

Fırat- Dicle Havzası Nehir Kollarında Su Kalitesi Karakterizasyonu için Antibiyotik Grubu Tetrasiklin ve Bazı Minerallerin Takibi ve Değerlendirilmesi

Aytekin ÇELİK^{1*}, Ekrem AYDIN²

^{1,2} Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

*¹ aytekincelik@firat.edu.tr, ²ekremaydin2323@gmail.com

(Geliş/Received: 21/12/2020;

Kabul/Accepted: 23/01/2021)

Öz: Bu çalışma da yaklaşık olarak 18 335 400 hektar alana sahip olan Fırat- Dicle havzası nehir kolları, Tetrasiklin (TC), Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ ve bulanıklık açısından incelenmiştir. Bu amaçla havza kapsamında takibi yapılan Fırat nehri için maksimum TC, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ ve bulanıklık sırasıyla 0.5, 17.7, 93.6, 65.6, 15.2 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, Fırat nehri için maksimum bulanıklık ise 77.2 NTU olarak belirlenmiştir. Benzer işlemler Dicle nehri için de yapılmış ve bu nehirde de maksimum TC, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ ve bulanıklık sırasıyla 0.05, 13.4, 69.2, 19.8 ve 8.7 mg/L olarak belirlenmiştir. Dicle havzasında maksimum bulanıklık ise 1035 NTU olarak ölçülmüştür. Fırat nehrinde Tetrasiklin (TC), Mg²⁺ ve Ca²⁺ yoğun olarak gözlenmiş iken Dicle nehrinde ise Na⁺, K⁺ ve bulanıklık açısından yoğunluk olduğu çalışma sonunda tespit edilmiştir

Anahtar kelimeler: Havza, Fırat, Dicle, Tetrasiklin

Monitoring and Evaluation of Antibiotic Group Tetracycline and Some Minerals for Water Quality Characterization in River Branches of the Euphrates-Tigris Basin

Abstract: In this study, the Euphrates-Tigris basin river tributaries, which have an area of approximately 18335 400 hectares, were examined in terms of Tetracycline (TC), Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ and turbidity. For this purpose, the maximum TC, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ and turbidity were determined as 0.5, 17.7, 93.6, 65.6, 15.2 mg/L for the Fırat river monitored within the basin. In addition, the maximum turbidity for the Fırat river was determined as 77.2 NTU. Similar procedures were also carried out for the Tigris river, and the maximum TC, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ and turbidity in this river were determined as 0.05, 13.4, 69.2, 19.8 and 8.7 mg/L, respectively. The maximum turbidity in the Tigris basin was measured as 1035 NTU. While Tetracycline (TC), Mg²⁺ and Ca²⁺ were intensely observed in the Euphrates River, it was determined at the end of the study that there was a density of Na⁺, K⁺ and turbidity in the Tigris river.

Key words: Basin, Fırat, Dicle, Tetracycline

1. Giriş

Fırat ve Dicle nehirleri Türkiye’de doğan, Basra’nın kuzeyinde birleşerek Şatt-ül Arap adı ile körfeze dökülen, tek bir büyük akarsu sisteminin iki önemli koludur. Türkiye’nin Güneydoğu Anadolu Projesini (GAP) gerçekleştirmeye başlamasıyla, gerek sulama amaçlı kullanılan sular sebebiyle debinin azalması, gerekse de mansap ülkelere akacak suyun kalitesi açısından kıyıdaş ülke olarak Suriye ve Irak doğrudan etkilenmektedir [1]. Fırat ve Dicle Havzası büyük oranda, kuzey ve doğu Türkiye ile İran ve Irak’ın dağlık kesimlerine yağın karlardan beslenmektedir. Havza kapsamında olan Fırat nehri, Batı Asya’nın ve Türkiye’nin en geniş drenaj sahasına sahip ve Batı Asya’da bulunan nehirlerin en uzun olanıdır. Bu nehir, Doğu Anadolu’da Ağrı ve Erzurum yörelerindeki dağlardan kaynaklanan iki ana kol (Murat-Karasu) ve onlarca yan koldan beslenir [2].

Ortadoğu’nun siyasetine yön veren ve yaşamını şekillendiren Türkiye’nin en verimli su potansiyeline olan Fırat nehri, Murat ve Karasu ırmaklarının Elazığ da birleşmesiyle oluşan Erzincan, Tunceli, Elazığ, Malatya, Diyarbakır, Adıyaman ve Gaziantep il sınırını belirledikten sonra önce Suriye daha sonra Irak topraklarına giren ve Nil’den sonra en önemli akarsulardandır ve 2780 km uzunluğundadır. Havza ülkeleri Türkiye, Suriye, Ürdün, Suudi Arabistan, Kuveyt ve Irak’tır. Suriye sınırına kadar 1700 km’yi bulan Fırat nehri, Türkiye içindeki havzası 1 207 304 kilometrekaredir. Doğu Anadolu Bölgesi’nde eriyen kar suları ve kış yağmurları ile beslenen akarsu nisan ayına kadar sürekli yükselmekte ve yaz mevsimi başlamasıyla Ekim ayına kadar alçalmaktadır.

Fırat-Dicle nehirler sisteminin başlıca kıyıdaşları Türkiye, Suriye ve Irak’tır. Aralarındaki su meselesi her birinin 1960’lı yıllarla beraber büyük çaplı su geliştirme projelerine başlamalarıyla ortaya çıkmıştır. Bu projelerin

* Sorumlu yazar: aytekincelik@firat.edu.tr. Yazarların ORCID Numarası: ¹ 0000-0003-4234-1797, ² 0000-0003-1985-7701

öncelikli hedefleri seller ve kuraklıklarla mücadele için nehirlerin akışlarını düzenlemek olmuştur. Takip eden dönemlerde kıyıdaş ülkelerin hedefleri giderek büyümüş bunlar arasına hidroelektrik enerji üretimi, içme suyu sağlama ve sulama için inşa edilen büyük baraj ve geniş sulama sistemlerinin inşası eklenerek su kullanımlarının ve taleplerin hızla arttığı gözlemlenmiştir [3]. Nehir üzerinde Keban Barajı (Elazığ), Karakaya Barajı (Malatya-Elazığ), Atatürk Barajı (Adıyaman-Şanlıurfa), Birecik Barajı (Birecik) ve Karkamış Barajı (Kargamış) tamamlanmıştır. Asurluların 'Purati', Sümerlilerin 'Buranunu', Arapların 'Al Furat' dediği Fırat nehri İngilizcede, 'Euphrates' olarak adlandırılmıştır. Nehir yıllık su kapasitesinin %90'nı Türkiye'den, %10'nu ise Suriye topraklarından alır [4]. Fırat'a Irak'ın, Dicle'ye ise Suriye'nin hiçbir katkısı yoktur [5]. Oldukça yüksek su potansiyeline sahip olan Fırat nehri, hidroelektrik imkânlarının çok ancak ulaşımına elverişli bir nehir olmadığı bilinmektedir. Suriye'de bu nehirden yeterince faydalanmaktadır. Bu bağlamda, Fırat nehri üzerinde başlıca Saab, Sohuei ve Taaf adında barajlar inşa etmiştir. Benzer şekilde, Irak iktisadi kaynaklarının tamamını iki nehirden karşılarken, Suriye yenilenebilir su kaynaklarının neredeyse %85'ini Fırat'tan sağlamaktadır [6]. Fırat nehri, Irak'ta Dicle nehri ile birleşerek Şatt-ül- Arap adını alır ve Basra Körfezi'ne dökülürler.

