

ŞANLIURFA İLİ KIRSALINDA İÇME SUYU KAYNAKLARINDAKİ NİTRAT KİRLENMESİNİN İYON DEĞİŞİMİ METODU İLE ARITILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa ASOĞLU^{1*}, Yakup CUCİ², Mehmet Fatih DİLEKOĞLU³

¹Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi, Haliliye 63000, Şanlıurfa, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Onikişubat 46100 Kahramanmaraş, Türkiye

³Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Haliliye 63050, Şanlıurfa, Türkiye

Geliş Tarihi/Received Date: 24.03.2022 Kabul Tarihi/Accepted Date: 28.07.2022 DOI: 10.54365/adyumbd.1091520

ÖZET

Bu çalışmada Şanlıurfa İli kırsalındaki bazı yerleşim yerlerinde nitrat kirlenmesinin sebep olduğu içme suyu olarak kullanılan yer altı sularındaki nitrat seviyesi ve içme suyu olarak kullanılabilme üzere yerinde uygulanabilecek bertaraf çözümü araştırılmıştır. Yapılan çalışmada bu içme suyu kuyularının büyük bir tarımsal arazi olan Harran Ovası içerisindeki köy yerleşim yerleri içerisinde yer aldığı ve ekseriyetle sınır değer olan 50 mg/L değerinin üzerinde nitrat konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Köy yerlerinde kullanılabilir işletimi kolay bir çözüm üzerinde durularak en uygun seçeneğin iyon değiştirici reçine olabileceğine karar kılınmıştır. Buna göre nitrat iyonlarının giderilebildiği ticari reçine ile pilot ölçekli çalışmalar yürütülerek paket kolon tasarımı yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı Yığınak köyü içme suyu kuyusu için giriş suyu konsantrasyonunu 125 mg/L den 50 mg/L'ye kadar giderebilecek iyon değiştirici kolon'un 4,3 gün çalışma süresine sahip olarak iki adet 1,5 m derinliğinde ve 1 metre çapında olmasının yeterli olacağı hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İyon değişimi, nitrat, su kirliliği, yer altı suyu

INVESTIGATION OF THE PURIFICATION OF NITRATE POLLUTION IN DRINKING WATER RESOURCES IN THE COUNTRYSIDE OF ŞANLIURFA PROVINCE BY ION EXCHANGE METHOD

ABSTRACT

In this study, nitrate level in groundwater used as drinking water caused by nitrate contamination in some settlements in Şanlıurfa province countryside and on-site disposal solution to be used as drinking water were investigated. In the research, it was determined that these drinking water wells are located in village settlements in Harran Plain, which is a large agricultural land, and have a concentration of nitrates above the limit value of 50 mg/L. It was decided that the most suitable option could be ion changer resin by focusing on an easy-to-operate solution that can be used in village locations. Accordingly, pilot scale studies were carried out with commercial resin, where nitrate ions can be removed, and package column design was made. It was calculated that the ion exchange column, which can remove the inlet water concentration from 125 mg/L to 50 mg/L for the drinking water well of Yığınak village where the study was conducted, would be sufficient to have two 1.5 m depth and 1-meter diameter with an operating time of 4.3 days.

Keywords: İon exchange, nitrate, water pollution, ground water

*1e-posta: mustafaasoglu@msn.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4598-4993> (Sorumlu Yazar)

²e-posta: cuci@ksu.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4318-9934>

³e-posta: dilekoglu@harran.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7407-1635>

1. Giriş

Kavram olarak çevre, her ne kadar kolay ve açık bir ifade gibi görünse de kavramın derinliğine inildikçe oldukça karmaşık ve sınırlandırılmasının güç olduğu anlaşılmaktadır. Hassaten büyük kentlerin su havzaları; aşırı yapılaşma, endüstrileşme ve zirai faaliyetler neticesinde kirlenmektedir. Su kaynakları patojen canlıların yok edilmesi amacıyla kullanılan ilaçların yanı sıra tarımsal amaçla yapılan ilaçlamalar nedeni ile ilaç partiküllerinin rüzgârla sulara geçmesi veya pestisit üretimi yapan fabrika atıklarının su kaynaklarına deşarjı sebebi ile kirlenmektedir. Öte yandan, kimyasal gübrelerin lüzumsuz ve bilinçsiz kullanımı da zamanla toprağı tuzlulaştırarak çoraklaştırmakta ve doğal döngü ile gerek su kirlenmesine ve gerekse öteki etkileri ile olumsuzluklar oluşturmaktadır. Bu gibi sebeplerle de hem yüzey hem de yer altı sularının su toplama havzalarının mutlaka koruma altına alınması oldukça önemlidir. Zirai faaliyetten ötürü oluşabilecek kirliliğin engellenmesine yönelik alınabilecek önlemler de bu bağlamda değerlendirilmelidir. Buradan hareketle zirai işletmeler için faaliyetlerinin içme suyu havzasındaki etkilerinin en aza indirgenmesi gerekmektedir. Bu nedenle konvansiyonel zirai üretim metotlarından çevre dostu ziraat yöntemlerine (organik tarım gibi) geçiş ehemmiyet kazanmaktadır.

