

GSİ JOURNALS SERİE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1, Issue: 2, p. 16-26, 2019

ÇATILARIN YAĞMUR SUYU TOPLAMA KAPASİTESİNİN CBS TABANLI HESAPLANMASI

GIS BASED CALCULATION OF ROOF WATER COLLECTION CAPACITY

Hacer YÜKSELİR¹

Balca AĞAÇSAPAN²

Alper ÇABUK³

(Received 18.01.2019 Published 27.02.2019)

Özet

Dünya üzerinde dört mevsimin hepsinin neredeyse eşit sürelerde yaşandığı ender yerlerden birisi olan ülkemizde, doğanın bize sunduğu imkânlardan faydalanmak sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla, Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü mevcut yapı çatılarının, yağmur suyu toplama kapasiteleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, yapılacak düşük maliyetli düzenlemelerle tüm kampüs çatlarından 37 milyon litre üzerinde yağmur suyu toplanabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: CBS, İHA, Yağmur Suyu Hasadı, Sürdürülebilirlik

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, haceryukselir@anadolu.edu.tr

² Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, bagacsapan@eskisehir.edu.tr

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalı, acabuk@eskisehir.edu.tr

Abstract

In our country, which is one of the rare places where all four seasons in the world are experienced in almost equal periods, it is very important for us to benefit from the opportunities offered by nature. In this study, the rainwater collection capacity of the existing roofs of Eskişehir Technical University's 2 Eylül campus was investigated with the help of GIS. As a result of the study, it was revealed that Stormwater can be collected over 37 million liters from all campus roofs with low cost arrangements.

Keywords: GIS, UAV, stormwater Harvest, Sustainability

1. GİRİŞ

Doğaya verilen zararın geri dönülemez olduğu günümüzde sürdürülebilirlik, sahip olunan doğal kaynakların gündelik yaşantının temel ihtiyaçlarını karşılamak ve gelecek kuşaklara da aktarılmasını sağlamak konusunda önemli bir yaklaşımdır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar atık yönetiminden iklim değişikliğine, ulaşımdan sürdürülebilir yapı tasarımına kadar farklı başlıklar altında toplanabilir. Kuşkusuz canlılar için vazgeçilmez hayat kaynağı olan su, doğanın bize sundukları arasında en verimli şekilde kullanmamız gereken kaynaktır. Küresel ve ulusal düzeylerde enerji ve su politikalarının entegrasyonu, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında bir araç olarak görülmektedir. Sürdürülebilirlik politikalarından enerji ve suyun entegrasyonu, ulusal ve uluslararası ölçekte önemli bir araçtır. (Sklarew,2018) Suyun depolanması, dönüştürülmesi, deniz suyunun filtrelenmesi, yağmur suyu hasadı gibi yöntemler, gelecekte yaşanabilecek su kıtlığını önlemek için araştırılması ve teşvik edilmesi gereken yöntemlerdir.