Dicle Nehri Elazığ'ın güneyindeki Güneydoğu Toroslardan kaynağını alır. Daha sonra nehir, Batman, Ilısu, Botan ve Garzan çaylarının da katılmasıyla büyük bir akarsu haline gelir. Dicle Nehri, Cizre güneyinde 30km. kadar Türkiye-Suriye sınırını oluşturduktan sonra Irak topraklarına girer. Burada Türkiye'den kaynaklarını alan Habur ve Büyük Zap Suyu Dicle'ye katılır. Daha güneyde ise Küçük Zap Suyu ve Zagros Dağları'ndan kaynağını alan Diyale Dicle Nehri'ne katılır. Dicle'nin su toplama havzası 387 600 km² dir. Su toplama havzasının %15'i (57 614 km²) Türkiye, %75.2'si Irak, %9.5'i İran ve %0.3'ü Suriye topraklarında bulunmaktadır. Dicle Nehri'nin taşıdığı su miktarı ise yıllık 50 milyar m³ civarındadır. Nehir taşımış olduğu suyun %42.6'sını Türkiye'den (21.33 milyar m³), %57.4'ü Irak'dan (28.67 milyar m³) karşılar [7]. Fırat'a göre daha kısa olan Dicle nehrinin rejimi düzensiz olup, yaz aylarında su seviyesi oldukça düşmekte olduğu rapor edilmiştir (Kodaman, 2003). Sularının mevsimsel değişimi bakımından dünyanın önde gelen akarsularından olan Dicle nehri, düzensiz akış rejiminden dolayı beraberinde getirdiği sorunları çözmek için Irak ile 1946 yılında anlaşma yapılmıştır. Türkiye havzanın %12'sini oluşturmaktadır ve bu alan nehrin Basra körfezine döküldüğü noktaya kadardır. Havza'nın geri kalan kısmı ise, %54'ü Irak'tan, %34'ü İran'dan ve % 0.2'si Suriye'den kaynaklanır [6].

Fırat-Dicle Havzası'nda genel olarak buğday, pamuk, mısır, sebze, meyve alanlarında sulama yapılmaktadır. Sulama ile birlikte sulama alanlarında toprak erozyonu oluşmakta ve toprak, pestisitler, herbisitler, kimyevi gübreler nehirlerle taşınmakta zaman zaman nehir suları çamur görünümünü andırmaktadır. Yapılan bu bilinçsiz sulama ile birlikte aynı zamanda her yıl binlerce ton toprak nehirlerle akmakta ve bu barajların ekonomik ömrünü azaltmaktadır [8].

Dicle nehrinin Fırat nehri ile birleşmeden önceki su potansiyeli 52.7 milyar metreküptür. Fırat suyunun aksine Dicle akarsuyunun Suriye'ye etkisi daha azdır. Bunun aksine Irak'ın katkısı fazladır. Irak, Fırat ile Dicle'nin birbirine yaklaştığı ve Bağdat'ın doğusunda yer alan Al - Thartar Kanalı ile bu iki nehri birleştirmiştir. Buna rağmen Suriye'nin Dicle üzerinde hak iddia etmesi ve bu yönde izlenmiş olduğu politikalar su sorununu derin bir politik konu haline getirmiştir. Dicle Havzası'nın Fırat Havzasına benzer şekilde, yüksek bir topoğrafya ve çok engebeli bir araziye sahip olması nedeniyle Suriye'ye nazaran yeraltı ve yerüstü suları Suriye sınırından Irak'a akmakta olduğu bildirilmiştir [8].

Havzada yer alan orman varlığının tür kompozisyonu ağırlıklı olarak yapraklı ağaç türleri oluşturmaktadır. Havzanın Dicle kısmının %27.5'ini ve Fırat kısmının da %19.1'ini ormanlık (verimsiz ve bozuk ormanlar dâhil) alanlar teşkil etmektedir. Havzanın erozyona açık yüzey alanlarından her yıl 50 milyon tonun üzerinde sediment havzada tesis edilen barajlara taşınmaktadır [9].

Bu çalışmada, yukarıda bahsi geçen Fırat-Dicle havzası için Tetrasiklin (TC), Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ ve bulanıklık parametreleri takibi ve tespiti yapılmıştır. Ayrıca, takibi yapılan parametrelerin kaynağı, etkisi ve havzaya baskı durumları değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları

Çalışma, Fırat-Dicle havzası içerisinde yer alan barajlar ve bu barajlara ulaşan Fırat ve Dicle akarsularının ana kol ve bağlantı kollarını temsil edebilecek 28 adet numune alma istasyonu ile başlamış ve devam ettirilmiştir. Bu istasyonların seçiminde, özellikle geçiş güzergahların da bulunan illerin giriş çıkışları ve nüfus hareketliliğinin ve tarımsal faaliyetlerin yoğunlaştığı alanların seçilmesine dikkat edilmiştir. Bu noktalardan alınan numunelerde su kalitesinde önem arz eden bazı minerallerin, tarımsal ve veterinerlik amaçlı yaygın kullanılan tetrasiklinin ve akarsu bulanıklık değerlerinin takibi yapılmıştır. Numune alınan nehir kolları Şekil 1' de verilmiştir.