Nitrat (NO_3^-) son derece geniş alanlara yayılım kabiliyetine sahiptir, bu nedenle önemli kirleticiler arasında yer almaktadır. Araştırmalar, zirai faaliyetler ile nitrat kirliliği arasında bir ilişkinin varlığını belirtmektedir. Yer altı sularının karşı karşıya olduğu kirlenmelerde ise ilk olarak nitrat kirlenmeleri kendini göstermektedir. Toprak ve yüzey sularının kirlenmesinin yanı sıra yer altı suyunun nitrat kirlenmesine maruziyeti de ciddi çevresel kirlenmeye sebebiyet vermektedir. Zirai faaliyetlerden doğan en büyük kirlenme de birçok su kaynağında sık sık görülen, çözünabilirlik hususiyetinden dolayı son derece kolay yer değiştirebilen ve kalıcı özellikteki nitrat kirlenmeleridir.

Ülkemizde İçme suyu kaynaklarındaki yüksek nitrat konsantrasyonları halk sağlığı adına büyük bir risk oluşturur. Şanlıurfa Harran Ovasında yapılan araştırmada 20 örnek kuyu belirlenmiş ve bu kuyulardan alınan sulara nitrat değerleri 20-317 mg/L arasında çıkmıştır. Buna göre nitrat kirlilik değerinin TS 266, WHO (1998) VE EU (1998) tarafından 50 mg/L sınırının üzerinde olduğu tespit edilmiştir [1]. Bu anlamda ülkemizde Sağlık Bakanlığınca 17.02.2005 tarihinde yayımlanan ve amacı insani tüketim amaçlı suların teknik ve hijyenik uygunluğu ile suların kalite standartlarının oluşturulması, kaynak suları ve diğer suların elde edilmesi, paketlenmesi, etiketlenip satışa sunulması gibi esasları düzenlemek olan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik “çıkarılmış ve bu kapsamda içme suyunda nitrat sınır değeri 50 mg/L olarak belirlenmiştir [2].

Dünya Sağlık Örgütü tarafından Kanada'da yapılan incelemede 2.000 kuyunun %31,5' inin 20 mg/L'den fazla nitrat içerdiği [3], kentsel atık suların nitrat değerine etkisi bakımından yüzey suyunda bulunan nitratların %40' ına kadar oluşturabildiği gözlemlenmiştir. Bununla beraber azotlu gübre kullanımının artması, otlaktan tarıma kadar arazi kullanım modellerinde meydana gelen değişiklikler ve evsel atıksuların nehirlerle deşarjı sonucunda su ortamlarında nitrat seviyeleri hızla artmaktadır [4,5,6].

Ülkemizde “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” kapsamında azotlu parametreler için sınır değerler Çizelge 1'de verilmiştir [2].

Çizelge 1. Azotlu Parametreler İçin Sınır Değerler

Parametre	Sınır değeri(mg/L)
NH_4 (Amonyum)	0,5
NO_2^- (Nitrit)	0,5
NO_3^- (Nitrat)	50

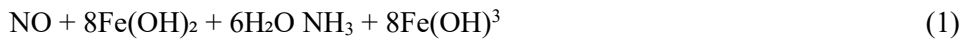
İçme suyunda nitrat kaynaklı oluşan başlıca sağlık sorunu, bebeklerde “Mavi Bebek Sendromu” diye tanımlanan methemoglobi gelişimidir. Nitratın nitrite dönüşümüyle ya da direkt yüksek oranlarda

vücuda giren nitritin kan dolaşımına karışmasıyla methemoglobin (MHb) varlığı görülmekte ve alyuvarların oksijen iletim etkinliğini düşürerek anemik hipoksi meydana getirmektedir [7]. Hemoglobinin methemoglobine dönüşmesi vücutta normalde de oluşmaktadır. Ancak alyuvarlarda var olan redüktaz, methemoglobini yeniden hemoglobine çevirir. Hususen yeni doğan bebeklerde enzim sisteminin tam olarak gelişmemiş olmasıyla birlikte oluşan methemoglobin hemoglobine dönüşemez [8]. İçme suyunda yüksek nitrat kaynaklı su tüketiminin kanser için bir risk oluşturup oluşturmadığı ile ilgili olan epidemiyolojik araştırmaların sonuçları farklılık arz etmektedir [9].

İçme sularında yüksek nitrat bulunmasına bağlı birçok etkiden de söz edilebilir. Almanya'da gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada, yüksek nitrat ihtiva eden su içen kişilerde, düşük nitrat konsantrasyonuna sahip suları içen kişilere göre guatr hastalığının oluşmasında artış olduğu görülmüştür [9]. Nitrat, nitrit ve N-nitroso bileşenlerinin üremeye olabilecek etkileri araştırılmış, Avustralya'da yapılan bir çalışmada, ortalama 26 ppm nitrat ihtiva eden yer altı suyunu içen bölge çocuklarında merkezi sinir sistemlerinde malformasyon oluşma ihtimalinin arttığı görülmüştür [10].

