

ARAŞTIRMA MAKALESİ/RESEARCH ARTICLE

MIHALIÇÇIK KİLİNİN SU ARITIMINDA KULLANILABİLİRLİĞİ

Tevfik GEDİKBEY¹, Sibel TUNALI^{1,2}

ÖZ

Bu çalışmada, Eskişehir Mihaliççik yöresi kilinin su arıtımında $Al_2(SO_4)_3$ 'a alternatif bir koagülant olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Eskişehir Porsuk nehrinden alınan su örneklerinde kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), asıdıda katı madde (AKM) ve sertlik tayinleri yapılmıştır. Daha sonra su örneklerine Jar Testi uygulanmış ve bu çalışmada kullanılan kilin su arıtımında KOİ ve AKM giderimi için $Al_2(SO_4)_3$ 'a alternatif bir koagülant olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mihaliççik kili, Alüminyum sülfat, Sertlik, KOİ.

THE POSSIBLE UTILITY OF MIHALIÇÇIK CLAY IN WATER PURIFICATION

ABSTRACT

In this study clay sample taken from Mihaliççik area in Eskişehir was used in the purification of water as a coagulant being an alternative to $Al_2(SO_4)_3$. The chemical oxygen demand (COD), suspended solid content and hardness were determined in water of Porsuk river in Eskişehir. Then Jar Test was applied to water samples and the obtained data had revealed Mihaliççik clay could be used as a coagulant to remove COD and suspended solid in the purification of water.

Key Word: Mihaliççik clay, Aluminium sulphate, Hardness, COD.

1. GİRİŞ

Çevremizin ve bunun en önemli unsuru olan akarsu, göl ve denizlerin temiz tutulması çağdaş medeniyetin geleceğe yönelik çalışmalarının dikkate değer bir hedefini oluşturmaktadır. Artan yaşam standardı insanlara teknik açılarından pek çok rahatlıklar getirmiş olmakla beraber, eğer önlem alınmazsa, dünyamızı yaşanmaz duruma getirecek çok sayıda tehlikelerin ortaya çıkmasına sebep olacaktır (Eltem, 1998).

Doğadaki sular kimyasal olarak saf değildir. İçme, kullanma ve endüstri amaçlı sularda çözünmüş halde çeşitli inorganik, organik maddeler ile mikroorganizmalar bulunur. Yüzeysel sularının bileşimi, buldukları toprağın cinsine, mevsimlere ve karışan diğer sulara göre değişir. Yüzeysel sular kirleticilerden dolayı sağlık açısından hiçbir zaman temiz değildir (Baltacı, 2000).

Eskişehir'in içinden geçen ve önemli akarsularından olan Porsuk nehrindeki kirlenme sağlık ve görü-

nüm açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır (Selek, 1999). Porsuk nehri, Eskişehir ve Kütahya kırsal bölgelerindeki endüstriyel ve belediye atık suları tarafından kirletilmektedir. Kütahya ve Eskişehir'deki endüstriyel atık sular işlem görmeden Porsuk nehrine akıtılmaktadır. Eskişehir'deki Porsuk nehrine yakın bölgeler ve sulama kanallarındaki atık sular, Porsuk nehri ve kanallara boşaltılmaktadır (Kaçaroğlu ve Günay, 1997). Bu nehir kenarına, Porsuk Barajı'ndan sonra şehir girişinde Eskişehir'e içme ve kullanma suyu sağlayan ve 80000 m³/d kapasiteye sahip olan bir arıtma tesisi kurulmuştur. Bu tesis ayırma, sedimentasyon, filtrasyon ve sterilizasyon birimlerinden oluşmaktadır (ESKİ, 1995). Nehir suyundaki NH_4^+ ve Ca^{++} iyonu konsantrasyonunun yüksek olması, suyun sertliğini ve tadını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, Eskişehir'de yaşayan insanlar, çeşme suyunu içme suyu olarak kullanmamaktadır (Kurama vd. 2002).

¹ Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 26480 Meşelik/ESKİŞEHİR

² E-posta: stunali@ogu.edu.tr

Geliş: 30 Haziran 2003; Kabul: 11 Eylül 2003.

