

DOSYA/DERLEME**SUYUN GERİ KAZANIMI VE YENİDEN KULLANIMI***Leyla ÖZKAN*, Emrah ALKAYA*, Göksel N. DEMİRER****Giriş**

“Su” yani “insan yaşamının vazgeçilmezi” için tehlike çanları çalmaktadır. 2050 yılında dünya nüfusunun yarısının su yokluğu ya da kıtlığı sorunu ile karşılaşacağı tahmin edilmektedir. Su, insanların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için ihtiyaç duydukları maddelerin başında gelmektedir. Bunun yanı sıra su, endüstrilerdeki ve tarımdaki kullanımıyla yaşam standardımızı belirleyen, ülke gelişimine etki edebilen bir faktördür. Bir başka deyişle insanoğlunun geleceği, yeterli ve kaliteli suya erişimi ile yakından ilişkilidir.

Ne yazık ki şu anda dünyamızda, 1,4 milyar kişi yeterli içme suyuna, 2,3 milyar kişi sağlıklı su kaynağına sahip değildir ve her sene 7 milyon kişi su kaynaklı hastalılardan ölmektedir. Su kaynaklarının yanlış kullanımı ve kirlenmesi sonucunda kişi başına düşen temiz, içilebilir su miktarı her geçen gün azalmaktadır (**Ziraat Mühendisleri Odası Web Sayfası, 2008**).

Türkiye’de kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı yıllık 1,513 m³’tür. Türkiye İstatistik Kurumu (Devlet İstatistik Enstitüsü) 2005 yılı verilerine göre, 2030 yılında ülkemiz nüfusunun 100 milyona ulaşacağı öngörülmektedir. Bu durumda şu anda su kıtlığı çeken ülkeler arasında yer almayan Türkiye, 2030 yılında kişi başına düşen 1,160 m³/yıl’lık su miktarı ile su fakiri olma yolundadır. Ülkemizdeki hızlı nüfus artışı, su tüketimini

artırmanın yanı sıra sanayileşme ve şehirleşme olguları ile birlikte su kaynaklarını kalite yönünden de tehdit etmektedir. Su kaynaklarının endüstriyel ve evsel atıksular ile kirlenmesi hastalık risklerinin oluşmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda, aşırı ve bilinçsiz tüketim, su şebekelerinin yetersiz olmasından dolayı kullanılan su miktarındaki kayıplar ve en önemlisi küresel ısınma nedeniyle yeraltı suları, ırmak ve göllerden oluşan su kaynaklarımız hızla tükenmektedir.

Suyun Geri Kazanımı ve Yeniden Kullanımı

Son yıllarda yaşanan su sıkıntıları, sahip olduğumuz su kaynaklarının sınırsız olmadığına işaret etmektedir. Yaşam kaynağımız olan suyun pek de uzak olmayan bir gelecekte ulaşılması çok zor bir ihtiyaç maddesi olacağı, hatta su kaynaklarına sahip olmak isteyen ülkeler arasında savaşların bile çıkabileceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle kısıtlı su kaynaklarının korunması ve bu kaynakların en verimli şekilde kullanımı, pek çok ülkenin gündemini meşgul etmeye devam etmektedir. Ülkelerin, temiz su kaynaklarını küresel iklim değişikliği, nüfus artışı ve gereğinden fazla su tüketimi gibi tehlikelerden korumak amacıyla yoğun araştırma ve geliştirme çalışmaları yaptığı bilinmektedir. Araştırma ve geliştirme çalışmalarının yanı sıra, kısa vadede kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına katkıda bulunan, pratik ve uygulanabilir yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Var olan su kaynaklarını korumak ve en verimli şekilde kullanabilmek için geliştirilmiş en iyi yöntemlerden bir tanesi “suyun geri kazanımı”dır.

Geri dönüşüm/kazanım terim olarak, kullanım dışı kalan atık malzemelerin ham madde olarak kullanılıp

*ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü

yeniden imalata katılmasıdır. Cam, metal, plastik ve kağıt gibi atıklar çeşitli işlemlerden geçirilerek yeni bir madde üretiminde hammadde olarak kullanılabilirler. Geri dönüşüm sayesinde atıklar değerlendirilerek hammadde ihtiyacı azaltılır ve bu sayede doğal kaynakların korunması sağlanır. Geri dönüşüm terimi genellikle alüminyum kutu, cam şişe, gazete gibi maddeler için kullanılmaktadır. Ancak bu maddelerin yanı sıra, su da geri dönüştürülebilmektedir. Suyun geri dönüşümü/kazanımı, su ihtiyacını karşılamak için doğal su kaynaklarının tüketilmesi yerine, kullanılmış suların olduğu gibi ya da arıtılarak farklı amaçlarla yeniden kullanılmasıdır. Suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı, dünyada yıllardır kabul gören bir yaklaşımdır ve farklı yöntemlerle geri kazanılan suların pek çok alanda kullanımı mevcuttur. Suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı geleneksel su ve atıksu arıtım teknolojileri ile sağlanabilmektedir. Park ve bahçe sulamasının yanı sıra, endüstrilerde ve yeraltı suyu beslemesi gibi pek çok kullanım için çok uygun olan geri kazanım suları, uygun arıtma teknolojileri ile içme suyu kalitesine dahi getirilebilmektedir.

