



# Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 20.11.2018  
Kabul Tarihi : 22.04.2019

Received Date : 20.11.2018  
Accepted Date : 22.04.2019

## Kızılırmak Nehri (Nevşehir) YüzeY Suyu Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Değerlendirilmesi

### Evaluation of Surface Water Quality of Kızılırmak River (Nevşehir) by Geographical Information Systems

Seval ARAS <sup>\*1</sup>, Güneş Gonca İPEK <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Nevşehir, Türkiye

<sup>2</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Seval ARAS, saras@nevsehir.edu.tr

#### ÖZET

Bu çalışmada; Türkiye'nin en uzun akarsuyu olan Kızılırmak'ın, Nevşehir il sınırları içerisinde geçen kısmının ağır metaller ve fiziko-kimyasal parametreler açısından Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma kapsamında nehir suyundan 2013-2014 yılları arasında 6 ayrı istasyondan mevsimlik numuneler alınmış ve ölçümler yapılmıştır. Suda tespit edilen fizikokimyasal parametreler ve ağır metal konsantrasyonları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne" göre değerlendirilmiştir; CBS ile su kalitesi konumsal olarak değerlendirilmiştir. Verilerin mekansal analizi ve haritalandırılması Arc GIS programı ile oluşturulmuştur. Kızılırmak Nehri'nin BOİ, PO<sub>4</sub>-P, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>-N ortalama konsantrasyonları "Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde" belirtilen değerlere göre II. Sınıf, III. Sınıf ve IV. Sınıf kalite özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. İstasyonlardaki dağılım konsantrasyonları haritalarda verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kızılırmak Nehri, Su Kalitesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Nevşehir

#### ABSTRACT

In this study; Turkey's longest river, the Kızılırmak, Nevşehir in cities and provinces in the portion of heavy metals that meet various needs and water are evaluated with CBS in terms of physicochemical parameters. The water samples were collected by seasonally from six different stations between 2013-2014. Physicochemical parameters and heavy metal concentrations determined in water were evaluated with GIS according to Water Quality Criteria According to Classes of Inland Water Resources in Regulation on Water Pollution Control. The spatial analysis and mapping of the data were generated by the Arc GIS program. The average concentrations of water BOD, PO<sub>4</sub>-P, NO<sub>2</sub> NH<sub>4</sub>-N II. class, III. class and IV. class determined. The distribution of in the stations are given on the maps.

**Keywords:** Kızılırmak river, Water quality, Geographic Information Systems, Nevşehir

#### GİRİŞ

Su kaynakları üzerine artan insan baskısı tatlı sularda kirlilik problemini ortaya çıkarmıştır. Günümüz sorunu olan bu durum su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesine ve değerlendirilmesine yönelik çalışmaların yapılmasını gerekli kılmaktadır [1].

Sucul bir alan ekosistem özelliği gösterdiği için alanın su kalitesi; türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik durumlarını etkileyen en önemli faktördür [2]. Yerleşim alanlarının su kenarları yakınına kurulmasında yeterli miktarda su teminiyle birlikte suyun kalitesi de büyük önem taşımaktadır [3]. Ancak yerleşim merkezleri, endüstriler ve tarımsal etkinliklerden kaynaklanan atık suların akarsulara boşaltılması sonucu, suların bu atıkları özümleme kapasitesi aşmakta ve kirlenme durumu istenmeyen boyutlara ulaşabilmektedir [4]. Temiz suya olan ihtiyacın artmasıyla birlikte tatlı suların fizikokimyasal özelliklerinin bilinmesi suların planlı bir şekilde kullanılabilmesi açısından önemlidir. Bu yüzden son yıllarda su sistemlerinin kalitesinin belirlenmesi için yapılan çalışmalar artış göstermiştir [5].

