

Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Verildiği Kehli Deresinin Sulama Suyu Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Murat TOPAL¹

ÖZET: Bu çalışmada, Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi (EBAAT) çıkış sularının verildiği Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kehli deresinden 12 hafta boyunca yüzeysel su numuneleri alınmış ve sulama suyu kalite parametreleri analiz edilmiştir. En yüksek elektriksel iletkenlik değeri 9. hafta 1150 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak, toplam çözünmüş madde konsantrasyonu ise 10. hafta 980 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. Kehli deresi sulama suyu olarak kullanıldığında, toprak infiltrasyonu üzerine herhangi bir olumsuz etkinin olmayacağı belirlenmiştir. Kehli deresinin klor konsantrasyonları ($<178 \text{ mg L}^{-1}$), sulama suyu kriterlerinin değerleri ile mukayese edildiğinde, en hassas bitkilerin badem, kayısı ve erik olduğu söylenebilir. Kehli deresinin sodyum adsorpsiyon oranı değerleri (2-8 arasında), sulama suyu kriterlerinin değerleri ile mukayese edildiğinde, en hassas bitkilerin yaprak döken meyve ağaçları, turuncgiller ve avokado olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Sulanan alanlarda hangi tür ürünlerin yetiştirilebileceği de bu çalışmayla belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, dere, Elazığ, sulama suyu, yüzeysel su



Assessment of Kehli Stream into which Effluents of Elazığ Municipal Wastewater Treatment Plant are Discharged for Availability as Irrigation Water

ABSTRACT: In this study, the usability of Kehli stream carrying the effluents of Elazığ Municipal Wastewater Treatment Plant as irrigation water was investigated. Surface water samples were taken from Kehli stream during 12 weeks and parameters were analyzed. The highest electrical conductivity value and total dissolved solids concentration were determined as 1150 $\mu\text{S cm}^{-1}$ at week 9 and 980 mg L^{-1} at week 10, respectively. It was determined that there will not be any negative effects on soil infiltration when Kehli stream was used as irrigation water. When chlorine concentrations of Kehli stream ($<178 \text{ mg L}^{-1}$) were compared with the values of criteria of irrigation water, it could be said that the most sensitive plants are almond, apricot and plum. When sodium adsorption ratios of Kehli stream (between 2 and 8) were compared with the values of criteria of irrigation water, it could be said that the most sensitive plants are deciduous fruit trees, citrus and avocado. As a result, it was determined that Kehli stream could be used as irrigation water. The plants which could be cultivated in the irrigated fields were also determined by this study.

Keywords: Wastewater, stream, Elazığ, irrigation water, surface water

¹ DSI 9. Bölge Müdürlüğü, Havza Yönetimi, Su Kalitesi İzleme, Elazığ, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Murat TOPAL, murattopal@dsi.gov.tr

GİRİŞ

Nüfus artışı, kişi başına artan su kullanımı, endüstri ve tarım sektörlerinin talepleri, su kaynakları üzerinde baskıya sebep olmaktadır (Fatta et al., 2005). Bu nedenle, son on yılda, arıtılmış su gibi klasik olmayan su kaynaklarının tarımda değerlendirilmesi önem kazanmıştır (Faurès et al., 2013; Nicolás et al., 2016). Tarımda atıksuyun yeniden kullanımı doğrudan ve dolaylı kullanım olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Doğrudan ve dolaylı kullanım, atıksuyun sulamada kullanıldığı şartları ifade etmektedir (Rutkowski et al., 2007; Jeong et al., 2016). Atıksuyun doğrudan kullanımı, çiftçinin bir sulama sistemi ile arıtılmış atıksuyu doğrudan bir atıksu arıtma tesisinden almasını belirtir. Atıksuyun dolaylı kullanımı ise, çiftçilerin, bir atıksu arıtma tesisi atıksularını aşağıya doğru boşalttıktan sonra, nehirler veya su depolarından tatlı su ile seyrelmiş arıtılmış çıkış suyunu almalarını ifade eder. Atıksuyun tarımda kullanımının çoğu, dolaylı kullanımdır ve atıksuyun akıntılara boşaltıldığını ve seyrelmiş atıksuyun tarımda kullanıldığını gösterir (Blumenthal et al., 2000; Jeong et al., 2016).

Nehirler, sınırlı da olsa, seyreltme, çökeltme ve biyolojik prosesler ile su kirliliğini restore etmede doğal bir kapasiteye sahiptir. Bu doğal arıtma prosesleri, akış hızlarını azaltarak hidrolik beklemeyi uzatıp çökeltmeyi destekleyen ve nehirler üzerinde bulunan savaklar ve/veya rezervuarlar ile beslenebilir. Bununla beraber, şehirlerin büyümesiyle, nehirler içine bırakılan atıkların miktarı, nehrin kendini temizleme kabiliyetinin ötesinde artar. Hızlı ve kontrolsüz kentleşme, özellikle nehirler ve göller gibi yüzeysel su kütlelerinin katı ve sıvı atıklarla kirlenmesi gibi çevresel kirlenmeyle ilişkilidir (Ensink et al., 2010).