Suyun arıtılarak tekrar kullanımı veya geri kazanımı doğal su kaynaklarının daha az tüketilmesini sağlamanın yanı sıra çevre kirliliğini önlemesi açısından da önemlidir. Atıksuların arıtılarak geri kazanılması, atıksu deşarjlarını azaltarak su kaynaklarındaki kirlenmeyi önler. Bu sayede doğal su kaynaklarının su miktarında ve kalitesinde, atıksu deşarjlarına ve bilinçsiz su tüketimlerine bağlı azalmalar engellenebilmektedir. Bununla birlikte yeniden kazanılan suların kullanılması ile büyük miktarda ekonomik tasarruf sağlanmaktadır. Yıllar içinde, temiz su ücretlerindeki artış ve atıksu deşarj kriterlerindeki düzenlemeler geri kazanımı daha ekonomik hale getirmiştir. Atılmakta olan evsel ve endüstriyel atıksuların geri kazanımı, ülkemizdeki su kaynağı sorunu için de bir çözüm yolu olarak düşünülmelidir. Geri kazanılan sular potansiyel bir su kaynağı olarak birçok alanda kullanılabilir. Atıksuyun arıtılması ile elde edilen geri kazanım sularının endüstrilerde (proses ve soğutma suyu), cadde temizliğinde, sifonlarda, klimalarda, tarımsal sulamada, park ve bahçe sulamasında, yer altı ve yer üstü su rezervlerinin beslenmesindeki uygulamaları, kullanım alanlarından bazılarıdır (Vigneswaran ve Sundaravadivel, 2004).

Suyun Geri Kazanım Alanları

Bilindiği gibi, farklı amaçlarla kullanılan sular, içtikleri maddeler ve kalite açısından da farklılık göstermektedir. Örneğin, içme amaçlı kullanılan bir suyun berrak, renksiz, kokusuz ve mikroorganizmalardan tamamen arınmış olması gerekirken, tarım alanları parklar veya bahçelerin sulanmasında kullanılan suların benzer kriterleri sağlanması beklenmez. Bu nedenle, suyun tarım alanlarında geri kazanımı ile içme amaçlı geri kazanımı, hem uygulama açısından, hem de kullanılan suyun kalitesi açısından farklılık göstermektedir. Endüstrilerde de, suyun kullanım alanına ve ihtiyaç duyulan su kalitesine bağlı olarak farklı geri kazanım yöntemleri uygulanmaktadır.

Bir başka deyişle, suyun hangi alanda yeniden kullanılması isteniyorsa, o alanda ihtiyaç duyulan kalite kriterlerini sağlaması amaçlanmakta ve o amaca uygun geri kazanım yöntemi uygulanmaktadır. Böylece suyun kullanıldığı hemen her alanda geri kazanım uygulamalarını gerçekleştirmek mümkün olmaktadır ve bu uygulamalar sayesinde kentlerde, kırsal alanlarda ve farklı endüstrilerde, su ihtiyacının büyük bir kısmı karşılanabilmektedir.

Kentler, suyun geri kazanım uygulamalarının gerçekleştirilebildiği alanlardandır. Geri kazanım suları kentlerde, park, bahçe, vb. sulama alanlarında kullanılabilir. Kentlerde arıtılarak geri kazanılan sular sulamanın yanı sıra eğlence faaliyetlerinde, ticari ve endüstriyel faaliyetlerde de kullanılmaktadır. Geri kazanım sularının kentlerdeki bir diğer kullanım alanı ise itfaiyedir ve yangınla mücadelede içilebilir su kaynaklarının kullanılmasının yerine, geri kazanım suları kullanılabilir. Arıtılarak kentlerde geri kazanılan atıksular endüstrilerde ve kırsal alanlarda olduğundan farklı olarak, insan temasına açık yerlerde kullanılmaktadır. Bu nedenle geri kazanım sistemleri tasarlanırken geri kazanım sularının halk sağlığına olumsuz etkisini en aza indiren önlemler alınmaktadır. Ayrıca geri kazanım sistemlerinde elde edilen geri kazanım sularının, kullanıcıların talep ettiği su kalitesini sağlayabilmesine, içme suyu şebekesi ile karışmamasına, suyun kalite derecesine göre doğru yerde kullanımına ve sistemin düzenli olarak çalışmasına dikkat edilmelidir.

