

SU TASARRUFU AMACIYLA PEYZAJ MİMARLIĞI UYGULAMALARINDA KISINTILI SULAMA YAKLAŞIMI

Elif BAYRAMOĞLU^{1*}, Ahmet ERTEK², Öner DEMİREL¹

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Trabzon

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta

ÖZET

Canlıların yaşamının vazgeçilmez bir ihtiyacı olan su aynı zamanda kendisi de yaşam alanıdır. Günümüzde iklim değişikliği, küresel ısınma ve endüstriyel gelişim sonucu suya olan talebin artması ile kullanılabilir su kaynakları giderek azalmaktadır.

Su kaynaklarının etkin kullanımı dünyada olduğu gibi Türkiye’de de gittikçe artan bir öneme sahiptir. Bu nedenle özellikle peyzaj alanlarında bulunan süs bitkilerinin sulanması amacıyla kullanılan sulama suyunu tasarruflu kullanmayı amaçlayan yeni yaklaşımları gündeme gelmiştir. Bu yaklaşımlardan bir tanesi kullanılabilir su kaynakları açısından % 75 gibi büyük bir oranının sulama amaçlı kullanıldığı ülkemizde mevcut su kaynakları planlaması ve etkin su kullanımına yönelik birçok araştırma yapılarak, fazla su tüketen ve peyzaj alanlarında kullanılan süs bitkileri için belirli dönemlerde kısıntılı sulama yaklaşımları geliştirilip modeller oluşturulmalıdır. Kısıntılı sulama yaklaşımları alternatif olarak dikkate alınarak sudan tasarruf edilmesi sağlanmalıdır.

Bu çalışmada hem su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi hem de suyun etkin kullanımı bakımından peyzaj mimarlığı uygulama alanlarında, özellikle kentlerde oluşturulan yeşil ağ çalışmalarında sulamanın artan önemi vurgulanarak, günümüzde kıt olarak kentlerde bulunan sulama suyu kaynaklarının daha dikkatli kullanılması yaklaşımı ile kısıntılı sulama uygulamalarının öneminin vurgulanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sulama, kısıntılı sulama, su tasarrufu, peyzaj sulama

APPROACH THE DEFICIT IRRIGATION IN LANDSCAPE ARCHITECTURE FOR WATER CONSERVATION

ABSTRACT

The water is essential requirement of living life at the same time in the living area itself. Nowadays climate change, global warming and industrial development with the available water resources as a result of increasing demand for water is steadily decreasing.

Due to the use of effective water resources as well as Turkey around the world have become increasingly important especially in landscape areas of efficient use of irrigation water used for irrigation of ornamental plants in search of new approaches aimed at has become mandatory. In Turkey, a large proportion of the resources available, such as 75% is used for irrigation, saving water for irrigation, which is considered as an alternative approach to deficit irrigation. As a result of, in terms of available water resources planning and water use efficiency done a lot of research during certain periods for ornamental plants used in the models developed and established approaches to deficit irrigation.

In this study, the prevention of pollution of water resources, both in terms of efficient use of water as well as in the fields of landscape architecture practice, with emphasis on the increasing importance of irrigation works, especially in urban areas, the use of more careful approach is intended to emphasize the importance of deficit irrigation practices.

Keywords: Irrigation, deficit irrigation, water conservation, landscape irrigation

* Yazışma yapılacak yazar: elifsol_@hotmail.com

Makale metni 05.05.2013 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 12.08.2013 tarihinde basım kararı alınmıştır.

1.GİRİŞ

Su canlıların en temel doğal yaşam ortamının oluşmasında en temel öğelerden biridir. Yaşam için olmazsa olmaz ön koşullardan biri olması nedeniyle, suyun yaşam ortamında bulunması ve kalitesi son derece önem taşımaktadır. Dünya’da ki su kaynakları kıt ve su döngüsü değişmezdir. Ancak hızlı nüfus artışı, yükselen yaşam standardı ve ülkelerin sanayileşme çabaları; su gereksinimini arttırmış, su kaynaklarının paylaşımı sorununu ortaya çıkararak, suyu 21. yy’ın en stratejik maddelerinden biri haline getirmiştir (Saltürk, 2006).

Son yıllarda değişen iklim koşullarına bağlı olarak sıcaklığın artması ve yağışların düzensizleşmesi ile susuzluk sorunu kendini öne çıkararak; tasarımcıları, planlamacıları ve yerel yönetimleri suyun daha akılcı kullanımı yönünde yeni arayışlara yönlendirmiştir. Özellikle peyzaj mimarlığı uygulamalarının en önemli aşaması olan bitkisel tasarım çalışmalarında kullanılan süs bitkilerinin yaşamlarını devam ettirmeleri için su son derece etkili bir unsurdur. Park ve bahçe gibi kent açık mekânlarında su tüketiminin büyük boyutlarda olması peyzaj mimarlığı düzenlemelerinde suyun olabildiğince az kullanılabilen uygulamalarını zorunlu hale gelmiştir (Barış, 2007).