Yağmur suyu hasadı, su tüketimin yoğun olduğu yerleşim alanlarında yağmur ve kar suyunun toplanması ve saklanmasına yönelik bir uygulamadır. Bu yöntem yağış oranının oldukça düşük olduğu Avustralya'da dahi oldukça yaygın bir yöntemdir (Mathur, 2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bu alanda yapılan çalışmalarda önemli bir araç olmuştur. Dnyaneshwar Shinde, Gaikwad (2016), Hindistan'ın Khatav Tahsil bölgesine ait Nidhal Köyü için yaptıkları yağmur suyu hasadı çalışmasında; bölgeye ait Google Earth görüntüsünü indirilerek, Arcgis yazılımı ile uygun çatı yüzeyleri, yollar ve açık alanlar şeklinde kategorize ederek sayısallaştırmış ve toplam alanı tespit etmişleridir. Elde edilen alan bilgisi, yıllık yağış katsayısı ve çatı türlerine göre belirlenen akış katsayısı çarpımı ile tüm bölgeden toplanabilecek yağmur suyu miktarını hesaplamışlardır. Bu miktar ile köy nüfusunun yıllık su harcamasının %95,2 sinden fazlasının karşılanabileceğini saptamışlardır. Bu çalışmadan farklı olarak yağmur suyu hasadının yalnızca bina çatı yüzeyleri hesaplanarak yapılan çalışmalarla da etkili sonuçlar elde etmek mümkün olmuştur. Adugna vd. (2018), Etiyopya, Addis Ababa Kentinde bulunan 588 kamu binasını çatısını ArcGIS yazılımında da sayısallaştırarak; aylık yağmur suyu toplama potansiyelini, çatı alanı, aylık yağış miktarı ve yağış katsayısı çarpımları ile hesaplamış ve kent ölçeğinde harcanan toplam şebeke suyu ihtiyacının %2,3 ünün kamu binalarının çatılarından toplanan yağmur suları ile karşılanabileceğini tespit etmiştir. Benzer şekilde Al-Houri vd. (2014), Ürdün Amman Kenti'ne bağlı olan Shafa-Badran ve Al-Jubiha bölgelerinde yaptıkları yağmur suyu hasadı çalışmasında, bölgelere ait Google Earth görüntülerini indirmiş ve aynı yazılımda sayısallaştırmıştır. Bu işlem sonrasında elde ettikleri alan bilgilerini; Ürdün genelinde yaygın olan beton çatılar için kabul edilen 0.85 akış katsayısı ve yağış miktarı ile çarpıp, bu bölgelerden edinilebilecek yağmur suyu miktarını ArcGIS yazılımda hesaplamışlardır. Toplanan suyun açık alan sulama, ıslak hacim su giderleri gibi harici su harcamalarında kullanılarak, içme suyu tüketiminin azaltılabileceğini tespit etmişleridir.

Bu çalışmada Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü'ndeki var olan binaların yağmur suyu toplama kapasiteleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) platformunda

analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda çatı türü, çatı alanı, yıllık yağış miktarı bilgileri kullanılarak kampüs çatı alanında toplanabilir su miktarının hesaplanması hedeflenmiştir.



Resim 1. Çalışma Alanı ESTÜ İki Eylül Yerleşkesi

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü'ne ait çatı alanları ESRI ArcGIS yazılımı ile sayısallaştırılmıştır. "İnsansız Hava Aracı Verileri Kullanılarak Bina çatılarının Fotovoltaik Potansiyellerinin CBS Temelli Değerlendirilmesi" başlıklı çalışma kapsamında hazırlanan poligon verileri kullanılmış (Ağaçsapan ve ark. 2017), bu çalışma sırasında henüz inşa edilmemiş olan yapılar da altlık veri üzerinden sayısallaştırılarak veri tabanına eklenmiştir. ArcGIS yazılımının sağladığı uydu görüntüleri, bina ölçeğindeki bu sayısallaştırma işlemi için yeterli olmamış, bunun için sayısallaştırma, Eskişehir Teknik Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü'ne ait, eBee Sensefly marka sabit kanatlı insansız hava aracı ile (Anadolu Üniversitesi, t.y.) elde edilmiş yaklaşık 4cm çözünürlüklü, WGS 1984 UTM Zone 36N koordinatlarındaki ortomozaik altlık veri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Çatıların su toplama kapasiteleri en az alanları kadar inşa edildikleri malzemenin su tutma özelliği ile de ilişkilidir. Dadhich ve Mathur (2016) yaptıkları çalışmada, çatı malzemelerinin türlerine göre su tutma kapasitelerini hesaplamıştır. Bu çalışmaya göre bir çatının su tutma kapasitesi yüzey alanı, bulunduğu konumda metrekareye düşen yağmur miktarı ve çatının malzeme katsayısıyla orantılıdır. Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül kampüsü için yapılacak çalışmada hali hazırda sayısallaştırılmış olan bina çatılarına bu formülü uygulayabilmek için yeni bir öznitelik alanı açılarak kampüste bulunan çatıların malzemeleri girilmiştir.

