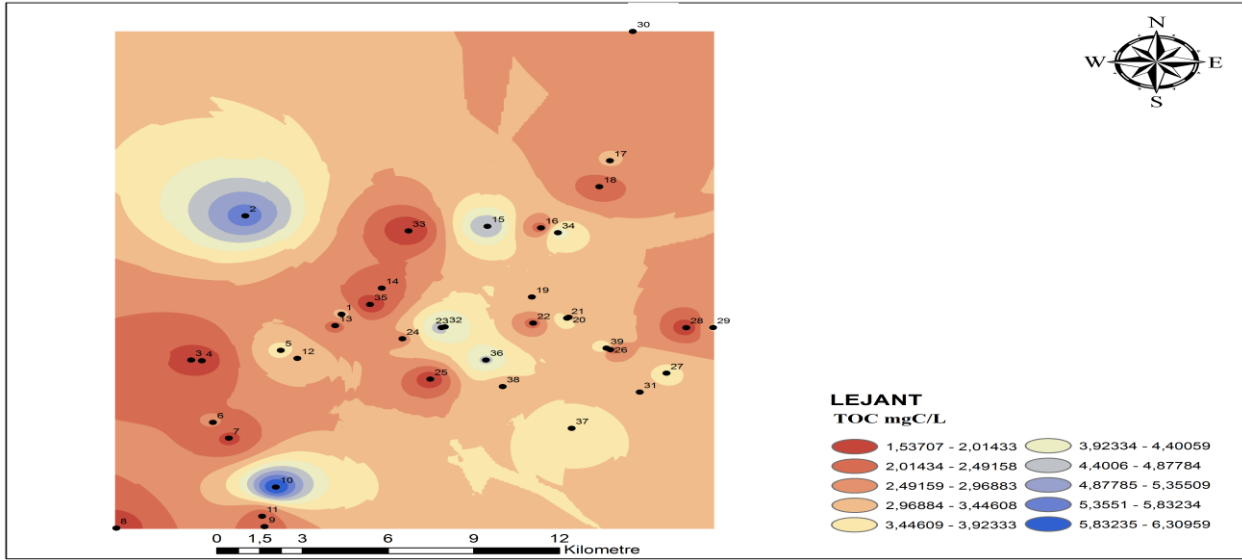
Şekil 3. Çalışma alanındaki otuz dokuz numune noktasına ait belirlenen Kloroform (ppm) değerleri



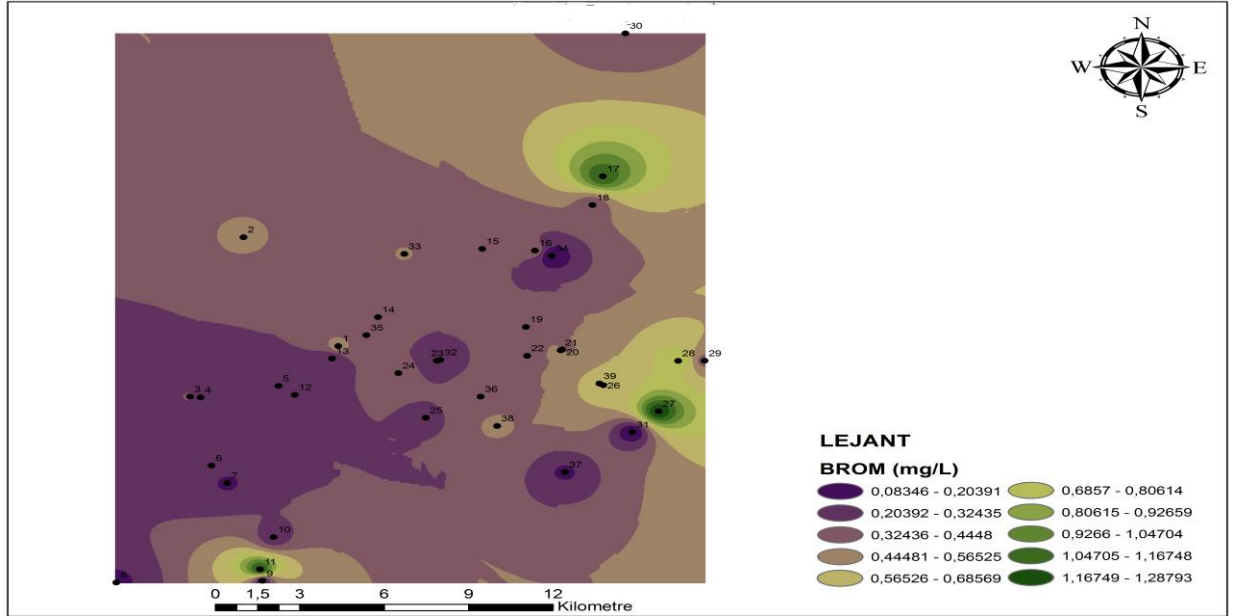
Şekil 4. Çalışma alanındaki otuz dokuz numune noktasına ait belirlenen pH değerleri