Ülkemizde su kaynaklarının korunması, yönetilmesi ve kalitesi ile ilgili olarak yönetmelik bulunmaktadır. Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Yer üstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY), yerüstü sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fiziko-kimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, bu suların kullanım maksatlarını sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasları amaçlamaktadır [6]. Bu kapsamdan yola çıkarak günümüzde yüzey sularının kalite yönetimi önemli bir konu olarak ele alınmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi ile istatistik yöntemler su kalitesi yönetiminde etkin biçimde kullanılmaktadır [7]. Su kalitesinin konumsal değerlendirilmesine yönelik olarak yapılan birçok çalışmada, CBS farklı kaynaklardan elde edilen bilgileri entegre etmede, işlemede ve konumsal ilişkiyi anlamada oldukça yararlı olacak yeni haritalar üretmede sağladığı avantajlarla önemli bir araç olarak kullanılmaktadır [8]. CBS; analiz, modelleme, daha hızlı sonuca ulaşma ve farklı koşulları değerlendirebilme imkanı sağlayarak pek çok konuda olduğu gibi su kirliliğinde ve dolayısıyla yönetiminde önemli bir karar destek mekanizması haline gelmiştir [9]. Yapılan bu çalışma ile; 6 farklı noktadan alınan nehir suyunun ağır metal ve fizikokimyasal parametrelerin konsantrasyonları değerlendirilerek, elde edilen sonuçların Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında Arc Map programının Spatial Analyst Tools modülü kullanılarak mekansal haritalandırılması sağlanıp, “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Yönetmeliğine” göre kalite sınıfının belirlenmesi gerçekleştirilmiştir.

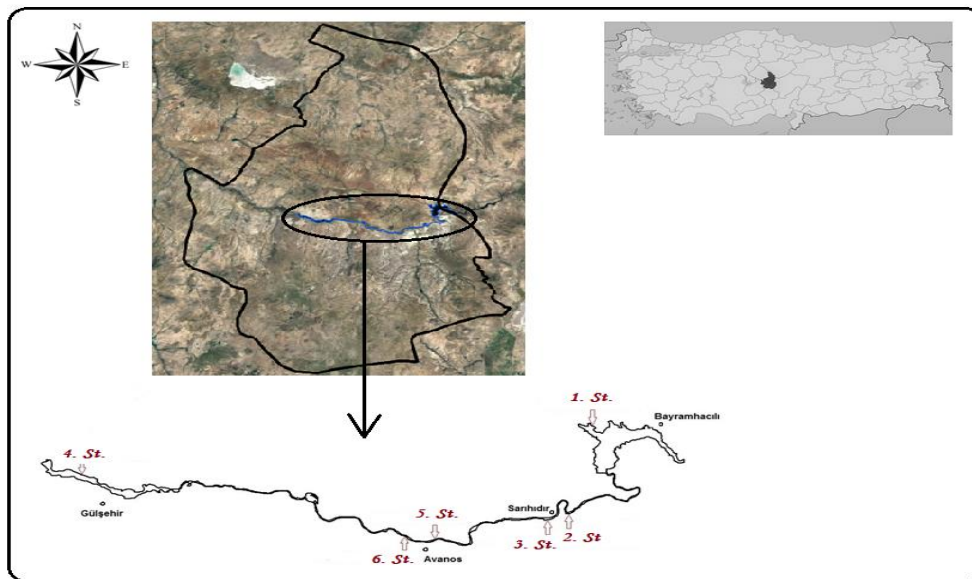
## MATERYAL VE METOD

Çalışma alanı olarak seçilen Nevşehir, İç Anadolu Bölgesi’nde 38°12’ ve 39°20’ kuzey enlemleri ile 34°11’ ve 35°06’ doğu boylamları arasında kalır. Konya kapalı havzasında kalan Derinkuyu ilçesi dışında, bütünüyle Orta Kızılırmak Havzası’na giren Nevşehir, konum itibarıyla Türkiye’nin tam ortasında olup, yüzölçümü 5.467 km<sup>2</sup>’dir. Ülke topraklarının binde 7’sini kaplar.

Kızılırmak vadisinin güney yamacına kurulmuş olan İl merkezinin rakımı 1.150 m dir. İl, doğudan batıya doğru inildikçe çukurluğu artan Kızılırmak vadisinin ikiye ayırdığı, güney ve kuzey bölgelerine doğru gidildikçe yükselen bir konum arz eder [10].