Çatı malzemelerinin türlerine göre su tutma kapasitesi farklıdır. Kampüste beton çatı, kiremit çatı ve metal çatı olmak üzere üç farklı çatı kaplama türü vardır. Katsayıları Tablo 1 de gösterildiği gibidir.

Tablo 1 Çatı türlerine göre katsayılar (Dadhich, Mathur, 2016)

Çatı Türü	Çatı Katsayısı
Beton	0.70
Metal Çatı	0.90
Kiremit Çatı	0.75

Yağmur suyunun toplanmasının değerlendirilmesinde 3 parametre vardır. Toplam çatı alanı, ortalama yağış miktarı ve çatının türüne göre sahip olduğu akış katsayısı tablo 2’deki formüle edilmiştir.

Tablo 2 Çatı yağmur suyu toplama formülü (Dadhich, Mathur, 2016)

Toplanabilir Su Miktarı (lt)	=	Toplam Çatı Alanı	x	Ortalama Yağış Miktarı	x	Akış Katsayısı
------------------------------	---	-------------------	---	------------------------	---	----------------

Sonrasında bu malzemelerin katsayıları tablo 4 ve tablo 5’deki Visual Basic kodu çalıştırılarak ayrı bir kolona yazdırılmıştır. Tablo 2’deki formülün uygulanabilmesi için öznitelik tablosuna “sonuç” alanı açılmış ve bu alan için de tablo 4’deki Visual Basic kodu çalıştırılmıştır. Eskişehir’in metrekareye düşen yıllık yağış miktarı 393 mm’dir (http-1), aylık iklim parametreleri değişimi Tablo 3’te görüldüğü gibidir.

Tablo 3. İklim Tablosu Eskişehir (http-1)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature (°C)	-0.3	1.3	5.1	10.3	15	18.5	21.1	21.1	17	12.1	7	2.3
Min. Temperature (°C)	-3.7	-2.7	-0.2	4.4	8.6	11.7	14.1	13.8	9.6	5.8	1.9	-0.9
Max. Temperature (°C)	3.2	5.3	10.4	16.2	21.4	25.3	28.2	28.4	24.4	18.5	12.1	5.6
Avg. Temperature (°F)	31.5	34.3	41.2	50.5	59.0	65.3	70.0	70.0	62.6	53.8	44.6	36.1
Min. Temperature (°F)	25.3	27.1	31.6	39.9	47.5	53.1	57.4	56.8	49.3	42.4	35.4	30.4
Max. Temperature (°F)	37.8	41.5	50.7	61.2	70.5	77.5	82.8	83.1	75.9	65.3	53.8	42.1
Precipitation / Rainfall (mm)	44	36	36	39	49	35	15	9	17	29	34	50

Yılın en kurak ve en yağışlı ay arasındaki yağış miktarı: 41 mm, yıl boyunca ortalama sıcaklık 21.4 dolaylarında değişim göstermektedir.

