

BİNALARDA SU GRİ ARITILMASI¹

Grey Water Treatment in Buildings

Dilara KÜTÜK
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Sultan Nilgün YÜCEER
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Su, canlıların yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için koşulsuz gerekli olan temel ihtiyaçlardan biridir. Yeryüzünde bulunan kullanılabilir su kaynakları sınırlı olmakla birlikte dağılımı düzensizdir. Nüfus artımı, küresel ısınma, bilinçsiz su tüketimi ve benzeri nedenlerden dolayı kullanılabilir su kaynakları azalmaktadır. Bu çerçevede son yıllarda gündem konusu olan evsel atıksu; kirletici olmamakla birlikte yeniden değerlendirilip kullanıma uygun hale getirilmesi şeklinde ele alınmaktadır. Evsel atıksuyun kaynağında ve özelliklerine göre ayrılarak uygun işlemden geçirilip yeniden kullanımda değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Bu çalışmada tuvalet suyu haricinde kalan ve gri su olarak tanımlanan suyun yerinde arıtılıp yeniden kullanımda değerlendirilmesi ele alınmıştır. Bu çalışmada İkon Hafriyat Konut İnşaat Taahhüt Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi tarafından yapılan Gültepe Mahallesi 881 Sokak (825 Ada 5 Parsel B Blok) Adana Sarıçam adresindeki iki bloktan oluşan Ege Life Konutları gri su arıtımı konu alınmıştır. Ege Life konutlarında evsel atıksular sınıflarına göre ayrılacak olup geri dönüşümü yapılacak olan gri suların miktarı hesaplanmış ve arıtma yöntemi olarak membran bioreaktör kullanılarak gri su arıtımı gerçekleştirilmiştir. Arıtma sonrası gri su arıtımı ile doğaya olan katkısı hesaplanmıştır. Ege Life gibi sitelerde kaynağında ayırım prensibine göre yapılacak gri su arıtımı ile su ve enerji tasarrufu ve çevreye katkısı tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Evsel Atıksu, Gri Su, Arıtma Teknolojileri, Yeniden Kullanım

ABSTRACT

Water is one of the basic necessities which are unconditionally necessary for the survival of living things. While the available water resources on the earth is limited, its distribution is varied. Usable water resources are decreasing because of such reasons as population increase, global warming, unconscious water consumption. In this regard, domestic wastewater, which has been on the agenda in recent years, is regarded not as pollutant but some item to recover for use. Domestic wastewater has come to the fore on recovering grounds, by separating it according to its source and characteristics, and then reusing it. In this study, sullage treatment of two blocks Ege Life Apartments, constructed by İkon Hafriyat

¹ Aynı başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Ltd at Street number 881, Gültepe District, Sarıçam, Adana, was analyzed. Domestic sullage, generated at Ege Life, was separated according to their classes in the source and amount of recyclable sullage was calculated. The membrane bioreactor method was used for sullage treatment. The amount and environmental contributions of treated sullage was calculated. Sullage treatment, at housings such as Ege Life, based on separation at the source, water and energy conservation and environmental contribution issues were discussed.

Key words: domestic wastewater, grey water, treatment technologies, reuse

GİRİŞ

Dünyamızda kullanılabilir su kaynakları sınırlı olmakla birlikte günümüzde giderek bu kaynaklar azalmaktadır. Bunun en önemli etkenlerinden biri sürekli artan nüfus olmaktadır. Nüfusun artmasıyla üretim ve tüketim aynı hızda artmaktadır ve bununla beraber su kaynakları giderek azalmaktadır. Her geçen yıl dünya nüfusu %1,7'lik bir oranda artmaktadır (Çamurcu, 2005). 19. yüzyıla göre 20. yüzyılda dünya nüfusu üç kat artmıştır. Bununla beraber, su kaynakları kullanımı ve dolayısıyla su ihtiyacı altı kat artmıştır. Bu nedenle su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılabilmesi için tüketim hızının kontrolü önem kazanmaktadır. 1950'lerden itibaren tarım, kentleşme ve endüstriyellemenin artışıyla suya olan talep yoğunlaşmıştır. (Karakaya ve Gönenç, 2007). Dünyada 2000'li yıllarda, 25 yıllık bir süreçte endüstriyel su tüketiminin 1,4 kat, evsel su tüketiminin ise 1,9 kat artacağı düşünülmektedir (Postel, 1999; Shiklomanov, 2000). Dolayısıyla sürdürülebilir su kaynakları yönetimi önem kazanmıştır ve yeni yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir. Talep yönetimi bu kapsamda geliştirilmiş yeni yaklaşımlardan biridir (Arlosoroff, 1999).