2.2 Analitik metot

Fiziksel parametrelerin (pH-iletkenlik-ÇO) ölçümleri kaynak başında YSI marka PRO 20 ve 1030 ölçüm cihazları ile yapılmış, diğer parametre analizleri için de numuneler uygun koşullarda, araç tipi buzdolaplarında laboratuvar ortamına getirilmiştir. Herhangi bir çökmeye ortam vermemek için gerekli numune saklama koşulları azami sağlanmıştır. Numune alma işlemi, 28 istasyonda 3 günde tamamlanmıştır. Bu amaçla, tetrasiklin takibi Shimadzu marka yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı ile takip edilmiş olup, Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^{+} ve K^{+} iyonlarının tespiti de Shimadzu marka iyon kromatografisi (IC) ile tayin edilmiştir. Bu analizlerin yanı sıra akarsu bulanıklık değerleri de belirlenmiş ve Hach marka TL2300 model türbidimetre ile ölçümleri yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Ca^{+2} ve Mg^{+2} varlığı yönünden değerlendirme

Fırat-Dicle havzası Fırat akarsuyu üzerinde toplam 16 adet numune alma istasyonu belirlenmiştir. Numune alınan kollar Şekil 2'de verilmiştir. Alınan numunelerde Mg^{+2} ve Ca^{+2} takibi yapılmış ve ana kol boyunca değişimleri incelenmiştir. F1, F2 ve F3 istasyonlarında Mg^{+2} – Ca^{+2} konsantrasyonları sırasıyla 12.6, 73.4, 14.3, 65.2 ve 9.7, 93.6 mg/L olarak tespit edilmiştir. Mg^{+2} konsantrasyonunun bu ilk 3 noktada önce arttığı daha sonra azaldığı gözlenmiştir. Mg^{+2} konsantrasyonunun artmasına, numune alma istasyonları arasında ki mesafe veya akarsu kollarının geçtiği alanda ki tarım arazilerinden Mg^{+2} nin çözünerek suya karışma durumunun neden olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra konsantrasyon azalışına ise Mg^{+2} nin suda oksitlenmesi gibi farklı formlara dönüşme durumlarının söz konusu olabileceği tahmin edilmektedir. Benzer şekilde, bu 3 noktada Ca^{+2} nin konsantrasyonunun da değişimler gözlenmiş ve artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Mg^{+2} iyonunda düşünülen konsantrasyon değişim nedenleri Ca^{+2} iyonu için de geçerli olabileceği söylenebilir. Çünkü, F1, F2 ve F3 numune alma noktaları sırası ile birbirini takip eden istasyonlardır.

F4, F5 ve F6 numune alma noktalarında da benzer şekilde Mg^{+2} ve Ca^{+2} mineralleri takibi yapılmıştır. Bu istasyonlardan alınan numunelerde, Mg^{+2} konsantrasyonları sırasıyla 14.6, 17.7 ve 12.1 mg/L, Ca^{+2} konsantrasyonları ise bu noktalar için sırasıyla 44, 50.5 ve 36.4 mg/L olarak belirlenmiştir. Burada F4 ve F5 yan kollar üzerindeyken F6 bu iki noktadan hemen sonraki ana kol üzerinde bulunmaktadır. Bu istasyonlar Mg^{+2} açısından değerlendirilirse; F3 den gelen F4, F5 ve yan kollarla birleşip F6 noktasına dahil olduğundan bu noktada alınan numunede Mg^{+2} konsantrasyonunun azaldığı gözlenmiştir. Bu duruma ana kol debisinin yüksek olması sebebiyle yan kollardeki yüksek Mg^{+2} ve Ca^{+2} konsantrasyonunun seyrelmiş olabileceği neden olarak söylenebilir. F7 noktasından alınan numunede Mg^{+2} ve Ca^{+2} konsantrasyonu sırasıyla 12.6 ve 38.5 mg/L olmuştur. F7 yan koldan alınan noktadır. Bu nedenle, Mg^{+2} ve Ca^{+2} minerallerine bölgede yaygın olan tarım arazileri kaynak olarak gösterilebilir.

Fırat nehri ana kol üzerinde bulunan F8, F9, F10, F11, F12 ve F13 noktalarından alınan numunelerde, Mg^{+2} konsantrasyonları sırasıyla 13.2, 9.7, 10.1, 14.6, 9.8 ve 11.02 mg/L olarak gözlenirken, aynı noktalarda Ca^{+2} konsantrasyonu ise sırasıyla 45.3, 32.6, 28.9, 44, 82 ve 40.3 mg/L şeklinde tespit edilmiştir. Ana kol üzerindeki bu noktalar Mg^{+2} ve Ca^{+2} açısından farklılık göstermesi numune alınan noktalar arası mesafeye ilişkili olduğu varsayılmıştır. Mg^{+2} ve Ca^{+2} konsantrasyonunda ki azalma her iki mineralin de ortamda reaksiyon vermesi ile sudan ayrılması, konsantrasyon artışının ise diğer noktalara benzer şekilde tarım arazileri ve yüzey suları vasıtasıyla Mg^{+2} ve Ca^{+2} nin çözünerek suya karıştığı ile ilişkilendirilmiştir. F14 ve F15 in Mg^{+2} ve Ca^{+2} konsantrasyonları sırasıyla 10, 12 mg/L ve 40.3, 89.3 mg/L olarak belirlenmiştir. F16'nın Mg^{+2} ve Ca^{+2} konsantrasyonları sırasıyla 16.8, 64.6 mg/L olmuştur. F14 ve F15 numune alınan istasyonlar yan kollar olup, F16 istasyonu ana kol üzerindedir.

Fırat Dicle Havzası kapsamında olan Dicle nehri için ise toplam 12 numune alma istasyonu belirlenmiştir. Şekil 3, bu nehir için Mg^{+2} ve Ca^{+2} konsantrasyonlarını göstermektedir. Burada D1, D2, D3, D4, D5 ve D6 noktaları art arda gelen ana kol, kalan diğer istasyonlar ise ana ve yan kollar olarak seçilmiştir. Ana kol üzerinde bulunan istasyonlarda Mg^{+2} konsantrasyonu sırasıyla 8.2, 8, 9.4, 6.9, 5.7 ve 7.2 mg/L olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde bu istasyonlarda, Ca^{+2} konsantrasyonları ise sırasıyla 45.6, 69.2, 45.8, 10.7, 6.8 ve 39 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonlar da Mg^{+2} konsantrasyonu açısından artış ve azalışlar gözlenmiştir. Bu değişimlere numune alınan noktalar arası mesafe, bulunduğu bölgede ki tarımsal faaliyetler ve nehir ortamında oksitlenme benzeri durumların söz konusu olabileceği değerlendirilmektedir. Benzer şekilde ana kol üzerinde bulunan bu 6 istasyonda Ca^{+2} konsantrasyonlarında da Mg^{+2} gibi değişimler söz konusu olmuştur. Bu değişimlere Mg^{+2} etkenlerinin Ca^{+2} için de etkili olabileceği söylenebilir. Devamında, D7 ve D8 noktalarında Mg^{+2} konsantrasyonları sırasıyla 8.7 ve