Atıksuyun tarımda doğrudan yeniden kullanımı üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır. Buna karşın, bir atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun sulama suyu üzerine etkileri hakkında az çalışma bulunmaktadır (atıksuyun dolaylı kullanımı yeniden kullanımın çoğunluğunu oluşturduğu halde). Atıksuyun hem

doğrudan hem de dolaylı sulamada kullanımında sulama suyu kalitesi, atıksu arıtma tesisinin boşaltım seviyelerinden etkilenir. Özellikle atıksuyun dolaylı yeniden kullanımı durumunda, arıtılmış atıksuyun seyreltiği hidrolojik şartlar da sulama suyunu etkiler. Bu nedenle, sulama suyunun bir atıksu arıtma tesisinin çıkış suyuyla nasıl etkilendiğinin belirlenmesi önemlidir (Jeong et al., 2016). Bu çalışmada, Elazığ ilinde bulunan atıksu arıtma tesisi çıkış sularının verildiği Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak kullanılan yüzeysel su numuneleri Elazığ Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi (EBAAT) çıkış sularının deşarj edildiği Kehli deresinden (çalışma alanı) temin edilmiştir (Şekil 1). Yüzeysel su numuneleri ayda 4 kez olmak üzere Mart-Nisan-Mayıs 2015 tarihinde toplam 12 adet alınmıştır. Numuneler 2 L'lik kaplara alınmış ve fizikokimyasal parametrelerden pH ve Elektriksel İletkenlik (Eİ) değerleri ile Toplam Çözünmüş Madde (TÇM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), Ortofosfat (O-PO₄⁻³), Amonyum azotu (NH₄⁺-N), Nitrit azotu (NO₂⁻-N), Nitrat azotu (NO₃⁻-N), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve klorür (Cl⁻) konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Noktasal taşkın frekans analizi yardımıyla yapılan hesaplamalara göre Kehli deresinin toplam yağış alanı 223.9 km², Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ debileri sırasıyla, 441 m³ s⁻¹ ve 592 m³ s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Kehli deresi Keban Baraj Gölü'nü beslemektedir ve Kehli deresi Elazığ ilinin önemli yüzeysel su kaynaklarından birisidir (Topal ve Arslan Topal, 2014).

Yöntem

Çalışmamızda su kalite parametrelerinden pH, Eİ, TÇM, KOİ, BOİ₅, O-PO₄⁻³, NH₄⁺-N, NO₂⁻-N ve NO₃⁻-N konsantrasyonları analizlenmiştir. pH ve Eİ değerlerini ölçmek için Hach Lange 30d pH,

elektriksel iletkenlik ve çözünmüş oksijen ölçer, KOİ ve BOİ₅ konsantrasyonlarını tespit etmek için Hach Lange DR3800 model spektrofotometre kullanılmıştır. Toplam çözünmüş madde analizleri Standart Metotlara göre yapılmıştır (APHA et al., 1998). NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N ve O-PO₄⁻³ konsantrasyonları hazır kit yöntemiyle Nova60 spektrofotometre kullanılarak tespit edilmiştir. Na parameteresi Alev fotometresi kullanılarak, Ca parameteresi EDTA titrimetrik yöntem kullanılarak

(APHA et al., 1998), Mg konsantrasyonları ise hesap yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

İstatistiksel Analizler

Bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi IBM SPSS Statistics 21.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Analizler 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve grafiklerde standart sapma p=0.05 olarak verilmiştir.



