**GİRİŞ**

Su hayatın en önemli parçalarından biridir. Tüm canlıların yaşamı için su çok önemli bir faktördür (Yarma, 2017). Dünyanın yeryüzünün dörtte üçü su ile kaplıdır ancak %97’si tuzlu sudur, geriye kalan %3’lük su kaynağı tatlı su olmasına rağmen bu kaynağın büyük bir kısmı buzullar ve yeraltında mevcuttur (Çiçek vd, 2013).

Dünyada ve ülkemizdeki nüfus artışı da, su ihtiyacını arttırmaktadır ve potansiyel bir kirlilik oluşturmaktadır. Kirlenmiş tatlı su kaynaklarının temizlenmesi güç ve maliyetli bir durumdur (Tekeli vd, 2018). Geçmişten günümüze içme ve kullanma suyu olarak birçok mühendislik çalışması yapılmıştır. Sağlık açısından uygun olan, yani mikrobiyolojik ve kimyasal madde içeriği olmayan sular, içme suyu olarak kullanıma uygundur. Dolayısıyla içme suyu kaynağından, tüketicinin musluğuna kadar giden suyun, bu süreçteki su yönetimi oldukça önemlidir (Çavuş vd, 2017).

Şehirler, nüfus miktarı, gelir seviyesi, iklim ve çeşitli etkinliklere bağlı olarak çok fazla su tüketen yerleşim birimleridir. Şehirlerde bulunan konut ve ticari işyerlerinin su ihtiyacı birbirinden farklıdır, dolayısıyla su tüketimi açısından bunlar da bir faktördür. Aynı zamanda satın alma gücü, hane halkı sayısı, su tüketimi alışkanlıkları ve gelenek ve görenekler de bu konuda etkileyicidir (Aliağaoğlu ve Mirioğlu, 2019). İçme suyu kalite yönetimi, su kaynaklarındaki kirlilik kontrolü, uygun arıtım metotları, arıtma tesisindeki kalifiye elemanların varlığı, su dağıtma sisteminin uygun olması ve su kalitesi hakkında kamuoyuna bilgilendirici açıklamalar yapılması ve tüm bunların aynı anda uygulanması olarak ele alınmaktadır (Aydın ve Akça, 2007). Arıtma tesislerinin birçoğu, kaliteli ham sulara göre tasarlanmıştır. Yoğun kirlilik görülen ham sularda, arıtma tesisi tam olarak verimli çalışmamaktadır ve bu yüzden arıtıldığını düşündüğümüz ham sular, aslında yüksek kirlilik içermektedir (Aras ve Fındık, 2018).

İçme sularının temel fiziksel özellikleri sıcaklık, renk, bulanıklık, koku ve tattır, temel kimyasal özellikleri ise pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, alkanite, sertlik, ağır metaller ve çözünmüş oksijen olarak sıralanabilir. İçilebilir suyun sıcaklığı 7-12°C ve berrak olmalıdır. Aynı zamanda pH nötr ya da çok az alkali olmalıdır. Dünyada birçok ülkede Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Çevre Koruma Ajansı (EPA) standartları uygulanmaktadır. Ülkemizde ise Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından TS 266 ve İnsani Tüketim Amaçlı Yönetmelik olarak standartlar bulunmaktadır (İrdemez vd, 2021).

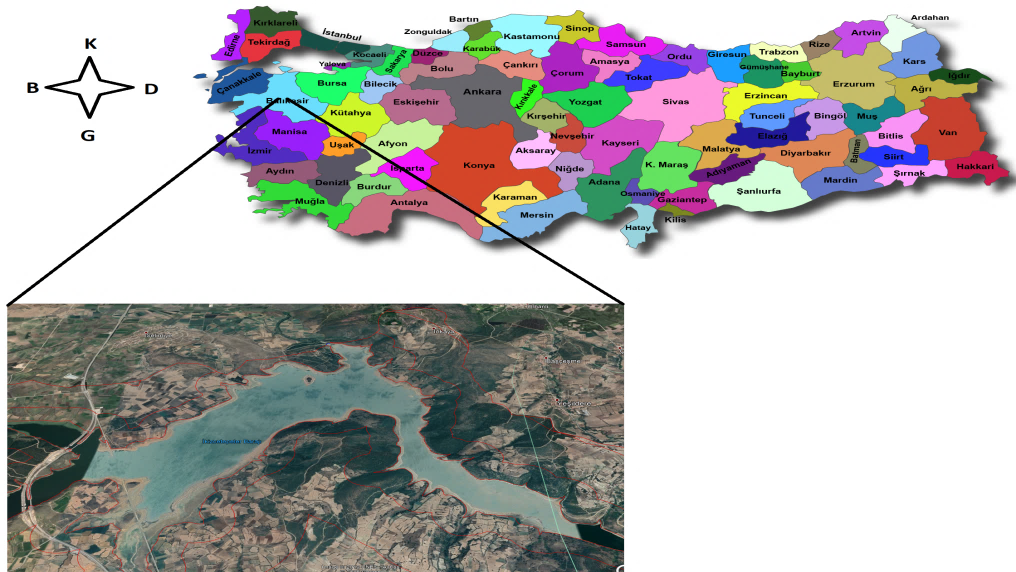
Balıkesir ili merkez içme suları, ham olarak İkizcetepeler barajından alındıktan sonra, Balıkesir içme suyu arıtma tesisinde arıtılarak şebekeye verilmektedir. Bu çalışmada, Balıkesir ili merkezindeki içme ve kullanma sularının, su kalitesinin belirlenmesi ve kullanım açısından değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Ham su ve arıtılmış su kalite parametreleri olan alümiyum, amonyum, bulanıklık, çözünmüş oksijen, demir, iletkenlik, mangan, nitrat, nitrit, pH, renk, sertlik ve toplam organik madde TS 266 standartları açısından bu çalışmada incelenmiştir.

**YÖNTEM**

Balıkesir merkez içme sularının fiziksel ve kimyasal açıdan analizleri değerlendirilmekte ve tüketime uygun olup olmadığı saptanmaktadır. Balıkesir içme suyu arıtma tesisi İkizcetepeler barajından ham suyu arıtıp, şebekeye vermektedir. 2019 yılında İkizcetepeler barajından alınıp arıtılan, arıtılmış su numunelerinin, fiziksel ve kimyasal açıdan analizleri arıtma tesisi laboratuvarında her gün periyodik olarak yapılmaktadır.

Günlük periyodik olarak ölçülen ham su parametreleri, alümiyum, amonyum, bulanıklık, çözünmüş oksijen, demir, iletkenlik, mangan, nitrat, nitrit, pH, renk, sertlik ve toplam organik maddedir. Aynı zamanda arıtılmış suya klorlama yapıldığından dolayı, çıkış suyunda bu parametrelere ek olarak serbest klor konsantrasyonları da ölçülmektedir.