Bitkinin sulamadan yeterli miktarda yararlanmasının ön koşulu, bitkilerin yağışlarla karşılanamayan su gereksiniminin sulama suyu ile verilmesi olarak ifade edilmektedir. Ancak su kaynaklarının kısıtlı oluşu nedeniyle, kısıtlı sulama uygulamaları günümüzde yaygınlaşmıştır. Kısıtlı sulama; bitkileri su stresine sokarak maliyeti azaltan ve geliri arttıran stratejik bir sulama yaklaşımıdır (English ve Raja, 1996).

Bu çalışmada günümüzde ziraat alanında sıklıkla kullanılan kısıtlı sulama yaklaşımı tanıtılarak, peyzaj mimarlığı uygulamalarının en önemli aşaması olan bitkilendirme çalışmalarında ve özellikle su tüketiminde önemli yeri bulunan su tasarrufu yaklaşımlarından olan kısıtlı sulama uygulamalarının kullanım olanaklılığı üzerinde durulacaktır.

2. SU KAYNAKLARI VE KULLANIM DURUMU

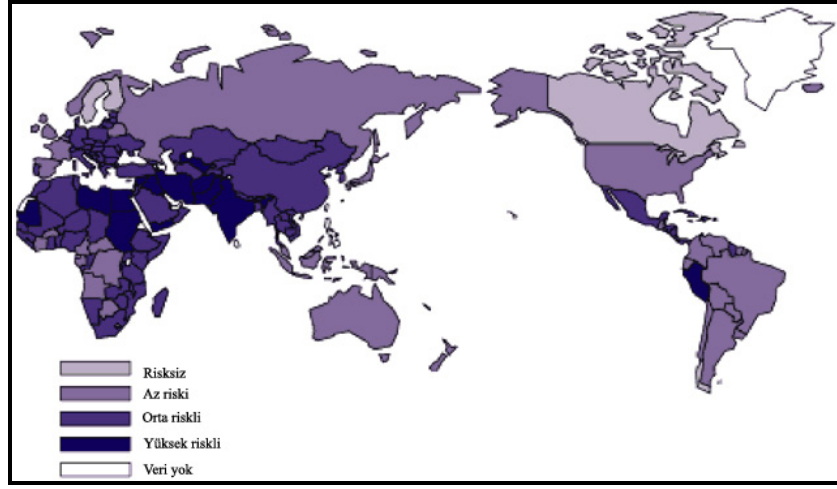
2.1. Dünya’daki durum

Dünya üzerinde toplam su miktarı yaklaşık 1,4 milyar km³ olup, bu suyun 1.3 milyar km³’ü (% 97.5) tuzlu su, 35 milyon km³’ü (% 2.5) ise tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır (DPT, 2007). Bu değerin yaklaşık 35 milyon km³’ü de içme suyu olarak kullanılmakta iken içme suyunun 24 milyon km³’ü (%70) kar ve buzlarla kaplı dağlık bölgeler olan Antartika ve Kutup bölgelerinden sağlanmaktadır (UNESCO, 2012). FAO’ya göre, 1995 yılında su kıtlığı ve su stresi yaşayan nüfusun dünya nüfusuna oranı sırası ise % 29 ve % 12 iken, 2025 yılında bu oranların % 34 ve % 15 olması beklenmektedir (FAO, 2002). (Tablo 1)

Tablo 1. 1995 ve 2025’te Dünyada kişi başına kullanılabilir su potansiyeli (FAO, 2002)

DURUM	Su Kaynağı (m ³ / kişi)	1995		2025	
		Nüfus (milyon)	Dünya Nüfusuna oranı(%)	Nüfus (milyon)	Dünya Nüfusuna oranı(%)
Su kıtlığı var	<500	1077	19	1783	25
	500-1000	587	10	624	9
6°#-5°~1#°#°# 6°#~°#°#	1000-1700	669	12	1077	15
	>1700	3091	55	3494	48
Sınıflandırma Dışı		241	4	296	4
Toplam		5665	100	7274	100

Ülkeler sahip oldukları su varlıklarına göre sınıflandırıldığında; yılda kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı 1 000 m³’ten az olan ülkeler “su fakiri”, 2 000 m³’den az olan ülkeler “su azlığı”, 8000-10 000 m³’ten fazla olan ülkeler ise “su zengini” olarak kabul edilmektedir (FAO, 2002). Dünya üzerindeki su sıkıntısı çeken bölgelerin dağılımına baktığımızda Türkiye orta riskli bölgeler içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Dünya'daki su sıkıntısı çeken bölgeler (URL-1, 2013)

Dünyadaki toplam su tüketiminin sektörlere göre dağılımına bakıldığında dünya kullanılabilir su varlığının % 70'i tarım sektöründe sulama amaçlı, % 22'si sanayi ve % 8'i içme suyu olarak kullanılmaktadır (UNESCO, 2012). (Tablo 2)