Kızılırmak Nehri’nde 2013-2014 yılları arasında 6 istasyondan mevsimsel olarak alınan su numunelerinde; biyolojik oksijen ihtiyacı, nitrit, nitrat, amonyum, fosfat, alüminyum, çinko, arsenik, bakır, mangan ve bor gibi ağır metal konsantrasyonlarının ölçümleri laboratuvarda yapılarak, sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen seviyeleri ise arazi çalışması sırasında ölçülerek sonuçların “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Yönetmeliğine” göre CBS ile haritalandırılması sağlanıp değerlendirilmesi yapılmıştır [11].

Verilerin mekansal analizi ve haritalandırılması Arc Map paket programı ile CBS ortamında yapılmıştır. Google Earth Pro’dan alınan JPEG uzantılı görüntü Arc Map ortamına aktarılıp, ölçüm noktaları sayısallaştırılarak vektör veri haline getirilmiştir. Çalışma alanı ve numune alınan istasyonların mekansal dağılımları Şekil 2.1.’de verilmiştir.

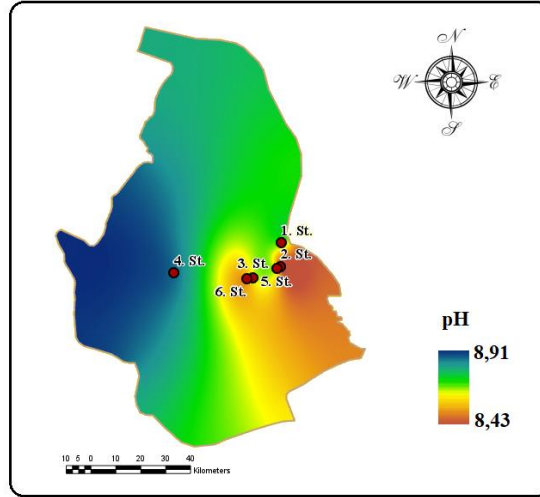


Şekil 2.1. Çalışma alanı ve numune alınan istasyonlar

## BULGULAR ve TARTIŞMALAR

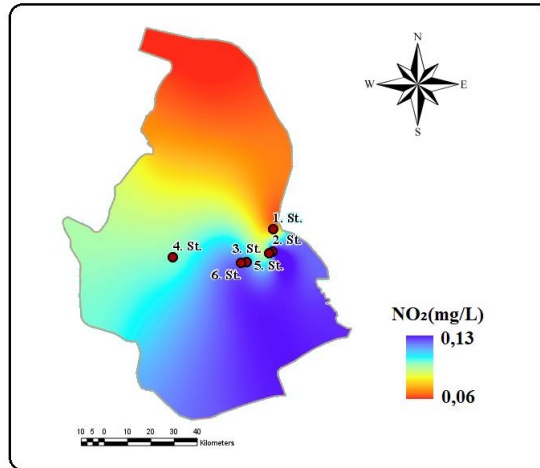
Alınan su numunelerinde analizi yapılan fizikokimyasal parametreler ve ağır metallerin konsantrasyonları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfları Kalite Kriterleri’nde” belirtilen değerlere sınıflandırılarak verilerin istasyonlar arasındaki dağılımları Arc GIS programı ile oluşturulmuştur.

pH: Örneklem noktalarında pH değeri en düşük 8,4 ile 2. istasyonda, en yüksek 8,9 ile 4. istasyonda ve ortalama 8,6 değer ile SKKY’nin belirlediği sınır değerlere göre I. Sınıf, II. Sınıf ve III. Sınıf su özelliğinde tespit edilmiştir. Şekil 3.1. de pH’nın istasyonlardaki mevsimsel dağılımı 8,4 ile 8,9 arasında belirlenmiştir.



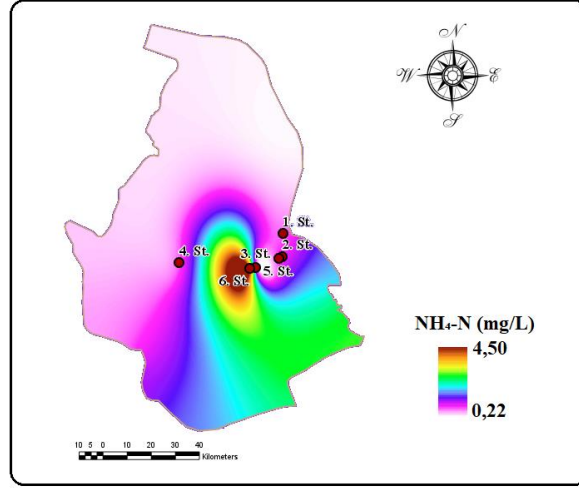
Şekil 3.1. pH konsantrasyonu mekansal dağılımı

