

Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Yapılarda Su Korunumu Stratejileri

Water Conservation Strategies in Buildings Within The Scope of Sustainable Architecture

¹Elif Gizem YETKİN

*¹ Department of Architecture, Alanya HEP University, Antalya, Türkiye

Geliş Tarihi : 25.11.2019

Kabul Tarihi : 24.12.2019

ÖZET

Dünyada nüfusun giderek artması, sanayi dönemi sonrası meydana gelen kaynakların savurgan bir şekilde tüketilme durumu ve atıkların ayrıştırılamaması sonucu ekosistemimin bozulması, küresel ısınma görülmekte ve iklimler değişmektedir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir. Dünyanın tatlı su rezervlerinin yalnızca küçük bir bölümü kullanılabilirliği ve su rezervlerinin nüfus yoğunluklarına göre eşit dağılmadığı için bazı ülkelerde ve şehirlerde yoğun bir şekilde su problemi meydana gelmektedir. Ülkemizde son senelerde nüfusun artmasıyla birlikte çevre kirliliği ve suyun bilinçsiz bir şekilde kullanılması durumlarının artması ile dünyada su problemleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu problemlerde, sektör olarak bakıldığında yapı endüstrisinin payı oldukça yüksektir. Sürdürülebilir mimarlık, mevcut şartlarda ve var oluşunun her evresinde, gelecekte ki nesilleri de düşünerek, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlayan, çevresini düşünen, insanların esenliğini ve sağlığını koruyan, yapılarda suyun, malzemeni ve enerjinin en etkili şekilde kullanılabilmesini sağlayan faaliyetlerdir. İçerisinde bulunduğumuz zamanda tabii kaynakların tükenmeye başlaması, nüfusun ve bunun sonucunda bina ve altyapı gereksiniminde artış olması, ekonomik durumun yetersiz olması gibi nedenler ile geleneksel yöntemler yerine sürdürülebilir yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Kaynak yönetimi ilkesi bağlamında su tüketimini en az düzeye indirgenmek amaçlanmış ve farklı çözüm önerileri ortaya çıkmıştır. Suyun en çok kullanıldığı alanlardan biri olan yapı endüstrisinde su tüketiminin azaltılması için çalışmalar yapılmaya başlanmış ve suyun korunumu stratejileri belirlenmiştir. Ülkemizde su tüketiminin azaltılması için teşvik edici programlar oluşturulmalı ve kullanılan uygulamaların yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji kaynakları, Sürdürülebilir mimari, yapı endüstrisi, su korunumu.

ABSTRACT

Global warming and climates are changing due to the wasteful depletion of the resources that occur after the industrial period and the failure to decompose wastes due to the increasing population in the world. Therefore, renewable energy resources should be addressed. Since only a small part of the world's fresh water reserves can be used and the water reserves are not evenly distributed according to population densities, there is an intense water problem in some countries and cities. With the increase in the population in recent years, environmental problems and unconscious use of water have increased the water problems in the world. When these problems are considered as a sector, the share of the building industry is quite high. Sustainable architecture is the activity that enables water material and energy to be used in the most effective way in the structures that protect the health and health of the people who think about the environment that enables renewable energy sources to be used by considering the future generations at all stages of its existence and conditions. Sustainable methods have been used instead of traditional methods due to the depletion of natural resources in the present time, population and consequent increase in building and infrastructure requirements, and inadequate economic conditions. In the context of resource management principle, water consumption was aimed to be minimized and different solutions were proposed. In the construction industry, which is one of the areas where water is used most, studies have been started to reduce water consumption and water conservation strategies have been determined. In Turkey, incentive programs should be established to reduce water consumption and the practices used should be expanded.

Keywords: Renewable energy resources, Sustainable architecture, water conservation, building industry.

Sorumlu Yazar: gizemtelli@gmail.com.

1. GİRİŞ

Dünyada nüfusun giderek artması, sanayi dönemi sonrası meydana gelen kaynakların savurgan bir şekilde tüketilme durumu ve atıkların ayrıştırılamaması sonucu ekosistemimin bozulması, küresel ısınma görülmekte ve iklimler değişmektedir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynak kullanımını arttırmak ve kaynak kullanımını azaltan stratejiler geliştirmek gerekmektedir. Bu bağlamda yapı sektörünün bu alanda geliştirdiği en önemli kavram sürdürülebilir mimaridir.

Sürdürülebilir mimarlık kavramının ortaya çıkmasıyla insanlar, gelişen teknolojiyle birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, doğayı ve insan sağlığını koruyan, malzemeleri, suyu ve enerjiyi etkili kullanabilen yapılar oluşturmayı amaçlamaktadırlar.

Dünya üzerindeki su rezervlerinin, kendi kendini yenileme özelliğine sahip olduğu bilinmektedir. Ancak günümüzde hızlı bir şekilde artan nüfus, çarpık kentleşme ve sanayi nedeniyle su havzaları kirlenmekte ve kirlenen toprakla birlikte suyun doğal temizlenme döngüsü bozulmaktadır. Bununla birlikte kullanılan temiz su miktarının artışı temizlenen su miktarından fazla olduğu için dünya üzerindeki suların hızla kirlendiği söylenebilir. Suyun temizlenmesi ve temiz suyun kullanımının azaltılması stratejileri ilgili gelecekte oluşacak su ihtiyacının karşılanamama tehlikesini önlemede büyük önem taşımaktadır.