Tablo 4: Çatı tipine göre katsayı oluşturan VB kodu

```

Dim x

If [cati_tipi] = "concrete" Then

    x="0,70"

Elseif [cati_tipi] = "tiled" Then

    x="0,75"

Elseif [cati_tipi] =

"galvanized_sheets" Then

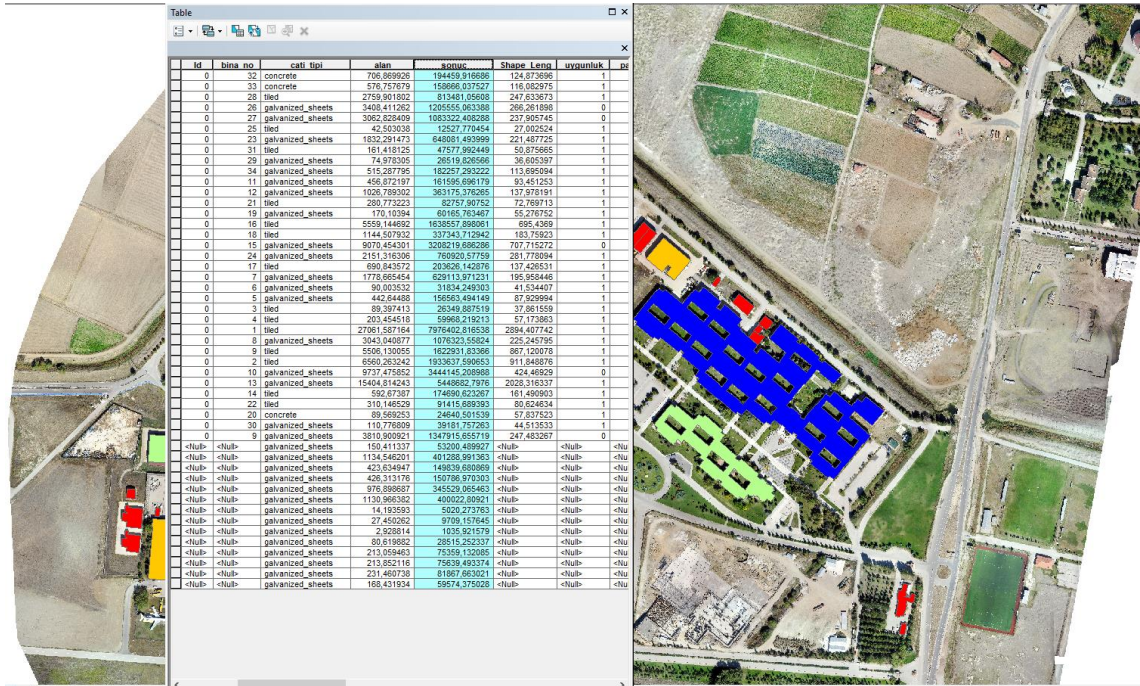
    x="0,90"
    