**NO<sub>2</sub>:** Nitrit konsantrasyonu en düşük 0,063 mg/l ile en yüksek 0,13 mg/l seviyelerinde değişmektedir. Ortalama nitrit seviyesi 0,1 mg/l ile SKKY’nin belirlediği sınır değerlere göre IV. Sınıf su özelliğinde tespit edilmiştir. NO<sub>2</sub>’nin istasyonlardaki mevsimsel dağılım haritası Şekil 3.2.’de verilmiştir.



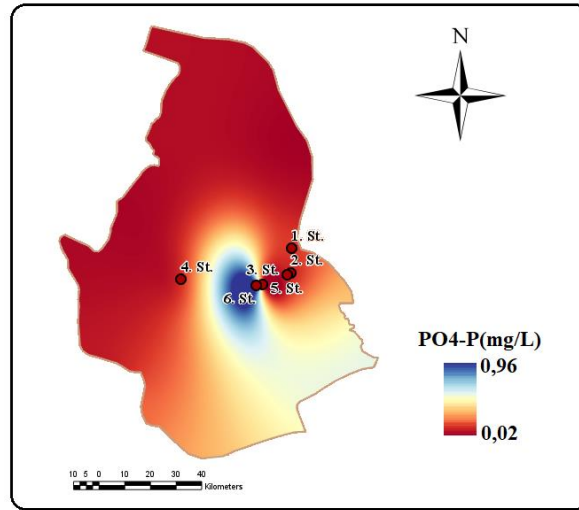
Şekil 3.2. Nitrit konsantrasyonu mekansal dağılımı

**NH<sub>4</sub>-N:** Ortalama amonyum azotu değerleri en düşük 0,22 mg/l olarak 1. istasyonda, en yüksek ise 4,5 mg/l değeri ile 6. istasyonda belirlenmiştir. Nehrin mevsimsel ortalama amonyum azotu değeri 1,02 mg/l ile SKKY’de belirtilen sınır değerler açısından III. Sınıf olarak belirlenmiştir. NH<sub>4</sub>-N konsantrasyonu dağılım haritası Şekil 3.9.’da verilmiştir.



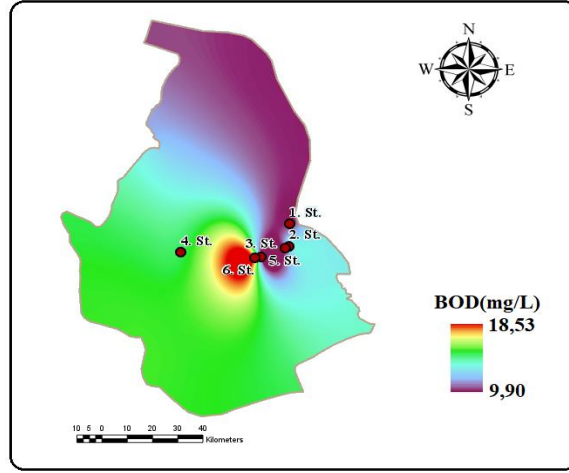
Şekil 3.3. Amonyum Azotu konsantrasyonu mekansal dağılımı

**PO<sub>4</sub>-P:** Nehir suyunun fosfat konsantrasyonu en düşük 2. istasyonda 0,02 mg/l değer ile II. sınıf su özelliğinde, en yüksek 6. istasyonda 0,96 mg/l değer ile IV. Sınıf su özelliğinde tespit edilmiştir. Nehir suyunun ortalama fosfat değeri ise 0,19 mg/l olarak tespit edilerek III. Sınıf olarak belirlenmiştir. Fosfat içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.4.'de verilmiştir.