Sektörel olarak bakarsak ise tüketilen suyun %15'inin sorumlusu yapı endüstrisidir. Binalarda tüketilen su miktarı azımsanmayacak ölçülerdedir. Kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyelinin yılda 1,500-1,600 m³ olduğu ülkemizde 2030 yılında bu oranın 1,000 m³/yıl'a düşeceği tahmin edilmekte olup kullanılabilir tatlı su kaynaklarının giderek azalmasına engel olmak için binalarda farklı su tasarrufu stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Alpaslan, vd. 2008). Yapı endüstrisinin bu bağlamda görevi, su kaynaklarının etkin ve uygun bir şekilde kullanımını sağlayarak tüketimi en aza indirmek için çözümler sağlamaktır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE MİMARLIK

2.1. Sürdürülebilirlik Kavramının Tanım

Göksal (2003), sürdürülebilirlik kavramını tabii kaynakları tüketmeyen, ekosistem ile mali durum arasındaki dengeyi sürdüren, gelecekte insanların temel ihtiyaçlarını karşılamalarını sağlayan ve ekolojik yönden sürdürülebilir bir niteliği olan kalkınma şeklinde tanımlanmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramına geniş bir açıdan bakıldığında çevre ile ilgili bütün değişkenlerle bir ilişkisi bulunduğu görülmektedir. Bu ilişki, toplumların ekolojik açıdan düşüncelerindeki bilinç düzeyleri ve gelişmişlik düzeyleri ile değişebilir. Sürdürülebilirlik kelimesi, genel olarak sübjektif açıdan ekolojik düşünce ile oluşur, ancak bu düşünce toplumların katılımı sonucunda gerçekliğini kazanır.

2.2. Sürdürülebilir Mimarlık Kavramının Tanımı

Sürdürülebilir mimarlık kavramının tanımının ne olduğu düşünülmesi de mimarlar bu kavramı yüzyıllar boyunca uyum sağlayabilmek için kullanmışlardır. Sokrates, kış güneşinin daha iyi düzeyde alınabilmesi için evlerin güney cephesinin kuzeyden daha yüksek, soğuklardan korunabilmesi için ise kuzey cephesinin güneyden daha alçak olmasının tavsiye etmiştir. Vitruvius ise konutların yapımından önce iklim şartlarının göz önünde bulundurulması gerektiğini söylemiştir.

Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Bağımlılık Kararları bildirgesine göre sürdürülebilir mimarlığın hedefleri, yapı üretimi ve tasarımı konusunda enerji ve kaynağın daha etkili kullanımının sağlanması, dayanıklılığı ve işlevselliği yüksek yapı ve yapı malzemelerinin kullanılması ve çalışmaya haz veren estetik duyarlılıktır (UIA, 1993). Bu çalışmadan sonra mimarlar, sürdürülebilir mimarlık kavramına farklı tanımlar yapmışlardır.

Sev (2009)'in yaptığı tanıma göre sürdürülebilir mimarlık, mevcut şartlarda ve var oluşunun her evresinde, gelecekte ki nesilleri de düşünerek, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlayan, çevresini düşünen, insanların esenliğini ve sağlığını koruyan, yapılarda suyun, malzemeni ve enerjinin en etkili şekilde kullanılabilmesini sağlayan faaliyetlerdir.

Sev (2009), sürdürülebilir mimarlığın aslında bir sanat olduğunu, insanların bina ihtiyaçlarını karşılarken tabii kaynakların varlığını ve geleceğini riske atmaması gerektiğini, sürdürülebilir yapıların, iç mekanın ve ışığın kalitesi ile üretkenliğin, esenliğin ve sağlığın korunmasını sağladığını ve geliştirdiğini, yapılması ve kullanılması esnasında çevre kirliliğine neden olmadıkları, yıkımından sonra ise yeni yapılar için kaynak sağladıkları ya da doğaya geri dönüştüklerini söyler.

Oktay (2002) ise sürdürülebilir mimarlığı binaların inşaatı ve bakımı sırasında enerjinin korunması, yeni fonksiyonlara uyarlanabilmesi, olanağı olan durumlarda yerel kaynakların kullanımı, yapıların çevresine özellikle iklim şartlarının kötüleştiği durumlarda esnekliği, yeni yapıların ana yollardan ve kentin altyapısından yararlanabilmesi olarak tanımlamıştır.

Sürdürülebilir mimarlığın içeriğinde 5 ana başlık bulunmaktadır. Bunlar ; çevre, malzeme, su, enerji ve insan hayatıdır. Kısaca sürdürülebilir mimarlık, kaynakları etkin ve uygun şekilde kullanan, bu sürecin her safhasında da çevre sorumluluğuna sahip olan, kültürü, tarihi eserleri ve insan sağlığını korumayı amaçlayan mimarlıktır.