7.6 mg/L, Ca^{+2} konsantrasyonları ise bu noktalar için sırasıyla 44.6 ve 50 mg/L olarak belirlenmiştir. Ayrıca D7 yan kol, D8 ise bu noktadan hemen sonra ana kol üzerinde bulunan numune alma istasyonudur. Burada, D6 da mevcut Mg^{+2} yükü, D7 yanı sıra yan kollarında birleşmesi ile D8 noktasına bağlanmaktadır. Bu yüzden D8 noktası ana kol olması münasebetiyle yüksek akış hızının da etken olması Mg^{+2} konsantrasyonunun seyrelmesi özelinde düşmesine neden olduğu savunulmuştur. Bu iki noktanın Ca^{+2} varlığı açısından durumu Mg^{+2} ye göre tam tersi olmuştur. Bu duruma sebep olarak D8 de çözünen Ca^{+2} nin yüksek olması söylenebilir. D9 ve D10 yan kollar üzerinde bulunmaktadır. Bu kolların Mg^{+2} konsantrasyonu sırasıyla 13.4 ve 10.7 mg/L iken Ca^{+2} konsantrasyonları sırasıyla 53.9 ve 51 mg/L olarak ölçülmüştür. D11 ve D12 ise ana kol üzerinde art arda gelen istasyonlardır. Bu iki noktanın Mg^{+2} konsantrasyonu 5.5 ve 9.3 mg/L iken, Ca^{+2} konsantrasyonu 56.7 ve 53.4 mg/L olmuştur. Yan kollarında Mg^{+2} konsantrasyonu yüksek iken ana kol üzerinde Mg^{+2} konsantrasyonunun düşmesi önceki numune alma istasyonlarında da benzer durum gözleendiğinden, ana kolda seyreltiği görüşünü destekler nitelikte olmuştur.

3.2 Na^+ ve K^+ varlığı yönünden değerlendirme

Fırat-Dicle Havzası kapsamında Fırat kolunda belirlenen 16 istasyonda Na^+ ve K^+ takibi ve değerlendirmesi de yapılmıştır. Takibi yapılan minerallerin ortalama değerleri Şekil 4’de gösterilmiştir. F1, F2 ve F3 numune alma istasyonlarında Na^+ konsantrasyonu sırasıyla 23,5, 26,3 ve 27,5mg/L, benzer şekilde F1, F2 ve F3 de K^+ konsantrasyonları ise sırasıyla 13,6, 15,2 ve 9,8 mg/L olarak tespit edilmiştir. Na^+ bu ilk 3 noktada sürekli artmıştır. Na^+ fazlalığı, evsel ve endüstriyel kirlenme, toprak yapısı ve deniz katkısından kaynaklanabilir. Ancak bölgenin coğrafi yapısı göz önüne alındığında bu artışlara neden, yağışlar dolayısıyla nehre Na^+ kaynağı girişi veya yoğun tarım faaliyetleri sonucu olduğu kanısına varılabilir. Bu ilk 3 noktada K^+ konsantrasyonlarında artış ve azalışlar gözlenmiştir. K^+ da oluşan bu değişimlerin Na^+ neden olan çevresel koşullar kaynaklı olduğu varsayılmıştır. Çünkü K^+ fazlalığına da evsel ve endüstriyel kirlenmeler, tarımsal gübrelemeler ve toprak yapısı neden olmaktadır. Ayrıca F1, F2 ve F3 aynı ana kol üzerinde sırasıyla bulunmaktadır. Çalışmanın devamında, F4, F5 ve F6 noktalarında da Na^+ konsantrasyonları tespit edilmiş ve bu istasyonlarda sırasıyla 15, 24 ve 16,8 mg/L olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde K^+ konsantrasyonları da takip edilmiş ve bu mineralde bu noktalar için sırasıyla 2,2, 7,3 ve 5,3 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ayrıca burada F4 ve F5 yan kollar üzerindeyken F6 bu iki noktanın hemen sonraki ana kol üzerinde bulunan noktadır. Bu 3 nokta Na^+ açısından değerlendirilirse, F3 den gelen Na^+ yükü, F4, F5 ve yan kollarla birleşip F6 da Na^+ konsantrasyonunu azalttığı gözükmektedir. Bu duruma sebep olarak ana kol debisinin yüksek olması sebebiyle yan kollarındaki yüksek Na^+ ve K^+ konsantrasyonu seyrelmiş olmasıdır. Numune alınan bir diğer istasyon F7 için Na^+ ve K^+ konsantrasyonu sırasıyla 15.5 ve 5.1 mg/L olmuştur. F7 yan koldan alınan noktadır. Bu istasyon için Na^+ ve K^+ değişimleri, tarımsal faaliyetler ve yağış kaynaklı akarsuya girişlerin olması olarak değerlendirilmiştir. F8, F9, F10, F11, F12 ve F13 ün Na^+ konsantrasyonları sırasıyla 19,3, 18,4, 25,2, 14,6, 65,6 ve 14,5 mg/L olarak belirlenirken, benzer şekilde bu noktaların K^+ konsantrasyonları ise sırasıyla 5,1, 4,5, 3,9, 2,9, 4,5 ve 4,9 mg/L olarak tespit edilmiştir. F8-F13 arası kollar ana kol üzerinde olan noktalardır. Ana kol üzerindeki bu noktalar Na^+ ve K^+ açısından mesafeyle azalıp artmışlardır. Azalmalar Na^+ ve K^+ nin reaksiyon verip çökelek şeklinde sudan ayrıldığı, artışlar ise etraftaki arazilerden ve yüzeylerden Na^+ ve K^+ nin çözünerek suya karıştığını göstermektedir. F14 ve F15 numune alma istasyonları için Na^+ ve K^+ konsantrasyonları sırasıyla 38,2, 18,5 mg/L ve 4,7, 6,9 mg/L olarak belirlenmiştir. F16’ nın ise Na^+ ve K^+ konsantrasyonları sırasıyla 18,5, 6,9 mg/L olmuştur. F14 ve F15 noktaları yan kollar iken F16 ana kol üzerinde olan noktadır.

