

Şehir İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Çamur Atıklarının Değerlendirme Yollarının Araştırılması

Gülşin ARSLAN¹, Orhan ATAKOL²

Özet: Bu çalışmada, Ankara İvedik İçme Suyu Arıtma tesislerinde suyun arıtılma işlemi sonucunda atık olarak ele geçen jelimsi çamurun kimyasal yapısı araştırılmıştır. Kimyasal analizler hem klasik hem de Atomik Absorpsiyon yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Tarımsal açıdan mahsurunun olup olmadığı sera deneyleri yapılarak araştırılmıştır. Araştırma sonucunda atık çamurun ana bileşeni $Al(OH)_3$ olup zaman içinde suyunu kaybederek okside dönüşmekte ve taşlaşmaktadır. Saksı deneylerine bakılırsa atık çamur içinde çimlenme olabilmekte ancak kontrol grupları ile karşılaştırıldığında çimlenme süresinin uzadığı kök ve yaprak boyunun kısaldığı görülmektedir. Bu atık çamurun çevreye kirletici etkisi olmadığı gibi pek bitki dostu da değildir. Ayrıca $Al(OH)_3$ jelinin çökmesini hızlandırmak amacıyla ilave edilen polielektrolitin çimlenmeye etkisi olmadığı gibi yararlı olacağı düşüncesi ortaya çıkmıştır. Su arıtma tesislerinde en yüklü masraf $Al_2(SO_4)_3$ için harcandığından dolayı, yüksek %'de Al bulunduran bu atık çamurdan yeniden $Al_2(SO_4)_3$ eldesi araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu arıtma sistemleri, atık çamur, kimyasal yapı, biyolojik etki.

Investigation On The Sludge From Municipal Water Treatment Plants For Possible Utilization

Abstract: In this study, the sludge chemical structure from Ankara İvedik municipal water treatment plants was investigated. Chemical analysis were done by both classical and Atomic Absorption methods. Greenhouse experiments were carried out to find out if there was any agricultural effect. As a result of the study, it was found out that $Al(OH)_3$ was the main component of the sludge mud and it loses its water in time turning into Al_2O_3 and becoming stony. The results of the pot experiments proved that grass can grow in this mud however compared to the control groups it takes longer for the grass to grow and it has shorter roots and leaves. Although this sludge mud is not dangerous for the environment, it is not plant friendly either. Furthermore, the polyelectrolitin which was added to faster the sedimentation of the $Al(OH)_3$ jell, was founded not to have any effect on the growing grass but can be helpful. As the highest expence in water treatment plants go for $Al_2(SO_4)_3$, how $Al_2(SO_4)_3$ can be obtained from this sludge mud is highly concentrated with Al ; should also be investigated.

Key Words: Municipal water treatment plants, the sludge, chemical structure, biological effect.

¹ Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 42075 Selçuklu KONYA, E-mail:garslan@selcuk.edu.tr

² Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 06100 Tandoğan ANKARA

Giriş

Dünya çevre sorunlarının ağırlaştığı günümüzde gerek bilimsel araştırmalarda gerekse mühendislik araştırmalarında çevre sorunlarına daha çok yer verilmesi gerektiğini bugün artık bilmeyen kalmamıştır. Artan Dünya nüfusu ve insanların gereksinimleri üretimin yıldan yıla fazla olmasını gerektirmektedir. Artan üretim, atık maddelerin de artmasını ortaya çıkardığı için tüm atıklar için zamanında önlemler alınmalıdır [1, 2]. Bu düşünce ışığında ortaya çıkan çalışmada şehir suyu arıtma tesislerinde şaplama adı verilen işlemde kullanma suyunu duru hale getirmek için yapılan işlem sonunda atık olarak ele geçen jelimsi çamurun kimyasal yapısı araştırılmış, tarımsal açıdan mahsurunun olup olmadığının kısa bir araştırılması yapılmıştır.

Bir sudaki canlı hayatın değişmesi o suyun kirlenmesinin bir göstergesidir. Kirli su, kullanım amacına uygun olmayan sudur. İçilebilir su birçok iyon içerebilir. Ancak içilebilir sulardaki konsantrasyonları çok düşüktür. Başlıca Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , SO_4^{-2} , SiO_3^{-2} , CO_3^{-2} , HCO_3^- , Cl^- dür [3]. Suyun arıtılması suyun kullanım amacına ve bağlı olduğu kaynağa göre belirlenir [1-5]. Su saflaştırma ve atık su problemi, şehirleşmenin önde gelen problemleri arasındadır. Çözüm için; atık suların tekrar kullanılması, kirlenmenin kontrolü, giderleri azaltmak için kaynağından bazı yan ürünlerin kazanılması, kirlenmeyi minimum düzeyde tutmak veya nötürleştirme giderlerinden kazanç sağlamak için, atıkların küçük yapay göllerde toplanması gibi birkaç prensip ortaya atılabilir [1,2].