3.SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK VE KAYNAK YÖNETİMİ

İçerisinde bulunduğumuz zamanda tabii kaynakların tükenmeye başlaması, nüfusun ve bunun sonucunda bina ve altyapı gereksiniminde artış olması, ekonomik durumun yetersiz olması gibi nedenler ile geleneksel yöntemler yerine sürdürülebilir yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Geleneksel yöntemin odak noktası kalite, zaman ve maliyet iken sürdürülebilir yöntemin odak noktası kaynağın yönetimi, çevresel sorunların en az düzeye indirilmesi ve sağlıklı bir şekilde yapılanmış çevredir (Hoşkara, 2007).

Sürdürülebilir mimarlık kavramı daha literatürde yok iken güneş mimarisi ve ya yeşil mimarlık adı verilen ve güneş enerjisini kullanan oluşumlar, tabii kaynakların ve fosil yakıtlarının tüketilmesini amaçlamıştır. Fakat sürdürülebilir mimarlıkta amaç yalnızca coğrafi bulgular ve güneş enerjisinden yararlanmak değil bu uygulamanın ekolojik sistem üzerine etkisini azaltmak, kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak ve atıkları geri dönüştürmektir (Sev, 2009).

Sürdürülebilir mimarlığın temel ilkelerini ilk kez 1994 senesinde Charles J. Kibert açıklamıştır. Bu ilkeler şunlardır:

1. Kaynak tüketiminin en aza düzeye inmesini sağlamak (Koruma)
2. Kaynakların geri dönüşümünün maksimum düzeye çıkarılması (Yeniden Kullanım)
3. Yenilenebilen ya da dönüştürülebilen kaynakların kullanılması (Yenileme/Dönüştürme)
4. Tabii ortamı koruma (Doğa Korunumu)
5. Sağlıklı ve zararsız olan bir çevre oluşturma (Zehirli Olmayan)
6. Yapay ortamı oluşturmada kalitenin sürdürülmesi (Kalite)

Bir ülkenin ekonomisi geliştikçe kaynak ihtiyacı da artmaktadır. Sonuç olarak gerçekleşen üretim ve tüketimin ekosisteme zararlı etkilerinde de artış olmaktadır. Sürdürülebilir tasarım, ekosistemin sürekliliğini sağlamayı hedeflemektedir. Şehirlerin, küresel kirlenmede ve tüketilen toplam enerjide payının yüksek olması, sürdürülebilir tasarımın önemini arttırmaktadır (Zinzade, 2010).

3.1 Kaynak Yönetimi

Özellikle 1970'li senelerde gerçekleşen petrol krizi sonucunda meydana gelen doğal kaynakların tükenme düşüncesi, bu kaynakların tüketimine büyük bir payı olan yapı endüstrisinde farklı çözümler bulmaya yöneltmiştir. Yapı endüstrisi global boyutta tabii hammadde kullanımının % 50'sini gerçekleştirmektedir ve yapı endüstrisinin oluşturduğu atıkların da oranı %15 ile %50 arasındadır. Bu durumlar dikkate alınarak yapı sektörü için kaynak yönetiminin çok önemli olduğu anlaşılmaktadır. Kaynak yönetiminde hedef, yapım ve kullanım esnasında yenilenemeyen kaynakların tüketimini azaltmaktır (Sev, 2009).

3.2 Su Korunumu

Dünyada hammadde akışında % 50 payı olan yapı sektörü, su kaynaklarının kullanımında da sorumluluğu büyüktür. Gelecek zamanlarda yaşanması olası olan su problemlerine karşı yapılarda da suyu etkili kullanmak ve suyun korunumunun sağlanması gerekmektedir.

Su korunumu ilkesindeki temel hedef, yapıda kullanılan suyun miktarlarının azaltılmasını sağlamaktır. Yapıda su korunumu sağlandığı takdirde suyun temizlenmesi ve dağıtımı için ihtiyaç duyulan enerjiden de tasarruf edilmekte ve atık miktarları azalmaktadır.

3.3.Su Tüketimi

Su, yenilenebilir bir kaynak olmasına karşın nüfusta ve çevre kirliliğinde, bilinçsiz su tüketiminde ve maliyetteki artış, iklim koşullarının değişimi gibi nedenlerle dolayı dönüşümünü tamamlamadan tükenmektedir. Dünya'nın tatlı su rezervlerinin yalnızca küçük bir bölümü kullanılabilirliği ve su rezervlerinin nüfus yoğunluklarına göre eşit dağılmadığı için bazı ülkelerde ve şehirlerde yoğun bir şekilde su problemi meydana gelmektedir. Nüfusun artması sonucunda su tüketiminde artış ve bununla beraber su kaynaklarının azalması gibi durumlardan dolayı ülkelerin su rezervlerinin, 21. yüzyılın siyasi ve finansal anlamda belirlenmesinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Küresel anlamda uluslararası sular konusunda ülkeler arasında problemler oluşabilmektedir. Günümüzde dünyada görülen su sorunu ve gelecekte görülmesi muhtemel su sıkıntısına çözüm bulmak amacıyla birçok konsey oluşturulmuş ve kongrelerde problemler ve çözüm yolları konuşulmuştur. Uluslararası kuruluşlar, bu sorunlara çözümler aramış ve ekosistemlerin ve insan sağlığının korunması için mevcut su rezervlerinin daha etkili ve uygun bir şekilde yönetilmesi ve kullanılması gerektiğine dikkat çekmiştir (Minibaş, 2007).