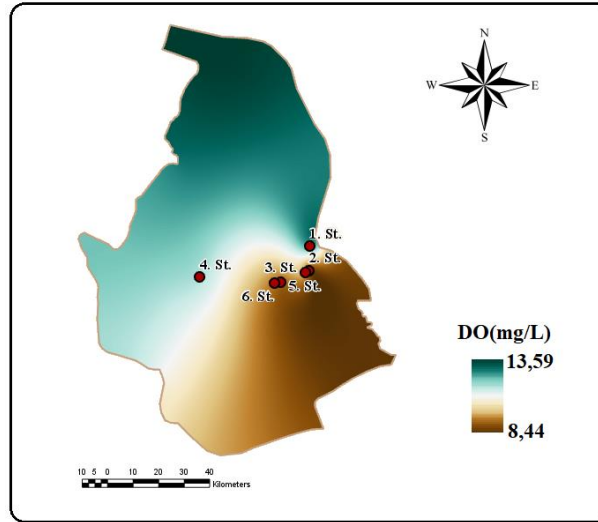
Şekil 3.4. Fosfat konsantrasyonu mekansal dağılımı

**BOİ:** Biyolojik oksijen ihtiyacı, en düşük değer 5. istasyonda 9,9 mg/l olarak, en yüksek değer ise 6. istasyonda 18,53 mg/l olarak saptanmıştır. Nehirde mevsimsel ortalama BOİ değeri 13,03 mg/l olduğundan, nehrin BOİ bakımından su kalitesi III. Sınıf özelliğindedir. BOİ içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.3.'de verilmiştir.



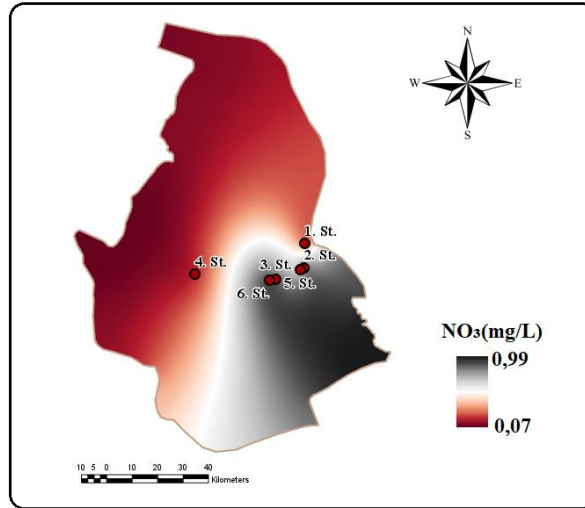
Şekil 3.5. BOİ konsantrasyonu mekansal dağılımı

**ÇO:** Çözünmüş oksijen en düşük 8,44 mg/l ile 2. istasyonda, en yüksek ise 13,59 mg/l ile 1. istasyonda belirlenmiştir. Ortalama çözünmüş oksijen değeri ise 10,3 mg/l olduğundan, nehir çözünmüş oksijen bakımından I. Sınıf özelliğindedir. Çözünmüş Oksijen içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.5.'de verilmiştir.



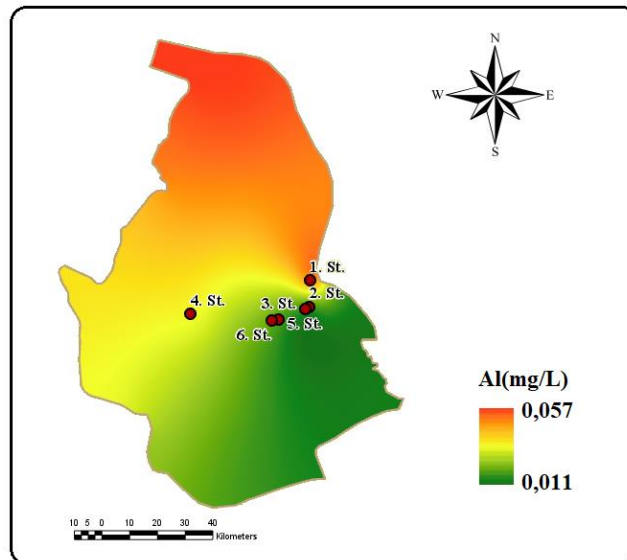
Şekil 3.6. Çözünmüş Oksijen konsantrasyonu mekansal dağılımı

**NO<sub>3</sub>-N:** Nitrat konsantrasyonu en düşük 0,07 mg/l olarak 4. istasyonda, en yüksek 0,99 mg/l ile 6. istasyonda belirlenmiştir. Ortalama nitrat değeri ise 0,61 mg/l değer ile I. Sınıf su özelliğindedir. Nitrat içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.6.'da verilmiştir.