Tombul ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan bir çalışmada Eskişehir yer altı suları incelenmiştir. Eskişehir yer altı sularının kirlenme sebebinin, bu suların evsel ve endüstriyel atıklarla kirletilmiş olan Porsuk Çayı'ndan beslenmesi olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda tarımda kullanılan zirai ilaç ve gübrelerin, sulamadan dönen sulardan oluşan sızıntıların Eskişehir yer altı sularını kirlettiği sonucuna varılmıştır.

Demirci vd. (1998) tarafından Kırıkkale rafineri atık sularının $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $FeSO_4$ ve kireç gibi koagülantlar, anyonik, katyonik ve noniyonik polielektrolitler gibi yardımcı koagülantlar ve Samaş, Çanbesan, Ceylan, Hasandede ve Keskin killeri ile arıtılması incelenmiştir. Kullanılan killerin ve klasik koagülantların arıtma etkisi karşılaştırıldığında sonuçların yaklaşık % 90 oranında benzer olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada, Mihaliççik killerin Eskişehir Porsuk nehri sularının arıtımında alüminyum sülfata alternatif bir koagülant olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu amaçla, Porsuk nehri KOİ, AKM ve sertlik özellikleri açısından incelenmiştir. Su örnekleri kil, $Al_2(SO_4)_3$ ve kil+ $Al_2(SO_4)_3$ karışımı (1:1) ile muamele edildikten sonra KOİ, AKM ve sertlik değerlerindeki değişim incelenerek, Mihaliççik kilinin su arıtımında $Al_2(SO_4)_3$ 'a alternatif bir koagülant olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan kil minerali Eskişehir Mihaliççik ilçesi Koyunağılı köyü Killik mevki kil yataklarından alınmıştır. Mineral kırılıp öğütülerek, boyutu -0,149 mm tane boyutuna düşürülmüştür. Yapılan bütün çalışmalarda, hazırlanan bu stok kil minerali kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan su örnekleri Eskişehir Porsuk nehri ESKİ (Eskişehir Su ve Kanalizasyon İşletmesi) girişinden alınmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan reaktifler ve diğer kimyasal maddeler Merck ticari ürünleridir.

2.2. Metod

Temmuz 2001-Haziran 2002 tarihleri arasında aylık periyotlar halinde ESKİ girişinden alınan su örneklerinin pH ve sıcaklık değerleri Lutron 207 marka pH-metre, çözülmüş oksijen (ÇO) miktarları ise Jenway 9071 marka oksijenmetre ile yerinde ölçülmüştür. Su örnekleri bekletilmeden laboratuvara getirilmiş ve KOİ, AKM ve sertlik tayinleri yapılmıştır.

Kil mineralinin su arıtımında alüminyum sülfata alternatif bir koagülant olarak kullanılabilirliğini incelemek amacıyla su örneklerine Jar Testi uygulanmıştır. Bu amaçla, konsantrasyonları 10 g/L olan kil ve $Al_2(SO_4)_3$ çözeltileri hazırlanmıştır. Optimum koagülant miktarını belirlemek için 12 adet 1 L'lik behere 1'er L su örneği konmuş ve her birine sırasıyla 50 mg kil, 100 mg kil, 150 mg kil, 200 mg kil, 50 mg $Al_2(SO_4)_3$, 100 mg $Al_2(SO_4)_3$, 150 mg $Al_2(SO_4)_3$, 200 mg $Al_2(SO_4)_3$, 25 mg kil+25 mg $Al_2(SO_4)_3$, 50 mg kil+50 mg $Al_2(SO_4)_3$, 75 mg kil+75 mg $Al_2(SO_4)_3$, 100 mg kil+100 mg $Al_2(SO_4)_3$ ilave edilmiştir. Magnetik karıştırıcıda 1 dakika hızlı bir şekilde karıştırıldıktan sonra, çökebilecek büyüklükte flokların oluşması için 30 dakika yavaş karıştırma yapılmıştır. Çökmenin tamamlanması için 1 gece bekletildikten sonra, beherlerin üzerinden alınan su örneklerinde KOİ, AKM ve sertlik tayinleri yapılmıştır (Greenberg vd. 1985). Orijinal su örneği ile koagülant ilave edilmiş olan su örneklerinin KOİ, AKM ve sertlik değerleri arasındaki farktan yararlanılarak kil minerallerinin su arıtımında koagülant olarak kullanılabilirliği incelenmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kil mineralinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2'de aylara göre Porsuk nehri'nin pH, sıcaklık, ÇO, KOİ, AKM ve sertlik değerlerindeki değişim görülmektedir.

