

# BİNGÖL İLİ KENTSEL ATIK SUARITMA TESİSİ ÇIKIŞ SULARININ SULAMA AMAÇLI KULLANILABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yasin DEMİR<sup>1</sup> Azize DOĞAN DEMİR<sup>2</sup> Ramazan MERAL<sup>3</sup> Ali Rıza DEMİRKIRAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-BİNGÖL,

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü-BİNGÖL

<sup>3</sup>Bingöl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü-BİNGÖL

[ydemir@bingol.edu.tr](mailto:ydemir@bingol.edu.tr)

## ÖZET

Bu çalışmada Bingöl İli arıtılmış kentsel atıksularının tarımsal açıdan kullanılabilirliği ve toprak üzerine olası etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Bingöl kentsel atıksu arıtma tesisinden 2013 yılı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su numuneleri alınmış ve analiz edilmiştir. Elde edilen veriler Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kriterler tebliği ne göre değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda genel olarak Bingöl ili kentsel arıtılmış atıksularının tarımsal sulamada kullanımının mümkün olduğu ve sulama suyu kalitesinin C2S1 olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arıtılmış Atık Su, Sulama, Toprak

## ABSTRACT

In this study, Bingöl Province of refined urban wastewater for agriculture possible impact on the availability and soil were investigated. From urban wastewater treatment plants in the study of Bingöl in 2013 August, September and October, water samples were taken and analyzed. The data obtained in the classification of irrigation water based criteria are evaluated according to the communiqué. The study resulted in an overall urban Bingöl be able to use refined wastewater for irrigation and the irrigation water quality has been identified as C2S1.

Keywords: Refined Urban Wastewater, Irrigation, Soil

## 1.GİRİŞ

Atık suların yeniden kullanımı diğer birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de artan bir ilgi görmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde su kaynaklarının kısıntılı olmasından dolayı kentsel ve tarımsal ihtiyacı karşılamak için sık sık karmaşa ve çatışma yaşanmaktadır. Bu olaylar sonucunda şehirde kullanılan temiz suyun kullanımdan sonra tekrar tarımsal faaliyetlerde kullanılması zorunlu hale gelmiştir.

Atıksu ile sulama, yüzey ve yer altı sularına doğrudan boşaltılarak oluşturulan kirliliği minimize etmek açısından, çevresel bağlamda atık yönetimi olarak görülmektedir (Mohammad ve Mazahreh, 2003). Bunun yanında, atıksu, bitki besin ve organik madde açısından, kurak alanlarda, gübreleme ve verimliliği korumak açısından değerli bir kaynaktır. Ancak, atıksu uygun biçimde arıtılmaz ve yönetilmezse, sulamada yeniden kullanımı çevresel problemleri de beraberinde getirebilir (Kızıloğlu ve ark. 2008).

Ulusal sulama suyu kalite standartları 1991 (Anonim a) yılından bu yana yürürlükte olmasına rağmen, Türkiye’de önemli düzeyde su kıtlığı ile yüz yüze gelmediğinden dolayı, arıtılmış atık suların yeniden kullanımı henüz tam anlamıyla gündeme gelmemiştir. Yakın gelecekte, Türkiye için atık suyun yeniden kullanımı en önemli çevresel konu haline alacaktır (WHO, 2006; Arslan-Alaton2005).

Elektriksel iletkenlik, arıtılmış atık suların sulamada kullanımı için uygunluğunu belirlemede en önemli parametredir. Topraktaki tuz konsantrasyonunun artması bitkilere zehir etkisi yapar. Toprak

çözeltilisinde bazı iyonların yüksek yoğunluklarda bulunması, bitkilerin gelişmesi için gerekli bitki besin maddelerinin yeterli miktarda alınmasına engel olur. Yüksek düzeydeki tuzluluk, toprak mikroorganizmalarının faaliyetlerini ve çoğalmasını olumsuz yönde etkiler. Bu olayın sonucunda da dolaylı olarak temel bitki besin maddelerinin dönüşümleri ve bitkiye olan faydaları etkilenir

Atık suyun içindeki çözülmüş tuzlar, bor, ağır metal ve benzeri toksik maddeler yörenin iklim şartlarına ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak ortamda birikebilir, bitkiler tarafından alınabilir veya suda kalabilir. Bu nedenle arıtılmış atık suların tarımsal sulamada kullanılması ve bertarafı söz konusu ise suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler açısından öngörülen sınır değerlere uygunluğunun yanı sıra bölgenin toprak özellikleri de dikkate alınmalıdır(Kitis et al.,2004).