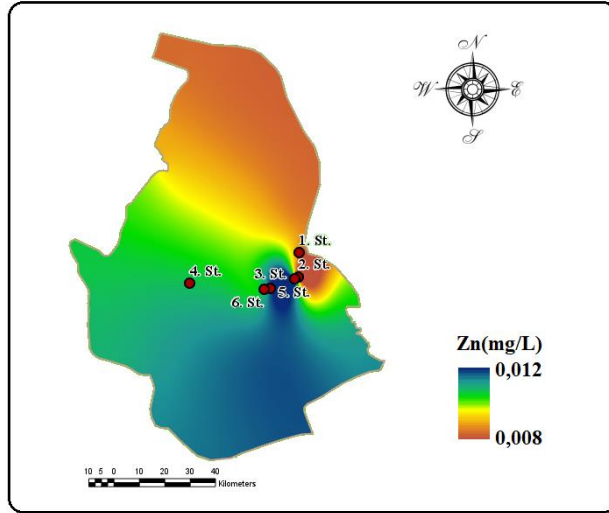
Şekil 3.7. Nitrat konsantrasyonu mekansal dağılımı

**Alüminyum (Al)** : Alüminyum konsantrasyonuna bakıldığında en düşük 0,011 mg/l olarak 3. istasyonda, en yüksek 0,057 mg/l olarak 1. istasyonda tespit edilmiştir. Nehir suyunun ortalama Al değeri 0,025 mg/l ile SKKY’de belirtilen sınır değerleri geçmemiş olup I. Sınıftır. Al mekansal dağılım haritası Şekil 3.8.’de verilmiştir.



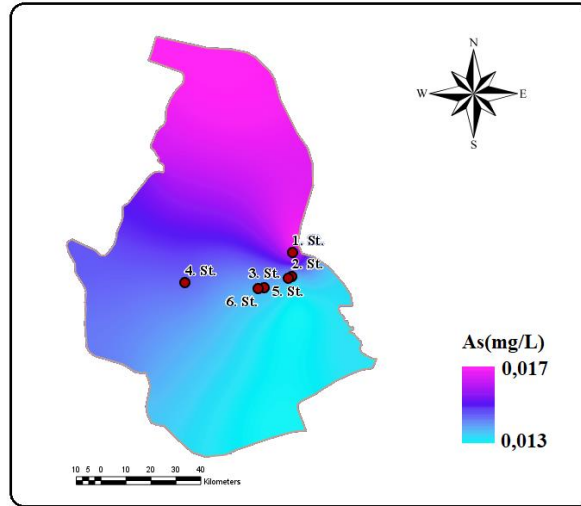
Şekil 3.8. Alüminyum konsantrasyonu mekansal dağılımı

**Çinko (Zn)**: Çinko konsantrasyonu en düşük 0,008 mg/l ile 2. istasyonda, en yüksek ise 0,012 mg/l ile 3. ve 5. istasyonlarda tespit edilmiştir. Ortalama çinko değeri 0,01 mg/l ile I. Sınıf su özelliğindedir. Çinko içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.9.’da verilmiştir.



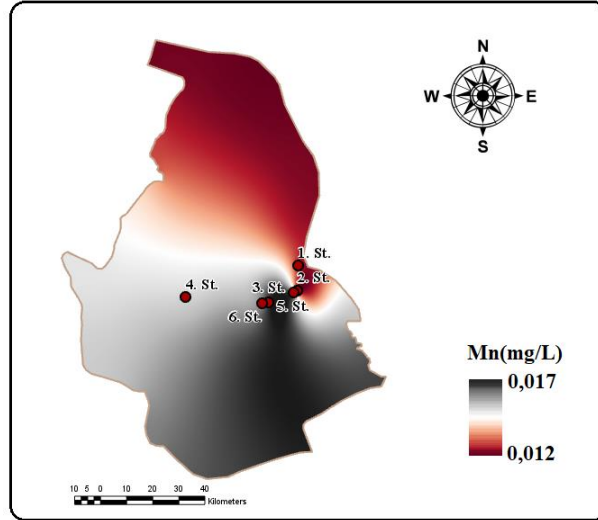
Şekil 3.9. Çinko konsantrasyonu mekansal dağılımı