Nitrat giderim proseslerinden biri; biyolojik denitrifikasyon olup genellikle belediye ve endüstriyel atık suların arıtılmasında kullanılır. Bununla birlikte, artan bilgi ve deneyim, biyolojik arıtmanın nitratları içme suyundan gidermede etkili olabileceğini göstermektedir. Biyolojik denitrifikasyon prosesleriyle, Avrupa'daki hem laboratuvar hem de tam ölçekli tesislerde çalışılmış ve süreç Kuzey Amerika'da sınırlı ölçüde değerlendirilmiştir. Bu prosesin yaygınlaşmamış olmasının ana nedenleri su arıtımı sürecinde arıtılmış suyun olası bakteriyel artışı, artık organiklerin oluşabileceği ile ilgili sorunlardır. Ayrıca arıtılmış suda klor ihtiyacı meydana gelmesi ve bakteri sayısı artışı olumsuz yönleri olarak sayılabilir. Biyolojik denitrifikasyon ile ilgili Bouwer, Rittman, Gayle ve Mateju tarafından çalışmalar yapılmıştır [11, 12,13,14].

Nitrat giderimi, kimyasal işlemler kullanılarak da gerçekleştirilebilir. İndirgeme, aşağıdaki reaksiyona göre belirli pH koşulları altında gerçekleşir [15];



Deneysel sonuçlar, reaksiyonun ilerlemesi için bir bakır katalizör varlığında yaklaşık 15/1'lik bir Fe/NO₃⁻ oranının gerekli olduğunu göstermiştir. Bu işlem, büyük miktarlarda demir içerikli çamuru üretmiş ve hava sıyırma yoluyla uzaklaştırılması gereken amonyak oluşturmuştur.

Ters Osmos (RO) prosesi ile nitrat giderimi, suda bulunan iyonların, yarı geçirgen bir zardan geçirilmesi esasına dayanmaktadır. Nitratların uzaklaştırılması, RO hücrelerindeki suyun, karşılık gelen ozmotik basıncını aşan basınçlara tabi tutulması sonucunda gerçekleştirilmektedir. Güter 1.000 saat boyunca spiral sargılı selüloz asetatlı RO sistemini test etmiş, 18 ila 25 mg/L arasında değişen nitrat konsantrasyonları için %65'e kadar giderim gözlenmiştir [16].

Elektrodiyaliz (ED) yöntemiyle nitrat giderim işleminde ED iyonları membranlar yardımıyla farklı konsantrasyon çözeltiler arası geçişler yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla bir doğru elektrik akımı olarak ED, istenmeyen iyonları yarı geçirgen bir membrandan seçici olarak uzaklaştırarak suyu arındırır. Miquel ve Oldani, ED'ye dayalı seçici bir nitrat giderme işlemi olan NitRem'i geliştirmiş ve nitrat konsantrasyonlarının 50 mg/L ve daha fazla değerden 25 mg/L değerinin altına düşürülmesinde etkili olduğu görülmüştür [17].

İyon değiştirme prosesi, katı parçacıklı yüzeyde bulunan yüklü fonksiyonel gruplara bağlı iyonların, çözelti içerisindeki aynı yükü yüklenmiş olan iyonlarla yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır. Tüklenen reçine, konsantrasyon bir sodyum klorür veya sodyum bikarbonat çözeltisi kullanılarak yeniden aktif hale getirilmektedir.

Bergquist ve ark. [18], iyon değiştirme prosesi kapsamında yaptıkları çalışmada; içme sularında nitrat giderme amaçlı iyon değiştirici reçinelerde rejenerasyon amaçlı kullanılan atık tuzlu suyun yeniden kullanım için katalitik olarak işlendiği bir hibrit iyon değişim-katalizör arıtma sistemini

incelemişlerdir. İki yataklı hacim rejenerasyonuna sahip geleneksel bir iyon değiştiricili sistem ile aynı rejenerasyon uzunluğuna sahip bir hibrit sisteme geçiş ve seri katalitik reaktör kullanmanın tuz maliyetinde %76 tasarruf sağlayacağı belirtilmiştir [18].

Samatya ve ark. [19] tarafından iyon değiştirici reçine kullanılarak yapılan çalışmada, nitratın nitrat seçici iyon değiştirme reçinesi olan Purolite A 520E ile uzaklaştırılması konusu incelenmiştir. Spesifik reçine Purolite A 520E nitrat gidermede iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Purolite A 520E kullanılan iyon değiştirme işlemi, küçük ölçekli su tedarikçilerinde nitrat giderimi için daha yaygın ve ekonomik olarak uygulanabilir olduğu görüşüne varılmıştır [19].

Su kaynaklarından bazı nitrat giderme proseslerinin mukayesesi Çizelge 2’de belirtilmiştir.

Çizelge 2. Bazı nitrat giderim yöntemlerinin mukayesesi [20].

İyon Değiştirme	<ul style="list-style-type: none"> • Atık tuzlu su oluşturma ve giderim gerekliliği. • pH ve sıcaklık etkisi önemli değil. • Çıkış suyunun aşındırıcı özelliğinden dolayı son işlem gereklidir. • Yaklaşık % 90 oranında giderim sağlamaktadır. • Orta işletme maliyetine sahiptir.
Ters Osmoz	<ul style="list-style-type: none"> • Yüksek iletkenliğin (TDS) giderilmesi gerekir. • pH ve sıcaklık etkisi önemli değil • Çıkış suyunun aşındırıcı özelliğinden dolayı son işlem gereklidir. • > %95 oranında giderim sağlanır. • Yüksek işletme maliyetine sahiptir.
Adsorbsiyon	<ul style="list-style-type: none"> • Kullanılmış adsorbantın bertarafı gerekir. • pH ve sıcaklık değerleri önemlidir. • Giderim verimleri farklı adsorbantlarda değişim gösterir. • Orta işletme maliyetine sahiptir.
Kimyasal Yöntemler	<ul style="list-style-type: none"> • Atıksu bertarafı gerekmez. • pH ve sıcaklık değerleri önemlidir. • İşlem sonrasında giderilmesi gereken yan ürünler oluşur. • % 60-70 oranında giderim sağlanır. • Yüksek işletme maliyetine sahiptir.
Biyolojik Yöntemler	<ul style="list-style-type: none"> • Oluşacak biyokütle atığın bertarafı gereklidir. • Sıcaklık değeri önemlidir. • Mikroorganizma içerikli yan ürünler oluşur. • % 99 gibi yüksek giderim verimi elde edilebilir. • Orta işletim maliyetine sahiptir.