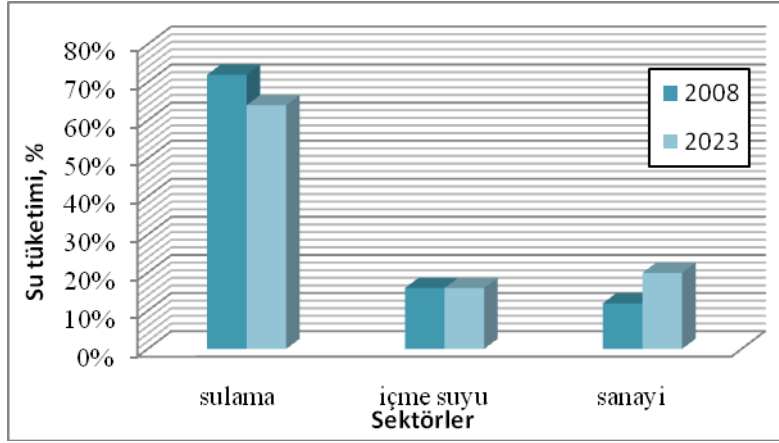
Tablo 2. Temiz ve tatlı su kaynaklarının sektörel kullanımı (UNESCO, 2012).

SEKTÖR	Dünya	Gelişmiş Ülkeler	Gelişmekte olan ülkeler	Az gelişmiş ülkeler	Avrupa	Türkiye
Tarım	67-70	39	52	86	33	72-75
Sanayi	22-23	46	38	7	51	10-12
İçme ve kullanma	8-10	15	10	7	16	15-16

2.2. Türkiye'deki durum

Türkiye'de 26 toplam su havzası bulunmakta olup yağış ortalaması 642.6 mm ve bunun su olarak karşılığı 501 milyar m³'tür. Teknik ve ekonomik olarak tüketilebilecek yeraltı ve yerüstü su miktarı 112 milyar m³'tür. Bu değer 95 milyar m³'ünün yurtiçinden doğan akarsulardan, 3 milyar m³'ünün yurtdışından ulaşan akarsulardan ve 14 milyar m³'ünün ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmektedir (Aküzüm vd., 2010). Ayrıca Türkiye tesis yetersizliği nedeniyle sahip olduğu su kaynakları potansiyelinin sadece %35'inden yararlanabilmektedir (Berkün, 2007). Türkiye koşullarında yağışın %37'si akışa geçmektedir. Bu durumda, yağışın 274 km³ 'ü toprak-bitki-su yüzeyleri sisteminden buharlaşarak atmosfere geri dönmekte, 41 km³ 'ü yeraltı su depolarını beslemekte, 186.1 km³ 'ünün ise akarsular aracılığı ile deniz, göl ve kapalı havzalara boşalım için akışa geçtiği kabul edilmektedir (URL-2).

Türkiye'de ise kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1555 m³/yıl olduğu bilinmekte, 2025 yılında ise kişi başına düşen su miktarının 1000 m³ olacağı tahmin edilmektedir (Aküzüm vd., 2003; Akın ve Akın, 2007). Avrupa Çevre Ajansı'nın hazırladığı raporda da 2030 yılında Türkiye'nin pek çok bölgesinde su kıtlığı yaşanacağı belirtilmiştir (Anonymous, 2005). FAO'nun (2002) su varlıkları sınıflandırmasına göre Türkiye su zengini olmayıp, su stresi yaşayan bir ülke konumundadır. Ülkemizde bulunan 112 milyar m³'lük su varlığının % 16'sı içme suyu olarak, % 12'si sanayi alanında ve % 72'si tarım alanlarında sulama amaçlı tüketilmektedir (URL-2). Bununla birlikte 2023 yılında Türkiye nüfusunun yaklaşık 100 milyon olacağı, kişi başına düşen su tüketiminin azalacağı tahmin edilmektedir. Böylece 2023 yılında toplam içme suyu % 16, sulama amaçlı % 64 ve sanayi amaçlı su kullanımı % 20'ye düşecektir (Şekil 2) (Aküzüm vd., 2010). Dünyada olduğu gibi Türkiye'de su en fazla tarım sektöründe ve sulama amacıyla kullanılmaktadır. Bu bakımdan sulama amacıyla kullanılan suyun etkin kullanımı zorunlu hale gelmiştir.