**Arsenik (As):** Arsenik konsantrasyonu en düşük 0,013 mg/l ile 2., 3., 5. ve 6. istasyonlarda, en yüksek 0,017 mg/l ile 1. istasyonda belirlenmiştir. Ortalama arsenik değeri ise 0,014 mg/l ile I. Sınıf su özelliğindedir. Arsenik içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.10.'da verilmiştir.



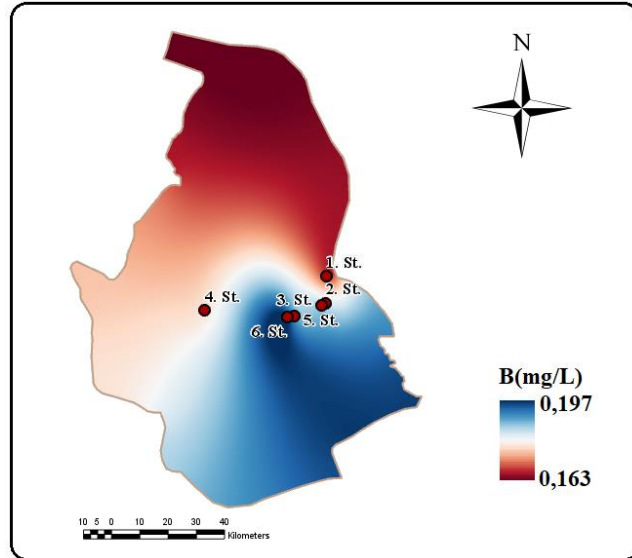
Şekil 3.10. Arsenik konsantrasyonu mekansal dağılımı

**Mangan (Mn):** Mangan konsantrasyonu en düşük 0,012 mg/l ile 1. ve 2. istasyonlarda, en yüksek ise 0,017 mg/l ile 5. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama mangan değeri 0,015 mg/l ile I. Sınıf su özelliğindedir. Mangan içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.11.'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Mangan konsantrasyonu mekansal dağılımı

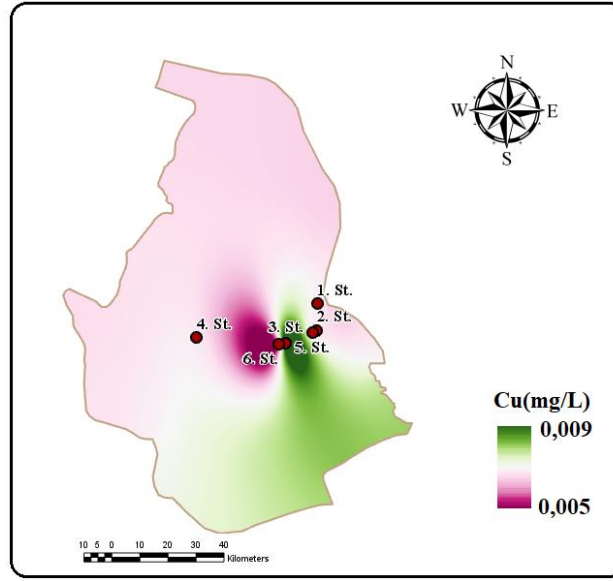
**Bor (B):** Bor konsantrasyonu en düşük 0,163 mg/l ile 1. istasyonda, en yüksek 0,197 mg/l ile 6. istasyonda rastlanmıştır. Ortalama bor konsantrasyonu 0,18 mg/l ile I. Sınıf su özelliğindedir. Bor içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.12.'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Bor konsantrasyonu mekansal dağılımı

**Bakır (Cu):** Bakır konsantrasyonu en düşük 0,005 mg/l olarak 6. istasyonda, en yüksek ise 0,009 mg/l ile 5. istasyonda tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda ise bakır konsantrasyonları eşit olup 0,006 mg/l'dir. Nehir suyunun ortalama bakır değeri 0,006 mg/l ile I. Sınıf su özelliğindedir. Bakır içeriklerinin mekansal dağılım haritası Şekil 3.13.'de verilmiştir.