Bingöl ovası yaklaşık 80 km<sup>2</sup> büyüklüğünde olup il merkezi ile ilin güneyinden geçen murat nehri arasında yer almaktadır. Ova toprakları özellikle sebze ve hububat üretimi için elverişli bir topoğrafik yapıya sahiptir. Ovayı birkaç noktadan akarsular dereler kesmektedir. Bununla birlikte ovanın kuzeyinde Bingöl ili kentsel atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Günlük yaklaşık 15000 m<sup>3</sup> suyun arıtıldığı bu tesis ova için önemli bir su kaynağı sağlamaktadır(Anonim b).

2012 yılında faaliyete geçen atıksu arıtma tesisi mevcut durumda suyunu murat nehrine deşarj etmektedir. Son yıllarda yaşanan kuraklıkla beraber bölgede sulu tarımın sürdürülebilir bir şekilde devam etmesi için mevcut su kaynaklarının korunması ve kentsel arıtılmış atık suların yeniden tarımda kullanımını gerektirmiştir. Bu çalışmada Bingöl ili kentsel arıtılmış atık sularının sulama açısından kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda su numuneleri üzerinde yapılan analizler neticesinde su kalitesine bağlı olarak sulamada kullanımı ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan olası etkileri tartışılmıştır.

## **2.MATERYAL ve METOD**

### **Materyal:**

Çalışmanın materyalini Bingöl ili kentsel atık su arıtma tesisi çıkış suları oluşturmuştur. 2013 yılı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su numunesi alınmış ve Bingöl Üniversitesi Toprak Bitki Analiz laboratuvarında analiz edilmiştir.

### **Metod:**

Bingöl İli kentsel atık su analiz sonuçları, sulama suyu kalite kriterlerine uygunluk yönünden 7 Ocak 1991 tarih ve 20748 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği (1991) tarafından verilen ölçütlere göre değerlendirilmiştir(Çizelge.1).

Çalışmada yapılan analizler (Tüzüner, 1990)'a göre yapılmıştır)

**Çizelge.1.** Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan kriterler (Resmi Gazete, 1991)

Sulama Suyu Kriteri	Birim	Sulama Suyu Sınıfı				
		I.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	IV.Sınıf	V.Sınıf
AKM	mgL <sup>-1</sup>	20	30	45	60	>100
BOİ	mgL <sup>-1</sup>	0-25	25-50	50-100	100-200	>200
NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	mgL <sup>-1</sup>	0-5	5-10	10-30	30-50	>50
pH	-	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9	<6 veya >9
Total Tuz	mgL <sup>-1</sup>	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	>2100
Elektriksel İletkenlik	µmhos/cm	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	>3000
SAR	-	<10	10-18	18-26	>26	-
Sulama Suyu Sınıfı	-	C1S1	C1S2 C2S2 C2S1	C1S3 C2S3 C3S3 C3S2 C3S1	C1S4 C2S4 C3S4 C4S4 C4S3 C4S2 C4S1	-
RSC	mgL <sup>-1</sup>	1.25	1.25-2.5	>2.5	-	-
Değişebilir Sodyum Yüzdesi	-	<20	20-40	40-60	60-80	>80
Kolrür	mgL <sup>-1</sup>	0-142	142-249	249-426	426-710	>710
Sülfat	mgL <sup>-1</sup>	0-192	192-336	336-575	575-960	> 960
Bor	mgL <sup>-1</sup>	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	>2.0	-

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bingöl Belediyesi kentsel atık su arıtma tesis sularından 2013 yılı Eylül-Ekim ve Kasım aylarında alınan su numunelerinin analiz ortalaması Çizelge 2 de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Atık su arıtma tesisi çıkış suyu analiz sonuçları

