

1.GİRİŞ

Su, günümüzde en değerli doğal kaynak olup, hızlı nüfus artışı ve endüstrileşmeyle birlikte önemi daha çok kavranmaktadır. Türkiye’de önemli sorunlardan biri de yeterli miktarda içme ve kullanma suyu temin edilememesidir.

İnsan sağlığını ilgilendiren en önemli etmenlerden birisi de sudur. Vücut yapısının büyük bir kısmını su oluşturmaktadır. Kişinin vücut ağırlığının %65-70’i sudur. Canlı organizmaları oluşturan hücrelerin yaşamaları ve faaliyetlerini sürdürebilmeleri ancak su ile mümkün olabilir. Su, canlı doğanın temel unsuru olduğu için susuz yaşamın düşünülmesi de mümkün değildir. Hücre metabolizması, su içinde gerçekleşmektedir. Besin maddeleri su içinde hücrelere getirilmekte ve atıklar su içinde uzaklaştırılmaktadır (1).

Yetişkin bir insanın günlük fizyolojik su ihtiyacı yaklaşık 2.5 litredir. Bu ihtiyacın bir kısmı dışarıdan karşılanırken, çok az bir kısmını da vücut kendisi yapmaktadır. İnsan, gereksinim duyduğu suyun; %50’sini içeceklerden, %35’ini yiyeceklerden, %15’ini ise metabolizma sırasındaki kimyasal tepkimelerden sağlamaktadır. Yaşamın sürmesi açısından suyun devamlı alınması gerekmektedir. Su ya da sulu besin almayan bir kişi 7 günden çok yaşayamamaktadır (2).

Yaşam için vazgeçilmez bir kaynak olan su, çeşitli özellikleri ile yaşamın her evresinde yer alır. Dünyada belirli bir miktarda bulunan su, sürekli bir döngü içerisinde hareket etmektedir (3).

Yağış halinde yeryüzüne ulaşan su, yüzeysel akış, yeraltına sızma, yeraltında depolanma ve akış esnasında temas ettiği minerallerin bünyesinde bulunan birçok elemanı çözerek beraberinde taşır, bu yüzden suyun kimyasal bileşimi sürekli olarak değişir. Ayrıca kirlenmeye karşı son derece hassas olan yüzey suları ve yer altı suları kimyasal, radyoaktif ve bakteriyolojik kirlilik kaynaklarının etkisi altına girmesi halinde kirlenerek orijinal su kalitesi özelliklerini kaybeder (4).

Suyun insan hayatındaki önemi nedeniyle 2872 sayılı Çevre Kanununa dayanılarak çıkarılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin 16-20. maddeleri çerçevesinde içme suyu kaynaklarının korunmasına öncelik verilmektedir (5).

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ndeki tanımı ile su kirliliği : su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılmasını ifade eder (5).

İçilmeye elverişli suların kaliteli oluşuyla birlikte zaman içinde bu kalitenin korunması da çok büyük bir önem taşımaktadır. Bundan dolayı içme suyu kaynaklarının gelecek yıllardaki durumunun kirlilik bakımından incelenme zorunluluğu vardır (6).

Ankara halkının içme ve kullanma su kaynakları ve özellikleri, Ankara'da mevcut olan su arıtma tesisleri ve özellikleri, arıtma tesislerinin çalışma şekilleri, verimleri ve su kalitesi ileriki bölümlerde detaylı olarak belirtilmiştir. ASKİ, kente verdiği suyu barajdan musluğa kadar her bölümde denetlemektedir. Su kaynaklarının özellikle barajlara su taşıyan su yollarının her türlü kirlenmeden korunması için barajların su toplama havzalarında sürekli kontroller yapılmaktadır. Barajlardan gelen sular ise 3 ayrı arıtma tesisinde (İvedik, Bayındır ve Pursaklar İçme Suyu Arıtma Tesisinde) arıtılıp, içilecek kaliteye ulaştıktan sonra içme ve kullanma suyu olarak aktarılmaktadır. ASKİ kullanıma sunduğu suyun temizliğini, içilebilirliğini yaklaşık 400 noktada düzenli olarak denetlemektedir. ASKİ arıtma tesisine gelen ham su havalandırılarak oksijen kazandırıldıktan sonra durultma tanklarına alınır, yabancı maddelerden arındırılarak berraklaşan su, bir kez daha filtrelerden geçirilerek klorlanır ve klorlanan su temiz su tanklarına buradan da musluklara iletilmek üzere pompa istasyonlarına iletilir. Bu çalışmada Ankara ASKİ içme suyu kaynaklarının özellikleri belirlenmiş ve kirlilik yönünden değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Şimşek (1999), Silivri bölgesi içme ve kullanma sularını fiziksel ve kimyasal yönden değerlendirmiş, bu suların herhangi bir kirleticiye maruz kalıp kalmadığını saptamış, bölgenin yer altı suyu kalitesi hakkında genel bir değerlendirme yapmış ve kirlenmenin önlenmesi yani suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin korunması için öneriler geliştirmiş ve halk sağlığı açısından bölge ile ilgili bilimsel bilgi ve veri birikimine katkıda bulunmaya çalışmıştır (1).

Kuleli (1995), içme suyu kaynaklarının korunmasının öneminden bahsetmiştir. Ülkemizde gerek nüfusun gerekse hayat standardının hızlı artışına paralel olarak su tüketimi ihtiyacındaki artışlarda dikkate alındığında, su kaynaklarımızın rasyonel bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır (2).

Gupta (1993), çeşitli amaçlar doğrultusunda su kullanımını ve kullanım şekillerini belirtmiştir (3).

Tamer (1995), içme suyu temin edilen rezervuarın kalitesi ve rezervuar havzası içinde kalan arazinin kullanımı arasında doğrusal bir orantı olduğunu ve havzalarda suyun kirlenmesine neden olabilecek her türlü kaynağın gerek yerleşim bölgeleri gerek endüstriyel tesisler gerekse tarım alanlarının havza içinde kurulmasını ve faaliyet göstermesini önleyici ve engelleyici uygulamanın denetim sisteminin güvenilirliğinin yeterli olmadığı tüm ülkelerde kullanılmakta ve ayrıca havzanın kirliliğinin önlenmesinde kullanımı kısıtlayıcı, yasaklayıcı bir sakınma yaklaşımı sergilediğini belirtmiştir. Su kirlenmesi sorunu çok yönlü ve karmaşık olduğundan çözüm için konunun bilimsel, teknolojik, ekonomik, sosyal ve yasal boyutları ile bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir (4).

Türk Çevre Mevzuatı (1992), Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde su kaynaklarının birer ekosistem kabul edilerek mevcut kalitelerinin korunması ve ülke ihtiyaçlarına göre su kalitesinin geliştirilmesi temel yaklaşımları benimsenmiştir. Su kirliliğinin

tanımı, içme ve kullanma suyu temin edilen kıta içi yüzeysel sularla ilgili kirletme yasakları ve koruma alanları belirtilmiştir (5).

Atasoy (2004), Türkiye'nin su kaynakları ve kirlilik durumlarını incelemiştir. Tatlı suya olan talebin yoğunlaşması özellikle su kaynakları potansiyelinin bölgesel olarak büyük farklılıklar gösterdiği ülkemizde, belli yörelerde yoğunlaşan içme-kullanma ve sanayi amaçlı su kullanımlarının aynı yörelerde önemli miktarlarda atık su deşarjına neden olacağını belirtmiştir (6).

Akar (2000), kullanma sularında bulunabilecek kirleticilerin insan sağlığı üzerindeki etkileri konusundaki en son gelişmeleri özetlemiş, TS 266'yı ayrıntılı olarak incelemiş ve Türkiye'deki su kalitesinin izlenmesi konusundaki uygulamaları detaylı olarak ele almıştır (7).

Tanrıvermiş (1998), 21. yüzyılın en önemli konusu olan su ve su kaynaklarının belirlenen amaçlar için en uygun ve etkin şekilde kullanılmasını incelemiş ve yaşanabilir bir dünya ve insan yaşamının kalitesinin korunması için su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlayacak politikalar ve yerel, bölgesel ve küresel ölçekte uygulanması gerektiğini belirtmiştir (8).

Yalçın (2002), endüstriyel gelişme ile birlikte su kullanımı gün geçtikçe artmakta buna karşılık çevre kirlenmesi nedeniyle temiz su kaynakları gittikçe azalmakta olduğunu belirtmiştir. Çalışmalarında su kimyası ele alınmış ve doğal suların yapısal özellikleri, suyun fiziksel ve kimyasal arıtma yöntemlerini incelemişler, suları kullanım alanlarına göre ele alarak her birinin kimyasal özellikleri ve hazırlama teknolojisini belirlemişlerdir. Suların dezenfeksiyonu ve endüstrinin önemli bir sorunu olan kanalizasyon olayını incelemişler ve su analizlerini dört ayrı grup altında toplayarak 46 deney metoduna yer vermişlerdir (9).

Baltacı (2000), suyun fiziksel-kimyasal özelliklerini açıklamış ve su analiz metodlarından bahsetmiştir. Fiziksel- kimyasal analizler ve bunların hesaplama metodlarını belirtmiştir (10).

Yıldız (1996), Şanlıurfa içme suyu sistemini kalite kontrol parametreleri açısından incelemiş, şehrin gelecekteki su tüketimini zamana bağlı olarak tahmin ederek mevcut kaynak, depo ve şebeke sistemini değerlendirmiştir (11).

Şahin (1993), sulardaki tat ve kokunun ortaya çıkış nedenlerini, ve kontrol amaçlı olarak hangi yollara başvurulacağını detaylı olarak açıklamıştır (12).

Eroğlu (1995), suyun kaynaktan alınması, isale edilmesi, tasfiyesi ve tüketiciye dağıtılması su temininin başlıca kısımlarını teşkil etmektedir. Su tasfiyesinin amaçları ve içme suyu tasfiye metotları ile ilgili bilgi vermiştir (13).

Akkulah (1990), Ankara'da yıllar boyu süren göç ve düzensiz şehirleşme nedeniyle mevcut içme suyu şebekesinin kısa zamanda yetersiz duruma düştüğünü ve daha büyük kapasiteli projelerin yapımı yoluna gidildiğinden bahsetmiş ve Ankara içme suyu tesislerini inceleyerek sorunları belirlemeye çalışmıştır (14).

DSİ Araştırma Raporu (1998), Ankara'nın gelecekteki içme ve kullanma suyu ihtiyacı belirtilmiş, plansız kentleşme ve kontrolsüz nüfus artışı ülkenin sınırlı kaynaklarının tükenmesine yol açtığı gibi kilometrelerce mesafelerden su temini projelerinin yapımı çevreyi olumsuz etkilemekte olduğundan bahsedilmiştir (15).

Soylu (1984), tezinde su kalite parametreleri üzerinde durmuş, bir topluma yapılacak en önemli hizmetlerden birisinin temiz ve emniyetli bir içme suyu sağlanması olduğundan ve bu konuda yerel yönetimlere düşen görevlerden bahsetmiştir (16).

Oruç (1972), sudaki sertliğin nedenleri, önemi ve giderilmesinden bahsetmiştir (17).

Egemen (1996), su kalite parametreleri üzerinde durmuş ve her bir parametreye ait detaylı açıklamalara yer vermiştir (18).

Yeni (1995), Ankara il sınırları içerisindeki baraj çevrelerindeki rekreasyonel planlamadan bahsetmiş, barajların üretim değerlerini ve baraj karakteristiklerini karşılaştırmalı olarak belirtmiştir (19).

Bakan (1997), Kurtboğazı ve Çamlıdere Baraj Gölleri ile İvedik Su Arıtım Tesisi'nin fitozooplankton kompozisyonunu karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Haziran 1995 ve Mayıs 1996 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada su ve plankton örnekleri, baraj göllerinde birer istasyondan ve arıtım tesisinde dokuz noktadan aylık olarak alınmıştır. Su örneklerinde sıcaklık, pH, elektrik iletkenliği, çözülmüş oksijen ölçülmüş, bunların yanında baraj göllerinde organik madde, bikarbonat alkalitesi, klorofil a, sertlik, nitrit azotu, amonyak azotu, ortofosfat ve toplam fosfor derişimleri belirlenmiştir (20).

Demirer (1997), su arıtımı işlemi seçiminde göz önüne alınması gereken faktörler, su arıtımı temel işlemleri, yüzey ve yeraltı su kaynaklarından alınan sular için geliştirilmiş çeşitli arıtma tekniklerini genel hatlarıyla tanıtmışlardır (21).

Şengül (1995), Çevre Mühendisliği uygulamalarında kullanılan reaktörler, dengeleme, nötralizasyon, kimyasal oksidasyon, dezenfeksiyon, kimyasal çöktürme, kimyasal pıhtılaştırma ve yumaklaştırma, flotasyon, adsorpsiyon, sertlik giderme ve iyon değişimi konularından bahsetmiştir. Kimyasal pıhtılaştırma ve yumaklaştırma gerek içme suyu arıtımında gerekse atık su arıtımında yaygın olarak kullanılan bir arıtma işlemidir (22).

Karpuzcu (1994), çalışmasında toprak, hava ve suyun herhangi bir parçasının çeşitli nedenlerle bozulmasının diğer parçalarını da aynı şekilde etkilediğini belirtmiştir. Ayrıca, su, hava ve toprak kirlenmesi ve bu kirliliğin kontrolü için izlenecek yolları da detaylı olarak vermiştir (23).

DSİ Fizibilite Raporu (1987), Ankara'nın başkent oluşuyla birlikte çok hızlı bir gelişme gösterdiği ve nüfusunun dolayısıyla su ihtiyacının hızla arttığından

bahsedilmiştir. Ankara'nın yıllara göre nüfus artış hızı ve su ihtiyacının yıllara göre değişimi rasyonel olarak belirtilmiştir (24).

Altınyar (1994), Marmara Gölü baz alınmış ve su kalitesini bozan fiziksel ve kimyasal parametrelerden bahsedilmiştir. Standartlara göre bu parametrelerin değerlendirilmesi yapılmıştır (25).

Tokmak (1999), içme suyu şebekesinde toplam trihalometan ve organik madde miktarını incelemiştir. THM'lar kansorejen olup potansiyel sağlık riski taşımaktadır. Beş aylık araştırmasında THM konsantrasyonlarının belirlenen sınır değerlerin altında olduğunu gözlemlemiştir (26).

Çapar (2001), Ankara şehrine içme suyu temin eden İvedik İçme Suyu Arıtma Tesisi'nde klorlama sonucu oluşan trihalometanlar ve trihalometanların oluşumuna yol açan doğal organik maddelerin aktif karbon adsorpsiyonu ile gideriminden bahsetmişlerdir (27).

Cangir (2003), Ankara içme suyu şebekesindeki trihalometan (THM) oluşumunu incelemiştir. 25 farklı semttten bir yıl boyunca toplanan çeşme suyu örneklerinde ve şehrin yaklaşık %80'ine su sağlayan İvedik içme suyu arıtma tesisi çıkışından yaz mevsiminde alınan örneklerde toplam THM ve toplam organik karbon ölçümleri yapılmıştır. Yaz aylarında, ham sudaki ortalama uçurulamayan organik karbon miktarı 4,2 mg/L bulunmuş ve arıtma tesisinde bunun %31'inin giderildiği saptanmıştır (28).

Baltacı (1997), içme, kullanma, tarım ve endüstri suyu sağlanması ile ilgili olarak devamlı kullanılmakta olan su kalite standartlarını belirtmiştir. Su kalite standartları su temini şartlarındaki değişimlere, arıtma ve kimyasal analizlerdeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak gelişmekte ve yeniden düzenlenmektedir (29).

Çakmak (2003), Türkiye’de sularla ilgili bazı yasa ve yönetmeliklerden bahsedilmiş, su kalitesinin izlenmesi konusunun sistemli bir şekilde yapılamadığı ve kurumlararası bir yetki karmaşası olduğu belirtilmiştir (30).

Yetiş (1998), Türkiye’de su kalitesinin gerektiği biçimde izlenemediğini ve su kalite ölçümlerinin en geniş ölçekte DSİ tarafından yüzey sularının belli başlılarında gerçekleştirildiğini belirlemiştir. Bu ölçümler, kurumun bölge teşkilatı bünyesinde bulunan değişik laboratuvarlarında gerçekleştirilmekte ve merkezde toplanarak değerlendirilmektedir (31).

Alaş (2002), çalışmasını Ocak- Mayıs 2001 tarihleri arasında Mamasın Baraj Gölü’nü besleyen kaynaklarda yapmıştır. Numuneler belirlenen istasyonlardan ayda bir kez alınmıştır. İçme suyu sağlanan kaynaklardaki su kalite parametreleri incelenmiş ve kaynakların genelde 1. sınıf su kalitesinde olduğu ve arıtma işleminden sonra bu kaynak sularının içme suyu kriterlerine (WHO, AB ve TS 266) uygun hale getirildiğini belirtmiştir (32).

Baydar (2001), Ankara’nın içme suyu ihtiyacının kentin hızlı nüfus artışına paralel olarak arttığını belirtmiştir. Ankara’nın içme ve kullanma suyu ihtiyacı 2000 yılında 325×10^6 m³, 2010 yılında 440×10^6 m³, 2025 yılında 629×10^6 m³ ve 2050 yılında ise 987×10^6 m³ olarak hesaplanmıştır. Cumhuriyet yıllarından günümüze kadar Ankara’da içme ve kullanma suyu temin edilen kaynaklar tanıtılmıştır. Ankara içme ve kullanma suyu temini projesi kapsamında gelecekte yapılması öngörülen tesisler belirtilmiştir (33).

Çankaya Belediyesi (2004), Ankara’da su ve atık su miktarları, Ankara’da su tüketim değerleri, içme suyu arıtma tesisleri ve özellikleri belirtilmiştir (34).

Boyacıoğlu (2003), ülkemizde nüfusun %78’ine hizmet veren belediyelerde alt yapı ve arıtma tesislerinin mevcut durumunu değerlendirmiş ve bu çalışma kapsamında Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından 1998 yılı itibariyle yayınlanan verileri kullanmış, Türkiye genelinde 3215 belediyenin içme suyu dağıtım, kanalizasyon

şebekesi ve alıcı ortama atık su deşarj durumu ayrıca içme suyu ve arıtma tesislerini esas almıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ve sonuçlar ülkemizde altyapı tesislerinin durumunu ve yetersizliğini ortaya koymaktadır (35).

Hışır (2004), çalışmasında Aydın İli mevcut içme suyu tesislerini incelemiş ve içme suyu ihtiyaçlarını belirlemiştir. Aydın İli'nin şehircilik ve nüfus tahminleri, su ihtiyaçları, mevcut tesisler ve yetersizlikleri incelenmiştir (36).

Pektaş (1996), içme suyu arıtımında kullanılan kimyasal maddelerin optimizasyonu üzerinde durmuş ve Konya içme suyu arıtma tesisinde kullanılan kimyasal maddelerin optimum değerlerini belirlemeye çalışmıştır (37).

Değirmenci (2000), su arıtma tesislerinin tasarımında, tesisin türüne bağlı olarak projelendirme yapılması gerektiği ve projelendirme parametrelerinin seçiminde literatürde verilen sınır değerlerin göz önünde tutularak ön kabullerin yapılması gereklidir. Arıtma tesislerinin tasarımında titiz çalışmaların yapılması gerektiğinden ve bu çalışmaların maliyetleri önemli ölçülerde düşüreceğinden bahsedilmiştir (38).

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İnşaat-İşçilik Listeleri (2005), arıtma tesisi projelendirilmesinde kullanılmak üzere inşaat birim işçilik, araç ve gereç listeleri verilmiştir (39).

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Listeleri (2005), arıtma tesisi projelendirilmesinde kullanılmak üzere yapı işleri fiyat tarifeleri listesi verilmiştir (40).

TS 266 (1997), Türkiye'de kullanılan içme ve kullanma suyu standardı verilmiştir (41).

Korkmaz (1997), suyun canlıların yaşaması için gerekli olan en önemli maddelerden biri olduğunu, hastalıkların önemli bir kısmının ve toprak kalitesinin bozulmasının başlıca sebebinin kirlenmiş sulardan kaynaklandığını ve bu nedenle su kalitesinin

önemi ve korunmasının günümüzün en önemli çevre konularından birini teşkil ettiğini belirtmiştir (42).

USEPA (1975), Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı (USEPA)'nın kuruluş amaçları, ilgili kanun ve yönetmeliklerle USEPA'ya verilen yetkilerden ve hazırlanan yönetmeliklerden bahsedilmiştir (43).

DSİ Planlama Raporu (1964), Ankara şehrinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamaya yönelik şimdiye kadar yapılmış tesisler ve özelliklerinden detaylı olarak bahsedilmiştir. Genel nüfus sayımına göre yıllık ve günlük su ihtiyaçları hesaplanmıştır (44).

Topbaş (1998), çevre kirliliği yaratan unsurlar ve bu kirliliği giderme yöntemleri üzerinde durulmuştur (45).

Rook (1974), dezenfeksiyon ve dezenfeksiyonda kullanılan maddelerden olan klorun, baraj sularındaki doğal organik maddelerle reaksiyona girerek dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumuna yol açtığından bahsetmiştir (46).

Kulga (1994), su kaynaklarından rasyonel yararlanmayı sağlamak amacıyla bir yönetim düşüncesi ileri sürmüştür. Su kaynakları yönetimi, su kaynakları ile ilgili gereksinimlerin belirlenmesi ve planlanması, rasyonel su kullanımı, kapsamlı gözlem, etkin kullanma ve koruma için gerekli koşulların ve yöntemlerin tamamını kapsayan bir bütün olduğunu belirtmiştir (47).

Ergeneli (2003), su havzası yönetiminin tüm havza bileşimlerini kapsayarak koruma önlemlerini de içeren sektörler arası koordinasyonu sağlamış kurumsal altyapıya sahip yönetim anlayışı olduğunu belirtmiştir. Sürdürülebilir yönetim kapsamında yapılacak güncellenmiş hidrojeolojik çalışmalar diğer havza bileşenlerine ilişkin çalışmaların yeterli ve güvenli veri tabanına sahip olmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda havza koruma çalışmaları yalnız su kalitesi ekoloji koruma çalışmaları

olmayıp bilhassa üst havza kırsal yerleşim alanlarında geçim kaynağı yaratma çalışması olarakta algılanmalıdır (48).

Tate (1990), su kalitesini bozan parametrelerden bahsetmiştir. İçme sularının sağlıklı olması için kontrol edilmesi gereken fiziksel ve kimyasal parametreleri ve özelliklerini belirtmişlerdir (49).

SDWA (1982), Güvenli İçme Suyu Yasasından bahsedilmiş, Dünya Sağlık Teşkilatı İçme Suyu Standartları verilmiş, su kalite kriterleri incelenmiştir (50).

Ogan (1996), çalışmasında içilecek kalitede suyun renksiz, berrak, tatsız, kokusuz ve iyi havalanmış olması gerektiğinden bahsetmiştir. Su içerisindeki çok küçük çaplı katı taneciklerin bulanıklığa neden olduğunu belirtmiştir (51).

Ercan (1996), çeşitli nedenlerle kirlenmeye maruz kalan suların insan sağlığına olan etkilerinden ve su kirliliğini önlemek için alınması gereken önlemlerden bahsetmişlerdir (52).

WHO (1993), Dünya Sağlık Teşkilatı içme suyu standartları verilmiş, içme ve kullanma sularında kesinlikle amonyağın bulunmaması gerektiği belirtilmiştir. Su kalite parametrelerinin içme ve kullanma sularında bulunması gereken sınır değerleri verilmiştir (53).

Muslu (1985), içme sularında iz halinde tuz bulunması gerektiğinden, bu durumun hem fizyolojik açıdan hem de suyun lezzeti açısından önemli olduğundan bahsetmiştir (54).

2.1. İçme Suyu Hakkında Genel Bilgiler

İçme ve kullanma suyu nitelik olarak birbirinin aynıdır. Genelde toplumda içme ve kullanma sularının birbirinden farklı olabileceği biçiminde bir kanı vardır. Oysa

kullanma suyunun yani temizlikte, bulaşıktaki ve çamaşırdaki kullanılan suyunda sağlığı tehlikeye düşürmeyecek özellikte olması sağlanmalıdır (7).

Organizmanın fizyolojik gereksinimlerinin yanı sıra suyun sosyal ve ekonomik bir önemi bulunmaktadır. Yemek pişirmede, mutfakta, vücut temizliğinde, ev temizliğinde, atık suların sağlıklı bir biçimde uzaklaştırılmasında, sanayide, sulamada, yangın söndürmede, her türlü üretim ve hizmet iş kolunda su kullanılmaktadır. Ayrıca ulaşım, turizm ve spor da suların sağladıkları yaşamsal olanaklardandır. İnsan yaşamı açısından su sağlıklı yaşamın temeli sayılabilir. Sosyal yaşam içinde insanın bireysel olarak harcadığı su miktarı toplumsal değerlendirmelerde bazen kriter olarak da yer almaktadır. Kişinin sosyo-ekonomik ve kültürel durumu, hijyen alışkanlıkları, nüfus yoğunlukları gibi değişkenler bireylerin su gereksinimini etkilemektedir. Kişinin yaşadığı yerleşim yerinde bulunan endüstri kuruluşlarının sayısı, niteliği ve sulama alanlarının büyüklüğü de kişi başına düşen su miktarını hesaplamada göz önüne alınmalıdır. Buna göre, kırsal alanda nüfusu 5000'e kadar olan yerleşim yerlerinde kişi başına düşen su gereksiniminin 50 L/gün olduğu saptanmıştır. Bu gereksinim nüfusla doğru orantılı olarak artmaktadır. Nüfusu 5-50 bin arasında olan yerlerde gereksinim 60-100 L/gün, nüfusu 50 binin üzerinde olan yerlerde ise bu gereksinim 100-1000 L/gün kadar olabilmektedir (1).

Kişi başına günlük su tüketimi Büyükşehir Belediyesi olan yerlerde 250 litre alınırken, bu değer Amerika Birleşik Devletleri'nde 600-700 litreye ulaşmaktadır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü su getirme tesislerini kişi başına günlük su tüketimini 60 litre olarak boyutlandırmaktadır. Su tüketimini etkileyen faktörler arasında iklim, kanalizasyon şebekesinin bulunup bulunmaması, hayat standardı, yerleşim merkezinin nüfusu, su şebekesindeki basınç, suyun kalitesi, özel sağlıklı su temininin mümkün olup olmaması sayılabilir (7).

İçme-kullanma suları iki yolla temin edilir: birincisi doğadaki temiz suları bulup doğrudan kullanmak, ikincisi kirli suları arıtıp tek tip içme suyu haline getirmek. Bunun için göl, gölet ve akarsu gibi tatlı sular kullanılır. 80-100 metre derinlikteki

yer altı suları da genellikle temiz sulardır. Bakteriyolojik, fiziksel ve kimyasal analizleri yapıldıktan sonra, işlem görmeden şebekeye verilebilir.

Su kaynağı seçiminde dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Kaynaktaki su kalitesi ve kalitenin sürekliliğinin sağlanabilmesi,
2. Kaynağın o andaki kapasitesi ve uzun zamanda bu kaynaktan alınacak suyun ihtiyaca yetip yetmeyeceği,
3. Arzu edilen içme suyu kalitesi ya da arıtılacak suyun kullanım amacı,
4. Suyun kaynaktan alınış şekli,
5. Kaynağın arıtma tesisine ve yerleşim merkezine uzaklığı (8).

Su kaynağı seçimi varsa, farklı seçenekler arasında yukarıda sözü edilen unsurların bütünsel bir çerçeve içerisinde ele alınarak incelenmesi sonrasında yapılmalıdır. Kaynaktan alınacak suyun kalitesi yanında, kaynak kapasitesinin gelecekteki nüfusun ihtiyacına yetecek miktarda olması istenir.

İçme ve kullanma suyu kaynakları oluşum ve sağlanış biçimlerine göre 3 gruba ayrılabilir: Yağış suları, yeraltı suları ve yüzeysel sular.

Yağış Suları

Yağış suları, yağmur ve kar sularının sarnıçlarda toplanmasıyla elde edilmektedir. Genelde temiz sulardır. Saf suya en yakın özelliği yağmur ve kar suları gösterir. Ancak günümüzde doğal kirlenmelere ek olarak, hava kirlenmesi sonucu yağmur ve kar sularının özelliğide atmosferdeki geçtiği yerlere göre çözmüş olduğu maddelerin etkisiyle saf sudan uzaklaşır. Ayrıca havada bulunan mikroorganizmaları da bünyelerine alırlar. Bu sebeplerden dolayı yağmur sularının içilmesi uygun değildir. Yağmur sularında alışılmış tadı veren mineral tuzlar bulunmadığından tatsızdır. Bu suların yeryüzünde toplanmasında ve depo edilmesinde, kirlenme olasılığı daha yüksektir. Çizelge 2.1.'de tipik yağmur ve kar suyu kimyasal bileşimleri

görülmektedir. Burada sodyum ve klorür iyonları denizden, nitrat iyonları genellikle şimşek çakması sonucu oluşan azot oksitlerden kaynaklanmaktadır (9). Meteorolojik suların bir diğer dezavantajı da bünyesinde fazlaca karbondioksit bulundurmasıdır. Bu nedenle agresif (kemirici) etkiye sahiptirler.

