

## Yağmur Suyu Hasadı: Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüs Örneği

\*<sup>1</sup>Beytullah Eren <sup>2</sup>Ahmet Aygün <sup>1</sup>Sinan Likos <sup>1</sup>Ali İzzet Damar

<sup>1</sup>Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

<sup>2</sup>Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa, Türkiye

### Özet

Dünya nüfusunun hızla artması sonucu suya olan talep her geçen gün artmaktadır. Dünya üzerindeki su kaynaklarının miktarının sabit olması nedeni ile su sıkıntısı yaşamamak için günümüzde alternatif su kaynaklarına ilişkin teknolojilerin kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada Sakarya Üniversitesi kampüsü içerisinde yer alan yeşil alanların sulanmasında bina çatılarından toplanacak yağmur sularının kullanım potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kampüs alanı büyüklüğü ve binaların farklı noktalarda olması nedeni ile kampüs alanı 8 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Her bir bölgede yer alan binaların çatı alanları hesaplanmış ve Devlet Meteoroloji İşleri Sakarya Bölge Müdürlüğü'nden alınan ortalama yıllık yağış verileri kullanılarak her bir binadan toplanacak yağmur suyu miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca her bir bölgedeki yeşil alanların miktarı ve yağmur suyu ihtiyacı hesaplanarak, toplanacak yağmur suyunun bu ihtiyacın ne kadarını karşılayacağı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Yağmur suyu hasadı, Yeşil alan sulama, Sakarya Üniversitesi

### Abstract

As a result of rapid growth of the world population water demand is sharply increasing day by day. Due to constant amount of water resources in the world, to avoid water shortage, technologies related to alternative water sources is commonly increasing nowadays. This study aims to investigate the potential of rainwater collected from the building roofs for irrigation of green areas located within the campus of Sakarya University. For this purpose, due to large area and location difference of the buildings, campus area is divided into 8 regions. In each zone, building roof area was calculated and amounts of rainwater to be collected from each building are evaluated by using average annual rainfall data obtained from Sakarya Region Directorate of Turkish State Meteorological Service. In addition, the area of green land and amount of required rainwater was calculated in each region to determine how much of irrigation need will meet by collected rainwater.

**Key words:** Rainwater harvesting, Irrigation of green land, Sakarya University

## 1. Giriş

Su canlı varlıkların yaşamlarını sürdürebilmeleri için en önemli gereksinimlerden biridir. Dünya haritasına bakıldığında görülen maviliklerin sadece % 2,5'ini tatlı sular oluşturmaktadır. Tatlı suların % 70'ini ise buzullar oluşturmakta ve kullanılabilir tatlı su miktarı dünya su varlığının % 1'inden daha az bir kısmına karşı gelmektedir. Dünya Ekonomik Forumu için 2014 yılında hazırlanan Risk Raporu'na göre su kıtlığı, dünyadaki en önemli üç risk arasında yer almaktadır. Halen dünya nüfusunun yaklaşık beşte biri (1,2 milyar kişi) su sıkıntısı çeken yerlerde yaşarken, diğer yandan 1,6 milyar kişi ise altyapı yetersizliği ve ekonomik nedenlerle sağlıklı suya ulaşamamaktadır [1]. Önümüzdeki 40 yıl içerisinde dünya nüfusunun % 40 artacağı beklenmektedir [2]. Nüfusun artması ile birlikte suya olan talepte artacaktır. Son yüzyıl içinde dünya nüfusu üç kat artarken, su kaynaklarına olan talep yedi kat artmıştır [1]. Dolayısı ile suya olan talep nüfus artışına oranla çok daha fazladır. Tatlı su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarımda kullanılmaktadır. Artan nüfusun yanı sıra gelir ve tüketim düzeyinin yükselmesi ve gıda ürünlerine yönelik taleplerin artması da su kaynakları üzerinde ilave baskı yaratmaktadır. İçme ve kullanma amaçlı tüketilen suyun yüzde yetmiş (70%)'ini tuvaletler, bahçe sulama, araç ve çamaşır yıkama gibi işlemler oluşturmaktadır.