Parametreler	Birim	Eylül-2013	Ekim-2013	Kasım-2013	3 Aylık Ortalama
pH	-	7.44	7.31	7.38	7.38
EC	µmhos/cm	649	649	649	649.00
PO <sub>4</sub> -P	mgL <sup>-1</sup>	1.95	1.77	1.69	1.80
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mgL <sup>-1</sup>	9.7	8.68	8.43	8.94
Na	%	23.5	26.6	26.3	25.6
K	meL <sup>-1</sup>	0.22	0.31	0.19	0.24
Ca+Mg	meL <sup>-1</sup>	3.55	3.95	3.87	3.79
CO <sub>3</sub>	mgL <sup>-1</sup>	0	0	0	0.00
HCO <sub>3</sub>	meL <sup>-1</sup>	0.35	0.42	0.38	0.35
SO <sub>4</sub>	mgL <sup>-1</sup>	145.5	162.3	155.8	154.53
B	mgL <sup>-1</sup>	0.21	0.18	0.23	0.21
Cl	mgL <sup>-1</sup>	118.57	125.67	151.58	131.94
SAR	-	1.51	2.24	2.12	1.96
KOI	mgL <sup>-1</sup>	47.88	52.12	50.35	50.12
BOI	mgL <sup>-1</sup>	22.15	21.16	25.2	22.84
AKM	mgL <sup>-1</sup>	20.5	19.6	21.5	20.53
Total Tuz	mgL <sup>-1</sup>	182	225	218	208.33

Suların pH değeri toprakların kimyasal özelliklerini etkileyebilir. Asit topraklar belirli bir süre pH'sı 4.8'den düşük olan sularla sulandığında, çözünür demir, alüminyum veya mangan derişimleri bitkiler

için zehirli düzeylere ulaşabilir. (Munsuz ve Ünver, 1995). Genellikle sulama sularının pH değeri 6.5-8.0 arasında olması yani nötr bulunması arzu edilir (Ayyıldız, 1990). Bingöl kentsel arıtılmış atık suyunun pH değerlerine baktığımızda Teknik Usuller Tebliği (1991)'e göre sulama açısından herhangi bir sorun oluşturmayacağı görülmektedir.

BOİ veya KOİ değerleri yüksek olan sular, topraktaki oksijeni azaltıp indirgenme koşulları yaratabilirler (Munsuz ve Ünver, 1995). Çizelge 2'de BOİ değerlerine bakıldığında çıkış suyu, Teknik Usuller Tebliği (1991)'ne göre I. sınıf sulama suyu olduğu görülmektedir.

AKM, Basınçlı sulama sistemlerinde yağmurlama sulamada yağmurlama başlık memelerinin ve damla sulamada ise damlatıcılarda tıkanmalara neden olması bakımından önemlidir (Ayyıldız, 1990). AKM bakımından Bingöl İli Kentsel atık suları, ortalama 20.53 mg/L ile I. Sınıf sulama suyu niteliğindedir.

Bor'un bitkilere gerekli miktarı ile zehirli miktarı arasında çok dar bir sınır vardır. Bor'un toprakta veya sulama suyunda belirli sınırların üstünde bulunması bitki yapraklarında sararma ve yanmalara neden olmaktadır (Kanber ve ark., 1992). Çizelge 'de ortalama bor değerinin sınır değerler içinde olduğu ve I.sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu görülmektedir.

Sulama suyu ile toprağa verilen çok küçük miktardaki fosfatın toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bir etkisi olmaz (Kanber ve ark., 1992). Bingöl ili kentsel atık su arıtma tesisi çıkış sularında PO<sub>4</sub> miktarı Çizelge 2'de görüleceği üzere ortalama 1.80 mg/l olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte 5-10 mg/l P içeren sulama suları ile başarılı bir şekilde sulama yapılabilir (Bouwer and Idelovitch, 1987).

Sulama Sularında belirli sınırların üzerinde bulunan NH<sub>4</sub> tuzları, topraklarda dispersiyon artırıcı ve geçirgenliği düşürücü etki yapar(Kanber ve ark., 1992). Çizelge 2'deki sulama suyu analiz sonuçlarına ortalama NH<sub>4</sub> miktarı Çizelge 1'de II.sınıf sulama suyu kalitesi aralığında yer almaktadır.