Ankara ASKİ (Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi) İvedik Arıtma tesislerinde günde ortalama 600–700 bin m^3 su arıtılmaktadır ve bu arıtma sonunda ele geçirilen atık çamur tesis alanında depolanmaktadır, tesis işletmeye açıldığı 1984 yılında bu deşarjın yapıldığı lagünler (atık çamur depolanmanın yapıldığı açık çukurlar) yavaş yavaş dolmaktadır [6]. Lagünlerin çeşitli noktalarından alınan örneklerde önce kimyasal analizler daha sonra da sera deneyleri yapılmıştır.

Ankara'nın içme su arıtma tesisi; Dışkapı, İvedik ve Kayaş arıtma tesislerine gelen ham su havalandırılarak oksijen kazandıktan sonra durultma tanklarına alınır; yabancı maddelerden kurtulur. Berraklaşan su bir kez daha filtreden geçirilip klorlanır, temiz su tanklarına, buradan da musluklara ulaşmak üzere pompa istasyonlarına iletilir [1, 2, 7-9]. Ankara içme suyu tesislerinde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Ankara'ya bu yaşam kaynağını sağlamakla yükümlü kurum ASKİ; bu yolculuğun her adımında, kullanıma sunduğu suyun temizliğini, içilebilirliğini, tek kelimeyle sağlığını en az 396 noktada düzenli olarak denetler [6]. Ankara su tasfiye tesislerinde çıkan su ile Dünya Sağlık Teşkilatı ve Memba Sularının kalite parametreleri mukayesesi Tablo 2'de verilmiştir.

İvedik Su Arıtma Tesisleri, "Ankara Projesi" olarak isimlendirilen proje kapsamında olup Ankara'nın içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacının % 90-95'i bu tesislerde karşılanmaktadır. % 5–10 oranındaki su ihtiyacı Kayaş filtre tesislerinden karşılanır. İvedik Su Arıtma Tesisleri Ankara'nın içme suyu problemini 2020 yılına kadar uzanan bir perspektif içinde çözmek üzere inşaa edilmiştir. Aynı proje kapsamında Kurtboğazi, Çamlıdere ve Eğrekkaya barajları tamamlanmıştır. İvedik Su Arıtma Tesislerinin birinci kısım inşaaı 1984 yılında, ikinci kısım inşaaı ise 1992 yılında tamamlanarak, Ankara Büyükşehir Belediyesine bağlı Ankara Su ve Kanalizasyon idaresine devredilmiştir. Tesis 4 ana ünite olarak proje kapsamına alınmıştır. İlk iki kısım su işleme kapasitesi $564000 \text{ m}^3 / \text{gün}$ 'dür. Bazı birimler bu kapasitenin % 20 fazlasını taşıyabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Yaz aylarında günde yaklaşık $800000 \text{ m}^3 / \text{gün}$ 'e kadar çıkar. Arıtma Tesisi ana hatlarıyla giriş ve harmanlama ünitesi, durultucu ünite, filtre ünitesi, kimyasal madde ünitesi, klorlama ünitesi, filtre geri yıkama suyu tutma tankı, çamur koyulaştırma, temiz su tankı, dengeleme odası kısımlardan oluşmaktadır [6].

Tablo 1. Ankara içme suyu tesislerinde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri [4]

Kimyasal Madde	Maksadı	Dozlama Yeri	Dozlama mg / L
Sülfürik Asit	Çökeltmeyi kolaylaştırmak, Ham suyun pH'ını ayarlamak.	Durultucular girişi	15
Al ₂ (SO ₄) ₃	Ham su içinde askıda olan maddeleri birleştirerek bir çamur blaketi oluşmasını sağlamak.	Durultucular girişi Durultucular çıkışı	25
Polielektrolit	Ham suyun çok kirli olması halinde çamur blaketi oluşmasını kolaylaştırmak ve durultucudan atılan sulu çamuru kalınlaştırarak atılacak çamur miktarını azaltmak ve çamurun suyunu tekrar kazanmak.	Durultucular girişi Çamur kalınlaştırıcılar girişi	0.2
Kireç	Sülfirik asitle pH'ı ayarlarken suyu içilebilir su seviyesine getirmek.	Filtre çıkışı	12
Klor	Su içindeki organik kirleri okside edip ortadan kaldırarak suyu sterilize etmek, yosun teşekkülünü önlemek.	Baraj çıkışı Durultucular girişi Filtre Temiz su tankı	6