Şekil 2. Türkiye’de sektörlere göre su tüketim dağılımı

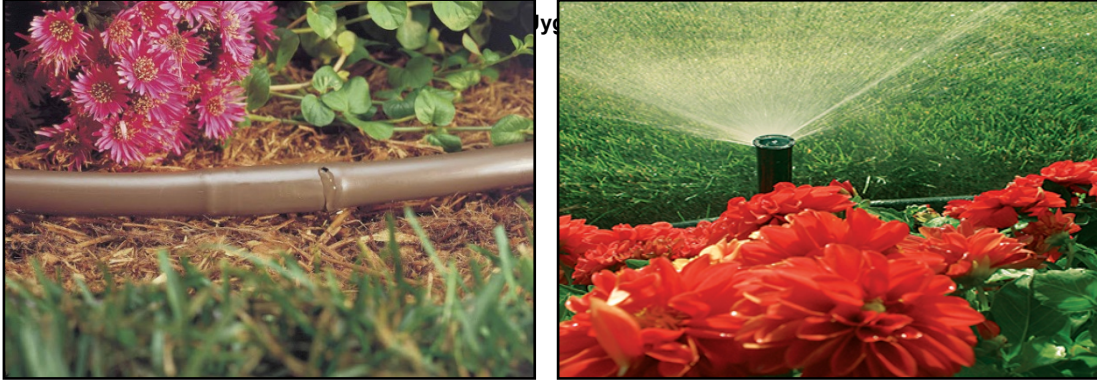
3. SULAMANIN AMACI VE KAPSAMI

Sulama bitkilerin gelişimi için gerekli olabilecek su miktarının doğal yollarla karşılanamadığı koşullarda, bitkiye uygulama biçimine göre değişken biçimde toprağa verilmesi şeklinde tanımlanır (Leliart, 1987). İlk sulamanın insanlık tarihi ile birlikte bitki yetiştiriciliği amacıyla Mısır’da yapıldığı kabul edilmiştir (Güngör ve ark., 2002). Türkiye’de ilk sulamaya Osmanlı İmparatorluğu döneminde 19. Yüzyılında rastlanmıştır. Bu amaçla bugün Türkiye sınırlarında bulunmayan İşkodra ve Selanik’te dere ıslahı, Medine’de sulama kanallarının yapımı, Musul ovasında sulama şebekesi kurulması gibi çalışmalar yapılmıştır (Yıldırım, 2008).

Bitkiler görsel ve estetik açıdan gelişmelerini sürdürebilmeleri için sürekli olarak kökleri aracılığıyla topraktan su alırlar. Toprakta bulunan bu suyun büyük kısmı terleme yoluyla atmosfere verilirken diğer kısmı da bitki dokularında muhafaza edilir. Bu nedenle bitkilerin kök bölgesinde yeterli düzeyde nemin bulunması gerekir (Aküzüm ve Çakmak, 1992). Toprakta bulunan nemi sağlayan kaynaklardan en önemlisi doğal yağışlardır. Ancak kurak ve yarı kurak bölgelerde bitki büyüme mevsimi boyunca yağışlar yetersiz olmakta ve bitkinin su ihtiyacı karşılanamamaktadır. Bu nedenle bitki kök bölgesinde bulunan eksik nem sulama suyu ile sağlanmaktadır (Güngör ve ark., 2002). Yarı nemli bölgelerde ise, bitki su gereksiniminin yağışlarla karşılanan kısmı daha fazla olmaktadır. Ayrıca yarı nemli bölgelerde sulama genellikle gerekli, nemli bölgelerde bile, kurak geçen dönemlerde destekleme niteliğinde sulama yapılabilmektedir (Yıldırım, 2008).

Bu amaçla bitkinin ihtiyacı olan sulama suyu miktarı her sulamada hesaplanmalıdır. Bitkinin cinsine yani morfolojik ve fizyolojik yapısına bağlı olarak tüketeceği su miktarı ve bitkiye verilecek olan sulama suyu miktarı farklıdır. Her bitkinin tüketeceği su miktarı farklı olacağından bitki su tüketimlerinin belirlenmesi gerekir (Jensen, 1968; Selvi, 2012). Bitki su tüketim değerleri doğrudan ölçme yöntemleri veya iklim verileri kullanılarak yapılan hesaplamalar yardımıyla belirlenmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri her ne kadar pahalı ve zaman alıcı olsa da en doğru sonucu vermektedir.

Peyzaj alanlarındaki bitkilendirme tasarımlarında kullanılan bitkilerin su tüketimi yüksektir. Sulama ile peyzaj bitkilerinin optimum düzeyde gelişimi ve homojen görünümü sağlanır ve bitki besin maddeleri ve tarımsal mücadele ilaçları sulama suyu ile uygulanır (Orta, 2009). Şekil 3’de peyzaj alanlarında sıklıkla kullanılan sulama sistemleri görülmektedir.



Şekil 3. Peyzaj alanlarında kullanılan sulama yöntemlerinden görünüş (URL-3, URL-4).

3.1. Su Kullanımı

Günümüzde kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olması ve birçok alanda kullanılan suyun % 65-80'inin sulama amaçlı kullanılması sebebiyle sulamada kullanılan suyun etkin kullanımının önemi artarak ortaya çıkmıştır (Evsahibioglu ve ark., 2010). Özellikle açık yeşil alanlarda bitkilerin canlılıklarının devamını sağlamak amacıyla tüketilen su miktarının büyük boyutlara ulaşması peyzaj mimarlığı düzenlemelerinde suyun az kullanımının gelişmesi gereğini öne çıkartmıştır (Barış, 2007).