Dicle kolu üzerinde toplam 12 nokta belirlenmiştir. Şekil 5, bu noktaların Na^+ ve K^+ konsantrasyon değerlerini göstermektedir. D1, D2, D3, D4, D5 ve D6 noktaları art arda gelen ana kol numune alma istasyonlarıdır. Bu noktaların sırasıyla Na^+ konsantrasyonu 10,4, 6,8, 11,3, 3,02, 3,97 ve 7 mg/L olarak belirlenmiştir. D1, D2, D3, D4, D5 ve D6 noktaları için K^+ konsantrasyonları ise sırasıyla 5,3, 2,94, 6,2, 0,93, 1,3 ve 6,7 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu ilk 6 noktada Na^+ konsantrasyonları önce artmış sonra azalmıştır. Bu bölgede de yoğun tarımsal faaliyetler görüldüğünden artışa sebep olarak değerlendirilmiştir. Azalışa ise Na^+ nin suda oksitlenmesi durumu düşünülmüştür. Bu ilk 6 noktadaki K^+ konsantrasyonlarının değişim nedenleri de Na^+ ile benzer olduğu söylenebilir. D7 ve D8 noktalarında Na^+ konsantrasyonları sırasıyla 6 ve 6,2 mg/L olarak tespit edilirken, K^+ konsantrasyonları ise bu noktalar için sırasıyla 2,6 ve 5,3 mg/L olarak belirlenmiştir. Ayrıca D7 yan kollar üzerindeyken D8 bu noktadan hemen sonraki ana kol üzerinde bulunan noktadır. Bu 2 noktayı Na^+ açısından değerlendirmek istersek D6’dan gelen D7 ve yan kollarla birleşip D8 de Na^+ konsantrasyonu azaldığı gözükmektedir. Bu duruma sebep olarak ana kol debisinin yüksek olması sebebiyle yan kollarındaki yüksek konsantrasyon seyrelmiştir. Bu iki noktanın K^+ açısından durumu Na^+ ile aynı şekilde olmuştur. D9 ve D10 numune alma istasyonları yan kollar üzerinde bulunan noktalardır. Bu kolların Na^+ konsantrasyonu sırasıyla 19,8 ve 7,6 mg/L olarak gözlenmişken, K^+ konsantrasyonları ise sırasıyla 8,7 ve 3,7 mg/L olarak ölçülmüştür. D11 ve

D12 ise ana kol üzerinde art arda gelen noktaldır. Bu iki noktanın Na⁺ konsantrasyonu 12.3 ve 10.5 mg/L iken, K⁺ konsantrasyonu ise 7.3 ve 5.1 mg/L olmuştur. Ara kollarda Na⁺ konsantrasyonu yüksekken ana kol üzerinde Na⁺ konsantrasyonunun düşmesi ana kol da seyreltiğinin göstergesidir.

3.3 Tetrasiklin tespiti

Fırat nehri üzerinde belirlenen ana ve yan kollar da antibiyotik grubu tetrasiklin takibi de yapılmıştır. Şekil 6, bu istasyonlarda tespit edilen tetrasiklin değerlerini göstermektedir. F1, F2 ve F3 de TC konsantrasyonu sırasıyla 0.25, 0.27 ve 0.18 mg/L olmuştur. Bu ilk 3 noktada tetrasiklin (TC) konsantrasyonunda artışlar ve azalışlar gözlenmiştir. Bilindiği üzere TC antibiyotiği hayvanların gelişimlerini arttırmak amaçlı yemlerde ve hastalıklardan tedavi amaçlı ağız yoluyla kullanılmaktadır. Bu nedenler TC konsantrasyon artışına mesafe veya etraftaki hayvan çiftlikleri ve dolayısıyla arazilerden TC'nin çözünerek suya karışma durumu sebep olarak düşünülmüştür. Ayrıca F1, F2 ve F3 aynı ana kol üzerinde art arda gelen istasyonlardır. F4, F5 ve F6 noktalarında TC konsantrasyonları sırasıyla 0, 0.13 ve 0 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu durum TC nin mesafeyle su bitkilerine, su canlılarına ve nehir yatağına adsorplanabileceğini veya buralarda oksitlenebileceğini göstermiştir. Ayrıca F4 ve F5 yan kollar üzerindeyken F6 bu iki noktan hemen sonraki ana kol üzerinde bulunan istasyondur. Yan kol olan F7 de ise TC konsantrasyonu 0.02 mg/L olarak belirlenmiştir. F8, F9, F10, F11, F12 ve F13 ün TC konsantrasyonları sırasıyla 0.2, 0, 0, 0.5, 0.23 ve 0.2 mg/L olmuştur. Bu istasyonlar ana kol üzerinde olan noktaldır. Ana kol üzerindeki bu noktalar da TC konsantrasyonu mesafeyle azalıp artmıştır. Azalmalar TC nin yüzeylere adsorplanabileceğini, artışlar ise etraftaki arazilerden ve yüzeylerden TC nin çözünerek suya karıştığını göstermektedir. F14 ve F15 numune istasyonlarında TC konsantrasyonları sırasıyla 0, 0.1 mg/L olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra yan kol olan F16 da ise TC konsantrasyonu 0.1 mg/L olmuştur.

Dicle kolu üzerinde toplam 12 nokta belirlenmiştir. Şekil 7, bu noktalarda yapılan TC konsantrasyonu sonuçlarını göstermektedir. D1, D2, D3, D4, D5 ve D6 noktaları ana kol üzerinde art arda gelen istasyonlar olarak sıralanmıştır. Bu noktaların sırasıyla TC konsantrasyonu 0, 0, 0.04, 0.032, 0.03 ve 0 mg/L olarak belirlenmiştir. Bu ilk 6 noktada TC konsantrasyonlarında artışlar ve azalışlar gözlenmiştir. Konsantrasyon değişimine, önceki numune alınan istasyonlara benzer şekilde mesafe veya etraftaki hayvan çiftlikleri ve dolayısıyla arazilerden TC nin çözünerek suya karışma durumu olabileceği ihtimali kuvvetlidir. Benzer şekilde D7 ve D8 noktalarında ise TC konsantrasyonları sırasıyla 0.05 ve 0.02 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ayrıca D7 yan kollar üzerindeyken D8 bu noktan hemen sonraki ana kol üzerinde bulunan noktadır. Bu 2 noktayı TC açısından değerlendirildiğinde, D6 den gelen D7 ve yan kollarla birleşip D8'e karıştığından dolayı TC konsantrasyonunun azaldığı gözükmektedir. Bu duruma ana kol debisinin yüksek olması sebebiyle yan kollardan gelen TC konsantrasyonunun seyrelmiş olabileceği düşünülmüştür. D9 ve D10 istasyonlarında TC konsantrasyonu sırasıyla 0.02 ve 0.03 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu noktalar yan kollar olarak çalışılmıştır. D11 ve D12 ise ana kol üzerinde sıralanmıştır. Bu iki nokta da TC konsantrasyonu 0.02 ve 0 mg/L dolaylarında tespit edilmiştir. Yan kollarda TC konsantrasyonu yüksekken ana kol üzerinde TC konsantrasyonunun düşmesi ana kol da seyreltiğinin göstergesidir.