Alüminyum, amonyum, demir, mangan, nitrat, nitrit, sertlik, renk ve toplam organik madde parametrelerinin ölçümleri kolorimetrik test kitleri ile gerçekleşmektedir (Dr. Lange, Almanya). Bulanıklık tayininin cihaz yardımı ile ölçümü, nefelometrik metod prensiplerine dayanır. Cihazda bulunan numune, bir ışık kaynağı ile aydınlatılır ve yansıtılan ışığın yoğunluğu fotoelektrik dedektörler ile tayin edilmektedir. Çözünmüş oksijenin yerinde ölçülmesine olanak sağlayan, membran elektrodların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Membran elektrodlar suyun çeşitli derinliğine kadar daldırılıp, çözünmüş oksijen değeri okunabilmektedir. pH ölçümünün standart yöntemi hidrojen elektrodu yöntemidir ama cam elektrodun, girişimlerden daha az etkilenmesi ve hidrojen elektrodun kullanım açısından elverişli olmaması gibi nedenlerden dolayı, kalomel elektroduna karşılık cam elektrodla yapılmaktadır. Sıcaklığın pH ölçümü sırasındaki etkisi sebebiyle, ölçüm yapılmadan önce sıcaklık ayarı yapılması gerekmektedir (Samsunlu, 2011). Platinlenmiş iki elektrod su içerisine daldırıldığında, iki elektod arasındaki elektromotor kuvveti altında, çözeltideki iyonlar, elektrodlara doğru hareket eder ve elektrik akımını iletir. Bu da suyun kondüktivitesi olarak tanımlanır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2012).



Şekil 1. Balıkesir ve İkizcetepeler barajı konumu.

**Alüminyum:** Yüksek alüminyum suyun rengini bozar ve mavi bir görüntü verir (MEB, 2011).

**Amonyum:** Sularda tat ve koku problemi oluşturur. Suda amonyum varlığı, evsel, endüstriyel atıkların yanında gübrelerden kaynaklıdır (MEB, 2011).

**Bulanıklık:** Askıda katı maddeler içeren suların ışık geçirgenliği ölçüsüdür. Özellikle nehir sularında, yağmurlarla taşınan topraktan veya evsel, endüstriyel atık sulardan kaynaklıdır. Bakteri ve algler de su bulanıklığına sebep olurlar (MEB, 2011).

**Çözünmüş Oksijen:** Su içerisinde çözünmüş halde bulunan oksijen miktarıdır. Oksijen suda az çözünen bir gaz olduğundan, sıcaklık ve atmosfer basıncı ile doğrudan değişmektedir (MEB, 2011).

**Demir ve manganez:** Demir çökeltisi kırmızımsı-kahverengi bir renge sahiptir. Manganez genellikle demirle beraber bulunur. Ayrıca demir 0,1 mg/l’den fazla olursa suda metal tadına sebep olabilir (Akgiray, 2003).

**İletkenlik:** İletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kapasitesini gösterir. İçme suyunda iletkenlik artışı, suyun kirlendiğini ya da deniz suyu karıştığını göstermektedir (MEB, 2011).

**Nitrit ve nitrat:** İnsan ve hayvan kaynaklı organik maddelerin dekompozisyonu sonucu oluşmaktadır, nüfus artışı ve sanayileşme arttıkça bu maddelerin sudaki varlığı da artış göstermektedir (Ağaoğlu vd, 2007). Endüstriyel atık sular, suni gübreler ve bozunmuş organik maddeler nitrit ve nitratın en önemli kaynaklarındandır (Abercrombie ve Caskey, 1972;Scorer, 1974).

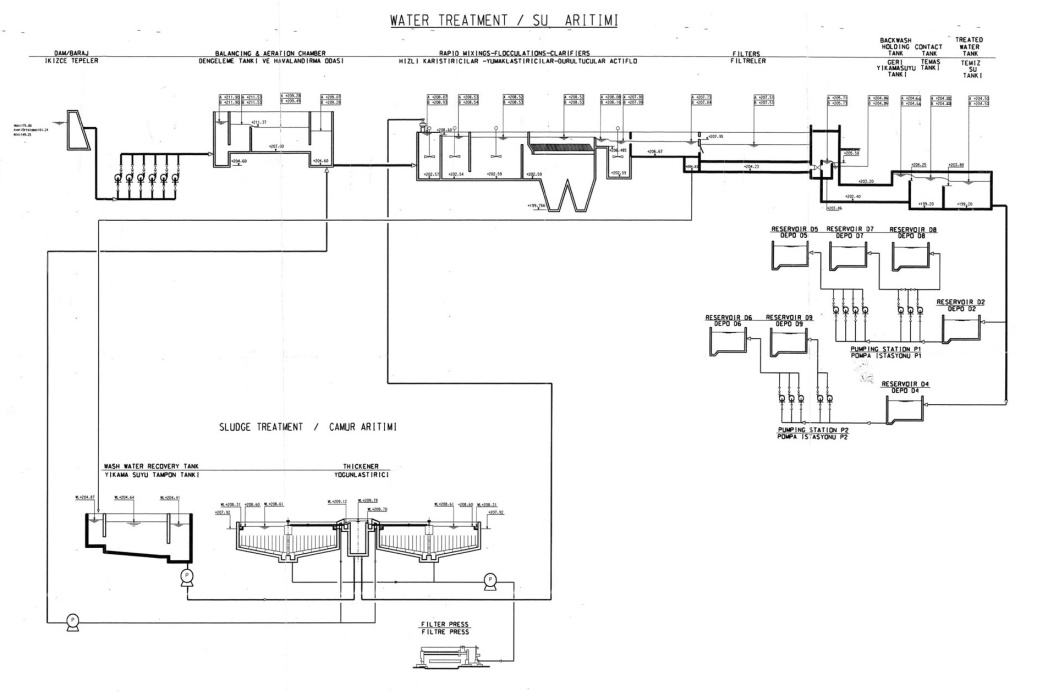
**pH:** Suyun asitlik ve bazlık değerini gösteren logaritmik bir ölçümdür. Çözeltide bulunan H+ konsantrasyonunu ifade eder. Saf suda H+ ve OH- dengededir ve pH değeri 7’dir yani nötrdür (MEB, 2011).

**Renk:** Sulardaki renk, bitkiler, toprak yapısı, evsel ve endüstriyel kirlilik sebebi ile oluşabilir. Organik maddeler arasında renk değişimine sebep olan bazı faktörler, sudaki bitkiler, çürümüş bitkiler ve topraktaki organik maddelerdir. İnorganik maddeler ise, çözünmüş halde bulunan, demir, mangan, krom, nikel bileşikleri ve tekstil, boya endüstrisi atık sularıdır (MEB, 2011).

**Sertlik:** Su sertliği, su içerisindeki çözünmüş halde bulunan +2 değerlikli iyonlar sebebiyle oluşur. Kalsiyum (Ca+2), magnezyum (Mg+2), demir (Fe+2) ve mangan (Mn+2) gibi iyonlar sularda sertlik oluşturmaktadır (MEB, 2011).

**Organik madde:** Doğal sulardaki organik maddeler, su ortamındaki doğal olarak oluşan organik maddeler, arıtım, dezenfeksiyon veya dağıtım sırasında ortaya çıkan organik maddeler, endüstriyel ve tarım faaliyetleri sonucu ortaya çıkan organik maddeler olarak üçe ayrılmaktadır (Özden, 2002).