Geri kazanım sularının kentsel kullanımının yanı sıra, sanayideki hızlı gelişimler sonucunda artan su talebi ve su kaynaklarının yetersizliği gibi sebeplerle endüstriyel kullanımı da önem kazanmıştır. Sanayide su kullanım oranı, endüstrileşmiş ülkelerde, genel su tüketiminin %50–80'ine ulaşmıştır. Üçüncü dünya ülkelerinde bu oran %10–30 arasında değişmektedir (Postel, 1993). Ancak suyun geri kazanım yöntemlerinin uygulanmasıyla sanayide kullanılan su miktarı önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Geri kazanım suları özellikle yoğun su tüketimleri ile bilinen termal elektrik enerjisi, demir-çelik, kağıt hamuru ve kağıt, kimyasal maddeler, petrol ve makine üretimi sektörlerinde kullanılmaktadır (Çepel ve Ergün, 2003). Farklı endüstriyel uygulamalarda gereken su kalitesi, geri kazanım uygulamalarının çerçevesini belirlemektedir. Örneğin elektronik endüstrisi devre kartlarını ve diğer elektronik ekipmanları yıkamak için neredeyse saf su kalitesinde suya ihtiyaç duymaktadır. Atıksuların arıtılması ve bu kalitedeki suyun temini için yeniden kullanılması çok yüksek maliyetler gerektirmektedir. Bu nedenle kimi endüstrilerde geri kazanım uygulamaları uygulanabilir olmaktan uzaktır. Bununla birlikte birçok endüstri geri kazanım suyu hatları kurarak, içme suyu kullanım miktarını ve maliyetini azaltmıştır. Örneğin tekstil, metal üretimi, kağıt ve dericilik endüstrileri orta ve düşük kalitede suya ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle bu endüstrilerde suyun geri kazanımı kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde geri kazanım yaklaşımını benimseyen endüstrilerin çoğu atıksularını arıtarak, soğutma, proses ve kazan besleme

suyu olarak kullanılmaktadır. Geri kazanım suyunun diğer endüstriyel kullanımlar ile karşılaştırıldığında, soğutma amaçlı kullanım için gereken su kalitesi çok düşüktür. Bu nedenlerle de endüstrilerde kullanılan geri kazanım sularının çoğu soğutma suyu olarak kullanılmaktadır (**Vigneswaran ve Sundaravadivel, 2004**). Elektrik santralleri geri kazanım sularını, soğutmanın yanı sıra kül ve uçucu gaz temizlemede kullanırken petrol rafinerileri, kimya endüstrisi ve maden işletme sanayii geri kazanım sularını prosesteki ihtiyaçlarını karşılamak için de kullanılmaktadır (**Grumbles, 2004**). Buna ek olarak, yeni arıtım teknolojileri, yoğunlaştırılmış soğutma suyu sisteminde geri kazanım suyu kullanımından kaynaklanan problemlerin kontrolünü sağlamış ve düşük kalitedeki geri kazanım sularının endüstrilerde sulama suyu olarak kullanımına da olanak sağlamıştır.

Gelişmiş ülkelerde su kaynaklarının %39'u, gelişmekte olan ülkelerde %52'si, Türkiye'de ise %72'si tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır (**Thames Water Web Sayfası, 2008**). Günümüzde bu derece yoğun su kullanımının gerçekleştiği tarım alanları, geri kazanılan suların önemli bir miktarının da kullanım alanını oluşturmaktadır. Bazı endüstrilerde üretilen ve tarım ürünleri için zararlı maddeler içermeyen atıksular ile evsel atıksular, tarım alanlarında yeniden kullanılmak için çok uygundur. Bu atıksular belirli derecelerde arıtılarak doğal kaynaklardan elde edilen suyun yerine kullanılabilir. Bu uygulama, temiz su kaynaklarını koruyarak sağladığı ekonomik kazanımların yanı sıra ürün veriminde gerçekleştirdiği artışla da ilgi çekmektedir (**Asano ve Levine, 1998**). Hatta bazı çalışmalara göre, arıtılarak geri kazanılan bu sular içerdikleri besinler sayesinde kimyasal gübre ihtiyacını azaltmaktadırlar (**Vigneswaran ve Sundaravadivel 2004**). Diğer su kullanım alanlarına göre daha düşük kalitede suların kullanılabilirdiği sulama amaçlı geri kazanım, çağlardan beri uygulanmaktadır. Tarihte, medeniyetler gelişmiş arıtım teknolojilerine ihtiyaç duymadan, toprağa kazılmış göletlerde beklendikleri evsel atıksuyu, gerçekleşen doğal arıtım sonucunda civardaki tarım alanlarının sulamasında kullanmışlardır. Gelişmekte olan ülkelerde de halen kullanılmakta olan benzer pratik yöntemler mevcuttur. Bunun yanı sıra, gelişmiş ülkelerde kurulmuş daha ileri teknolojilerin kullanıldığı küçük ve kompakt arıtma tesislerinde arıtılan atıksular kilometrelerce uzaktaki büyük tarım arazilerinin sulanması için kullanılabilir. Gelişmekte olan ülkelerde de halen kullanılmakta olan benzer pratik yöntemler mevcuttur. Bunun yanı sıra, gelişmiş ülkelerde kurulmuş daha ileri teknolojilerin kullanıldığı küçük ve kompakt arıtma tesislerinde arıtılan atıksular kilometrelerce uzaktaki büyük tarım arazilerinin sulanması için kullanılabilir.

