

## Suların Geri Kazanımı ve Yeniden Kullanımı

Emre Hasan MURATHAN Saim ÖZDEMİR

SAÜ Çevre Mühendisliği Bölümü

Su kıtlığı ve su kirliliği gelişmekte olan ülkelerde önemli bir sorun olmaya devam etmekte ve her geçen gün şiddetini daha etkili hissettirmektedir. Dünyada yüzyılın en önemli sorunlarından biri, kullanılabilir su kaynaklarının azalması ve bunun sonucu gelişecek su kıtlığıdır. Geleneksel tüketim anlayışımıza göre, bütün ürünler bir defa kullanılır ve ardından atılarak çöp olur. Tatlı su kaynaklarımızı da aynı anlayışla tüketiyoruz. Temiz su yararlı bir amaç için bir kez kullanıldıktan sonra atık su olur ve uzaklaştırılır. Kirlettiğimiz atık suyu doğal süreçler temizleyerek su döngüsünde tekrar kullanımımıza sunar. Su yenilenebilir doğal kaynak olmakla birlikte, yenilenebilir seviyenin üstünde tüketildiğinde su kıtlığı olarak ortaya çıkmaya başlar. Dünyamızın şu anını ve geleceğinin tehdit eden su kıtlığı, yaşam kalitemizi sekteye uğratmakta, doğal ekosistemleri tahrip ederek, ilerlemeye devam etmektedir. Uluslararası gündemin üst sıralarında yer alan su konusunun dünya kamuoyunun ilgisini giderek artan bir biçimde çekmesinin başlıca nedenleri arasında nüfus artışı, hızlı şehirleşme ve sanayileşmenin yol açtığı su ihtiyacı ve iklim değişikliği yer alıyor. Su sıkıntısının gelecek 20-25 yıl içerisinde Orta Doğu dâhil bazı bölgelerde su krizine dönüşmesi ihtimali söz konusu. Bu nedenle, ikamesi mümkün olmayan bu doğal kaynağın 21. yüzyılın stratejik kaynaklarından biri olacağı genel kabul görüyor.

Su kaynaklarımız maalesef artık özellikle tüketimin yoğun olduğu bölge ve zamanlarda kendi kendini yenileme potansiyelinin ötesinde, kullanımımıza yetmiyor. Su kaynakları yetersiz olan ülkeler bir süredir, tatlı su kaynaklarını yenilenebilir kaynak olarak ele alıp defalarca kullanma yolunu uyguluyorlar. Çünkü kullanılmış suyu arıtmak tuzlu deniz suyunu arıtmaktan her zaman daha pratik ve ekonomik, aynı zamanda daha yüksek kalitede su elde etmek mümkün.

### **Türkiye ve Su Durumu**

Ülkemizde yıllık tatlı su varlığı kabaca şu şekilde hesaplanır. Ülke yağış ortalaması 642 mm, yüzey alanı ile çarpıldığında, bunun su olarak karşılığı 501 milyar m<sup>3</sup>'tür. Teknik ve ekonomik olarak tüketilebilecek yeraltı ve yerüstü su varlığımız yılda 112 milyar m<sup>3</sup>'tür.

Bunun 95 milyar m<sup>3</sup>'ü yurtiçinden doğan akarsulardan, 3 milyar m<sup>3</sup>'ü yurtdışından ulaşan akarsulardan ve 14 milyar m<sup>3</sup>'ü ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmektedir.