3.4 Nehir kolları bulanıklığı

Bahsi geçen parametrelerin yanı sıra Fırat ve Dicle nehirleri için seçilen istasyonlarda akarsu bulanıklığı da belirlenmiştir. Şekil 8, Fırat nehri için seçilen numune alma noktalarının bulanıklık değerlerini göstermektedir. F1, F2 ve F3 de bulanıklık sırasıyla 77.2, 65.4 ve 68 NTU olmuştur. Bu ilk 3 noktada bulanıklık değerlerinde artışlar ve azalışların olduğu gözlenmiştir. Bölgede yoğun tarım arazilerinin varlığı ve topoğrafik yapısı nedeniyle yağışlardan kaynaklı nehir ortamına katı partiküllerin taşınması bulanıklığın artmasına kaynak olduğu düşünülmektedir. Çünkü F1, F2 ve F3 ana kol üzerinde art arda olan noktaldır. F4, F5 ve F6 noktalarında bulanıklık sırasıyla 22.5, 8.6 ve 10.4 NTU olarak tespit edilmiştir. Bu durum mesafeyle çökebileceğini veya nehrin yüksek su hızı nedeniyle partiküllerin taşınması bulanıklığı artırabileceği neden olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca F4 ve F5 yan kollar, F6 ise bu iki noktan hemen sonraki ana kol üzerinde bulunan noktadır. F7 numune alma istasyonunun da bulanıklık 2.1 NTU olarak ölçülmüştür. F7 yan koldan alınan noktadır. F8, F9, F10, F11, F12 ve F13 numune alma noktalarında ise bulanıklık değerleri sırasıyla 2.1, 5.8, 17.7, 5.2, 33.5, 17.6, 5.3 NTU şeklinde tespit edilmiştir. Bu istasyonların tümü ana kol üzerinde olan numune alma noktaldır. Ana kol üzerindeki bu noktalar da bulanıklık değerleri mesafeyle azalıp artmışlardır. Azalmalar, bulanıklığa sebep olan partiküllerin yüzeylere adsorplanabileceğini, artışların ise etraftaki arazilerden ve yüzeylerden çözünerek suya karıştığını göstermektedir. F14 ve F15 istasyonlarında bulanıklık konsantrasyonları sırasıyla 3.5 ve 45.1 NTU olarak belirlenmiştir. F16 da ise bulanıklık değeri 29.6 NTU mg/L olmuştur. F14 ve F15 yan kol, F16 ise ana kol üzerindedir.

Fırat nehrine benzer şekilde Dicle nehri içinde bulanıklık değerleri takip edilmiştir. Şekil 9, Dicle nehri için belirlenen bulanıklık değerlerini göstermektedir. D1, D2, D3, D4, D5 ve D6 noktaları ana kol üzerinde art arda gelen istasyonlar olarak belirlenmiştir. Bu noktaların sırasıyla bulanıklık değerleri 55.3, 203, 67.8, 7.6, 87.6 ve 13.7 NTU olarak tespit edilmiştir. Bulanıklık Dicle nehri kolları için büyük artışlar ve azalışlar göstermiştir. Bulanıklığın artması, çevrede faaliyet gösteren hayvan yetiştiriciliği, tarımsal faaliyetler ve insan kaynaklı katı partiküllerin nehir ortamına atılması sonucu olduğu düşünülmektedir. D7 ve D8 noktalarında bulanıklık değerleri sırasıyla 45.9 ve 108 NTU olarak tespit edilmiştir. Ayrıca D7 yan kol, D8 noktası ise D7 den hemen sonraki ana kol üzerinde bulunan noktadır. D8 de bulanıklığın artması, kendinden önce gelen D7 ve önceki kolların birleşmesi ile bulanıklık yükünün artmış olabileceği olarak düşünülmüştür. D9 ve D10 bulanıklık değerleri sırasıyla 1035 ve 36.8 NTU olarak ölçülmüştür. Bu denli yüksek bulanıklık değerlerinin ölçülmesi, ışık görüntü kirliliğinin yanı sıra ışık geçirgenliğini ve mevcut çözülmüş oksijen miktarını azaltabileceği görüşü ile sucul canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olacaktır. Bu nedenle önemle üzerinde durulması gereken bir husustur. D11 ve D12 ise ana kol üzerinde sıralanmıştır. Bu iki noktanın bulanıklık değerleri 9.2 ve 89.6 NTU olarak belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

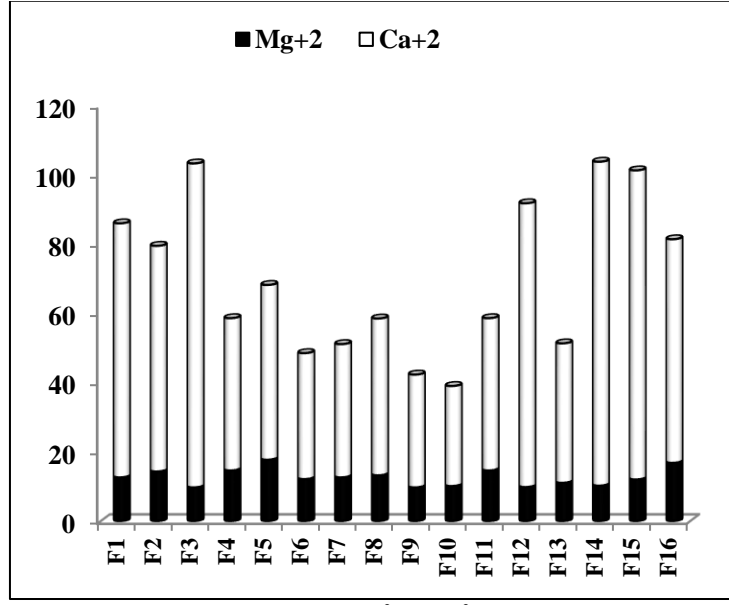
Bu çalışmada, Fırat-Dicle havzası nehir kollarında Mg^{+2} , Ca^{+2} , Na^{+1} , K^{+1} , Bulanıklık ve antibiyotik grubu Tetrasiklin parametreleri takip edilmiş ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

- Fırat ve Dicle nehirleri ana ve yan kollarında incelenen tüm parametreler için mevsimler değişimleri etkili olmuştur.
- Her iki nehir için izlediği güzergâh çevresinde faaliyet gösteren besi yetiştiriciliği ve tarımsal etmenler tüm parametre değişimlerinde etkili olmuştur.
- Özellikler insan kaynaklı kirliliklerin Dicle nehri üzerinde daha fazla olduğu çalışma sürecinde gözlenmiştir.
- Ülkemiz de en büyük yüz ölçüme sahip havzaların başında gelen Fırat-Dicle havzası için su kalitesi belirlenmesi hususu özelinde kaynak niteliğinde olabilecek sonuçların elde edildiği düşünülmektedir.
- Tetrasiklin antibiyotisinin tespiti, genellikle yoğun hayvancılığın olduğu bölgelerde gözlenmiştir.
- Bulanıklık parametresi, topoğrafik yapı, yağışlar ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir.
- Bu çalışma, ülkemizin mevcut kullanılabilir su kaynakları ve havza bazlı sektörel su tahsisi konularına yardımcı kaynak olarak kullanılabilmesi varsayılmaktadır.