Su rezervinin varlığına göre ülkeler gruplandırıldığında ; senede kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı 1,000 m³'ten az olan ülkelere "su fakiri", 1,000-3,000 m³ arasında olan ülkeler "su problemi çeken ülke", 3,000-10,000 m³ arasında olan ülkelere "suyun yeterli olduğu ülkeler", 10,000 m³'ten fazla olan ülkelere ise "su zengini ülkeler" olarak değerlendirilmektedir. Türkiye, yılda 1,500-1,600 m³ ile birey başına düşen ortalama su miktarı açısından Dünya'ya göre oldukça geride kalmaktadır (Alpaslan, vd. 2008).

Su tüketimine sektör boyutunda bakacak olursak evsel, endüstriyel ve tarımsal olarak üçe ayrılmaktadır. Evsel atık su, büyük oranla yapı endüstrisinin sorumluluğunda olduğu alanda bulunmaktadır ve 2008 senesinde bu oran Türkiye için % 15 bulunmuştur. Devlet Su İşleri'nin elde ettiği istatistiklere bakacak olursak bu oranın yaklaşık olarak aynı düzeyde olacağı, 2030 yılına gelindiğinde bu tüketimin yaklaşık olarak üç katına çıkacağı düşünülmektedir (USIAD Su Raporu, 2007).

Binalarda şu anda oldukça yüksek bir su kullanım oranı mevcuttur. Bu yüzden binalarda kullanılan su miktarının azaltılması gerekmektedir. Tatlı su rezervlerinin hızla tüketilmesi ve kirlenmesi, ile gelecek yıllarda gerçekleşmesi olası su sorunları gibi nedenlerden dolayı alternatif olarak kullanılabilir enerji kaynaklarına yönelmesi ve suyun etkin olarak kullanılması sürdürülebilirlik mimarlık açısından bir zorunlu bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Tüm bu veriler ışığında ülkemizdeki sektörel su tüketim oranlarına bakacak olursak toplam su tüketiminin yaklaşık olarak % 15'ini evsel tüketim oluşturmaktadır. Bu oran da yaklaşık olarak 7 milyar m³ suya eşdeğerdir. Nüfusun hızlı bir şekilde artışıyla 2030 senesinde ülke nüfusumuzun yaklaşık olarak 100 milyon nüfusa ulaşacağı tahmin edilmekte, istatistiki verilere göre de bu miktar yaklaşık 18 milyar m³'dür. Sürdürülebilir bir gelişim ve kalkınma sağlanabilmesi için sürdürülebilir tüketim alışkanlıklarının kazanılması zorunlu bir ihtiyaç olmuştur. Yapı endüstrisinin bu bağlamdaki görevi su rezervlerinin etkin bir biçimde kullanılmasını sağlayarak tüketimi en aza indirgeyebilmek için çözümler oluşturmaktır.

4.SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK İLKELERİ BAĞLAMINDA BİNALARDA SUYUN ETKİN KULLANIMI

Ülkemizde son senelerde nüfusun artmasıyla birlikte çevre kirliliği ve suyun bilinçsiz bir şekilde kullanılma durumlarının artması ile dünyada su problemleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu problemlerde, sektör olarak bakıldığında yapı endüstrisinin payı oldukça yüksektir. Kaynak yönetimi ilkesi bağlamında su tüketimini en az düzeye indirgenmek amaçlanmış ve farklı çözüm önerileri ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramının ana ilkelerinden biri sürdürülebilir tüketim hareketidir. Bu hareket ile ilgili tavsiye edilen iki çözüm yolu bulunmaktadır (Karalar ve Kiracı, 2011) :

- Tüketim davranışlarının (sürdürülebilir tüketimin uygulanması) değiştirilmesi,
- Tüketim seviyesinin azaltılması.

Binalardaki su tüketiminin azaltılması amacıyla benzer bir yol uygulanmıştır. Bu uygulamalardan birincisi su tüketim seviyesinin azaltılması için yapılan düşük düzeyde debili ürün kullanılmasıdır. Diğer ise alternatif kaynakların üretilmesi hedeflenerek su tüketim seviyesinin azaltılmasıdır. Evsel atık sularının arıtılıp tekrar kullanılması ve yağmur suyunun depo edilerek kullanılması alternatif kaynaklara örnektir. Yapılarda suyun etkili bir şekilde kullanılması için;

- Su kullanımını en aza indirmek için tasarruf edilen duş, çift basmalı olan rezervuar ve havalı musluğun kullanımı gerekmektedir.
- Arazi sularından etkin bir verimlilik sağlayabilmek için yağmur sularının toplanıp bahçelerde ve evlerde tekrar kullanılabilmesi sağlanmalıdır.
- Atık suların arıtılmasının yapılmasında güncel teknoloji kullanımı ile ortaya çıkan atık su miktarı azaltılmış olur.