Tablo 2. Ankara su tasfiye tesislerinde çıkan su ile Dünya Sağlık Teşkilatı ve Memba Sularının kalite parametreleri mukayesesi [10]

Kalite Parametresi	Ankara Tasfiye Tesisleri	Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO)	Memba Su (Kavacık)
Renk (PtCa)	5	5	5
Tad	Lezzetli	Lezzetli	Lezzetli
pH	6.3 - 7.6	7 - 8.5	7.5
Koku	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz
Bulanıklık (NTU)	1.0	5.0	0.5
Demir (Fe)	0.1	0.1	Yok
Mangan (Mn)	0.05	0.05	Yok
Sertlik	8.3 - 12.5	10	2.5
Bakteri	Yok	Yok	Yok

Materyal ve Metot

Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışmamızda kullanılan tüm kimyasal maddeler Merck firmasından temin edilmiş olup analiz safliktadır.

Kullanılan Cihazlar

- Hitachi 8200 D Atomik Absorbsiyon Spektrometresi,
- Jenway PFP 7 Alev Fotometresi,
- Jenway 6105 UV-VIS Spektrometre,
- ORION 92-07-00 nolu Nitrat Elektrot,
- BUCHI R 110 Döner buharlaştırıcı,
- Kjeldahl düzeneği.

Deneysel Metot

Bu çalışmada, Ankara İvedik İçme Suyu Arıtma tesislerinde suyun arıtılma işlemi sonucunda atık olarak ele geçen jelimsi çamurun kimyasal yapısı araştırılmıştır [5, 11]. Kimyasal analizler hem klasik hem de Atomik Absorbsiyon Spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Tarımsal açıdan mahsurunun olup olmadığı sera deneyleri yapılarak araştırılmıştır. Atık çamurun değerlendirilmesi ve ıslahı için toprağa verdiği zararın tespitinde bitkilerin çimlenmesine ve büyümesine engel olabilecek fiziksel ve kimyasal bir etken varsa saksı deneyleri yapılarak verdiği zarar tespit edilebilir [12-15]. Bu amaçla çimlenme olasılığı yüksek buğday ve turp tohumları ile çimlenme yapılmıştır. Ayrıca polielektrolitin çimlenme oranına etkisi de incelenmiştir.

Araştırma Sonuçları

Çamurun yapısında analiz sonucu Al, Mg, Ca, Fe, K, Na, $(\text{SiO}_2)_n$, PO_4^{-3} , NO_3^- , SO_4^{-2} ve az miktarda organik azot ve polielektrolit bulunmuştur. Atık çamurun ana bileşeni $\text{Al}(\text{OH})_3$ olup zaman içinde suyunu kaybederek okside dönüşmekte ve taşlaşmaktadır. Atık çamurun bileşiminin günden güne değişebildiği rezervuardaki yağış durumu, rüzgar gibi faktörlerden etkilendiği muhakkaktır. Örneğin ani sağanaklardan sonra rezervuardaki suda koloidal haldeki maddelerin konsantrasyonu artmakta, arıtma tesisine kadar bu durum devam etmekte ve doğal olarak atık çamurdaki silis miktarı artmaktadır. Her şeye rağmen genel bileşimin $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ve $(\text{SiO}_2)_n$ olduğu söylenebilir. Analizlerden elde edilen sonuçlar ortalama olarak Tablo 3'de verilmiştir [16].