Kalsiyum ve Magnezyum iyonları SAR ve kalıcı sodyum karbonat konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte kalsiyum ve magnezyumun fazla bulunduğu sular sert su diye adlandırılır. Sulama sularında fazla olması durumunda toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler. Özellikle toprağın kolay işlenebilirliği ve infiltrasyon kapasitesini arttırmaktadır (Kanber ve ark., 1992).Çizelge 2'ye bakıldığında ortalama Ca+Mg değerinin 3.79 me/l olduğu görülmektedir.

Çizelge 2'deki SAR değerlerine baktığımızda; atıksu çıkış sularının Teknik Usuller Tebliği (1991)'ne göre I. sınıf 'kullanılabilir' kalitede bir sulama suyu olduğu söylenebilir. SAR ve EC'nin ortaklaşa etkisi açısından sulama sınıfını değerlendirdiğimizde; EC değerlerine göre C2 sınıfında, SAR değerlerine göre ise S1 sınıfında yer almaktadır.

Sulama sularında yüksek konsantrasyonlardaki sülfat (SO<sub>4</sub>) iyonları kalsiyum (Ca)'un çökmesine sebep olurlar ve bitkiler için toksit etkisi yapabilirler(Kaya ve Öztürk., 2013). Çizelge 2'deki ortalama SO<sub>4</sub> değerlerine baktığımızda; atıksu çıkış sularının Teknik Usuller Tebliği (1991)'ne göre I. sınıf 'kullanılabilir' kalitede bir sulama suyu olduğu görülmektedir.

Klor iyonları toprak kolloidleri tarafından tutulmaz ve profil içinde hareket edebilir kökler tarafından alınıp yapraklara kadar gelebilir. Yapraklarda briken klorit bitkinin direnç sınırını geçerse yapraklarda yanma ve dokuların kuruması gibi zararlara yol açabilir. Çizelge 2'de analizi sonuçları ortalamasına baktığımızda Teknik Usuller Tebliği (1991)'ne göre Klor'un Sulama açısından herhangi bir sorun yaratmayacağı ancak bazı aylarda II.sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu görülmektedir.

Yüzde Sodyum değeri uzun süre bir kalite ölçütü olarak kullanılmamakla beraber suyun topraklarda oluşturacağı sodyum zararı katyon konsantrasyonuna bağlıdır. Sodyum % 12-15 üzerine çıktığında toprakta dispersiyonla başlayıp çoraklaşmayla devam eden bir bozulma başlar (Kanber ve ark., 1992). Bingöl ili artılmış kentsel atıksu analiz sonuçlarına baktığımızda ortalama Na değeri %25,6 olarak ölçülmüştür. Buda Çizelge 1'deki standartlara bakıldığında II. sınıf sulama suyu kategorisine girmektedir.

Potasyum bitki büyümesi için gerekli olan temel elementlerden birisidir. Potasyum özellikleri yönünden sodyuma benzese de, ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarında yapılan araştırmalar, gerek toprak ve gerekse sulama sularında herhangi bir zarar meydana getirmediğini göstermiştir (Tuncay 1994). Çalışmada yapılan analiz sonuçlarına baktığımızda atık suda Potasyum miktarı ortalama 0.24 meL<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Sulama suları genellikle serbest bikarbonat iyonları ile bir miktar sodyum ihtiva etmektedirler. Bu iyonların toprakta birikmesi halinde, toprağın pH değeri 10'a kadar yükselebilmektedir. pH değerinde meydana gelen bu artış, arzu edilmeyen iki hususun ortaya çıkmasına yol açmaktadır; 1- Toprağın tuz konsantrasyonu- artmakta ve toprağın geçirgenliği azalmakta, 2-) Bitkinin besin elementi durumu bozulmaktadır. (Russell 1973). Çizelge 2'de görüldüğü gibi artılmış kentsel atıksu da CO<sub>3</sub> tespit edilmemiştir. Bununla beraber HCO<sub>3</sub> miktarı ortalama 0,35 meL<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Bazı araştırmacılar sulama suyundaki NaHCO<sub>3</sub> miktarının 2,5 meL<sup>-1</sup> den fazla olması durumunda sulama açısından sakıncalı olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.SONUÇ**

Çalışmada artılmış atık suyun tarımda kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla analizler yapılmıştır. Bu çalışmada üç aylık dönemde alınan su numuneleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Artılmış atık su tuzluluk ve SAR değerine göre C2S1 sınıfındadır. Sulama yönünden sorun olmayan hafif bünyeli topraklarda ve tuza orta veya yüksek oranda dayanıklı bitkiler için kullanılabilir. Sodyuma duyarlı bazı bitkilerde dikkatle kullanılmalıdır.