4.1.Düşük Debili Sıhhi Tesisat Ürünlerin Kullanılması

Yapılarda kullanılan sıhhi tesisat malzemelerinin su kaybının önlenmesinde önemli bir işlevi bulunmaktadır. Doğru batarya ve rezervuar tercihleriyle su tüketimindeki tasarruf oranı % 50'ye ulaşabilmektedir. Yapılarda kullanılan su miktarlarına bakıldığında birey başına, günlük; duş ve banyo olmadığı zaman 60-80 litre arası, duş olduğunda 80-100 litre arası ve banyo küveti olduğunda 100-150 litre arası su tüketim değerleri tespit edilmiştir (Die, "Elektrik, Su Ve Doğalgaz İstatistikleri 1997-1998).

Bunun yanında konutlarda su tüketiminin azaltılması için tesisat ve bataryaların bakımının ve onarımının doğru zamanda yapılması önemlidir. Alınacak önlemler ile kullanım hataları sonucunda kaybedilen su miktarlarından tasarruf edilmesi sağlanmalıdır. Örnek verecek olursak diş fırçalama esnasında açık kalan musluklar dakikada 15 – 20 litre su kaybına neden olmaktadır.

Şehir şebeke su basıncının ayarlarının doğru bir biçimde hesaplayarak da su kaybı engellenebilir. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'nde yapılmış olan bir araştırmaya göre su şebeke basıncı kullanıcıları etkilemeyecek ölçüde azaltılmış, uygulanan deneyler sonucu senelik tüketilen su miktarı üzerinde % 7'lik bir tasarruf yapılabileceği belirtilmiştir (Yılmaz, 2005).

4.2.Yağmur Suyunun Toplanması, Depolanması ve Kullanımı

Yapılarda su tasarrufu edebilmek için geliştirilen teknolojilerden olan ve kullanımı giderek artan, yağmur suyunun toplanıp kullanılması işlemi ile konutlardaki içme suyunun tüketilme miktarı bir hayli azalmaktadır. Turistik alanlarda, stadyumlarda, turistik yerlerde ve hava alanlarında yani alanı büyük olan yerlerde yağmur suları toplanıp arıtma işlemi uygulanarak kullanıma sunulması, su korunumu stratejilerinden biridir. Konutlarda kullanım gereksinimine göre suyun niteliği, kullanma ve içme suyu şeklinde ikiye ayrılmıştır. Yağmur suyunun bina içinde ve ya bina dışında kullanım suyu şeklinde iki farklı kullanımı bulunmaktadır Yağmur suyunun depolanması ile araba yıkanması, süs havuzu doldurulması, ek boru tesisatı yapılarak bahçe sulanması, tuvalet temizliğinde kullanımı, suyun kalitesini korumak için yapılan kontroller ve arıtılması ile çamaşır makinelerinde, duş ve banyolarda kullanılması işlemleri sağlanmaktadır. Yağmur suyu binanın dışında bahçe sulanması, araç yıkanması ve süs havuzlarının doldurulması, binanın içinde ise çamaşır makinelerinde ve tuvalet temizliğinde kullanılmaktadır (Özcan, 2013; Karabulut, 2012).

Eski çağlarda su sıkıntısının yoğun olarak görüldüğü yerlerde yaygın bir şekilde kullanılan sarnıç sistemleri ile yağmur suyu toplanıp kullanımı sağlanmaktaydı. Şu anda ise bu bölgelerde toplam su tüketimindeki payı sahip olan bahçe sulamasında yağmur suyu kullanılması su tüketim oranını büyük miktarda düşürmektedir. Sarnıçlar geçmiş zamanlarda kurak bölgelerdeki su problemlerinin giderilmesi amacıyla kurulan ve su yollarının beslediği su kaynaklarıdır. Geçmiş zamanlarda su sorunlarını çözebilmek amacıyla kurulmuş olan sarnıçlar, günümüzde de su problemlerinin giderilmesini amaçlayan alternatif kaynak üretimi hususunda örnek olmuştur. İstanbul'da tarihi yarımada da birçok sarnıç örneği bulunmaktadır. Şu anda hala bulunan sarnıçlardan bazıları; 336 sütunu olan İmparator Sarnıcı (Yerebatan Sarayı), 224 sütunu bulunan Pileksenus Sarnıcı (Binbirdirek) ve Acımusluk Sarnıcı'dır (Şahin, 2011).

Günümüzde yaşadığımız su problemine karşı olarak, teknolojinin gelişmesi ile beraber yağmur sularının alternatif kaynak olarak kullanımı başlamıştır. Yağmur suyunun kullanılması için yapılması gereken iki durum vardır. Bunlardan ilki yağmur suyunun toplanması ve depolanması, diğeri ise toplanmış yağmur sularının kullanılacak noktalara ulaştırılmasıdır. Yapılarda bu su kaynaklarını yedekleme sistemi de bulunmaktadır. Bu sayede yağmur yağmasa bile su akışı devam eder (Perkes, vd., 2011).