Ülkemiz su havzaları bakımından 26 bölgeye ayrılmıştır. Havzaların verebileceği su miktarı ile hizmet verdikleri nüfus arasında ciddi dengesizlikler bulunmaktadır. Örneğin, toplam nüfusun %28'lik bölümünün yaşadığı Marmara Havzası, toplam su potansiyelinin sadece %4'lük kısmına sahiptir. Nüfus ve sanayinin artan su talebini karşılamak için her geçen yıl daha doğudan, Anadolu'nun içlerinden Marmara bölgesine su nakletme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde Sakarya, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Kızılırmak, Konya Kapalı Havzası gibi havzalarda da akış miktarları ile hizmet verdiği nüfus arasında ciddi orantısızlıklar vardır. Bu durum havzalarda su kullanımını etkilemekte ve su sıkıntısının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Ülkelerin, su kaynaklarının yeterli olup olmadığının en sağlıklı göstergesi yıllık yenilenebilir tatlı su miktarıdır. Yılda kişi başı 1000 m<sup>3</sup>'ün altında su kullanan ülkeler "su fakiri"; 1000-3000 m<sup>3</sup> arasında kullananlar "su kıtlığı çeken ülke"; 10000 m<sup>3</sup>'ün üzerinde su tüketenler ise "su zengini" olarak nitelendirilmektedir. Ülkemiz açısından değerlendirecek olursak, kişi başına kullanılabilir su potansiyeli 2000 yılında 1652 m<sup>3</sup> iken, nüfusun 67.803.927'den 72 milyona çıkması ile 1544 m<sup>3</sup>'e düşmüştür. Bu durumda kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı endeksine göre su zengini olmayan ülkeler arasında yer almaktayız. Nüfusun her geçen gün arttığını hesaba katarsak önümüzdeki süreçte su potansiyelinin hangi seviyelere düşeceğini gözümüzde canlandırabiliriz.

Ülkemizin küresel ısınmanın etkileri açısından riskli ülkeler arasında yer aldığı ve zamanla su kaynaklarının azalması ve kuraklık gibi sorunlarla karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir. Artan nüfus ve çevre kirliliği ile birlikte kullanılabilir su kaynaklarının hızla azalacağı, yağış rejiminin değişeceği, kuraklık ve taşkın gibi doğal afetlerin sıklığının ve şiddetinin artış göstereceği, iklimin çölleşmeye eğilimli kurak alanlar meydana geleceği beklenmektedir.

Küresel ısınma, nüfus, su ilişkisine göre Avrupa Çevre Ajansı'nın hazırladığı raporda da, 2030 yılında Türkiye'nin pek çok bölgesinde orta ve yüksek seviyelerde su kıtlığı yaşanacağına dikkat çekilmektedir. Ülkemiz ve özellikle içinde yaşadığımız Marmara bölgesi yakın gelecekte ciddi su sorunları ile karşı karşıya gelecektir. Dolayısıyla, gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların iyi korunup, akılcı kullanılması

gerekmektedir. Bu konuda yapılabilecek eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları bireylerin bu konuya teşvik edilmesi, yapılması gerekenlerin en kolay olacaktır. Diğer taraftan artan su talebine karşılık tatlı su kaynaklarını yenileyip miktarını artırmak teknik ve ekonomik açıdan sınırlayıcı olduğu için sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilecek değişik pratik geri kazanım ve tarımsal sulama amaçlı kullanımı için çözümlere ihtiyaç vardır. Bu bağlamda arıtılmış atık suların kullanımı ile ilgili son yıllarda çalışmalar ve uygulamalar oldukça artmıştır. Atık suların geri kullanımı ile hem tatlı su kaynaklarının tüketimi azaltılmakta hem de deşarj edilen arıtılmış atık suların çevresel etkileri en aza indirilmektedir.

### **Su Geri Dönüşüm Nedir?**

Su doğada aynı enerjide olduğu gibi ne yoktan var edilir ne de var olan su yok olur, sadece bir formdan diğer bir forma dönüşür. Doğal döngüde yağmur olarak yağan temiz su tatlı su kaynakları olan, göl, nehir ve yer altı suyunu besler, bitkiler kullanır, terleme ile atmosfere geri verilir. Okyanuslardan tekrar buharlaşarak yağmur bulutlarını meydana getirir. Yeryüzündeki suyun % 97'si tuzlu sudur. Geri kalan % 3 oranındaki tatlı suyun üçte ikisi kutuplar ve dağ zirvelerinde buz kütesidir. Sadece % 1 sıvı tatlı su formundadır. Bu tatlı suyun % 98'den fazlası yer altında bulunur, sadece %2'lik bölüm nehir ve göllerdedir. Dolayısıyla sıvı tatlı su sonlu ve sınırlı bir kaynaktır ve doğal döngü an itibariyle yetmemektedir, insanlığımızın kendi döngülerini oluşturması en kalıcı çözüm olarak gözükmektedir.