Atıksular için uygulanan en ileri arıtım ve geri kazanım yöntemleri, doğrudan veya dolaylı olarak içme amaçlı kullanılacak kalitede su elde etmek için geliştirilmiştir. Atıksuların doğrudan içme suyu olarak geri kazanılması, atıksuların arıtıldıktan sonra doğrudan içme suyu şebekesine verilmesi ile gerçekleştirilmektedir. İnsan sağlığı açısından tehlike oluşturmayacak düzeyde arıtılmış suyun, estetik açıdan da beklentileri karşılaması gerekmektedir. Bir başka deyişle arıtılmış su renksiz, kokusuz ve içime uygun tada sahip olmalıdır. Atıksuyun bu derece arıtılması, içme suyunun yüksek maliyetlerde üretilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, dünyada su sıkıntısının yaşandığı

kimi bölgelerde uygulanıyor olsa da, atıksuyun arıtılarak doğrudan içme suyu olarak kullanımına yönelik uygulamalar çok yaygın değildir. Atıksuyun dolaylı olarak içme suyu amaçlı geri kazanımı da mümkündür ve bu yöntem doğrudan kullanıma göre daha yaygındır. Bu yöntemde, atıksu belli bir derecede arıtılarak doğal içme suyu kaynağı olarak kullanılan akarsu, baraj veya yeraltı kaynaklarına boşaltılmaktadır. Doğal kaynakları kirletmeyecek oranda arıtılmış oldukları için bu sular sağlık açısından da bir tehdit oluşturmamaktadır. Bu uygulama sayesinde kaynakların doluluk oranının mevsim ve kullanım şartlarından çok fazla etkilenmesi de engellenebilmektedir.

Bazı dönemlerde denize kıyısı olan bölgelerde, tatlı yeraltı sularının deniz suyu tarafından kirlendiği bilinmektedir. Atıksular arıtılarak bu durumun engellenmesi için de yeniden kullanılabilir. Bu yöntemde, deniz suyunun yeraltı sularına karışmasını önlemek için arıtılmış atıksular bir bariyer görevi görmek üzere yeraltı sularının önüne pompalanmaktadır. Böylece deniz suyu pompalanan su ile karışmakta ve yer altı suyuna ulaşmadan tuzluluk ve kirlilik özelliğini yitirmektedir.

Dünya'da ve Türkiye'de Suyun Geri Kazanımı

Suyun geri kazanımı uygulamaları, günümüzden 5000 yıl öncesine kadar gitmektedir. M.Ö. 3000-1100 yılları arasında Girit'te yaşayan Minos medeniyetine ait kalıntılarda, evsel atıksuyun tarımsal sulama amaçlı kullanımının kanıtlarına rastlanmıştır. Çin ve Hindistan'da da atıksuların, sulama ve farklı amaçlarla yeniden kullanımı yüzlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı yaklaşımı o dönemlerden günümüze pek çok ülkede benimsenmiştir. 16 ve 18. yüzyıllar arasında özellikle Almanya ve İngiltere'de evsel atıksuların tarım alanlarının sulanmasında kullanıldığı bilinmektedir (**Vigneswaran ve Sundaravadivel, 2004**). 19. yüzyılda suyun geri kazanımı uygulamaları dünyada iyice yaygınlaşmış, hatta atıksuların bilinçsizce yeniden kullanımı, bu yüzyılın sonlarında çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaya başlamıştır. Dönemin uzmanları, içme ve kullanma suyu olarak yararlanılan doğal su kaynaklarının, yeniden kullanılmak üzere boşaltılan atıksular tarafından aşırı derecede kirlendiğini tespit etmişlerdir. Yaşanan bu sağlık sorunları kitlelerin bilinçlenmesine ve bunu takiben 20. yüzyılın başlarında atıksu arıtma tesislerinin kurulmaya başlamasına neden olmuştur (**Vigneswaran ve Sundaravadivel, 2004**). Bunu takiben atıksu arıtımının ve suyun geri kazanımı yaklaşımının su kaynaklarını koruma açısından önemini kavrayan ülkeler, 20. yüzyıl boyunca atıksularını arıtılarak değişik amaçlarla kullanmışlardır.