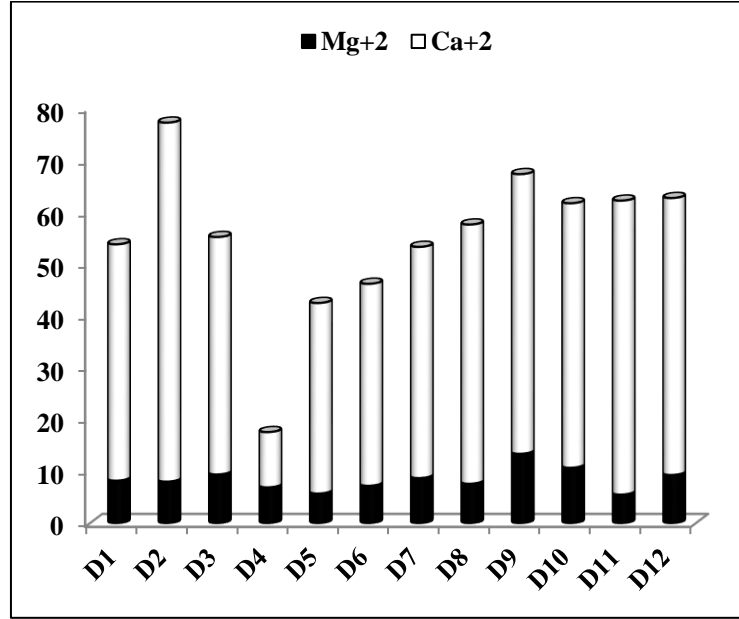
5. Tablolar ve Şekiller



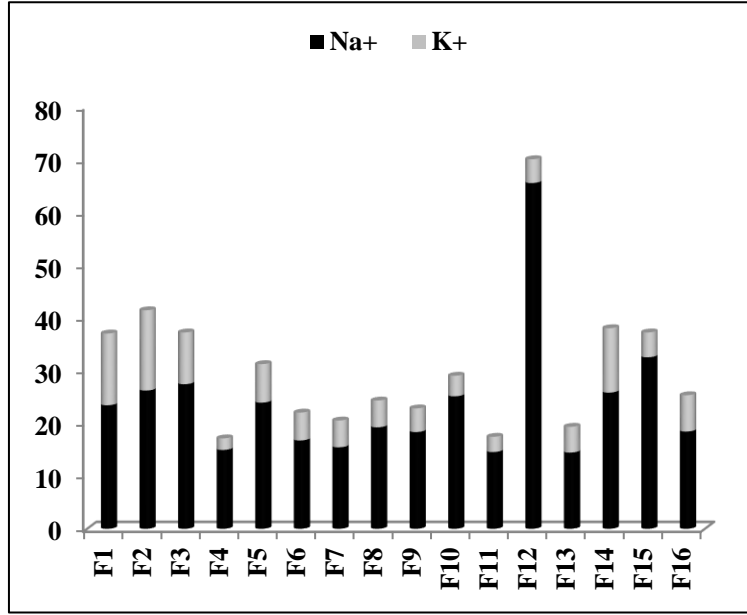
Şekil 1. Fırat-Dicle nehirleri için numune alınan istasyonlar



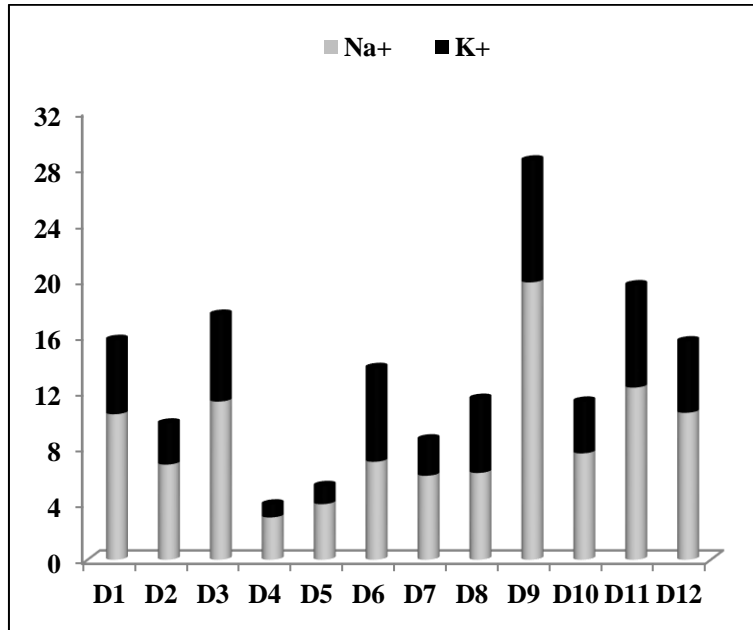
Şekil 2. Fırat Nehri için Mg²⁺ ve Ca²⁺ konsantrasyonları



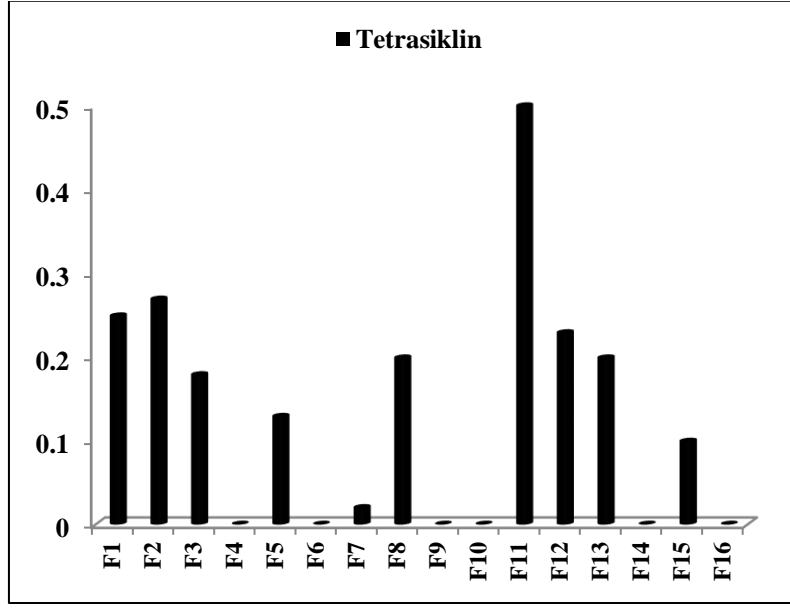
Şekil 3. Dicle nehri için Mg²⁺ ve Ca²⁺ konsantrasyonları