İnsan yaşamının ana kaynağı olan doğal çevrenin korunması için çevre odaklı yapıların tasarlanması gerekliliği kaçınılmazdır. Bu noktada bina tasarımında, bina içi gerekli enerji tüketiminin en aza indirilerek çevreci bir anlayışla hareket etmek gerekmektedir (Yüceer, 2014). Bina teknolojilerindeki gelişmelerle, bilinen akıllı bina kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı bina sistemlerinde enerjinin etkili kullanılabilmesi için bazı parametreler incelenmiştir. Basit bir şekilde ifade edilecek olursa; akıllı bina sistemleri; binalarda enerjinin etkili kullanılması için, konutların enerji giderlerinin otomatik olarak yapı içerisinde bulunan cihazlarla kontrol edilebildiği bir sistem olarak tanımlanabilir (Yılmaz, 2006). Yapıda çevreye uygun tasarım anlayışı; sürdürülebilir mimarlık, ekolojik, enerji etkin bina tasarımı veya yeşil mimarlık gibi yeni bakış açıları ve çözümler ortaya çıkarmıştır (Yüceer, 2014).

Günümüz konularından olan evsel atık su bir kirlenici değil geri kazanım işlemleri neticesinde yeniden kullanılabilir bir kaynak olarak değerlendirilmelidir. Bu olguya göre, evsel atık sular kendi özelliklerine göre ayrılarak kaynağında uygun işlemlere tabii tutularak arıtılması fikri ortaya konmuştur. Gri su evsel atık suların tuvalet atık suyu haricinde kalan kısmıdır ve organik madde içeriği oldukça zengindir. Gri su, su çeşitlerinden en az kirlenici özelliğe sahiptir. Gerekli arıtmadan

geçtikten sonra sulama amaçlı ya da yer altı suyu beslemesi olarak kullanılmaktadır. Arıtılmış gri suyun kullanım suyu olarak yeniden kullanılmasının, su kaynaklarının korunmasına olumlu etkileri olacaktır.

Gri suyun başlıca kaynakları, mutfak, duş, banyo, lavabo, bulaşık ve çamaşır makinelerinin kullanılması nedeni ile oluşan sulardır. Gri su haricinde kalan sular yani tuvalet suları ise siyah su olarak tanımlanmaktadır. Gri sular az kirli gri su ve çok kirli gri sular olarak ikiye ayrılmaktadır. Az kirli gri su denilen sular banyo, lavabo, duştan kullanımı sonucu oluşan atık sular olup, çok kirli gri sular mutfak ve çamaşır makinelerinin kullanımı sonucu oluşan atık sulardır. Evsel atık suyun yaklaşık %75'ini gri sular oluşturmaktadır ve hacimsel olarak baktığımızda evsel kaynaklı atık suların en büyük miktarını oluşturmaktadır (Karahan, 2011).

Gri Su Karakteristiği

Gri su, kimyasal maddeler neticesinde kullanılan suyun kirlenmesiyle oluşmaktadır. Tüketicinin alışkanlıkları gri suyun kirlilik seviyesini belirlemektedir. Kirletici maddeleri deterjanlar, hijyen ürünleri, vücuttan çıkan kir ve kirli kıyafetlerden oluşmaktadır. Gri su evlerde kullanılan ihtiyaçlara göre sürekli oluşmaktadır.