Çizelge 2.1. Yağmur ve kar sularının tipik kimyasal analizi (9)

BİLEŞENLER	Yağmur Suyu (ppm)	Kar Suyu (ppm)
Toplam setlik, CaCO ₃	43	18
Kalsiyum sertliği	42	14
Magnezyum sertliği	1	4
Sodyum	5	5
Klorür	7	12
Sülfat	26	21
Nitrat	1	1
Demir	0,9	1,2
Silisyum dioksit	0,15	3

Yeraltı Suları

Yeraltı suları kendiliğinden yeryüzüne çıkan sular şeklinde (kaynak suları) ya da kuyu ve artezyen suları olarak bulunur. Yeraltı sularının kendiliğinden yerüstüne çıkmaları şekline kaynak suları denir. Bunlar temiz sular olup doğrudan içilebilme özelliğine sahiptirler. Fakat çeşitli nedenlerle kirlenmeleri muhtemeldir. Bu sebepten düzenli bir şekilde kimyasal ve bakteriyolojik kontrollere tabi tutulmalıdır. Teknik yöntemlerle yerüstüne çıkarılan sular ise kuyu ya da artezyen sularıdır. Herhangi bir kirlenmeye uğramamış yer altı sularının kalitesi genellikle bulanıklık, bakteriyolojik içerik ve toplam organik madde içeriği bazında yüzey sularına göre daha yüksektir ve

basit bir arıtma işlemi sonucu su dağıtım şebekesine verilebilir. Ancak yeraltı sularındaki mineral (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} ve Mn^{+2}) oranı yüzey sularına oranla kat kat daha fazladır. Yeraltı su kaynaklarında su kalitesinde ciddi oranda mevsimsel ya da yıllık değişimler görülmez (10).

Yeraltı sularının kalite analizlerinin yapılması, yüzeysel su kaynaklarına oranla çok daha pahalıdır. Yer altı su kalitesinin incelenmesi için genelde açılacak birden fazla ölçüm kuyusu analiz maliyetini ciddi ölçüde artırır. Yeraltı sularının arıtma tesislerine pompalanması veya su galerileri ile getirilmesi gerekir. Bu işlem de maliyeti arttırıcı diğer bir etkidir. Yer altı su kaynaklarında görülen belli başlı sorunlar, sertlik ve yüksek konsantrasyonda demir ve mangandır. Kireçle yumuşatma kalsiyum ve magnezyum sertliğinin giderilmesinde yaygın olarak kullanılan bir işlemdir. Karbonat olmayan sertliğin yüksek olduğu koşullarda kireçle yumuşatma işlemi sırasında soda (Na_2CO_3) eklenebilir.

Genel olarak yer altı sularının yüzeysel sulara göre aşağıdaki avantajları vardır:

1. Bütün yer altı suları berrak ve renksizdir.
2. Yeraltı sularının organik madde ve mikroorganizma içeriği daha azdır.
3. Yeraltı sularının kimyasal bileşimi ve sıcaklığı zamanla değişmez.

Yer altı sularının dezavantajları ise:

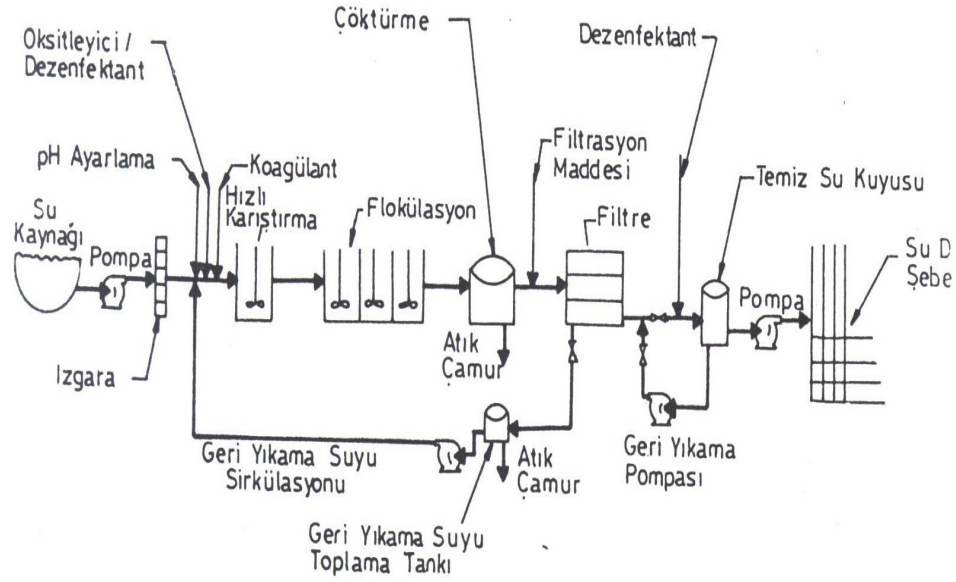
1. Çok miktarda yer altı suyu bulmak zordur.
2. Yeraltı sularında toplam çözünmüş tuzlar, özellikle klorür ve sülfat tuzları daha yüksektir.
3. Yeraltı sularında demir, mangan ve sertlik yapıcı bileşenler daha fazla bulunur.
4. Yeraltı sularını depolara pompalamak için gerekli enerji daha fazladır (9).

Yüzeysel Sular

Yüzey sularında genelde bulanıklık, koku, tat, renk ve bakteriyolojik içerikten kaynaklanan sorunlara rastlanılır. Yüzey su kaynakları dereler, nehirler, baraj ve göllerden oluşur. Genelde dere ve nehirler su kalitesi açısından ciddi mevsimsel değişim gösterirler. Yağmurlu mevsimler ya da bahar aylarında eriyen karlar, bu tür kaynaklardan alınacak suda, bulanıklık ve benzeri su kalitesi parametrelerini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca bu kaynakların kapasiteleri de mevsimsel ve yıllık olarak önemli ölçüde değişir. Bu nedenle, yüzey su kaynaklarından alınan suların arıtılmasında bu tür değişiklikler hesaba alınmalıdır. Göl ve baraj sularında görülen mevsimsel ve yıllık kalite ve kapasite salınımı nehir ve dere sularına göre daha yavaş ortaya çıkar ve daha azdır. Özellikle yaz aylarında göl ve baraj suları tabakalaşır ve ılık su tabakası yüzeye çıkarken soğuk tabakalar altta kalır ve böylesi bir tabakalaşma alt tabakalarda oksijen yetersizliğine yol açar. Oksijen yetersizliği nedeniyle oluşan indirgeme ortamında demir ve mangan çözünürken anaerobik veya anoksik ortamda oluşan hidrojen sülfid gibi bileşikler tat ve koku sorunu yaratabilirler. Üst tabakalarda ise sıcaklık ve besi maddelerinin (azot ve fosfor) uygun olduğu dönemlerde alg büyümesi olabilir. Bu ise suda bulanıklık, alkalinite, pH, tat ve koku gibi sorunlara yol açabilir (7,11).

Yüzey su kaynaklarının seçiminde göz önünde tutulması gerekli bir diğer önemli unsur da kaynağın yeri, kaynak etrafındaki alanların kullanım şekli, bu alanlar üzerindeki bitki türleri ve toprak yapısıdır (12).

Çözünmüş parçacık konsantrasyonunun, renk, koku, kötü tat sorunlarının ciddi oranda olduğu ve genel anlamda sertliğin sorun olmadığı bir yüzeysel su kaynağından alınacak suya uygulanabilecek tipik bir arıtma işlemi Şekil 2.1.'de görülmektedir.



Şekil 2.1. Bir Yüzeysel Su Kaynağından Alınacak Suya Uygulanabilecek Tipik Bir Arıtma İşlemi (12)

Şekil 2.1.'de verilen arıtma işlemi, filtrasyon öncesi koagülasyon, flokülasyon ve çöktürme ünitelerinden oluşmaktadır. Bazı koşullarda değişen su kalitesi karşısında arıtma işleminde belirli bir esneklik sağlamak amacıyla iki kademeli koagülasyon-flokülasyon-çöktürme uygulanabilir. Prosesin hemen girişinde yer alan ızgaranın amacı, yüzeysel su kaynaklarında karşılaşılabilecek iri parçacıkların ortamdaki uzaklaştırılmasıdır. İşlem başlangıcında, patojen bakterilerin yok edilmesi, alg büyümesinin önlenmesi, koku ve tat giderimi amacıyla dezenfektan veya oksidantlar eklenir. Hızlı karıştırma ünitelerine eklenen koagülantlardan en bilinenleri demir ve alüminyum tuzlarıdır. Bu metallerin tuzları ortamın pH'ını düşürecek için korozyonu önlemek amacıyla bu tuzlarla birlikte suya kireç veya soda eklenerek pH yükseltilir. Flokülasyon ünitesinde oluşan katı parçacık flokları (yumakları) çöktürme ünitelerinde ortamdaki uzaklaştırılır. Bir sonraki ünite olan filtrasyon öncesinde suya, filtrasyon verimini arttırmak amacıyla çeşitli polimer veya metal tuzları eklenebilir. Filtrasyon sonrasında su, içme suyu depolarına ve oradan da şebekelere gönderilmeden önce dezenfekte edilir. Filtrelerde kullanılan geri yıkama suyu geri kazanım amacıyla arıtma tesisi girişine yollanabilir (42).

Bu noktada, bazı yüzey su kaynaklarında bölgenin özelliklerinden kaynaklanan değişik sorunlara rastlamak olasıdır. Bu koşullarda, temel işlemlerde bazı değişiklikler olabilir. Örneğin, koku ve tat sorununun ciddi boyutlarda olduğu koşullarda su kaynağına toz aktif karbon (powder activated carbon–PAC) veya potasyum permanganat ve ozon gibi oksidantlar eklenebilir. Benzer durumlarda filtrasyon sonrasında granül aktif karbon (granulated activated carbon–GAC) kolonları eklenebilir veya filtrelerde filtre malzemesi olarak GAC kullanılabilir.

Çözünmüş katı parçacık konsantrasyonunun ve sertliğin düşük olduğu, koku ve tat sorununun aşırı olmadığı yüzey sularında çöktürme ünitesi iptal edilebilir ve flokülasyon sonrası su doğrudan filtre edilebilir. Genelde yüzey su kaynaklarında yüksek oranda sertliğe rastlanmaz. Ancak sertlik giderimi gerektiren yüzey suları kireçle yumuşatma işlemi ile arıtılabilir.

2.2. İçme Suyunun Özellikleri

İçme sularında istenilen ve istenmeyen özellikleri 5 grupta toplamak mümkündür.

1. Su, kokusuz, renksiz, berrak ve içimi serinletici olmalıdır.
2. Su, hastalık yapan mikroorganizma içermemelidir.
3. Suda sağlığa zararlı kimyasal maddeler bulunmamalıdır.
4. Su, kullanma maksatlarına uygun olmalıdır.
5. Sular agresif olmamalıdır (13).

2.2.1. İçme Suyunun Fiziksel Özellikleri

Bileşimi H₂O olup molekül ağırlığı 18.016 dır. Su molekülü simetrik olmayıp, elektrik yükü heterojen bir şekilde dağıldığından dipol karakteri gösterir. Çözücü özelliği dielektrik sabitinin büyük olmasından ileri gelir. Donma noktası 760 mm Hg basınçta 0 °C, kaynama noktası 100 °C'dir. Suda yabancı maddelerin çözünmesi ile donma ve kaynama noktaları değişir. Çözeltinin donma noktası düşer, kaynama

noktası yükselir. Suyun donması sırasında hacim genişlemesi olur (10). Doğal sular içinde bulunan safsızlıklar, suların kaynağına göre farklı özellikler kazanmasına neden olur (9).

Renk

Su saf halde renksizdir. Suları renkli gösteren içerdikleri yabancı maddelerdir. Suda çözünen ve koloidal olarak asılı olan organik maddeler suyu renklendirir. Sudaki renk genellikle yaprak, turba, ağaç parçaları vb. gibi diğer organik maddelerden ve sanayi atıkları, demir, mangan ile korozyon ürünleri de sularda renk meydana gelmesine neden olabilirler. Sudaki renk sağlık, estetik ve endüstride olumsuz etkiler yapan bir parametre olduğu için suların renginin tamamen giderilmesi istenir. Renk giderimi ozonlama, koagülasyon, sedimentasyon ve filtrasyon işlemleriyle gerçekleştirilebilir. İçme ve kullanma sularında platin-kobalt skalasına göre 15 ünitenden fazla renk bulunması istenmez. İçilebilir suların renk ölçüsü TS 266'ya göre 5 birimdir. Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standardında renk için 50 Co birimi verilmektedir. Hedef olarak 5 Co birimi amaçlanmıştır (9,10,41).

Koku ve Tat

Suyun kokusu ve tadı, su içinde çözünmüş halde bulunan gazlar ve organik maddelerden kaynaklanır. İçme ve kullanma sularında koku istenmez. Doğal sular genelde kokusuzdur. Siyanürler, fenoller, serbest klor, petrol atıkları, bitkisel ve hayvansal atıklar ve bazı mikroorganizmalar suya hoş olmayan kokular verir. Sodyum klorür ve magnezyum sülfat gibi doğal olarak bulunan kimyasal maddeler de suya tuzlu ve acımsı bir tat verir. Sular taşıdıkları minerallerin tadını içerirler (9).

Bulanıklık

Su içinde çözünmemiş olarak süspansiyon ve koloidal halde bulunan çok küçük çaplı katı tanecikler bulanıklığı oluşturur. Bulanıklık, su kalitesi ve görünümü açısından istenmeyen bir özelliktir. Berrak sular asılı halde hiçbir madde ihtiva etmezler (51).

Bütün kullanım alanlarında suyun berrak olması istenir. İçme sularında bulanıklığın 5 birimden fazla olması istenilmez. İçme ve kullanma suları için maximum bulanıklık değeri TS 266 ve WHO standartlarında 25 birimi aşmaması gerekir. Askıdaki katı maddelerden ileri gelen bulanıklık filtrasyon veya çöktürme ile giderilebilir. Bulanıklık tayini numunenin alındığı gün yapılmalıdır. Eğer bu mümkün değilse numune karanlıkta 24 saat bekletilmelidir. Bulanıklık tayini Nephelometric ve Turbidimetrik metotla yapılır (9,10,41).

Sıcaklık

Yüzeysel suların sıcaklıkları doğal olarak iklime göre belirlenir. Genel olarak ekvatorдан uzaklaştıkça ve deniz seviyesinden yükseldikçe suların sıcaklığı düşer. Yeraltı sularının sıcaklığı ise, daha çok derinliğe bağlı olup 20-40 metre derinlikte 1 °C yükselir. İçilmeye elverişli suyun sıcaklığı 7-12 °C arasında olmalıdır (9).

İletkenlik

İletkenlik sulu çözeltilerin elektrik akımını iletme yeteneğidir. Bu özellik iyonların mevcut olmasına, toplam konsantrasyonuna, hareketliliğe, valans ve sıcaklığa bağlıdır. Birçok organik bileşikler iyi iletkenlerdir. Sulu çözeltileri ayırışmayan organik bileşik molekülleri elektriği çok az iletirler. Saf suyun iletkenliği 0.5-3 µmhos/cm dir. Bu değer hava veya su temasında biraz artar. Amerika Birleşik Devletleri'nde içilebilir suyun iletkenliği genel olarak 50-1500 µmho/cm'dir. İletkenlik yardımıyla saf suyun saflık derecesinin kontrolü, doğal ve atık sulardaki çözünmüş madde miktarlarının değışimi, suyun kimyasal analizinin kontrolü, 0.55-0.9 ampirik formülü kullanılarak sudaki çözünmüş madde miktarı bulunur.

Su analiz raporunun kontrolünde iletkenliğin 1/100'ü meq/l olarak toplam katyon veya toplam anyon değerlerine yakın olmalıdır.

Buharlaşma Kalıntısı

Toplam katı madde, belli bir sıcaklıkta kurutulmuş, bilinen hacimdeki suyun bıraktığı buharlaştırma kalıntısıdır. Katı maddeler çözünmüş ve çözünmemiş katı maddeler olmak üzere ikiye ayrılır. Çok yüksek katı madde içeren sular insanda bağırsak bozukluğuna yol açar. Su içinde çözünmüş maddeler, inorganik tuzlar, organik maddelerin bir kısmı ve çözünmüş gazlardır. Çözünmüş katı maddelerin fazla olması hoş olmayan mineral tadına, korozyona ve fizyolojik etkilere yol açar (10).

2.2.2. İçme Suyunun Kimyasal Özellikleri

Çözünmüş madde molekülleri ile birleşerek hidratları oluşturur. Bu özellik suyun elektrolit olmayan maddeleri iyi çözebildiğini göstermektedir. Birçok kimyasal olaylar su varlığında oluşur. Demirin paslanması gibi. Suyun ayrıştırma özelliğinden dolayı katalitik etkisi vardır. Bu nedenle iyon reaksiyonları, redoks, yanma ve diğer reaksiyonları hızlandırır veya yavaşlatır. Tuzların hidrolizi suyun etkisi ile olur (10).

pH Değeri

Suların pH değeri asitlik ve alkalilik derecesinin bir ölçüsüdür. Aynı zamanda suyun temas halinde bulunduğu malzemelere olan etkisi hakkında bir fikir verir. 22 °C'de suyun H⁺ (hidrojen iyonu) OH⁻ ile (hidroksil iyonu) konsantrasyonları birbirine eşittir. Bu sıcaklıkta su litrede 10⁻⁷ g hidrojen iyonu ihtiva eder.

Suyun pH değeri, H⁺ konsantrasyonunun (-) logaritması olarak tarif edilir.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Buna göre saf suyun pH değeri 7'den az ise su asit, 7'den yüksekse bazik özellik gösterecektir. Yani saf su için pH=7, nötr duruma tekabül eder. Çizelge 2.2.2.1'de Suların nötr durumda olduğu pH değerleri verilmiştir. Özellikle sertlik, suların pH derecesinin değişmesine neden olur. Bu bakımdan karbonat sertliğinin çeşitli değerleri için sular aşağdaki pH değerlerinde nötr kabul edilirler. Eğer pH, bu

değerlerden daha düşük ise bu su agresif özellik gösterir ve çeşitli usullerle asitlik derecesinin giderilmesi gerekir.

Çizelge 2.2.2.1. Suların nötr durumda olduğu pH değerleri (14)

Karbonat Sertliği	pH Değeri	Karbonat Sertliği	pH Değeri
0-3	8,0	5-6	7,7
3-4	7,9	6-7	7,6
4-5	7,8	>7	7,5

Asitlik

Suyun asitliği esas olarak su içinde bulunan mineral asitlerden ve karbonik asit, silisik asit, borik asit vb. gibi zayıf asitlerden ileri gelir. Bir suyun asitliği, suyun pH derecesinin belli bir değere çıkarıncaya kadar kuvvetli bazlar ile nötralize edilmesi sırasında harcanan baz miktarı olarak tanımlanır. Mineral asitler bulunduğu zaman $pH < 4$ dür. Doğal sularda en önemli asitlik, su içinde çözülmüş karbondioksitten ileri gelir. Birçok halde su içinde bulunan bazı metal tuzları da hidroliz olarak asitliğe neden olur (10).

Alkalinite

Alkalinite su içinde bulunan başta karbonat ve bikarbonat iyonları olmak üzere pH değerinin 4,3'den daha yukarıda olmasına neden olan bileşenlerin toplamı olarak tanımlanır.

Suyun alkalinitesi esas olarak bikarbonat, karbonat ve hidroksit konsantrasyonlarının toplamından oluşur. Alkaliniteye etki yapan amonyak, borat, fosfat, silikat ve organik

anyonlar gibi diğer tamponlayıcı maddeler doğal sularda çok az bulduklarından genellikle ihmal edilir.

İçme sularında 400 mg CaCO₃/l değerine kadar alkalinitenin hiçbir zararı yoktur. Esasen içme sularında alkalinite için bir sınır değer verilmemiştir. Bu sınır pH tarafından karşılanır (10).

Çözünmüş Karbondioksit

Havadaki karbondioksitin büyük bir kısmı da yüzey suları içinde çözünür. Normal sıcaklıkta su içinde karbondioksitin çözünürlüğü 2000 mg/L civarındadır. Yeraltı suları 10-100 mg/L arasında çözünmüş karbondioksit içerir.

Karbondioksit su içinde çözüldüğünde hemen su ile reaksiyona girerek karbonik asit oluşturur.

Sertlik

Sularda sertlik, toprak ve kayalardaki toprak alkalisi minerallerin parçalanması veya direkt olarak bulaşma yoluyla ortaya çıkmaktadır (17). Sularda sertliğe yol açan başlıca iyonlar kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır. Sularda sertlik, geçici ve kalıcı sertlik olarak ikiye ayrılır. Geçici sertliğe karbonat sertliği ve kalıcı sertliğe de karbonat olmayan sertlik adı verilir. Kalıcı ve geçici sertliği birlikte ifade etmek için toplam sertlik deyimini kullanılmaktadır. Çizelge 2.2.2.2.'de toplam sertlik derecesine göre suların sınıflandırılması verilmiştir. Çizelge 2.2.2.3.'te su sertlik derecesine göre suların sınıflandırılması verilmiştir.

Geçici sertlik, kalsiyum ve magnezyum tuzlarının karbonat ve bikarbonatlarından meydana gelir. Su kaynatıldığı zaman bu tuzlar karbonat olarak çöktüğü için bunlara geçici sertlik adı verilmiştir. Kalsiyum ve magnezyum metalleri dışındaki hidroksit, klorür, nitrat, sülfat, fosfat ve silikat gibi toprak alkali bileşikleri ise kalıcı sertliği meydana getirirler. Avrupa ülkelerinde sertlik, Alman, Fransız ve İngiliz

sertlik birimleri cinsinden ifade edilir. U.S.A'da sertlik doğrudan doğruya 1 litre su içinde mevcut olan CaCO_3 'ün mg olarak ağırlığı ile ifade edilmektedir. 1⁰ AS (Alman Sertlik Derecesi), 1litre suda 17,9 mg CaCO_3 olarak tarif edilir. Çizelge 2.2.2.4. Alman ve Fransız derecelerine göre suların sınıflandırılması verilmiştir (14).

Çizelge 2.2.2.2. Toplam sertlik derecesine göre suların sınıflandırılması

Su Kalitesi	Çok Yumuşak	Yumuşak	Orta Sert	Sert	Oldukça Sert	Çok Sert
Toplam Sertlik	0-4	4-8	8-12	12-18	18-30	>30

Çizelge 2.2.2.3. Su Sertlik Derecesine Göre Suların Sınıflandırılması

Su Sertlik Derecesi ppm CaCO_3	Su Sertlik Sınıfı
0-75	Yumuşak Su
75-150	Orta Sert
150-300	Sert Su
>300	Çok Sert Su

Çizelge 2.2.2.4. Alman ve Fransız derecelerine göre suların sınıflandırılması

Sertlik Bütünü		Suyun Durumu
Alman Derecesi	Fransız Derecesi	
0-4	0-7,2	Çok Tatlı
4-8	7,2-14,5	Tatlı
8-12	14,5-21,5	Orta Tatlı
12-18	21,5-32,5	Oldukça Acı
18-30	32,5-54,0	Çok Acı

Sularda sertlik, bu suların temas halinde oldukları zemin tabakalarının özelliğinden ileri gelir. Sert sular içme ve kullanma amaçları için elverişli değildir. Su sertliğinin giderilmesi, sabun ve deterjan sarfiyatının azaltılması, korozyon kontrolü, tesisatta taş oluşumunun önüne geçilmesi amaçlarıyla kalsiyum ve magnezyum iyonlarının sudan ayrılması veya sudaki konsantrasyonlarının azaltılmasını amaçlayan bir işlemdir. Suların yumuşatılması masraflı işlemler gerektirir ve daha çok sanayide bu yola başvurulur. Merkezi su tesislerinde su sertliğinin giderilmesi çok nadir olarak başvuru bir yoldur. Bu nedenden sertliği gidermek yerine sertliği kabul edilebilir sınırlar arasında olan su kaynaklarının araştırılması tercih edilen bir yoldur.

Çözünmüş Oksijen

Suda çözünen oksijen su içindeki yaşamın temelini oluşturur. Bu oksijen konsantrasyonu, su ile temas halinde olan havadaki oksijenin kısmi basıncı, su içinde çözülmüş olarak bulunan tuzların konsantrasyonu ve suyun sıcaklığına bağlıdır. Sularda minimum bir çözülmüş oksijen konsantrasyonunun muhafaza edilmesinden amaç, balık ve vahşi hayatın korunması, suyun dinlendirici tesirinin devamı ve atık maddelerin ayrışmasından doğan kokuların önlenmesidir. 4 ila 5 mg/l'lik bir sınır değeri çözülmüş oksijen için kabul edilmiştir (10).

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Suyun kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en iyi kriterdir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı su içinde bulunan organik bileşiklerin biyokimyasal olarak parçalanabilmesi için gerekli olan oksijen miktarıdır. Arıtma tesislerinden çıkış yapan suyun ne derece arıtıldığını ve suların çevre kaynaklarına deşarj edilmesi için yönetmelikte verilen sınır değerlere uygun olup olmadığını belirlemede kullanılır.

3. MATERYAL VE METOT

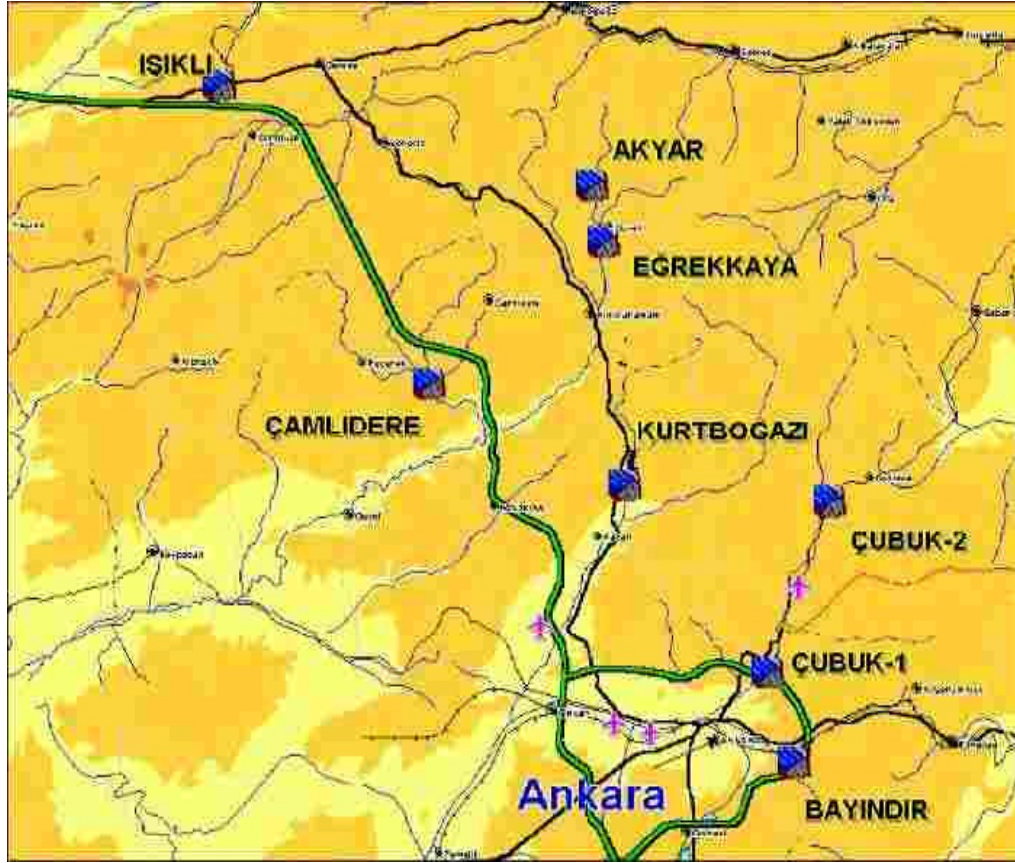
3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak Ankara ASKİ içme suyu kaynakları ve içme suyu arıtma tesisleri seçilmiştir.

3.1.1. Ankara İli'nin Su Kaynakları

Ankara halkına verilen suyun yaklaşık %95'i yüzey sularından (barajlar), %5'i ise kuyu ve kaptajlardan sağlanmaktadır. Ankara İli'nin su kaynakları haritası Harita 3.1.1.1.'de verilmiştir (15,17). Su kaynaklarının büyük bir yüzdesini oluşturan barajlar ise aşağıda sıralanmıştır:

- ❖ ubuk –I Barajı
- ❖ ubuk –II Barajı
- ❖ Bayındır Barajı
- ❖ Kurtboğazı Barajı
- ❖ Çamlıdere Barajı
- ❖ Eğrekkaya Barajı
- ❖ Akyar Barajı
- ❖ Işıklı Barajı



Harita 3.1.1. Ankara İli Su Kaynakları Haritası

Bu barajlardan İvedik Su Arıtma Tesislerini besleyenler şunlardır:

Çamlıdere Barajı

Çamlıdere Barajı, Ankara'nın kuzeybatısında ve İvedik Su Arıtma Tesisleri'ne 60 km uzaklıktadır. Baraj 1987 yılında devreye girmiştir. Barajın maksimum hacmi 1,318 milyon m³ ve yüksekliği 100 m'dir. Ankara'nın su ihtiyacını karşılayan en büyük barajdır (19).