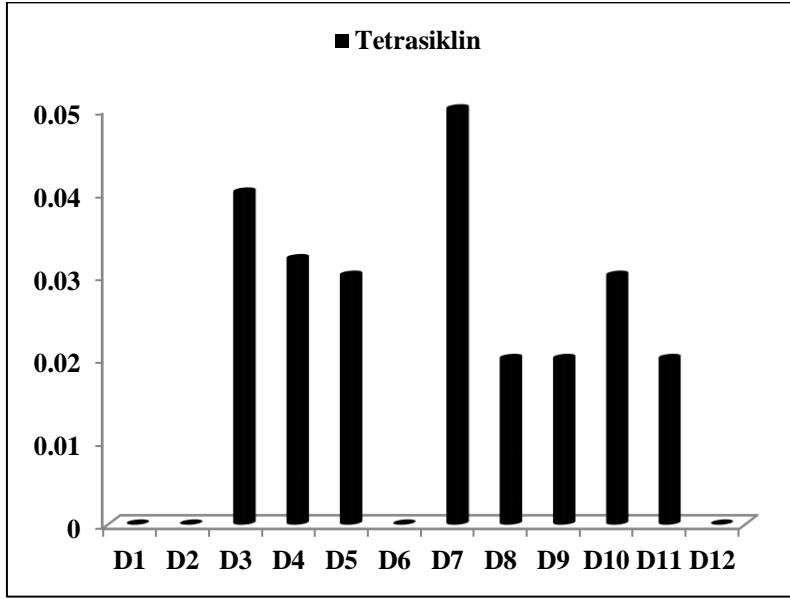
Şekil 4. Fırat Nehri için Na⁺ ve K⁺ konsantrasyonları



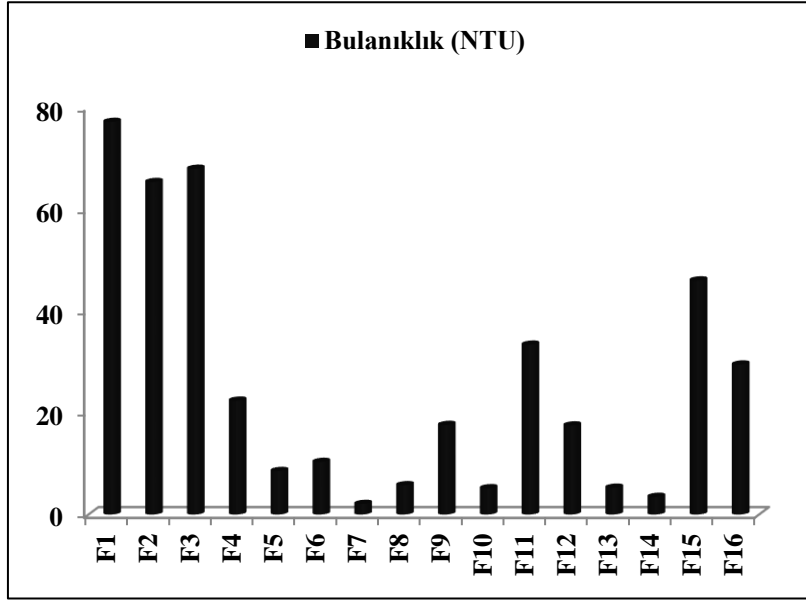
Şekil 5. Dicle Nehri için Na⁺ ve K⁺ konsantrasyonları



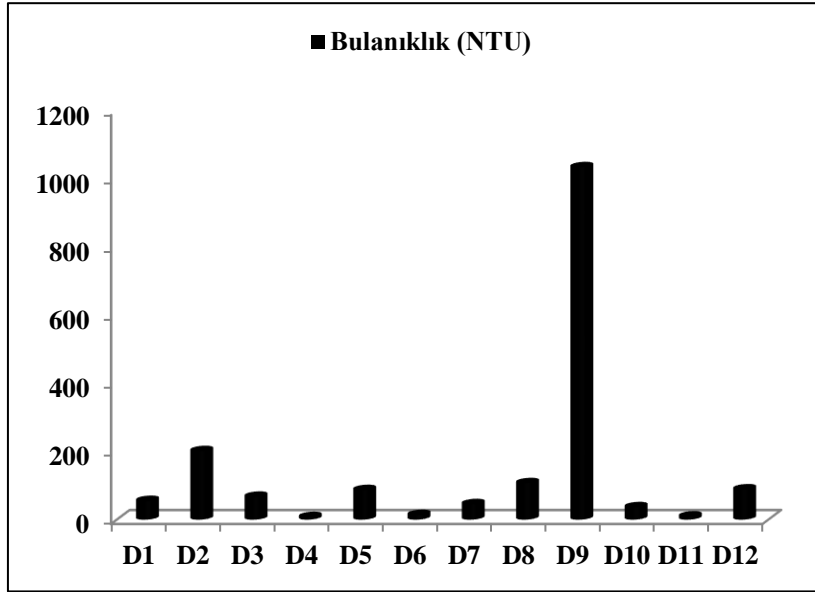
Şekil 6. Fırat Nehri için TC konsantrasyonları



Şekil 7. Dicle Nehri için TC konsantrasyonları



Şekil 8. Fırat Nehri için Bulanıklık değerleri



Şekil 9. Dicle Nehri için Bulanıklık değerleri

Kaynaklar

- [1] Ontüçyıldız M., Abdulmohsın M., S., Büyükkaracıgan, N., Fırat-Dicle Havzası ve Irak su yapıları, Selçuk University Journal Of Social And Technical Researches Volume:12, 118-151 2016.
- [2] Yıldırım, A., Karakaya Barajı ve doğal çevre etkileri. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, (6), 32-39, 2006.

- [3] Kıbaroğlu, A., Fırat-Dicle Havzası Sınıraşan su politikalarının evrimi: İşbirliği için fırsatlar ve tehditler, *Ortadoğu Analiz*, 4(43), 70-83, 2012.
- [4] Karakılçık, Y., Bölgesel su anlaşmazlıklarının küresel çatışmaya dönüşme riski: Fırat ve Dicle rneđi. *Uluslararası Hukuk ve Politika*, (16), 19-56. 2008.
- [5] Őengül, B., F., Dünden bugüne Fırat-Dicle bağlamında Türkiye'nin güney komşuları ile su sorunu, *Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Ticaret Üniversitesi*, 2014.
- [6] Kodaman, T., Fırat- Dicle meselesi ve Türkiye – Suriye ilişkilerine etkisi, *Asil Yayın Dağıtım, Ankara: S.30*, 2007.
- [7] Yılmaz, M., *Ortadoğu'da su sorunu kapsamında Türkiye'nin Sınıraşan sularının jeopolitik nemi. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara*, 2015.
- [8] etinkaya, H., Kendal, E., & Sayar, M. S., Ekolojik tarım açısından Güneydoğu Anadolu Bölgesi, *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 6(1), 195-198, 2013.
- [9] Hızal, A., Serengil, Y., & zcan, M., Ekosistem tabanlı havza planlama metodolojisi ve havza çalışmalarında yapılan yanlış uygulamalar, *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22, İstanbul*, 2008.