Şekil 5. Çalışma alanındaki otuz dokuz numune noktasına ait belirlenen Bulanıklık (NTU) değerleri



Şekil 6. Çalışma alanındaki otuz dokuz numune noktasına ait belirlenen Toplam Organik Karbon (mgC/L) değerleri



Şekil 7. Çalışma alanındaki otuz dokuz numune noktasına ait belirlenen Brom (mg/L) değerleri

Bu çalışmada temin edilen analiz sonuçlarının TS-266 ve WHO (Dünya Sağlık Örgütü) standartları ile kıyaslanmış ve bazı değerlerin standarda uymadığı saptanmıştır. Standartlara göre düşük veya yüksek olan sonuçlar haritalarla ifade edilmeye çalışılmıştır. Böylece bölgesel olarak hangi noktalarda sınır değerlerin aşıldığı veya sınıra yaklaştığı kolaylıkla anlaşılacak şekilde ifade edilmiştir. Hedef bileşikler ve fizikokimyasal parametreler için elde edilen en düşük, en yüksek değerler Tablo 2.'de verilmiştir. Şebeke suyunun pH değerleri 7.16–9.5 arasında değişmiştir. En düşük değer Melikşah Kuyusunda (numune no:32), en yüksek değer ise Beypınar (numune no:3) noktasında ölçülmüştür. Ortalama pH ise 8.19'dur. Bu değer şebekenin bazik karakterde olduğunu göstermektedir. Şebeke güzergâhımızda bulunan noktaların tümündeki değerler standart aralığındadır. Şebeke suyunun bulanıklık değerleri 0.36–19.55 arasında değişmiştir. En düşük değer Şirin Hanım Çeşmesi (numune no:22), en yüksek değer ise Selim Sultan kuyusu (numune no:31) noktasında ölçülmüştür. Ortalama bulanıklık ise 6.72'dir.

Şebekenin bulanıklık değeri tavsiye edilen standartların üzerinde fakat izin verilen değerlerin altında tespit edilmiştir. Şebekenin farklı noktalarından alınan numunelerin izlenmesi sonucunda hedeflenen bileşiklerden THM bileşikler bazı noktalarda sınır değerleri aşan seviyelerde gözlenmiştir. Toplam THM olarak incelendiğinde Hatıp Depoda (numune no:9) 1 ppm seviyesinin üstüne çıkarak sınır değeri aşmıştır. THM bileşiklerinden özellikle kloroform bileşiği bazı aylarda şebekeden alınan numunelere ait noktalarda (Hatıp Depo (numune no:9), Beybes (numune no:11)) sınır değerleri aşmıştır. Bu noktalar Toplam trihalometan (TTHM) olarak değerlendirildiğinde kloroformdan kaynaklı olarak sınır değerler aşılmıştır. Dezenfeksiyon yan ürünleri arasında yer alan diğer üç bileşiğin ise sınır değerlerin altında çıktığı görülmüştür. Sonuçlar kısmında verilen kloroform bileşiğine ait gözlem haritası toplam trihalometan düzeylerini de yansıtmıştır. Kloroformdaki bu artışın klor dozlanmasından kaynaklı olabileceği ve şebekenin boru sisteminin eski olmasından kaynaklı