Kurtboğazı Barajı

Kurtboğazı Barajı, Ankara'nın kuzeyinde ve İvedik Su Arıtma Tesisleri'ne 47 km uzaklıktadır. Baraj 1973 yılında devreye girmiştir. Çamlıdere Barajından sonraki en büyük baraj Kurtboğazı Barajıdır. Barajın maksimum hacmi 100 milyon m³ ve yüksekliği 50 m'dir. Yıllara göre Çamlıdere ve Kurtboğazı Barajlarından İvedik Su Arıtma Tesisleri'ne çekilen su miktarları Çizelge 3.1.1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.1.1. Yıllara göre barajlardan İvedik Su Arıtma Tesisleri'ne çekilen su miktarları (20)

YIL	ÇAMLIDERE BARAJI	KURTBOĞAZI BARAJI
1993	129,101,688 m ³	102.968.188 m ³
1994	11.799.293 m ³	117.565.776 m ³
1995	94.078.888 m ³	122.253.693 m ³
1996	92.881.732 m ³	138.047.732 m ³
1997	90.963.454 m ³	149.886.870 m ³
1998	133.207.900 m ³	118.222.824 m ³
1999	131.300.800 m ³	140.229.200 m ³
2000	16.879.200 m ³	155.153.285 m ³

Ankara şehrinin şu andaki ve gelecekteki içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere halen kullanılan ve inşa halinde olan diğer barajlar şunlardır:

Çubuk– I Barajı

Ankara'nın yaklaşık 10 km kuzeydoğusunda yer alan Çubuk-I Barajı 1936 yılında işletmeye alınmıştır. 25 m yüksekliktedir. Çubuk–I Barajı gerek su kalitesinin

bozulması gerekse baraj gölündeki aşırı millenme nedeniyle sadece rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır (43,44).

Çubuk-II Barajı

Çubuk Çayı üzerinde Çubuk İlçesinin 5 km kuzeyinde yer alan Çubuk-II Barajı, 1964 yılında işletmeye açılmıştır. Baraj 70 m yükseklikte ve 22 milyon m³ su hacmine sahiptir. Bu baraj Pursaklar Su Arıtma Tesisine su sağlamaktadır.

Eğrekkaya Barajı

Ankara'nın 75 km kuzeyinde, Kızılcahamam İlçesine 3 km uzaklıkta Sey Çayı üzerinde bulunan Eğrekkaya Barajı 1993 yılında tamamlanmıştır. Barajın maksimum hacmi 112 milyon m³ ve yüksekliği 70 m'dir. Bu baraj 15 km uzunluğunda 2200 mm çapındaki boru hattı ile Kurtboğazı Barajına su sağlamaktadır.

Akyar Barajı

Akyar Barajı, Ankara'nın 90 km kuzeyinde, Kızılcahamam İlçesine 12 km uzaklıkta Bulak Çayı üzerinde olup, maksimum hacmi 60 milyon m³ ve yüksekliği 60 m'dir. Bu baraj Eğrekkaya Barajını beslemek amacıyla kullanılmaktadır. Akyar Barajı ile Eğrekkaya Barajı 1000 mm çapında 13 km uzunluğundaki bir hatla birbirine bağlanmaktadır (19).

Işıklı Barajı

Işıklı Barajı, Gerede yakınlarında, 30 m yüksekliğinde ve 75 milyon m³ su depolama hacmine sahip olarak Çamlıdere Barajı'nı beslemek amacıyla inşa edilecektir. 3000 mm çapında ve 32 km uzunluğunda bir hat ile Çamlıdere Barajı'na bağlanacak olan barajla ilgili proje çalışmaları DSİ tarafından yürütülmektedir.

Derin Kuyular

Genellikle kuyulardan alınan suların kalitesi kimyasal ve bakteriyolojik açıdan kullanma ve içme maksadına uygun değildir. Yeraltı kuyularından alınan sular en yakın yerde pompajla olmak üzere depolara ve sisteme iletilmektedir. Kentin su ihtiyacının karşılanmasında tüm derin kuyular tam kapasite ile çalıştığında şehir su ihtiyacının yaklaşık %18'lik kısmını karşılayabilmektedir. Şu an derin kuyuların %2'lik kısmından faydalanılmaktadır.

3.1.2. Ankara İçme Suyu Temin Sisteminde Kullanılan Depolar, Pompalar, İsale Hatları ve Tüneller

Depolar

Ankara'da ilk su tesisleri kurulurken 12.500 ton kapasiteli 12 depo inşa edilmiştir. Şehre fazla su vermek için yapılan çalışmalarla birlikte lüzumlu olan depo sayıları da artmıştır. Depoların gömme olarak teşkil edilmesi ve dikdörtgen kesitli iki gözlü olması düşünülmüş olup, su derinliği hacme göre 2.5-7 metre arasında değişmektedir (14).

Pompalar

Ankara çok değişik yükseklikleri olan bir şehirdir. Mevcut pompa merkezlerinde bugünkü ihtiyacı karşılayacak güçte bir motopomp grubu ve aynı güçte yedek bir motopomp grubu monte edilmiş durumdadır. İleride güç ihtiyacını karşılamak üzere bir motopomp grubu içinde yer bırakılmıştır. Bütün pompa istasyonları (Buster) yükseltici tipindedir (14).

İsale Hatları

Ankara'ya içme suyu sağlayan isale hatları aşağıda belirtilmiştir (14,17).

1.Çubuk İsalesi

Çubuk-I ve II Barajlarında regüle edilen sular Çubuk-I Barajından 600 mm'lik ve 700 mm'lik iki çelik boru ile alınmakta olup Dışkapı Sementinde bulunan Süzgeç Filtre Tesisine getirilmektedir.

2. Kayaş-Bayındır İsalesi

Kayaş-Bayındır isale hattı 700 mm'lik çelik bir borudur. 3700 metre uzunluktaki hattın kapasitesi 400 lt/sn civarındadır.

3. Kurtboğazı İsalesi

Kurtboğazı Barajı'nda regüle edilen suların, Ankara'daki İvedik Su Arıtma Tesislerine isalesi 2,20 metre iç çapında, 150 metreye kadar iç basınca mukavim, DSİ özel boru fabrikasınca imal edilmiş ön gerilmeli beton borularla yapılmaktadır. İsalenin toplam boyu 47.200 metredir. Bu hatla Ankara Kentine isale edilen su miktarı yılda 50-65 milyon m³'tür.

4. Çamlıdere-İvedik-Yenimahalle İsalesi

İsale hattı toplam uzunluğu 43.779 metredir. İsale hattı üzerinde T₁ ve T₂ tünelleri ile T₃ Kınık Tüneli de yer almaktadır. İsale hattı inşaatı, tüneller arası ile tünellerden itibaren olmak üzere İvedik Su Arıtma Tesislerine ve Yenimahalle'ye kadar ulaşan kısımdan meydana gelmektedir. Şehre yılda 150 milyon m³ su isale edilmektedir.

5. T₁ T₂ Tünelleri

Çamlıdere Barajından Ankara'ya içme suyu getiren isale hattında Kınık Tüneli'nden önce yapılan tünellerden: T₁ tünelinin iç çapı 3,5 metre, uzunluğu 4277 metredir. T₂

tünelinin iç çapı 3,5 metre, uzunluğu 2823 metredir. Her iki tünel iç çapı 3500 milimetre, kalınlığı 32 milimetre olan çelik boru ile kaynaklanmıştır.

6.T₃ Kınık Tüneli

Uzunluk itibariyle Şanlıurfa Sulama tünelinden sonra Türkiye'nin ikinci uzunluktaki tüneli olan Kınık Tüneli inşaatına 1974 yılında başlanmış olup 1987 yılında ikmal edilmiştir. Kınık Tüneli'nin uzunluğu 15.823 metre olup, iç çapı 3,4 metre harfiyat çapı 4,6 metredir. Kınık Tüneli'nin 1987 yılı fiyatlarıyla maliyeti 124,1 milyar liradır.

7. Dışkapı Süzgeç Filtre Tesisi

Çubuk Barajı sularının tasfiyesi için kurulmuş olan süzgeç tesisatının havalandırma kotu 862,30 metredir. Filtrede normal hız 6m/saat ve toplam alan 378 m², filtre kapasitesi 55.000 m³/gün civarındadır.

8.Kayaş-Bayındır Filtre Tesisi

Kayaş Vadisinde bulunan tesislerde filtreler 4 üniteden meydana gelmektedir. Üniteler 4 metre iç çapında 5 metre yüksekliğinde daire kesitlidir. Her bir ünite saatte 260 m³, günde ise 6240 m³ su süzmekte ve böylece filtre tesisinin toplam kapasitesi 25.000 m³/gün olmaktadır.

3.1.3. Su Arıtma Sistemlerinde Kullanılan Temel İşlemler

Havalandırma

Havalandırma, su arıtımında tat ve koku problemine yol açan CO₂ ve H₂S gibi çözünmüş gazların giderilmesinde kullanılan bir işlemdir. Son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerdeki su kaynaklarında sıkça rastlanılan uçucu organik bileşiklerin su ortamından uzaklaştırılmasında da havalandırma işleminden yararlanılmaktadır. Bunun yanında demir ve manganın oksidasyon yoluyla giderilmesi, koku ve tat

problemine yol açabilecek havasız ortamların oluşmasının engellenmesi amacıyla suya O₂ verilmesi içinde havalandırma işlemine başvurulur. Uygulamada kullanılan çeşitli havalandırma yöntemleri vardır. Uygun yöntem seçimi arzulanan havalandırma verimine ve alternatifler arasındaki ekonomik analize bağlıdır. Şelale havalandırma, dolgulu kuleler ve difüzörlü sistemler yaygın kullanılan havalandırma sistemleridir. Yüksek havalandırma verimi gerektiren uçucu organik bileşiklerin giderimi dışında difüzörlü havalandırma sistemleri su arıtımında çok sık tercih edilmez (21).

Koagülasyon

Koagülasyon sudaki askıda katı parçacıkların giderilmesi amacıyla kullanılan bir temel işlemdir. Koagülasyonda tek başına çöktürülemeyen askıda katı parçacıklar önce durağan halden çıkarılır ve daha sonra bir araya gelmeleri sağlanarak kolayca çökebilen yumaklar haline dönüştürülür. Kil ve silt kaynaklı bulanıklık (turbidity), mikrobik kirleticiler gibi doğal organik maddeler, sentetik organik maddeler, zehirli metaller, demir ve mangan koagülasyon yoluyla giderilebilen parametrelerdir. Koagülasyon sırasıyla, koagülant oluşumu, parçacıkların durağanlığının bozulması (destabilization) ve parçacıkların flokleştirilmesi (yumaklar haline getirilmesi) aşamalarından oluşur. Genelde koagülant oluşumu ve parçacıkların durağanlığının bozulması hızlı karıştırma ünitelerinde gerçekleştirilir. Durağanlığı bozulan parçacıklar ise flokülasyon tanklarında bir araya getirilerek daha kolay çökebilen büyük kümeler haline getirilir. Alüminyum ve demir tuzları en yaygın kullanılan koagülantlardır. Koagülasyonda en uygun koagülant ve en uygun koagülant dozu kavanoz deneyleriyle belirlenir (22).

Çökeltme ve Yüzdürme

Çöktürme ve yüzdürme, su ortamındaki katı ve sıvı fazın birbirinden ayrılması işlemidir. Çöktürme, katı parçacıkların yerçekimiyle çöktürülerek sudan uzaklaştırılması esasına dayanır. Su arıtımında çöktürme flokülasyon işlemi ile birlikte kullanılır ve flokülasyon sonucu oluşan katı parçacık kümeleri çöktürme tanklarında sudan ayrılır. Yüzdürme ise suyun havalandırılması yoluyla katı

maddelerin veya flokların su yüzeyinde toplanması ve sonrasında da sıyrılarak uzaklaştırılması işlemidir. Çöktürme tankları dikdörtgen veya dairesel olabilir ancak su arıtımında genellikle dikdörtgen çöktürme tankları tercih edilir. Ayrıca yüksek çöktürme verimi sağlayan eğimli tabaka ve tüp çöktürücüler de çöktürme işleminde kullanılabilir. Özellikle optimum filtrasyon için çöktürme tankı performansı oldukça önemlidir. Katı parçacıklar çöktürme tanklarında verimli bir biçimde giderilemediği koşullarda filtre operasyon süreleri kısılır ve filtrelerde ciddi işletim problemleriyle karşılaşılabilir (21).

Filtrasyon

Filtrasyon su arıtımında askıda katı madde giderimi için yaygın kullanılan bir işlemdir. Kil, silt, kolloit ve çökelti doğal organik parçacıklar, koagüle edilen metal tuzları çökeltileri, kireçle yumuşatma sonucu oluşan çökeltiler, mikroorganizmalar ve demir ve mangan çökeltileri filtrasyon ünitelerinde giderilen katı parçacıklardır. Su arıtımında genellikle granül filtre malzemeleri tercih edilir. Kum, silis, antrasit kömürü, ilmenit ve grena yaygın olarak kullanılan granül filtre malzemeleridir. Filtreler, atmosfere açık ve akımın yerçekimi ile sağlandığı havuzlar veya kapalı ve suyun basınç altında aktığı tanklar şeklinde tasarlanabilir. Optimum filtre performansı için suyun filtrasyon öncesi ön arıtmadan geçirilmesi gerekir. Özellikle yüzey su kaynakları için filtrasyon öncesi çöktürme zorunludur. Askıda katı madde konsantrasyonunun düşük olduğu koşullarda su koagülasyon sonrası doğrudan filtrasyon ünitesine gönderilebilir ve bu işleme doğrudan filtrasyon adı verilir. Filtreler uygulanan yüzey yüküne göre (birim filtre yüzeyine birim zamanda uygulanan debi miktarı) hızlı ve yavaş filtreler olarak ikiye ayrılırlar. Hızlı kum filtrelerindeki yüzey yükü 5-25 m³/m².saat arasında değişir. Filtreler operasyon süreçleri sonunda temiz su ile yıkanarak tekrar servise hazır hale getirilirler. Geri yıkama zamanının aşılması çıkış suyu kalitesinin bozulmaması açısından oldukça önemlidir. Çıkış suyunda bulanıklığın ve hidrolik yük kaybının izlenmesi geri yıkama zamanının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerdir (23).

Kimyasal Çöktürme

Su arıtımında kimyasal çöktürme genellikle sertlik giderilmesinde kullanılan bir işlemdir. Demir ve mangan, ağır metaller, çözülmüş organik maddeler ve çeşitli virüs ve bakteriler de kimyasal çöktürme yoluyla giderilebilir. Kimyasal çöktürme işlemi temelde kimyasal dengeye dayanan bir işlemdir. Bu işlem giderilmek istenen kirleticilerin suda oluşturduğu bileşiklerin çözünürlüğüne bağlıdır. Genelde hidrosit ve karbonat bileşiklerinin sudaki çözünürlüğü oldukça düşüktür ve giderilmek istenen metal, hidrosit veya karbonat bileşiği haline dönüştürülerek su ortamından uzaklaştırılabilir. Yumuşatma işleminde sertliğe yol açan kalsiyum ve magnezyum gibi iki değerlikli katyonlar da kimyasal çöktürme işleminde çözünürlüğü düşük olan karbonat veya hidrosit bileşiklerine dönüştürülerek su ortamından uzaklaştırılır. Kireçle $[Ca(OH)_2]$ çöktürme sertlik giderimi, ağır metal, demir ve mangan arıtımında kullanılan en yaygın kimyasal çöktürme yöntemidir. Sertlik giderilmesinde kireç yanında soda (Na_2CO_3) veya kostik soda ($NaOH$) da kullanılabilir. Hangi kimyasalların ve işlemlerin seçileceği sudaki sertliğin hangi formda olduğuna (karbonat sertliği veya karbonat olmayan sertlik) ve sertliğin hangi oranda giderileceğine bağlıdır. Kimyasal çöktürme ile sertlik giderimi sonunda suyun pH' ı oldukça yüksektir. (>11) ve korozyonu engellemek için nötralize edilmesi gerekir. Karbonasyon (suya CO_2) verilmesi genellikle başvuru nötralizasyon yöntemidir.

İyon Değişirme

İyon değişirme, suyun iyon değiştiricilerden geçirilmesi ile istenmeyen iyonların bir başka iyonla yer değiştirilmesi işlemidir. Su arıtımında yaygın olarak sertlik giderimi amacıyla kullanılır. Özellikle küçük kapasiteli arıtma tesislerinde iyon değişirme yumuşatma için ekonomik bir alternatif olabilir. İyon değişirme yumuşatma yanında baryum, arsenik, krom, flor, nitrat, radyum ve uranyum gibi zehirli veya radyoaktif metallerin giderilmesinde de sıkça kullanılır. İyon değişirme kolonları, reçinelerindeki fonksiyonel grup adı verilen kimyasal iyon grubuna göre dörde ayrılırlar; katyon giderilmesinde kullanılan güçlü ve zayıf baz kolonları. İyon değişirme kolonları, içerdikleri reçine tipine ve fonksiyonel gruplara bağlı olarak her

iyonu ayrı derecede tercih etmediklerinden dolayı giderilmek istenilen kirletici için en uygun kolonun kullanılması optimal iyon değiştirme için çok önemlidir.

Dezenfeksiyon

İçme suyu arıtımında dezenfeksiyonun ana işlevi suyun her türlü mikrobik içerikten arındırılması ve dağıtım şebekelerinde bakteriyolojik büyümenin önlenmesidir. Klor uzun yıllar boyunca kullanılan temel dezenfektan olmasına karşın günümüzde klor dioksit, ozon, kloraminler ve potasyum permanganat gibi çeşitli dezenfektanlar yaygınlık kazanmaktadır. Dünyada ve Türkiye’de pek çok içme suyu arıtma tesisinde dezenfektan olarak kullanılan klorun, baraj sularındaki doğal organik maddelerle reaksiyona girerek dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumuna yol açtığı 1970’lerden beri bilinmektedir (46). Buna rağmen klor, ucuz bir dezenfektan olması ve dağıtım şebekesinde bakiye bırakması nedeniyle günümüzde hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Kloraminler ise daha zayıf dezenfektanlardır. Ancak etkileri uzun süre devam eder ve klora göre zararlı ürün oluşumu daha azdır.

Ozon oldukça etkili bir dezenfektandır, ancak etkisi uzun süre değildir ve diğer dezenfektanlarla karşılaştırıldığında ise daha pahalıdır. Özellikle yüzey su kaynakları için arıtma sonrası dezenfeksiyonun yanında kaynaktan alınan suya arıtma tesisinde biyolojik büyümenin önlenmesi, koku ve tadın giderilmesi amacıyla ön dezenfeksiyon uygulanabilir. Dezenfeksiyonun verimliliği kullanılan dezenfektan tipi ve dozuna, arıtılan suyun mikrobiyolojik kalitesine, suda dezenfektan ile girişime yol açabilecek maddelerin varlığına ve dezenfeksiyonun süresine bağlıdır.

3.1.4. Su Arıtım Tesisi Üniteleri

Genelde su arıtım tesisi; ön süzme, mikro elekler, havalandırma, pıhtılaştırma, yumaklaştırma, durultma, süzme ve dezenfeksiyon ünitelerinden oluşur (13).

Ön süzme işleminde, arıtılmamış su (ham su) önce ince süzgeçlerden geçirilerek katı madde ve büyük organizmalar ayrılır, sonra cm³’te 25.000 delik bulunan suyu kendi

ekseni etrafında dönerek süzen, paslanmaz çelik mikro eleklerden geçirilerek, fitoplankton ve bazı mikroorganizmaların ayrılması sağlanır.

Termal tabakalaşmış göl ve baraj göllerinin dip suları, oksijensiz veya oksijence fakir olabilir. Suyun anaerobik oluşu, özellikle süzme ve pıhtılaştırma işlemini olumsuz yönde etkilediğinden havalandırma işlemi uygulanır. Havalandırmada en basit ve ucuz metot, suyun yukarı basılarak aşağıya doğru akıtılmasıdır. Havalandırma ile suyun optimum şekilde arıtılmasının yanısıra kalitesi, özellikle tat ve kokusu düzenlenir, demir ve mangan iyonları ayrılır. Kil, metaloksitler, mikroorganizmalar, büyük protein molekülleri gibi maddeler genellikle doğal olarak çökmezler ve negatif yüklü olduklarından birbirlerini iterler. Pıhtılaştırma (koagülasyon) işleminde suya alüminyum sülfat (alum), alüminyum hidroksit, kireç, demir III klorit, demir III sülfat, polialüminyum sülfat gibi tuzlar eklenerek partiküller , yumak (flok) olarak adlandırılan daha büyük partiküller halinde birleştirilir. Pıhtılaştırıcılar suya hızlı karıştırıcılarla karıştırılır. Pıhtılaştırıcı dozu, suyun rengi ve bulanıklığına göre jar testleri yapılarak ayarlanmalıdır. Pıhtılaştırmada kullanılan kimyasal maddelerin tipi ve dozajı ve hızlı karıştırıcılara verilme metodu, pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemini direkt olarak etkiler (13).

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma (flokülasyon) ile özellikle hayvansal ve bitkisel kalıntıların, kil, koloidal madde ve humik maddelerin ayrılabilceğini ancak planktonun daha yavaş çöktüğünü ve süzme ve elemeye daha etkin arıtılabileceğini bildirmiştir (13).

Durultma işleminde, yumaklaştırma işlemi sonucunda oluşan yumaklar, durultma havuzlarında çöktürülerek sudan ayrılır. Havuzların dibinde biriken çamur tabakası uzaklaştırılır. Durultma işleminin etkin çalışmaması süzgeçlere gelen yükü artırır. Su, durultma işleminden sonra çok ince katı madde ve çözünmüş madde içerebilir. Partiküllerin bir kısmı suda doğal olarak bulunur, bir kısmı da pıhtılaştırma işlemi sonucu oluşur.

Süzme (filtrasyon) işleminde, hızlı veya yavaş akımlı kum süzgeçleri kullanılır. Hızlı akım kum süzgeçlerinde kum 1 mm çapındadır, su 5-10 m³/m²/saat'lik yüksek bir hızda yukarıdan aşağıya doğru geçirilir ve yavaş akımlı kum süzgeçlerinden 50 kat daha hızlıdır. Hızlı akımlı kum süzgeçleri, yaklaşık 0,6-1 m derinliktedir. Süzgeçlerde kum, antrasit+kum veya aktif karbon gibi materyaller kullanılabilir. Hızlı akımlı kum süzgeçlerinde, bakteriler, tat ve koku yavaş akımlı kum süzgeçlerine göre daha az etkinlikle uzaklaştırılır. Kumlar arasındaki boşluklar tıklandıkça süzme oranı düşer ve süzgeç geri yıkanır. Yıkama aralığı , süzgeç dizaynı, su geçirme hızı ve suyun içerdiği katı madde miktarına bağlı olarak 8 saatle 3 gün arasında değişir.

Yavaş akımlı kum süzgeçlerinde ise su geçiş hızı 0,1-0,3 m³/m²/saat gibi oldukça düşüktür. Süzgeç yüzeyinde oluşan alg ve bakteriler, koku ve tadı tamamen uzaklaştırır, ancak geniş yüzeylere ihtiyaç duymaları, geri yıkanamamaları açısından dezavantajlıdır.

Geleneksel su arıtımında süzme, ortamdan istenmeyen organik ve inorganik bulaşıcıları, tad ve koku oluşturan bileşenleri, renk bileşenlerini ve hastalık etkenlerini taşıyan askıda katı maddelerin ayrılması açısından önemlidir.

Arıtım işleminde süzme, sudaki askıda katı maddelerin ayrılması için son fiziksel bariyerdir. Süzme performansının artırılması için, uygun süzme materyali seçimi, süzme hızının ayarlanması ve polimer kullanımı önerilmektedir.

Arıtılmış suyun pH'sı düzenlendikten sonra, virüs ve bakteriler dezenfekte edilir. Dezenfeksiyonda en çok kullanılan metot klorlamadır. Klor ve bileşenleri, gaz, sıvı veya katı formda olabilir, suya eklenmesi kolay ve ucuzdur, dağıtım sisteminde etkisi kalıcıdır ve patojenleri tahrip ederler.

3.1.5. Ankara İçme Suyu Arıtma Tesisleri

Bayındır İçme Suyu Arıtma Tesisi

Bayındır İçme Suyu Arıtma Tesisi, Mamak Bölgesi ve civarının içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Ankara'ya 18 km mesafede Bayındır Barajı sahası içinde bulunmaktadır. Tesiste Bayındır Barajından pompa vasıtasıyla alınan ve tesise pompalanan su arıtılmaktadır. Tesisin arıtma kapasitesi 30.000 m³/gün'dür. Terfi hattı uzunluğu yaklaşık 500 m olup DN 500 m çapında boru ile arıtma tesisine bağlantısı yapılmıştır (14,18).

Tesise gelen ham su ön klorlama yapıldıktan sonra hızlı karıştırıcıya verilmektedir. Hızlı karıştırıcıya su, debi ölçümünden sonra barajdan ve filtre geri yıkama suyu kazanma tankından gelmektedir. Hızlı karıştırıcıda Demir III Klorür, Polielektrolit, Potasyum Permanganat ve Aktif Karbon dozlanmaktadır. Demir III Klorür suyun içindeki askıdaki katı maddelerin tutulup flok oluşturması için, polielektrolit ise oluşan flokların büyütülmesi ve yumaklama işlemini hızlandırmak için dozlanır. Potasyum permanganat ilavesi yoluyla manganezin giderimi sağlanır. Ayrıca suyun koku ve tat problemini giderebilmek amacıyla aktif karbon dozlaması yapılmaktadır. Hızlı karıştırma ünitesinin amacı, kimyasal maddelerle suyun karışımı sayesinde ham suyun pıhtılaştırma özelliği ile preoksidasyon göstermesini sağlamaktır. Bu nedenle yapının içinde bir elektrikli karıştırıcı bulunmaktadır. Hızlı karıştırıcıdan çıkan kimyasal maddeler ilave edilmiş su eşit dağılırarak 2 adet yumaklama tankına gelmektedir. Buradaki arıtmanın amacı optimum flok oluşturmaktır. Yumaklama tankından sonra su, 2 adet çökeltme tankına gelmektedir. Bu yapının amacı yumaklanmış maddelerin burada çökelttilmesini sağlamaktır. Çökelmiş su beton kanallardan geçerek 4 adet hızlı kum firtresine dağılmaktadır. Daha sonra filtrelenmiş su filtre çıkışındaki havuzlarda toplanarak temas tankına geçmektedir. Amonyak konsantrasyonunu klor ile azaltmak için kırılma noktası öngörölmüş olup belirli bir süre içerisinde suya nüfuz edebilmesi için temas tankına dozlama yapılmaktadır. Temas tankı çıkışından sonra yapılan son klorlama, bakiye klor konsantrasyonu ve

filtrelenmiş suyun debisine göre son klorlama klorinatöründen verilmektedir. Bakiye klor ölçümü son klorlamadan sonra yapılmaktadır.

Arıtılan su en son aşamada arıtılmış su deposunda toplanarak şebekeye verilmektedir. Bu tesiste arıtılan su T-45 Su Deposu ve P-25 Pompa İstasyonu vasıtasıyla Mamak Bölgesi su deposuna verilir.

Pursaklar İçme Suyu Arıtma Tesisi

Pursaklar İçme Suyu Arıtma Tesisinde, Çubuk–II Barajından cazibe ile gelen sular arıtılmaktadır. Tesisin arıtma kapasitesi 75.000 m³/gün'dür (14,18).

Tesise gelen hamsu önklorlama yapıldıktan sonra hızlı karıştırıcıya verilmektedir. Hızlı karıştırıcıya su, debi ölçümünden sonra barajdan ve debi ölçümünden sonra filtre geri yıkama suyu kazanma tankından gelmektedir. Hızlı karıştırıcıda Demir III Klorür, polielektrolit ve Potasyum Permanganat dozlanmaktadır. Demir III Klorür suyun içindeki askıdaki katı maddelerin tutulup flok oluşturması için, polielektrolit ise oluşan flokların büyütülmesi ve yumaklama işlemi hızlandırmak için dozlanır. Ayrıca Potasyum Permanganat ilavesi yoluyla da manganezin giderimi sağlanır. Hızlı karıştırma ünitesinin amacı kimyasal maddelerle suyun karışımı sayesinde hamsuyun pıhtılaşma özelliği ile preoksidasyon göstermesini sağlamaktır. Bu nedenle yapının içinde bir elektrikli karıştırıcı bulunmaktadır. Hızlı karıştırıcıdan çıkan topaklaşmış su eşit dağılarak 4 adet yumaklama tankına gelmektedir. Buradaki arıtmanın amacı optimum flok oluşturmaktır. Yumaklama tankından sonra su 4 adet çökeltme tankına gelmektedir. Bu yapının amacı yumaklanmış maddelerin burada çökertilmesini sağlamaktır. Çökelmiş su beton kanallardan geçerek 6 adet hızlı kum filtresine dağılmaktadır. Filtrelenmiş su filtre çıkışındaki havuzlarda toplanarak temas tankına geçmektedir. Amonyak konsantrasyonunu klor ile azaltmak için kırılma noktası öngörölmüş olup belirli bir süre içerisinde suya nüfuz edebilmesi için temas tankına dozlama yapılmaktadır. Temas tankı çıkışından yapılan son klorlama, bakiye klor konsantrasyonu ve filtrelenmiş suyun debisine göre son klorlama klorinatöründen verilmektedir. Bakiye klor ölçümü son klorlamadan sonra yapılmaktadır. Arıtılan su

en son aşamada arıtılmış su deposunda toplanarak şebekeye verilmektedir. Bu tesiste arıtılan su PN-1 Pompa İstasyonu vasıtasıyla Keçiören Bölgesinin bir bölümü ile Pursaklar Beldesini besler ve T₃ su deposuna su verir.