Tablo 1 Gri Su Kaynağına Göre Kirletici Maddeler (Allen ve Ark., 2010)

Gri Su Kaynağı	Kirletici Maddeler
Duş-Küvet	saç, sabun, organik madde, şampuan kalıntıları, askıda katı madde, bakteri
Lavabo	Yağ ve gres, bakteri, organik madde, sabun, askıda katı madde
Çamaşır Makinesi	organik madde, yağ ve gres, nitrat, sodyum, pH askıda katı madde, fosfor, çamaşır suyu
Bulaşık Makinesi	pH, artan tuzluluk, deterjan, yağ ve gres, bakteri, askıda katı madde, organik madde

Gri suyu saç, vücut yağı ve kir gibi kolay ayrışabilen maddeler oluşturmaktadır. Gri su uzun tutulup hemen işlemde geçirilmezse, sülfatlar yardımıyla bozulmaya başlar. Bu durum kötü koku problemine neden olacağından böyle bir problem istenmez. Organik maddeler BOİ (biyokimyasal oksijen ihtiyacı) ve KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) parametrelerinin ortalamalarıyla ölçülür. (Karahan, 2011). Banyodan ve duştan gelen gri sular az kirli gri su olarak tanımlanmaktadır. Çamaşır ve bulaşık makinelerinden gelen gri su çok kirli gri su olarak tanımlanır ve atık su konsantrasyonunu arttırmaktadır. Bununla beraber gri suyun arıtım maliyeti de artacaktır. Gri suyun fiziksel parametreleri olarak ; sıcaklık, renk, bulanıklık, elektriksel iletkenlik ve askıda katı madde olarak sayılabilmektedir.

Kullanılacak olan su alanlarının kendilerine göre kalite standartları vardır. Bundan dolayı gri su geri kazanım sistemlerinden elde edilen suyun kullanılacağı yerin standartlarına uygun olması şarttır. Arıtılmış gri su bahçe sulama, tuvalet rezervuarları, çamaşır yıkama gibi yerlerde kullanılacağı gibi uygun deşarj yerlerine deşarjının da yapılabileceği belirtilmiştir.

Gri Su Arıtma Yöntemleri

Suriye, Güney Afrika ve Avustralya'da bahçe ve peyzaj sulamada, İsrail de ise meyve ağaçlarını sulamada gri su kullanılmaktadır (Boyjoo ve Ark., 2013). Buna rağmen gri suyun doğrudan kullanılması yerine arıtılarak kullanılması önerilmektedir. Gri su doğrudan kullanıldığı zaman, gri suyun içerdiği kimyasal maddelerin bitkilere zarar verebildiği belirtilmiştir. Bununla beraber suda yüzey aktif maddelerin, yağ ve gresin vb. birikmesine neden olmaktadır. Bu da toprağın yapısını bozarak yer altı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Gri su bir arıtma işlemine tabii tutulmadan doğrudan kullanıldığı durumlarda depolanma süresi uzun tutulmamalıdır. Biriktirilen gri su, bakteri ve koku oluşmaması için 24 saat içinde kullanılmalıdır (Şahin, 2010).

Gri su arıtımında kirlilik içeriğine bağlı olarak istenilen arıtma verimini sağlamak için kimyasal fiziksel veya biyolojik arıtma yöntemleri tercih edilebilmektedir. Bu tip atıksularda fiziksel yöntem olarak çöktürme ve filtrasyon işlemleri uygulanmaktadır. Kimyasal arıtma teknolojileri olarak iyon değiştiriciler, granüler aktif karbon, elektrokoagülasyon, fotokatalitik oksidasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Fakat kimyasal kullanımını önlemek amacıyla biyolojik arıtma teknolojileri yöntemiyle de gri su arıtımı sağlanabilmektedir. Kullanılan biyolojik arıtma yöntemleri; döner biyolojik reaktör, ardışık kesikli reaktör, membran biyoreaktörü, yapay sulak alan, teknolojileridir. Su geri kazanımı amaçlı diğer arıtma işlemlerinde istenilen arıtma veriminin sağlanabilmesi için bir takım ön işlemlerin (filtrasyon ya çöktürme işlemi vb.) ve ikincil (son) işlemlerin (UV ya klor ile dezenfeksiyon işlemi vb.) kullanılması gerekmektedir. (Üstün, E., ve Tırpancı, 2015).