**Balıkesir İçme Suyu Arıtma Tesisi Hidrolik Profil ve Akım Şeması**

****

Dengeleme tankı ve havalandırma

Filtre pres

Çamur yoğunlaştırıcı

Temiz su Tankı

Klor Temas Tankı

Hızlı ve yavaş kum filtreleri

Hızlı ve yavaş karıştırma (Pıhtılaştırma, Yumaklaştırma)

Balıkesir içme suyu arıtma tesisi 2003 yılında faaliyete geçmiştir. Arıtma tesisi 1.100.000 kişi kapasiteli ve hızlı kum filtresinde tipindedir. İkizcetepeler barajından ham su olarak tesise alınan su, terfi istasyonları ile tesise kadar ulaşmaktadır.

Arıtma tesisine gelen su, dengeleme tankı ve havalandırma odası, hızlı karıştırıcılar, yumaklaştırıcılar, durultucular, filtreler, geri yıkama suyu, temas tankı gibi proseslerden geçer. Dengeleme ve havalandırma sonrasındaki çamurlar ve karıştırıcılardan gelen çamurlar, yoğunlaştırıcıdan geçerek, filtre pres ile kek haline getirilmektedir.

Dengelemenin amacı, biyolojik arıtma sistemlerinde istenmeyen aşırı yüklenmeleri önlemek ve organik yük salınımını azaltmak, sisteme gelen debi salınımını minimize etmek, pH kontrolü sağlamak, yüksek derişimlerde toksik madde girişini önlemek ve çıkış suyu kalitesini arttırmaktır (Şengül ve Küçükgül, 2012).

Havalandırma işlemi genellikle, sudaki karbondioksit, hidrojen sülfür, metan ve bazı organik bileşikleri sudan uzaklaştırmak, demir ve mangan’ın oksidasyon ile uzaklaşmasını sağlamak, tad ve koku gidermek amacıyla yapılmaktadır (Şengül ve Küçükgül, 2012).

Hızlı karıştırmada ise koagülasyon veya pıhtılaştırma işlemi uygulanmaktadır. Kolloidal haldeki ve askıda katı maddelere, kimyasal ilavesi ile bir araya getirme işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem kolloidal taneciklerin etrafındaki elektriksel tabakanın dengelenmesidir (Şengül ve Küçükgül, 2012).

Yumaklaştırma işlemi ise, pıhtılaşmış taneciklerin yumaklar haline getirilip büyümesi ve çökelebilir hale getirilmesidir. Yumaklaştırma işleminde polielektrolit ilavesi ile organik maddelerin adsorbsiyonu da gerçekleşmektedir (Şengül ve Küçükgül, 2012).

Su temininde filtrasyonun amacı, suda askıdaki danecikleri uzaklaştırmak ve bulanıklığı gidermek, organik maddelerin okside olmasını sağlamak, mikroorganizmaları uzaklaştırmak, demir, mangan ve amonyumu okside etmektir. Kullanım amacına göre hızlı ve yavaş kum filtreleri mevcuttur. Yavaş kum filtreleri özellikle, sudan bakteri ve mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında kullanılır. Hızlı kum filtrelerinin amacı ise, yavaş kum filtrelerinin yükünü azaltmaktır (Eroğlu, 2008).

Filtre tabanında bulunan nozullardan süzülen kirletici maddelerden arıtılmış su savaklanarak klor temas tankına verilir. Filtrelerin yıkama işlemi otomatik olarak gerçekleşir. Filtre geri yıkama suları, geri yıkama suyu tanklarına alınarak buradan tesis girişine geri döndürülür (Eroğlu, 2008).

Ham sudaki patojenik mikroorganizmaların dezenfenksiyonu için klorlama yapılmaktadır, gerekirse havalandırma çıkışında ve klor temas tankında dozlama yapılmaktadır (Eroğlu, 2008).

Atık çamurun konsantrasyonunun arttırılması amacı ile yoğunlaştırma yapılır. Böylelikle çamur hacminde azalma meydana gelir (Şekerdağ, 2016).

**BULGULAR VE TARTIŞMA**

***Ham su***

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 59,95 NTU, pH değeri 7,68, demir konsantrasyonu 0,57 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,266 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,06 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,057 mg/l, renk konsantrasyonu 67 Pt-Co, iletkenlik 303 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,31 mg/l, sertlik 12,86 mg/l, toplam organik madde 3,79 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,007 mg/l ve 0,91 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 1 ve Tablo 2).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 19,40 NTU, pH değeri 7,75, demir konsantrasyonu 0,25 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,096 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,032 mg/l, renk konsantrasyonu 31 Pt-Co, iletkenlik 293 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,17 mg/l, sertlik 12,37 mg/l, toplam organik madde 3,57 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/l ve 1,26 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 1 ve Tablo 2).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 9,41 NTU, pH değeri 8,13, demir konsantrasyonu 0,11 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,065 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,038 mg/l, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 301 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,12 mg/l, sertlik 12,31 mg/l, toplam organik madde 3,30 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/l ve 0,98 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 3 ve Tablo 4).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 5,93 NTU, pH değeri 8,23, demir konsantrasyonu 0,06 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,058 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,031 mg/l, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 310 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,08 mg/l, sertlik 13,08 mg/l, toplam organik madde 3,29 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,172 mg/l ve 0,71 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 3 ve Tablo 4).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 4,89 NTU, pH değeri 7,89, demir konsantrasyonu 0,06 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,077 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,028 mg/l, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 322 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6,02 mg/l, sertlik 13,02 mg/l, toplam organik madde 3,23 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,007 mg/l ve 0,87 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 3 ve Tablo 4).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 3,62 NTU, pH değeri 8,01, demir konsantrasyonu 0,06 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,092 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,05 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,035 mg/l, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 315 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 3,51 mg/l, sertlik 13,21 mg/l, toplam organik madde 3,06 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/l ve 0,70 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 5 ve Tablo 6).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 1,47 NTU, pH değeri 8,11, demir konsantrasyonu 0,08 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,198 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,07 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,054 mg/l, renk konsantrasyonu 9 Pt-Co, iletkenlik 324 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 1,91 mg/l, sertlik 13,02 mg/l, toplam organik madde 2,95 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/l ve 1,14 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 5 ve Tablo 6).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 1,00 NTU, pH değeri 7,82, demir konsantrasyonu 0,06 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,351 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,17 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,048 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 327 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 2,00 mg/l, sertlik 13,54 mg/l, toplam organik madde 3,17 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,018 mg/l ve 0,51 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 5 ve Tablo 6).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 1,07 NTU, pH değeri 7,73, demir konsantrasyonu 0,05 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,415 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,26 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,021 mg/l, renk konsantrasyonu 7 Pt-Co, iletkenlik 290 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 2,06 mg/l, sertlik 12,95 mg/l, toplam organik madde 3,00 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,014 mg/l ve 0,58 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 7 ve Tablo 8).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 3,82 NTU, pH değeri 7,79, demir konsantrasyonu 0,06 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,286 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,18 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,015 mg/l, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 275 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 3,39 mg/l, sertlik 12,42 mg/l, toplam organik madde 3,33 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,008 mg/l ve 0,60 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 7 ve Tablo 8).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 4,28 NTU, pH değeri 7,86, demir konsantrasyonu 0,05 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,074 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,019 mg/l, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 277 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6,79 mg/l, sertlik 15,37 mg/l, toplam organik madde 2,74 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,011 mg/l ve 0,48 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 7 ve Tablo 8).