İvedik Su Arıtma Tesisleri

İvedik Su Arıtma Tesisleri, Ankara'nın içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacını karşılamaktadır. Ankara'nın su problemini 2020 yılına kadar uzanan bir perspektif içinde çözmek üzere inşa edilmiştir. 1969 yılında DSİ Genel Müdürlüğü'nce tesisin master plan ve fizibilite çalışmaları yapılmış ve buna göre uygulamaya geçilmiştir. Bu planda tesisin su ihtiyacını karşılamak için Kurtboğazı ve Çamlıdere Barajlarından Ø 2200 mm çapında ön gerilimli beton borulardan oluşan isale hatları ile arıtma tesislerine bağlantısı yapılmıştır. Tesisin kuruluş amacı tamamen yüzeysel kaynaklardan karşılanan suyu modern teknolojinin verdiği imkanlarla arıtmak ve memba suyu kalitesinde halkın kullanımına sunmaktır.

Tesisler, Ankara İvedik Köyü yakınlarında kurulmuştur (Resim-1). Günlük maksimum 2.256.000 m³ suyu tasfiye edebilecek kapasitede projelendirilmiştir. Bazı birimler bu kapasitenin %20 fazlasını taşıyabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Türkiye'nin en büyük içme suyu arıtma tesisi olan "İvedik Su Arıtma Tesisleri" 4 ünite olarak projelendirilmiş olup her bir ünitenin kapasitesi 564.000 m³/gün'dür. Arıtma Tesisinin I. kısmı 1984 yılında, II.kısmı ise 1992 yılında bitirilerek işletmeye alınmış ve DSİ tarafından Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (ASKİ) devredilmiştir (24).

Avrupa'daki en büyük 10 arıtma tesisi arasında yer alan tesiste arıtılan suyun kalitesi ile WHO kalite parametrelerinin karşılaştırması Çizelge 4.6.1.'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi Ankara İvedik Su Arıtma Tesislerinde fiziksel ve kimyasal yollarla arıtılan ham suyun kalitesi Dünya Sağlık Teşkilatı'nca öngörülen ideal içme suyu standartlarına eşdeğer olup, bütün kimyasal parametreler yine Dünya Sağlık Teşkilatı'nca içme suları için müsaade edilen maksimum değer in çok altındadır.

İvedik Su Arıtma Tesisinin giriş yapısından isale edilen su, tabanı düz durultucularda kimyevi maddelerle oluşturulan tabakada toplanan askıdaki maddelerin dışarı atılmasıyla durulmakta ve kokusu alınmaktadır.

Durultulmuş su içinde kalabilen küçük partikülleri ayırmak için su filtrelerden geçirilmektedir. Filtre tabanından belli süre aralığında alttan yapılan basınçlı yıkama ile filtreyi tıkayan bu maddeler dışarı atılmaktadır.

Filtrelenmiş su klorla son sterilizasyonu yapıldıktan sonra şehre isale edilmek üzere iki gözlü toplam 60.000 m³ depolama hacimli temiz su tanklarında depolanmaktadır (14).

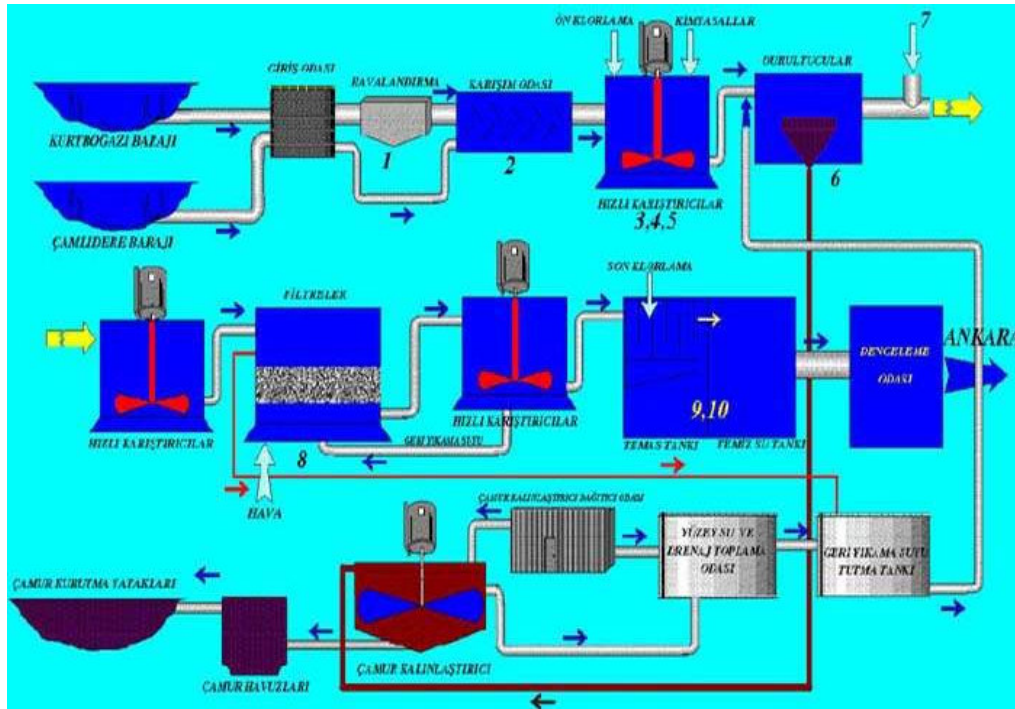
İvedik su arıtma tesisinde 1.1.2003-31.12.2003 tarihleri arasında yapılan çalışmalar sonucu üretilen su miktarları şu şekildedir (20).

<u>Kurtboğazı Barajı</u>	<u>Çamlıdere Barajı</u>	<u>Toplam</u>
166.343.951 m ³	277.332.616 m ³	110.988.665 m ³

3.1.6. İvedik Su Arıtma Tesislerinin Genel Akış Şeması

- 1-** Kurtboğazı Barajından gelen suyun havalandırılması,
- 2-**Çamlıdere Barajından gelen suyun, havalandırılmış su ile aynı odada toplanıp, harman edilmesi,
- 3-**Su karışımının oksitlenmeye yardımcı olması ve dezenfeksiyon amacıyla klorlanması,
- 4-** Sülfürik asit ile pH ayarlanması,

- 5- Pıhtılaştırıcı Alüminyum Sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) pıhtılaştırıcı yardımcısı polielektrolit dozlaması,
- 6- Kimyasal işleme tabi tutulmuş olan suyun yatay tabanlı durultucu tanklarında durulması,
- 7-Gerekiyorsa durultma işleminden sonra klorlama, Potasyum Permanganat ($KMnO_4$) ve Aktif Karbon dozlaması yapılması,
- 8- Hızlı (D Tipi) filtrelerde filtreleme işlemine tabi tutulması,
- 9-Filtrelenmiş suyun dezenfeksiyon için klorlanması ve tankına girmeden kireç ile pH ayarlanması,
- 10- Suyun 20 dakikadan az olmayan bir süre içinde kontak tankında tutulması.



Şekil 3.1.6. İvedik Su Arıtma Tesislerinin Genel Akış Şeması

3.1.7. İvedik Su Arıtım Tesisleri Üniteleri

Arıtma tesisi ana hatlarıyla aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır :

- Giriş ve harmanlama yapısı
- Durultucu ünitesi
- Filtre ünitesi
- Kimya ünitesi
- Klorlama ünitesi
- Geri yıkama suyu tutma ünitesi
- Çamur koyulaştırma ünitesi
- Temiz su tankı
- Dengeleme odası
- Çamur lagünü

Arıtma Tesisinin 1984 yılında devreye giren I.Kademe ünite ve bu ünitelerin dizayn kapasiteleri aşağıda gösterilmiştir :

<u>Ünite</u>	<u>Dizayn Kapasitesi</u>
Giriş ve harmanlama havuzu	2.256.000 m ³ /gün
Harmanlama tesisi	1.128.000
Harmanlama havuzu taşkın savağı	1.128.000
1 ve 2 nolu karıştırıcılar	564.000 (+%20)
Durultucu havuzları	676.800
3 nolu karıştırıcılar	564.000 (+%20)
Filtre tesisi	789.000
4 nolu karıştırıcı	564.000 (+%20)
Klor temas tankı	1.128.000
Temiz su tankı	2 X 30.000

Giriş ve Harmanlama Yapısı

İkisi Kurtboğazı barajından, biri Çamlıdere Barajı'ndan olmak üzere Arıtma Tesislerine ham su üç ayrı isale hattından gelmektedir. Çamlıdere 2. ve 3. isale hatları ise proje ve yapım aşamasındadır. Kurtboğazı Barajı'ndan gelen su, barajın alt kısmından alınması nedeni ile ham suda karşılaşılması muhtemel kötü kalite koşullarını hafifletmek ve sudaki oksijen oranını arttırmak amacı ile 2 m serbest düşümlü ve 4 basamaklı kaskad havalandırıcıda havalandırma işlemine tabi tutulur. Çamlıdere Barajı'ndan gelen su ise, barajın orta seviyesinden alınması nedeni ile doğrudan harmanlama odasına giriş yaparak Kurtboğazı Barajı'ndan gelen ve havalandırılan su ile burada harmanlanmaktadır. Giriş vanaları Resim 2'de gösterilmiştir.

Durultucu Ünitesi

Her bir durultucu ünitesinde toplam 3 adet hızlı karıştırma odası bulunmaktadır. Karıştırma odası M1'de ham suya alüminyum sülfat, klor ve sülfürik asit çözeltileri dozlanmaktadır. Karıştırma odası M2'de ham suya polielektrolit çözeltisi dozlanmaktadır. Karıştırma odası M3'te ise durulmuş su kanallarını durulmuş su ana borusu ile irtibatlandırmaktadır ve gerektiğinde durultulmuş suya kimyasal madde dozlaması yapılabilmektedir. Ayrıca bu odalarda hızlı karıştırma işlemi yapılarak çözeltilerin suya homojen olarak dağılması sağlanmaktadır. Karıştırma odalarından sonra (M1 ve M2) ham su durultucu ünitelerine geçer. Her bir durultucu ünitesi, durultucu besleme kanalı ve durulmuş su toplama kanalının her iki tarafında birer adet olmak üzere tertip edilmiş olan iki adet düz taban tipinde durultucudan oluşmaktadır. Girişte harmanlanan ham su karıştırma odalarında kimyasalların verilmesinden sonra durultucu tanklarına gelmektedir. Her bir kısma ait 6 adet olmak üzere toplam 12 adet durultucu ünitesi ve 24 adet düz taban durultucu tankı bulunmaktadır. Her bir durultucunun satıh alanı 648 m² olup, maksimum akımda durultucu yüklemesi 3 m/saattir. Ham suya katılan kimyasallar (Alüminyum sülfat, Polielektrolit) suyun içindeki askıdaki katı maddeleri birleştirip flok oluşumuna neden olur. Oluşan floklar durultucuda çamur blanketini oluşturur. Çamur

blanketinden geçmek suretiyle durultulan su durulmuş su kanalları vasıtasıyla toplanmakta ve buradan savakla ana toplama kanalına boşalmaktadır. Ana kanalda toplanan durulmuş su buradan Filtre ünitesine gitmektedir. Durultucularda oluşan çamur blanketinin ağırlığının tespiti için her tankta 11 adet çamur toplama konisi monte edilmiştir. Çamur blanketi belirli bir yoğunluğa geldiğinde çamur konileri otomatik olarak açılarak içlerindeki çamur, çamur galerilerine boşaltılır. Resim 3 'te durultucu üniteler gösterilmiştir.

Filtre Ünitesi

Durultma işlemine tabi tutulan su filtre bloğuna gelmektedir. Filtre ortamı olarak çakıl tabakası ile desteklenmiş granülometrik kumun kullanıldığı cazibeli hızlı filtreler, durulmuş su içindeki durultma işlemi ile uzaklaştırılamayan askıdaki katı maddeleri tutmaktadır. Her bir kısma ait 28 adet olmak üzere toplam 56 adet filtre ünitesi bulunmaktadır (Resim 4). Her bir filtre 140 m² alanda 8.4 m/saat'lik maksimum filtreleme hızına göre dizayn edilmiştir. Filtrelerde belli bir süzme süresinden sonra tuttukları küçük parçacıklar nedeniyle akış zamanla azalmaktadır. Bu direnç nedeni ile akımdaki azalmaya yük kaybı denilmektedir. Her bir filtre üzerine yerleştirilmiş yük kaybı sınır değere ulaştığında filtre yatağının temizlenmesi gerekmektedir. Filtre yıkama işlemi iki aşamada yapılmaktadır:

Filtre Yıkama 1. Aşama

Birinci aşamada filtre yatağının altından yatağa üflenen hava ile (yaklaşık 4 dakika) filtre ortamı yıkanarak, karıştırılan kum taneleri birbirine sürtünür ve üzerlerine yapışmış bulunan floklar gevşetilir. İkinci aşamada bu kalıntıların filtre kum yatağından çıkarılması için aynı kanaldan basınçlı su verilmesidir.

Filtre Yıkama 2. Aşama

Geri yıkama suyu işlemi yaklaşık 6 dakika süre ile ve 1000 lt/sn debi ile uygulanmaktadır. Hava ile yıkama ünitesi biri yedek biri faal olmak üzere iki

üniteden oluşmaktadır. Filtre yıkanması için gerekli su akımını sağlayan 3 adet santrifüj pompa (her biri 560 lt/sn kapasiteli) ünitesi bulunmaktadır. Bir filtre için kullanılan yıkama suyu ortalama 400 m³'dür.

Kimya Ünitesi

Kimya binası tesise gerekli olan kimyasal maddelerin stoklanması, istenilen çözeltilerin hazırlanması ve durultuculara gönderilmesi için gerekli ekipmanlarla donatılmıştır. Ham suya, sudaki alkalinite ile reaksiyona girerek alüminyum hidroksit yumağı oluşturan bir koagülant (pıhtılaştırıcı) madde olan alüminyum sülfat tatbik edilmektedir. Alüminyum sülfat bloklar halinde temin edilmektedir. Gelen Alüminyum sülfatın stoklanması ve sıvı hale getirilmesi için her bir kısımda 4 adet (her biri 106 ton kapasiteli) olmak üzere toplam 8 adet satüratör tankı vardır. Satüratör tanklarında eritilerek doygun hale getirilen çözelti bu tanklarından arzu edilen dozlamaya kuvvetinde bir çözeltinin hazırlanmasına yönelik olarak seyreltme suyunun ilave edildiği servis tanklarına transfer edilmektedir. Her tesiste 4 adet 32 m³ hacimli servis tankı mevcuttur. Polielektrolit yardımcı koagülant katkı maddesi olarak kullanılır. Alüminyum sülfat tarafından oluşturulan flok kalitesinin iyileştirilmesi için kullanılmaktadır. Polielektrolitin 25 kg'lık paketler halinde depolanması için kimya binasında bir yıllık ikmale yeterli bir depolama alanı tahsis edilmiştir. Polielektrolit çözeltisi hazırlamak amacıyla 4500 lt kapasiteli 3 adet çözelti hazırlama tankı bulunmaktadır. Sülfürik asit ham suya durultucu ünitelerinden önce M1 karıştırma odasında pH düzeltilmesi için tatbik edilmektedir. Konsantre asit (% 98 H₂SO₄) her bir kısımda 65 ton kapasiteli 4 adet depolama tankında depolanmaktadır. Verilecek asidin dozu dozlamaya noktalarında suyun pH değerine göre yapılmaktadır. Kireç suya pH ayarlaması yapmak amacıyla filtre çıkışlarında FM4 karıştırıcısında verilmektedir. Tesiste 30 mg/lt'ye kadar kireç dozlaması mümkündür. Kireç bir helezoni konveyör vasıtasıyla, su ile karışma işleminin döner pedallar aracılığıyla gerçekleştirildiği "D" tipi karıştırıcılara sevk edilmektedir. Bu karıştırma sonucu oluşan çözelti faal tanktan dozlamaya pompaları emme hattına iletilmek üzere iki devirdaim pompasından biri vasıtasıyla çekilmektedir.

Çizelge 3.1.7.1. İçme suyu arıtma tesislerinde kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri

Kimyasal Madde	Kullanma Amacı	Dozlama Miktarı (mg/l)	
		Ortalama	Maksimum
Alüminyum Sülfat Al ₂ (SO ₄) ₃	Koagülant (Pıhtılaştırıcı)	30	50
Polielektrolit	Koagülant yardımcısı	0,1	0,2
Kireç % 100 Ca (OH) ₂	Son pH düzenleme	12	30
Klor	Ön Klorlama	2	5
Klor	Son Klorlama	1	2
Sülfirik Asit (H ₂ SO ₄)	Ham su pH ayarlaması	15	25
Potasyum Permanganat (KMnO ₄)	Fe ve Mn giderimi	1	2
Aktif Karbon	Tad ve koku giderimi	5	20

Çizelge 3.1.7.2. Arıtma tesisinde kullanılan kimyasal maddelerin yıllara göre dağılımı

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Üretilen Su (m ³)	238.10 ⁶	246. 10 ⁶	266. 10 ⁶	244. 10 ⁶	254. 10 ⁶	261. 10 ⁶	277. 10 ⁶
Sülfat (Ton)	6997	8408	5925	10228	7078	8497	10930
PAK (Ton)	--	881	4000	--	986	2992	93
Klor (Ton)	476	525	554	579	513	719	673
Kireç (Ton)	569	--	--	--	--	--	--
Poli . (Ton)	19	24	17	19	14	19	22
Asit (Ton)	229	--	--	--	--	--	--

Çizelge 3.1.7.3. Arıtma tesisinde kullanılan kimyasal maddelerin miktarları ve maliyeti

Kullanılan Kimyasal	Miktar (kg)	Maliyeti (TL)
Alüminyum Sülfat	10.929.665	2.236.209.459.000
Polielektrolit	22.085	47.924.450.000
Klor	673.424	281.491.232.000
Kireç	0	0
Sülfürik Asit	0	0
PAK	93.060	19.263.420.000

Toplam Kimyasal Madde Maliyeti : 2.584.888.561.000

Toplam Elektrik Enerjisi Maliyeti : 587.000.000.000

Çizelge 3.1.7.4. İvedik Su Arıtma Tesislerinde kullanılan kimyasal maddelerin dozlama yerleri ve amaçları

KİMYASAL MADDE	KULLANIM AMACI	DOZLAMA YERİ	DOZLAMA MİKTARI (mg/l)
Sülfürik Asit	Çökeltmeyi kolaylaştırmak, ham suyun pH' ını ayarlamak.	Durultucular girişi	15
Alüminyum Sülfat $Al_2(SO_4)_3$	Ham su içinde askıda olan maddeleri birleştirerek bir çamur blanketi oluşmasını sağlamak.	Durultucular girişi çıkışı (M1)(M3)	30
Polielektrolit	Ham suyun çok kirli olması halinde çamur blanketi oluşmasını kolaylaştırmak ve durultucudan atılan sulu çamuru koyulaştırarak atılacak çamur miktarını azaltmak ve çamurun suyunu tekrar kazanmak.	Durultucular girişi (M2) Çamur koyulaştırıcı girişi	0,1
Kireç	Sülfürik asitle pH' ı ayarlanan suyu içilebilir su seviyesine getirmek.	Filtre çıkışı (FM4)	12
Klor	Su içinde organik kirlilik kaynaklarını okside edip ortadan kaldırarak suyu dezenfekte etmek, yosun teşekkülünü önlemek.	Durultucular girişi Filtre,temiz su tankı	

Klorlama Ünitesi

Klor 965 kg kapasiteli tanklar içinde temin edilmektedir. Her bir tesiste 4 sıra halinde 60 tanklık bir tertip ön görülmüştür. Her bir sıradaki ilk iki tank faal diğerleri yedektir. Sıvı haldeki klor otomatik tank değiştirme aracılığıyla klor tanklarından çekilmektedir. Sıvı klor bir elektrik ısıtmalı evaporatör (buharlaştırıcı) vasıtasıyla gaz haline dönüştürülmekte ve bu gaz vakum prensibi ile işleyen klor çözeltisi besleme klornatörleriyle ölçümlenerek tatbik noktasına dozlanmaktadır. Tesiste her bir kısımda 12 adet olmak üzere toplam 24 adet klornatör bulunmaktadır. Bunlardan 3 adedi son klorlama (filtrelenmiş suya) diğer 9 adedi ön klorlama (durultucu ham su girişine) klor gazı dozlaması yapacak şekilde dizayn edilmiştir. Klornatördeki gaz akımı cihaz kabininin üzerinde bulunan ölçüm tüpüne bakılarak istenilen miktar elle ayarlanmaktadır (ön klorlama miktarı). Klor bakiyesinin ölçülmesi için her bir tesiste 6 adet klor bakiyesi ölçüm cihazı bulunmaktadır. Bu cihazlardan ikisi durulmuş su klor bakiyesini, diğer ikisi klor temas tanklarının orta noktasındaki bakiyeyi, bir adedi klor temas tankını terk eden sudaki bakiye kloru ölçmektedir. Kalan bir adet ölçüm cihazı temiz su tankına giren suyun klorunu ölçerek son klorlama klornatörlerinin klor gazı dozlamalarının istenilen değerde olmasını otomatik olarak sağlamaktadır.

Geri Yıkama Suyu Tutma Ünitesi

Filtre kumlarının yıkanması sonucu, yıkamada kullanılan suyun toplanması için çift kompartmanlı bir havuz tesis edilmiştir. Atık su filtre geri yıkama suyu tahliye kanalından bu havuza cazibe ile gelmektedir. Atık filtre geri yıkama suyuna ilaveten, çamur koyulaştırma tanklarının duru üst suyu da cazibe ile geri yıkama suyu tutma tankına gelmektedir (Resim 5). Burada toplanan atık suların ham su giriş kanallarına iletilmesi için 4 adet pompa monte edilmiştir. Bu pompalar su seviyesine göre otomatik olarak çalışarak suyu, ham su giriş kanalına iletmektedir. Toplam kapasite 1900 m³'tür.

Çamur Koyulaştırma Ünitesi

Her bir tesiste, 1910 m³ hacimli 2 adet tanktan oluşan çamur koyulaştırma ünitesi mevcuttur (Resim-6). Her durultucu ünitesinin altında çamur toplanması için bir çamur çukuru inşa edilmiştir. Burada toplanan çamur iki çamur koyulaştırma tankından birine veya ikisine birden pompalanabilir. Çamur koyulaştırma tanklarından alınacak ortalama çamur miktarı 3400 m³/gün olup ortalama çamur bekleme süresi 13 saattir.

Temiz Su Tankı

Her iki tesisin filtre çıkışları 4 adet Ø 2200 mm çelik boru hattına bağlanarak kontak tankına taşınmaktadır. Buradaki kanallardan geçen su iki bölmeli temiz su tankının istenilen bölmesine boşalmaktadır. Temiz su tankı her bir gözü 30.000 ton olmak üzere toplam 60.000 ton kapasitededir. Temiz su tanklarındaki su, borular vasıtasıyla dengeleme odasına gelir ve buradan şehre giden boru hatlarına cazibe ile dağılır.

Dengeleme Odası

Temiz su tanklarından, dengeleme odasına gelen su şehre giden boru hatlarına cazibe ile dağılır. Dengeleme odası, tesis içi kullanım için gerekli olan suyu sağlayan 3 adet servis suyu pompasına sahiptir. Bu pompalar idare binası üzerinde bulunan depoya kullanım suyunu basmaktadır. Ayrıca buradan idari binadaki laboratuvara numune pompaları vasıtasıyla çıkış suyundan numune gelmekte ve burada gerekli olan kimyasal testler yapılmaktadır.

Çamur Lagünü

Çamur koyulaştırıcılarda koyulaşan çamur, 2 adet çamur transfer pompası vasıtasıyla çekilir ve lagünlere oradanda çamur kurutma yataklarına pompalanır. Her tesis için 1 adet çamur lagünü vardır. Lagünlerin derinliği 5.5 m ve her birinin kapasitesi 100.000 m³'tür.

3.1.8. ASKİ Numune Alma Sistemi

Ham su ve harmanlanmış su numunelerinin alınması üçü faal biri yedek olmak üzere dört adet santrifüj pompa ile sağlanmaktadır. Pompalar Çamlıdere ve Kurtboğazı ham su akımlarından ve giriş harmanlama odasından numune almak üzere tesis edilmişlerdir. Su numuneleri idare binasındaki laboratuarda yer alan berraklık kaselerine iletilmektedir. Harmanlanmış su numunesinde filtre kumanda odasındaki bir berraklık kasesine iletilmektedir. Durultucu çıkışı durulmuş su numunelerinin alınması her bir durulmuş su mecralarının birinden numune alan iki adet pompa ile sağlanmaktadır. Pompalar idare binasındaki laboratuarda ve filtre kumanda odasında yer alan berraklık kaselerine iletilmektedir. Her bir pompanın debisi klorlama odasında bulunan bir klor bakiyesi ölçüm cihazından geçmektedir.

Arıtılmış su numunelerinin alınması işlemi su kalitesinin, pH değerinin ve arıtma tesisinden çıkan klor bakiyesinin değerlendirilebilmesi için her iki klor temas tankından temiz su numuneleri almak üzere dört adet pompa tesis edilmiştir.

3.2. Metot

Araştırmada metot olarak içme suyu standartlarından faydalanılmıştır. Türkiye'deki ve Dünyadaki içme suyu standartları kullanılarak, Ankara ASKİ İçme Suyu Tesislerinden şehir şebekesine aktarılan suyun kalite parametreleri incelenmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Ankara'nın gelecekteki içme suyu ihtiyacı belirlenmiştir. Ayrıca Mamak Bölgesine içme ve kullanma suyu sağlayan Bayındır İçme Suyu Arıtma Tesisi ele alınarak, bu tesise alternatif bir arıtma tesisi projelendirilmiş ve maliyeti hesaplanmıştır.

3.2.1. Türkiye'de ve Dünya'da İçme Suyu Standartları

Sularda arzu edilen şartları sağlamak ve arzu edilmeyen maddeleri belirli seviyelerin altında tutmak için çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında dünyaca en çok kabul edileni WHO (Dünya Sağlık Teşkilatı) tarafından verilen standartlardır.

Türkiye için kabul edilen içme suyu standartları, TS 266 (Türk Standartları 266)'da belirtilmiştir. TS 266'da belirtilen limit değerler Çizelge 3.2.1.'de verilmiştir (41).

TS 266 (1984)'nın birçok açıdan eksik olduğu, sadece suyun genel özellikleri için bir fikir verecek parametreleri içerdiği gözlenmiştir. Buna karşılık TS 266 (1987)'nin TS 266 (1984)'ya göre çok daha kapsamlı olduğu tespit edilmiştir. Çünkü daha önceki standartta kontrol edilmesi gerekli birçok parametre muhtemelen ölçme güçlükleri sebebiyle gözardı edilmiştir. TS 266'yı diğer ülkelere ait standartlar ile karşılaştırırken gözlenen en önemli farklılık, kullanım yaygınlığı ve kanserojenik sağlık etkilerine ve de ölçüm tekniklerine rağmen pestisit, THM (Trihalometan)'lar ve diğer dezenfeksiyon yan ürünlerine gereken önemin verilmemesidir. Örneğin; yürürlükteki TS 266'da pestisit grubu için; ayrı ayrı ve toplam miktarları sınırlandıran değerler belirtilmiştir. Oysa her pestisit, aynı kullanılma yaygınlığına, aynı birikme ve çözünme özelliğine ve aynı toksisiteye sahip değildir. Yani çok az kullanılan ve toksisitesi çok yüksek olan bir parametre içinde bu değer çok düşük olabilmektedir. TS 266'da kullanımı yaygın, su içinde çözünürlüğü yüksek, birikme özelliğine sahip kirleticiler için ayrı bir sınıflandırma yapılmamaktadır (26,27).

Türkiye şartlarında bulunan içme suyunun organik madde muhtevası THM oluşumuna çok müsaittir. Ham sular yüksek konsantrasyonda organik madde muhteva etmektedir. Diğer taraftan dezenfeksiyon için hemen her yerde klor kullanılmaktadır. Bunlar THM oluşumu için ideal şartlardır. Fakat TS 266'da bu konuya gereken önem verilmemiştir. Bu parametre hem bulunuş sıklığı hem de sağlık etkileri sebebiyle mutlaka kontrol edilmelidir (27,28).