Son 20 yılda hızla gelişen sanayi ve şehirleşme ile birlikte artan su kullanımı, dünya ülkelerini verimli su kullanımı ve suyun geri kazanımı konusunda somut adımlar atmaya mecbur bırakmıştır (**Grumbles, 2004**). Günümüzde pek çok ülke, geliştirdiği ve uygulamakta olduğu çevre politikalarında suyun geri kazanımı ve

yeniden kullanımına ağırlık vermektedir. Suyun geri kazanımı yaklaşımı özellikle, alternatif su kaynaklarının kısıtlı olduğu Ortadoğu ülkeleri, Güney Afrika ve Amerika kıtasının kurak alanlarında çok kritik bir öneme sahiptir. Avrupa'da ise son yıllarda yenilenebilir su kaynaklarının giderek azalması, geliştirilmekte olan su yönetim sistemlerinde geri kazanım ve yeniden kullanım uygulamalarının daha da önem kazanmasına neden olmuştur (Durham, 2005).

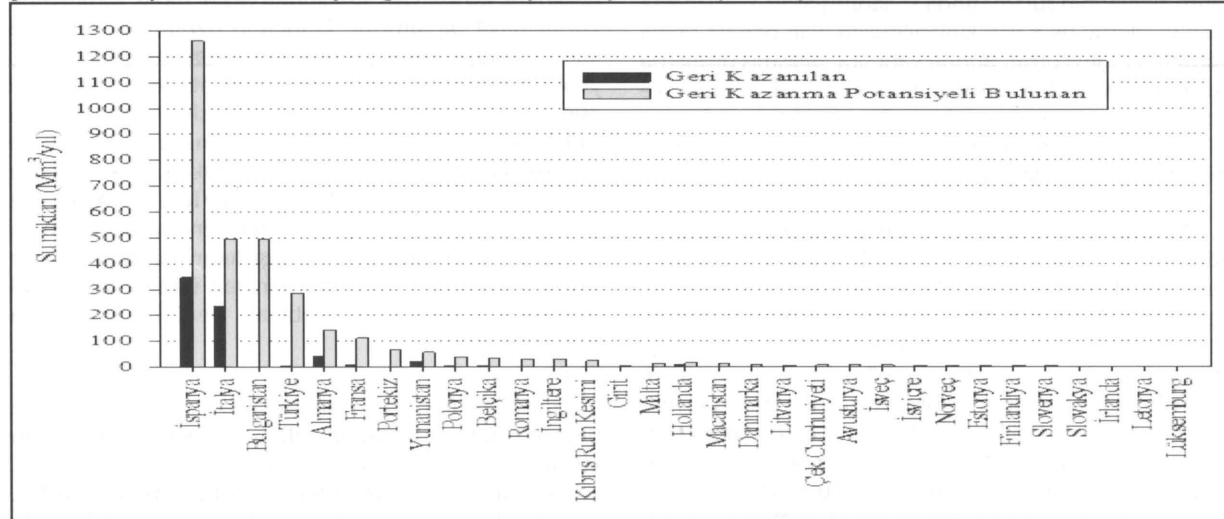
Dünya'da doğal su kaynaklarının her türlü kirlenmeden korunması ve atık suların geri kazanılarak yeniden kullanımı yaklaşımı gün geçtikçe daha fazla önem kazanmakta ve bu konuda yoğun araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır (Kavaklı ve Civan, 1997). Mangion v.d. (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, Avrupa ülkelerinde geri kazanıma uygun su potansiyeli hesaplanmış ve ülkelerde bu suyun ne kadarının geri kazanıldığı belirlenmiştir (Şekil 1). Avrupa'da arıtılan atıksuların yalnızca %2,4'ünün geri kazanıldığını vurgulayan araştırma sonuçlarına göre yıllık toplam 700 milyon m³ suyun yeniden kullanıldığı Avrupa ülkeleri arasında, 347 milyon m³ değeri ile İspanya ilk sırada bulunmaktadır. İtalya, 233 milyon m³ ile ikinci sırada bulunurken, bu ülkeyi, yıllık 42 milyon m³ su geri kazanımı ile Almanya takip etmektedir. İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi Akdeniz ülkeleri özellikle yaz aylarında yoğunlaşan su gereksinimlerinin bir bölümünü geri kazandıkları ve yeniden kullandıkları suların karşılığında, sahip oldukları geri kazanım potansiyellerinin %28-47'sini kullanarak bu alanda diğer ülkelerden öne çıkmaktadırlar. Bir diğer Akdeniz ülkesi olan Türkiye ise 31 ülke arasında geri kazanım potansiyeli açısından 287 milyon m³ değeri ile 4. sırada bulunmasına karşın, bu potansiyelin yalnızca %1'ini kullanabilmektedir.