Kullanılmış suların iyileştirilmesi, yeniden kullanım ve geri dönüşümü, su yetersizliği stresi arttıkça su kaynaklarının daha iyi yönetimi için katkı sağlayan araçlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Atık suların iyileştirilmesi ve yeniden kullanımı için yeni uygulamalar geliştirilmekte ve arıtılmış atık sular farklı amaçlar için kaynak olarak değerlendirilmektedir. Su kıtlığı çeken ülke ve bölgelerde yeniden kullanım oranı daha yüksektir. Örneğin İsrail'de arıtılmış atık suların % 60'dan fazlası sulama amaçlı olarak yeniden kullanılmaktadır.

Dünyada artan su ihtiyacının bir kısmı, özellikle de çok yüksek miktarlarda su ihtiyacı olan tarım sektöründe uygun kriterler göz önüne alınarak arıtılmış atık sularla karşılanabilmektedir. Dünyada pek çok ülke tarafından hayata geçirilen bu uygulamanın gerek tatlı su kaynaklarının verimli kullanımı gerekse de arıtılmış atık suların çevresel etkilerinin azaltılması bakımından önemi büyüktür. Arıtılmış atık sular ile tarımsal alanların sulanmasını temel alan projelerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için en önemli parametre arıtılmış atık suyun kalitesidir.

Sulama suyu ise kalite kriteri yakalanabilecek en kolay su'dur. Nitekim kullanılmış suların yeniden kullanımı ABD'de yaygınlaşan bir uygulamadır. Günlük 6,4 milyar m<sup>3</sup> su yeniden kullanılmakta ve kullanım oranı her yıl artmaktadır. Meksika da başkent Meksiko şehrinin arıtılmış atık sularının tamamı etrafındaki bitkisel üretim alanlarında sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Yine ABD Kaliforniya'da atık sular arıtıldıktan sonra civardaki bahçeleri sulamak için yeniden kullanılmaktadır.

Ülkemizde bir yandan temiz kullanılabilir su kaynakları azalırken diğer yandan su tüketimi ve su gereksinimi her geçen gün daha da artmaktadır. Hatta iç Anadolu gibi kapalı havza bölgelerimizde su kaynaklarının talebe göre yetersiz olması nedeniyle ciddi su kıtlığı sorunları yaşanmaktadır. Bu bölgemizde içinde yaşadığımız yaz aylarında hidrolojik kuraklık terimi resmi kayıtlara geçmiştir. Ülkemizde özellikle tatlı su kaynaklarımızın büyük bir bölümü tarımsal amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu durum, atık suların geri kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ciddi ihtiyaca rağmen ülkemizde evsel atık suların geri kullanımı konusunda çok sınırlı uygulamalar bulunmaktadır. Bu nedenle, gerek dünyada gerek ülkemizde evsel atık suların arıtıldıktan sonra güvenilir bir şekilde geri kazanılması ve yeniden kullanılması su kaynaklarının sürdürülebilir tüketimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye için atık suların yeniden kullanımına bakacak olursak öncelikle atık su miktarına ve arıtma durumuna göz atmak gerekir. Ülkemizde toplam nüfusun %45'inin kullandığı su arıtma tesislerine gitmektedir. Yılda yaklaşık 2 milyar m<sup>3</sup> atık su arıtılmaktadır. 3000 ve üstü nüfusa hizmet veren 138 arıtma tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerin ise 78'inde ikincil (biyolojik) arıtma yapılmaktadır. Yani yaklaşık 1 milyar m<sup>3</sup> atıksu biyolojik arıtmadan geçmektedir. İleri arıtım yapan tesis sayısı ise 9'dur. Bu da 0.2 milyar m<sup>3</sup> ileri derecede arıtılmış atık su anlamına gelmektedir.