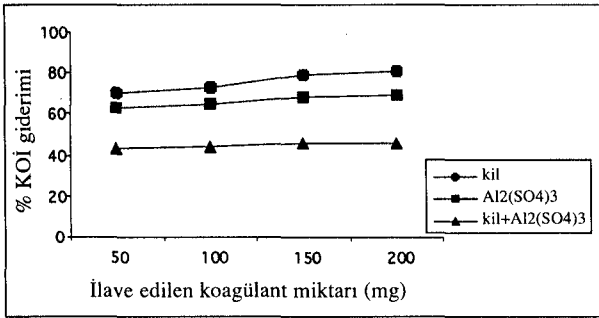
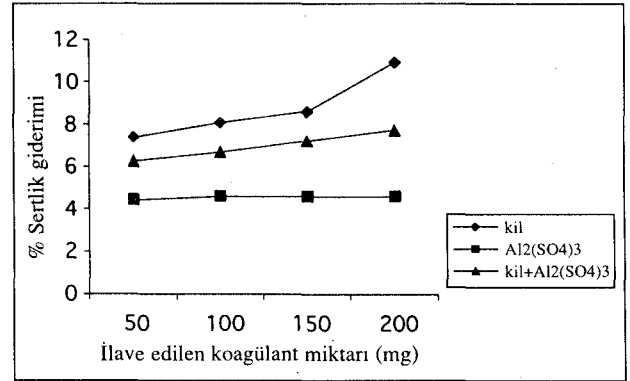
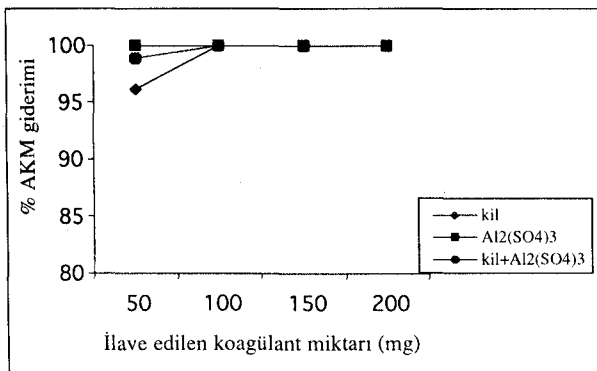
Kil, $Al_2(SO_4)_3$ ve kil+ $Al_2(SO_4)_3$ karışımı ilave edilen su örneklerinin KOİ, AKM ve sertlik giderim verimleri Şekil 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Tablo 1. Kil Örneğinin Kimyasal Analiz Sonuçları (%).

Örnek	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Cl	H ₂ O
Kil 1	52,22	6,98	2,21	1,71	15,50	0,03	0,82	7,71	0,06	0,002	12,77
Kil 2	52,88	7,48	2,41	1,41	14,17	0,03	0,90	8,19	0,09	0,001	12,43
Kil 3	49,86	9,24	4,51	2,52	12,37	0,03	1,93	6,39	0,008	0,001	13,06

Tablo 2. Aylara Göre Porsuk Nehri pH, sıcaklık, ÇO, KOİ, AKM ve Sertlik Değerlerindeki Değişim.