3.2.2. Dünya'da İçme Suyu Standartları Örneği SDWA

İlk defa 1974'de yürürlüğe giren ve 1986'daki ilave hükümlerle zenginleştirilen Güvenli İçme Suyu Kanunu (SDWA)'nın yürütücüsü Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı (USEPA)'dır (43). Bu kanunla USEPA'ya aşağıdaki yetkiler verilmiş olup bu konularda yönetmelikler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu yönetmeliklerle;

1. Toplu su iletim sistemlerini denetlemek ,
2. İnsanların sağlıkları üzerinde olumsuz etki yapabilecek zararlı maddeleri açıklamak,
3. Her atık için maksimum kirlenme seviyesini veya arıtma tekniklerini belirlemek amacı güdülmüştür.

Güvenli İçme Suyu Yasası, insan ve toplum sağlığını en uygun şekilde korumak için başlangıçta geçici yönetmelikler koyması konusunda Amerikan Halk Sağlığı Teşkilatı'na mesuliyet yüklemiştir. Güvenli İçme Suyu Kanunu'na uygun olarak USEPA'dan 100 gün içinde geçici yönetmelikleri tamamlaması istenmiştir. Geçici yönetmeliklerden sonra Amerikan Halk Sağlığı Teşkilatı, içme suyundaki kirleticilerin kaynaklarının belirlenmesi ve insanlara ulaştıktan sonraki olası sağlık sorunları konusunda, yönetmelikleri gözden geçirmekle yükümlü tutulmuştur. Bu amaçla, Ulusal Bilimler Akademisi, içme suyundaki atıkları saptamakla görevlendirilmiştir. Ulusal Bilimler Akademisi'nin raporunda içme suyunda kirleticilerin zehirliliği konusundaki yayınlar özetlenmiş, olumsuz sağlık etkilerinin meydana geleceği kirleticiler ve güvenlik önlemlerini belirlemek için yöntemleri konularında kullanılmak üzere metodoloji ve kabuller verilmiştir. Ayrıca maksimum kirleticiler seviyeleri hedefleri için öneriler geliştirilmiş, suda izlenmeyen maddelerin listesi sunulmuş ve geleceğe dair tavsiyelerde bulunulmuştur. SDWA, USEPA'nın standartlarını belirleyerek 83 öncelikli kirleticinin belirlenmesini şart koymuştur. USEPA, yüzeysel su kaynaklarını kullanan su arıtma sistemleri için kullanılacak olan arıtma standartlarını belirlemekle yükümlüdür. İçme suyu yönetmeliklerinin saptanmasında USEPA'nın yaklaşımı, verilen standardın sağlamlığının belirlenmesinin ardından potansiyel zararı saptamaktır. Federal içme suyu standartları, içme suyunun güvenilebilirliğinin ya da riskinin tanımlanamayacağı sabit bir seviye olarak belirlenmiştir. Su denetleme programları kirlilik tespit ederse, uygun bir davranış olarak USEPA standartları kullanılabilir (7,29).

USEPA, içme suyu kirlenme olaylarında yardımcı olmak için zorunlu olmayan sağlık tavsiyelerinde bulunmaktadır. Toplumun hassas üyelerini koruyacak güvenlik

önlemleri de almaktadır. WHO, ABD ve Hollanda içme suyu standartları Çizelge 3.2.2.'de topluca gösterilmiştir (7).

Çizelge 3.2.1. Türkiye İçin Kabul Edilen İçme Suyu Standardı (TS-266)

1.ZEHİRLİ MADDELER	Kurşun (Pb)	-	0,05	mg/l		
	Selenyum (Se)	-	0,01	mg/l		
	Arsenik (As)	-	0,05	mg/l		
	Krom (Cr ⁺)	-	0,05	mg/l		
	Siyanür (CN)	-	0,2	mg/l		
	Kadmiyum (Cd)	-	0,01	mg/l		
2.SAĞLIĞA ETKİ YAPAN MADDELER	Florür (F)	1.0	mg/l	1,5	mg/l	
	Nitrat (NO ₃)	-	-	45	mg/l	
3.İÇİLEBİLME ÖZELLİĞİNE ETKİ YAPAN MADDELER	Renk	5	birim	50	birim	
	Bulanıklık	5	birim	25	birim	
	Koku ve tad	kokusuz	normal	kokusuz	normal	
	Buharlaştırma Kalıntısı	500	mg/l	1500	mg/l	
	Demir (Fe)	0,3	mg/l	1,0	mg/l	
	Mangan (Mn)	0,1	mg/l	0,5	mg/l	
	Bakır (Cu)	1,0	mg/l	1,5	mg/l	
	Çinko (Zn)	5,0	mg/l	15,0	mg/l	
	Kalsiyum (Ca)	75	mg/l	200	mg/l	
	Magnezyum (Mg)	50	mg/l	150	mg/l	
	Sülfat (SO ₄)	200	mg/l	400	mg/l	
	Klorür (Cl)	200	mg/l	600	mg/l	
	pH	7.0	-	8.5	-	9.2
	Bakiye Klor Maddeler	0,1	mg/l	0,5	mg/l	
	Fenolik Alkali Benzil Sülfonat	-	-	0,002	mg/l	
	Mg+Na ₂ SO ₄	0,5	mg/l	1,0	mg/l	
4.KİRLENMEYİ BELİRTEN MADDELER	Toplam Organik Madde	3,5	mg/l	-	-	
	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	

Çizelge 3.2.2. Dünya Sağlık Teşkilatı(WHO), A.B.D. ve Hollanda İçme Suyu Standartları.

Toksik Maddeler	WHO			A.B.D.			Hollanda		
	Uluslararası		Avrupa	USPHS		SDWA	DWA	NWWA	
Madde	Standart	Hedef	Standart	Standart	Hedef	Standart	Standart	Hedef	
Arsenik	mg/l	0,05	-	0,05	0,05	0,01	0,05	0,2	-
Baryum	mg/l	-	-	-	1,0	-	1,0	-	-
Kadmiyum	mg/l	0,01	-	0,01	0,01	-	0,01	-	-
Krom (6 değerlik)	mg/l	-	-	0,05	0,05	-	0,05	0,05	-

Siyanür	mg/l	0,05	-	0,05	0,2	-	0,2	0,01	-
Kurşun	mg/l	0,1	-	0,1	0,05	-	0,05	0,1	-
Magnezyum	mg/l								
- Sulfat > 250 mg/l		150	30	30	-	-	-	-	-
- Sulfat < 250 mg/l		150		125	-	-	-	-	-
Civa	mg/l	0,001	-	-	-	-	0,002	-	-
Nitrat	mg/l	45	-	100	-	45	45	100	-
Nitrit	mg/l	-	-	-	-	-	-	0,1	-
Polisilik Aromatik	mg/l								
Hidrokarbonlar	mg/l	-	0,0002	0,0002	-	-	-	-	-
Selenyum	mg/l	0,01	-	0,01	0,01	-	0,01	0,05	-
Gümüş	mg/l	-	-	-	0,05	-	0,05	-	-
Radyo aktivite-alfa	pCi/l	3	-	3	-	-	15	-	-
Radyo aktivite-beta	pCi/l	30	-	30	1000	-	50	-	-
Radyum 226/228	pCi/l	-	-	-	3	-	5	-	-
Stronsiyum 90	pCi/l	-	-	-	10	-	8	-	-
Tritiyum	pCi/l	-	-	-	-	-	20000	-	-
Endrin	mg/l	-	-	-	-	-	0,0002	-	-
Lindan	mg/l	-	-	-	-	-	0,004	-	-
Metoksiklor	mg/l	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Toksafen	mg/l	-	-	-	-	-	0,005	-	-
Klorofoksi	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Florür (Maksimum günlük sıcaklıklardaki ortalama)									
10 - 12 °C	mg/l	-	1,7	1,7	-	1,7	2,4	-	-
12 - 15,5 °C	mg/l	-	1,5	1,5	-	1,5	2,2	-	-
14,5 - 17 °C	mg/l	-	1,3	1,3	-	1,3	2,0	-	-
17 - 21,5 °C	mg/l	-	1,2	1,2	-	1,2	1,8	-	-
21,5 - 26 °C	mg/l	-	1,0	1,0	-	1,0	1,6	-	-
26 - 32,5 °C	mg/l	-	0,8	-	-	0,8	1,4	-	-
Fiziksel ve Kimyasal Parametreler	WHO			A.B.D.			Hollanda		
	Uluslararası		Avrupa	USPHS		SDWA	DWA	NWWA	
Madde	Standart	Hedef	Standart	Standart	Hedef	Standart	Standart	Hedef	
Bulanıklık	FTU	25	5	-	-	5	1	-	0,05

Renk		50	5	-	-	15	-	-	10
Koku ve Tat		**		-	-	3	-	-	2
Hidrojen sülfür	mg/l	-	-	0,05	-	-	-	-	-
Çinko	mg/l	15	5	5	-	5	-	-	-
Bakır	mg/l	1,5	0,05	0,05	-	1	-	-	-
demir	mg/l	1,0	0,1	0,1	-	0,3	-	-	0,05
Mangan	mg/l	0,5	0,05	0,05	-	0,05	-	-	0,01
Amonyum	mg/l	-	-	0,05	-	-	-	-	0,05
Oksijen	mg/l	-	-	>5	-	-	-	-	>6
Klorür	mg/l	600	200	600	-	250	-	-	100
Toplam çözünmüş katı	mg/l	1500	500	-	-	500	-	-	-
Sertlik	mmol/l	5	1	5	-	-	-	-	2,5
Kalsiyum	mg/l	200	75	-	-	-	-	-	-
Sülfat	mg/l	400	200	250	-	250	-	-	-
Mineral yağ	mg/l	0,3	0,01	-	-	-	-	-	-
Fenol bileşikleri	mg/l	0,002	0,001	0,001	-	0,001	-	-	-
Permanganat sarfiyatı	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	10
pH	-	6,5 - 9,2	7 - 8,5	-	-	-	-	-	-
Anyonik deterjan	mg/l	1	0,2	0,2	-	0,5	-	-	-

**Hissedilmeyecek

3.2.3. Türkiye’de İçme Suyu Kalitesinin İzlenmesi

Türkiye Cumhuriyeti Devleti’nde halkın sağlığını korumak anayasal bir görev olarak devlete verilmiştir. Türkiye’de sularla ilgili bazı yasa ve yönetmelikler aşağıda sıralanmıştır (30).

- 10 Mayıs 1926 tarihli, 831 sayılı Sular Hakkında Kanun
- 6 Mayıs 1930 tarihli, 1539 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu
- 25 Aralık 1953 tarihli, Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun

- 6 Mayıs 1960 tarihli, 7478 sayılı Köy İçme Suları Hakkında Kanun
- 23 Aralık 1960 tarihli, 167 sayılı Yer altı Suları Hakkında Kanun
- 11 Ağustos 1983 tarihli, 2872 sayılı Çevre Kanunu
- İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonuna Ait Yönetmelik
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Köy İçme Suyu Tesisleri İşletme Bakım ve Onarım Yönetmeliği

Türkiye’de içme suyu kalitesinin izlenmesi konusu tam olarak sistemli bir şekilde yapılamamaktadır. Birçok kuruluşun görev tanımında bu konu geçtiği için içme suyu kalitesinin izlenmesinde kurumlar arasında karışıklıklar olmaktadır. Sağlık Bakanlığı, ASKİ, Hıfzısıhha içme suyu parametrelerinin bir kısmının tayin edildiği kurumlardır. Ancak su kalitesi açısından çok önemli parametreler üzerinde durulmamaktadır. Temel parametreler olan pH, bulanıklık, renk, koku, tortu, nitrat, nitrit, AKM vb. parametrelerin çoğu için spesifik bir değer verilmeyip var/yok şeklinde bir sonuç verilmektedir. Bunun da suyun içilip içilmediği konusunda hüküm verici bir durum olmadığı tespit edilmektedir (30).

UNICEF’in 1996 yılında yayınladığı bir raporda Türkiye için sağlıklı içme suyuna ulaşabilen nüfus oranı %80 olarak belirtilirken, kent oranı %91, kırsal oranı %59 olarak verilmiştir. WHO’nun sağlık hedefleri arasında “Bütün aileler için sağlıklı içme-kullanma suyu ve sanitasyon olanakları sağlanmasına” yer verilmesi, konunun önemi ve güncelliğini bir kez daha vurgulamaktadır (31).

3.2.4. İçme Suyu Kalitesini Tanımlamaya Yarayacak Parametreler

Florür

Suların az miktarda florür içermesi, diş çürüklerinin önlenmesi açısından çok yararlı sonuç verir. Bu bakımdan 1.0 ile 1,3 mg/l (F) konsantrasyonu arzu edilir. Bazı merkezi su tesislerinde bu amaçla suların florlanması yoluna gidilmektedir. Küçük ve

orta büyüklükteki tesislerde ise ekonomik nedenler ve işletme güçlüğünden dolayı buna imkan yoktur (11,32).

Nitrat

Sudaki nitrat azotun son oksidasyon ürünü olduğu için organik maddelerin sularda ayrışmaya maruz kaldığını göstermesi bakımından önemlidir. Su içinde bulunan nitrat nitrit haline indirgenirse toksik etki gösterir. Suların 50 mg/l den daha fazla nitrat içermesi, çocuklarda methemoglobinemia hastalığına neden olur. Nitrat için TS 266 İçme Suyu Standardında izin verilen maksimum değer 45 mg/l olarak verilmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı standartlarında da aynı değer verilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Teşkilatı standardında ise 45 mg/l nitrat hedeflenen değer olarak belirtilmiştir (11,32).

Demir ve Mangan

İçme ve kullanma sularında 0,3 mg/l den fazla demir bulunması suyun tadını bozması ve çamaşır yıkamada renk oluşturması açısından istenmez. Suda fazla miktarda mangan bulunması suyun tadını bozduğu gibi çamaşırlarda aynen demir gibi leke yapar. Suda demirle birlikte manganda bulunursa bu leke yapma daha şiddetle kendini gösterir. Suların normal yumuşatma işlemleri sırasında mangan da büyük ölçüde giderilebilir. İçme ve kullanma sularında mangan limiti 50 µg civarındadır.

Klorür

Klorürler genelde sodyum klorür şeklinde bulunur. İçme sularında eser miktarda tuz bulunmalıdır. Bu hem fizyolojik açıdan hem de suyun lezzeti açısından önemlidir. İçeriklerinde sodyum klorür ve magnezyum klorür gibi tuzların bulunması, sularda tada sebep olmaktadır (54). Toprağın üst tabakalarında buharlaşma sonucu klorür iyonlarında artış olur. Bütün klorür tuzları suda çok kolay çözüldüğünden yüzeysel sulara klorür kolayca karışır. Doğal tatlı sular içinde 10-100 mg/l arasında klorür bulunur. Suda bulunan klorür ancak iyon değiştirici reçineler ile uzaklaştırılabilirken,

damıtma ve ters osmoz ile de giderilebilir. Klorür sağlık açısından herhangi bir sakınca yaratmaz. İçme sularında müsaade edilen maksimum klorür değeri 600 mg/l dir. Sulardaki klorürün ani yükselmeler göstermesi kanalizasyon maddeleri ile kirlenmeyi gösterir (51,52).

Sülfat

Suya sülfat topraktan geçer. Sülfatlı sular kireç ve demire etkide bulunurlar. Demir borular sülfatlı suların etkisiyle mukavemetini kaybederler. Doğal sularda yaklaşık 5-200 mg/l sülfat bulunur. İçme ve kullanma sularında sülfat için 250 mg/l sınır değeri verilmiştir. Bu değerden yüksek olması halinde müshil etkisi yapar (11). ABD’de yapılan kapsamlı araştırmada yeraltından alınan su örneklerinin %3’nde sülfat konsantrasyonları 259 mg/l’den büyük çıkmıştır. İçme sularındaki sülfat fazlalığı ishallerde yol amasına rağmen, içme sularında yüksek konsantrasyonlarda sülfat içeren bölgelerde yaşayan halkın herhangi bir hastalığa yakalanmadan bu yüksek düzeye alışabildikleri belirtilmektedir (49).

Nitrit ve Amonyak

Bu maddelerin suda mevcudiyeti daha çok suların dışkı maddeleri ile kirlendiğini akla getirir. Bu bileşikler kirlenme indikatörü görevi gördüğü için önemlidir. Bu nedenle içilecek suyun nitrit ve amonyak konsantrasyonu sıfır olmalıdır. Özellikle derinden gelen yer altı sularının çok az oksijen içermesi nedeniyle inorganik nitratların indirgendikleri ve sularda nitrit ve amonyağın ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durumda suyun oksijen konsantrasyonu da gittikçe azalacaktır. Böyle durumlarda oksijenin azlığı ve suyun nitrit ve amonyak içermesi bir kirlenme sebebi olamaz.

İçme ve kullanma sularında amonyak bulunmamalıdır. Amonyumun toksikolojik etkileri kg başına 200 mg’ı aştığı zaman ortaya çıkmaktadır (53). Dünya Sağlık Teşkilatı, Amerika Birleşik Devletleri ve Türkiye İçme Suyu Standartlarında nitrit için bir sınır değeri verilmemiştir (7).

Organik Maddeler

Organik maddelerin az da olsa su içinde çözünebilir olması, bu maddeler ile oluşan kirliliğin tahmin edilmesini güçleştirmekte ve toksik olması nedeni ile de sağlık açısından tehlike oluşturmaktadır. Çok küçük konsantrasyonlardaki organik maddeler, çok tehlikeli olabilmektedir.

Dünya Sağlık Teşkilatı ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü'nün içme suyu standartlarında organik maddeler için bileşenler bazında limitler ayrı ayrı belirtilmesine rağmen TS 266'da organik madde içeriği toplam olarak ifade edilmektedir (41).

Bakır

Bakır içme sularında genellikle düşük düzeylerde bulunabilmektedir (20 µg/L). Düşük düzeylerdeki bakır konsantrasyonları, kayaların hava etkisiyle bozunmasından kaynaklanmaktadır. Fazlalığı suyun görünüş ve lezzetinde değişiklikler yaptığı gibi insan sağlığı açısından da zararlıdır. TS 266'da bakır için verilen düzey 1.0 mg/l olarak belirtilmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı ise bu parametre için 1.5 mg/l değerini vermekte ve zamanla bu değeri 0.05 mg/l'ye düşürmeyi hedeflemektedir (11,32).

Çinko

İçme sularında 3 mg/l'nin üzerindeki çinko değerlerinin kabul edilebilir bir değer olmadığı belirtilmektedir. TS 266'da çinko için tavsiye edilen değer 5.0 mg/l maksimum değer ise 15 mg/l olarak verilmiştir. WHO standartlarında ise çinko için oldukça yüksek bir değerin verildiği dikkat çekmektedir (15 mg/l). Hedeflenen değer ise 5 mg/l'dir.

Alüminyum

Ham sulara ön arıtma yapılırken kullanılan alüminyum bileşikleri çöktürme sırasındaki dikkatsizlikten dolayı içme sularına karışabilir. Günlük alüminyum

alımının %5'inden daha azının içme suyu kaynaklı olabileceği belirtilmektedir. TS 266'da ve WHO standartlarında alüminyum için herhangi bir değer verilmemiştir.

Kalsiyum ve Magnezyum

Sertlik sudaki +2 değerlikli kalsiyum ve magnezyum iyonlarından ileri gelmektedir. TS 266'da kalsiyum için 75 mg/l, magnezyum için 50 mg/l değerleri verilmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı ise kalsiyum için standart değeri 200 mg/l, magnezyum için ise 150 mg/l olarak belirtmiştir.

Kurşun

TS 266'da kurşun için izin verilen maksimum değer 0.05 mg/l, WHO ve Avrupa standartlarında ise 0.1 mg/l olarak verilmektedir. Yüksek düzeyde kurşuna maruz kaldığı zaman gözlenen en belirgin etki anemidir.

Kadmiyum

Sulardaki kadmiyum genellikle metal eritme ve çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Galvanizli çelik boruların korozyonu sonucunda da sulara geçebilmektedir. 3-9 mg/l düzeylerinde kusturucu, 10-32 mg/l düzeyinde toksik, 300-3500 mg/l düzeylerinde ise öldürücü etkisi bulunmaktadır (11,32).

Selenyum

TS 266'da izin verilen maksimum değer 0.01 mg/l, WHO ve Avrupa Standartlarında ise tavsiye edilen değer 0.01 mg/l olarak verilmektedir. Selenyumun fazlalığı kalp ve karaciğer hasarına, saç dökülmesi, tırnak bozukluklarına da neden olabilmektedir.

Arsenik

Arsenik içeren yüzey kayalarının parçalanması sonucu, yağışlarla su kaynaklarına taşınabilirler. TS 266 standartlarında arsenik için izin verilen maksimum değer 0.05 mg/l'dir. WHO standartlarında arsenik için tavsiye edilen değer bu değerle aynıdır (50).

Krom

TS 266'da krom için verilen maksimum değer 0.05 mg/l, Avrupa standartlarında 0.05 mg/l ve WHO standartlarında ise herhangi bir değer verilmemiştir. İçme sularında krom +3 ve +6 değerlikli durumda bulunmakta ve bu değerlik dezenfeksiyonun seviyesi ile etkilenmektedir (11,32).

Siyanür

TS 266'da siyanür için verilen maksimum değer 0.2 mg/l, WHO standartlarında ise bu değer 0.05 mg/l verilmiştir. Endüstriyel kirlenme ürünü olarak sularda düşük düzeylerde bulunabilmektedir.

3.2.5. Su Kalitesini Gösteren İndikatör Organizmalar

Su kalitesini belirlemede Koliform bakteriler indikatör organizma olarak kullanılırlar. Bunların tipik örnekleri Escherichia coli (E.coli) ve fekal streptokokiler olup, her ikisinde insanların barsaklarında bulunur. Bu organizmalar, patojen barsak bakterilerine nazaran dezenfeksiyona karşı daha dayanıklıdır. Bu sebeple klorlanmış içme suyunda koliform bakteri bulunmaması patojen bakterilerin de bulunmadığının bir kanıtı olur. 100 ml'de 1 den daha az sayıda koliform organizma ihtiva eden bir içme suyunun istatistiksel olarak patojen mikroorganizma ihtiva etme şansı olmadığı kabul edilerek bu sağlık bakımından emniyetli kabul edilir. Suda koliform organizma bulunması insan dışkıının karışmasından olabileceği gibi çiftlik hayvanları ve toprak erozyonu da olabilir (29).

4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ankara İli İçme Suyu İhtiyacı

Ankara'nın 1923 yılında başkent olmasına kadar olan süreçte su ihtiyacı, çeşitli memba suları ve ufak kapasiteli kaynaklardan karşılanmıştır. Kent nüfusundaki hızlı artışla birlikte su ihtiyacı kendini hissettirmeye başlamış ve 1936 yılında yapılan Çubuk-I Barajı bu ihtiyacı karşılamada en önemli tesis olmuştur. Cumhuriyet döneminin ilk barajı olan bu barajla, kente yılda yaklaşık 22×10^6 m³ su sağlanmıştır. Daha sonraki yıllarda, bu yer üstü kaynaklarına takviye olmak üzere Çubuk, İncesu, Kayaş vadilerinde grup kuyular açılarak kent su ihtiyacının karşılanmasına çalışılmıştır. 1964 yılında Çubuk-I Barajı'nın membaında bu sistemin verimini arttırmak amacıyla Çubuk-II Barajı inşa edilerek kent su açığı karşılanmıştır. Bu iki baraj ile sisteme yılda toplam 35×10^6 m³ su katılmıştır. 1965 yılında kent nüfusu 906.000'e yükselmiş ve bu tarihte Bayındır Barajı inşa edilerek devreye girmiştir. Bu barajla kente yılda 7×10^6 m³ ilave su temin edilmiştir. 1967 yılında Kurtboğazi deresi üzerinde içme suyu ve sulama maksatlı Kurtboğazi Barajı ve Kurtboğazi-Ankara İsale Hattı inşa edilmiştir. Yılda 67×10^6 m³ su temin eden bu tesis halen ağırlıklı olarak içme ve kullanma suyuna hizmet vermektedir (14,18).

Ankara'nın içme ve kullanma suyu ihtiyacı; 2000 yılında 325×10^6 m³, 2010 yılında 440×10^6 m³, 2025 yılında 629×10^6 m³ ve 2050 yılında ise 987×10^6 m³ olarak hesaplanmıştır. Bu ihtiyacın hesaplanmasında ; 1995 yılı nüfusu 2,85 milyon, 2000 yılı nüfusu 3,17 milyon, 2010 yılı nüfusu 3,88 milyon, 2020 yılı nüfusu 4,7 milyon, 2025 yılı nüfusu 5,22 milyon ve 2050 nüfusu 7 milyon kişi olarak tahmin edilmiştir (33).

Ankara'nın uzun vadeli su ihtiyacının karşılanması için DSİ Genel Müdürlüğü 1969 yılında bir Fizibilite ve Master Plan çalışması yaptırarak Ankara'nın su ihtiyacının 2020 yılına kadar karşılanması ve buna çözüm getirecek olan su kaynaklarının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada su ihtiyaçlarının tamamının Ankara Çayı havzasından karşılanmasının mümkün olmadığı ve başka havzalardan su aktarılması

zorunluluğu doğmuştur. Bu planlama içinde Bayındır Çayı üzerine önerilen Çamlıdere Barajı 1985 yılında inşa edilerek isale hatları ve I,II,III nolu tünelleri ile birlikte devreye girmiştir. Bu barajla Ankara kentinin içme ve kullanma suyu ihtiyacının yaklaşık yarısını teşkil eden $150 \times 10^6 \text{m}^3/\text{yıl}$ su temin edilmektedir. Eğrekkaya Barajı'nda regüle edilen sular Kurtboğazı Barajı gölüne derive edilerek Ankara'ya yılda $90 \times 10^6 \text{m}^3$ su vermektedir. Akyar Barajından regüle edilen su ise Eğrekkaya Baraj gölüne derive edilerek Ankara'ya yılda $49 \times 10^6 \text{m}^3$ su temin etmektedir. Akyar Barajından Eğrekkaya Barajı'na, Eğrekkaya Barajı'ndan Kurtboğazı Barajı'na iletilen ham su; Kutrbogazı Barajı'ndan iki adet, Çamlıdere Barajı'ndan ise bir adet $\varnothing 2200$ mm öngörülen betonarme borularla Ankara İvedik Su Arıtma Tesislerinde arıtılarak kente sunulmaktadır.

4.2. Ankara İli İçin Tahmin Edilen Nüfus Ve Su İhtiyaçları

Ankara'nın 2050 yılı itibariyle öngörülen nüfus ve buna paralel olarak su ihtiyacı tahmini Çizelge 4.2.1.'de gösterilmiştir (34).

Çizelge 4.2.1. Ankara'nın 2000-2050 Yılları Arasındaki Nüfus ve Su İhtiyaçları (34)

Yıl	Nüfus	Brüt Su Tüketimi litre/kışı/gün	Brüt Su İhtiyacı 10^6m^3
2000	3169000	280.9	324.89
2010	3878000	310.7	439.74
2020	4696000	322.7	553.27
2030	5569000	341.3	693.65
2040	6369000	363.8	845.60
2050	6999000	386.3	986.73

Çizelge 4.2.2. Ankara'nın 1927- 1997 Yılları Arasındaki Nüfus Artışı (34)

Yıl	İl Toplamı		Kent Toplamı	
	x 1000	%	x 1000	%
1927	405		74	
1935	534	3,47	122	6,23
1940	603	2,43	157	4,96
1945	696	3,29	227	7,31
1950	820	6,26	288	4,83
1955	1121	3,29	451	8,94
1960	1321	4,37	650	6,89
1965	1644	4,33	905	6,63
1970	2042	4,72	1236	6,22
1975	2585	1,98	1701	6,38
1980	2855	2,94	1878	1,96
1985	2910	2,13	2252	3,63
1990	3237	2,24	2584	1,43
1997	3694	1,86	2984	2,02

1927-1990 yılları arasındaki 63 yıllık süre içinde Türkiye'nin toplam nüfusu 4 kat arttığı halde Ankara kent nüfusu 10 kat artmıştır (Çizelge 4.2.2.). Ankara İli toplamı 8 kat arttığı halde kent nüfusu 30 kat artmıştır. Dolayısıyla Ankara ülke nüfus artışına kıyasla hızlı nüfus artışına sahiptir. 1975 yılından itibaren nüfus artış hızının %2.5'in altına düşmüş olması gerçeği dikkate alınarak 2000'li yılların ilk çeyreğinde %2'nin biraz altında ve kırsal/kentsel nüfus dağılım oranının %30-%70 veya %25-%75 civarında olması beklenmektedir. Buna göre mevcut ve geliştirilecek su kaynakları aşağıda verilmiştir.