Basıncılı sulama sisteminde tıkanıklığa neden olan AKM yönünden, suyun kullanımı iyi bir filtreleme sistemi ile mümkündür. NH<sub>4</sub> içeriği bakımından su kalitesi II. sınıf olarak tespit edilmiştir. Sulamada bitki su tüketimini göz önünde bulundurarak kullanılabilir. Azot bitki gelişimi için önemli bir elementtir. Toprak özelliklerini etkilemeyecek düzeyde su ile birlikte toprağa verilmesi tarımsal üretimde en önemli girdi olan azot gübrelemesini azaltabilir.

Değişebilir sodyum yüzdesi bakımından sulama suyu II. sınıf sulama suyu olarak belirlenmiştir. Sodyumun topraktaki dispers etkisi nedeniyle tuza çok hassas bitkilerin sulanması sakıncalı olabilir. Gereğinden fazla aşırı sulamalarda herhangi bir drenaj sistemi yoksa çoraklaşma başlayabilir.

Yapılan analizler ve bunun sonucundaki değerlendirmeler neticesinde Bingöl İli kentsel atıksu arıtma tesisi çıkış sularının, aşırı sulama yapılmaması ve tuzluluğa çok hassas bitkilerin sulanmaması durumunda, tarımsal sulamada kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

#### **KAYNAK**

Anonim a, Su kirliliği kontrol yönetmeliği teknik usuller tebliği (7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmi gazete`de yayınlanmıştır.

Anonim b, Türkiye istatistik kurumu, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)

- Arslan-Alaton İ., Gürel M., Eremektar G., Övez S., Tanık A. ve Orhon D. 2005. Türkiye'de Sürdürülebilir Atıksu Yönetimi: Mevcut Durum, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Arıtılmış Evsel Atıksuların Tarımsal Sulamada Kullanılması Çalıştayı. MEDAWARE Projesi 9-10 Haziran 2005, ODTÜ, Ankara
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri, A.Ü.Ziraat Fakültesi Baskı Ofset Ünitesi, Ankara, 277s.
- Bouwer, H. and E. Idelovitch. 1987. Quality requirements for irrigation with sewage water. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 113(4):516-535.
- Kanber R., Kırdar C., Tekinel O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:21.Adana
- Kaya N., Öztürk M., 2003, Elazığ İl Sınırları İçerisindeki Sulama Sularının İncelenmesi, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları 3.
- Kızıloglu F.M., Turan M., Sahin U., Kuslu Y., Dursun A., 2008. Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. *Agr i c u l t u r a* Water management 95:716 – 724.
- Kitis M., Beyhan M., Yiğit N. Ö., Civelekoğlu G. (2004) Kentsel ve endüstriyel atıksuların arıtılıp geri kazanımı uygulama alanları ve problemler. 9. Ulusal Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, İTÜ, 2-4 Haziran, İstanbul.
- Mohammad, M.J., Mazahreh, N., 2003. Changes in soil fertility parameter in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 34, 1281–1294.
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, <http://www.khgm.gov.tr/kutuphane/trcoraklik/7.htm>
- Munsuz, N. ve İ. Ünver. 1995. Su Kalitesi. A.Ü.Ziraat Fakültesi Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi, Ankara, 335s.
- Russell, E.W., 1973. Soil Conditions and Plant Growth. Longman Group Lim, New York, U.S.A.
- Tuncay, H. 1994. Su Kalitesi (I. Basım), Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 512, İzmir.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara
- WHO 2006. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, Vol. 2: Wastewater use in Agriculture, World Health Organization, France,