

HAVALANDIRMAYLA DEMİR VE MANGAN GİDERİMİ

1. DENEYİN AMACI

Sularda bulunan demir ve manganın giderilme yöntemlerini öğrenmek, havalandırma ile giderilmesinin uygulamasını yapmaktır.

2. DENEYİN ANLAM VE ÖNEMİ

Demir, toprak ve kayalar içerisinde Fe_2O_3 (demir üç oksit) ve FeS_2 (pirit) gibi çözünmez demir üç bileşikleridir. Anaerobik şartlar altında +2 yükseltgenme basamağına indirgenebilirler. Bu durum, yağmur suyu yeraltına doğru akarken, içindeki çözünmüş oksijenin organik madde tarafından tüketilmesi nedeniyle meydana gelir. Sağlık açısından problem teşkil etmeyen bu sular, yıkamada lekeler ve borularda kazan taşı oluşumuna sebep olur. Demir ve manganın suda çözünmesi istenmez. Demir içeren sular hava ile temas ettiklerinde bulanık ve renkli bir hal alır, bu yüzden estetik nedenlerle kötü sular sınıfına girerler. Oksitlenmiş demir suda kahverengimsi bir renk oluştururken mangan siyah renkte lekeler oluşturur. Yüzeysel suların demir konsantrasyonu 1 mg/L'yi geçmez çünkü hava ile temas halindedir. Fakat yeraltı suları fazla miktarda demir ihtiva ederler çünkü bu sular oksijence yoksun karbondioksitçe zengin sulardır. Demir 1 mg/L'yi aştığı zaman suda kötü bir tat oluşur. Bazı jeolojik yapılar demiri, demir karbonat (siderit) halinde bulundurabilir. Sideritin sudaki çözünürlüğü de normal şartlarda çok azdır ancak yeraltı suyunun taşıdığı CO_2 , sideriti kolayca çözer ve bikarbonatlara çevirir.

Mangan ise mangan dioksit (MnO_2) olarak bulunur. Bu ise karbondioksit ihtiva eden suda bile çözünmeyen bir maddedir ancak toprakta anaerobik şartlar altında MnO_2 indirgenerek Mn^{+2} içeren bileşiklerine dönüşür.

Fe^{+2} ve Mn^{+2} iyonlarının çözünerek su ortamına karışması;

- Oksijenden yoksun ancak karbondioksit bakımından zengin sularda Fe^{+2} ve Mn^{+2} iyonlarının bulunması,
- İyi kalitedeki sular veren ve düşük konsantrasyonlarda Fe^{+2} ve Mn^{+2} içeren kuyuların çevresine organik atıklar yığılması, toprakta oluşan anaerobik koşullar yüzünden kısa sürede kalitesi çok kötü olan sular haline dönüşmesi,
- Yeterli derinliğe sahip olan suni göllerde su tabakalaşması nedeni ile alt tabakanın (hipolimnion) anoksik olması sonucu ortaya çıkabilecek anaerobik koşullar yüzünden demir ve manganın bu alt tabakalarda bulunan suda konsantre olması. Göl tabakalaşmasının baharlardaki alt-üst olmasını (dikey sirkülasyonu) izleyen günlerde rezervuardan çekilen suların Fe^{+2} ve Mn^{+2} bakımından zengin olması,

şeklinde olur.

Suda bulunuş

- Göllerin ve barajların tabana yakın dip kısımlarında organik maddeler çürürken suyun serbest oksijenini tüketir. Oksijene böylece aç kalan su zemindeki demir veya mangan oksit yataklarıyla temas halinde ise bunlardan oksijen alır, yani onları

redükler(indirger). Böylece ferrik oksitler (Fe^{+3}), ferrus oksit (Fe^{+2}) haline dönüşür. Bu da aşağıdaki gibi karbonik asitle birleşerek suda eriyen ferrus hidrokarbonat [$\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$] şekline dönüşür.

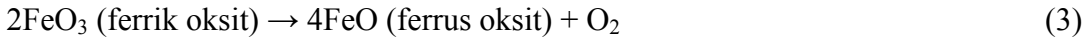
- Göllerin üzeri uzun süre buz tabakası ile kaplı kaldığı zaman çözünmüş oksijen azalması vuku bulacağından yine redükleme(indirgeme) işlemi meydana gelir ve demir, ferrus hidrokarbonat bileşiği yapısında çözünür formda suya geçer.
- Yağmur suları bitki örtülü topraktan yeraltına doğru süzülürken içindeki eriyik oksijen çürümekte olan organik maddeden çıkan karbon tarafından tutulur. Reaksiyon (1) gereği karbondioksit meydana gelir.