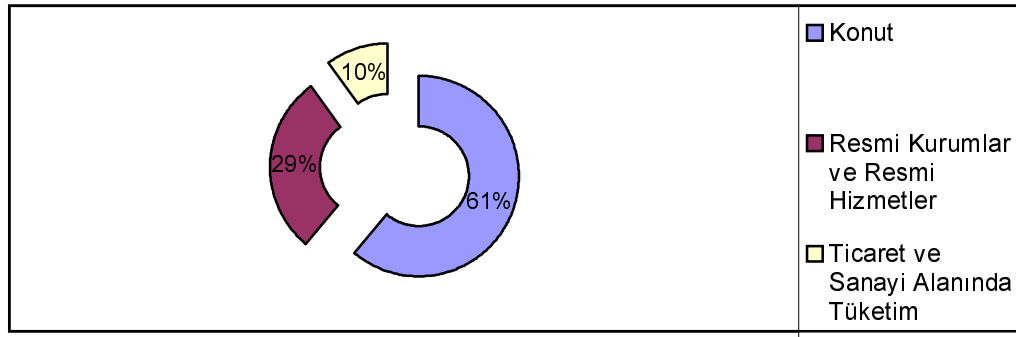
Çizelge 4.2.3. Ankara'nın Su İhtiyacını Karşılamanın Mevcut Kaynaklar Ve Kapasiteleri (33)

Kaynağın Adı	Mevcut Kapasite 10 ⁶ m ³ /yıl	2004-2005 Yılında Kapasite 10 ⁶ m ³ /yıl	2027 Yılında Kapasite 10 ⁶ m ³ /yıl
Yer altı Suları ve Pınarlar	22	0	0
Çubuk II Barajı	20	20	20
Kayaş-Bayındır Barajı	7	7	7
Kurtboğazi Barajı	67	55	55
Eğrekkaya Barajı	90	90	90
Akyar Barajı	49	49	49
Çamlıdere Barajı	150	150	150
Kavşakkaya Barajı	0	50	50
Gerede Sistemi	0	188	295
Toplam Kapasite	405	609	716

Sonuç olarak; Ankara'nın 2002-2027 yılları arasındaki su ihtiyacı Gerede Sisteminden, 2028-2050 yılları arasındaki su ihtiyacı ise Kızılırmak sisteminden karşılanacaktır. Bu yeni kaynakların işletmeye alınmaları durumunda, işletme dışı bırakılması öngörülen yer altı suyu kuyuları ve tesisleri ile Çubuk-I Barajı'nın yedek olarak ileride kullanılmak üzere aynen muhafazası ile Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği esaslarına göre korunmaları gerekliliği öngörülmüştür.

4.3. Ankara'da Su Tüketimi

Ankara'da su tüketimi konutlarda %61, ticaret ve sanayi alanındaki su tüketimi %10, resmi kurumlar ve resmi hizmetlerdeki su tüketimi ise %29'dur. Şekil 3.2.8.'de Ankara'da su tüketimi değerleri gösterilmiştir. Çizelge 4.3.1.'de 1995-2025 yılları arasında Ankara'nın artan nüfusuna paralel olarak su tüketim değerleri verilmiştir



Şekil 4.3.1. Ankara'da Su Tüketimi Değerleri (34)

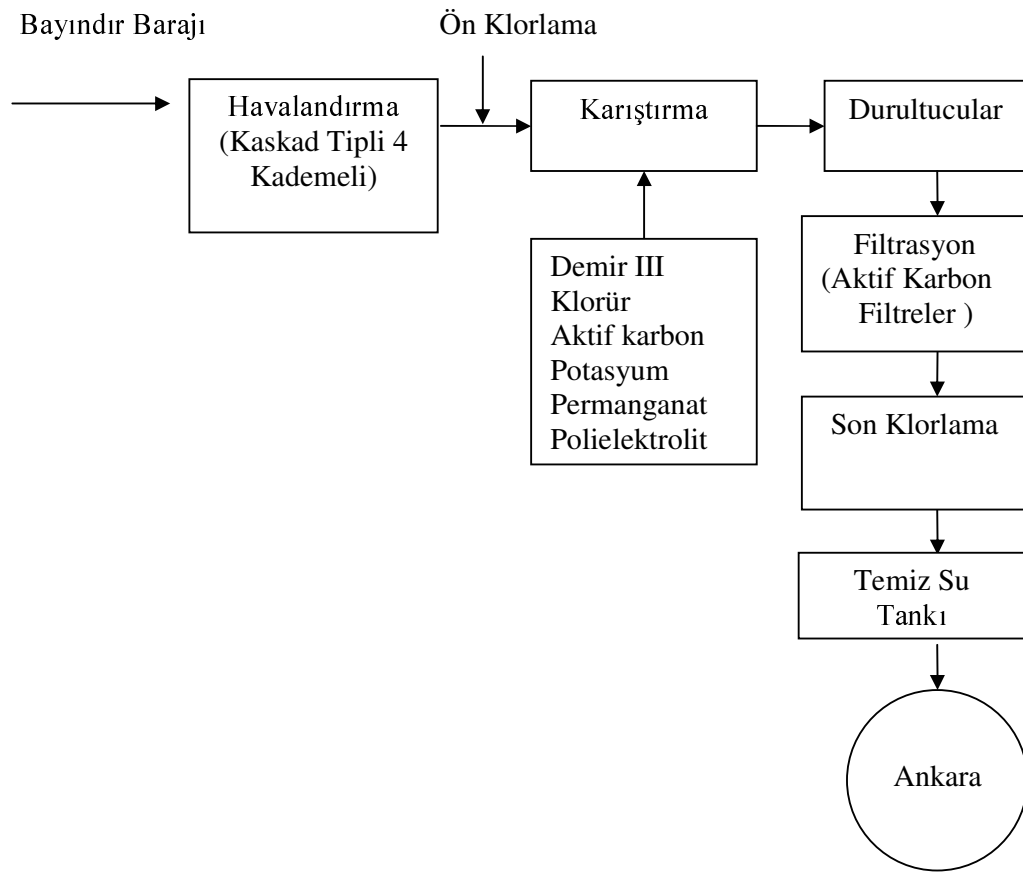
Çizelge 4.3.1. Su tüketimi ve Talebi (35)

Yıl	Nüfus	Kişi Başına Günlük Net Su Talebi			
		Evsel(1/ki.gün)	Sanayi	Kurum	Toplam
1995	2840000	106	15	48	189
2000	3575433	111	16	48	175
2005	4429398	117	17	48	182
2010	5487327	123	18	48	189
2015	6137206	129	18	48	195
2020	3864053	136	19	48	203
2025	7676982	136	19	48	203

4.4. İçme Suyu Arıtma Sisteminin Alternatifi ve Maliyeti

Bu çalışmada, Mamak Bölgesi ve civarına içme ve kullanma suyu sağlayan Bayındır İçme Suyu Arıtma Tesisini baz alarak, alternatif içme suyu arıtma sistemi teşkil edilmiştir. Su arıtma sürecinin akım şeması aşağıda gösterilmiştir:

Şekil 4.4.1. Alternatif İçme Suyu Arıtma Tesisi Akım Şeması



4.5. Arıtma Tesisi Boyutlandırılması:

Çizelge 4.5.1. Mamak İlçesi Yıllara Göre Nüfus Sayım Sonuçları

YIL	1985	1990	2000
NÜFUS	379.460	410.359	430.606

İller Bankası Yöntemine Göre;

$$\text{Ç} = \left\{ \frac{N_y}{N_e} \right\}^{1/t} \times 100$$

$$N_t = N_y \times (1 + \text{Ç})^t$$

N_e = Beldenin eski nüfus sayımları

N_y = Beldenin yeni nüfus sayımı

N_t = Beldenin t yıl sonraki nüfusu

Ç = Çoğalma katsayısı

T = İki nüfus sayımı arasındaki yıl

2000 yılı nüfus sayımı baz alınır; çoğalma katsayısı $\text{Ç} = \%1,0$ bulunur.

$$N_{2002} = 430.606 \times (1 + 0,01)^{(2002-2000)} = 439.261 \text{ kişi}$$

$$N_{2005} = 439.261 \times (1 + 0,01)^{(2005-2002)} = 452.571 \text{ kişi}$$

$$N_{2010} = 452.571 \times (1 + 0,01)^{(2010-2005)} = 475.656 \text{ kişi}$$

$$N_{2015} = 475.656 \times (1 + 0,01)^{(2015-2010)} = 499.919 \text{ kişi}$$

$$N_{2020} = 499.919 \times (1 + 0,01)^{(2020-2015)} = 525.419 \text{ kişi}$$

$$N_{2025} = 525.419 \times (1 + 0,01)^{(2025-2020)} = 552.220 \text{ kişi}$$

$$N_{2030} = 552.220 \times (1 + 0,01)^{(2030-2025)} = 580.388 \text{ kişi}$$

$$N_{2035} = 580.388 \times (1 + 0,01)^{(2035-2030)} = 609.993 \text{ kişi}$$

$$N_{2040} = 609.993 \times (1 + 0,01)^{(2040-2035)} = 641.108 \text{ kişi}$$

Çizelge 4.5.2. Mamak İlçesi İçme Suyu İhtiyacı

PROJE KADEME	YIL	NÜFUS	q (lt/N/g)	Qşebeke (lt/s)	Qmax (lt/s)	Q (m ³ /s)
	2002	439.261	180	915,12	1372,69	1,37
	2005	452.571	180	942,85	1414,28	1,41
	2010	475.656	180	990,95	1486,28	1,48
I. Kademe	2015	499.919	180	1041,49	1562,24	1,57
	2020	525.419	180	1094,62	1641,93	1,64
	2025	552.220	180	1150,45	1725,68	1,72
	2030	580.388	180	1209,14	1813,71	1,81
	2035	609.993	180	1270,81	1906,22	1,90
II. Kademe	2040	641.108	180	1335,64	2003,46	2,00

Arıtma Tesisi için yukarıda yapılan hesaplamalar sonucu;

2015 yılı için dizayn kapasitesi $1,57 \text{ m}^3/\text{s} = 135.648 \text{ m}^3/\text{gün}$ olacaktır.

2040 yılı için dizayn kapasitesi $2,0 \text{ m}^3/\text{s} = 271.296 \text{ m}^3/\text{gün}$ olacaktır.

Baraj ile içme suyu deposu arasındaki hattan arıtma tesisine bağlanan $\varnothing 1400 \text{ mm}$ 'lik hat üzerine, tesise girecek debiyi ölçmek için bir debimetre konulacaktır. Ham su, debimetreden geçtikten sonra, havalandırma ünitesi içerisindeki giriş yapısına gelecektir (36,37).

Havalandırma Ünitesi

Havalandırma ünitesi mevcut arıtma sisteminde olmayıp, alternatif arıtma sisteminde teşkil edilmiştir. Havalandırma tesisi kaskad tipi bir havalandırma ünitesi şeklinde projelendirilecektir (38). Kaskad havalandırıcılarda oksijen transferi aşağıda verilen formülle ifade edilmiştir (13) :

$$C_n = C_s - (C_s - C_o) (1 - K_n)^n \quad K = 0,45 \times (1 + 0,046 \times T) \times h$$

$$C_o = \text{Hamsuyun ilk çözünmüş oksijen konsantrasyonu (6 gr/m}^3\text{)}$$

$$C_s = \text{Oksijen doygunluk değeri (10 °C 'de 10 gr/m}^3\text{)}$$

$$K = \text{Verim sabiti}$$

$$T = \text{Sıcaklık}$$

$$h = \text{Düşüm yüksekliği}$$

$$n = \text{Kademe sayısı}$$

$$K_n = \text{Her kademenin verim sabiti (} K_n = K / n \text{)}$$

$$C_n = \text{n. Kademedeki sonraki çözünmüş oksijen konsantrasyonu}$$

1 Kademeli Havalandırma :

$$h = 2 / 1 = 2,0 \text{ m için} \quad K.C_s = 7,5 \text{ gr/m}^3 \text{ O}_2 \quad K = 0,75$$

$n= 1$ kademe $K_n= 0,75/1= 0,75$

$$C_n= C_s - (C_s - C_o) (1 - K_n)^n = 10 - (10 - 6) (1 - 0,75)^1 = 9,0 \text{ gr/m}^3$$

2 Kademeli Havalandırma:

$$h= 2,0/2= 1,0 \text{ m için} \quad K.C_s= 5,6 \text{ gr/m}^3 \text{ O}_2 \quad K= 0,56$$

$$C_n= C_s - (C_s - C_o) (1 - K_n)^n = 10 - (10 - 6) (1 - 0,56)^2 = 9,23 \text{ gr/m}^3$$

3 Kademeli Havalandırma:

$$h= 2,0/ 3= 0,67 \text{ m için} \quad K.C_s= 4,2 \text{ gr/m}^3 \text{ O}_2 \quad K= 0,42$$

$$C_n= C_s - (C_s - C_o) (1 - K_n)^n = 10 - (10 - 6) (1 - 0,42)^3 = 9,22 \text{ gr/m}^3$$

4 Kademeli Havalandırma:

$$h= 2,0/4= 0,5 \text{ m için} \quad K.C_s= 3,7 \text{ gr/m}^3 \text{ O}_2 \quad K= 0,37$$

$$C_n= C_s - (C_s - C_o) (1 - K_n)^n = 10 - (10 - 6) (1 - 0,37)^4 = 9,37 \text{ gr/m}^3$$

5 Kademeli Havalandırma:

$$h= 2,0/5= 0,4 \text{ m için} \quad K.C_s= 3,0 \text{ gr/m}^3 \text{ O}_2 \quad K= 0,30$$

$$C_n= C_s - (C_s - C_o) (1 - K_n)^n = 10 - (10 - 6) (1 - 0,30)^5 = 9,32 \text{ gr/m}^3$$

Verimlilik açısından 4 kademeli kaskad havalandırma uygun olacaktır.

Ön Klorlama ve Koagülant Maddeler

Ön klorlama işlemi, mevcut arıtma sisteminde olmayıp, alternatif arıtma sisteminde uygulanacaktır. Alglerin giderilmesi ve ilk dezenfeksiyonu sağlamak için ön klorlama yapılacaktır. Ön klorlama işlemi, trihalometan oluşumuna bağlı olarak

sürekli veya şoklama şeklinde olacaktır. Klor gaz halinde olduğu için su içerisinde çözülüp dozlamaya yapılacaktır. Suda çözünen klor pompalarla basılacaktır. Sülfürik asit ile pH ayarlaması yapılacaktır. Koagülant madde olarak kullanılacak olan demir III klorür, hızlı karıştırma ünitesi içerisindeki giriş yapısına verilerek burada homojen bir karışım oluşturması ve sonucunda sudaki askıda katı maddelerin mikrofloklar oluşturması sağlanacaktır. Polielektrolit, oluşan flokların büyütülmesi ve yumaklama işleminin hızlanması için, suyun koku ve tat problemini ortadan kaldırmak için aktif karbon, manganez giderimi için potasyum permanganat dozlanacaktır.

Hızlı Karıştırma Tesisi

Hızlı karıştırma bir ünite şeklinde olacaktır. Hızlı karıştırma odalarının projelendirilmesinde hız gradyanı ve bekleme süresi dikkate alınır (13). Karıştırıcılar pervane tipi seçilecektir. Mekanik karıştırıcılar için karıştırma odasında bekleme süresi $t=30\sim60$ s, hız gradyanı ise $G=300\sim1000$ s^{-1} arasında alınmaktadır.

Koagülant tank sayısı : 1 adet

Bekletme süresi: 50 s

Sabit su yüksekliği (h): 5 m

Hızlı karıştırıcı sayısı: 1 adet

Sabit hız gradyanı (G) :500 s^{-1}

$Q= 1,57$ m^3/s

$V_{su} \cong 1,57$ $m^3/s \times 50$ s $\cong 80$ m^3

$A_{su} \cong 80$ $m^3 / 5$ m = 16 m^2

Ünite ebatları kare olacak $\cong 4$ m

Hızlı Karıştırma Giriş Borusu Hesabı:

$Q= 1,57$ m^3/s

$$D = \text{Ø}1400 \text{ mm için } Q = V \times A = V \times \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow V = 1,03 \text{ m/s}$$

Karıştırıcı Motorlar İçin Güç Hesapları:

Gerekli Güç $N = G^2 \times \mu \times V$ formülü ile belirtilmiştir (13).

G = Hız gradyanı

μ = Viskozite

V = Hacim

$$N = 500^2 \times 1,04 \times 10^{-3} \times 80 = 20.800 \text{ Watt}$$

$$\text{Motor gücü, verimin } 0,8 \text{ kabulü ile ; } N_m = 20800 / (0,8 \times 1000) = 26 \text{ kW}$$

Yavaş Karıştırıcılar

Her durultucu için iki bölmeli flokülasyon tankı yapılacaktır. Bu bölümde de hız gradyanı ve bekleme süresi önemlidir. İlk bölmedeki hız gradyanı $60-100 \text{ s}^{-1}$ ikinci bölmede ise $40-50 \text{ s}^{-1}$ arası seçilecektir. Bekleme süresi ise $t = 15-45$ dakika arasında olacaktır (13). Her bölmedeki hız gradyanı değişik bir değer alınır. Oluşacak yumakların kırılmaması için hız gradyanı değeri düşürülecektir.

Flokülasyon Tankının Boyutlandırılması

$$1 \text{ Flokülasyona gelecek debi} = 1,57 \text{ m}^3/\text{s} / 3 \cong 0,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Bekletme süresi} = 17 \text{ dakika} = 1020 \text{ s}$$

$$\text{Flokülasyon tankı hacmi} = 0,52 \text{ m}^3/\text{s} \times 1020 \text{ s} = 550,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Tankın uzunluğu} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Tankın su yüksekliği} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Tankın genişliği} = 550,8 \text{ m}^3 / (16 \text{ m} \times 5 \text{ m}) \cong 7 \text{ m}$$

Buna göre tankın gerçek hacmi = $16 \times 5 \times 7 = 560 \text{ m}^3$

Tankın her bölmesinin hacmi = $560/2 = 280 \text{ m}^3$

Buna göre gerçek bekleme süresi = $560 \text{ m}^3 / 0,52 \text{ m}^3/\text{s} = 1,037 \text{ s} = 17,28 \text{ dakika}$

Durultucular

$Q = 1,57 \text{ m}^3/\text{sn} = 5652 \text{ m}^3/\text{saat} = 135.648 \text{ m}^3/\text{gün}$

$S_{o(\max)} = 7,7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{saat}$

$A = 5652 \text{ m}^3/\text{saat} / 7,7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{saat} = 734 \text{ m}^2$

$A_{\text{Toplam}} = 3 \times 734 = 2202 \text{ m}^2$

Çamur Üretiminin Hesabı

Askıda katı madde miktarının (AKM) mevsimsel değişiklikler göstermesi ve barajdan sonra arıtmaya gelecek askıda katı maddenin ortalamaya yakın geleceği düşünülmüş ve $100 \text{ mg}/\text{lt}$ 'lik ortalama değer kabul edilmiştir.

$Q_{(\text{arıtma max debisi})} = 135.648 \text{ m}^3/\text{gün}$

Ham sudaki AKM = $100 \text{ mg}/\text{lt} = 100 \text{ gr}/\text{m}^3$

Durultucuların sabit giderim verimleri yaklaşık % 98 alınır ;

Toplam Çamur Üretimi = $100 \text{ gr}/\text{m}^3 \times 135.648 \text{ m}^3/\text{gün} \times 0,98 \cong 13.294 \text{ kg AKM}/\text{gün}$

Filtre Tesisi

Tesiste inşa edilecek filtreler için mevcut sistemden farklı olarak, dolgu maddesi aktif karbon kullanılacaktır. Aktif karbon filtreler insan müdahalesine gerek duymaksızın tam otomatik olarak çalışır. Günde 20 dakika süreyle otomatik ters yıkama işlemini yapan aktif karbon filtreler bu şekilde kendisini yeniler. Filtre gövdeleri, özel karışımli fiberglass dokudandır. Aktif karbon filtrelerde, suyun filtre içerisinde geçerken açtığı yollar, ters yıkama esnasında dağıtılarak filtre yatağına homojenlik kazandırılır.

Organik madde ve serbest klor miktarına göre filtrasyon hızı $V_{o\ max} = 15\ m^3/m^2.saat$ kabul edilmiştir.

$$Q = 1,57\ m^3/s = 5652\ m^3/saat$$

$$A = 5652\ m^3/saat / 15\ m^3/m^2.saat = 376,8\ m^2$$

Klor Temas Tankı

Son klorlama klor temas tankının giriş borusunun hemen önüne yapılacaktır. Klor Temas tankı $135.648\ m^3 / gün'lük$ bir debiyle 20 dakika bekletme süresini sağlayacaktır. Temas tankında, tanklara özgü olan yüksek dereceli akımı sağlamak için bölmeli duvarlar olacaktır.

Tank sayısı: 1

Bölme sayısı: 1

T bekleme süresi: 20 dakika

$$Debi: 1,57\ m^3 / s = 94,2\ m^3 / dakika$$

$$Su\ hacmi = 94,2 \times 20 = 1.884\ m^3$$

Su yüksekliği = 3 m

Tank alanı = 628 m²

Genişlik= 15,7m

Uzunluk= 40 m

Çamur Koyulaştırma Tankları

Çamur koyulaştırma tankı, sabit bir köprü ve dönen bir sıyırıcıdan oluşacaktır. Çamur tankı ortasından beslenmektedir. Üstte yüzen su, pompalar tarafından hızlı karıştırma ünitesine pompalanmaktadır.

Kuru katı madde içeriği tanka girişte yaklaşık % 2 , özgül ağırlık 1000 kg/m³ olarak alındığında;

Çamur debisi= 13.294 kg AKM/ gün/ (0,02 x 1000 kg/m³) = 664,7 m³ /gün

AKM = Askıda katı madde

Kuru katı madde içeriği tanktan çıkışta yaklaşık % 3,5 ve özgül ağırlık= 1010kg/m³ olarak alındığında;

Çamur debisi= 13.294 kg AKM/ gün/ (0,035 x 1010kg/m³) = 376 m³ /gün bulunur.

Süzüntü suyu debisi= 664,7 m³ /gün - 376 m³ /gün = 288,7 m³ /gün

Yoğunlaştırıcı üst suyu pompası:

Pompa sayısı = 2 asıl + 1 yedek

Pompa tipi = güneş enerjisiyle çalışan Dalgıç pompa

Süzüntü suyu debisi = 288,7 m³ /gün

Pompa debisi = 288,7 m³ /gün / 24 saat = 12 m³ / saat

Seçilen pompa kapasitesi= 10 m³ / saat

Çamur yoğunlaştırıcıdan gelen çamur için çamur lagünü 3 aylık bir depolama ihtiyacını karşılayacak şekilde iki adet olacaktır.

3 aylık birikecek toplam çamur miktarı= $376 \text{ m}^3 / \text{gün} \times 30 \text{ gün} \times 3 \text{ ay} = 33.840 \text{ m}^3$

Çamurlu su derinliği yaklaşık 3,5 m alınırsa gerekli lagün alanı :

$A = 33.840 \text{ m}^3 / 3,5 = 9.668 \text{ m}^2$ (2 lagün için toplam hacim)

1 adet lagün için boyutlar ; $A = 9.668 \text{ m}^2 / 2 = 4.834 \text{ m}^2$

Her bir lagünün boyutları:

$L = 95 \text{ m}$

$W = 50,9 \text{ m}$

Çizelge 4.5.7.'de Alternatif İçme Suyu Arıtma Projesi Üniteleri ve 2005 Yılı İnşaat Maliyetleri verilmiştir. Maliyet hesaplamalarına işletme giderleri eklenmemiştir (39,40).

Çizelge 4.5.7. Alternatif İçme Suyu Arıtma Projesi Üniteleri ve 2005 Yılı İnşaat Maliyetleri (39,40)

NO	ARITMA ÜNİTELERİ	TUTARI (TL)
1	İsale Hattı-Arıtma Tesisi ve İletim Boru ve Ekipmanı	414.050.000.000
2	Havalandırma Binasından Klor Temas Tankına Hat	604.823.000.000
3	Havalandırma Yapısı	159.753.900.000
4	Hızlı Karıştırma	58.023.000.000
5	Durultucular	454.980.000.000
6	Filtreler	960.397.300.000
7	Klor Binası	266.243.600.000
8	Klor Temas Tankı	147.588.900.000
9	Kimya Binası	87.673.400.000
10	Çamur Yoğunlaştırma	70.652.600.000
11	Filtre Binası	339.089.000.000
12	Sıhhi Tesisat	7.650.800.000
13	Kalorifer Tesisatı	41.741.450.000
14	Müşterek Tesisat	84.914.200.000
15	Havalandırma Tesisatı	2.736.350.000
16	Otomatik Kontrol	6.075.000.000
17	Brülör Tesisatı	9.513.000.000
	Genel Toplam	3.715.905.500.000 TL

4.6. İvedik Su Arıtma Tesislerindeki Suyun Kalitesi ve ASKİ Laboratuvarları

İvedik Su Arıtma Tesisleri Laboratuvarında barajlardan gelen ham sudan başlayarak arıtılan suyun şehir şebekesine iletilmesi kademeleri arasında, yapılan bütün arıtma işlemleri her gün rutin olarak kontrol edilir ve suyun arıtılmasında optimum çalışma şartlarının sağlanması için tesise düzenli olarak bilgi verilir.

ASKİ'nin laboratuvarlarında TS 266 standartlarınca öngörülen analiz metodları kullanılarak su numuneleri kontrol edilmekte ve sonuçlara göre önlemler alınmaktadır. ASKİ laboratuvarı: Temiz su, Atık su ve Bakteriyojji laboratuvarlarından oluşur.

İvedik Su Arıtma Tesisleri Laboratuvarında bulanıklık (NTU), pH, bakiye klor, alüminyum (Al^{+3}), sertlik ($^{\circ}FS$), alkalinite ($CaCO_3$), nitrit, amonyak, iletkenlik, organik madde ve bakteriyolojik analizler günlük olarak yapılmaktadır.

ASKİ laboratuvarlarında TS 266 İçme Suyu Standartlarında verilen parametrelerin kontrol edildiği, TS 266'nın ise WHO, EPA ve EC içme suyu standartlarıyla karşılaştırıldığında eksiklikleri olduğu bilinmektedir. ASKİ laboratuvarlarında WHO, EPA ve EC içme suyu standartlarıyla belirtilen kalite parametrelerinden koku eşik değeri, toksik maddeler (toksafen, endrin, lindan, metoksiklor, klorofoksi, stronsiyum 90, tritium), gümüş değeri parametrelerinin analize tabi tutulmadığı görülmüştür. ASKİ laboratuvarları yetersiz kalmaktadır. Laboratuvarlarda yapılan analizlerin güncelleştirilmesi ve geliştirilmesi gereklidir. Çizelge 4.6.1.'de İvedik Su Arıtma Tesislerinde çıkan suyun kalitesi ile Dünya Sağlık Teşkilatı kalite parametrelerinin karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 4.6.1. İvedik Su Arıtma Tesislerinde çıkan suyun kalitesi ile Dünya Sağlık Teşkilatı kalite parametrelerinin karşılaştırılması

Kalite Parametreleri	İvedik Su Arıtma Tesisleri	Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO)
Renk (Pt-Co)	5	5
Tad	Lezzetli	Lezzetli
Koku	Kokusuz	Kokusuz
pH	6,3-7,6	7-8,5
Bulanıklık (NTU)	0,3-1,0	5,0
Demir (Fe, mg/l)	0,1	0,1
Mangan (Mn, mg/l)	0,05	0,05
Sertlik (FS°)	8,3-12,5	10
Bakteri (Koliform)	Yok	Yok

Çizelge 4.6.1.'den görüleceği gibi Ankara İvedik Su Arıtma Tesislerinde fiziksel ve kimyasal yollarla arıtılan ham suyun kalitesi, Dünya Sağlık Teşkilatınca öngörülen ideal içme suyu standartlarına eşdeğer olup, bütün kimyasal parametreler yine Dünya Sağlık Teşkilatınca içme suları için müsaade edilen değerlerin çok altındadır.