Akdeniz ülkelerinde suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı uygulamalarının araştırıldığı bir çalışmaya göre

ise, bölge ülkelerinde geri kazanılan sular en fazla tarımsal alanların sulanmasında ve yeraltı sularının beslenmesinde kullanılmaktadır (Kamizoulas, 2003). Endüstrilerdeki geri kazanım ve yeniden kullanım uygulamaları ise oldukça sınırlıdır. Araştırma sonuçlarına göre, Fransa, İsrail ve Kıbrıs Rum Kesimi geri kazanılan suları hemen her alanda kullanarak bu alanda öne çıkmaktadır (Tablo 1). Ülkemiz ise sahip olduğu yüksek geri kazanım potansiyelinin çok kısıtlı bir bölümünü kullanmakta ve Suriye, Lübnan, Fas, Malta ve Libya'da olduğu gibi geri kazanılan suları daha çok tarım alanlarının sulanmasında kullanabilmektedir. Dünya'da suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımını destekleyen uluslararası girişimler 1960'lı yıllarda yapılmaya başlanmıştır. Ülkeler, doğal kaynakların giderek tükenmesi ve çevreye verilen zararın tehlikeli boyutlara ulaşması nedeniyle 1960'lı yılların sonunda, birleşmiş milletlerin öncülüğünde çözüm arayışına gitmişlerdir. 1972'de Stokholm'de düzenlenen "Birleşmiş Milletler Çevre ve İnsan Konferansı" ile kaynakların verimli kullanımı kavramı gündeme gelmiş, aynı dönemde Avrupa Birliği'nde, Paris Zirvesi'ni takiben suyla ilgili çeşitli konularda yasal düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır (Çevreciyiz Web Sayfası, 2008). 1973 yılında, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından arıtılmış atık suların sulama suyu olarak kullanımı ile ilgili önerdiği kalite kriterleri o tarihten bu güne kadar toplanan epidemiyolojik bulgular çerçevesinde yeniden revize edilerek 1985 yılında "Engelberg Raporu" olarak bilinen doküman yayınlanmıştır. Avrupa Birliği tarafından, 1991 yılında kabul edilen "AB Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği" (91/271/EC) ile arıtılan suların geri kazanım için uygun olanlarının yeniden kullanımı zorunlu hale getirilirken 2000 yılında yürürlüğe giren "AB Su Çerçeve Yönergesi" (2000/60/EC) ile de sürdürülebilir bir su yönetimi benimsenmiştir (Mangion, 2007).

Türkiye'de de su kullanımı ile ilgili yasal altyapı yıllar içerisinde gelişme göstermiştir. Arıtılmış atıksuların sulama

Şekil 1. Avrupa ülkelerinde suyun geri kazanım potansiyeli ve bu potansiyelin kullanımı



Kaynak: Mangion, 2007

Tablo 1. Akdeniz ülkelerinde geri kazanılan suların kullanım alanları

Ülke	Kentsel Kullanım	Endüstriyel Kullanım	Tarımsal Sulama	Kullanım Yok
Arnavutluk				√
Bosna Hersek				√
Cezayir	√			
Fas			√	
Fransa	√	√	√	
Kıbrıs Rum Kesimi	√	√	√	
Hırvatistan				√
İspanya	√		√	
İsrail	√	√	√	
İtalya		√	4	
Libya			√	
Lübnan			√	
Malta			√	
Mısır	√		√	
Slovenya				√
Suriye	√			
Tunus	√		√	
Türkiye			√	
Yunanistan	√		√	

suyu olarak kullanılmasıyla ilgili yasal mevzuat 7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'nde verilmiştir (Kavaklı ve Civan, 1997). Yönetmelikte, sulama suyu olarak kullanılacak olan atıksuların hangi derecede arıtılması ve kirletici parametreleri bakımından hangi şartları sağlaması gerektiği vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, ülkemizde henüz suyun verimli kullanımına ve geri kazanımına da vurgu yapan, suyun yönetimiyle ilgili temel ilke ve yöntemlerin çerçevesini belirleyen entegre bir "su çerçeve yasası" bulunmamaktadır. Bu nedenle, suyun verimli kullanımı ve geri kazanımı konularında yasal alt yapı oluşturulması konusunda alınması gereken çok yol vardır. AB uyum sürecindeki Türkiye, "AB Su Çerçeve Yönergesi"ne (2000/60/EC) uyum çalışmalarını da başlatmıştır. 2007'de Devlet Su İşleri'nin (DSİ) Çevre ve Orman Bakanlığı'na bağlanmasıyla, su yönetimi konusunda adımlar atılacağına sinyalleri verilmeye başlanmıştır (Çevreciyiz Web Sayfası, 2008).