***Arıtılmış su***

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 0,43 NTU, pH değeri 7,52, demir konsantrasyonu 0,07 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,039 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 331 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 12,72 mg/l, sertlik 12,72 mg/l, toplam organik madde 1,83 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/l ve 0,91 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 9 ve Tablo 10).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 0,72 NTU, pH değeri 7,72, demir konsantrasyonu 0,13 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,037 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,028 mg/l, renk konsantrasyonu 6 Pt-Co, iletkenlik 309 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 12,79 mg/l, sertlik 11,79 mg/l, toplam organik madde 1,76 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/l ve 1,39 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 9 ve Tablo 10).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 0,66 NTU, pH değeri 8,06, demir konsantrasyonu 0,15 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,029 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 314 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 12,12 mg/l, sertlik 11,94 mg/l, toplam organik madde 1,85 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/l ve 1,28 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 11 ve Tablo 12).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 0,71 NTU, pH değeri 8,02, demir konsantrasyonu 0,11 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,040 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,029 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 319 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 11,37 mg/l, sertlik 12,46 mg/l, toplam organik madde 2,10 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,216 mg/l ve 1,05 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 11 ve Tablo 12).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 0,61 NTU, pH değeri 7,85, demir konsantrasyonu 0,16 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,041 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 327 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,84 mg/l, sertlik 12,76 mg/l, toplam organik madde 2,02 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/l ve 1,33 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 11 ve Tablo 12).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 0,63 NTU, pH değeri 8,03, demir konsantrasyonu 0,18 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,036 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,024 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 321 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,40 mg/l, sertlik 13,03 mg/l, toplam organik madde 1,91 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/l ve 1,08 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 13 ve Tablo 14).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 0,48 NTU, pH değeri 8,12, demir konsantrasyonu 0,16 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,036 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,040 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 327 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,36 mg/l, sertlik 12,82 mg/l, toplam organik madde 2,17 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/l ve 0,90 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 13 ve Tablo 14).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 0,43 NTU, pH değeri 7,87, demir konsantrasyonu 0,05 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,034 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,040 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 326 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,98 mg/l, sertlik 13,07 mg/l, toplam organik madde 2,15 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/l ve 0,68 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 13 ve Tablo 14).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 0,43 NTU, pH değeri 7,76, demir konsantrasyonu 0,05 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,039 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,024 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 286 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,77 mg/l, sertlik 12,44 mg/l, toplam organik madde 2,07 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/l ve 0,89 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 15 ve Tablo 16).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 0,51 NTU, pH değeri 7,74, demir konsantrasyonu 0,05 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 282 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,52 mg/l, sertlik 12,17 mg/l, toplam organik madde 2,18 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/l ve 0,66 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 15 ve Tablo 16).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 0,40 NTU, pH değeri 7,92, demir konsantrasyonu 0,04 mg/l, mangan konsantrasyonu 0,040 mg/l, amonyum konsantrasyonu 0,05 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,065 mg/l, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 287 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,03 mg/l, sertlik 15,24 mg/l, toplam organik madde 1,80 mg/l, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,010 mg/l ve 0,76 mg/l olarak saptanmaktadır (Tablo 15 ve Tablo 16).

***Ham su analiz ölçüm tabloları***

Tablo 1. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Kış mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Aralık | - | - | - | - | - | - |
| Ocak | 59,95 | 7,68 | 0,57 | 0,226 | 0,06 | 0,057 |
| Şubat | 19,40 | 7,75 | 0,25 | 0,096 | 0,03 | 0,032 |
| Ortalama | 39,68 | 7,72 | 0,41 | 0,161 | 0,05 | 0,045 |

Tablo 2. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Kış mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Aralık | - | - | - | - | - | - | - |
| Ocak | 67 | 303 | 10,31 | 12,86 | 3,79 | 0,007 | 0,91 |
| Şubat | 31 | 293 | 10,17 | 12,37 | 3,57 | 0,005 | 1,26 |
| Ortalama | 49 | 298 | 10,24 | 12,62 | 3,68 | 0,006 | 1,09 |

Tablo 3. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (İlkbahar mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Mart | 9,41 | 8,13 | 0,11 | 0,065 | 0,02 | 0,038 |
| Nisan | 5,93 | 8,23 | 0,06 | 0,058 | 0,02 | 0,031 |
| Mayıs | 4,89 | 7,89 | 0,06 | 0,077 | 0,02 | 0,028 |
| Ortalama | 6,74 | 8,08 | 0,08 | 0,066 | 0,02 | 0,032 |

Tablo 4. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (İlkbahar mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Mart | 10 | 301 | 10,12 | 12,31 | 3,30 | 0,006 | 0,98 |
| Nisan | 10 | 310 | 9,08 | 13,08 | 3,29 | 0,172 | 0,71 |
| Mayıs | 10 | 322 | 6,02 | 13,02 | 3,23 | 0,007 | 0,87 |
| Ortalama | 10 | 311 | 8,41 | 12,80 | 3,27 | 0,062 | 0,85 |

Tablo 5. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Yaz mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Haziran | 3,62 | 8,01 | 0,06 | 0,092 | 0,05 | 0,035 |
| Temmuz | 1,47 | 8,11 | 0,08 | 0,198 | 0,07 | 0,054 |
| Ağustos | 1,00 | 7,82 | 0,06 | 0,351 | 0,17 | 0,048 |
| Ortalama | 2,03 | 7,98 | 0,07 | 0,214 | 0,10 | 0,046 |

Tablo 6. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Yaz mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Haziran | 10 | 315 | 3,51 | 13,21 | 3,06 | 0,005 | 0,70 |
| Temmuz | 9 | 324 | 1,91 | 13,02 | 2,95 | 0,006 | 1,14 |
| Ağustos | 5 | 327 | 2,00 | 13,54 | 3,17 | 0,018 | 0,51 |
| Ortalama | 8 | 322 | 2,47 | 13,26 | 3,06 | 0,010 | 0,78 |

Tablo 7. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Sonbahar mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Eylül | 1,07 | 7,73 | 0,05 | 0,415 | 0,26 | 0,021 |
| Ekim | 3,82 | 7,79 | 0,06 | 0,286 | 0,18 | 0,015 |
| Kasım | 4,28 | 7,86 | 0,05 | 0,074 | 0,04 | 0,019 |
| Ortalama | 3,06 | 7,79 | 0,05 | 0,258 | 0,16 | 0,018 |

Tablo 8. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Sonbahar mevsimi, ham su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Eylül | 7 | 290 | 2,06 | 12,95 | 3,00 | 0,014 | 0,58 |
| Ekim | 10 | 275 | 3,39 | 12,42 | 3,33 | 0,008 | 0,60 |
| Kasım | 10 | 277 | 6,79 | 15,37 | 2,74 | 0,011 | 0,48 |
| Ortalama | 9 | 281 | 4,08 | 13,58 | 3,02 | 0,011 | 0,55 |

***Arıtılmış su analiz ölçüm tabloları***

Tablo 9. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Kış mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | Serbest Klor | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Aralık | - | - | - | - | - | - | - |
| Ocak | 0,430 | 1,570 | 7,52 | 0,07 | 0,039 | 0,04 | 0,020 |
| Şubat | 0,720 | 1,460 | 7,72 | 0,13 | 0,037 | 0,02 | 0,028 |
| Ortalama | 0,575 | 1,515 | 7,62 | 0,10 | 0,038 | 0,03 | 0,024 |