Peyzaj alanlarında etkin su kullanımı amacıyla öncelikle su tasarrufunu sağlayan önlemler alınmaktadır. Bu doğrultuda 'Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi' (Water-Efficient Landscaping) genel başlığı altında 'Suyun Akılcı Kullanımı' (Water-Wise, Water-Smart), 'Az Su Kullanımı' (Low-Water) ve 'Doğal Peyzaj Düzenleme' (Natural Landscaping) gibi klasik peyzaj düzenleme anlayışlarından farklı yeni peyzaj düzenleme kavramları geliştirilmiştir. Bu temel ilkelerin formüle edilmesiyle geliştirilen ilk kavramsal yaklaşımlardan birisi "Kurakçıl Peyzaj Düzenleme" (Xeriscape) dir (Şekil4) (Barış, 2007).



Şekil 4. "Kurakçıl Peyzaj Düzenleme" si yapılmış peyzaj alanları (URL-5, URL-6)

Su tasarrufu sağlayan diğer yaklaşımlar;

- Aşırı su kullanımının önlenmesi (Çakmak ve Gökalp, 2011)
- Bitkilendirme çalışmalarında daha az su tüketen doğal türlerin tercih edilmesi (Atik ve Karagüzel, 2007).
- Farklı bitki gruplarının bitki su tüketimleri belirlenerek sulama suyu verilmesi (Bayramoğlu, 2013).
- Geniş çim yüzeylerden kaçınılması, yerine yer örtücü türlerin tercih edilmesi
- Basınçlı sulama yöntemlerinden suyun ekonomik kullanımını sağlayan damla sulama sistemi kullanılması
- Farklı iklim bölgelerinde meteoroloji verileri takip edilerek sulama programları oluşturulması

- Bitkilere belirli dönemlerde kısıntılı sulama düzeylerinin uygulanması.

4. KISINTILI SULAMA VE KULLANIM ALANLARI

Günümüzde sulama programı yaklaşımları; tam ve kısıntılı sulama olarak değerlendirilmektedir. Tam sulama bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun tamamını aldığı ve bitkiden en yüksek düzeyde verim elde edilen durumdur. Ancak tam sulama uygulamalarında toprak suya doyduğu için toprak havalanması azalarak atmosfer ile toprak arasındaki gaz değişimi sınırlanarak bazı bitkilerde verim düşer.

Kısıntılı sulama ise, bitkilere verilecek olan suyun kasıtlı ve sistematik olarak sınırlandırılarak bitkiye iletilmesi şeklinde ifade edilmektedir. Günümüzde kısıntılı sulama dünyanın birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Trimmer, 1990; English ve ark., 1990; Jurriens ve Wester, 1994). Trimmer (1990) yapmış olduğu çalışmada, Pakistan'daki bitkilere uygulanan su miktarının bitkilerin gereksinim duyduklarından % 35 daha az olduğunu belirtmiştir. Sarwar (2002) çalışmasında bitkilerin gereksinim duyduğu suyun % 60'ının uygulanması durumunda verimde % 15'lik azalma olduğunu bildirmiştir.

Araştırmacılar kısıntılı sulamayı birçok özel durumda analiz ederek, bu tekniğin tarımda geliri arttırdığı sonucuna varmışlardır (English ve ark., 1990). Bu yaklaşım biçimi literatürde Kısmi Sulama (Partial Irrigation (PI)), Düzenli Kısıntılı Sulama (Regulated Deficit Irrigation (RDI)) ve Sınırlı Sulama (Limeted Irrigation (LI)) (English ve ark., 1990).

Kısıntılı sulama belirli seviyelerde ve süreçlerde bitkiye zarar vermemesi koşulu ile yapılan bir sulama yaklaşımıdır. Asıl amacı; sulamadan en üst seviyede yararlanmak amacıyla su tasarrufu ile su kullanım randımanını artırılması ve bu sayede verimi en az düzeyde etkileyen sulamanın yapılmasıdır. Kısıntılı sulamanın en önemli özelliği; bitkiye aynı miktarda su verilerek, tasarruf edilen su ile daha fazla alanın sulanması ve bu sayede birim alandan daha fazla gelir elde edilmesidir (English ve ark., 1990).

Bitkileri ölçülü olarak su stresine sokarak maliyeti azaltan ve geliri arttıran sulama tekniği olarak nitelendirilen kısıntılı sulama yaklaşımı aynı zamanda su maliyetinin yüksek ve su kaynağının kıt olduğu yerlerde kar artışı da sağlamaktadır (English ve Raja, 1996). Birçok araştırmacı belirli koşullarda kısıntılı uygulama tekniğinin geliri arttırdığı sonucuna varmışlardır (Stewart et al., 1974; English et al., 1990). Kısıntılı sulama uygulaması olası bir ürün ve verim azalmasına neden olsa da, bu strateji düşük üretim maliyetleri ile su kullanım etkinliğini hedeflemektedir. Potansiyel olarak faydalarını 3 başlık altında toplayabiliriz (English et al., 1990);

- Artan sulama randımanı
- Düşük sulama maliyeti
- Su maliyeti olanaklılığıdır.