Tablo 3. Atık çamurun bileşenleri

Bileşen	Klasik Metotla Yapılan % Analiz Sonuçları		Aletli Analizle Yapılan % Analiz Sonuçları		Ortalama % Sonuçlar
	I. Lagün	II. Lagün	I. Lagün	II. Lagün	
Su yüzdesi	98,11				
$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Al}: 17,34 \pm 0,02 \cdot 10^{-2}$	$\text{Al}: 28,34 \pm 0,02 \cdot 10^{-2}$	$\text{Al}: 18,75 \pm 0,01 \cdot 10^{-3}$	$\text{Al}: 29,75 \pm 0,01 \cdot 10^{-3}$	81,871
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}: 2,36 \pm 0,33 \cdot 10^{-2}$	$\text{Fe}: 3,04 \pm 0,01 \cdot 10^{-2}$	$\text{Fe}: 2,02 \pm 0,01 \cdot 10^{-3}$	$\text{Fe}: 2,69 \pm 0,01 \cdot 10^{-3}$	5,815
CaO + MgO	$0,05 \pm 0,01 \cdot 10^{-3}$	$0,11 \pm 0,02 \cdot 10^{-3}$	$\text{Ca}: 0,06 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$ $\text{Mg}: 1,07 \cdot 10^{-3} \pm 0,01 \cdot 10^{-5}$	$\text{Ca}: 0,11 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$ $\text{Mg}: 1,48 \cdot 10^{-3} \pm 0,01 \cdot 10^{-5}$	0,112
P_2O_5	$0,03 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	$0,04 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	-	-	0,035
Cl^-	-	-	-	-	-
SO_4^{-2}	$0,86 \pm 0,12 \cdot 10^{-3}$	$0,89 \pm 0,15 \cdot 10^{-3}$	-	-	0,888
NO_3^-	-	-	$9,51 \cdot 10^{-3} \pm 0,01 \cdot 10^{-5}$	$9,51 \cdot 10^{-3} \pm 0,01 \cdot 10^{-5}$	0,009
Organik Azot	$0,17 \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$	$0,17 \pm 0,05 \cdot 10^{-4}$	-	-	0,172
Mn	-	-	$0,01 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	$0,03 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	-
Pb	-	-	$3,37 \cdot 10^{-4} \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$	$2,01 \cdot 10^{-4} \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$	-
Polielektrolit	0,01	0,02	-	-	0,019
Na	-	-	$0,09 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	$0,05 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	0,048
K	-	-	$0,04 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	$0,05 \pm 0,01 \cdot 10^{-4}$	0,059
$(\text{SiO}_2)_n$	32,96	10,04	-	-	10,040
Toplam					99,068

Analiz sonuçlarına bakılırsa, atık çamur içinde çevre kirlenmeye sebep olan bir madde yoktur. Hayvan ve bitki yaşamını etkileyebilecek toksik bir madde görülmemektedir. Atık su tesislerindeki prosesler düşünülürse çamur içindeki alüminyumun, $\text{Al}(\text{OH})_3$ halinde olduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır, muhtemelen Fe, Ca, Mg'da hidroksitleri halinde, Si ise SiO_2 halinde bulunmaktadır. SiO_2 'in çamurda bulunmasının nedeni büyük bir olasılıkla rezervuardan sürüklenerek gelen kum tanecikleri ve koloidal kum partikülleridir. $\text{Al}(\text{OH})_3$ ile bu maddelerin çökmesi sonucu oluşan jelimsi çamurda SiO_2 miktarı yüksektir. Fe'in ise çamurda bulunan düzeyi, tüm akarsu ve göllerdeki gibidir. Bunun yanı sıra koloidal dağılmış kum partiküllerinin, toprak

partiküllerinin yapısında da demir bulunduğundan, rezervuardan gelen suda sürüklenerek gelen kum ve koloidal parçacıklar şaplama işleminde $Al(OH)_3$ ile tıpkı SiO_2 gibi çökmektedir. Ca ve Mg ise zaten suya sertlik veren maddeler olduklarından atık çamurda bulunmaları beklenen bir olaydır. Öte yandan $Al(OH)_3$ jelinin çöktürmeyi hızlandıran polielektrolitin atık çamurda bulunması da gerekmektedir ve gerektiği kadar da hemen hemen bulunmuştur.