Kuru iklim, Kuraklık (Kuru dönemlerin sıklığı ve uzunluğu), Çölleşme (Erozyon, ormansızlaşma, aşırı otlama), Su stresi (Yüksek nüfus ve yoğun sanayi nedeniyle aşırı talep), Çevre tahribatı (Su havzalarının amaç dışı kullanımı, su kaynaklarının kirletilmesi ve küresel iklim değişimi) su kıtlığına neden olan önemli faktörlerdendir [3,4]. Günümüzde artan nüfusa paralel olarak tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirletilmesinin bir sonucu olarak alternatif bir kaynak olan yağmur suyunun sulamada kullanılması gündeme gelmiştir. Yağmur suyunun toplanarak bahçe sulamada kullanılması hem su tasarrufu, hem de su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde kişi başına düşen su miktarı 1.500 m<sup>3</sup>/yıdır. Gelecek 20 yıl içinde nüfusumuzun 87 milyona çıkacağı düşünüldüğünde kişi başı su miktarının 1.042 m<sup>3</sup> / yıl'a düşeceği ve su fakiri ülkeler arasına katılacağımız öngörülmektedir. Yağmur sularının yalnızca %30'unun yer altı sularına katıldığı ve geri kalan % 70 yağmur suyundan faydalanılmadığı düşünüldüğünde ve suyun canlılar için önemi göz önünde bulundurulduğunda, yağmur sularının değerlendirilmesinin öneminin çok büyük olduğu çarpıcı bir gerçektir. Yağmur suyunun toplanıp depolanması ve farklı amaçlarla kullanılması hem çevre ve su kaynaklarının korunması bakımından hem de ekonomik kazanım açısından etkili bir yöntemdir. Yağmur suları başta bina çatıları olmak üzere, yollar, kaldırımlar ve otopark gibi açık alanlardan borularla toplanarak filtrelendikten sonra depoya alınır. Depolanan bu su bahçe sulama, araç yıkama, WC rezervuarı, temizlik işleri vb. ihtiyaçlar için kullanılabilir [5].

Yağmur suyunun toplanarak değerlendirilmesi ile ilgili yapılan literatür bir takım çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda özellikle kurak bölgeler için yağışlı dönemlerdeki yağmur sularının potansiyelinin belirlenerek depolanması ve kullanma suyu ve bahçe sulama ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılabilirliği araştırılmıştır [6-9].

Bu çalışmada Sakarya Üniversitesi kampüsü içerisinde yer alan yeşil alanların sulanmasında bina çatılarından toplanacak yağmur sularının kullanım potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kampüs alanı büyüklüğü ve binaların farklı noktalarda olması nedeni ile kampüs alanı 8 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Her bir bölgede yer alan binaların çatı alanları hesaplanmış ve devlet meteoroloji işleri Sakarya Bölge Müdürlüğünden alınan aylık yağış verileri kullanılarak her bir binadan toplanacak yağmur suyu miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca her bir bölgedeki yeşil alanların miktarı ve yağmur suyu ihtiyacı hesaplanarak, toplanacak yağmur suyunun bu ihtiyacın ne kadarını karşılayacağı tespit edilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Sakarya Üniversitesi Esentepe kampüsü içerisinde yer alan yeşil alanların sulanması için bina çatılarından toplanabilecek yağmur suyu potansiyelinin araştırılması ve yeşil alan sulama ihtiyacında kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bina çatı yüzeylerinden ne kadar yağmur suyunun toplanacağı aşağıda formülle hesaplanmaktadır [10].

Yağmur Suyu Hesabı:

*Çatı Yağmur Suyu Miktarı(m<sup>3</sup>)= Yağmur toplama alanı x yağış miktarı x çatı katsayısı x filtre etkinlik katsayısı.*

*Yağmur toplama alanı:* Blokların çatı alanıdır.

*Yağış miktarı:* Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen toplam yıllık yağış miktarıdır.