Kısıntılı sulama yaklaşımında sulama yapılacak alan üzerinde kısıntı yapılmakta ya da bitkilere ihtiyacı olandan daha az su verilmektedir. Sulamalar genellikle sürekli kısıntı veya planlı kısıntı olarak düzenlenir. Sürekli kısıntılı yaklaşımda; her sulamada sulama suyu miktar azaltılır, sulama aralıkları uzatılabilir ve bitki sırasının bir tarafı belirli aralıklarla sulanır. Planlı kısıntılı sulama ise; bitkiye bazı dönemlerde su vermemek koşulu ile sağlanmaktadır. Ancak bu tür uygulamalar bitkilerin susuzluğa en dayanıklı olduğu dönemlerde yapılır (Çakmak ve Gökalp, 2011).

Uygun bir kısıntılı sulama programı ile;

- Su tasarrufu sağlanmış olur ve dolayısıyla su masrafı, sulama işçiliği enerji masraflarından da tasarruf edilir.
- Tasarruf edilen su ile daha fazla bir alan sulanmış olur.
- Üretim ve daha fazla gelir elde edilir, milli gelirden daha fazla artış sağlanır.
- Drenaj sorunu ve masrafları azalır
- Verilecek suyun topraktaki ekolojik bakımdan sorun yarattığı düşünüldüğünde su kısıtlamasıyla bu sorunlar en aza indirgenir.
- Kısıntılı sulama ile topraktaki su tarla kapasitesine her defasında yükselmediğinden yağış ile gelen sudan daha fazla yararlanılmış olur (Biber ve Kara., 2005).

Günümüzde kısıntılı sulama uygulamaları ziraat alanlarında yaygın olarak uygulanmakta olmasına rağmen peyzaj alanlarında kullanımı yaygın değildir.

4.1 Peyzaj alanlarında kısıntılı sulama

Dünya nüfusunun artması ile özellikle kentlerde kişi başına düşen yeşil alan miktarına bağlı olarak rekreasyon amaçlı kentsel alanlara olan talep artmıştır. Rekreasyon alanlarındaki yeşil dokunun canlı kalmasının en önemli rolü alt yapı çalışmalarından olan sulama sistemlerinin oluşturulmasıdır.(Orta,2009). Sulama, peyzaj mimarlığı çalışmalarında temel alt yapı sistemlerinden biri olarak büyük önem taşımaktadır. Büyük ya da küçük ölçekli bitkilendirme çalışmalarında bitkisel materyal kullanımı genellikle en fazla yoğunluğa sahiptir ve bitkiler suyun yokluğunda veya yetersizliğinde yaşamlarını ve gelişimlerini sürdürmezler. Bu amaçla peyzaj uygulamalarında bitkinin gereksinim duyduğu miktarda suyun, uygun zamanda ve uygun sistemle verilmesi gerekir (Altunkasa, 1998).

Ancak son yıllarda azalan yağışlar ve artan sıcaklıklar sonucu peyzaj mimarlığı bitkisel uygulamalarında kullanılan sulama suyunu tasarruflu kullanmak kaçınılmaz olmuştur. Bu amaçla kısıntılı sulama yaklaşımları günümüzde oldukça yeni bir konu olarak ele alınmaktadır. Bu konuda yurtdışında yapılmış çalışmalar bulunmaktadır.

Sánchez-Blanco ve ark. (2004) ve Singh ve Ramesh (2000) çiçek ve meyve özelliği ile *Rosmarinus officinalis* bitkisinde, Júnior vde ark (2011), Tahiti ihlamur ağaçlarında, Franco vd. (2000), çiçek ve meyve güzelliği bakımından estetik güzelliği ile tercih edilen bir tür olan *Amygdalus communis L.* bitkisinde, Álvarez vd. (2009), çiçek güzelliği ile *Dianthus caryophyllus L.* bitkisinde yapmış oldukları farklı sulama düzeyindeki çalışmalarında kısıntılı sulama uygulanan bitkilerin daha az gelişim göstermiş olduklarını belirtmişlerdir. Her ne kadar bitkiler kısıntılı sulama uygulamalarında daha az gelişim göstermiş olsalar da günümüzde kıt su kaynaklarının varlığı göz önünde tutulduğunda belirli dönemlerde ve her bitkiye özel kısıntı uygulamaları belirlenebilmektedir.

Geerts ve Raes (2009), kurak alanlarda su kullanımını azaltarak bitkilerin gelişimlerini izlemiştir. Mevsimsel nemin belli bir seviyede tutulması durumunda bitki gelişiminin tam sulama yapılan konulardaki gibi olduğunu belirterek, kısıntılı sulama stratejilerinin geliştirilmesinin bitki-su verimliliği ile kombine edilmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Yine benzer bir çalışma olan Debaeke ve Aboudrare (2004), kısıntılı su uygulanan çevrelerdeki bitki adaptasyonunu incelemişlerdir. Çalışmalarında bitki bütünlüğünü koruyarak bitkilerden en yüksek düzeyde verim ve kalitede ürün almak için su kısıntısı uygulamalarının bitkilerin maksimum geliştiği dönemde yapılmaması gerektiği sonucuna varmışlardır.