Tablo 10. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Kış mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Aralık | - | - | - | - | - | - | - |
| Ocak | 5,0 | 331 | 12,720 | 12,720 | 1,830 | 0,003 | 0,91 |
| Şubat | 6,0 | 309 | 12,790 | 11,790 | 1,760 | 0,005 | 1,39 |
| Ortalama | 5,5 | 320 | 12,755 | 12,255 | 1,795 | 0,004 | 1,15 |

Tablo 11. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (İlkbahar mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | Serbest Klor | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Mart | 0,66 | 1,50 | 8,06 | 0,15 | 0,038 | 0,02 | 0,029 |
| Nisan | 0,71 | 1,28 | 8,02 | 0,11 | 0,040 | 0,03 | 0,029 |
| Mayıs | 0,61 | 1,51 | 7,85 | 0,16 | 0,038 | 0,02 | 0,041 |
| Ortalama | 0,66 | 1,43 | 7,98 | 0,14 | 0,039 | 0,02 | 0,033 |

Tablo 12. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (İlkbahar mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Mart | 5 | 314 | 12,12 | 11,94 | 1,85 | 0,005 | 1,28 |
| Nisan | 5 | 319 | 11,37 | 12,46 | 2,10 | 0,216 | 1,05 |
| Mayıs | 5 | 327 | 10,84 | 12,76 | 2,02 | 0,006 | 1,33 |
| Ortalama | 5 | 320 | 11,44 | 12,39 | 1,99 | 0,076 | 1,22 |

Tablo 13. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Yaz mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | Serbest Klor | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Haziran | 0,63 | 1,30 | 8,03 | 0,18 | 0,036 | 0,02 | 0,024 |
| Temmuz | 0,48 | 1,40 | 8,12 | 0,16 | 0,036 | 0,03 | 0,040 |
| Ağustos | 0,43 | 1,05 | 7,87 | 0,05 | 0,034 | 0,02 | 0,034 |
| Ortalama | 0,51 | 1,25 | 8,01 | 0,13 | 0,035 | 0,02 | 0,033 |

Tablo 14. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Yaz mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Haziran | 5 | 321 | 10,40 | 13,03 | 1,91 | 0,004 | 1,08 |
| Temmuz | 5 | 327 | 10,36 | 12,82 | 2,17 | 0,005 | 0,90 |
| Ağustos | 5 | 326 | 9,98 | 13,07 | 2,15 | 0,005 | 0,68 |
| Ortalama | 5 | 325 | 10,25 | 12,97 | 2,08 | 0,005 | 0,89 |

Tablo 15. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Sonbahar mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Bulanıklık (NTU) | Serbest Klor | pH | Fe+z2 (mg/L) | Mn+2 (mg/L) | NH4+ (mg/L) | Al (mg/L) |
| Eylül | 0,43 | 1,11 | 7,76 | 0,05 | 0,039 | 0,04 | 0,024 |
| Ekim | 0,51 | 1,50 | 7,74 | 0,05 | 0,038 | 0,04 | 0,020 |
| Kasım | 0,40 | 1,57 | 7,92 | 0,04 | 0,040 | 0,05 | 0,065 |
| Ortalama | 0,45 | 1,40 | 7,81 | 0,05 | 0,039 | 0,04 | 0,036 |

Tablo 16. İçme sularına ait aylık ortalama analiz ölçüm sonuçları (Sonbahar mevsimi, arıtılmış su).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Analizler/Aylar | Renk (Pt-Co) | İletkenlik (µS/cm) | Ç.Oksijen (mg/L) | Sertlik (mg/L) | Top.Org. (mg/L) | NO2- (mg/L) | NO3- (mg/L) |
| Eylül | 5 | 286 | 9,77 | 12,44 | 2,07 | 0,005 | 0,89 |
| Ekim | 5 | 282 | 9,52 | 12,17 | 2,18 | 0,004 | 0,66 |
| Kasım | 5 | 287 | 10,03 | 15,24 | 1,80 | 0,010 | 0,76 |
| Ortalama | 5 | 285 | 9,77 | 13,28 | 2,02 | 0,006 | 0,77 |

ALÜMİNYUM MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 2. Alüminyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,024 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,033 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,033 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 0,036 mg/l demir konsantrasyonu saptanmaktadır.

Nötr pH seviyelerinde alüminyum çözünürlüğü minimum seviyelerde olup, genellikle 0,001 mg/l ile 0,05 mg/l seviyelerindedir. pH’ın 4,5 altında olması ve pH’ın 7,5 üzerinde olması koşullarında ise alüminyum çözünürlüğü artar ve asidik sularda 0,5 mg/l ile 1 mg/l arasında konsantrasyonlar gözlemlenmektedir (Oğuz, 2015). Yapılan bazı çalışmalardaki alüminyum değerlerine bakacak olursak, Nevşehir Kızılırmak’ta alüminyum konsantrasyonu mevsimsel (yaz, sonbahar, kış, ilkbahar) olarak sırasıyla 0,05 mg/l, 0,019 mg/l, 0,029 mg/l, 0,004 mg/l’dir (Aras ve Fındık, 2018). Kars ilinde yapılan alüminyum çalışmasında ise, konsantrasyon 0,0056 mg/l’dir (İrdemez vd, 2021). Alüminyum, aşırı asidik ve alkali pH konsantrasyonlarında çözünür, ancak nötr pH’da çözünmez niteliktedir. Su, alüminyumu en fazla taşıma potansiyeli olan ortamlardan biridir. Asit yağmurları, toprak pH konsantrasyonunu düşürür ve böylece toprakta çözülen alüminyum, yeraltı sularına karışmasına sebep olur. İçme sularının alüminyum konsantrasyonu, ham sudaki miktarına, dağıtım borularında oluşan sızıntılara ve su arıtımındaki alüminyum tuzlarına göre değişir (Doğar, 2018). Bu çalışmada incelenen alüminyum konsantrasyonu ile benzerlik göstermektedir. Arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, alüminyum konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Alüminyum konsantrasyonunda, arıtılmış su için TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,2 mg/l’dir (Türk Standartları Enstitüsü [TSE], 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun demir konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

AMONYUM MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 3. Amonyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,03 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,02 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,02 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 0,04 mg/l amonyum konsantrasyonu saptanmaktadır.