Atık çamur görüldüğü gibi toksik bir madde içermemektedir, ancak örneklerin alındığı lagüne bakılınca lagünlerin çevresinde otsu bitkiler sıkça görülmekte ancak lagünlerin içinde herhangi bir su bitkisi oluşumu gözlenmemiştir. Atık çamurun kuruyarak sertleştiği bölgelerde otsu bitkiler ve hatta karayosununa rastlanmamıştır. Çalışmamızda bu atık çamur içinde çimlenme olup olmayacağını araştırarak devam etmiştik, saksı deneyleri bu amaçla yapılmıştır. Saksı deneylerine bakılırsa atık çamur içinde çimlenme olabilmekte ancak kontrol grupları ile karşılaştırıldığında çimlenme süresinin uzadığı kök ve yaprak boyunun kısaldığı görülmektedir. Bu atık çamurun çevreye kirletici etkisi olmadığı gibi pek bitki dostu da değildir. Ayrıca $Al(OH)_3$ jelinin çökmesini hızlandırmak amacıyla ilave edilen polielektrolitin çimlenmeye etkisi olmadığı gibi yararlı olacağı düşüncesi ortaya çıkmıştır. Polielektrolit, katı partiküllerin etrafını film gibi sardığından kökte su ve mineral girişine mani olacağı düşüncesi mevcuttu, ancak deneyler bunun böyle olmadığını göstermektedir, hatta hümitik asitlerin yapısı ile polielektrolitin yapısı karşılaştırıldıktan sonra az miktarda polielektrolitin, Cu^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} , Zn^{+2} gibi bitki için önemli olan metal iyonlarıyla kompleks verme meyli olduğundan fizyolojik bakımdan bitki büyümesine yararlı olacağı düşüncesi ortaya çıkmıştır [16].

Tartışma

Toprakla karıştırıldığında bitkinin çimlenip gelişmesini bir parça inhibe eden nedir? Jelimsi çamurda toksik bir madde bulunmadığına göre bu inhibisyonu ne sağlamaktadır? Bu inhibisyonu sağlayan herhangi bir kimyasal madde mevcut değildir. Ancak $Al(OH)_3$ jeli yapısındaki suyu kaybettiğinde şiddetle taşlaşmaktadır yani çok sert bir kütle haline gelmektedir. Atık çamur içindeki tohum, bu kuruma esnasında ya sıkışıp parçalanmakta ya da çimlenme olanağı bulsa bile sertleşebilen kütle içinde kök kolaylıkla uzama olanağı bulamamaktadır. Pratikte bu atık çevre açısından tehlikeli bir atık sayılmaz, kil benzeri bir atık çamurdur. Bu çamurun değerlendirilmesi ayrı bir çalışma konusudur. Atığın yüksek miktarda Fe içermesi onun toprak endüstrisinde kullanımını olanaksız yapmaktadır, ancak ASKİ yetkililerinin de önerdiği, su arıtma tesislerinde en yüklü masraf $Al_2(SO_4)_3$ için harcadığından dolayı, yüksek oranda Al bulunduran bu jelden yeniden $Al_2(SO_4)_3$ eldesi yani atık çamurun rejenerasyonu araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- [1] Manahan, S.E., **Water Treatment Environmental Chemistry**, 187-221, (1975).
- [2] Gündüz, T., **Çevre Sorunları**, Bilge yayıncılık, Ankara, (1994).
- [3] **Public Health Service Drinking Water Standarts**, U.S. Public Health Service, (1962).
- [4] **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, American Public Health Association, (1980).
- [5] **TSE 266 / Haziran 1984 standardı**, Drinking Waters.
- [6] **ASKİ İçme Suyumuz ve Ankara**, Kitapçığı, (1993).
- [7] Miller, S., **Water Reuse**, Environmental Science and Tecnology, 499–501, (1981).
- [8] Peters, P.G., **How to limit the aluminium concentration in water?**, 18 th. International Water Supply Congress. 7-8 / 8–11, (1991).

- [9] Hileman, B., **The chloration question**, Environmental Science and Tecnology, 15–18, (1982).
- [10] Rısmal, M., **Experience and the results of operating small wastewater treatment plants**, Water Science and Technology, 267-273, (1990).
- [11] Gündüz, T., **Kantitatif Analiz Laboratuvar Kitabı**, Bilge yayıncılık, Ankara (1990).
- [12] Gündüz, T., **Yarı - Mikro Kalitatif Analiz Kitabı**, Bilge yayıncılık, Ankara (1993).
- [13] Leeuw, E.J. and De Jong P., **Pilot plant research on biological phosphate and nitrojen removal at seven waste water treatment plants**, Water Science and Technology, 329-341, (1993).
- [14] Vuoriranta, P., Marıam, H. and Kautia, E., **Organic carbon and nitrogen removal from wastwaters of single houses and small separate establishments using a simple sequencing batch reactor**, Water Science and Technology, 243-249, (1993).
- [15] **Yeşil Çevre Dergisi** 2 Şubat 1994 sayısı.
- [16] Uçar, G., **Şehir İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Çamur Atıklarının Değerlendirme Yollarının Araştırılması**, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Ankara, (1997).