Suyun Geri Kazanımı Uygulamaları ve Başarı Hikayeleri

Dünya'nın pek çok bölgesinde su geri kazanımı uygulamalarını görmek mümkündür. Kimi bölgelerde farklı amaçlar için geri kazanılan ve yeniden kullanılan atıksular, su gereksinimini karşılamada çok kritik bir öneme sahiptir. Afrika'nın sıcak ve çorak topraklarından, soğuk ve yağmurlu Kuzey Avrupa ülkelerine kadar pek çok coğrafyada başarı ile gerçekleştirilmiş geri kazanım

uygulamalarına rastlanmaktadır. Aşağıda verilen geri kazanım örnekleri de, farklı gelişmişlik düzeylerine sahip, değişik kıta ve kültürlerdeki ülkelerden seçilmiş birer başarı hik ayesidir.

Windhoek, Namibya örneği: 1960'lı yılların başında, Namibya'nın başkenti Windhoek'ta yüzey ve yeraltı içme suyu kaynakları ihtiyacı karşılayamayacak derecede azalmıştır. Bu dönemde, kentin içme suyu ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla geliştirilen alternatifler değerlendirilmiş ve evsel atıksuların arıtılarak geri kazanımı en uygun çözüm olarak kabul edilmiştir. 1968 yılında alınan karar ile şehre, içme suyu ihtiyacının yarısını karşılayacak kapasitede gelişmiş bir atıksu arıtma tesisi kurulmuş ve evsel atık suyun içme suyu kalitesine getirilebilmesi için bir dizi uygulama gerçekleştirilmiştir. Zehirli maddeler içeren endüstriyel atık suların evsel atıksuyu toplayan kanalizasyon şebekesine karıştırılması engellenmiş bu sayede arıtılması zor olan maddelerin atıksuya geçişi önlenmiştir. Arıtılan suyun kalitesi uzmanlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmiş, bu sayede doğabilecek sağlık problemlerinin önüne geçilmiştir. Geçen süre ile birlikte arıtma tesisindeki teknoloji yenilenmiş ve enerji verimliliği artırılarak maliyetler düşürülmüştür. Windhoek'ta gerçekleştirilen bu büyük ölçekli geri kazanım uygulamasıyla, gerekli önlemler alındığında evsel atıksuyun güvenilerek içme suyu amaçlı olarak kullanılabilceği kanıtlanmıştır. Ayrıca bu çalışma, gelişmekte olan bir Güney Afrika ülkesinde uygulanmış olması açısından da önem taşımaktadır ve teknolojik

imkanların sınırlı olduğu bölgelerde bile uygulanabilir olduğunu kanıtlamaktadır (Vigneswaran ve Sundaravadivel, 2004).

Dan Bölgesi, İsrail Örneği: İsrail’de ciddi bir şekilde yaşanan su sıkıntısı, kaynakların verimli kullanımını ve suyun geri dönüşümünü gerektirmektedir. Ortadoğu ülkeleri arasında su sıkıntısı çeken ülkelerin başında gelen İsrail’de, üretilen atıksuların %60’ı arıtılarak farklı amaçlarla yeniden kullanılmaktadır. Bu nedenle İsrail, su yönetimi konusunda gelişmiş ülkeler arasında gösterilmektedir ve bu konuda çok büyük projelere ev sahipliği yapmaktadır. Orta Doğu ülkelerinin hemen hepsinde olduğu gibi, İsrail’de de en fazla su tüketimi tarım alanlarının sulamasında gerçekleşmektedir. Bu nedenle arıtılarak geri kazanılan su bölgedeki tarım alanlarının sulanmasında yoğun olarak kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen en büyük su geri dönüşüm projelerinden bir tanesi, Tel Aviv şehri ve çevresinden toplanan evsel atık suyun geri dönüşümünü sağlayan “Dan Bölgesi Projesi” dir. Bu projede evsel atık su gelişmiş bir arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra depolama amaçlı olarak yeraltı sularına deşarj edilmekte ve ihtiyaç olduğu dönemlerde yeraltı suyu ile beslenen kaynaklardan temin edilmektedir (Anderson, 2003).

Florida, ABD Örneği: Florida eyaletinin, yaklaşık 250.000 nüfusa sahip St. Petersburg şehrinde, 1977 yılından bu yana faaliyet gösteren büyük bir atık su arıtım ve geri kazanım tesisi bulunmaktadır. Kentin evsel atık su şebekesi ile beslenen bu tesis, büyük bir kısmı yerleşim bölgelerinde bulunan 10000 civarındaki binaya yeniden kullanım amaçlı su sağlamaktadır. Arıtılmış bu su, hanelerde daha çok bahçe sulamasında kullanılırken, endüstrilerde proses ve soğutma suyu olarak değerlendirilmektedir. St. Petersburg itfaiye şebekesi ise arıtılmış bu sudan yangın anında söndürme suyu olarak yararlanmaktadır. Geri kazanılan suyun bir kıyı kenti olan St. Petersburg’da bir başka kullanımı ise, kentte içme amaçlı kullanılan yeraltı sularının deniz suyu tarafından kirlenmesini engellemektir. Arıtılmış su, yeraltı sularının önüne pompalanarak bir bariyer görevi görmekte ve bu sayede yeraltında süzülerek ilerleyen deniz suyunun içme suyu kaynaklarını kirlenmesi engellenmektedir (Anderson, 2003).