Nitratın büyük gözenekli güçlü bazik anyon değişim reçinesi ile sudan seçici olarak uzaklaştırılması konulu çalışmada, daha yüksek seçici adsorpsiyon kabiliyetine sahip yeni bir NDP-2 reçinesi ile nitratın başarıyla giderildiği ve D201 ve Purolite A 300 reçinelerine göre NDP-2 reçinesinin daha yüksek adsorpsiyon etkisi gösterdiği açıklanmıştır [21].

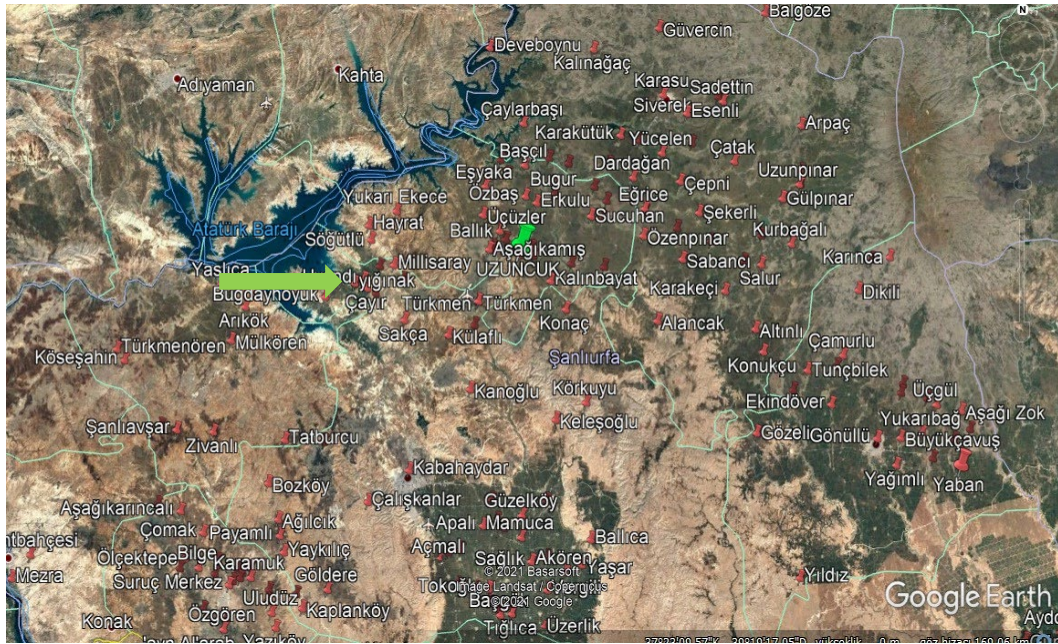
İyon değişim reçinesi üzerinde yapılan araştırmada, nitrat iyonlarının adsorpsiyon kinetiği üzerine çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, iyon değişimi ile nitrat giderimi modellenmesinde deneysel birinci derece, ikinci derece, Elovich modelleri ve teorik modelleri (ikinci derece kimyasal reaksiyon hızı, film difüzyonu ve parçacık difüzyon modelleri) karşılaştırmaktır. Modelleme çalışmaları sonucunda ampirik korelasyon kullanılarak yapılan sütun modeli tahminleri tatmin edici düzeyde bir doğruluk göstermiştir [22].

İçme suyu kaynaklarından nitrat giderimi konusunda işletimi kolay, nitrat giderim verimi yüksek olan iyon değiştirici metod kullanılmak suretiyle, giderme verimi, ilk yatırım ve işletme giderleri bakımından literatürde mevcut çalışmaların yetersiz olduğu dikkate alınarak bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Şanlıurfa ilinde GAP projesi kapsamında tarımsal sulama yapılan kırsal bölgenin her geçen gün artması ve bununla beraber su kalitesinden sorumlu kurumlara nitrat giderimi hususunda kaynaklık etmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Çalışma Alanı

Şanlıurfa ili, coğrafi bölge olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümü'nde yer almaktadır. Şanlıurfa bir tarım kenti olup halk geçimini çoğunlukla tarım ve hayvancılıktan karşılamaktadır. Şanlıurfa İl Planlama ve Koordinasyon Müdürlüğü'nün, 2004 yılı verilerine göre, Şanlıurfa'daki tarım arazilerinin %90,3'ü (1.084.755 ha) ekili, %9,7'si (117.067 ha) ise dikili alan olarak değerlendirilmektedir. Toplam tarım alanları içerisinde sulu tarım arazileri ekili-dikili araziler yönünden ele alındığında, ekili arazilerin %25,9'unda (312.517 ha), dikili arazilerin ise yalnızca %0,1'inde (1.249 ha) sulu tarım gerçekleştirilmektedir [23]. Ancak her geçen yıl tarımsal sulama artmakta ve böylelikle yer altı sularında nitrat değerini aşan içme suyu kuyularının sayısı da her geçen gün artmaktadır. Şanlıurfa İl Sağlık Müdürlüğünden alınan verilere göre il genelinde nitrat seviyesi sınır değerinin üzerinde olan yerlerin listesi alınmış ve harita üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 1) [24].