Şekil 3.13. Bakır konsantrasyonu mekansal dağılımı

Yapılan diğer fiziko-kimyasal parametreler ve ağır metal konsantrasyonu bakımından nehir suyu I. Sınıf su özelliğinde belirlenmiştir.

### TARTIŞMA VE SONUÇ

6 farklı istasyondan alınan 13 farklı analiz sonucuna göre Kızılırmak Nehrinin yüzey suyunun “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’ne” göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan çalışmalar ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Kızılırmak nehir suyunun mevsimsel ortalama biyolojik oksijen ihtiyacı, nitrit, nitrat, amonyum ve fosfat konsantrasyonları SKKY de belirtilen sınır değerlere göre III. ve IV. sınıf su özelliği göstermiştir. Özellikle 4. ve 1. İstasyonlar nehrin durgunlaştığı akıntı hızının olmadığı önüne set oluşturulmuş sulama amaçlı kullanılan noktalardır. Ayrıca istasyonlar arasında konsantrasyonlara baktığımızda 6. istasyonda en yüksek değerlerin tespit edildiği görülmüştür. Avanos atıksu arıtma tesisi deşarj noktasının 6. İstasyonun bulunduğu bölge olmasından dolayı değerlerin yüksek çıkmasında etkin olmaktadır. Nehir suyunda belirlenen istasyonlara göre tespit edilen konsantrasyonlar; nehirde çok sayıda ördek ve kazların bulunmasına, nehrin kenarlarında restoranların yer almasına, insan faaliyetlerinin çok olmasına ve tarımsal faaliyetlerin etkinliğinden kaynaklanmaktadır. Bu da bize nehir suyunda kirletici yükün ağırlıklı olarak evsel, tarımsal ve antropojenik kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Nehir suyunun ağır metal konsantrasyonlarının SKKY’de belirtilen sınıf sınır değerleri geçmediği 1. sınıf su özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenmiştir (NEUBAP13F22 nolu proje).

### KAYNAKLAR

Arslan O., “Su Kalitesi Verilerinin CBS İle Çok Değişkenli İstatistik Analizi (Porsuk Çayı Örneği)”, *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* 2008/2 Sayı 99.

Aydın, D., Akça L., İçmesuyu Dağıtım Sistemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Su Kalitesi Yönetimi-İstanbul Örneği, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı, 34469, Ağayaza-İstanbul.

Bulut C., Atay R., Uysal K., Köse E., “Çivril Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi”, *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi-C*, Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 2012.

Gümrükçüoğlu, M., Baştürk O., “Sürdürülebilir Su Yönetiminde Nehir Kirliliği Üzerine Bir Çalışma”, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.

Nevşehir Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü, “İl Çevre Durum Raporu”, Nevşehir, 2012.

Özşahin, E. “CBS Kullanılarak Su Kalitesinin Dağılışı Ve Değerlendirilmesi:Cevizli Dere Havzası (Tekirdağ) Örneği”,*International Periodical For The Languages, Literature And History Of Turkish Or Turkic* Volume 8/12 Fall 2013, p.1067-1082, Ankara-Turkey.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, 2012.


Şeker, D.Z., Tanık A., Öztürk İ., “CBS’nin Havza Yönetimi Çalışmalarında Uygulanması”, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir, 2009.


Taş B., “Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi”, *Ekoloji* 15,60 1-6 2006.

Topal M., Arslan Topal, E.I., “2014-2015 Kış Sezonunda Caro Deresi (Elazığ)’nin Bazı Fizikokimyasal Parametreler Açısından Su Kalitesinin Belirlenmesi”, *BEU Fen Bilimleri Dergisi* 4(1), 43-53, 2015.

Uz M., Ağca M., Kaya E., “Mamasun Barajının Su Kalitesine Etki Eden Arazi Kullanımlarının CBS ve Uzaktan Algılama Verileri İle Değerlendirilmesi ve Modellenmesi”, 6.Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, Adana, 2016.

## ORCID

Seval ARAS  <https://orcid.org/0000-0002-6392-0117>

Güneş Gonca İPEK  <https://orcid.org/0000-0002-2995-4516>