4.3. Yağmur Suyunun Binanın İçinde Kullanımı

Yapı içinde kullanım suyu amacıyla kullanılan yağmur suyunun, yapı içerisindeki rezervuarlarda, çamaşırların yıkanmasında ve günlük su ihtiyacının karşılanmasında kullanımı bulunmaktadır. Suyun kullanım alanları, yağmur suyunun kalitesine göre farklılaşabilmektedir. Yoksa suyun kokusu ve rengi ile ilgili sorunlar yaşanabilmektedir. Yağmur suyunun yapı içerisinde üç farklı kullanım çeşidi bulunmaktadır. Bunlar;

- Yağmur suyunun döşeminin kullanılıyor olduğu sistemler (tek döşemeli şeklinde)
- Yağmur suyunun şebeke suyunu besliyor olduğu sistemler
- Yağmur suyu ve şebeke suyunun birbirinden bağımsız hareket ettiği (çift döşemeli şeklinde) sistemlerdir.

Yağmur suyu kullanımının olduğu sistemler (tek döşemeli): Yağmur suyunun oluklar aracılığıyla toplama yüzeyinden filtresi yapılarak toplama tankına ulaştırılır. Toplama tankında toplanmış olan su belirlenmiş olan hedeflere pompa aracılığıyla getirilir. Bu sistemin dezavantajı su kesintilerinin yaşanabilmesidir. Çünkü bu sistemin kaynağı sadece yağmur suyudur.

Şebeke suyunun yağmur suyu hattına kaynak olduğu sistemler: Toplama yüzeyinden oluklar aracılığıyla filtre edilip toplanmış olan yağmur suyunun şebeke hattındaki suyla beslediği sistemlerdir. Bu sistemin kullanılan iki farklı yolu bulunmaktadır. Birinci yol şebeke hattındaki suyun yağmur suyunu doğrudan beslediği sistemlerdir. Bu yolun avantajı yağmur suyu azalsa bile istenilen her anda takviye yapılabilmesidir. Dezavantajı ise pompalar kullanıldığı için enerji kullanımı fazladır. İkinci yol ise yağmur suyu ile şebeke hattından gelen suyun yapı içerisinde çatıda ve ya başka bir yerdeki depoda birleşiminin sağlanmasıdır. Bu sistemin avantajı suyu taşımada pompaya gereksinim duyulmadığı için kullanılan enerji miktarının az olmasıdır. Dezavantajı ise betonarme yapıdaki yüklerin azaltılması konusundaki yönetmelik gereğince çatıdaki bulunan su deposunda yaşanabilecek sıkıntılardır (Karabulut, 2012).

4.4. Evsel Atık Suların Geri Dönüşümü

Konutlarda suyun kullanım stratejileri için kullanılan diğer bir yol ise evden kaynaklı atık suların tekrar kullanılması için su tüketiminde tasarruf sağlanması ve alternatif bir kaynak oluşturulmasıdır. Bunun için evsel kaynaklı atık sular fraksiyonlara ayrılıp toplanmakta ve fraksiyonlar kendi özelliklerine göre uygun bir işlemle geçirilip tekrar kullanımı sağlanmaktadır. Bu bağlamda, gri su (grey water), kahverengi su (brown water) ve sarı su (yellow water) şeklinde üç grupta incelenmektedir (Baykal ve Allar, 2007).

4.4.1. Gri su

Tuvalet sularının dışındaki bütün atık sulara gri adı verilmektedir. Evsel kaynaklı atık sular içerisinde kirlilik oranı yönünden minimum düzeyde bulunan ve içeriğinde en az düzeyde kirletici olan su gri sudur. Tuvalet kaynaklı suların dışındaki bütün ev kaynaklı atık suları içeren bu akım, lavabo, banyo, mutfak gibi yerlerde ortaya çıkan atık sulardan oluşmaktadır. Evsel kaynaklı atık suların %75'lik bir payla en geniş kaynağını oluşturmaktadır. Bu pay, kullanıcıların alışkanlık düzeyi ve kaynağın yerinin durumu gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Karabulut, 2012).

4.4.2. Gri su bileşenleri

Gri suyun kaynakları kepek ve deri parçaları, cilt yağı, deterjan gibi kolay bir şekilde indirgenebilme özelliği bulunan maddelerdir. Kolay bir şekilde gerçekleşen indirgenme sonucunda gri suyunun işlenmesi hemen sağlanmazsa sürfatlar ile birlikte maddenin bozulma süreci başlar ve bunun sonucunda istenmeyen kokular görülebilir. Organik maddelerin ölçülme işlemi ise KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) ve BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) gibi parametrelerin ortalamaları ile sağlanır. Toplanan gri suyun kısmi akış kaynağına bağlı olarak organik maddelerin içeriği değişebilir. Örneğin ; banyo ve duştan gelen gri su diğerlerine oranla daha az kirlidir.

Çamaşır yıkanması sonucu gelen gri su ise daha kirli olacağı için maddelerin konsantrasyonları artar ve bunun sonucunda suyun temizlenme maliyetinde de artış görülür. Mutfakta oluşan atık sularda ise bu maliyet daha da yüksek bulunmaktadır. Yerel şebeke suyundaki kalite, nitrat konsantrasyonunda değişikliğe sebep olabilir. Fosfat miktarındaki artışa, bulaşık makinasında kullanılan deterjan da neden olabilir (Karahan, 1999).