Sonuç

Suyun geri kazanımı yaklaşımı kısa vadede getirdiği ekonomik kazanımların yanı sıra, çevre kirlenmesini önlediği ve su kaynaklarının verimli kullanımını sağladığı için uzun vadede de sürdürülebilir bir yaşam hedefine çok büyük katkı sağlamaktadır. Yıllardır, gelişmiş Batı ülkelerinden, gelişmekte olan Afrika ülkelerine kadar su sıkıntısı çeken birçok ülkede yaygın uygulamaları bulunan geri kazanım yaklaşımı, yapılan uluslar arası antlaşmalarla da desteklenmektedir. 1970’lerden beri Avrupa Birliği’nin de öncelik verdiği konulardan biri olan suyun verimli kullanımı ve geri kazanımı, 2000 yılında kabul edilen “AB Su Çerçeve Yönergesi” (2000/60/EC) ile daha da önemli hale getirilmiştir. Türkiye’nin suyun verimli kullanımını ve

geri kazanımı konusunda da atması gereken adımlar olduğu açıktır.

Geçtiğimiz dönemde, özellikle büyük kentlerde yaşadığımız su sıkıntıları, sanıldığı gibi su zengini bir ülke olmadığımızı bir kez daha kanıtlamıştır. Sahip olduğumuz su rezervlerini kirlilikten korumadığımız ve verimli kullanmadığımız takdirde, yakın gelecekte daha büyük tehlikelerle karşılaşmamız çok olası görülmektedir. Benzer bir kaderi paylaştığımız İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi Akdeniz ülkelerinde benimsenmiş suyun geri kazanımı yaklaşımının, ülkemizde de kabul görmesi ve uygulamaların artması gerekmektedir. Dünyanın kimi bölgelerinde ve ülkemizde bilinçsizce sürdürülen “kullan ve at” uygulamalarına taban tabana zıt bu yaklaşım sayesinde susuz bir gelecek kademaktan çıkabilecektir.

KAYNAKLAR

Anderson, J (2003) The Environmental Benefits of Water Recycling and Reuse. Water Science and Technology: Water Supply , 3(4), 1–10.

Asano, T, Levine, AD (1998) Wastewater reclamation, recycling, and reuse: an introduction. Wastewater reclamation and reuse (1–56). Lancaster, PA Technomic Publishing Company.

Çepel, N, ve Ergün, C (2003) Suyun Önemi ve Ekolojik Sorunları, <http://www.tema.org.tr>

Çevreciyiz Web Sayfası (2008) Ulaşım Tarihi 25 Şubat 2008. <http://www.cevreciyiz.com>

Durham, B, Angelakis, AN, Wintgens, T, Thoye, C, Sala, L (2005) Water Recycling and Reuse. A Water Scarcity Best Practice Solution, Coping with Drought and Water Deficiency: From Research to Policy Making Conference, Cyprus

Grumbles, BH, Gilman, P, Schafer, JE (2004) Guidelines for Water Reuse, U.S. Environmental Protection Agency, Municipal Support Division, Office of Wastewater Management, Washington, DC., USA.

Kamizoulas, G, Bahri, A, Brissaud, F, Angelakis, AN (2003) Wastewater recycling and reuse practices in Mediterranean region: Recommended guidelines, <http://www.med-reunet.com>.

Kavaklı, M, Civan, Z (1997) Türkiye’de Su Kullanımı, Atıksuları Geri Kazanma ve Yeniden Kullanma Uygulamaları, Su ve Çevre Sempozyumu, İstanbul.

Mangion, J, Mundo, F, Infante AP (2007) Mediterranean Wastewater Reuse Report, Mediterranean Wastewater Reuse Working Group, EU Water Initiative, <http://www.emwis.net/topics>.

Postel, S (1993) Susuzluk Sorunu. Dünyanın Durumu Raporu 1993. TEMA yayın no:4, İstanbul.

Thames Water Web Sayfası (2008) Ulaşım Tarihi 28 Şubat 2008. <http://www.thameswater.com.tr>

Vigneswaran, S, Sundaravadivel, M (2004) Recycle And Reuse of Domestic Wastewater, in Wastewater Recycle, Reuse, and Reclamation, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK, <http://www.eolss.net>

Ziraat Mühendisleri Odası Web Sayfası (2008) Ulaşım tarihi 24 Şubat 2008. http://www.zmo.org.tr/odamiz/kuresel_isinma.pdf