5. SONUÇLAR

Gelişmekte olan dünyada, hızlı nüfus artışı sonucu su kaynakları tükenmekte ve buna bağlı olarak sektörlerde su kullanımı artmaktadır. 21.yy.'ın en önemli sorunu haline gelen küresel ısınmanın ve su kaynaklarının bilinçsizce tüketilmesinin sonucu su varlığında oluşan bu azalma sektörlerde de suyun daha etkin kullanımının arayışını artmıştır. Bu amaçla suyun sektörlerde tasarruflu kullanımını özendirici yeni önlemler alınmalıdır. Özellikle suyun en fazla kullanıldığı tarım alanlarında su tasarrufu sağlayan damla sulama yöntemlerinin kullanımının yanı sıra sulama çalışmalarında tam ya da kısmi kısıntılı sulama yaklaşımları göz önünde bulundurulmaktadır.

Su kullanımının diğer bir alanı ise kent içinde bulunan rekreasyon alanlarının sürekli bakımının ve yenilenme çalışmalarının yapılmasıdır. Peyzaj mimarlığı disiplininde özellikle kentlerde oluşturulan tüm yeşil ağ çalışmalarında sulamanın önemi oldukça fazladır. Suyun her alanda kullanımının kıt olduğu ve özellikle kentlerdeki yeşil alanların sulanması amacıyla kullanılacak suyun bulunamamasının zorluğu her geçen gün artmaktadır. Tüm bu kullanımlar doğrultusunda özellikle rekreasyon alanlarında kullanılan sulama suyunu tasarruflu kullanarak kentlerde daha yaşanabilir konforu sağlamak adına yeni sulama yaklaşımları geliştirilmelidir.

Günümüzde özellikle peyzaj uygulamalarında sulama suyunun kısıtlı olduğu yerlerde sudan tasarruf edebilmek amacıyla kısıntılı sulama uygulamaları alternatif olarak göz önünde bulundurulabilir. Özellikle peyzaj mimarlığı uygulamalarında bitkilendirme tasarımlarında kullanılan bitkilerin görsel açıdan doku ve form özelliklerini kaybetmemeleri adına, her bitkiye özel kısıntı değeri belirlenerek uygulama yapılabilir. Bu sayede peyzaj mimarlığı

uygulamalarının canlı materyali olan bitkilerin hayatta kalması sağlanırken aynı zamanda da su tasarrufu sağlanmış olur.

KAYNAKLAR

- Anonymous 2005. European Environment Agency Report 2005. European Environment Outlook. Report No:4, EEA, Copenhagen, ISSN 1725-9177
- Akın, M. ve Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliđi, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 47, 2, 105-118.
- Aküzüm, T. ve Çakmak, B. 1992. Rekreasyon Alanların Sulanması, AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1280, Ankara, 14 s.
- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp, Z., 2003. Dünyada Su ve Yaklaşan Su Krizi, 2.Ulusal Sulama Kongresi, Ekim, Aydın, Bildiriler Kitabı: 145-154
- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp, Z., 2010. Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Deđerlendirilmesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(1): 67-74, 2010.
- Altunkasa, M.F., 1998. Peyzaj Mühendisliđi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 123, Ders Kitapları Yayın No: A-36, Adana, 364 s.
- Álvarez S., Navarro A., Bañónb, S. ve Sánchez-Blanco, M.J., 2009. Regulated deficit irrigation in potted Dianthus plants: Effects of severe and moderate water stress on growth and physiological responses, Scientia Horticulturae, Vol: 122, No:4, 579-585.
- Atik, M. ve Karagüzel, O. 2007. Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Su Tasarrufu Olanakları ve Süs Bitkisi Olarak Doğal Türlerin Kullanım Önceliđi. Tarımın Sesi TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Yayını, Sayı 15, s. 9-12.
- Barış, M. E. 2007. Sarıya Bezenen Kentlerimizi Kimler ve Nasıl Yeniden Yeşertebilir? http://www.peyzajmimoda.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=1173&tipi=2&sube=0, (Erişim Tarihi: 24.08.2007).
- Bayramoğlu, E. 2013. Damla Sulama Sistemi ile *Berberis thunbergii* ‘Atropurpurea Nana’ ve *Ilex aquifolium* Bitkilerinin Sulama Olanaklılığının Araştırılması, Doktora tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Berkün, M., 2007. Su Yapıları (Barajlar Savaklar ve Su Kuvveti Tesisleri), Birsen Yayın Evi, İstanbul, 667 s
- Biber, Ç. ve Kara, T. 2005. Mısır bitkisinin bitki su tüketimi ve kısıtlı sulama uygulamaları, OMÜ Zir. Fak.Dergisi, 2006. 21(1):140-146.
- Çakmak, B. ve Gökalp, Z. 2011. İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi Vol. 4, No: 1, 87-95.
- Debaeke, P. ve Aboudrare, A. 2004. Adaptation of Crop Management to Water-Limited Environments, European Journal of Agronomy, Vol: 21, No: 4, 433-446.
- DPT, 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013), Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No: 2718, Ankara.
- English, M.J. ve Raja, S.N. 1996. Perspective of Deficit Irrigation. Agric. Water Management, Vol: 32: 1-14.
- English, M.J., Musich, J.T. ve Murty, V.V.N. 1990. Deficit irrigation. In: G.J. Hoffman, T.A. Howell and K.H. Soloman (Editors), Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St. Joseph, MI.
- Evsahibiođlu, N.A., Aküzüm, T. ve Çakmak, B. 2010. Su Yönetimi, Su kullanım stratejileri ve sınırı aşan sular, Türkiye Ziraat Mühendisliđi VII. Teknik Kongresi
- FAO, 2002. Crops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture, Rome, 22 p.
- Franco, J.A, J.M., Abrisqueta, A., Hernansaezand F. Ve Moreno, 2000. WaterBalance in Young Almond Orchard under Drip Irrigation with Water of Low Quality. Agricultural Water Mangement 43 (2000)p.75-98.
- Geerts, S. ve Raes D. 2009. Deficitirrigation As An On-Farm Strategy Tomaximize Crop Water Productivity In Dry Areas, Agricultural Water Management, Vol: 96, No: 9, 1257-1284.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Yıldırım, O. 2002. Sulama, II. Baskı, AÜ Basımevi , Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 1525, Yardımcı Ders Kitabı: 478, Ankara, 295 s.
- Jensen, M.E. 1968. Water Consumption by Agricultural Plants Chapter I., Water Deficits and Plant Growth, Acedemic Press Inc, New York, 22 p.

