



Alınış tarihi (Received): 23.11.2020

Kabul tarihi (Accepted): 20.04.2021

Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanarak Yağmur Suyu Hasadının Değerlendirilmesi: Giresun Üniversitesi Kampüsü Örneği

Erkan KALIPCI^{1,*}, Volkan BAŞER¹, Nihal GENÇ¹

¹Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye

*Sorumlu yazar: erkankalipci@gmail.com

ÖZET: Su kıtlığı, gelişmekte olan birçok ülkede büyük bir problemdir. Yağış yoğunluğuna bağlı olarak yağmur suyu potansiyel bir su kaynağıdır. Yağmur suyu hasadı, mevcut su tedarik sisteminin yetersiz olduğu alanlarda yüzey ve yer altı kıt su kaynaklarını takviye etmenin önemli yollarından biridir. Bu bağlamda yapılan çalışma ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Giresun Üniversitesi Güre ve Gazipaşa kampüsü alanları ölçeğinde binaların çatı alanlarında yağmur suyu toplama miktarları hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında veri tabanı oluşturulması ve sayısallaştırılma yapılması amacıyla çalışma alanlarına ait uydu görüntüleri elde edilmiş ve georeferanslandırma yapılmıştır. Çalışmanın uygulanmasında ArcGIS yazılımı kullanılmış ve her iki kampüs alanı için birer veri tabanı oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda; Giresun Üniversitesi Güre ve Debboy Kampüslerindeki toplam 44017.918 m² olan bina çatılarından yıllık olarak toplamda 43185058.22 lt yağmur suyu hasadı yapılabileceği tespit edilmiştir. Bu yağmur suyunun tamamının yeşil alanların sulanmasında kullanılması durumunda yaklaşık 8637011.644 m² alanın sulama suyunu karşılayabileceği, bu yağmur suyunun tamamının tuvaletlerde kullanılması durumunda yaklaşık 878 kişinin bir yıllık tuvalette kullandığı su ihtiyacını karşılayabileceği, yağmur suyunun tamamının araç yıkamada kullanıldığı takdirde ise yaklaşık 431.850 aracın temizlenmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Yağmur suyu hasadının; içme, kullanma ve sulama suyu için alternatif kaynak oluşturması nedeniyle Türkiye ölçeğinde hayata geçirilmesi sürdürülebilir çevre yönetimi açısından son derece önemlidir.

Anahtar Kelimeler- Yağmur suyu hasadı, su tasarrufu, CBS, Giresun

Evaluation of Rainwater Harvest Using Geographic Information System: Giresun University Campus Example