Yüzeysel sularda, kaynak sularında, evsel atık sularında ve daha çok endüstriyel atık sularda amonyum azotu bulunur. Suda bulunan amonyum, iyon halinde, hidroksit bileşiği halinde veya amonyak formunda bulunabilir. pH’ın artması amonyak konsantrasyonunu arttırmaktadır (Karaoğlu vd, 2008). Kars ilinde yapılan araştırmaya baktığımızda, amonyum konsantrasyonu ham suda 0 ile 0,5 mg/l, arıtılmış suda ise maksimum 0,05 mg/l olduğu gözlemlenmiştir (İrdemez vd, 2021). Sulardaki amonyum, nitrit ve nitrat konsantrasyonu yoğun olan gübreler, evsel atıklar, kanalizasyon atıkları ve endüstriyel çöplerin toprağa boşaltılması sebebiyle olabilir. Mikrobiyolojik kontaminasyon sebebi ile de yüksek amonyum ve nitrit varlığına sebep olabilir (Egemen ve Sunlu, 1996). Bu çalışmada ise ham suyun maksimum amonyum konsantrasyonu 0,16 mg/l, arıtılmış suyun ise maksimum konsantrasyonu 0,04 mg/l’dir ve benzerlik göstermektedir. Amonyumun yüksek konsantrasyonlarda bulunması evsel ve endüstriyel atık sular ve gübrelerden kaynaklanmaktadır. Konsantrasyonun yüksek olması Akkaya Baraj Gölü’ne yapılmış olan evsel atık su deşarjları veya suya organik gübre karışmasından dolayıdır (Kayıkçı, 2015). Şekil 3’te mevsimsel olarak bakıldığında, yaz ve sonbahar dönemlerinde, ham su açısından bir artış görülmektedir ancak ham su değerleri de TS 266 standartlarına uygundur. Arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, amonyum konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Amonyum konsantrasyonunda, ham suda, ilkbahar mevsiminden, sonbahar mevsimine kadar artış göstermektedir. Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,5 mg/l’dir (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun amonyum konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

BULANIKLIK MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (NTU)

Şekil 4. Bulanıklığın mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,57 NTU, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,66 NTU, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,51 NTU, sonbahar mevsiminde ise 0,45 NTU bulanıklık konsantrasyonu saptanmaktadır.

Mevsimsel açıdan bakıldığında, yağışlı dönemlerde, yağış suları ile yüzeysel sulara taşınan silt, kil gibi toprak türevleri bulanıklığın temel sebeplerindendir. Kurak dönemlerde ise mikroorganizmalar, çözünmüş organik ve inorganik maddeler bulanıklığa yol açabilir (Güneş, 2019). Şekil 4’te görüldüğü üzere, kış mevsiminde arıtma tesisine gelen ham su bulanıklık değeri 40 NTU’ya kadar çıkmıştır. İçme suyunun önemli bir kriterlerinden olan bulanıklık, askıda katı maddeler ve kolloidler sebebiyle oluşur. Bunlarla birlikte toprak ve kaya parçacıklarıyla, bitkiler ve evsel ya da endüstriyel organik ve inorganik madde sebebiyle olabilmektedir. Aynı zamanda estetik açıdan da önemlidir. Su arıtılmadan önce bulanıklığı 25 NTU kadar olabilir, yağmurlu havalarda bulanıklık 1000 NTU’ya kadar çıkabilmektedir. İçme sularında bulanıklık 1 NTU’dan fazla olmamalıdır (Akgiray, 2003). Çalışmamızdaki bulanıklık sebebinin yağışlı döneme denk gelmesinden dolayıdır. Van ili Erciş ilçesinde yapılmış olan çalışmada bulanıklık değeri 4,07 NTU çıkmıştır (Atıcı vd, 2016). Ancak bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, bulanıklık konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Bulanıklık konsantrasyonunda, ham suda, kış mevsiminde 39,68 NTU değerinde yüksek bir konsantrasyon saptanmaktadır. Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 25 NTU’dur (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun bulanıklık konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

Ç.OKSİJEN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 5. Çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 12,75 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 11,44 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 10,25 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 9,77 mg/l çözünmüş oksijen konsantrasyonu saptanmaktadır.

Sıcaklık ve çözünmüş oksijen arasında ters orantı görülmektedir. Yaz mevsimlerinde sıcaklık arttıkça, çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşerken, kış mevsiminde azalan sıcaklıklar ile birlikte çözünmüş oksijen konsantrasyonunda artış gözlemlenmiştir. Yaz mevsiminde görülen çözünmüş oksijen düşüşü, azalan su seviyesi, alg popülasyonu ve biyolojik mikroorganizma aktivitesinin artmasından dolayı kaynaklanmaktadır (İleri vd, 2014). Suyun çözünmüş oksijen konsantrasyonu, sıcaklık, arıtmadaki kimyasal ve biyolojik proseslere bağlıdır. Düşük konsantrasyonlu sularda, suyun estetik kalitesinin bozulmasının yanında borularda da korozyona sebep olabilir (Oğuz, 2015). Sulardaki çözünmüş oksijen, su içerisinde bulunan canlıların, fotosentez olayı sonucu verdikleri oksijenden ve atmosferden difüzyon ile gelir. Oksijenin sudaki konsantrasyonu, su sıcaklığına, sudaki minerallerin konsantrasyonuna bağlıdır (Aras ve Fındık, 2018). Şekil 5’te de görüldüğü üzere çözünmüş oksijen konsantrasyonu sıcaklık arttıkça düşüş göstermektedir. Hatay ilinde bulunan Hasan Çayı’nda yapılmış çalışmada ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerindeki çözünmüş oksijen seviyeleri sırası ile 10,9 mg/l, 7,1 mg/l, 8,2 mg/l, 11,8 mg/l’dir (Tepe vd, 2006). Bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, çözünmüş oksijen konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Sıcaklıklar arttıkça, ham suda ilkbahardan yaz mevsimine kadar, çözünmüş oksijende düşüş gözlenmektedir. Şekil 5’de de görüldüğü üzere çözünmüş oksijen konsantrasyonu, yaz mevsimine yaklaştıkça yani sıcaklıkların artmasıyla düşüş göstermektedir.

DEMİR MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 6. Demir konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,01 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,14 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,13 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 0,05 mg/l demir konsantrasyonu saptanmaktadır.

Demir, mikroorganizmaların ve çoğunlukla alglerin canlılığında önemli rol oynar. İçme sularında 0,3 mg/l’den fazla demir konsantrasyonu olması, suyun tadını bozmaktadır. Aynı zamanda suyun sertliğine etki eden, kalsiyum, magnezyumun yanı sıra, demir iyonları da etki etmektedir (Taş, 2011). Evsel ve endüstriyel atık su deşarjı, yüzeysel sulara demir taşımaktadır (Kayıkçı, 2015). Demir ve mangan yeryüzünde bol bulunan elementlerdir ve su kaynaklarında istenmez. Topraktan ve kayalardan sızma yoluyla sulara geçmektedir (Dönderici vd, 2010). Demir içeren topraklar zamanla göl altında kaldığı zaman, tabandaki bitkiler sudaki çözünmüş oksijeni kullanır ve tabandaki sular oksijensiz kalmaktadır. Dolayısıyla topraktaki demir Fe(II)’ye dönüşür ve demirin suya karışmasına sebep olur (Ormancı, 2011). Asit yağmurları, toprağı kimyasal ve biyolojik olarak etkiler. Kükürt ve azot, yağışlarla birlikte toprağa geçerek, toprak pH’ının düşmesine sebep olmaktadır. Topraktaki pH’ın düşmesiyle birlikte, toprakta bulunan demir, mangan, çinko, alüminyum gibi ağır metallerin çözünürlüğü ve konsantrasyonları artmaktadır (Kant ve Kızıloğlu, 2003). Şekil 6’da görüldüğü üzere kış mevsiminde, arıtma tesisine gelen ham suyun demir konsantrasyonu 0,4 mg/l’den yüksek olduğu saptanmaktadır. Bu çalışmada ise, kış mevsiminde yapılmış olan bir evsel atık su deşarjı bu yükselişe neden olabilmektedir. Van’da yapılan çalışmada ortalama demir konsantrasyonu olan 0,02 mg/l yani tavsiye edilen değerlerin altındadır (Çavuş vd, 2017). Çalışmamızda arıtılmış suyun, demir konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Ham suda, kış mevsiminde 0,41 mg/l yüksek demir konsantrasyonu görülmektedir. Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,2 mg/l’dir (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun demir konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

İLETKENLİK MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (µS/CM)

Şekil 7. İletkenliği mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 320 µS/cm, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 320 µS/cm, yaz mevsiminde ortalama olarak 325 µS/cm, sonbahar mevsiminde ise 285 µS/cm iletkenlik saptanmaktadır.