Oluşan karbondioksit su molekülü ile tepkimeye girerek reaksiyon (2) gereği karbonik asit (H_2CO_3) meydana getirir.



Böylece su oksijensiz kalır bu durumda, ferrik oksit suya oksijen vererek reaksiyon(3) gereği ferrus oksit şekline dönüşür.



Oluşan ferrus oksit reaksiyon (2) de oluşmuş bulunan H_2CO_3 ile birleşerek reaksiyon (4) gereği suda eriyen bir bileşik olan ferrus hidrokarbonatı meydana getirir.



Bu ferrus bikarbonat suda demir olarak 150 mg/l oranında eriyebilir ve sonuç olarak demir suya geçer. Herhangi bir şekilde yeraltında veya göl tabanındaki bu ferrus hidrokarbonatlı su rüzgâr veya yoğunluk akımları gibi çeşitli etkenlerle yüzeye çıkar ve bol serbest oksijen ile temas ederse, ferrus hidrokarbonat reaksiyon (5) gereği ferri hidroksit [$\text{Fe}(\text{OH})_3$] şekline dönüşür.



Kullanma:

Fazla demirli sular suya madeni bir tat verir, ishal yapar, çamaşırlarda leke bırakır, boruların içini tıkar, zeolit ve filtre kumunun üzerini kaplar, tekstil, kâğıt, fotoğraf, meşrubat ve diğer endüstri ürünlerinde koku ve lekeye neden olur. O yüzden fazla demirli sular kullanılmaz. TS 266'ya göre içme ve kullanma sularında $\text{Fe} < 0,3-1,0$ mg/l, $\text{Mn} < 0,1-0,5$ mg/l olmalıdır.

Arıtma:

Demir ve manganın sudan alınması bu maddelerin suda eriyen ferrus bikarbonat ve manganus bikarbonat bileşiklerini oksitleyerek erimeyen ferrik bileşikleri şekline sokup çökeltmek sudan ayırmak suretiyle yapılır. Kullanılan yöntemler:

1. **Havalandırma:** Suyun çeşitli şekillerde hava ile temas ettirilmesi temin edilerek demir ve manganın çöktürülerek uzaklaştırılması sağlanabilir.



2. **Kimyasal oksidasyon:** Karbondioksit, klor, bakır sülfat, potasyum permanganat, ozon, kireç gibi maddeler kimyasal oksidasyon işlemi için kullanılabilir.
3. **pH ayarlaması:** Suyun pH değeri çok düşükse oksidasyon engellenebilir, fazla yüksek pH ise kum filtresinde tutulması çok zor olan bir oksit verir. Suyun pH değerinin yükseltilmesi için ya havalandırma işlemi (bu yolla karbondioksitin uzaklaştırılması temin edilir) ya da kireç, soda veya kostik soda ilavesi yapılır.
4. Çakıl, kok, magnetit veya pirolusit gibi bir maddeden meydana gelen ve aynen açık hızlı kum filtrelerine benzeyen bir katalitik temas yatağından su geçirilerek havalandırma yolu ile ferrus bikarbonatın oksidasyonu sağlanır.
5. **Koagülasyon:** Suya şap veya demir tuzları verilerek özellikle demir ve manganın organik bileşiklerinin pıhtılaştırılması ve sudan uzaklaştırılması sağlanır.
6. **Sedimentasyon:** Demir ve manganın, suda çözünmeyen bileşikleri formunda çöktürülerek su ortamından uzaklaştırılması temin edilebilir.
7. **Filtrasyon:** Çökelmeyen demir oksitlerin tutulmasında filtrasyon işlemi iyi sonuç verir (4-5 m³/m²/sa hızlı kum filtreleri).
8. **İyon değiştirme:** Ancak eriyik haldeki demir ve mangan bu yolla tutulabilir. Suyun iyon değiştirici ile temas ettirilmeden önce hava ile teması önlenmelidir.
9. **Kireç-soda yumuşatması:** Demir ve mangan ile birlikte sertliğin giderilmesi de planlanıyorsa kireç-soda yöntemi uygulanabilmektedir.
10. **Gecikme:** Suya demir ve manganın çökmesini geciktiren polifosfat ilavesi yapılarak sudaki oksitlerin çökelemeden kullanıcıya gelmesi sağlanır. Boru ve diğer teçhizatın zarar görmesi bu yolla engellenebilir.