Yağmur Suyu

Günümüzde doğal temiz su kaynaklarının kirlenmesi ve hızlı bir şekilde tüketilmesinden dolayı gri suyun arıtılıp yeniden kullanılmasına ek olarak yağmur suyunun işlemiden geçirilip kullanılması konusu ortaya çıkmıştır (Şahin ve Manioğlu, 2011). Hava limanlarında, askeri bölgelerde, stadyumlarda, turistik tesislerde yağmur sularını basit bir sistemle toplayıp verimli bir arıtma işlemine tabii tutulması ve kullanıma uygun hale getirilmesi su korunumu açısından uygulanabilecek önlemler arasında bulunmaktadır.

Eski dönemlerden beri klasik olarak kullanılan sistem sarnıç sistemleridir. Sarnıçlar genel olarak yere gömülü ve su sızdırmayacak şekilde olmaktadır. Yağmur suları çatı, teras vb. yerlerden toplanılarak sarnıca iletilmektedirler. Sarnıca iletilen yağmur suyunu süzecek olan kum silis kumudur. Üçte biri kadar

çakıl üst tarafı ince bir kumdan meydana getirilmiş yaklaşık olarak 1 metre yüksekliğinde bir kum süzgeci iyi sonuç vermektedir.

Binalarda kullanılacak olan suyun vasfı, içme ve kullanma suyu olarak ikiye ayrılmaktadır. Yağmur suyu kullanım alanı amacına hizmet etmek için bina içinde ya da bina dışında kullanım suyu olarak iki şekilde kullanılabilir. Standart yağmur suyu toplama sistemi ve deposu ile araba yıkama, yüzme havuzu ya da süs havuzunu doldurma, ek boru tesisatı ile bahçe sulama, tuvalet rezervuarlarında kullanılabilir. Suyun kalitesi için yapılan kontroller ve eğer gerekli ise arıtılarak çamaşır makineleri ile duş ve banyolarda kullanılması mümkündür (a).

MATERYAL VE METOD

Materyal

Yapı Özellikleri

Bu çalışma için İkon Hafriyat Konut İnşaat Taahhüt Sanayi ve Ticaret Limited Şirketinin yaptığı Ege Life Konutları seçilmiştir. Ege Life Konutları Gültepe Mahallesi 881 Sokak (825 Ada 5 Parsel B Blok) Adana Sarıçam yer almaktadır. Çalışmanın yapılacağı yapı betonarme olup 2 blok ve toplam 62 haneden oluşmaktadır. Her katta 2 daire yer almaktadır. Her bir blok zemin kat üzerine 15 kattan oluşmakta olup her hanede 4 kişinin yaşadığı ve toplamda 248 kişinin yaşadığı varsayılacaktır. Konutun yer alacağı arazi 3086 m²'dir. Konutların toplam zemin alanı 489 m² dir. A bloğunun oturma alanı 267 m² ve B bloğunun oturma alanı 222 m² dir. Otopark alanı 307 m²'den oluşmaktadır. Kalan 2187 m²'nin 403 m²'si oyun parkı, yürüyüş alanı ve spor sahalarından ve 1000 m²'si yeşil alandan oluşmaktadır.