*Çatı katsayısı:* Alman standartları tarafından DIN1989'da 0,8olarak belirtilen katsayıdır. Çatıya düşen bütün yağmurun geri dönüştürülemeyeceğini ifade etmektedir.

*Filtre etkinlik katsayısı:* Alman standartları tarafındanDIN1989'da belirtilen katsayıdır (0,9). Çatıdan elde edilen yağmur suyunun, görünen katı maddelerden ayrıştırılması için geçirilen ilk filtrenin verimlilik katsayısıdır. Suyun bir miktarının buradan geçemeyeceği hesaplanarak verilen bir katsayıdır.

*Çatı Yağmur Suyu Miktarı(m<sup>3</sup>)= Çatı alanı (m<sup>2</sup>)\*0,9\*0,8\*Yağış miktarı (yıllık, mm)*

Devlet Meteoroloji İşleri Sakarya Bölge Müdürlüğü'nden Çalışma alanı civarında yer alan yağış miktarı ölçüm istasyonunun son 30 yıllık verileri alınmış ve buna göre ortalama yıllık yağış miktarının 852 mm olduğu görülmüştür. Yeşil alanların su ihtiyacının hesaplanmasında her bir sulama için su miktarı 5 lt/m<sup>2</sup> olarak alınmıştır.

## 3.Araştırma Alanı

Bu çalışmada Şekil 1'de gösterilen Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü yerleşkesinde çatı yağmur suyu potansiyeli araştırılmıştır. Esentepe kampüs yerleşkesi yaklaşık 1.500.000 m<sup>2</sup>'dir.

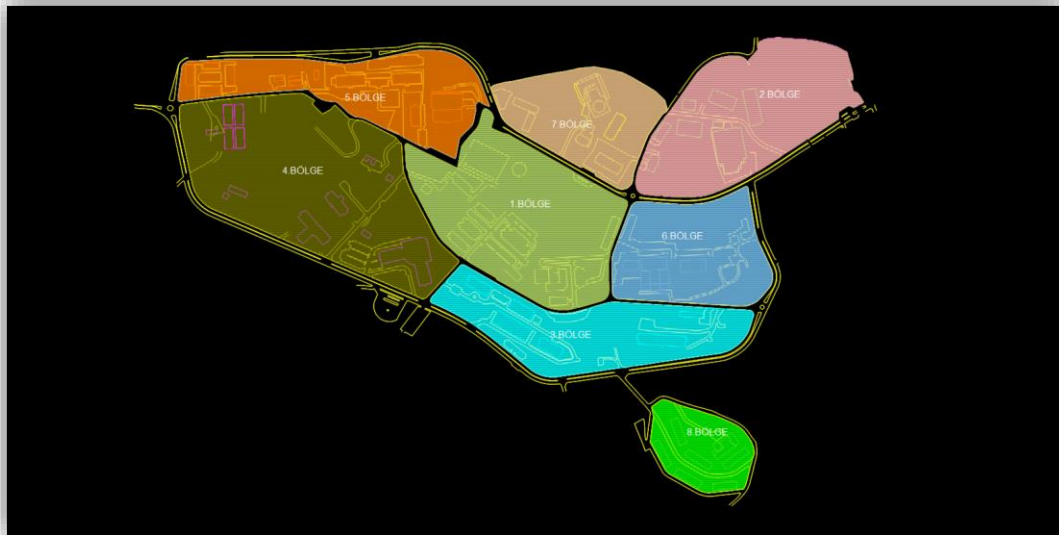
Kampüs alanı içerisinde toplamda 72 adet bina bulunmaktadır. Binaların dışında kalan alanların çoğunluğunu yeşil alanlar ve yollar oluşturmaktadır.