buradaki organik kirlilikle reaksiyona girerek THM oluşumuna sebebiyet vermiş olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar Toplam Organik Karbon gözlem haritası incelendiğinde de kolaylıkla görülmektedir. Kloroform bileşiğinin sınırlara yaklaştığı veya aştığı noktalarda (numune no:9) ,TOK değerleride yüksek olarak gözlenmiştir. Brom değerleri en yüksek olarak Beybes Tatlısu (numune no:11), Yazır mahallesi (numune no:17), Mengene mahallesi (numune no:27) noktalarında gözlenirken, TOK değerleri en yüksek seviyelere Beybes depo (numune no:10), Baraj Gölü (numune no:2), Aydınlık Gömme Depo (numune no:15) noktalarında ulaşmıştır. Bu sonuçlar içme suyu şebekesinin periyodik olarak izlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan benzer çalışmalarla kıyaslandığında çalışmamıza benzer sonuçların saptandığı gözlenmiştir. Hindista'nın doğu kesiminde beş farklı arıtma tesisinden numune alınarak yapılan THMs analizinde oranlar 231 µg/L -484 µg/L aralığında değişim göstermiştir. Ayrıca toplam trihalometan ölçümlerinin büyük bir kısmını kloroform bileşiği oluşturmuştur [14]. Çalışmamıza benzer olarak literatürde yer alan başka bir çalışmada da Kocaeli bölgesinde iki farklı bölgeden alınan 10 adet numune üzerinde THM analizleri gerçekleştirilmiştir. TTHM miktarlarının 100 µg/L olarak belirtilen sınır değerlerin altında olduğu ancak en yüksek konsantrasyona sahip THM bileşiğinin kloroform olarak ölçüldüğü belirtilmiştir [15]. Farklı zamanlarda THM oluşumu üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda da organik madde miktarı ve trihalometan oluşumu arasında ilişki olduğu klorlu sularda THM miktarlarının mevsimlere ve su kaynaklarının coğrafi konumuna göre değişim gösterebileceği belirlenmiştir [16].

4. SONUÇ

Sonuç olarak içme suyu şebekeye verilmeden önce oldukça kanserojen olarak nitelendirilen bu bileşiklerin kontrolünün yapılması ve arıtma tesisinde önlem alınması hususu oldukça önemlidir. Özellikle belli periyotlarla bu bileşiklerin izlenmesi halk sağlığının korunması açısından önem arz etmektedir. Konya yer altı suları yüksek kaliteli doğal sulardır ve bu suların içme suyu kaynağı olarak kullanımının dışında kullanılması yer altı sularının korunması kapsamında önlenmelidir. Sulama suyu amaçlı açılan pompaj kuyularının denetim altında tutulması yenilenebilir olmayan bu kaynakların korunması açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] WHO (World Health Organization). Guidelines for drinking water quality. 2th ed. Geneva : 1984.
- [2] Aydın M.E, Ateş N. Konya içme suyunda trihalometanlar. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Der. 2001;16(1): 1-6.
- [3] Cowman GA, Singer PC. Effect of bromide ion on haloacetic acid speciation resulting from chlorination and chloramination of aquatic humic substances. Environ Sci Technol. 1996;30(1):16 - 24.
- [4] McGeehin MA, Reif JS, Becher JC, Mangione EJ. Case-control study of bladder cancer and water disinfection methods in Colorado. Am.J.Epidemiol. 1993;138(7):492 -501.
- [5] USEPA. National primary drinking water regulations: disinfectants and disinfection by-products. Final Rule Federal Register Washington DC: 1998;63(241):69390-69476.
- [6] TS-266. İçmesuyu kalite Standartları. 2019(1)
- [7] USEPA. Metot 551.1. Determination of chlorination disinfection byproducts, chlorinated solvents and halogenated pesticides/herbicides in drinking water by liquid-liquid extraction and gas chromatography: electron-capture detection - revision .Ohio:1995;(1):45268
- [8] Tongur S, Aydın ME. Adsorption kinetics of chloroform from aqueous solutions onto activated lignite. Clean Soil Air Water. 2013; 41(1): 32-36.
- [9] Golfinopoulos S. The occurrence of trihalomethanes in the drinking water in greece. Chemosphere. 2000;41(1):1761-1767.
- [10] Nikolaou AD, Lekkas TD, Golfinopoulos SK, Kostopoulou MN. Application of different analytical methods for determination of volatile chlorination by-products in drinking water. Talanta. 2002;1(56):717-726.
- [11] APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and waste water. 19th edition Washington DC:1995
- [12] Gallard H, Von Gunten U. Chlorination of natural organic matter: kinetics of chlorination and of THM formation. Water Research. 2002;36(1):65-74.
- [13] Zhang XX, Chen ZL, Shen JM. Formation and interdependence of disinfection by-products during chlorination of natural organic matter in a conventional drinking water treatment plant. Chemosphere. 2020;242(1)1-11.
- [14] Kumari M, Gupta SK. Modeling of trihalomethanes (THMs) in drinking water supplies: a case study of eastern part of India. Environ Sci Pollut Res. 2015; 15(1)45-53.
- [15] Sunar İ, Kopan M, Akgün S. Gaz kromatografi-kütle spektrometresi ile gazdan arındırma ve tutma yöntemiyle Kocaeli bölgesi içme sularında trihalometan analizi. Health Sci Med 2020; 3(3): 269-277.
- [16] Toroz I, Uyak V. Seasonal variations of trihalomethanes (THMs) in water distribution networks of Istanbul City. Desalination 2005; 176: 127-41.