Şekil 1. İl genelinde içme suyu kuyularında nitrat seviyesi yüksek mahalleler [24]

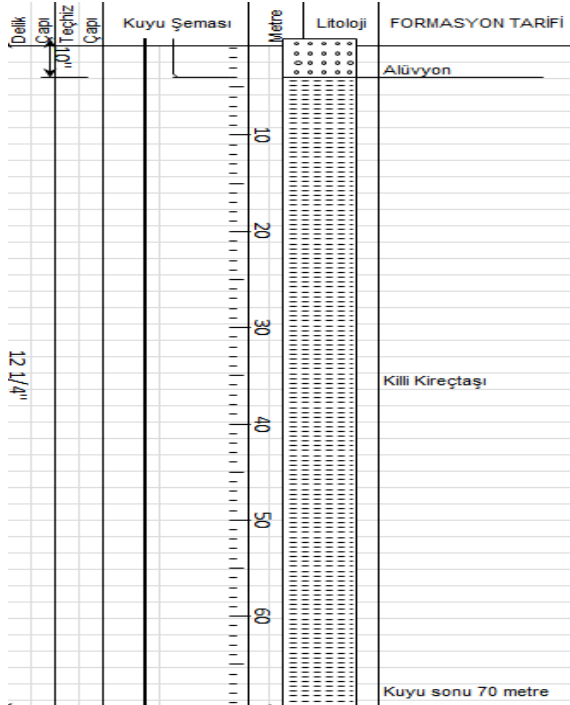
Yaptığımız çalışmada Şanlıurfa merkez ilçelerinden Karaköprü ilçesine bağlı Yığınak kırsal mahallesinin (Şekil 1'de yeşil işaretli nokta) içme ve kullanma suyu amaçlı kullandığı yer altı kuyusunda su kalitesi nitrat özelinde ele alınmıştır.

Çalışmada kullanılan pilot kolonda iyon değiştirici reçine olarak ticari ismi PUROLITE A520E reçine kullanılmıştır. Bu reçinenin fiziksel-kimyasal özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Purolite A 520E nitrat giderim reçine bilgileri

Görünüm	Makro Gözenekli Tipte DVB ile Çapraz Bağlanmış Polystyrene
Fonksiyonel Gruplar	Dörtlü Amonyum
Fiziksel Görünüş	Opak Toplar, Bej Renk
Granül Boyutları	0,3-1,2 mm
İyonik Form	Cl ⁻
Toplam Değişim Kapasitesi	0,9 meq/mL (minimum)
Nem	45-52 %
Sıcaklık Limiti	100 °C
pH Limitleri	0-14
Yoğunluk	1,06 g/mL

Yığınak mahallesi içme suyu kuyusunun ilk 3 metre'lik kısmı alüvyon malzemeye sahip olup, geri kalan ve kuyu sonu olan 70 metre'ye kadarlık kısmı ise killi kireç taşı özelliklerine sahiptir. Kuyu koordinatı 37°26'50''N 38°40'08''E olup, 2019 yılı nüfus verilerine göre 374 kişiye hizmet etmektedir [25]. Kuyudan alınan su, sıvı klor ile klorlanarak ayaklı su deposuna terfi ettirilip sonra şebekeye verilmektedir. Çalışma yapılan bölge ile ilgili bilgiler Şanlıurfa İl Sağlık Müdürlüğü, ŞUSKİ (Şanlıurfa Su ve Kanalizasyon İşleri) Genel Müdürlüğü ve TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerinden faydalanılarak elde edilmiştir. Şanlıurfa İl Sağlık Müdürlüğü ve ŞUSKİ, il genelinde içme suyu kaynaklarından düzenli olarak numuneler alıp kurum laboratuvarlarında analizlerini yapmakta olup; bu kurumlara başvurulması durumunda su kaynaklarındaki kirlilik boyutu ile ilgili bilgilere ulaşılabilecektir. Çalışma yapılan Yığınak kırsal mahalle ile ilgili kuyu formasyonu Şekil 2 (a)'da ve kuyu görüntüsü Şekil 2 (b)'de görülmektedir.

**Şekil 2. (a)** Yığınak mahallesi kuyu formasyonu**Şekil 2. (b)** Yığınak mahallesi kuyu görüntüsü

2.2. Metot

Laboratuvar lekli pilot kolon kullanarak yapılan çalışmada sistem sürekli çalışma esasına göre işletilmiştir. Kullanılan pilot kolon 22 cm çapında ve 107 cm yüksekliğinde silindirik yapıdadır. Pilot kolon ve düzenek şekil 2’de gösterilmiştir. Pilot çalışmada kolon içerisinde 12 kg reçine kullanılmıştır. Ham su sırasıyla basınç kırıcı, debimetre, reçine tankına girip tankın çıkışında arıtılmış olarak alınmıştır. Yapılan çalışmada 2021 yılı ilk 8 ayı içerisinde şanlıurfa il sınırları içerisinde bulunan Yığmak kırsal mahallesine ait içme suyu kuyusundan numuneler alınmış, analizler şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi İçme Suyu Arıtma Tesisi Laboratuvarında yapılmıştır.