Çözünmüş tuz içeriğine bağlı olarak elektriksel iletkenlik artmaktadır. Yer altı sularında, 1°C sıcaklık artışı, elektriksel iletkenliği %2 arttırmaktadır (Dönderici vd, 2010). Trabzon İyidere’de yapılan bir çalışmada elektriksel iletkenlik 34,60 µS/cm-82,50 µS/cm değerlerine sahiptir (Verep vd, 2005). Çalışmamızda elektriksel iletkenlik açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre tavsiye edilen iletkenlik değeri 400 µS/cm’dir (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun iletkenliği, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

MANGAN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 8. Mangan konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,038 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,039 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,035 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 0,039 mg/l mangan konsantrasyonu saptanmaktadır.

Afyonkarahisar’da bulunan Akarçay’da yapılmış çalışmada minimum 9 μg/l, maksimum 178 μg/l ve ortalama olarak 49 μg/l mangan konsantrasyonu saptanmıştır (Gümüş, 2021). Ham su açısından bakıldığında, Şekil 8’de görüldüğü üzere yüksek konsantrasyonlara çıkılmaktadır. Konya’da yapılan çalışmada, mangan konsantrasyonu yüksek olan noktalardaki jeolojik yapıdan veya organize sanayi bölgesinden ve katı atık sahasından mangan karışmış olabileceği öngörülmüştür (Kahraman, 2007). Mangan, toprak ve kayaların yüzeylerinde demir ile birlikte yaygın olarak bulunmaktadır ve buradan çözünerek yer altı sularına taşınır (American Ground Water Trust, 2002). Kaliteli su bulunan su kuyularının yakınlarına organik atıklar deşarj edildikten sonra, bu kuyularda demir ve manganez konsantrasyonlarının arttığı görülmüştür. Demir ve manganezin suda çözünmesi için anaerobik ve indirgeyici bir ortam oluşması gerekmektedir (Akgiray, 2003). Mangan konsantrasyonu, pH ve bikarbonat içeriği ile ilişkilidir (Özgün, 2007). Asit yağmurları, toprağı kimyasal ve biyolojik olarak etkiler. Kükürt ve azot, yağışlarla birlikte toprağa geçerek, toprak pH’ının düşmesine sebep olmaktadır. Topraktaki pH’ın düşmesiyle birlikte, toprakta bulunan demir, mangan, çinko, alüminyum gibi ağır metallerin çözünürlüğü ve konsantrasyonları artmaktadır (Kant ve Kızıloğlu, 2003). Bir başka çalışmada ise, mangan değerinin yüksek olmasının sebebinin Etna Yanardağı’ndan yayılmış olan maddelerin sulara karışması olarak değerlendirilmiştir (Roccaro vd, 2007). Kars ilinde yapılmış çalışmada, ilkbahar aylarında karların erimesi ve yağışların toprağa daha fazla etki etmesi ile birlikte topraktan yüzeysel sulara karışması nedeniyle mangan konsantrasyonunda artış olduğu görülmüştür (Özger, 2019). Toprakta çözünmemiş olarak bulunan mangan oksit bileşikleri, göl suyu altında kaldığında, bitkiler bozunmaya başlayarak sudaki çözünmüş oksijeni kullanırlar. Böylece manganın çözülebilir bileşikleri suya karışmış olurlar (Ormancı, 2011). Bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, mangan konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır. Ham sudaki yüksek değerler, bölgenin jeolojik yapısından kaynaklı olduğunu veya karların erimesinden ve yağışlardan kaynaklandığı göstermektedir. Aynı zamanda bölgeye endüstriyel veya evsek atık deşarjı yapılmış olabileceği görülmektedir.

Ham su mangan konsantrasyonlarımızda, tüm mevsimlerde yüksek konsantrasyonlar ve salınımlar saptanmaktadır. Özellikle, ilkbahardan sonbahar mevsimine kadar büyük bir yükseliş görülmektedir. Kış mevsiminde 0,161 mg/l, ilkbahar mevsiminde 0,066 mg/l, yaz mevsiminde 0,214 mg/l ve sonbahar mevsiminde ise 0,258 mg/l saptanmaktadır. TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,05 mg/l’dur (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun mangan konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

NİTRAT MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 9. Nitrat konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 1,15 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 1,22 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,89 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 0,77 mg/l nitrat konsantrasyonu saptanmaktadır.

NİTRİT MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 10. Nitrit konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,04 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,076 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,005 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 0,006 mg/l nitrit konsantrasyonu saptanmaktadır.

Azot ve amonyak ile aralarında oksidasyon sonucu nitrit meydana gelir. Sudaki çözünmüş oksijen düşüşü ve ötrafikasyon sebebi ana karakterlerinden biridir. Sulardaki nitrat iyonları ise bitkisel ve hayvansal organik atıklardan ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesi ve tarımsal gübre kaynaklı olabilmektedir (Dayıoğlu vd, 2004). Günümüzde nüfus artışı ve sanayileşme arttıkça nitrit ve nitratın sularda bulunma olasılığı sürekli artmaktadır. Azot içeren atık sular, gübreler ve organik maddeler bu maddelerin önemli kaynaklarındandır (Ağaoğlu vd, 2007). Toprakta kullanılan gübreleme sonucunda, toprakta nitrat birikmektedir. Biriken nitrat yeraltı ve yerüstü sulara karışarak kirlilik oluşturmaktadır (Kaplan vd, 1999). Hasan Çayı’nda yapılan çalışmada, maksimum nitrit konsantrasyonu 0,01 mg/l’nin üzerinde, minimum nitrit konsantrasyonu ise 0 mg/l olarak görünmektedir (Tepe vd, 2006). Gaga Gölü’nde ise ortalama 0,93 mg/l nitrat konsantrasyonu saptanmıştır (Taş, 2011). Bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, nitrit ve nitrat konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Nitrat için, TS 266 standartlarına göre tavsiye edilen değer 25 mg/l’dur. (TSE, 1997). Nitrit için, TS 266 standartlarına göre izin verilen maksimum değer 0,1 mg/l’dur (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun nitrit ve nitrat konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

pH MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Şekil 11. pH’ın mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak pH 7,62, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak pH 8,01, yaz mevsiminde ortalama olarak pH 8,01, sonbahar mevsiminde ise pH 7,81 olarak saptanmaktadır.