4.4.3. Gri su arıtma yöntemleri ve elemanları

Gri su arıtım sistemlerinde uygulamaların özelliklerine bakıldığında ise basit ve düşük maliyeti olan aygıtlardan, gelişmiş ve maliyeti yüksek olan arıtım sistemlerine doğru sıralaması yapılabilir. Gri suyun arıtılması için verimi en yüksek sistemler, fiziksel arıtım işlemlerinin de yapılabildiği biyolojik arıtım sistemleridir. Bu sistemler arasında en çok kullanılan ise membran sistemleridir. Gri su geri kazanımının sağlanması için teknoloji seçiminde bakım ve yatırım giderleri, ihtiyaçlar, uygun alan ve planlanan bölge gibi faktörler önem arz etmektedir.

Gri su geri kazanım sisteminin arıtım safhaları kullanma suyunun deposu, birincil arıtma (dengeleme deposu) ve ikinci biyolojik arıtmadır (filtrasyon deposu).

En çok kullanılan gri su geri kazanım sistemleri ise şunlardır:

- **Yapay sulak alanlar:** Yapay sulak olan bölgelerde atık sular ile bitkilerin arıtılması işlemidir. Binalardan çıkarılan atık su septik tanka doldurulmakta, daha sonra is bu su sulak bölgelere aktarılmaktadır. Kullanılan enerji miktarının düşük, işletme ve inşaat açısından maliyetinin az çevre ile uyumunun olması bu sistemdeki avantajlardır.

- **Döner Biyolojik Reaktörler:** Tankta bekletilmiş olan su reaktörden geçirilip başka bir bekleme tankına gönderilir, UV dezenfektasyon işlemi uygulanıp binaya devri sağlanır.

- **Ardışık Kesikli Reaktörler:** 1975’li senelerde Avustralya’da uygulanmaya başlanan, işletme problemlerinin çözümüne odaklanan biyolojik bir araştırma yöntemidir.

- **Membran biyoreaktörler:** Biyolojik arıtma yollarından biri olan membran ayırma prosesi ile aktif çamur projesinin birleştirilmesi işlemine membran biyoreaktör (MBR) denir. Bu arıtım şeklinde kum filtrasyonu ve ya son çöktürme tankı gibi üçüncü bir arıtma işlemine ihtiyaç bulunmamaktadır (Kim ve ark., 2008; Gürel ve Büyükgöçer, 2011).

Gri su arıtım sistemlerinin bileşenleri şunlardır:

- **Izgaralar:** Fiziksel açıdan atık suyun arıtılma işlemini gerçekleştirir. Suyun içerisinde bulunduğu kaptaki bulunan maddelerin atık sularından ayrılması sağlanarak pompaların ve kullanılan diğer cihazların zarar görmesinin önlenmesi ve diğer arıtım cihazlarının üzerindeki yükü hafifletmek ya da suyun yüzen bir kaptaki maddelerden ayrıştırılması gibi hedeflerle kullanılmaktadır.

- **Ön Çöktürme Havuzları:** Bu sistemin amacı normal koşullarda sudan daha yoğun olan katı maddelerin yer çekimi yardımıyla çöktürülmesi yapılarak uzaklaştırılmasıdır.

- **Dengeleme Havuzları:** Dengeleme havuzlarının işlevi, atık sulardaki kirlilik, bileşim ve debi yükünün zaman geçtikçe değişimlerinin dengelenmesini sağlamak ve arıtım bölgesine giden atık suyun debisini düzenlemektir.

- **Biyolojik arıtma ünitesi:** Atık suyun içerisinde olan organik ve az da olsa bulunan anorganik kirlenici olan maddelerin, enerji ve besin kaynağında kullanılması için mikroorganizmaların aracılığıyla atık sulardan uzaklaştırılmalarını sağlayan ünitelerdir. Toksik maddeler, çözünmüş haldeki oksijen, sıcaklık ve pH gibi bileşenlerin kontrol altına alınması, bakterilerin arıtım işlemlerini gerçekleştirebilmeleri için elzemdir. Bu sistemin mekanizması, havanın havalandırıcılar aracılığıyla atık suya devri sağlanarak bakterilerin organik maddeleri ve oksijeni kullanması şeklinde sağlanmaktadır. Bu şekilde atık su içerisindeki organik maddenin tüketimi sağlanmaktadır. Fakat bakteri sayısında artış görülebilmektedir (Özcan, 2013).

- **Dezenfeksiyon ünitesi:** Bu ünite arıtımın son safhası gerçekleştirilmektedir. Hastalık yapıcı mikroorganizma ve bakterilerin yok edilmesi işlemidir. Atık sulara kullanılmadan ve depo edilmeden önce ozon, ultraviyole ışınları ve klor aracılığıyla dezenfeksiyon işlemi uygulanmaktadır.

Daha sonra ise arıtım işlemi tamamlanmış olan suyun, bahçe sulamasında kullanımı sağlanmaktadır.