4.7. İvedik Su Arıtma Tesisine Giriş ve Çıkış Suyu Kalitesi

Ankara su kaynaklarından İvedik su arıtma tesislerine gelen ham suyun ve arıtmadan çıkan suyun ASKİ laboratuvarlarında ölçülmüş fiziksel ve fizikokimyasal kalite parametreleri (Çizelge 4.7.1), kimyasal parametreleri (Çizelge 4.7.2), kirlenme parametreleri (Çizelge 4.7.3), metalik ve diğer parametreler (Çizelge 4.7.4) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.7.1. Fiziksel /Fizikokimyasal parametreler

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER					
PARAMETRE	GİRİS	ÇIKIS	PARAMETRE	GİRİS	ÇIKIS
BULANIKLIK (NTU)	5,0	0,3	RENK(Pt-Co) Birimi	<5	<5
İLETKENLİK (µmhos/cm)	251	267	A.K.M (105°C,mg/l)	5,6	<5
pH	7,77	7,08	T.Ç.M (180°C,mg/l)	150	166

Çizelge 4.7.2. Kimyasal Parametreler

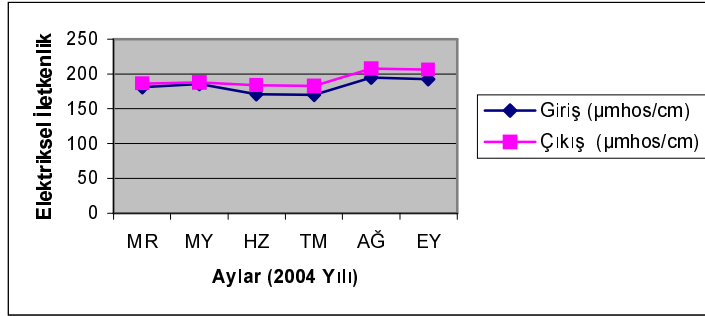
KİMYASAL PARAMETRELER									
PARA METRE	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l	PARA METRE	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	7,5	8,3	0,32	0,36	Karbonat (CO ₃ ²⁻)	<10	<10	-	
Potasyum	3,1	3,3	0,079	0,08	Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	104	89	1,7	1,46
Kalsiyum	22,8	24,0	1,14	1,2	Klorür (Cl ⁻)	6	8	0,16	0,22
Magnezyum	6,32	5,83	0,519	0,48	Sülfat (SO ₄ ²⁻)	15	20	0,31	0,41
Lityum	<0,1	<0,1			Nitrat	1,18	1,0	0,02	0,016
Baryum	<0,05	<0,05			Florür	<0,1	<0,1		
Top Sertlik (°FS)	8,3	8,4			SiO ₂	18,6	17,6		
					Toplam Alk.	85	73	1,7	1,46

Çizelge 4.7.3. Kirlenme Parametreleri

KİRLENME PARAMETRELERİ					
PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış	PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış
Amonyum Azotu	0,10	<0,05	Org. Madde (KmnO ₄)	3,8	2,2
Nitrit azotu	0,004	<0,002	COD	6,2	<5
Nitrat azotu	<0,5	<0,5	BOD ₅	<5	<5
Org. Azot	7,54	5,77	TOC	8,94	2,42
Kjeldahl Azotu	7,64	5,77	TC	23,89	16,07
Toplam Fosfat	0,08	<0,02	TIC	14,95	13,65
Bor	<0,05	<0,05	Deterjan	<0,1	<0,01

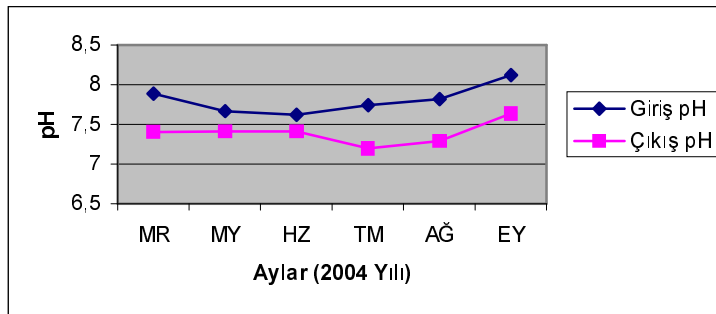
Çizelge 4.7.4. Metalik ve Diğer Parametreler

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER					
PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış	PARAMETRE (mg/l)	Giriş	Çıkış
Demir	0,25	<0,05	Mangan	<0,05	<0,05
Alüminyum	0,11	<0,05	Bakir	<0,05	<0,05
Arsenik	<0,01	<0,01	Kurşun	<0,05	<0,05
Civa	<0,01	<0,01	Kadmium	<0,05	<0,05
Antimon	<0,01	<0,01	Çinko	0,06	<0,05
Selenyum	<0,01	<0,01	Nikel	<0,05	<0,05
Kalay	<0,01	<0,01	Kobalt	<0,05	<0,05
Krom	<0,02	<0,02	Toplam Krom	<0,05	<0,05



Şekil 4.7.1. İvedik Arıtma Tesisi Elektriksel İletkenlik Değerleri

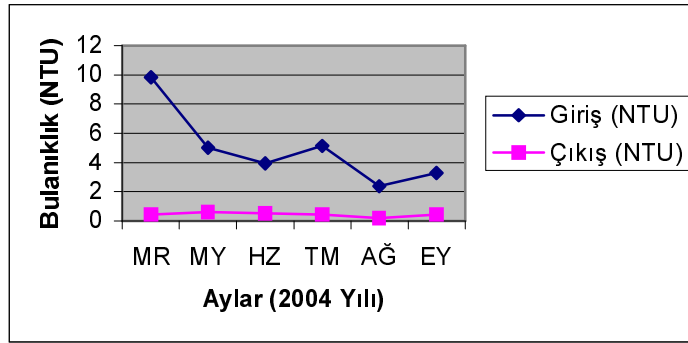
Suyun iletkenlik özelliği içerdiği iyonlara bağlıdır. İçinde iyon bulunmayan sular elektriği az iletmektedir. Elektriksel iletkenliğin çıkış suyunda yüksek olmasının nedeni, arıtma esnasında suya katılan kimyasal maddeler nedeniyle sudaki iyon derişiminin artması dolayısıyla çözünmüş tuz konsantrasyonunun artmasıdır. Ayrıca Ağustos ayında görüldüğü üzere suyun sıcaklığının da iletkenlik üzerine etkisi vardır. Sıcaklık arttıkça, sudaki iyon derişimi artmış ve elektriksel iletkenlikte artmıştır. Ayrıca su kaynağına kanalizasyon, endüstriyel atıklar veya sulama sularının deşarjıda elektriksel iletkenliği arttırmaktadır. Giriş suyunda iletkenlik değerlerinin fazla oluşunun nedenlerinden biride su kaynağındaki kirlenme olabilir. İçme sularında elektriksel iletkenlik değerleri 2000 µmhos/cm olabilir (25). İvedik Arıtma Tesisinde 2004 yılında 6 ay süreyle ölçülen giriş ve çıkış suyu iletkenlik değerleri içme suyu standartlarına uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.7.2. İvedik Arıtma Tesisi pH Değerleri

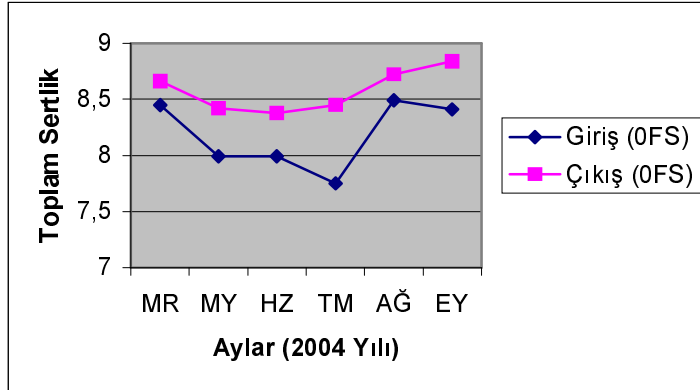
Suda pH değerini belirleyen en önemli etken, $CO_2 / HCO_3 / CO_3$ dengesidir. Yüksek oranda sertlik içeren sularda karbonat ve bikarbonat iyonları nedeniyle pH yüksek olabilmektedir. Şekil 4.7.2.'de görüleceği üzere giriş suyunda pH değeri 8,3 değerinin

üzerindedir, bu durum suda karbonatın olduğunu göstermektedir. Giriş suyu, sert bir niteliktedir. Çıkış suyunda pH değerinin düştüğü görülmektedir. Arıtmada suya katılan koagülanların tuzları pH'yı düşürücü etki yapmaktadır. Ayrıca suyun iyonlar çarpımı sıcaklıkla değiştiğinden pH değeri de sıcaklıkla paralel değişmiştir. Doğal suların biyolojik ve kimyasal sistemlerinde önemli bir faktör olan pH'ın sucul yaşam için gerekli optimum sınırları 8,5- 9,0 arasındadır (16). Diğer taraftan içme suyu standartları açısından pH değeri 6,5-8,5 arasında olmalıdır. İvedik Arıtma Tesisi giriş suyunda pH değerleri yüksekken arıtma çıkışında bu değerler düşüş göstermekte ve içme suyu standartlarına uygun çıkmaktadır.



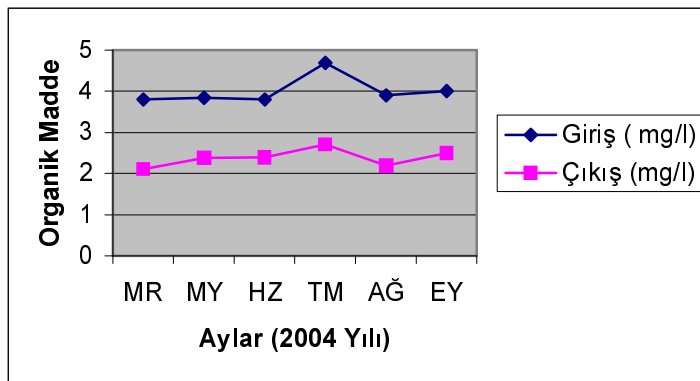
Şekil 4.7.3. İvedik Arıtma Tesisi Bulanıklık (NTU) Değerleri

Suyun bulanıklığı içinde asılı ve koloidal durumda bulunan organik maddelerden ileri gelmektedir. Berrak sular asılı halde hiçbir madde ihtiva etmezler. Şekil 4.7.3.'te görüleceği üzere giriş suyunda bulanıklık fazladır bu da suyun suyun dış kaynaklardan kirlenme ihtimalini gösterir. Özellikle yağışlı aylardan sonra bulanıklık miktarı artmıştır. Arıtma tesisi girişinde bulanıklık değerleri yüksekken arıtma tesisi çıkışında bu değerlerde oldukça fazla bir düşüş gözlemiştir. Arıtma tesisinde filtrasyonla ya da çöktürme ile bulanıklık giderimi sağlanmıştır. İçme ve kullanma suları için bulanıklık değerinin TS 266 ve WHO Standartlarına göre 25 birimi aşmaması gerekir. Şekil 4.7.3.'te arıtma tesisi çıkış suyu bulanıklık değerlerinin standartlarda verilen sınır değerlerin altında çıktığı görülmektedir.



Şekil 4.7.4. İvedik Arıtma Tesisi Toplam Sertlik ($^{\circ}$ FS) Değerleri

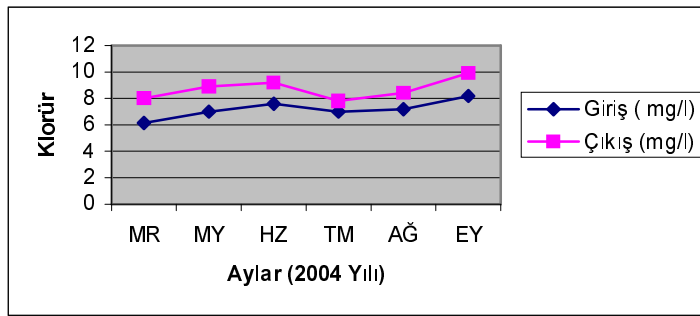
Sertlik suyun içinde bulunan +2 değerlikli kalsiyum, magnezyum iyonlarından ileri gelmektedir. Şekil 4.7.4.'te toplam sertlik değerine bakılmıştır. Bu ise geçici ve kalıcı sertliğin toplamını ifade eder. Çıkış suyunda sertliğin yüksek çıkmasının nedeni, suya katılan pıhtılaştırıcılardan dolayıdır. Giriş suyuyla karşılaştırıldığında çıkış suyunda sertliğin düşmesi beklenirken bu değer artmıştır. Arıtmanın sertliği gidermede etkili olmadığı anlaşılmaktadır. Türkiye'de Fransız sertlik derecesi kullanılmakta olup, 7-14 $^{\circ}$ FS arasındaki sular yumuşak-tatlı sular olarak nitelendirilir. 2004 yılı ölçümlerine göre arıtma tesisi çıkış suyunda toplam sertlik değerleri 8,3-8,7 $^{\circ}$ FS arasında olup, arıtılan su yumuşak-tatlı su sınıfına girmektedir.



Şekil 4.7.5. İvedik Arıtma Tesisi Organik Madde (mg/l) Değerleri

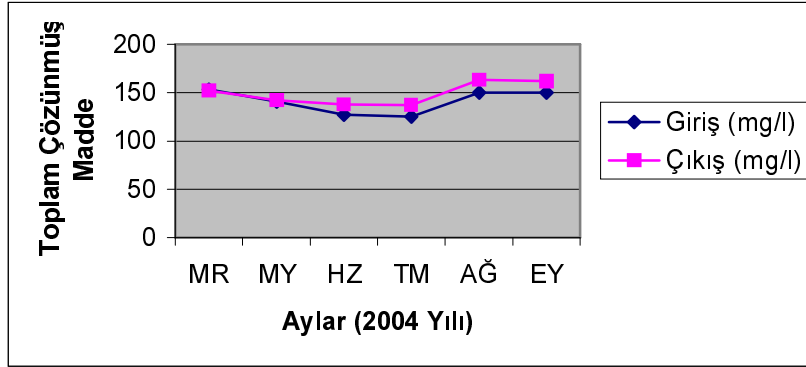
Organik madde miktarının artması suda kirlilik olduğuna işaret eder. Giriş suyunda organik madde miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Organik maddeler suda bitki ve hayvan kalıntılarının bozunmasıyla oluşmaktadır. Ayrıca endüstriyel ve tarımsal

kullanımlar sonucunda da suya karışmaktadır. Suya sarı veya kahverengi renk verdikleri için suda organik madde istenmeyen bir durumdur. Arıtma tesisi giriş suyunda organik madde miktarı fazlayken arıtma tesisi çıkış suyunda bu değer 3 mg/l 'nin altında çıktığı görülmüştür. TS 266 'ya göre içme sularında organik madde miktarı 3,5 mg/l'den az olmalıdır. Çıkış suyunda bu değer arıtma sonucu standartlara uygun hale gelmiş ve düşüş göstermiştir. Arıtma tesisi çıkışında suda herhangi bir kirlilik unsuru bulunmamaktadır.



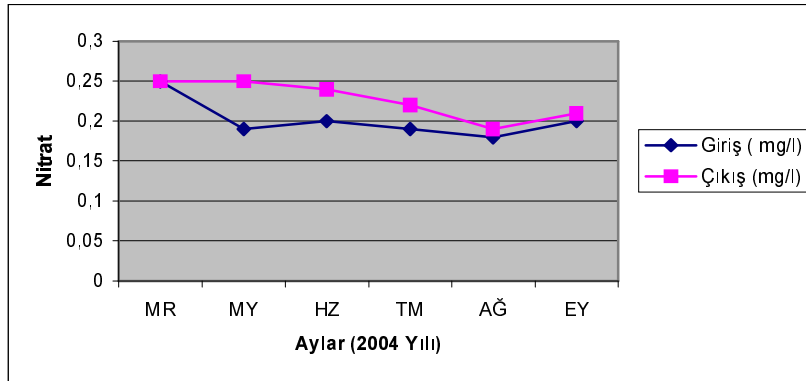
Şekil 4.7.6. İvedik Arıtma Tesisi Klorür (Cl) Değerleri

Klörür iyonlarının miktarları sağlıklı su için bir göstergedir. İçme sularında eser miktarda tuz bulunmalıdır. Bu hem fizyolojik açıdan hem de suyun lezzeti açısından önemlidir. Giriş suyunda klörür miktarı özellikle yaz aylarında artış göstermiştir, bu durum suyun kanalizasyon maddeleri ile kirlendiğini göstermektedir. Arıtma sürecinde yapılan klorlamadan dolayı çıkış suyunda klörür değeri artmıştır. TS 266'da klörür için müsaade edilen değer 600 mg/l, WHO, EPA ve EC için sınır değer ise 250 mg/l'dir. İçme suyu standartlarıyla karşılaştıracak olursak klörür miktarının standartların altında olduğu görülür.



Şekil 4.7.7. İvedik Arıtma Tesisi Toplam Çözünmüş Madde (mg/l) Değerleri

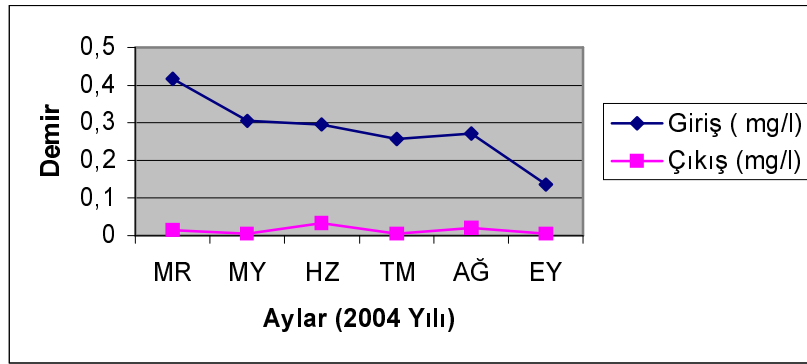
Arıtma tesisi giriş suyunda toplam çözünmüş madde miktarının 125-150 mg/l arasında olduğu belirlenmiştir. Çıkış suyunda toplam çözünmüş madde miktarı giriş suyundan daha fazla çıkmıştır. Arıtma sırasında suya katılan kimyasallar nedeniyle bu parametre artış göstermektedir. Ayrıca sıcaklık artışıyla da paralel olarak çözünmüş maddelerin sudaki derişimleri artmıştır. Kıta içi su kalite kriterlerine göre toplam çözünmüş madde bakımından kaynakların 1. sınıf su olduğu anlaşılmaktadır. Toplam çözünmüş madde miktarı sınır değerleri TS 266'ya göre 1500 mg/l, WHO için ise 1000 mg/l olarak verilmiştir. Arıtma tesisi çıkışında en yüksek değer 163 mg/l olarak ölçülmüş olup, standartlarda verilen değerlerden düşük çıktığı belirlenmiştir.



Şekil 4.7.8. İvedik Arıtma Tesisi Nitrat (mg/l) Değerleri

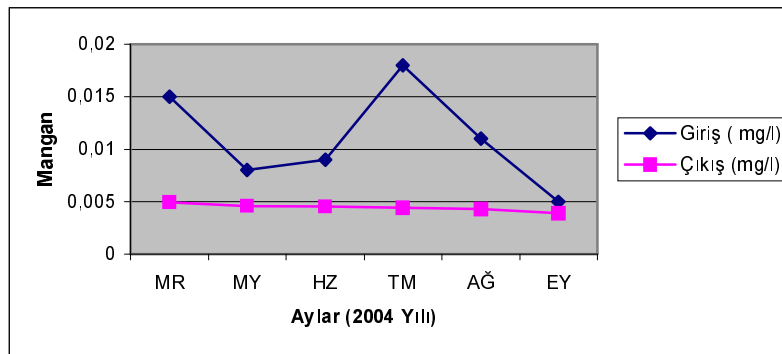
Sulardaki nitrit ve nitratın asıl kaynağını organik maddeler, azotlu gübreler ve tabiattaki bazı mineraller teşkil etmektedir (18). Nitrat, insan vücudunda bakteriler yardımıyla nitrite indirgenerek sağlık için zararlı hale geldiğinden standartlarda bu değere yer verilmektedir. Giriş suyunda yağışlı aylarda nitrat miktarının en yüksek düzeyde

olmasının nedeni, topraktaki azotun nitrifikasyonla nitrata dönüşerek yağmur suları ile su kaynağına karışmasıdır. Arıtma sürecinde nitrifikasyon olaylarının sürmesi de çıkış suyundaki nitrat miktarının artış göstermesini sağlamıştır. Arıtma tesisine giriş ve çıkış değerlerinde en yüksek nitrat konsantrasyonu 0,25 mg/l olarak belirlenmiş olup, sınır değerlerin altında çıkmıştır. Su kalite kriterlerine göre nitrat konsantrasyonu en yüksek 50 mg/l olmalıdır.



Şekil 4.7.9. İvedik Arıtma Tesisi Demir (mg/l) Değerleri

Demir çıkış suyunda giriş suyuyla karşılaştırıldığında yok denecek kadar azalmıştır. Arıtma sürecinde havalandırma ve kimyasal çöktürme ile demir giderimi gerçekleştirilmiştir. Arıtma tesisine giriş suyunda demir miktarı en yüksek 0,4 mg/l değerindeyken arıtma sonrası bu değer bazı aylarda sıfıra düşmektedir. Demir ve mangan içeren içme suları mürekkep tadındadır. İçme sularında 0,5 mg/l demir renk ve tad ile anlaşılabilir bir konsantrasyondur (21,45). Arıtma çıkış suyuna ait demir değerleri WHO, AB ve TS 266'da belirtilen içme suyu standartlarına uygundur.



Şekil 4.7.10. İvedik Arıtma Tesisi Mangan (mg/l) Değerleri

Arıtma tesisi çıkış sularında belirlenmiş olan mangan değerleri de demir değerlerinde olduğu gibi giriş suyuyla karşılaştırıldığında azalma göstermektedir. Mangan, arıtmada havalandırma ve kimyasal çöktürme yöntemleri ile giderilmiştir. ıkış suyundaki mangan konsantrasyonunu WHO, AB ve TS 266’da belirtilen içme suyu standartları ile karşılaştırılacak olursak, bu değer standartlarda izin verilen değerlerin altında çıkmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ankara'nın içme suyu İvedik İçme Suyu Arıtma Tesisine Çamlıdere ve Kurtboğazi Barajlarından gelmekte olup, bu barajlar şehir merkezine 80 km. mesafededir. Tesise gelen ham su burada konvansiyonel arıtma operasyonları ve prosesleriyle içilebilir hale getirilmektedir. Kurtboğazi Barajından gelen su önce kademeli havalandırma bölümünde ardından hızlı karıştırma ünitesine gönderilerek Çamlıdere Baraj suyu ile karıştırılmaktadır. Tesiste uygulanan işlemler sırayla ön klorlama, koagülasyon, flokülasyon, sedimantasyon, filtrasyon ve son klorlamadır. Arıtılan su, dağıtım şebekesi kanalıyla şehre gönderilmektedir.

Ankara nüfusu, ülke nüfus artışına kıyasla hızlı bir artış göstermektedir. Bu sebeple nüfus artışının gerçekçi olarak değerlendirilmesi, gelecekteki su ihtiyacının belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. 2000 yılı için Ankara'da brüt su tüketim 280,9 lt/ kişi-gün, brüt su ihtiyacı ise $324,89 \times 10^6$ m³ olarak belirlenmiştir. 2010 yılı için brüt su tüketim değeri 310,7 lt/ kişi-güne çıkarken brüt su ihtiyacı ise $439,74 \times 10^6$ m³ olacaktır. Dolayısıyla su kaynakları artan nüfus artışı karşısında yetersiz kalmaktadır. Ankara'nın 2002-2027 yılları arasındaki su ihtiyacı Gerede sisteminden, 2028-2050 yılları arasındaki su ihtiyacı ise Kızılırmak sisteminden karşılanması planlanmaktadır. Bu yeni su kaynaklarının işletmeye alınmaları durumunda, işletme dışı bırakılacak olan yer altı suyu kuyuları ve tesisleri ile Çubuk I Barajı yedek kaynak olarak ileride kullanılmak üzere aynen muhafaza edilecek ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği esaslarına göre korunmaları gerekecektir.

Ankara'daki içme suyu kaynaklarının kirlenmeye maruz kalmamasına dikkat edilmesi gereklidir. İvedik İçme Suyu Arıtma Tesisine Çamlıdere ve Kurtboğazi Barajlarından su akışı bulunmaktadır. Çamlıdere Barajı, evsel atıklar bakımından kentsel nüfustan etkilenen tek baraj gölüdür. Çamlıdere İlçesi'nin nüfusu 10.100 olup, bu baraj havzasına ait üç koruma alanında yaşayan nüfusun 3 katından daha fazla kişi bu ilçede yaşamaktadır. Çamlıdere İlçesi'nde yaşayan bu nüfusun evsel atıksuları baraj gölünü besleyen Acun Deresine verilerek baraj gölünün doğrudan kirlenmesine sebep olmaktadır.

Baraj gölleri çevresinde ve su toplama havzalarında yerleşim birimleri, çiftlikler, tavukhaneler gibi önemli kirletici unsurlar bulunduğu gözlenmiştir. Çamlıdere Baraj havzasında mutlak koruma alanında 10, kısa mesafeli koruma alanında 3, orta mesafeli koruma alanında 6 olmak üzere toplam 19 köy bulunmaktadır. Bu üç koruma alanında yaşayan nüfus ise 2985 kişidir. Kurtboğazı Baraj havzasında mutlak koruma alanında 6, kısa mesafeli koruma alanında 1, orta mesafeli koruma alanında 5 olmak üzere toplam 12 köy bulunmakta olup, burada yaşayan nüfus ise 1300 kişidir. Eğrekkaya Baraj havzasında mutlak koruma alanında 1, kısa mesafeli koruma alanında 1, orta mesafeli koruma alanında 2 olmak üzere toplam 4 köy bulunmaktadır. Burada yaşayan nüfus ise 326 kişidir. Çamlıdere, Kurtboğazı ve Eğrekkaya Barajı koruma alanlarında birçok kaçak yapılaşma var olup, bu yapılardan gelen evsel atıklar baraj sularını kirletmektedir. Koruma alanlarındaki kaçak yapıların yıkılması ve bu yapılaşmaların engellenmesi gereklidir. Ayrıca Eğrekkaya Barajı uzun mesafeli koruma alanında bulunan Sey hamamından yararlananların sayısı Haziran- Eylül aylarında günde 400 kişiyi bulmaktadır. Bu nüfustan kaynaklanan evsel atıklar Eğrekkaya Barajını besleyen Sey Deresine verilerek barajın kirlenmesine neden olmaktadır. Çamlıdere Baraj havzasında yer alan Buğralar ile Pelitçik, Kurtboğazı Baraj havzasında yer alan Pazar beldesinin ve Eğrekkaya Baraj havzasında yer alan Güven İlçesinin kanalizasyon atıklarının arıtılmadan doğrudan barajları besleyen derelere verilmesi baraj göllerinin daha kontrolsüz ve hızlı bir şekilde kirlenmelerine neden olmaktadır. Başta Çamlıdere İlçesinin evsel atık suları olmak üzere yerleşim birimlerinden kaynaklanan atık suların arıtılması ve arıtıldıktan sonra barajı besleyen derelere verilmesi göl sularının korunması ve böylece arıtma tesisine gelen ham suyun kalitesinin daha da artması bakımından önemlidir. Eğrekkaya Baraj gölünün ötrofik bir yapıda olmasına neden olan baraj tabanındaki ağaçların ve bitkilerin mümkün olduğu kadarıyla temizlenmesi gereklidir. Bu hem baraj suyunun kalitesi açısından hem de Kurtboğazı Baraj suyunun dolayısıyla İvedik Arıtma Tesisi'ne ulaşan ham suyun kalitesi açısından önemlidir.

Mevcut kırsal yerleşimlerin atıklarının baraj göllerine veya akarsulara doğrudan deşarjının engellenmesi sağlanmalıdır. Baraj göllerinde su toplama havzasının

korunması, havzanın ağaçlandırılması, baraj göllerini besleyen derelerde kirlilik unsurlarının kontrolü, buralarda atık su arıtma tesislerinin kurulması gereklidir.

İçme ve kullanma suyu sağlama projelerinde maliyeti birinci derecede su kaynağının kalitesi etkilemektedir. Yönetmeliklerin gerektirdiği düzeye kadar yapılan arıtmanın maliyeti, su kaynağındaki su kirlenmesine paralel olarak artmaktadır. Kirleticilerin bir kısmı, suyun kullanımını sınırlarken, bir kısmı arıtma sırasında ve dağıtım şebekesinde sorunlara yol açmaktadır.

Temel yaklaşım “arıtma” değil, “kirlenmenin önlenmesi” “olması gerekmektedir.

2004 yılı İvedik İçme Suyu Arıtma Tesisi çıkış suyu değerlerini incelediğimizde;

*Bulanıklık değeri 0,32 NTU'dur. Bu değer TSE 266'da 25 NTU, WHO, EPA, EC'da 5 NTU olarak belirlenmiştir. Bulanıklık değeri arıtma tesisi çıkış suyunda standartlara uygun çıkmıştır.

* Koliform bakteri değeri 0 bulunmuştur. Bu değer TSE 266 ve EPA standartlarında <1 ems/ 100 ml, WHO ve EC standartları için ise 0 olarak belirlenmiştir.

* Toplam trihalometanlar 61 µg/l 'dir. Bu değere TSE 266'da yer verilmemesine rağmen, WHO'da 460 µg/l, EPA ve EC standartlarında 100 µg/l olarak belirlenmiştir. THM miktarı standartlara uygun çıkmıştır.

*Alüminyum miktarı çıkış suyunda 0,08 mg/l'dir. TSE 266, WHO ve EC alüminyum için 0,2 mg/l'yi max değer olarak kabul etmiştir. Arıtma çıkış suyu alüminyum değeri standartlara uygun çıkmıştır.

*Kurşun miktarı çıkış suyunda 0,001 mg/l değerinden küçük çıkmıştır. TSE 266 ve EPA kurşun için max değeri 0,05 mg/l, WHO ve EC ise 0,01 mg/l olarak belirlemiştir. Arıtma çıkış suyundaki kurşun miktarı standartlara uygun çıkmıştır.

*Selenyum miktarı arıtma çıkışında 0,001 mg/l değerinden küçük çıkmıştır. Bu değer TSE 266, WHO, EPA ve EC standartlarında 0,01 mg/l 'dir. Selenyum miktarı standartlara uygun çıkmıştır.

*Demir miktarı çıkış suyunda 0,01 mg/l olarak bulunmuştur. Bu değer TSE 266 ve EC standartlarında 0,2 mg/l, EPA standartlarında 0,3 mg/l'dir. Demir miktarı standartlara uygun çıkmıştır.

*Mangan miktarı çıkış suyunda 0,005 mg/l 'den küçük çıkmıştır. TSE 266, EPA ve EC mangan için 0,05 mg/l, WHO ise 0,5 mg/l değerini belirlemiştir. Mangan miktarı çıkış suyunda standartlara uygun çıkmıştır.