Nitrat giderim ile ilgili çalışma yapılan pilot tesis değerleri izelge 4’ te verilmiştir.

Paket kolon tasarımına esas veriler elde edildikten sonra aynı oranda büyütme yaklaşımı ile tasarım yapılmıştır [26].

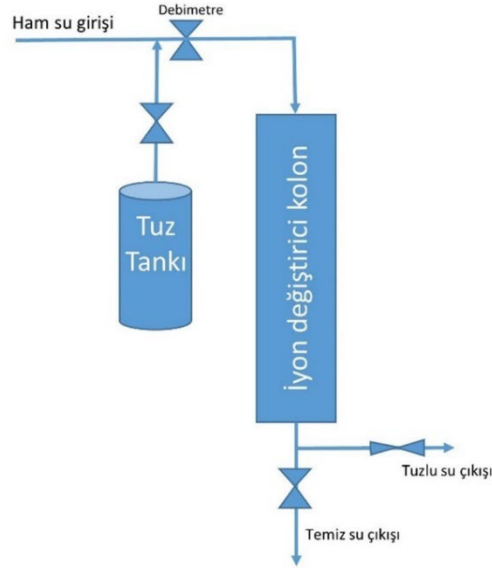
Çizelge 4. Pilot tesis verileri

Parametre	Değer
Pilot tesis giriş NO ₃ konsantrasyonu	125 mg/L
Pilot tesis çalışma debisi	510 L/saat
Numune alma periyodu	10 dakikada bir(yaklaşık 100 litre akış)

Pilot tesis görüntüsü şekil 3(a)’da ve akış şeması şekil 3(b)’de görünmektedir.



(a)



(b)

şekil 3.(a) İyon değiştirme pilot tesis resmi

şekil 3.(b) İyon değiştirme akış şeması

Doğunluğa ulaşan reçinenin yeniden kullanımı amacıyla tuzlu su ile rejenerasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

3. Sonuçlar

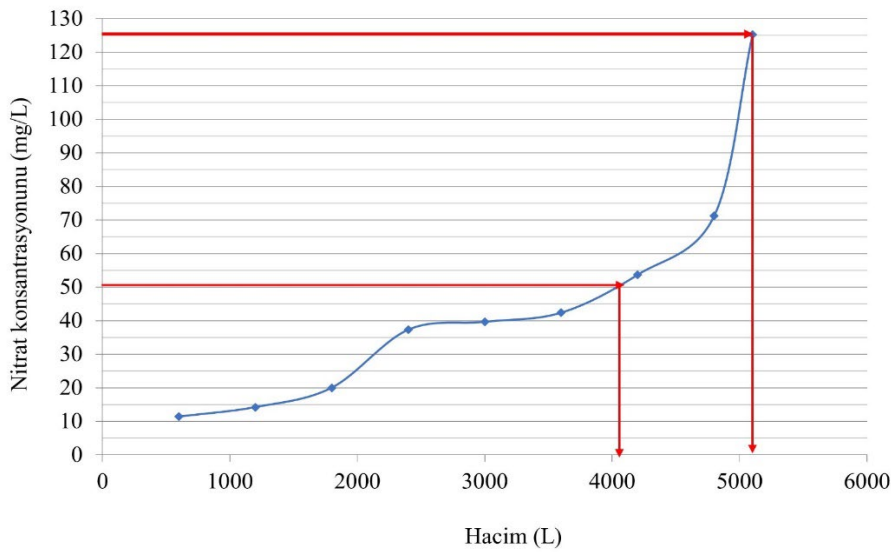
Pilot kolon giriş ve çıkış su analiz sonuçları Çizelge 5’te verilmiştir. İçme suyu analizleri EC metre, pH Metre, Turbidimetre ve spektrofotometrik(kit) yöntemler ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kullanılarak Şekil 4’teki atılım eğrisi oluşturulmuştur.

Çizelge 5. Pilot kolon giriş ve çıkış su analizleri

Parametreler	Mevzuat Limiti	Analiz Metodu	Giriş Değerleri	Çıkış Değerleri
İletkenlik ($\mu\text{S} / \text{cm}$)	2500	ISO 10304	715	685
pH	6,5<Ph<9,5	TS 3263	8,18	8,12
Bulanıklık (NTU)	5	SM 2130 B	1,8	1,5
Koku (TKEDY)*	TKEDY	Organoleptik	Kendine Has	Kendine Has
Renk (TKEDY)	TKEDY	SM 2120 C	Kendine Has	Kendine Has
Tat (TKEDY)	TKEDY	Organoleptik	Kendine Has	Kendine Has
Nitrit (mg/L)	0,5	SM 4500 B	0,084	0,080
Florür (mg/L)	1,5	SM 4500 B	0,59	0,55
Klorür (mg/L)	250	SM 4500 B	35,6	35,6
Sülfat (mg/L)	250	SM 4500 E	37	35
Nitrat (mg/L)	50	TS 6321	125,3	12,7
Amonyum (mg/L)	0,5	SM 4500 B	0,38	0,35

*TKEDY: Tüketicilerce Kabul Edilebilir Herhangi Bir Anormal Değişim Yok.