```

Tablo 5: Yağmur suyu toplama kapasitesini hesaplayan VB kodu

```

sonuc =

[alan] x [malzeme_katsayisi] x "393"
    
```



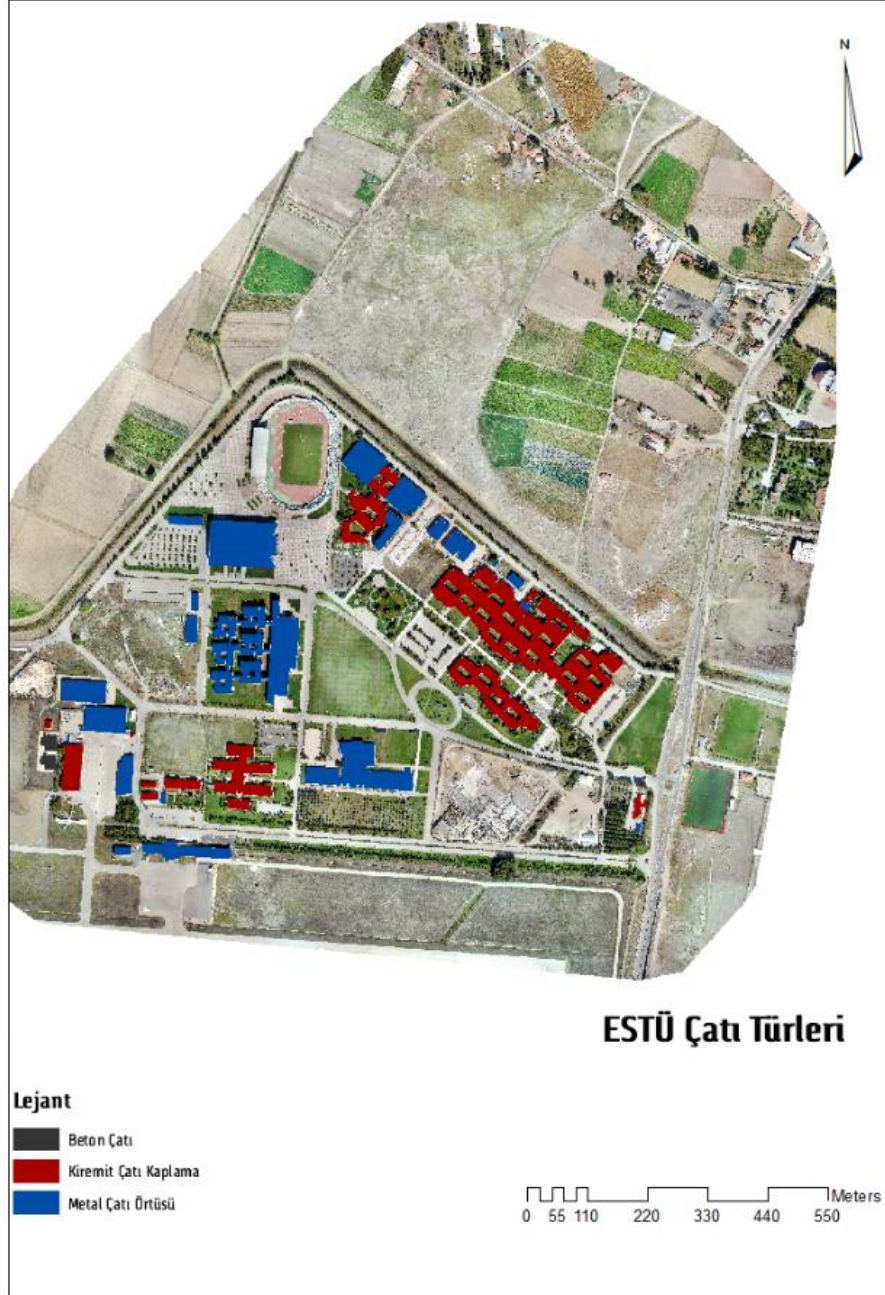
Resim 2. ArcMap katmannın öznetelik tablosunda çatı tiplerine göre katsayıların oluşturulması