Tarih	PH	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş oksijen (mg/L)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	Sertlik (mg/L CaCO ₃)
19.07.2001	8,02	15,3	4,5	52,21	76	641,31
16.08.2001	8,57	15,1	4,1	28,11	39	609,76
07.10.2001	7,68	6,3	8,1	60,96	57	674,96
12.11.2001	7,82	5,9	7,8	69,09	77	724,50
07.12.2001	7,70	5,2	8,9	40,64	108	648,81
16.01.2002	7,91	1,4	15,8	61,31	124	681,24
07.02.2002	8,14	4,0	11,2	56,33	30	670,44
01.03.2002	8,45	10,6	11,3	218,42	120	627,14
02.04.2002	8,73	11,3	11,6	141,03	128	659,62
05.05.2002	8,98	11,8	10,6	137,00	91	735,33
04.06.2002	8,85	10,3	11,7	126,81	214	681,25

Şekil 1. Kil, Al₂(SO₄)₃ ve Kil+Al₂(SO₄)₃ İlavesi İle % KOİ Giderim Verimleri.Şekil 3. Kil, Al₂(SO₄)₃ ve Kil+Al₂(SO₄)₃ (1:1) İlavesi İle % Sertlik Giderim Verimleri.Şekil 2. Kil, Al₂(SO₄)₃ ve Kil+Al₂(SO₄)₃ İlavesi İle % AKM Giderim Verimleri.

Tablo 2'de görüldüğü gibi, Porsuk nehri'nin pH değerleri 7,70-8,98 arasında bulunmuştur. Sıcaklık değerleri ise mevsim koşullarına bağlı olarak 1,4-15,3°C arasında ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen değeri sıcaklığa bağlı olarak 4,1-15,8 mg/L arasında belirlenmiştir.

Su örneklerinin KOİ değeri 28,11-218,42 mg/L arasında bulunmuştur. KOİ, sudaki organik karbon veya organik madde miktarına bağlıdır. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri çizelgesinde KOİ 25 mg/L'ye kadar olan sular I. kalite, 25-50 mg/L olan sular II. kalite, 50-70 mg/L olan sular III. kalite, KOİ değeri 70 mg/L'den büyük sular ise IV. kalite olarak sınıflandırılmıştır (Baltacı, 2000; Türk Çevre Mevzuatı II, 1999). Bu sınıflandırmaya göre 07.02.2002 tarihine kadar alınan örnekler II. ve III. ka-

lite, bu tarihten sonra alınan örnekler ise IV. kalite su grubuna girmektedir.

Su örneklerinin AKM değeri 30-214 mg/L arasında bulunmuştur. Suların çok olduğu ilkbaharda, toprak süzme işlemini iyi yapamadığından AKM miktarı fazladır (Baltacı, 2000). TS 266'ya göre içme ve kullanma sularında AKM bulunmamalıdır. Buna göre, incelemiş olduğumuz Porsuk Nehri suyundaki AKM'nin giderilmesi gerekmektedir.

Su örneklerinin sertlik değerleri 609,76-735,33 mg/L CaCO₃ olarak bulunmuştur. Sertliğin sağlık yönünden bir sakıncası yoktur. Ancak, sertlik sabun tüketimini artırdığı ve kazan taşı oluşumuna neden olduğu için istenmez. Eskişehir şebeke suyu Porsuk Nehri'nden sağlandığı için, sabun tüketimi ve kazan taşı açısından sertliği oldukça yüksektir.

Koagülasyon için en çok kullanılan kimyasal maddelerden biri Al₂(SO₄)₃'dür. Bu çalışmada, suların arıtılmasında Al₂(SO₄)₃ alternatif olarak kilin kullanılabilirliği incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, KOİ giderimi için en uygun koagülantın kil olduğu ve KOİ giderimi için optimum kil miktarının 150 mg/L olduğu bulunmuştur. 150 mg kil ilavesi ile KOİ gideriminde yaklaşık % 80 verim sağlanmıştır. Al₂(SO₄)₃ ilavesi ile yaklaşık % 70 giderim sağlanırken, kil+Al₂(SO₄)₃ karışımı ile yaklaşık % 46 giderim verimi elde edilmiştir. Bu nedenle, kilin su arıtımında KOİ giderimi için Al₂(SO₄)₃'a alternatif olabileceği görülmektedir.

AKM giderimi için kil, Al₂(SO₄)₃ ve kil+Al₂(SO₄)₃ karışımının her biri ile yaklaşık % 100 verimle giderim sağlanmıştır.