Şekil 4’ te görülen Atılım Eğrisinde, pilot tesis çıkış nitrat değeri 50 mg/L değeri görülünceye kadar geçen su hacmi kayıt edilmiş, sonra sistem çalıştırılmaya devam edilmiş, çıkış suyu nitrat değeri giriş suyu nitrat değerine eşitlendiği anda sistemin geçirdiği su hacmi tespit edilmiştir. Buradan atılım hacmi, tükenme hacmi değerleri elde edilerek kolon çalışması hesaplamalarında kullanılmıştır.



Şekil 4. Atılım Eğrisi

Pilot kolon ile elde edilen sonuçlar izelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Pilot kolon çalışması sonuçları

Parametre	Değer
Giriş Konsantrasyonu(Co), mg/L	125
Denge Konsantrasyonu(Ce), mg/L	50
Atılım hacmi, L	4.000
Tükenme hacmi, L	5100
Pilot kolon debisi, L/saat	510
Paket kolon debisi, L/saat	13.500
Pilot kolon çapı, cm	20
Pilot kolon reçine yüksekliği, cm	35
Dolgu yatak reçine yoğunluğu, kg/L	1,07

Laboratuvarda elde edilen sonuçlar aynı oranda büyütmeye (scale-up) metodu ile paket kolon tasarımı yapılmıştır. Sonuçlar izelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Paket kolon tasarım sonuçları

Parametre	Pilot tesis	Paket kolon
Filtrasyon Hızı (cm/saat)	1.623,00	1.623,00
Kolon Alanı (cm ²)	314,00	8.312,00
Kolon Yüksekliği (cm)	35,00	150,00
Kullanılacak Reçine Miktarı (kg)	11,00	1.260,00
Nitrat Giderim Miktarı mg/gr NO ₃	54,00	54,00
Atılım Zamanı (gün)	4,30	4,30

Kurulacak olan tesis 2 adet 150 cm derinliğe sahip kolon ve 1 adet yedek kolon olmak üzere 3 adet paket kolon olacaktır. Reçine her kolonda ortalama 4 günde bir tuz çözeltisi ile rejenerasyon işlemine tabi tutulacaktır.

Pilot tesis çalışmalarında her bir rejenerasyon işleminde 25 L su ve 1 kg tuz kullanılmıştır. Rejenerasyon yaklaşık 180 dakika sürmüştür. Bu veriler ışığında paket kolon ölçeğinde hesaplanarak paket kolonun her bir rejenerasyonu için 2.864 L su ve 115 kg tuz gerekecektir. Rejenerasyon işleminde kullanılacak su yer altı suyu olup maliyeti 0,28 \$/ton, aynı işleminde kullanılan tuzun fiyatı 0,14 \$/kg olarak alınmıştır. Kolonların aylık toplam rejenerasyon sayısı 14 olup, işletim maliyeti çıkarılırken dikkate alınmıştır. Reçinenin iyon değiştirme kapasitesi dolduğunda elektronik valf otomatik olarak rejenerasyon işlemini başlatacaktır. Rejenerasyon yapılan kolon yedek pozisyonuna geçip, daha önce yedek olan kolon devreye girerek sistem 2 kolon aktif halde kalacak şekilde iyon değişimi ile arıtım işlemine devam edecektir. Rejenerasyon işleminde çıkan atık su tahliye edilecektir.

Boyutlandırması yapılan sistem için günümüz fiyatları ile maliyet hesaplaması yapılmıştır. İlk yatırım maliyetine nakliye ve montaj hizmeti dahil edilmiştir. Maliyet tablosu izelge 8’de gösterilmiştir. İşletme maliyeti izelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 8. Çalışma yeri için iyon değiştirici sistem kurulum maliyeti

Malzeme Cinsi	Birim	Miktar	Birim fiyat	Toplam
Kum filtrasyon tankı	Adet	1	11.000 \$	11.000 \$
Reçine tankı	Adet	3	4.740 \$	14.220 \$
Reçine	kg	3780	20,54 \$	77.641 \$
Valf	Adet	3	13.670 \$	41.010 \$
Genel Toplam				143.871 \$

Çizelge 9. İşletme Maliyeti (Aylık)

Parametre	Miktar	Maliyet
Tuz, kg	1.610	388 \$
Su, L	39.000	13,5 \$
Elektrik, kw	200	30 \$

Bu çalışmada yer altı su kaynağı olarak özelde Şanlıurfa merkeze bağlı Yığınak kırsal mahallesi kuyu suyu kullanılmıştır. İyon değiştirici reçine olarak Purolite A 520E kullanılarak nitrat değeri 125 mg/L olan suyun nitrat giderimi için tesis tasarımı araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda iyon değiştirici reçinenin nitrat giderme etkisinin yüksek olduğu tespiti yapılmış, doğru bir işletim ile sınır değerlerin oldukça altında temiz içme suyunun elde edilebileceği görülmüştür. İşletim zorluğu fazla olmasa da kırsal mahallelerde bu tip işletme gideri yüksek sistemlerin işletimi birtakım sıkıntılara yol açabilmektedir. Kırsal mahallede içme ve kullanma suyu haricinde tarım ve hayvancılık faaliyetleri için de su gereklidir. Bu amaçla bu sistemden çıkan suyun kullanılması sistemin yeterli kalmaması ve işletme maliyetlerinin yüksek çıkması sonuçlarını doğuracaktır. Bu amaçla amaç dışı kullanımın önüne geçmek için kuyu ve kuyu odası güvenliğinin sağlanması, depo ve şebeke kontrollerinin düzenli yapılması önem arz etmektedir. Rejenerasyon gerekliliği süresi, sistemin bir süre kullanımdan ve analizler ile kontrolleri sonrası ortaya çıkacağı (mevsimsel debi değişimini göz önüne alarak) düşünülürse, sistemin belirli zaman dilimlerinde otomatik rejenerasyon yapabilir şekilde dizayn edilmesi işletim açısından kolaylık sağlayacaktır.