3. SONUÇ

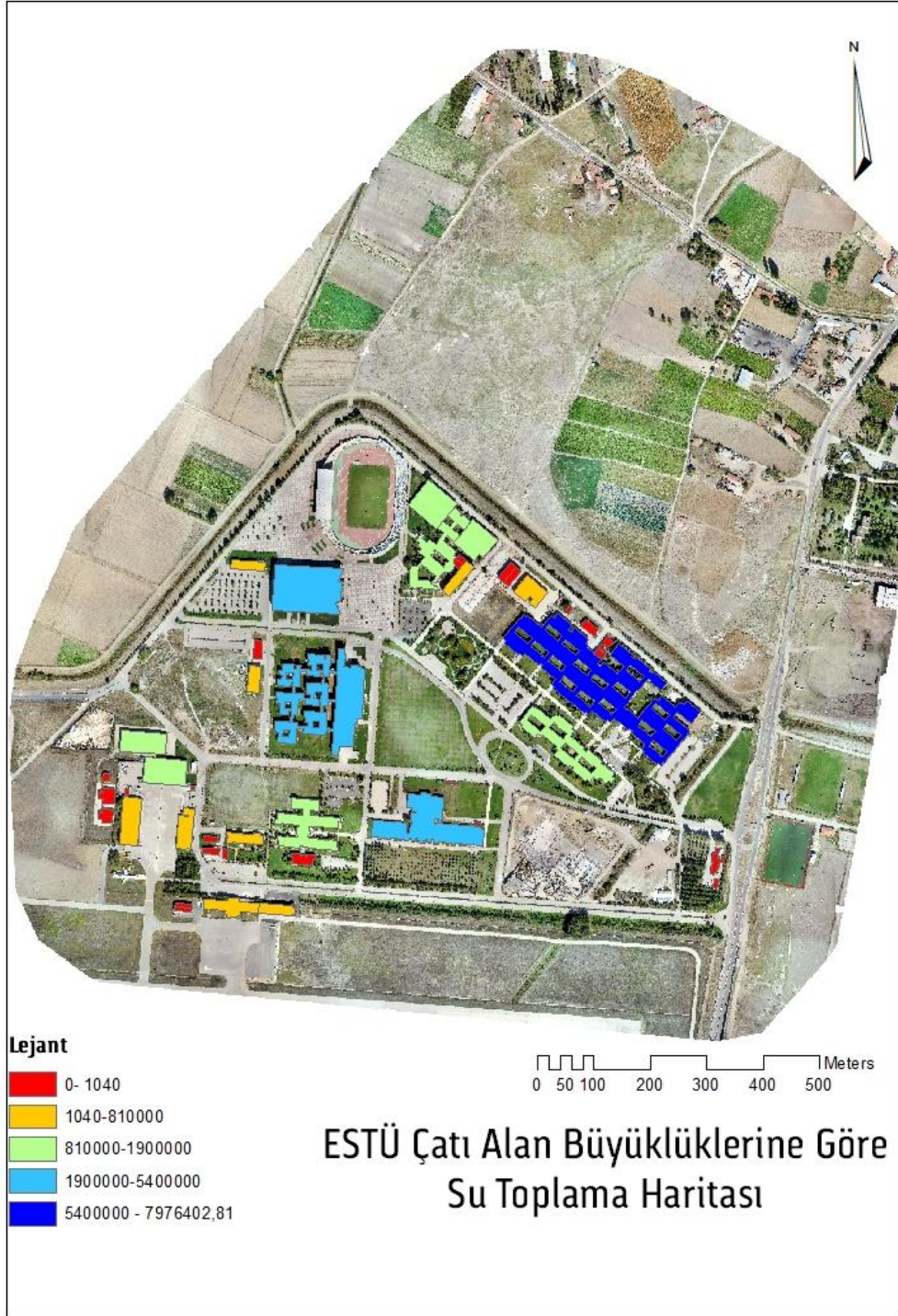
ArcMap programında yapılan bu hesaplamaların sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7’de görüldüğü gibidir. Hesaplamalar sonucunda kampüsteki bütün çatı alanlarında toplanabilecek su miktarı, yaklaşık 11.000 kullanıcının bir yılda harcadığı suyun yalnızca %2.4246’lık bölümünü karşılamaktadır. Bu oran kısa vadede kayda değer bir tasarruf sağlamazken, temizlik ve açık alan sulamaları gibi su giderlerinin şebeke suyu kullanım miktarını azaltacağı düşünülmektedir. Ancak Kampüs binalarının çatılarına yağmur suyu hasadına yönelik inşa edilecek yapı sistemleri maliyetinin tasarruf edilecek miktardan çok daha fazla olacağı öngörülebilir. Bu noktada sürdürülebilirliğe yönelik uygulamaların tek başlarına getirecekleri faydalar değil, doğayı korumaya yönelik kümülatif etkisi daha fazla önemsenmelidir.

Tablo 6. Kampüs verileri ve toplam yağmur suyu toplama kapasitesi

Kampüs Alanı (m²)	Toplam Çatı yüzeyi(m²)	Kullanıcı Sayısı	Yıllık Tüketilen Su Miktarı (m³)	Yıllık Yağmur Suyu Kapasitesi
740.000	113718,3654	11.000	1.530.543	37.109.998,75 litre 37.109,9 m ³



Harita 1. Kampüsteki Çatı Türleri



Harita 2. Çatı Yüzey Alanlarına Göre Su Toplama Kapasitesi

Tablo 7 Eskişehir Teknik Üniversitesi aylara göre su tüketimi ve toplanan su miktarları

	TÜKETİLEN (m³)	TOPLANAN (m³)
OCAK	123.134,8	4.154,8
ŞUBAT	123.780,3	3.399,3
MART	124.356,3	3.399,3
NİSAN	125.255	3.682,6
MAYIS	126.276,7	4.626,9
HAZİRAN	127.210	3.304,9
TEMMUZ	128.172,5	1.416,4
AĞUSTOS	128.943,3	849,8
EYLÜL	129.797	1.605,2
EKİM	130.502,1	2.738,3
KASIM	131.557,6	3.210,5
ARALIK	131.557,6	4.721,3
TOPLAM	1.530.543,2	37.109,9