3. DENEY DÜZENEGİ

3.1. Kullanılan Araç ve Gereçler

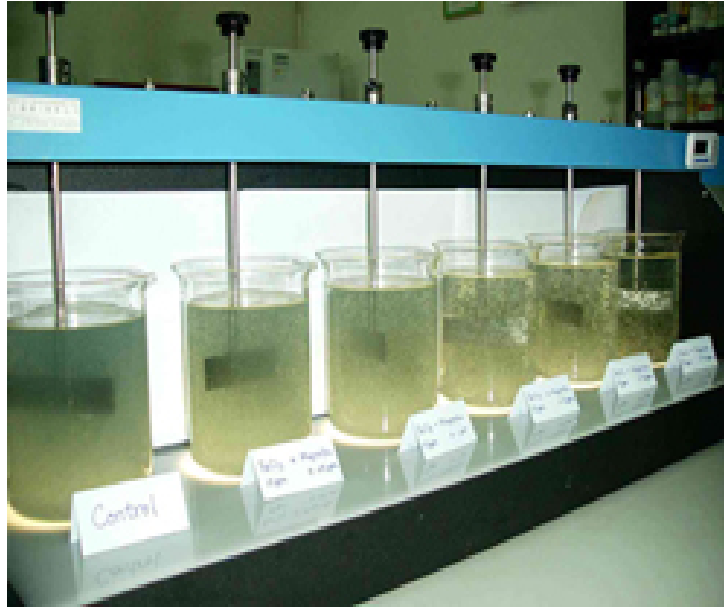
- Beherler
- pH-metre
- Atomic Absorption Spectrometer (AAS) cihazı (Şekil 1)
- Jar test düzeneği (Şekil 2)

3.2. Kullanılan Kimyasallar

- MnSO₄ (mangan-2-sülfat) çözeltisi (1 g/L)
- FeSO₄ (demir-2-sülfat) çözeltisi (1 g/L)
- NaOH çözeltisi (1N)
- Distile su



Şekil 1. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS) Cihazı



Şekil 2. Jar Test Düzenegi

4. DENEYİN YAPILIŞI

Mangan (+2) veya Demir (+2) iyonlarını içeren çözeltiler ayrı ayrı hazırlanır. 500'er mL'lik beherlere (5 adet) doldurulur.

Beherlerdeki çözeltilerin $t=0$ anındaki Atomik absorpsiyon cihazı yardımıyla demir veya mangan konsantrasyonları belirlenir ve pH değerleri kaydedilir.

Mangan ve Demirin çökeltme reaksiyonlarını hızlandırmak amacıyla, NaOH kullanılarak çözelti pH değeri yükseltilir. Tüm beherlere aynı miktar NaOH ilave edilecektir.

pH'nın yükselmesiyle birlikte çözelti rengi gözlenir ve kaydedilir.

Jar test seti kullanılarak çözelti havalandırılır. Hızlı karıştırma (0, 2, 4, 6 ve 10 dakika) ve ardından yavaş karıştırma (10 dakika) işlemleri yapılır. Karıştırma hızları kaydedilir.

Flokların çökmesi için 10 dakika süre ile beklenir ve beklenen süre kaydedilir. Çöken kısım yüksekliği ve beherdeki flok iriliği, renk, berraklık vb. görünüş kaydedilir. Demir ve mangan analizleri için duru fazdan numune alınır. AAS cihazı yardımıyla demir veya mangan anlık konsantrasyonları belirlenir.

Öğrenciler 5 gruba ayrılarak jar test setinde yapılacak çözelti havalandırma işlemini Tablo 1'de verildiği gibi uygulayacaklardır.

Tablo 1. Öğrenci grupları ve numunelerin havalandırılma süreleri

Grup No	Jar test setinde numune hızlı karıştırma (havalandırma) süresi, dakika
1	0
2	2
3	4
4	6
5	10

5. HESAPLAMALAR

Havalandırmayla mangan ve demir giderim verimi:

Mangan ve Demir giderim verimleri sırasıyla (8) ve (9) eşitliklerinden hesaplanır.

$$\text{Mn}^{+2} \text{ giderim verimi}(\%) = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (8)$$

$$\text{Fe}^{+2} \text{ giderim verimi}(\%) = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (9)$$

C_0 : t=0 anındaki mangan ya da demir konsantrasyonu

C_t : t=t1 anındaki mangan ya da demir konsantrasyonu

Mn^{+2} veya Fe^{+2} giderim verimi - Havalandırma süresi grafikleri çizilir.

6. DEĞERLENDİRME VE YORUM

Öğrenci yapmış olduğu deneyi ve çıkan sonuçlarını değerlendirip yorumlar.