* Bakiye klor miktarı çıkış suyunda 0,8 mg/l olarak bulunmuştur. Bu değer TSE 266 için 0,5 mg/l, WHO için ise 5 mg/l olarak belirlenmiştir. Bakiye klor miktarı TSE 266 için yüksekken , WHO standartlarına göre uygun çıkmıştır.

*pH değeri çıkış suyunda 7,17 olarak bulunmuştur. Bu değer TSE 266, WHO, EPA ve EC standartlarında 6,5 ile 9,5 arasında kabul edilmektedir. pH değeri standartlara uygundur.

*Sertlik miktarı arıtma çıkış suyunda 87,35 olarak bulunmuştur. Bu değer TSE 266 'da 150 olarak belirlenmiş olup, çıkış suyu sertlik miktarı standartlara uygundur.

*Toplam çözünmüş madde miktarı çıkış suyunda 139 mg/l olarak bulunmuştur. TSE 266'da bu değer için sınır 1500 mg/l, WHO için 1000 mg/l, EPA için ise 500 mg/l olarak verilmiştir. Bu parametre standartlara uygun çıkmıştır.

İvedik İçme Suyu Arıtma Tesisi, TS 266 kalite parametrelerine göre içilecek bir kalitede su sağlarken, WHO, EPA ve EC içme suyu standartlarına ait içme suyu kalite parametrelerinin bir kısmı ASKİ laboratuvarlarında analize tabi tutulmadığı için, suyun kalitesi ve içilebilme özelliği açısından kesin bir hüküm vermek yanlış olacaktır. Bu nedenle en kısa zamanda TS 266, uluslararası içme suyu standartlarıyla

paralel hale getirilmeli ve güncelleştirilmelidir. ASKİ laboratuvarlarında yapılan su analizlerinde sadece TS 266’da belirtilen su kalite parametreleri ile sınırlı kalmayıp, WHO, EPA ve EC içme suyu standartlarında belirtilen parametrelerinde kontrol edilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Şimşek, C., “Silivri bölgesi içme ve kullanma sularının fiziksel ve kimyasal yönden değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6-42 (1999).
2. Kuleli, S., *Çevre ve İnsan Dergisi*, 27-31 , (1995).
3. Gupta, A., “ Su Kaynaklarının Geliştirilmesi”, Üçüncü Dünya Ülkelerinde Çevre ve Kalkınma, *Kabalıcı Yayınevi*, İstanbul, 2-10 (1993).
4. Tamer, E., *Çevre ve İnsan Dergisi*, 26-28 (1995).
5. “ Türk Çevre Mevzuatı, Cilt II”, *Türkiye Çevre Vakfı*, Ankara, 200-240 (1992).
6. Atasoy, M., “Türkiye'nin su kaynakları ve kirlilik yönünden incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-15 (2004).
7. Akar, A., “İçme suyu kalitesi açısından kirlilik parametrelerinin irdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 56-108 (2000).
8. Tanrıvermiş, E., *Tabiat ve İnsan Dergisi*, 23- 27 (1998).
9. Yalçın, H., Gürü, M., “Su Teknolojisi”, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 3-40 (2002).
10. Baltacı, F., “ Su ve analiz metotları”, *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu ve Kanalizasyon Dai. Bşk.*, Ankara, 3-38 (2000).
11. Yıldız, N., “Şanlıurfa içme suyu sisteminin kalite kontrol parametreleri açısından incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa, 27-37 (1996).
12. Şahin, S., “Sularda tad ve kokunun kontrol edilmesi”, *İTÜ Dergisi*, 51(1): 18-24 (1993).
13. Eroğlu, V., “Su Tasfiyesi”, *İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Bilimleri ABD. Matbaası*, İstanbul, 1-22 (1995).
14. Akkühah, İ., “Ankara Belediyesi içme suyu tesisleri ve yapısal problemleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3-10 (1990).
15. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ, “Ankara Kentine içme suyu sağlayan baraj gölleri ve havzasında su kalitesi araştırma raporu”, *DSİ, Ankara*, 1-12 (1998).

16. Soylu, M., "Inland water quality management", M. Sc. Thesis, *İstanbul Technical University Graduate School Institute of Science and Technology*, İstanbul, 20-45 (1984).
17. Oruç, N., Suda Sertliğin Önemi Giderilmesi ve Tayini, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 3, Sayı 2, 187-193 (1972).
18. Egemen, Ö., Sunlu, V., "Su Kalitesi", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 14, İzmir, 7-12 (1996).
19. Yeni, A., "Ankara il sınırları içindeki baraj çevrelerinde rekreasyonel planlama ve yararlanma esasları üzerinde bir araştırma", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 19-57 (1995).
20. Bakan, A.N., "Ankara'ya su sağlayan Kurtboğazı ve Çamlıdere Baraj gölleri ile İvedik su arıtım tesisinde plankton kompozisyonunun karşılaştırmalı olarak incelenmesi", Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 72-81 (1997).
21. Demirer, G., "Su arıtımında temel işlemler", *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası*, Ankara, 1-32 (1997).
22. Şengül, F., Küçükgül, E., "Çevre Mühendisliğinde Fiziksel-Kimyasal Temel İşlemler ve Süreçler", *DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi*, İzmir, 7-30 (1995).
23. Karpuzcu, M., "Çevre kirlenmesi ve kontrolü", *Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 68-93 (1994).
24. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ İçme Suyu ve Kanalizasyon Dai. Bşk., "Ankara kenti içme, kullanma ve endüstri suyu temin projesi fizibilite raporu", *DSİ*, Ankara, 3-6 (1987).
25. Altınyar, G., Yıldırım, S., Ertem, B., Aydoğan, F., "Marmara Gölü'nde Su ve Yabancı Otları Üzerine Çalışmalar", *DSİ Genel Md. İşl. ve Bak. Daire Bşk.*, Ankara, 31-33 (1994).
26. Tokmak, B., "Ankara içme suyu şebekesinin toplam trihalometan ve organik madde açısından izlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-7 (1999).
27. Çapar, G., Yetiş, Ü., "Ankara içme suyunda aktif karbon ile doğal organik madde ve trihalometan giderimi", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 25(5): 527-533 (2001).
28. Cangir, B., Dilek, F., Yetiş, Ü., "Ankara içme suyu dağıtım şebekesinde trihalometanlar", *Çevre Bilim & Teknoloji Dergisi*, 1(3): 39-46 (2003).

29. Baltacı, F., “Su kalite standartları”, *Su Kalitesi Yönetimi Semineri*, Ankara, 19-45 (1997).
30. Çakmak, B., “Türkiye’nin su gerçeği ve politikaları ders notları”, *A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü*, Ankara, 1-20 (2003).
31. Yetiş, Ü., “Ulusal çevre eylem planı”, *Su Kaynakları Yönetimi Çevre Semineri*, Ankara, 8-28 (1998).
32. Alaş, A., Çil, O., “Aksaray iline içme suyu sağlayan bazı kaynaklarda su kalite parametrelerinin incelenmesi”, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 11(42): 40-44 (2002).
33. Baydar, Z., “Ankara’nın içme suyu ihtiyacı ve nüfus projeksiyonu-içme suyu temin eden kaynaklar”, *TMMOB Makine Mühendisleri Odası*, Ankara, 84-88 (2001).
34. Çankaya Belediyesi, “Çankaya kent sağlık profili ve sağlıklı kentler göstergeleri”, *Çankaya Belediyesi*, Ankara, 25-28 (2004).
35. Boyacıoğlu, H., Alpaslan, M., “Türkiye’de altyapı tesislerinin mevcut durumunun belediyeler ölçeğinde değerlendirilmesi”, *DEÜ Çevre Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(3): 10-16 (2003).
36. Hışır, A., “Aydın ili içme suyu tesislerinin incelenmesi ve içme suyu ihtiyacının belirlenmesi” , Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 28-60 (2004).
37. Pektaş, M., “İçme suyu arıtımında kullanılan kimyasal maddelerin optimizasyonu ve Konya içme suyu arıtma tesisi örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-8 (1996).
38. Değirmenci, M., Altın, A., “Atıksu miktarı ve BO₅ kirlilik yükünün havalandırma havuzu ilk yatırım ve enerji maliyetlerine olan etkilerinin incelenmesi”, *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi*, 2 (1): 1-12 (2000).
39. “2005 yılına ait inşaat birim fiyatlarına esas işçilik, araç ve gereç raif listeleri”, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, 3-40 (2005).
40. “2005 yılı yapı işleri fiyat tarifeleri listesi”, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, 1-13 (2005).
41. “TS 266 İçme ve Kullanma Suları Standartları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1997).
42. Korkmaz, N., *Çevre ve İnsan Dergisi*, 21-23 (1997).

43. USEPA, “ Preliminary Assesment Of Suspected Carcinogens In Drink Water”, *Interim Report to Congress*, USEPA, Washington D.C., 110-125 (1975).
44. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ. Gnl. MÜd., “Ankara içme suyu projesi planlama raporu”, *DSİ, Ankara*, 12-14 (1964).
45. Topbaş, M., Brohi, A., Karaman, M., “ Çevre Kirliliği” , *Çevre Bakanlığı Yayınları*, Ankara, 8-10 (1998).
46. Rook, J., “ Formation Of Halofoms During Chlorination Of Natural Waters”, *Water Treatment and Examination*, Washington D.C, 23: 234 (1974).
47. Kulga, D., “Su kaynakları yönetiminde dünyadaki yeni gelişmeler ve Türkiye’deki durum”, *Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri*, Ankara, 93-106 (1994).
48. Ergeneli, N., “Sürdürülebilir Su Havzası Yönetimi ve Korunması” , *Araştırma Proje Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, KHGM Ankara*, 1-12 (2003).
49. Tate, CH., Arnold, KF., “ Health and Aesthtetic Aspects of Water Quality “, *Mc Graw Hill Inc*, USA, 28-56 (1990).
50. Drinking Water and Health, National Academy of Sciences Safe Drinking Water Committee, *National Academy Pres*, Washington D.C. ,45-67 (1982).
51. Ogan, H., “ Gıda ve İnsan Sağlığı İle İlgili Yasalar”, İstanbul , 165-169 (1996).
52. Ercan, A., Kenan, E., Metz, JW., “ Suların Sağlığa Etkileri”, *İstanbul Su Kongresi ve Sergisi 95*, İstanbul , 199- 208 (1995).
- 53.“Guidelines for Drinking Water Quality”, Second Edition Volume I, Recommendations, *WHO Organization*, Geneva, 123-140 (1993).
54. Muslu, Y., “ Su Temini ve Çevre Sağlığı, Cilt 3”, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul, 92-120 (1985).

EKLER

**EK-1 ANKARA İÇME SUYU KALİTESİ ORTALAMA DEĞERLERİ
(TEMMUZ 2004)**

Parametre	TSE 266 1997	WHO 1999	EPA 2001	EC 1998	Aritma tesisi çıkışı ortalama değerleri	
					İvedik	Pursaklar
Bulanıklık (NTU)	25	5	5	5	0.32	0.35
BİRİNCİL STANDARTLAR (MİKROBİYOLOJİK) EMS/100Ml						
Koliform Bakteri	<1	0	<1	0	0	0
BİRİNCİL STANDARTLAR (ORGANİK KİMYASALLAR)µg/l						
Toplam Trihalometanlar	-----	460	100	100	61	67
BİRİNCİL STANDARTLAR (İNORGANİK KİMYASALLAR) mg/l						
Alüminyum	0.2	0.2	0.2	0.2	0.080	0.080
Arsenik	0.05	0.01	0.05	0.01	<0.001	<0.001
Antimon	0.01	0.005	0.006	0.005	<0.01	<0.01
Baryum	0.3	0.7	2	.....	0.052	0.034
Berilyum	.....	.....	0.004	.....	<0.0001	<0.001
Civa	0.001	0.001	0.002	0.001	<0.001	<0.001
Florür	1.5	1.5	0.7-2.4	1.5	0.12	0.17
Gümüş	0.01	.....	0.05	.....	<0.01	<0.01
Kadmiyum	0.005	0.003	0.01	0.005	<0.005	<0.005
Krom(Toplam)	0.05	0.05	0.05	0.05	<0.01	<0.01
Kurşun	0.05	0.01	0.05	0.01	<0.001	<0.001
Selenyum	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.001	<0.001
Nitrat (NO ₃)	50	50	45	50	0.23	0.40
İKİNCİL STANDARTLAR (ESTETİK) mg/l						
Bakır	3	2	1	2	<0.01	<0.01
Çinko	5	.....	5	.....	0.020	0.119
Demir	0.2	.....	0.3	0.2	0.010	0.010
Deterjanlar	0.2	.....	0.5	.....	<0.1	<0.1

Klorür	600	250	250	250	8.90	11.50
Koku eşik değeri	.....	Zararı hissedilmeyecek	3	Zararı hissedilmeyecek	.....	.....
Mangan	0.05	0.5	0.05	0.05	<0.005	<0.005
PH	6.5-9.2	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9.5	7.17	7.44
Renk (birim)	20	15	15	.....	<5	<5
Sülfat	250	250	250	250	21.56	17.40
Top. çözünmüş madde	1500	1000	500	.....	139	223
Amonyum	0.5	.....	.....	0.5	<0.05	<0.05
Bakiye klor	0.5	5	.....	.....	0.8	0.8
Kalsiyum	200	.....	.....	.....	22.94	43.66
Magnezyum	50	.....	.....	.....	7.29	10.73
Sertlik (CaCO ₃)	150	.....	.....	.....	87.35	153.30
Sodyum	175	200	.....	200	8.20	6.90
Potasyum	12	.....	.....	.....	2.75	1.75
TOC	.....	.....	.....	.....	.....	.....

EK-2 İVEDİK İÇME SUYU ARITMA TESİSİ ÜNİTELERİ RESİMLERİ**Resim-1 İvedik Su Arıtma Tesisleri**



Resim -2 Giriş Vanaları



Resim-3 Durultucu Üniteler



Resim-4 Filtreler



Resim-5 Geri Yıkama Suyu Pompaları



Resim-6 Çamur Koyulaştırma Ünitesi

EK-3 İVEDİK İÇME SUYU ARITMA TESİSİ AYLARA GÖRE GİRİŞ-ÇIKIŞ SUYU KALİTE PARAMETRELERİ

MART 2004 İVEDİK SU ARITMA TESİSİ DEĞERLERİ

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Bulanıklık (NTU Birimi)	9,84	0,47
İletkenlik (µmhos/cm)	181	186
pH	7,89	7,40
Bakiye Klor (mg/l)	--	0,7
Renk (Pt-Co Birimi)	5	<5
A.K.M (105 ⁰ C,mg/l)	14	<5
T.Ç.M (180 ⁰ C,mg/l)	153	152

KİMYASAL PARAMETRELER				
Parametre	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	7,80	7,80	0,34	0,34
Potasyum	2,40	2,40	0,06	0,06
Kalsiyum	19,96	19,92	0,99	0,99
Magnezyum	8,40	8,94	0,69	0,73
Lityum	<0,1	<0,1		
Baryum	0,027	0,031		
Berilyum	<0,0001	<0,0001		
Top Sertlik(⁰ FS)	8,45	8,66		
Karbonat (CO ₃ ⁻²)	<10	<10		
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	88,00	75,60	1,44	1,24
Klorür (Cl ⁻)	6,15	8,00	0,17	0,23
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	10,28	19,53	0,21	0,41
Nitrat	0,25	0,25		
Florür	0,15	0,14		
SiO ₂	18,48	15,24		
Toplam Alkalinite	72,00	62,00	1,44	1,24

KİRLENME PARAMETRELERİ		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Amonyum Azotu	0,16	<0,05
Nitrit azotu	<0,002	<0,002
Nitrat azotu	<0,1	<0,1
Toplam Fosfat	<0,02	<0,02
Orto- Fosfat	<0,02	<0,02
Bor	0,023	<0,01
Org. Madde (KmnO ₄)	3,80	2,10
COD	5	<5
BOD ₅	<5	<5
Toplam THM's	--	0,061
Deterjan (MBAS)	<0,1	<0,1

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Demir	0,417	0,015
Alüminyum	0,210	0,080
Arsenik	0,013	<0,001
Civa	<0,001	<0,001
Antimon	<0,01	<0,01
Selenyum	<0,001	<0,001
Kalay	<0,1	<0,01
Krom ⁺⁶	<0,02	<0,02
Mangan	0,015	<0,005
Bakır	<0,01	<0,01
Kursun	<0,001	<0,001
Kadmiyum	<0,005	<0,005
Çinko	0,024	0,006
Nikel	<0,005	<0,005
Kobalt	<0,005	<0,005
Toplam Krom	<0,01	<0,01

MAYIS 2004 İVEDİK SU ARITMA TESİSİ DEĞERLERİ

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Bulanıklık (NTU Birimi)	5,00	0,63
İletkenlik (µmhos/cm)	185	188
pH	7,67	7,41
Bakiye Klor (mg/l)	--	0,9
Renk (Pt-Co Birimi)	5	<5
A.K.M (105 ⁰ C,mg/l)	10	<5
T.Ç.M (180 ⁰ C,mg/l)	141	142

KİMYASAL PARAMETRELER				
Parametre	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	8,80	8,80	0,38	0,38
Potasyum	2,80	2,80	0,07	0,07
Kalsiyum	22,28	23,04	1,11	1,15
Magnezyum	5,88	6,46	0,48	0,53
Lityum	<0,1	<0,1		
Baryum	0,026	0,067		
Berilyum	<0,0001	<0,0001		
Top Sertlik ⁰ (FS)	7,99	8,42		
Karbonat (CO ₃ ²⁻)	<10	<10		
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	100,04	86,62	1,64	1,42
Klorür (Cl ⁻)	7,00	8,90	0,20	0,25
Sülfat (SO ₄ ²⁻)	6,78	20,68	0,14	0,43
Nitrat	0,19	0,25		
Florür	0,23	0,15		
SiO ₂	16,05	16,76		
Toplam Alkalinite	82,00	71,00	1,64	1,42

KİRLENME PARAMETRELERİ		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Amonyum Azotu	<0,05	<0,05
Nitrit azotu	<0,002	<0,002
Nitrat azotu	<0,1	<0,1
Toplam Fosfat	0,05	<0,02
Orto- Fosfat	0,03	<0,02
Bor	<0,01	0,021
Org. Madde (KmnO ₄)	3,85	2,39
COD	<5	<5
BOD ₅	<5	<5
Deterjan (MBAS)	<0,1	<0,1
Top.Siyanür	0,001	<0,001
Top.THM's	--	0,052

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Demir	0,305	<0,005
Alüminyum	0,150	0,060
Arsenik	0,014	0,002
Civa	<0,001	<0,001
Antimon	<0,01	<0,01
Selenyum	<0,001	<0,001
Kalay	<0,01	<0,01
Krom ⁺⁶	<0,02	<0,02
Mangan	0,008	<0,005
Bakır	<0,01	<0,01
Kurşun	0,001	<0,001
Kadmiyum	<0,005	<0,005
Çinko	<0,005	<0,005
Nikel	<0,005	<0,005
Kobalt	<0,005	<0,005
Toplam Krom	<0,01	<0,01

HAZİRAN 2004 İVEDİK SU ARITMA TESİSİ DEĞERLERİ

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Bulanıklık (NTU Birimi)	3,95	0,53
İletkenlik (µmhos/cm)	171	184
pH	7,62	7,41
Bakiye Klor (mg/l)	--	0,8
Renk (Pt-Co Birimi)	5	<5
A.K.M (105°C,mg/l)	<5	<5
T.Ç.M (180°C,mg/l)	127	138

KİMYASAL PARAMETRELER				
Parametre	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	7,0	7,2	0,3	0,31
Potasyum	2,2	2,4	0,05	0,06
Kalsiyum	23,60	23,68	1,18	1,18
Magnezyum	5,08	5,98	0,42	0,49
Lityum	<0,1	<0,1		
Baryum	0,027	0,030		
Berilyum	<0,0001	<0,0001		
Top Sertlik(°FS)	7,99	8,38		
Karbonat (CO ₃ ⁻²)	<10	<10		
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	91,99	80,52	1,51	1,32
Klorür (Cl ⁻)	7,6	9,2	0,21	0,26
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	9,56	21,42	0,20	0,45
Nitrat	0,20	0,24		
Florür	0,14	0,17		
SiO ₂	13,71	14,29		
Toplam Alkalinite	75,4	66,0	1,51	1,32

KİRLENME PARAMETRELERİ		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Amonyum Azotu	<0,05	<0,05
Nitrit azotu	<0,002	<0,002
Nitrat azotu	<0,1	<0,1
Toplam Fosfat	0,06	<0,02
Orto- Fosfat	0,03	<0,02
Bor	<0,01	0,018
Org. Madde (KmnO ₄)	3,8	2,4
COD	8	<5
BOD ₅	<5	<5
Toplam THM's		0,058
Deterjan (MBAS)	<0,1	<0,1
Top.Siyanür	0,002	<0,001

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Demir	0,296	0,034
Alüminyum	0,19	0,10
Arsenik	0,012	<0,001
Cıva	<0,001	<0,001
Antimon	<0,01	<0,01
Selenyum	<0,001	<0,001
Kalay	<0,01	<0,01
Krom ⁺⁶	<0,02	<0,02
Mangan	0,009	<0,005
Bakır	<0,01	<0,01
Kurşun	<0,001	<0,001
Kadmiyum	<0,005	<0,005
Çinko	0,010	0,067
Nikel	<0,005	<0,005
Kobalt	<0,005	<0,005
Toplam Krom	<0,01	<0,01

TEMMUZ 2004 İVEDİK SU ARITMA TESİSİ DEĞERLERİ

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Bulanıklık (NTU Birimi)	5,14	0,44
İletkenlik (µmhos/cm)	170	183
pH	7,74	7,20
Bakiye Klor (mg/l)		0,7
Renk (Pt-Co Birimi)	7	<5
A.K.M (105°C,mg/l)	6	<5
T.Ç.M (180°C,mg/l)	125	137

KİMYASAL PARAMETRELER				
Parametre	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	7,9	8,1	0,34	0,35
Potasyum	2,6	2,7	0,07	0,07
Kalsiyum	22,12	23,40	1,10	1,17
Magnezyum	5,39	6,32	0,44	0,52
Lityum	<0,1	<0,1		
Baryum	0,030	0,064		
Berilyum	<0,0001	<0,0001		
Top Sertlik ^(FS)	7,75	8,45		
Karbonat (CO ₃ ⁻²)	<10	<10		
Bikarbonat (HCO ₃)	97,6	86,62	1,6	1,42
Klorür (Cl)	7,0	7,80	0,19	0,21
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	9,33	21,48	0,19	0,44
Nitrat	0,19	0,22		
Florür	0,11	0,11		
SiO ₂	21,23	19,86		
Toplam Alkalinite	80,0	71,0	1,60	1,42

KİRLENME PARAMETRELERİ		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Amonyum Azotu	<0,05	<0,05
Nitrit azotu	<0,002	<0,002
Nitrat azotu	<0,1	<0,1
Toplam Fosfat	0,05	<0,02
Orto- Fosfat	0,04	<0,02
Bor	0,013	0,009
Org. Madde (KmnO ₄)	4,7	2,7
COD	8,0	<5
BOD ₅	<5	<5
Toplam THM's		0,066
Top.Siyanür	0,003	<0,001

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Demir	0,257	<0,005
Alüminyum	0,786	0,08
Arsenik	0,012	0,001
Civa	<0,001	<0,001
Antimon	<0,01	<0,01
Selenyum	<0,001	<0,001
Kalay	<0,01	<0,01
Krom ⁺⁶	<0,02	<0,02
Mangan	0,018	<0,005
Bakır	<0,01	<0,01
Kursun	<0,001	<0,001
Kadmiyum	<0,005	<0,005
Çinko	<0,005	<0,005
Nikel	<0,005	<0,005
Kobalt	<0,005	<0,005
Toplam Krom	<0,01	<0,01

AĞUSTOS 2004 İVEDİK SU ARITMA TESİSİ DEĞERLERİ

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER	GİRİS	ÇIKIS
Bulanıklık (NTU Birimi)	2,38	0,22
İletkenlik (µmhos/cm)	195	208
pH	7,82	7,29
Bakiye Klor (mg/l)	--	0,8
Renk (Pt-Co Birimi)	5	<5
A.K.M (105 ⁰ C,mg/l)	<5	<5
T.Ç.M (180 ⁰ C,mg/l)	150	163

KİMYASAL PARAMETRELER				
Parametre	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	7,20	7,50	0,31	0,33
Potasyum	2,30	2,40	0,06	0,06
Kalsiyum	22,08	24,48	1,10	1,22
Magnezyum	7,22	6,32	0,59	0,52
Lityum	<0,10	<0,10		
Berilyum	<0,0001	<0,0001		
Top Sertlik(⁰ FS)	8,49	8,72		
Karbonat (CO ₃ ⁻²)	<10	<10		
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	98,82	85,40	1,62	1,40
Klorür (Cl ⁻)	7,2	8,4	0,20	0,24
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	9,31	22,45	0,19	0,47
Nitrat	0,18	0,19		
Florür	0,17	0,16		
SiO ₂	19,24	20,74		
Toplam Alkalinite	81,00	70,00		1,40

KİRLENME PARAMETRELERİ		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Amonyum Azotu	<0,05	<0,05
Nitrit azotu	<0,002	<0,002
Nitrat azotu	<0,1	<0,1
Toplam Fosfat	0,04	<0,02
Orto- Fosfat	0,02	<0,02
Bor	0,373	0,348
Org. Madde (KmnO ₄)	3,9	2,2
COD	8,0	<5
BOD ₅	<5	<5
Toplam THM's	--	0,088
Top.Siyanür	<0,001	<0,001

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Demir	0,271	0,021
Alüminyum	0,643	0,09
Arsenik	0,01	0,001
Civa	<0,001	<0,001
Antimon	<0,01	<0,01
Selenyum	<0,001	<0,001
Kalay	<0,01	<0,01
Krom ⁺⁶	<0,02	<0,02
Mangan	0,011	<0,005
Bakır	<0,01	<0,01
Kursun	<0,001	<0,001
Kadmiyum	<0,005	<0,005
Çinko	0,518	<0,006
Nikel	<0,005	<0,005
Kobalt	<0,005	<0,005
Toplam Krom	<0,01	<0,01

EYLÜL 2004 İVEDİK SU ARITMA TESİSİ DEĞERLERİ

FİZİKSEL/FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER	GİRİŞ	ÇIKIŞ
Bulanıklık (NTU Birimi)	3,27	0,45
İletkenlik (µmhos/cm)	192	206
pH	8,12	7,64
Bakiye Klor (mg/l)	--	0,9
Renk (Pt-Co Birimi)	5	<5
A.K.M (105°C,mg/l)	5	<5
T.Ç.M (180°C,mg/l)	150	162

KİMYASAL PARAMETRELER				
Parametre	Giriş mg/l	Çıkış mg/l	Giriş meq/l	Çıkış meq/l
Sodyum	7,50	8,60	0,33	0,37
Potasyum	2,40	2,90	0,06	0,07
Kalsiyum	23,48	24,08	1,17	1,20
Magnezyum	6,17	6,85	0,51	0,56
Lityum	<0,1	<0,1		
Berilyum	<0,0001	<0,0001		
Baryum	0,028	0,027		
Top Sertlik(°FS)	8,41	8,84		
Karbonat (CO ₃ ²⁻)	<10	<10		
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	100,04	87,84	1,64	1,44
Klorür (Cl ⁻)	8,20	9,90	0,23	0,28
Sülfat (SO ₄ ²⁻)	8,76	18,93	0,18	0,39
Nitrat	<0,2	0,21		
Florür	0,16	0,11		
SiO ₂	17,86	18,44		
Toplam Alkalinite	0,16	72,00	1,64	1,44

METALİK VE DİĞER PARAMETRELER		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Demir	0,135	<0,005
Alüminyum	0,08	0,10
Arsenik	0,014	0,002
Cıva	<0,001	<0,001
Antimon	<0,01	<0,01
Selenyum	<0,001	<0,001
Kalay	<0,01	<0,01
Krom ⁺⁶	<0,02	<0,02
Mangan	<0,005	<0,005
Bakır	<0,01	<0,01
Kursun	<0,001	<0,001
Kadmiyum	<0,005	<0,005
Çinko	<0,005	<0,005
Nikel	<0,005	<0,005
Kobalt	<0,005	<0,005
Toplam Krom	<0,01	<0,01

KİRLENME PARAMETRELERİ		
Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)
Amonyum Azotu	0,10	<0,05
Nitrit azotu	<0,002	<0,002
Nitrat azotu	<0,1	<0,1
Toplam Fosfat	0,04	<0,02
Orto- Fosfat	<0,02	<0,02
Bor	0,025	0,01
Org. Madde (KmnO ₄)	4,0	2,5
COD	8,0	<5
BOD ₅	<5	<5
Toplam THM's	--	0,115
Top.Siyanür	0,003	<0,001
Deterjan	<0,1	<0,1

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Niğde'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1995 yılında Fırat Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 1999 yılında mezun oldu. 2001 yılında Yılmaz Müşavirlik Müh. Ltd. Şti.'de, 2005 yılında Bozat A.Ş.'de Çevre Mühendisi olarak çalışmıştır. ÇED ve ÇED ön araştırma raporlarının hazırlanması konularında deneyime sahiptir.