Gri suları kaynağında arıtabilmek için bina yapısında çeşitli donanımlar gerekmektedir. Bina içerisinde üç adet su şebekesi mevcuttur. Bunlardan biri kanalizasyon şebekesine bağlanacak olan siyah sular, diğeri yağmur suları toplama şebekesi, bir diğeri ise gri suları toplamak için kullanılacak şebekedir. Bina içerisinde; A blok bodrum katında iki bloktan gelen gri suların arıtılacağı bir sistem ve depolama alanı mevcut olmaktadır. Bu sistem için membran biyoreaktör seçilmiştir. Bu sistemin seçimi düşük maliyet ve en yüksek verim elde edecek şekilde planlanmıştır. Bir diğeri depolama alanı ise yağmur suyu toplama şebekesi için olmaktadır. Bu depolama alanı bina dışında olacaktır. Siyah sular direkt olarak kanalizasyon şebekesine bağlanacağından herhangi bir arıtma veya depolama alanına siyah sular için ihtiyaç duyulmamaktadır.

Metod

Gri Su ve Yağmur Suyu Arıtma Yönteminin Seçilmesi

Gri su evsel atık su miktarının geniş bir oranını yani %50-%80 aralığını kapsamaktadır. Ancak bu miktarın kullanıcı alışkanlıkları, sosyo-ekonomik durum, suya erişim kolaylığı, tuvalet rezervuar hacmi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebildiği görülmüştür. Yine başka bir araştırmada ülkemizde lojman olarak kullanılan 28 dairenin atık suları üstünde gerçekleştirilen bir çalışmada kişi başı

toplam su kullanımı 197 L/kişi-gün, gri su oluşumu ise 80 L/kişi-gün bulunmuştur (Hocaoglu S. M. ve Ark., 2010). Türk İstatistik Kurumu 2014 verilerine göre ise günlük su tüketimi Türkiye ortalaması 203 L/Kişi-Gün olarak verilmiştir. Adana'da ise TUİK 2012 yılı verilerine göre 228 L/Kişi-Gün su tüketimi vardır. 228 L/Gün-kişi kullanılan suyun %65'i gri su olarak kabul edilmiştir. Bu durumda 148,2 L/kişi-Gün gri su oluşumu söz konusudur.

Gri su şebekesinden gelen sular A blokta bulunan arıtma sistemine gelmektedir. Arıtma sisteminin pahalı ve işletmesi zor olmamalıdır. Ayrıca gri su karakteri çok ciddi bir arıtma prosesi gerektirmemektedir. Gri suların BOİ, KOİ, nutrient açısından zengin olmaması ve patojen içerme olasılığının düşük olması arıtma işlemi sonrasında dezenfeksiyona gerek duyulmaması anlamına gelmektedir. Bu durumlar göz önüne alındığında membran biyoreaktör arıtma işlemi seçilmiştir. Membran biyoreaktörlerde çıkış suyu kalitesinin yüksek olması ve otomasyon sistemler ile işletmesinin kolay olması ayrı bir kolaylık sağlamaktadır. Biyolojik arıtma sonrası membran filtre kullanılmıştır. Böylece katı/sıvı fazı birbirinden ayrılmaktadır. Filtrasyon işlemi için 0,2 mikron büyüklükte gözenekleri olan filtre kullanılmıştır. 0,2 mikron büyüklüğündeki ve üzerindeki bütün maddeler tutularak arıtma sağlanmaktadır.

Sistemin çalışma prensibi şu şekildedir; ilk olarak gri su ayrı bir boru tesisatı ile gri su deposuna getirilmek üzere toplanır. Depolanan gri su pompa vasıtasıyla membran biyoreaktör deposuna gönderilir. Burada çeşitli filtrasyon işlemlerinden geçen su, temiz su deposuna aktarılır ve kullanıma uygun hale gelir. Membran biyoreaktör sisteminin tercih edildiği zamanlarda yüksek değerlerde arıtım verimliliği sağlanmaktadır. Ayrıca biyolojik arıtma sırasında son çökeltme havuzuna ihtiyaç duyulmadığı gibi havalandırma havuzu da standart ölçü boyutundan üçte biri kadar daha küçük yapılabilmektedir. Paket arıtma olarak kurulacak olan sistem için giriş suyu özellikleri önemlidir. Aynı zamanda gri suyun miktarı da kullanılacak paket arıtma sisteminin boyutlarında önem arz etmektedir.