Sertlik gideriminde çalışmamızda kullandığımız koagülantlar ile çok yüksek verim elde edilememiştir. Ancak, kullanılan koagülantların sertlik giderim verimleri kendi aralarında değerlendirildiğinde, en yüksek verimin 200 mg kil ilavesi ile sağlandığı görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar gözönüne alındığında, Mihaliççık kilinin suların arıtılmasında KOİ ve AKM gideriminde Al₂(SO₄)₃'a alternatif bir koagülant olarak kullanılabilirliği görülmektedir. Ham kil kullanıldığında sertlik gideriminde çok yüksek verim elde edilememiştir. Yapılan kimyasal analiz sonucu, kilin Ca ve Mg içerdiği bulunmuştur. Bu bileşikler işlem esnasında su da bir miktar çözünebileceğinden, tek başına kilin sertlik gideriminde yeterli olmadığı görülmektedir (Tunalı, 2003).

KAYNAKÇA

- Baltacı, F. (2000). *Su Analiz Metotları*, Ankara, 335 s.
- Demirci, Ş. Erdoğan, B. ve Özcimder, R. (1998). Wastewater treatment at the petroleum refinery, Kırıkkale, Turkey using some coagulants and turkish clays as coagulant aids. *Water Res* 32(11), 3495-3499.
- Eltem, R. (1998). *Atıksular ve Arıtım*, Ege Üni. Fen Fak. Biyoloji Böl. Temel ve End. Mikrobiyoloji A. B. D., 158 s.
- ESKİ, *Eskişehir Water Treatment Plant Information Catalog*, 1995.
- Greenberg, A.E., Trussell, R.R., Clesceri, L.S. ve Franson M.A.F. (1985). *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, Washington, 17th Edition, 1268 p.
- Kaçaroğlu, F. ve Günay, G. (1997). Groundwater nitrate pollution in an alluvium aquifer, Eskişehir urban area and its vicinity Ek: Turkey. *Environmental Geology*, 31(3/47), 178-184.
- Kurama, H., Poetzschke, J. ve Haseneder, R. (2002). The application of membrane filtration for the removal of ammonium ions from potable water. *Water Research* 36, 2905-2909.
- Selek, A. (1988). *Eskişehir Evsel ve Endüstriyel Atık Sularının Aktif Çamur Yöntemiyle Birlikte Arıtılabilirliği, Doktora Tezi*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 172 s.
- Tombul, M. ve Bilgin, M. (1998). Eskişehir Yer altı Sularının Kirlenme Sebepleri ve Kirlenme Düzeyleri, *Kayseri I. Atık Su Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Kayseri 17-21.
- TS 266, (1997). *Türk Standardı: Sular-İçme ve Kullanma suları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 25 s.
- Tunalı, S. (2003). *Mihaliççık Yöresi Killerinin Özelliklerinin Belirlenmesi ve Su Arıtımında Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Doktora Tezi*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 104 s.
- Türk Çevre Mevzuatı II, (1999). *Türk Çevre Vakfı Yayınları*, 1204 s.



Tevfik Gedikbey, 1949 yılında Kütahya-Şaphane'de doğdu. 1971 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya-Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 1974 yılında KTÜ Temel Bilimler Fakültesi Kimya Bölümü'nde asistan

olarak göreve başladı. 1979 yılında aynı üniversitede Anorganik Kimya bilim dalında Fen Doktoru ünvanını aldı. 1982 yılında Anadolu Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Y. Doçent olarak göreve başladı. 1987 yılında Anorganik Kimyasal Teknolojiler bilim dalında Doçent ve 1993 yılında Niğde Üniversitesi Fen-Ed. Fakültesi Kimya Bölümü'nde Analitik Kimya Anabilim Dalı'nda Profesör olarak göreve başladı. 1996 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Analitik Kimya Ana Bilim Dalında Profesör olarak atandı ve halen bu görevi devam etmektedir. Evli ve üç çocuk babasıdır.



Sibel Tunalı, 1976 yılında Eskişehir'de doğdu. 1997 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nden mezun oldu. 1997 yılında aynı üniversitede Analitik Kimya bilim dalında Araştırma

Görevlisi olarak göreve başladı. 1999 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans'ını, 2003 yılında aynı enstitüde doktorasını tamamladı. Halen Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.