Şekil 1. Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü Yerleşkesi

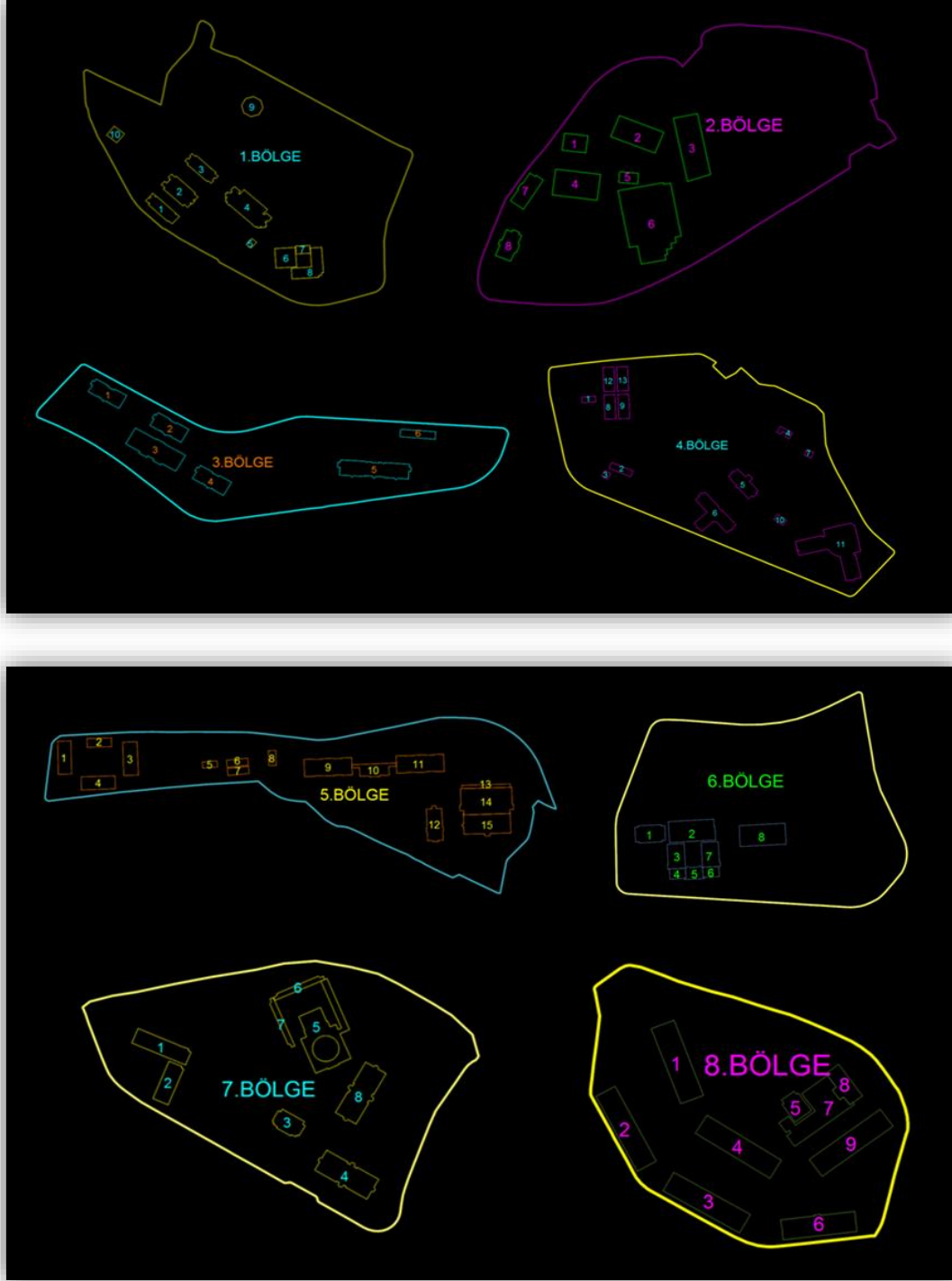
#### 4. Bulgular

Şekil 1'de gösterilen çalışma alanının çok büyük olması ve alan içerisinde kalan bina ve yeşil alanların dağınık olmasından dolayı mevcut çalışma alanı arazinin topografyası, binaların yerleşimi ve yeşil alanlar göz önünde bulundurularak 8 ayrı bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü Yerleşkesi 8 bölgeye ayrılmış durumu

Kampüs alanı bölgelere ayrıldıktan sonra harita çizim programı kullanılarak her bir bölge içinde kalan binaların toplam çatı alanları ve yeşil alanların büyüklükleri hesaplanmıştır.