Su Tasarrufu Amacıyla Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kısıntılı Sulama Yaklaşımı

- Junior, J. A., Folegatti, M.V., Silva, C.R.,Silva, T.J.A.. ve Evangelista, A.W.P. 2011. Response of Young ‘Tahiti’ Lime Trees to Different Irrigation Levels, Engineering Agriculture Jaboticabal, Vol: 31, No:2, 303-304.
- Jurriens, M. ve Wester, P., 1994. Protective irrigation in India. 1994 Annual Report, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wagenmgen, The Netherlands.
- Leliart, J. 1987. Irrigation Systems, Post-Graduate Course in Eromology. Deparmtent of Soil Physics, Faculty of Agriculture Science, Gent, 70 s.
- Orta, H. 2009. Rekreasyon Alanlarında Sulama, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tekirdağ,149 s.
- Saltürk, M. 2006. Problem of Water in the Middle East and Analysis of the Problem within the Perspective of Turkey, Journal of Security Strategies, Vol:3, 21-38
- Sanchez-Blanco, M.J., Ferrández, T., Navarro, A., Bañon, S. ve Alarcón, J.J. 2004. Effects of Irrigation and Air Humidity Preconditioning on Water Relations, Growth and Survival of Rosmarinus Officinalis Plants During and Aftertransplanting , Journal of Plant Physiology, Vol:161, No:10, 1133–1142.
- Sarwar, A. Perry, C. 2002. Increasing Water Productivity Through Deficit Irrigation: Evidence From The Indus Plains of Pakistani. Irrigation and Drainage, 51: 87–92.
- Selvi, S. 2012. Bitki Fizyolojisi Ders Notları, BÜ. Ziraat Fakültesi, 41s
- Singh, M. ve Ramesh, S., 2000. Effect of Irrigation and Nitrogen on Herbage, Oil Yield and Water- Use Efficiency In Rosemary Grown Under Semi- Arid Tropical Conditions. J. Med. Aromatic Plant Sci., 22 IB, 659-662.
- Stewart, J.I., Hagan, R .M. ve Pruitt, W.O. 1974. Functions to Predict Optimal Irrigation Programs. J. Am. Soc. Civil Eng., 100(IR2): 179-199.
- Trimmer, W.L. 1990. Partial irrigation In Pakistan. J. ASCE Irrig. Drain. Div. Vo: 16, No:3, 342-353.
- Tyagi, N.K. 1987. Managing rotational canal water supplies on the farm. Water Resour. Bull.Vol: 23, No:3, 455-462.
- UNESCO, 2012. Managing Water Under Uncertainty and Risk, The United Nations World Water Development Report 4, Vol: 1, Paris, 866 p.
- URL-1 2013. http://www.mlit.go.jp/english/2006/c_1_and_w_bureau/01_worldwater/
- (Erişim tarihi:18.04.2013).
- URL-2 2013. <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm> Toprak ve Su Kaynakları, (Erişim tarihi: 12 Şubat 2013).
- URL-3 2013. <http://brucesmideastsoundbites.blogspot.com/2010/11/israel-brings-drip-irrigation-to-africa>.
- (Erişim tarihi: 02.04.2013).
- URL-4. <http://www.allensprinkler.com/>. (Erişim tarihi:15.04.2013).
- URL-5. <http://greeleygov.com/Water/xeriscape.aspx> (Erişim tarihi: 10.04.2013).
- URL-6. <http://www.tumblr.com/tagged/xeriscape> (Erişim tarihi: 9.04.2013).
- Yıldırım, O. 2008. Sulama Sistemlerinin Tasarımı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No:1565, Ders Kitabı: 518, Ankara, 353 s.