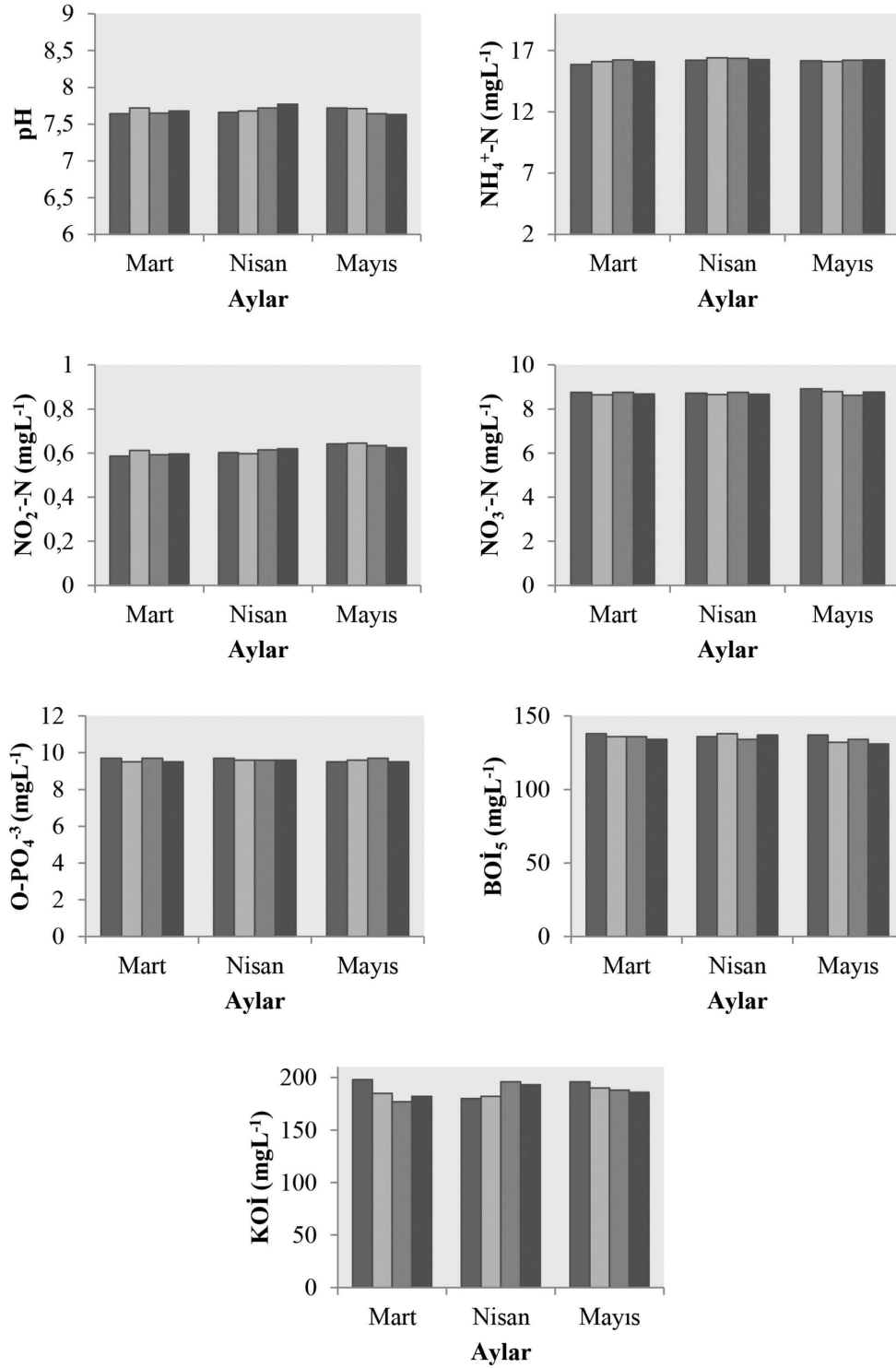
Şekil 1. Kehli deresi ve çalışma alanı

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kehli deresinde sulama suyu kriterlerinden tuzluluk, sodyum adsorpsiyon oranı ve özgül iyon toksisitesi incelenmiştir. Ayrıca, Kehli deresinin fizikokimyasal parametrelerinden pH değeri ile NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, O-PO₄⁻³, BOİ₅ ve KOİ konsantrasyonları tespit edilmiştir. Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılabilirliği

20.03.2010 Tarihli ve 27 527 sayılı Resmi Gazete’de (AATTUT, 2010) yayınlanarak yürürlüğe giren Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde verilen sulama suyu kriterleri ile mukayese edilmiş ve tartışılmıştır.

Kehli deresinde 12 hafta boyunca tespit edilen pH, NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, O-PO₄⁻³, BOİ₅ ve KOİ konsantrasyonları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kehli deresinin aylara göre fizikokimyasal özellikleri

Şekil 2'ye göre Kehli deresinde en yüksek pH değeri Nisan ayında (8. hafta) 7.77 olarak, en düşük pH değeri Mayıs ayında (12.hafta) 7.63 olarak belirlenmiştir. NH₄⁺-N konsantrasyonları incelendiğinde en yüksek NH₄⁺-N konsantrasyonu

Nisan ayında (6. hafta) 16.42 mg L⁻¹ olarak, en düşük NH₄⁺-N konsantrasyonu Mart (4. hafta) ve Mayıs aylarında (10. hafta) 16.1 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. NO₂⁻-N konsantrasyonları 0.587-0.645 mg L⁻¹ arasında, NO₃⁻-N konsantrasyonları 8.62-8.92 mg L⁻¹

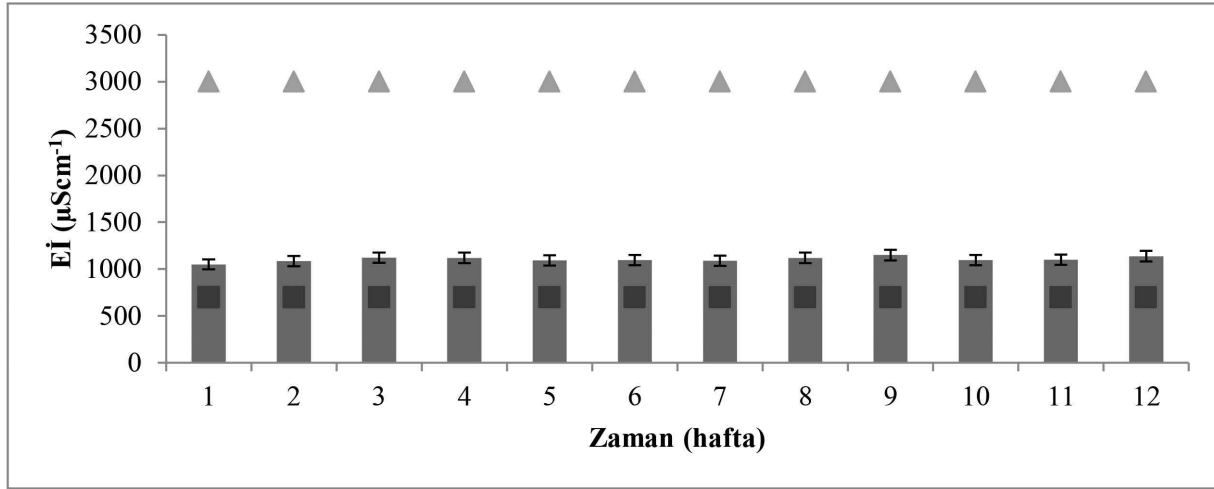
arasında, $O-PO_4^{3-}$ konsantrasyonları $9.5-9.7 \text{ mg L}^{-1}$ arasında, BOI_5 konsantrasyonları $131-138 \text{ mg L}^{-1}$ arasında ve KOI konsantrasyonları $177-198 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Söz konusu parametreler arıtma tesisinin getirmiş olduğu kirlilik yükünden dolayı oldukça yüksektir.