Düşük yüklü gri suda sırası ile KOİ ve BOİ; 23–300 ve 23–633 mg/L aralığında değişmektedir. Giriş suyu BOİ₅ değeri 300 mg/L olan gri su ve su tüketimi 150 litre/kişi/gün' e kadar arıtımı sağlayan paket arıtmalar mevcuttur. Paket arıtmaların fiyatları ve boyutları firmadan firmaya değişmektedir. Standart bir paket arıtmada ızgara, çöktürme tankı, ön arıtma, havalandırma ve membran filtresi tanklarından oluşur. Klasik arıtmadan farklı olarak son çökeltim tankına gerek yoktur. Membran biyoreaktörde bulunan havalandırma tankı klasik arıtma sistemlerinde bulunan havalandırma tankından neredeyse üçte biri kadar daha küçüktür. klasik arıtma sistemlerinde bulunan tanktan daha küçüktür.

Ege Life Konutlarında seçilen membran biyoreaktörün elemanları sırasıyla ızgara, çöktürme tankı, ön arıtma, havalandırma tankı ve membran filtreden oluşmaktadır. Çöktürme tankı ve membran filtre olduğundan atık çamur oluşumu az da olsa söz konusudur. Çöktürme tankından çıkan çamur doğrudan atılırken, membran reaktörden çıkan çamur havalandırma tankı öncesinden olmak üzere

geri besleme yapılır. En son membran reaktörden çıkan sular depolama tankında kullanılmak üzere bekletilir.

Yağmur suyu toplama ve arıtma sistemine gelecek olursak bu sistemde; çatı oluklarından gelecek olan ve taşıma borularından geçip filtre sistemine gelen yağmur suları arıtılarak depolama tankına kullanılmak üzere verilir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Şehirlerde kullanılan su tüketimi ile kırsal kesimlerde kullanılan su tüketimi bir değildir. Yine aynı şekilde, villalardaki su tüketim oranı ile apartman dairesindeki su tüketim oranları da farklılık göstermektedir. Avrupa' da yaklaşık olarak ihtiyaç duyulan su miktarı 129 L/(kişi*gün)dür. Türkiye'de ise bu oran ortalama 203 L/(kişi*gün) olarak belirlenmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2014). Adana ili için günlük kişi başı su tüketimi aşağıdaki veriler kullanılarak hesaplanabilir. Belediye sınırları içinde içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfus, şebeke ile hizmet verilen nüfus yüzdesi ve belediye nüfusunun çarpılması sonucunda elde edilir. Bu toplam su miktarı 365'e ve nüfusa bölünerek kişi başına düşen su miktarı bulunmaktadır.

Adana günlük su tüketimi 228 L/kişi.gün olarak tabloda görülmektedir. 248 kişinin yaşadığı Ege Life Konutlarında toplam günlük su miktarı 56544 L olarak hesaplanmıştır. Günlük su miktarının ortalama %65' i gri su olarak kabul edilmiştir. Günlük gri su miktarı toplamda 36753,6 L olmaktadır. Bu miktar arıtıma gelecek olan su miktarıdır. Bu miktar 36,7536 m³ demek olup m³ hesabına göre paket arıtım seçilmiştir. Paket arıtım firmaları farklı metreküplerde ve farklı fiyatlarda üretim yapmaktadır. Ege Life Konutlarında kullanılacak olan arıtma sisteminin kapasitesi günlük 50 m³' dür. Fazla tüketim ve membranın erken tıkanmasını engellemek için 50 m³' lük paket arıtma seçilmiştir. Arıtılan gri suyun 1000 m²'lik yeşil alanda kullanılması durumunda gidecek olan gri su miktarı mevsime göre değişiklik göstermektedir. Ancak ortalama bir değer olarak 1 m² çim alan için 10 L suya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda 1000 m² çim alan için ihtiyaç duyulan su ihtiyacı 10000 L (10 m³) olmaktadır. Arıtılan 36,7536 m³'lük gri sudan yeşil alan için gerekli olan su miktarı kullanılıp geriye kalan suyun genel apartman temizliği, araç yıkama veya yüksüz kullanım suyu olarak şebekeye gönderilmesi hedeflenebilir. Bu çalışmada koku problemi olmaması için günlük arıtım hedeflenmiştir. Arıtılan gri su temiz su deposuna gelip ihtiyaç kadar kullanılarak geriye kalan temiz kullanım suyu şebekeye verilebilmektedir. Bu doğrultuda arıtma tesisine giden kirli su yükü de hafiflemiş olmaktadır.