Nevşehir ili Kızılırmak Nehri’nde yapılan araştırmada, en yüksek pH değeri ilkbahar mevsiminde görülmüş ve pH 9 değerindedir, en düşük pH ise yaz mevsiminde ve pH 8,12 değerindedir (Aras ve Fındık, 2018). Çalışmamızda pH değerlerimiz uygundur.

pH, TS 266 standartlarına göre tavsiye edilen değer 6,5 ile 8,5 aralığında olmalıdır (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun pH’ı, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

RENK MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (PT-CO)

Şekil 12. Rengin mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 5,5 Pt-Co, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, yaz mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, sonbahar mevsiminde ise 5 Pt-Co renk konsantrasyonu saptanmaktadır.

Şanlıurfa ilindeki Balıklı Göl’de yapılmış araştırmada renk değerleri tüm aylarda 5 Pt-Co olarak ölçülmüştür (Dişli vd, 2003). Suyun rengi, tüketici için sağlığa zararlı olmasa bile, estetik açıdan renksiz ve berrak olması tercih sebebidir. Suya renk veren organik maddeler, serbest klor ile reaksiyona girip, sağlığa zararlı yan ürünler oluşması da olasıdır (Akgiray, 2003). Kendi çalışmamızda benzer saptamalar görülmektedir ve uygundur. Şekil 12’de ham su açısından bakıldığında, kış mevsiminde renk konsantrasyonu artış göstermektedir. Demir, atmosfere maruz kaldığında oksitlenir ve suya kırmızı-kahverengi renk vermektedir (Nordstrom, 2002). Kış ayında ham suda yüksek konsantrasyonlarda olan renk ve demir, birbirini kanıtlamaktadır.

Ham suda kış mevsiminde, renk konsantrasyonunda 49 Pt-Co olarak yüksek bir değer saptanmaktadır. TS 266 standartlarına göre izin verilen maksimum değer 20 Pt-Co’dur (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun renk konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

SERTLİK MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 13. Sertliğin mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 12,25 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 12,39 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 12,97 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 13,28 mg/L sertlik konsantrasyonu saptanmaktadır.

Sularda sertlik, genelde toprakta bulunan alkali metaller olan kalsiyum ve magnezyum sonucu oluşur (Avcı, 2021). Suyun sertliğini, kalsiyum, magnezyum, stronsiyum, demir ve mangan iyonları oluşturur. Çözünmüş olarak suyun içerisinde bulunan bu iyonlar, suyu, sert su olarak tanımlar (Boysan ve Şengörür, 2009). Erciş ilçesinde yapılan çalışmada, ortalama toplam sertlik 169,63 mg/l iken en sert su 266,67 mg/l, en yumuşak su ise 80 mg/l konsantrasyona sahiptir (Atıcı vd, 2016). Bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, toplam sertlik konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

Sertlik için, TS 266 standartlarına göre izin verilen maksimum değer 50 mg/l’dir (TSE, 1997). Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun sertlik konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygundur.

TOPLAM ORGANİK MADDE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ (MG/L)

Şekil 14. Toplam organik madde konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 1,79 mg/l, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 1,99 mg/l, yaz mevsiminde ortalama olarak 2,08 mg/l, sonbahar mevsiminde ise 2,02 mg/L toplam organik madde konsantrasyonu saptanmaktadır.

İçme sularının kirlenmesinde önemli unsurlardan birisi de organik madde içeriğidir. İçme suyu arıtımında organik madde varlığı bir çok probleme sebep olabilir. Su içerisinde bulunan organik maddeler arıtmada koagülant ve oksidant ihtiyacını arttırır, suyun rengini değiştirir, filtre ömrünü kısaltır ve bakterilerin tekrar büyümesine sebep olurlar (Özyonar vd, 2011). Yüzeysel sulardaki organik maddeler bitkisel, toprak, evsel veya endüstriyel kaynaklarından ötürüdür. Toprak ve bitki kalıntılarında bulunan organik madde, yağmur ve yüzeysel akış ile organik madde konsantrasyonunu yükseltir (Gümüş ve Akbal, 2013). Bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, toplam organik madde konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamaktadır.

**SONUÇ**

Ülkemizin Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı olan Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Balıkesir ili Balya ilçesinde yağış örneği toplama merkezi mevcuttur. Balya ilçesi, bu çalışmada söz konusu olan İkizcetepeler barajının kuzey-batısında yer almaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün 2018 yılındaki asit yağmurları teknik raporuna göre, yağış örnekleri mevsimlik olarak kıyaslandığında, sonbahar ve yaz mevsimlerinde asit yağmurları sınır değerler üzerindedir. Aynı zamanda kış mevsiminde en düşük pH değeri, pH 5,07 saptanmıştır. Bu ortalamalara göre ilçe asit yağmurları sınırının üzerinde görülmektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM], 2018). Asit yağmurlarının pH’ı oldukça düşük olduğundan dolayı, direkt olarak yüzeysel su kaynaklarının pH dengesini bozmaktadır. Şekil 11’de de mevsimsel olarak görüldüğü üzere kış mevsiminde en düşük pH değeri görülmektedir. Aynı zamanda sonbahar ve yaz mevsimlerinde asit yağmurları, sınır değeler üzerinde olduğundan dolayı, grafikte de bu salınım kendini belli etmektedir. Dolayısıyla topraktan sızıntı olarak suya karışan bu elementler sebebiyle, Şekil 2’de görülen ham su alüminyum konsantrasyonu salınımları asit yağmuru kaynaklanmaktadır. Aynı sebepten ötürü Şekil 6’daki ham su demir konsantrasyonu ve Şekil 8’deki ham su mangan konsantrasyonu salınımları ve yüksek konsantrasyonlar da yine asit yağmurundan kaynaklanmaktadır.

Renk, bulanıklık, demir ve mangan konsantrasyonlarındaki özellikle kış mevsiminde yaşanan yüksek konsantrasyon sebeplerinden biri de endüstriyel atık su deşarjlarından kaynaklanabilmektedir. Dolayısıyla, İkizcetepeler baraj gölünde havza koruma planlaması yapılması gerekmektedir.

Tüm bu bulgular ve sonuçlar doğrultusunda, asit yağmurlarının ana sebeplerinden biri olan fosil yakıt tüketimini sınırlandırmamız gerektiği görülmektedir. Aynı zamanda endüstriyel faaliyetlerde ortaya çıkan ve atmosfere yayılan baca gazları da bu konuda çok büyük bir rol almaktadır. İnsani ihtiyaç açısından kullanılan deodorant ve parfüm kullanımını da sınırlandırmamız bu konuda çok önemlidir.

Balıkesir-Merkez arıtılmış içme sularında herhangi bir olumsuz durum tespit edilmemektedir.

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışma, Hüseyin Gedikoğlu’nun Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim dalı yüksek lisans tezinden (Balıkesir ili merkez içme suyu arıtma tesisi su kalitesinin yıllık değişiminin değerlendirilmesi ve revizyon önerileri) faydalanılarak türetilmiştir.

Öncelikli olarak yüksek lisans tez danışmanım, Prof. Dr. Serkan Şahinkaya’ya en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmaya verdikleri destekten dolayı, Balıkesir Büyükşehir Belediye Başkanı Yücel Yılmaz’a, Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürü İzzet Günal’a ve Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi Arıtma Tesisleri Daire Başkanı Ayşın Şirvancı’ya, İçmesuyu Arıtma Tesisleri Şube Müdürü Birol Kocataş’a teşekkür ederim.