Tuzluluk

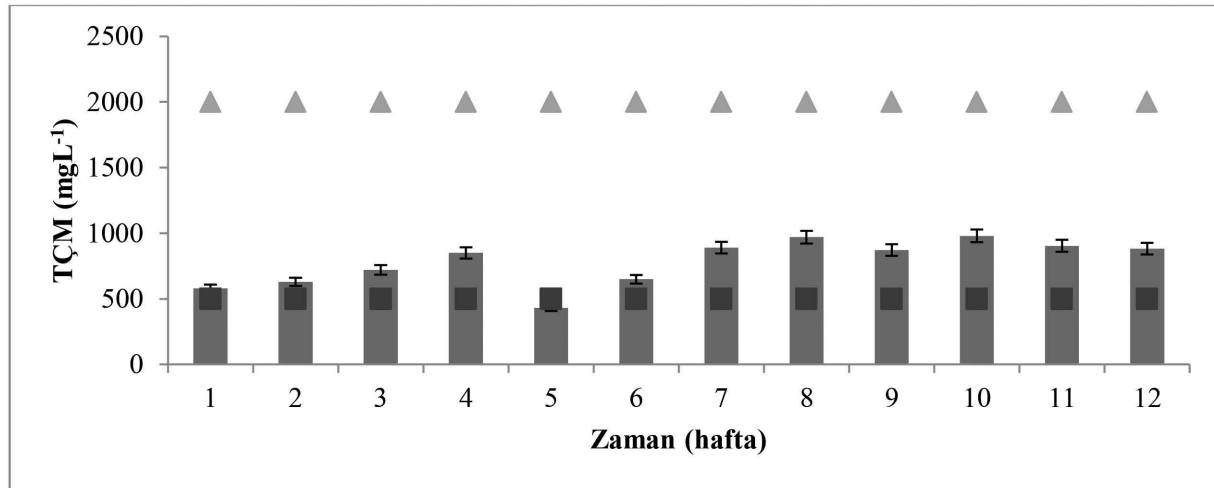
Tuzluluk, su veya topraktaki tuzların toplu olarak belirtilmesidir. Tuzluluk, TÇM şeklinde ölçülmektedir. Elektriksel iletkenlik (EI), (dSm^{-1} veya μSm^{-1} olarak ölçülür) TÇM'nin bir diğer gösterim tarzıdır. Tuzluluk arttıkça, toprağın suyu ile bitki hücresi zarı arasındaki osmotik gradyan azalmaktadır. Bitki, topraktaki tuzlu suyu seyreltmek için kendi hücresindeki suyu toprağa geri bırakmakta ve bu durum bitkinin gelişmesini

önlemektedir. TÇM değerinin 500 mg L^{-1} 'den küçük olduğu durumlarda bitkilerde herhangi bir etki gözlenmemektedir. $500-1000 \text{ mg L}^{-1}$ aralığında hassas bitkiler, $1000-2000$ aralığında ise bir çok bitki bundan etkilenmektedir ve dikkatli bir yönetim gerekmektedir. Genellikle, 2000 mg L^{-1} 'nin üzerindeki TÇM değerine sahip sulama suları tuzluluğa toleranslı bitkiler için geçirgen zeminlerde kullanılabilir. Topraktaki tuzluluk oranı, drenaj suyunun sürekli ve düzenli bir şekilde tabandan çekilmesi halinde kararlı hale gelmektedir. Topraktaki tuzluluk oranının kontrol edilmesinde, drenaj sistemi çok önemlidir.

EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinde tespit edilen tuzluluk değerleri Şekil 3'de verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3. Kehli deresinin tuzluluk değerleri (a) EI ($\mu S cm^{-1}$) (b) TÇM ($mg L^{-1}$)

Şekil 3'e göre sulama suyu olarak kullanılacak Kehli deresinin en yüksek Eİ değeri 9. hafta 1150 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak, en düşük Eİ değeri 1. hafta 1050 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de sulama suyu olarak kullanılacak arıtılmış veya düşük kaliteli sular 3 sınıfa ayrılmaktadır. Eİ konsantrasyonları $<700 \mu\text{S cm}^{-1}$ olan sular I. sınıf su (kullanımında zarar derecesi: Yok), 700-3000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olan sular II. sınıf

su (kullanımında zarar derecesi: Az-Orta) ve $>3000 \mu\text{S cm}^{-1}$ olan sular III. sınıf su (kullanımında zarar derecesi: Tehlikeli) olarak değerlendirilmektedir (AATTUT, 2010). Bu çalışmada, Eİ değerleri 1050-1150 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında tespit edildiğinden Kehli deresi Eİ açısından II. sınıf su sınıfına girmektedir. Eİ açısından tuzluluk sınıfları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tuzluluk sınıfları (AATTUT, 2010)

Eİ (μScm^{-1})	Tuzluluk sınıfı	
0-250	Az tuzlu	C1
250-750	Orta tuzlu	C2
750-2250	Fazla tuzlu	C3
>2250	Çok fazla tuzlu	C4

Çizelge 1'e göre çalışmamızda Eİ konsantrasyonları 1050-1150 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında tespit edildiğinden Kehli deresinin tuzluluk sınıfı C3 olarak belirlenmiştir.

Sulama suyunda kullanılması düşünülen Kehli deresinin en yüksek TÇM konsantrasyonu 10. hafta 980 mg L^{-1} olarak, en düşük TÇM konsantrasyonu 1. hafta 580 mg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. Sulama suyu olarak kullanılacak suların TÇM konsantrasyonu $<500 \text{mgL}^{-1}$ olan sular I. sınıf su, 500-2000 mg L^{-1} arasında olan sular II. sınıf su ve $>2000 \text{mg L}^{-1}$ olan sular III. sınıf su olarak sınıflandırılmaktadır (AATTUT, 2010). Bu çalışmada, TÇM konsantrasyonları 580-980 mg L^{-1} arasında yer aldığından Kehli deresi TÇM açısından su kalitesi II. sınıf su olarak belirlenmiştir.

EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılması halinde, bitkilerin tuzluluğa olan hassaslıklarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bitkilerin tuzluluğa olan hassaslıkları TÇM konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. TÇM konsantrasyonu $>2000 \text{mg L}^{-1}$ ise bitkiler tuzluluğa toleranslı, 1500-2000 mg L^{-1} arasında ise orta toleranslı, 1000-1500 mg L^{-1} arasında ise orta hassas, 500-1000 mg L^{-1} arasında

ise hassas olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada, Kehli deresinin TÇM konsantrasyonları 500-1000 mg L^{-1} arasında değerler aldığından hassas bitki türleri şu şekilde sıralanabilir; tarla bitkilerinden fasulye, sebzelerden havuç ve soğan, meyveli ağaçlardan badem, kayısı, böğürtlen, portakal, şeftali, erik ve çilektir.

SAR (Sodyum Adsorpsiyon Oranı)

Sodyum adsorpsiyon oranı, toprak bünyesindeki suda ve sulama suyunda sodyumun baskın iyon olduğu durumu göstermektedir. Yüksek sodyumlu durumlarda, toprak partikülleri birbirinden ayrılmaktadır. Bu durumda, topraktaki porozite azalmakta ve büyük boşluklar tıkanmaktadır. Böylelikle, su ve havanın toprak içine nüfuzu engellenmektedir. SAR, suyun sodyum (veya benzer alkaliler) açısından zararlılığının bir ölçüsü olarak kullanılmakta ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (AATTUT, 2010).

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}} \quad (1)$$

Bu ifadedeki, Na, Mg ve Ca konsantrasyonları meq L⁻¹ cinsindendir. EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinde tespit edilen Na, Ca ve Mg konsantrasyonları

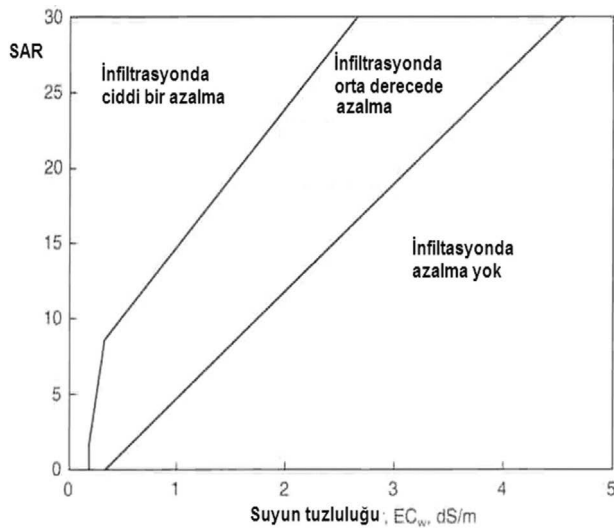
ile Eşitlik 1'e göre hesaplanan SAR değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinde hesaplanan SAR değerleri