Sakarya ilimiz için bu duruma göz atarsak; Sapanca'dan alınıp, içme suyu arıtma tesisinde arıtılıp ardından kullan at yöntemiyle evlerimizde çöp haline getirdiğimiz su, Karaman atık su arıtma tesisinde her gün 100 bin metreküp arıtılmış atık su olarak ortaya çıkmaktadır. Arıtılmasına rağmen halen çöp değeri verilen bu su Çark deresine bırakılmaktadır. Oysa kentsel yeşil alanlar, peyzaj alanları ile tarımsal alanlarda sulama suyu veya rekreasyon alanlarında görsel nitelikli kullanılabilir önemli bir su varlığıdır.

Diğer taraftan, yoğun su tüketen tekstil, gıda, güç santralleri vb. endüstriyel faaliyetlerin yoğun su ihtiyacı; su kaynakları ve maliyetleri üzerinde önemli bir baskı unsuru oluşturmaktadır. Bu nedenle, gerek su kaynaklarının korunması, gerekse su maliyetlerinin azaltılması açısından endüstriyel atık suların geri kazanılması da önemli bir ihtiyaç olarak görülmektedir.

### **Tarımsal Kullanım**

Suyu en fazla tüketen sektör ve alanlar; tarımsal amaçlı sulama, endüstriyel proses ve kullanım suyu ile evlerde kullanım suyudur. Toplam kullanılan suyun dünya ortalaması olarak %70'i tarımsal amaçlı tüketilmektedir. Ülkemizdeki durumda dünya ortalaması civarındadır. Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan rapora göre 2000-2030 yılları arasında gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimin %67'ye çıkacağı tahmin edilmektedir. Mevcut su potansiyeli ile bu artışın karşılanamayacağı öngörülmektedir. Bu durumda tarım sektörü, daha fazla tarımsal ürünü daha az su kullanarak üretmek zorunda kalacaktır.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaşanan kuraklık nedeniyle, özellikle sulamada kaliteli suların kullanılması yerine alternatif kaynakların kullanılması son derece önemli hale gelmiştir. Alternatif su kaynaklarının başında arıtılmış sular gelmektedir. Suya olan talebin artması nedeniyle, arıtılmış atık sularla sulama, bazı ülkelerin su kaynaklarının planlanması ve geliştirilmesinde önemli bir bileşen durumundadır.

Arıtılmış atık suların yeniden kullanımı, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı'nın 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (2007–2013), Çevrenin Korunması ve Kentsel Altyapının Geliştirilmesi başlığında 469 nolu maddede; “Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmeden korunması sağlanacak ve atık suların arıtıldıktan sonra tarım ve sanayide kullanılması teşvik edilecektir.” şeklinde yer almaktadır.

Tarımsal sulama için arıtılan atık suların kullanılması ile;

- Su kıtlığı çözülebilir,
- Bütün bir yıl boyunca atık suların büyük bir miktarı bertaraf edilebilir,
- Kalitesi yüksek olan kaynaklar içme suyu olarak kullanılabilir,
- Ekonomik faydalar sağlanabilir,
- Atık suyun bitki besin elementi içeriği tarımsal ürünler için katkı sağlayabilir.

Atıksuların tarımsal amaçlı yeniden kullanılabilirliğinde dikkate alınması gereken parametreler, pH, çözülmüş oksijen, askıda katı madde, çözülmüş tuzlar ve iyonlar, bitki besin elementleri ve patojenlerdir. Problem olan parametreler doğal veya teknolojik yöntemlerle kolay bir şekilde giderilip sulama kalite kriterlerinde su elde edilebilir.