•Geri dönüştürülmüş gri su kullanım alanları: Suyun kullanıldığı alanların kendilerine özel kalite ihtiyaçları vardır. Bu sebeple gri su geri dönüşüm sistemi yardımıyla kazanılan suyun, kullanım yerinin kendine özgü standartlara uygun şekilde olmasına gereksinim duyulmaktadır. Genel anlamda işlemden geçirilen gri sudan oluşturulan kullanım suyunun hijyenik bir şekilde renksiz, güvenilir olan ve tamamıyla katı atıklardan arıtımının sağlanması gerekmektedir. Arıtımı yapılan gri suyun saklanmaya başlanmasından birkaç gün sonra bile koku oluşmamalıdır (Karabulut, 2012).

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Yenilenebilen bir kaynak olan suyun insanlık için hayati bir önemi bulunmaktadır. Günümüzde nüfusun artışıyla beraber dünyanın bazı yerlerinde büyük su problemleri görülmektedir. Bunun nedenleri ; iklim koşullarındaki değişimler, su havza ve kaynaklarına zararı bulunan hızlı ve çarpık kentleşme, yanlış bilinen tarım uygulamaları, su kaynaklarının kirletilmesi ve gereksiz bir şekilde kullanımı ve sanayi kaynaklı kirliliktir. Ülkemizde şu anda su problemi bulunmamasına karşın nüfusun artmasıyla birlikte su fakiri bir ülke olmaya aday bir ülkeyiz.

Suyun en çok kullanıldığı alanlardan biri olan yapı endüstrisinde su tüketiminin azaltılması için çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir bir dünya ve suyun korunumu için teknolojik sistemlerin geliştirilmesi ve tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesi gerekmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni sistemler geliştirilmiş ve uygulanmaya başlamıştır. Dünyada bu sistemlere yasa ve yönetmelikler ve sertifika programları ile destek verilmektedir. Türkiye’de ise yeşil bina sertifika programlarının desteğiyle suyun kullanımı stratejilerine verilen önem artmıştır. Konutlarda su tüketiminin azaltılması için arıtım sistemleri geliştirilmeli, alternatif kaynakların oluşturulması sağlanmalı ve bu konuya destek vermek için çalışmalar yapılmalıdır. Ülkemizde su tüketiminin azaltılması için teşvik edici programlar oluşturulmalı ve kullanılan uygulamaların yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

6. KAYNAKÇA

Yılmaz, S., 2005, Konutlarda su şebeke basıncının su tüketimine etkileri, TEKNOLOJİ Dergisi , Cilt 8, Sayı 2 s. 157-166 Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.

USİAD., 2007. Su Raporu , İstanbul.

UIA., 1993. Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Bağımlılık Bildirgesi, 1993 Genel Kurulu.

Şahin, N.İ. 2010. Binalarda Su Korunumu, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, YEM yayınları, İstanbul.

Sev, A., 2009. Dünya Genelinde Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme ve Sertifikasyon Programları, YEM yayınları, İstanbul.

Perkes, C., Kershaw, H., Hart, J., Sibille, R., Grant, Z., 2011, Energy and Carbon Implications of Rainwater Harvesting and Greywater Recycling.

Özcan U, 2013. Konutlarda Sürdürülebilir Mimarlık Açısından İklimsel Konfor Kriterlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Model Önerisi. Doktora Tezi. Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Oktay, B., (2005), A Model for Measuring the Sustainability of Historic Urban Quarters: Comparative Case Studies of Kyrenia and Famagusta in North Cyprus, PhD Thesis, Eastern Mediterranean University, Famagusta, North Cyprus, pp: 58.

Minibaş, T., 2007. Globalizmde suyun ekonomi politiği, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji, İzmir, 13-16 Nisan.

Kim, J.J., Rigdon, B., (1998), Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, University of Michigan, College of Architecture and Urban Planning, National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan.

Karalar, R., Kiracı, H., 2011 Çevresel Sorunlara Karşı bir çözüm önerisi olarak sürdürülebilir tüketim düşüncesi.

Karahan, A., 1999, Gri suyun değerlendirilmesi, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 4-7 Kasım.

Karabulut E, 2012. Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri Kapsamında Binalarda Suyun Etkin Kullanımı. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hoşkara, E., 2007. Ülkesel koşullar bağlamında sürdürülebilir yapıım, İTÜ dergisi c.7 sayı 1 10-13.

Gürel, L., Büyükgüngör, H., 2011. Atıksu arıtımında membran biyoreaktörler, İTÜ dergisi su kirlenmesi kontrolü Cilt:21, Sayı:1, 13-23 Mayıs 2011.

Göksal, T., (2003), "Mimaride Sürdürülebilirlik Teknoloji İlişkisi: Güneş Pili Uygulamaları", Arredamento Mimarlık Dergisi, Sayı:154, s: 76.

DİE, 1997-1998. Elektrik, Su Ve Doğalgaz İstatistikleri", DİE Yayınları, Ankara.

Baykal, B.B., Allar A.D., 2007. ECOSAN: Ekolojik evsel atıksu yönetimi, İTÜ dergisi su kirlenmesi kontrolü Cilt:17, Sayı:3, 3-12 Kasım 2007.

Alpaslan, N., Tanık, A., Dölgen, D., 2008, Türkiye'de Su Yönetimi Sorunlar ve Öneriler, TÜSİAD Yayın No: T/2008-09/469, 2008.