Adana ili 1981-2010 Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre yıllık ortalama yağış miktarı 688,2 mm'dir. Türkiye geneli ortalama yıllık yağış miktarı ise 574 mm'dir. Diğer bir deyişle Adana iline m²'ye 688,2 L yağış düşmektedir. Bu verilere göre Adana ilimiz yağmur suyu toplamaya elverişlidir. Seçilem yağmur suyu arıtma sistemi filtreleme sistemidir. Bu filtreleme sistemi genellikle çakıl ve ince kumdan yapılmıştır. Bu sistemin boyut ve fiyatları firmalara göre değişmektedir. Ancak maliyet açısından genel olarak düşük maliyetli bir sistemdir.

Yağmur suyu oluklardan arıtma sistemine cazibe ile gelmektedir. Bu durum da düşünülecek olursa maliyet açısından ek bir yatırımın gerekmediği ortadadır. Toplanıp arıtılan yağmur suyu yangın söndürme, araç yıkama veya havuz doldurmada kullanılabilir. Yer altı suyu beslemesi için de uygun olmaktadır. A blok oturma alanına düşen ve oluklardan toplanacak olan yağmur suyu toplama miktarı ile düşen ortalama yıllık yağış miktarı, alanın metrekaresi ile oluktan seken su, farklı oluk sistemleri yağış düzensizlikleri, depo doluluğu gibi nedenlerden dolayı oluşacak kaçakları hesaplara katmak üzere 0,75 olan emniyet katsayısıyla çarpılarak bulunur. Yani $688,2 \text{ L} * 267 \text{ m}^2 = 183749,4$ litre 183,749 ton/yıl yağmur suyu toplanabilir. Bu veriyi emniyet katsayısıyla da çarparsak 137,812 ton/yıl yağmur suyu toplanarak depolanabilir.

Tablo 2 TUİK Belediye Su İstatistikleri, 2014

Belediye tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı, 2014		
Amount of water distributed by municipalities via water supply network, 2014		
İl Province	Abone sayısı Number of subscribers	Dağıtılan su miktarı (m ³ /yıl) Amount of water distributed (m ³ /year)
Türkiye Turkey	25 713 691	3 394 545 103
Adana	730 016	89 550 822

Tablo 3 Belediye Su İstatistikleri, 2004-2012 (Türkiye istatistik kurumu, 2014)

ADANA	yıllar	İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunu n toplam belediye nüfusuna oranı (%)	Belediyeler tarafından çekilen su miktarı (Bin m ³ /yıl)	Beledilerde kişi başı çekilen günlük su miktarı (Litre/kişi-gün)	Belediler tarafından arıtılan içme ve kullanma suyu miktarı (Bin m ³ /yıl)	İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusunu n toplam belediye nüfusuna oranı (%)	Belediyeler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (m ³ /yıl)
	2004	100	177367	301	91396	45	51601426
	2006	100	180632	276	159834	80	60741017
	2008	100	162923	249	144914	83	66235660