Şekil 3. Her bir bölgenin ve bölgelerde yer alan binaların gösterimi

Şekil 3'de her bir bölge ve bölgelerde yer alan binalar ayrı ayrı gösterilmiştir. Bina sayıları 1. bölgede 10, 2. bölgede 8, 3. bölgede 6, 4. bölgede 13, 5. bölgede 15, 6. bölgede 8, 7. bölgede 8 ve 8. bölgede 9 adet olmak üzere toplam 72 adet bina bulunmaktadır. Tablo 1'de her bir bölgede yer alan binaları toplam çatı alanları ve yıllık toplanabilecek çatı yağmur suyu miktarları sunulmuştur. Buna göre Toplam çatı alanı  $65824 \text{ m}^2$ , toplam yıllık çatı yağmur suyu miktarı  $40379 \text{ m}^3$  olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 1.** Bölgelere göre toplam bina sayısı, çatı alanı ve yeşil alan miktarları

Bölgeler	Bina Sayısı	Çatı Alanı ( $\text{m}^2$ )	Çatı Yağmur Suyu Miktarı (Yıllık, $\text{m}^3$ )
1. Bölge	10	7903	4848
2. Bölge	8	11895	7297
3. Bölge	6	8361	5129
4. Bölge	13	11528	7072
5. Bölge	15	11250	6901
6. Bölge	8	4970	3049
7. Bölge	8	3477	2133
8. Bölge	9	6440	3951
Toplam	72	65824	40379

Tablo 2'de her bir bölgede yer alan yeşil alanların büyüklükleri ve her bir bölgedeki yeşil alanlar tek bir sulama için toplam su ihtiyaçları sunulmuştur. Buna göre Toplam yeşil alan  $233693 \text{ m}^2$ , bütün bölgelerdeki yeşil alanların toplam su ihtiyacı  $1165 \text{ m}^3$  olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 2.** Bölgelere göre yeşil alan büyüklükleri ve yeşil alan su ihtiyacı

Bölgeler	Yeşil Alan ( $\text{m}^2$ )	Yeşil Alan Su İhtiyacı ( $\text{m}^3$ )
1. Bölge	22085	110
2. Bölge	64177	321
3. Bölge	18453	92
4. Bölge	48115	240
5. Bölge	25562	127
6. Bölge	25463	127
7. Bölge	17520	87
8. Bölge	12318	61
Toplam	233693	1165

Tablo 3'de her bir bölge için sulama suyu ihtiyaçları sulamanın her gün, haftada 2 kez ve haftada 1 kez yapılması durumları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre sulamanın her gün yapılması durumunda çatı alanlarından toplanan su miktarı toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının % 10,9'unu, sulamanın haftada 2 kez yapılması durumunda toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının % 38,4'ünü ve sulamanın haftada 1 kez yapılması durumunda toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının %76,8'ini karşılayacağı tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** Bölgelere göre sulama suyu ihtiyaçları

Bölgeler	Çatı Yağmur Suyu Miktarı (Yıllık, m <sup>3</sup> )	Yeşil Alan Su İhtiyacı (m <sup>3</sup> )	Her Gün Sulama		Haftada 2 Kez Sulama		Haftada 1 Kez Sulama	
			Su İhtiyacı (m <sup>3</sup> )	Karşılanan Su İhtiyacı Yüzdesi, %	Su İhtiyacı (m <sup>3</sup> )	Karşılanan Su İhtiyacı Yüzdesi, %	Su İhtiyacı (m <sup>3</sup> )	Karşılanan Su İhtiyacı Yüzdesi, %
1. Bölge	4848	110	40150	12,1	11440	42,4	5720	84,8
2. Bölge	7297	321	117165	6,2	33384	21,9	16692	43,7
3. Bölge	5129	92	33580	15,3	9568	53,6	4784	107,2
4. Bölge	7072	240	87600	8,1	24960	28,3	12480	56,7
5. Bölge	6901	127	46355	14,9	13208	52,3	6604	104,5
6. Bölge	3049	127	46355	6,6	13208	23,1	6604	46,2
7. Bölge	2133	87	31755	6,7	9048	23,6	4524	47,1
8. Bölge	3951	61	22265	17,7	6344	62,8	3172	124,5
Toplam	40379	1165	425225	10,9	121160	38,4	60580	72,3
				(ortalama)		(ortalama)		(ortalama)