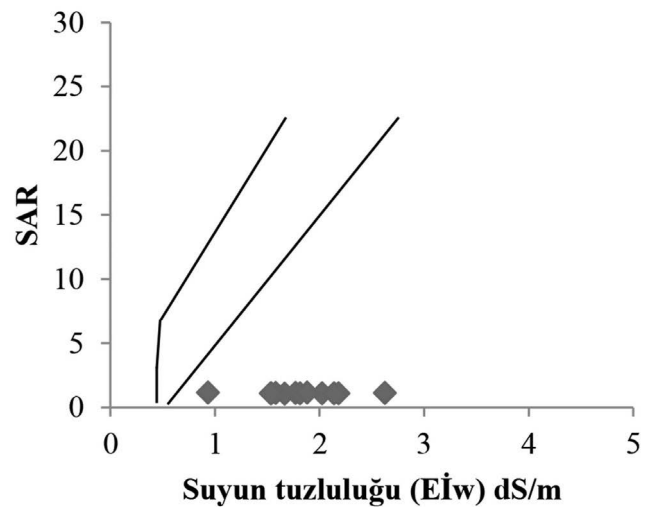
Zaman	Su Kalite Parametresi			SAR
	Na ⁺ (mek L ⁻¹)	Ca ⁺⁺ (mek L ⁻¹)	Mg ⁺⁺ (mek L ⁻¹)	
1. hafta	2.8	3.6	2.0	1.67
2. hafta	3.6	3.9	2.3	2.03
3. hafta	4.8	3	3.5	2.63
4. hafta	3.1	4.6	3.0	1.58
5. hafta	4.5	4.9	3.8	2.18
6. hafta	4.0	3.2	3.8	2.14
7. hafta	3.0	4.1	3.3	1.54
8. hafta	3.3	3.85	3.0	1.77
9. hafta	1.9	4.15	4.3	0.93
10. hafta	3.3	4.4	2.3	1.82
11. hafta	2.9	4.2	2.8	1.53
12. hafta	3.5	3.8	3.3	1.88

Çizelge 2'ye göre, EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinde en yüksek SAR değeri 3. hafta 2.63 olarak, en düşük SAR değeri ise 9. hafta 0.93 olarak belirlenmiştir.

SAR ve Eİ'nin topraktaki infiltrasyon üzerindeki etkisi, Şekil 4'de gösterilmiştir.



(a) Mevzuatta belirlenen değerler
(Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği)