	2010	100	165840	242	142954	84	80289051
	2012	100	159903	228	135265	82	85358157

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Su, canlılar için en temel ihtiyaçların başında gelir. Dünyamızda kullanılabilir su kaynakları giderek azalmaktadır. Bu durumun başlıca nedenleri; hızlı nüfus artışı, endüstriyel gelişim ve kirliliği, yanlış tarımsal faaliyetler, su kaynaklarının bilinçsizce kullanılması ve kirlenmesi, iklim değişikliği olarak sıralanabilir. Bu şartlarda çoğu ülke su fakiri haline gelmiştir. Türkiye su fakiri ülkelere göre daha iyi durumdadır fakat kişi başına düşen su miktarı ile dünya ülkelerinden daha geride kalmaktadır. Hızlı nüfus artışı ve kentleşme ile binalarda su tüketiminin artması olağan bir sonuç doğurmuştur. Nüfus ihtiyacını karşılamak ve doğayı korumak adına su korunumu yaklaşımıyla evsel atık suların bir kirlenici olmadığı konusu su tasarrufunda büyük önem taşıdığı yapılan araştırmalarda görülmüştür. Binalarda kullanılan evsel atık suyun yerinde ayrıştırılıp gri suyun arıtılmasıyla su kirliliğinin önlenmesinin yanı sıra enerji verimliliğine de katkı sağlamıştır. Aynı zamanda gri suyun yerinde arıtılıp tekrar kullanımı ile tasarruf sağlanmış olup gelecek için yatırım yapılmış olmaktadır. Arıtılan gri su bahçe sulama, araç yıkama, genel apartman ve bahçe temizliği amaçlarına hizmet etmesi sağlanmıştır. Maliyetin de çok yüksek olmamasıyla birlikte verimli bir kullanım suyu elde edilmiştir. Aynı şekilde yağmur suyu arıtımı ile de çevreye olan pozitif etki azımsanmayacak ölçüdedir. Yağmur suyu arıtımı ile havuz doldurma işlemi yapılması sağlanmıştır. Böylece projede yer alan site için gereksiz miktarda içme suyunun kullanılması engellenmiş olmaktadır. Bu iki arıtma sisteminin yatırım maliyetleri yüksek olmamakla birlikte şehir şebekelerindeki yük de azaltılmış olmaktadır. Gelecekte su kaygısı çekmemek için binalarda su korunumu ile ilgili daha çok teşvik ve bilinçlenme gerekmektedir. Dünya'da giderek artan yeşil bina uygulaması ve su korunumu ülkemizde de yaygınlaşmalı ve desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- Arlosoroff, S., 1999. Water Demand Management, Proceedings of the International Symposium on Efficient Water Use in Urban Areas-Innovative Ways of Finding Water for Cities, 8-10 June 1999, WHO Kobe Centre Conference Room.
- Boyjoo, Y., Pareek, V. K., Ang, M. (2013). A Review Of Greywater Characteristics And Treatment Processes. Water Science & Technology, 67: 1403-1422.
- Çamurcu H., 2005. Dünya nNüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar, Balıkesir üniversitesi sosyal bilimler dergisi 8(13) :88-105
- http://www.actpla.act.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/3378/Rainwater_tank_Sept_2008_updated_regulations_Oct_2009.pdf, alındığı tarih 02.03.2010.

- Karahan, A. (2011). Gri Suyun Değerlendirilmesi. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 1155-1164. . Karahan, A. (2011). Gri Suyun Değerlendirilmesi. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 1155-1164.
- Postel, S., 2000. Son Vaha: Su Sıkıntısıyla Karşı Karşıya, TÜBİTAK-TEMA Vakfı Yayınları, Ankara. Shiklomanov, I.,A., 2000. Appraisal and Assessment of World Water Resources, Water International, 25, 11-32.
- Şahin N. İ., 2010. Binalarda su korunumu, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yüksek lisans tezi)
- Şahin N.İ. ve Manioğlu G., 2011. Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması Tesisat Mühendisliği Dergisi (125):32-21
- TUIK, 2014.
- Üstün G.E., ve Tırpancı A., 2015. Gri Suyun Arıtımı Ve Yeniden Kullanımı, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi 20(2):119-139
- Yüceer N., 2014, yapıda çevre ve enerji, Nobel kitabevi, Adana, 491s.