4. DEĞERLENDİRME

Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüs alanında CBS aracı kullanılarak yapılan sürdürülebilirliğe yönelik çalışmalar mevcuttur. Aasapan vd. (2017) çalışmalarında, bina çatılarının güneş ışınım değerlerinin CBS platformunda yüksek çözünürlüklü verilerle belirlenmesinin mümkün olduğunu ve güneş enerjisinin kentsel alanlarda önemli alternatif enerji kaynağı olduğunu göstermeyi amaçlamıştır. Tüm dünyada hızla yükselen bir araştırma alanı olan sürdürülebilirliğin ülkemizde henüz yeterli ilgiyi görmediği düşünülmektedir Eskişehir ve Teknik Üniversite özelinde bahsedilen çalışmalar yeterli sayıda değildir. Yukarıda bahsedilen çalışmalar ile birlikte bir değerlendirme yaptığımızda doğanın bize sunduğu imkânların boşa harcanarak yok olmasının önüne, bilim ve gelişen teknoloji yardımıyla geçilebildiği sonucuna ulaşmak mümkündür. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada uydu görüntüleri yerine yüksek çözünürlüklü İHA görüntüleri kullanılmıştır. Bu sayede kampüs içerisindeki çatı yüzeyleri hassas şekilde hesaplanabilmektedir. Eskişehir Teknik Üniversitesi'nin henüz yeni kurulmuş bir üniversite olması sebebiyle, kampüs alanının çok kısa sürede genişleyeceği ve yeni yapılaşmanın hızla artacağı öngörülebilir. Var olan binalarda yapılacak düzenlemelerin yanı sıra yeni yapılacak binalarda sürdürülebilir

uygulamaların gözetilmesi, planlama ve tasarım süreçlerinde sürdürülebilirlik kriterlerini gözeterek maksimum fayda sağlayacak yaklaşımların geliştirilmesi oldukça önemlidir. Kent içinde bulunan diğer iki üniversite kampüsleri ve kamu binaları için gerçekleştirilecek benzer uygulamalarla da sürdürülebilirlik bölgesel olmaktan çıkıp büyük ölçüğe taşınabilir

KAYNAKÇA

Anadolu Üniversitesi, Anadolu University Scientific Research Project Commission Under The Grand Number 1210E156.

Dadhich, G. Ve Mathur, P. (2016) A GIS based Analysis for Rooftop Rain Water Harvesting, *International Journal of Computer Science & Engineering Technology*, India

Al-Houri, Z.M., Abu-Hadba, O.K., Hamdan, K.A. (2014) The Potential of Roof Top Rain Water Harvesting as a Water Resource in Jordan: Featuring Two Application Case Studies, *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering Vol.8, No.2*

Adugna, D., Jensen, M. B., Lemma, B., & Gebrie, G. S. (2018). Assessing the Potential for Rooftop Rainwater Harvesting from Large Public Institutions. *International journal of environmental research and public health*, 15(2), 336.

SHINDE, SAMBHAJI D., Ve VP GAIKWAD.(2016) "Application Of GIS For Mapping Rainwater Harvesting Potential: A Case Study Of Nidhal Village In Satara District, Maharashtra, India, *IMPACT: International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, Vol. 4, Issue 5

Ağaçasapan, B., Akkurt, A., Ulutak, E., Çömert, R., Uyguçgil, H., Çabuk, S.N., Avdan, U. Ve Çabuk, A. (2017) The GIS Based Evaluation of Building Rooftops' Photovoltaic Potentials Using UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Data, Energy for Sustainability International Conference, Funchal, Portugal

Sklarew, D. ve Sklarew, J. (2018) Integrated Water-Energy Policy for Sustainable Development FORESIGHT AND STI GOVERNANCE Vol. 12 No 4

http-1: <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/eskisehir/eskisehir-188/> (ET: 29.12.2018).