Atık suların tarımda kullanımı hem olumlu hem de olumsuz çevresel etkiler oluşturabilir, olumsuz etkileri öngörüp tedbirlerinin önceden alınması önem taşır. Tarımsal sulama amaçlı yeniden kullanım için uygulanan su kalite kriterleri genellikle sağlık problemlerine neden olabilen patojenlerin varlığına odaklanan mikrobiyolojik maddeler, toplam çözülmüş katılar ve tuzluluktur. Atık suların tuzluluk seviyesi genellikle yüksektir ve göreceli olarak maliyetli tuz giderme prosesleri ile kombine edilmezse tuzluluk giderilemez ve sulama suyu kalitesi düşer. Diğer yandan kentsel arıtılmış atık sular ağır metaller, pestisitler, dezenfeksiyon yan ürünleri, endüstriyel kirleticiler, mikroorganizmalar, organik ve inorganik maddeler içerir. Bu kirleticilerin bir kısmı klasik atık su arıtımıyla kısmen giderilemediği için arıtılmış suda bulunabilir. Sulama için arıtılan atık suların yeniden kullanımı, birincil ve ikincil arıtma prosesleri ile giderilemeyen nutrientlerin çoğunu giderdiği için atık su kullanımının en iyi yolu olabilir, pahalı üçüncül arıtma ihtiyacını azaltır ve sınırlı temiz su kaynakları kentsel amaçlar için kullanılır. Nutrientler, özellikle azot ve fosfor gübre tasarrufunda önemli bir faktör olabilir.

Ülkemizde atık suların geri kazanımı ve yeniden kullanımı konusundaki örnekler son derece sınırlıdır. Deneme amaçlı birkaç küçük sanayi ve GAP'ta bir pilot proje dışında, sulamada, atık su yaygın olarak kullanılmamaktadır. Çünkü tarım üreticileri atık suyu çöp olarak görmekte, temiz olamayacağına inanmakta ve psikolojik olarak sulama suyu kabul edememektedir. Arıtılmış atık suların yeniden faydalı kullanımı için sosyolojik desteğe de ihtiyaç duyulmaktadır.

Ege ve Akdeniz bölgelerinde sınırlı da olsa arıtma tesislerin çıkış suları site yerleşimlerinde bahçe, park sulaması için değerlendirilirken, bazı yerlerde de stabilizasyon havuzlarında biriktirilerek tarımsal amaçla kullanılmaktadır. Tarım, su ve atık su sektörlerinde finansman ve teşvikle ilgili uygulamaların bu bağlamda mevzuatla güçlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yoğun su tüketen şeker, gıda ve kağıt fabrikalarından kaynaklanan atık suları da uygun yöntemler geliştirilerek devreye alınması gereken ikincil kaynaklardır. Ülkemizde en

yeni örnek 2012 yılında Hollanda Hükümeti ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü' nün çalışmaları ile Afyonkarahisar ilinde başlatılan “Arıtılmış Evsel Atıksuların Tarımda Kullanımı” konulu projedir. 2700 dekar alanın sulanması ile başlatılan proje daha ilk yılın ardından halk talebi ve desteği ile 5000 dekara çıkarılmıştır. Bu gibi örnek projeler desteklenmeli ve farklı platformlarda göz önüne alınarak teşvik edici şekilde sunulmalıdır.

Diğer yandan toprak da savunmasız, kirlilik biriktiren ortam değil en önemli kirlilik arıtım merkezidir. Toprağa gelen her türlü organik kirletici arıtılabilir. Kullanılmış suyun atılmasının yerine sulama suyu olarak kullanılması ilave olarak yer altı rezervlerinin doldurulmasına da katkı sağlar. Atık suların yeniden kullanılması tatlı su kaynaklarının korunması nedeniyle göl ve nehir sularının su kalitesinin artmasına da katkı sağlar.

**Özet olarak, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, sosyoekonomik açıdan güvenli bir geleceğin temini için “kullan ve at” anlayışının terk edilmesi ve su bütçesinin akılcı yönetimine atık suların yeniden kullanımının ilave edilmesi kaçınılmaz görülmektedir. Bu konuda yapılacak çalışmaların herkesin üzerine düşen görevin belirlenmesi, yapılacak eğitimlerin bilinçlendirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve yapılacak mevzuatların gerekirse yaptırımların olması gerekmektedir. Her kaybettiğimiz vakit bizim geleceğimizin su yokluğuna destek olmaktadır.**