Kaynaklar

- [1] Kahraman N., Karabulut B.Y., Atasoy A.D., Yeşilnacar M.İ. Harran Ovası Serbest Akiferinde Yaz ve Kış Dönemleri Nitrat Kirliliğinin Araştırılması. Harran Üniversitesi. Şanlıurfa 2016
- [2] Sağlık Bakanlığı. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. 2005/25730
- [3] Wild, A. Nitrate in drinking water: health hazard unlikely. Nature, 1977; 268, 197-198.
- [4] Croll. B. T. and Hayes. C. R. Nitrate and water supplies in the United Kingdom. Envir. Pollution. 1988; 50.163-187.
- [5] Terblanche, A. P. S. Health hazards of nitrate in drinking water. Water SA, 1991; 17 (1), 77-82.
- [6] Bouchard. D. C. Williams, M. K. and Surampalli. R Y. Nitrate contamination of groundwater: sources and potential health effects. J. AWWA. 1992; 84 (9). 85-90.
- [7] Weyer, P, (2011). Nitrate in Drinking Water and Human Health, Center for Health Effects Environmental Contamination, J Water Supply: Res Technol, 2002; 51, 415–48.

- [8] Servi, K. Elazığ bölgesinde tüketime sunulan et ve süt ürünlerinde nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi, Doktora tezi. Fırat Üniversitesi.Elâzığ 1991.
- [9] A. Cemile. İçme Suyundaki Nitrat Konsantrasyonunun İnsan Sağlığı Üzerine Oluşturduğu Risklerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Ankara 2013.
- [10] Arbuckle, T.E., Sherman, G. J., Corey, P.N., Walters, D., Lo, B., Water nitrates and CNS birth defects: a population-based case-control study, Arch Environ Health. 1988; 43, 162-167.
- [11] Bouwer, E. J. and Crowe, P. B. Biological process in drinking water. 1988; J. AWWA, 80 (9). 82-93.
- [12] Rittmann, B. E. and Huck, P. M. Biological treatment of public water. CRC Critical Rev. Envir. Control, 1989; 19 (2), 119-184.
- [13] Gayle. B. P. Boardman. G. D. Sherreard, J. H. and Benoit. R. E. Biological denitrification of water. J. Envir. Engrg., ASCE 1989; 115 (5). 930-943.
- [14] Mateju, V., Cizinska, S., Krejci, J., and Janoch, T. Biological water denitrification-a review. Enzyme Microbiol Technol. 1992; 14, 170-183.
- [15] Sova, R. J. The chemical removal of nitrate from water supplies using ferrous sulfates and pickle liquor, MS thesis, Lincoln: Univ. of Nebraska at Lincoln 1986.
- [16] Guter, G. A. Removal of nitrate from contaminated water supplies for public use. EPA-600/S2-82-042. U.S. Envir. Protection Agency (EPA). Cincinnati, Ohio 1982.
- [17] Miquel, A. E, and Oldani, M. A newly developed process for nitrate removal from drinking water. Nitrate contamination: exposure, 380/Journal of Environmental Engineering .1997
- [18] Bergquist Allison M., Choe, Jong K., Strathmann, Timothy J., Werth, Charles J. Evaluation of a hybrid ion exchange-catalyst treatment technology for nitrate removal from drinking water. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign 2016.
- [19] Samatya S., Kabay N., Yüksel U., Arda M., ve Yüksel M. Removal of nitrate from aqueous solution by nitrate selective ion exchange resins Master thesis. Ege University.İzmir 2006.
- [20] Bhatnagar, A. and Sillanpaa, M. A review of emerging adsorbents for nitrate removal from water. Chemical Engineering Journal 2011; 168: 493–504.
- [21] Sorg, T. J. Treatment technology to meet the interim primary drinking water regulations for inorganics. J. AWWA 1978; 70 (2), 105.
- [22] Ali Akbar Hekmatzadeh, Ayoob Karimi-Jashni b, Naser Talebbeydokhti. Bjorn Klove d. Adsorption kinetics of nitrate ions on ion exchange resin, a Department of Civil and Environmental Engineering, Shiraz University İran 2013.
- [23] Benek. S. Şanlıurfa İli'nin tarımsal yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. Coğrafı Bilimler Dergisi 2006; 4(1):67-91.
- [24] İl Sağlık Müdürlüğu su verileri, Şanlıurfa 2021
- [25] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2019
- [26] Wachinski, A. M. Fundamental Principles and Concepts of Ion Exchange. In Environmental Ion Exchange. 2016