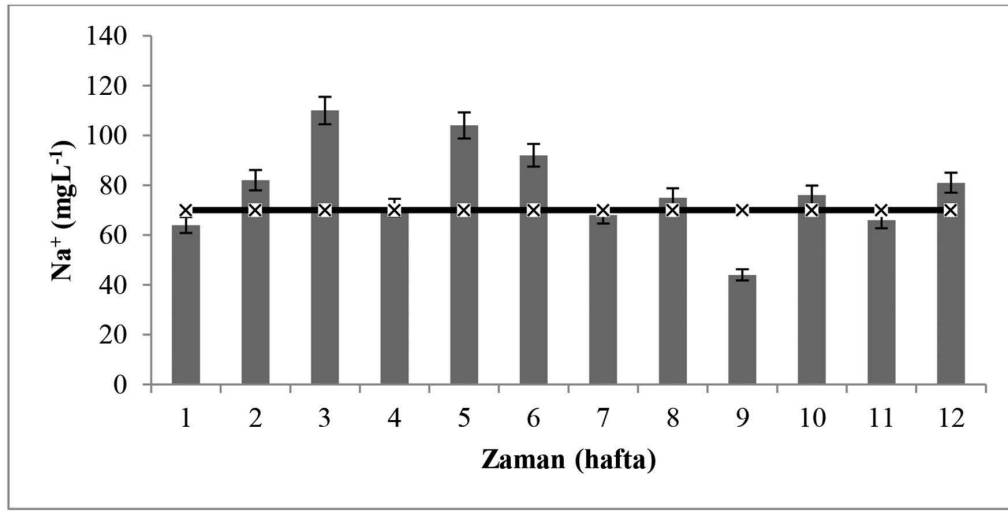
(b) Çalışmamızda tespit edilen değerler

Şekil 4. SAR ve Eİ'nin topraktaki infiltrasyon üzerindeki etkisi

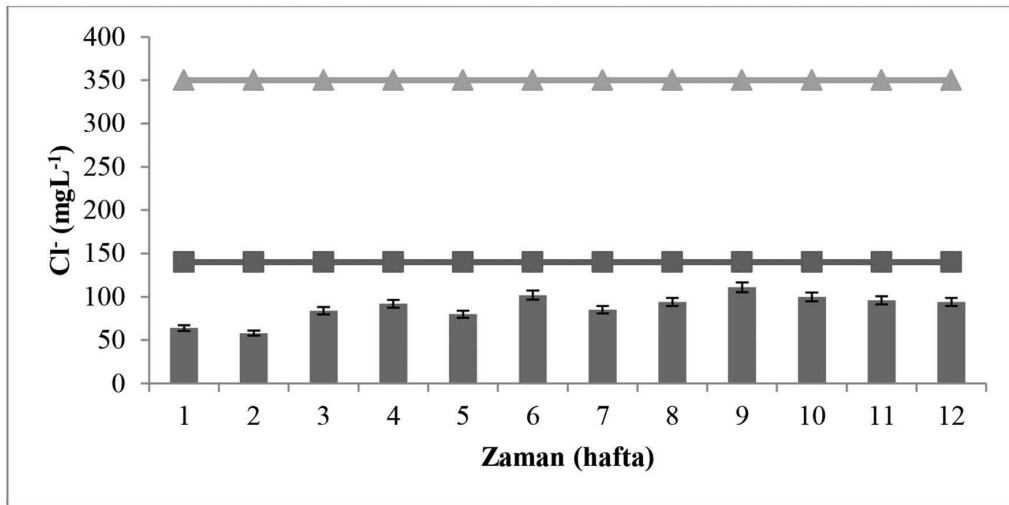
SAR ve Eİ değerleri grafiğe geçirildiğinde 3 farklı durum söz konusu olmaktadır. Bunlar, infiltrasyonda ciddi bir azalma, orta derecede azalma ve azalma yok. SAR ve Eİ'nin bilinmesi ile topraktaki sızma problemi konusunda bilgi sahibi olunabilmektedir. Şekil 4'e göre, EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılması durumunda Kehli deresinin toprak infiltrasyonu üzerine olumsuz bir etkisinin olmayacağı belirlenmiştir.

Özgül İyon Toksisitesi

Sulama suyu olarak kullanılacak olan EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinde özgül iyon toksisitesi araştırılmıştır. Özgül iyon toksisitesi içerisinde yer alan Na ve Cl konsantrasyonları sulama yapılacak olan alanların yüzey sulaması ve damla sulama yapılıp yapılamayacağı hakkında bilgi vermektedir. Bu çalışmada tespit edilen Na ve Cl konsantrasyonlarının haftalara göre değişimleri Şekil 5'de verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 5. Na ve Cl konsantrasyonlarının değişimi

Şekil 5 değerlendirildiğinde yüzey sulaması için Na konsantrasyonları $<3 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi yok, $3-9 \text{ mg L}^{-1}$ arasında ise kullanımında zarar derecesi az-orta, $>9 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi tehlikeli olarak değerlendirilmektedir (Şekil 5a). Damla sulama için Na konsantrasyonları $<70 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi yok, $>70 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi tehlikeli olarak değerlendirilmektedir (AATTUT, 2010). Bu çalışmada, Kehli deresinin Na konsantrasyonları $44-120 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değişmektedir. Kehli deresinin Na açısından sulama suyu tehlikeli olarak sınıflandırılabilir. Kehli deresinin Cl konsantrasyonları incelendiğinde yüzey sulaması için klor konsantrasyonu $<140 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi yok, $140-350 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi az-orta ve $>350 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi tehlikeli olarak sınıflandırılmaktadır. Damla sulama için klor konsantrasyonu $<100 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında zarar derecesi yok, $>100 \text{ mg L}^{-1}$ ise kullanımında

zarar derecesi tehlikeli olarak sınıflandırılmaktadır (AATTUT, 2010). Bu çalışmada, Kehli deresinin Cl konsantrasyonlarının $58-111 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, Cl açısından sulama suyu yüzey sulamasında kullanılabilir.

Geri kazanılmış sudaki birçok iyon, yüksek konsantrasyonlarında bitki üzerinde birikebilmektedir. Sodyum ve klorür bunların başlıcalarıdır. Sodyum toksisitesi, yapraklara zarar vermektedir. Bu durum, avokado ve bazı meyve ağaçlarında (kayısı, kiraz, şeftali) gözlemlenmiştir (AATTUT, 2010). Klorür de benzer şekilde zarar vermektedir. Klorürün etkisi daha çok kavak gibi ağaçlarda olmaktadır. Sebze ve tarla bitkileri, SAR değeri çok yüksek değilse, sodyum ve klorürden etkilenmemektedir.

Sulama suyunda bulunan sodyumun değişik bitkiler için toleransı Çizelge 3’de, değişik bitkilerin yapraklarına zarar veren klorür konsantrasyonları Çizelge 4’de verilmiştir (AATTUT, 2010).

Çizelge 3. Değişik bitkilerin sulama suyunda bulunan sodyuma toleransı (AATTUT, 2010)

Toleransı	SAR değeri	Bitki	Durum
Çok hassas	2-8	Yaprak döken meyve ağaçları, turuncgiller, avokado	Yaprakta yanma
Hassas	8-18	Fasulyeler	Büyümenin engellenmesi, bodur kalma
Orta toleranslı	18-46	Yonca, yulaf, pirinç	Nutrient ve toprak yapısından dolayı büyümenin engellenmesi ve bodur kalma
Toleranslı	46-102	Buğday, kaba yonca, arpa, domates, şeker pancarı, değişik çimen türleri	Zayıf toprak yapısından dolayı büyümenin engellenmesi ve bodur kalma

Çizelge 3 değerlendirildiğinde, çalışmamızda elde edilen SAR değerleri 2-8 arasında yer aldığından sodyuma toleranslı bitki türleri çok hassas ve yaprak

döken meyve ağaçları, turuncgiller ve avokado olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Bitkilerin yapraklarına zarar veren klorür konsantrasyonları (AATTUT, 2010)