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Sakarya Üniversitesi kampüsü içerisinde yer alan yeşil alanların sulanmasında bina çatılarından toplanacak yağmur sularının kullanım potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kampüs alanı büyüklüğü ve binaların farklı noktalarda olması nedeni ile kampüs alanı 8 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Her bir bölgede yer alan binaların çatı alanları hesaplanmış ve devlet meteoroloji işleri Sakarya Bölge Müdürlüğünden alınan aylık yağış verileri kullanılarak her bir binadan toplanacak yağmur suyu miktarları hesaplanmıştır (Tablo 1). Ayrıca her bir bölgedeki yeşil alanların miktarı ve yağmur suyu ihtiyacı hesaplanarak, toplanacak yağmur suyunun bu ihtiyacın ne kadarını karşılayacağı tespit edilmiştir (Tablo 2).

Her bir bölge için sulama suyu ihtiyaçları sulamanın her gün, haftada 2 kez ve haftada 1 kez yapılması durumları için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 3). Buna göre sulamanın her gün yapılması durumunda çatı alanlarından toplanan su miktarı toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının % 10,9'unu, sulamanın haftada 2 kez yapılması durumunda toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının % 38,4'ünü ve sulamanın haftada 1 kez yapılması durumunda toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının %76,8'ini karşılayacağı tespit edilmiştir.

Mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve su tasarrufu sağlanması açısından yağmur sularının depolanarak yeşil alan sulamada kullanılması, yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlarda göz önünde bulundurulduğunda büyük önem arz ettiği açık bir şekilde görülmektedir. Bu nedenle binalarda yağmur sularının toplanarak kullanılmasının önemi toplumun bütün bireylerine anlatılmalı ve bu konuda her birey teşvik edilmelidir.

## Referanslar

- [1] Öktem, A.U., Türkiye'nin Su Riskleri Raporu, Ofset yapımevi, İstanbul, 2014.
- [2] Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crate, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas. S. M., Toumlin, C., Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Science, 2010; 327(5967):812-818.
- [3] Sarıcan Y., Avrupa Birliği ve Türkiye'de Kuraklık Yönetimi Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Orman ve Su İşleri Uzmanlık Tezi, 2015.
- [4] Kadioğlu M., Küresel İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri,Kar Hidrolojisi Konferansı, 27–28 Mart 2008, Erzurum.
- [5] Yağmur Suyu Filtreleme ve Depolama Sistemi, <http://www.sfr.com.tr/yagmur-suyu-hasati-s6.html>, Son erişim tarihi:05.06.2016
- [6] Şahin, N;, Manioğlu, G, (2011), Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması, Tesisat Mühendisliği, Sayı:124, 21-32.
- [7] Murase, M., Promoting a Rainwater Utilization Based Society for Sustainable Development in Urban Area, East Asia 2000 Regional Rainwater Utilization Symposium, Taiwan, October 31 – November 4, 2000.
- [8] UNEP-IETC, Rainwater Harvesting And Utilisation, An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision-Makers,<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp>, 2002.
- [9] Abdulla FA, Al-Shareef AW., Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. Desalination. 2009; 243(1-3):195–207.
- [10] Geleceğin suyu, [http://sutema.org/resources/Document/FileName/2015-12-01\\_22-11-14-692%20GeleceginSuyu.pdf](http://sutema.org/resources/Document/FileName/2015-12-01_22-11-14-692%20GeleceginSuyu.pdf), Son erişim tarihi:10.06.2016