Hassaslık	Klorür konsantrasyonu, mg L^{-1}	Etkilenen bitki
Hassas	$178 >$	Badem, kayısı, erik
Orta hassas	178-355	Üzüm, biber, patates, domates
Orta toleranslı	355-710	Kaba yonca, arpa, mısır, salatalık
Toleranslı	$710 <$	Karnabahar, pamuk, susam, sorgum, şeker pancarı, ayçiçeği

Bu çalışmada Kehli deresinin Cl konsantrasyonları $<178 \text{ mg L}^{-1}$ olduğundan hassaslık hassas olarak ve etkilenen bitki türleri badem, kayısı ve erik olarak belirlenmiştir.

RSC (Kalıcı Sodyum Karbonat Oranı)

EBAAT çıkış sularının verildiği Kehli deresinde kalıcı sodyum karbonat değerleri hesaplanmış ve

Çizelge 5’de verilmiştir. Kalıcı sodyum karbonat değeri aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$RSC = (CO_3^{=} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++}) \quad (2)$$

Çizelge 5. Kehli deresi için hesaplanan RSC değerleri

Zaman Hafta	Hesaplanan RSC (meq L^{-1})	Sınıflar		
		1. sınıf (iyi) <1.25 (S1)	2. sınıf (orta) $1.25-2.50$ (S2)	3.sınıf (uygun değil) >2.50 (S3)
1	1.1	X		
2	1.15	X		
3	1.21	X		
4	1.72		X	
5	2.21		X	
6	1.8		X	
7	1.9		X	
8	1.65		X	
9	1.94		X	
10	1.7		X	
11	1.72		X	
12	1.76		X	

Çizelge 5’e göre Kehli deresinde hesaplanan RSC değerleri 1. hafta, 2. hafta ve 3. hafta için 1. Sınıf olarak, diğer haftalar için 2. Sınıf olarak belirlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen veriler Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılabileceğini ve sulanan alanlarda hangi tür ürünlerin yetiştirilebileceğini göstermiştir. Buna göre;

- Kehli deresinin sulama suyu olarak kullanılması durumunda, bitkilerden fasulye, sebzelerden havuç ve soğan, meyveli ağaçlardan badem, kayısı, böğürtlen, portakal, şeftali, erik ve çileğin sulanabileceği belirlenmiştir.

- Atıksu arıtma tesisi çıkış sularının verildiği Kehli deresi sulama suyu olarak kullanılırsa infiltrasyon üzerine yüzeysel suyun bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

- Klor konsantrasyonları incelendiğinde Kehli deresinin yüzey sulamasında kullanılabileceği belirlenmiştir.

- Çalışmamızda elde edilen SAR değerleri 2-8 arasında yer aldığından sodyuma toleranslı bitki türleri çok hassas ve yaprak döken meyve ağaçları, turuncgiller ve avokado olarak belirlenmiştir.

- Çalışmamızda Kehli deresinin hassaslık derecesi hassas ve etkilenen bitki türleri badem, kayısı ve erik olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- AATTUT, 2010. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, 20.03.2010 Tarih ve 27527 sayılı Resmi Gazete.
- APHA, AWWA, WCPF, 1998. Standart Met-hods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, American Public Health Association, Washington D.C.
- Blumenthal UJ, Peasy A, Ruiz-Palacios G, Mara DD, 2000. Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence. WELL Study, Task no. 68 (Part 1) WELL Resource Centre, London UK.
- Ensink JHJ, Scott CA, Brooker S, Cairncross S, 2010. Sewage disposal in the Musi-River, India: water quality remediation through irrigation infrastructure, Irrigation and Drainage Systems, 24(1): 65-77.
- Fatta D, Arslan Alaton I, Gokcay C, Rusan MM, Asobhei O, Mountadar M, Papadopoulos A, 2005. Wastewater reuse: problems and challenges in Cyprus, Turkey, Jordan and Morocco, European Water, 11/12:63-69.
- Faurès JM, Bartley D, Bazza M, Burke J, Hoogeveen J, Soto D, Steduto P, 2013. Climate Smart Agriculture Sourcebook, FAO, Rome, 570 p.
- Jeong H, Kim H, Jang T, Park S, 2016. Assessing the effects of indirect wastewater reuse on paddy irrigation in the Osan River watershed in Korea using the SWAT model, Agricultural Water Management 163: 393-402.
- Nicolás E, Alarcón JJ, Mounzer O, Pedrero F, Nortes PA, Alcobendas R, Romero-Trigueros C, Bayona JM, Maestre-Valero JF, 2016. Long-term physiological and agronomic responses of mandarin trees to irrigation with saline reclaimed water, Agricultural Water Management, 166: 1-8.
- Rutkowski T, Raschid-Sally L, Buechler S, 2007. Wastewater irrigation in the developing world-Two case studies from the Kathmandu Valley in Nepal, Agric. Water Manage, 88: 83-91.
- Topal M, Arslan Topal EI, 2014. Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Kehli Deresi Su Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 3(1): 53-64.