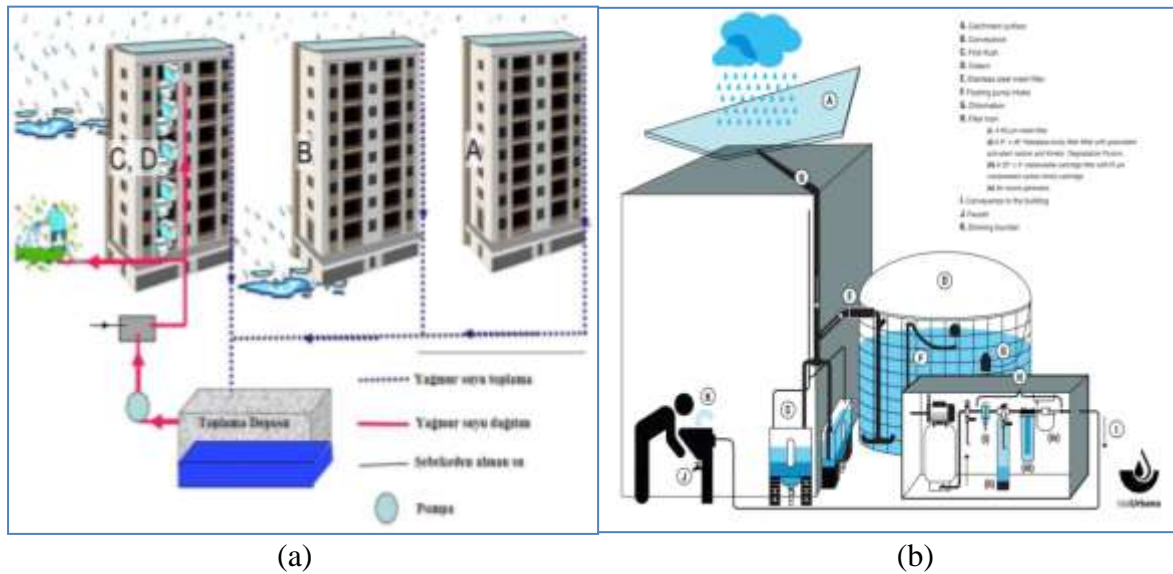
ABSTRACT: Water scarcity is a major problem in many developing countries. Rainwater is a potential source of water depending on the intensity of precipitation. Rainwater harvesting is one of the important ways to supplement surface and underground scarce water resources in areas where the existing water supply system is inadequate. In this context, the amount of rainwater collection on the roof areas of the buildings at Giresun University Güre and Gazipaşa campus areas was calculated using Geographical Information Systems (GIS). Within the scope of the study, satellite images of the study areas were obtained and georeferenced in order to create a database and digitize it. ArcGIS software was used in the implementation of the study and a database was created for both campus areas. In the results of working; It has been determined that a total of 43185058.22 lt of rainwater can be harvested annually from the building roofs of 44017.918 m² in Giresun University Güre and Debboy Campuses. It has been determined that if all of this rainwater is used for irrigation of green areas, approximately 8637011.644 m² area can meet the irrigation water, if all this rainwater is used in toilets, it can meet the water need of approximately 878 people in the toilet for a year, and if all of the rainwater is used for car washing, it can be used for cleaning approximately 431.850 vehicles. Rainwater harvesting; drinking and because of the scale of Turkey to create alternative sources of irrigation water is extremely important in terms of implementing sustainable environmental management.

Keywords- Rainwater harvesting, water conservation, GIS, Giresun

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızlı artışı; iklim değişiklikleri, kentleşme ve sanayileşme doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etki yapmaktadır (Slyš ve Stec, 2020). Hızla artmakta olan su talebine karşın, suyun yanlış kullanımı ve küresel ısınma nedeniyle kullanılabilir su kaynaklarının giderek azalması, suyu uluslararası gündemde ilk sıraya taşımaktadır (Aküzüm ve ark., 2010). Canlı varlıkların yaşamlarını sürdürebilmeleri için su hayati öneme sahiptir (Eren ve ark., 2016). Yağmur suyu hasadının (YSH) su tedarikini artırabileceği ve yağmur suyu kirletici deşarjlarını azaltabileceği iyi bilinmektedir (Jamali ve ark., 2020). Su ihtiyacı artışından dolayı yağmur suyu hasadı; alternatif içme ve kullanma suyu kaynağı oluşturması, bitkisel ürünlerin yetiştirilmesinde sulama suyu olarak kullanılması ve kentsel yağmur suyu akış miktarlarında azaltım sağlaması sebebiyle önem kazanmaya başlamıştır. Yağmur suyu hasadı; yerleşim alanlarında oluşturulacak yapay su toplama sistemleri ile yağmur suyunun toplanarak kullanılmasına yönelik uygulama olup özellikle yağış miktarı çok düşük olan ülkelerde yaşanan su kıtlığı sorununun giderilmesinde önemli bir katkı sağlamaktadır (Dadhich ve Mathur, 2016).

Yağmur suyu toplama sistemleri (YSHS), kentsel su stresinin kötüleşmesini hafifletmek için basit ve etkili bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Chiu ve ark., 2020). YSHS, merkezi sistemler üzerindeki su basıncını hafifletme, yağmur akışını en aza indirme veya geciktirme ile hem merkezi hem de merkezi olmayan altyapı organizasyonuna nispeten kolay uyum sağlama yetenekleri nedeniyle popülerlik kazanmaktadır (Semaan ve ark., 2020). YSHS genellikle geçirimsiz bir çatı yüzeyi, bir depolama tankı ve çatı ile tank arasında bulunan taşıma sisteminden oluşmaktadır (Şekil 1). Kuraklık endişeleri nedeniyle, bazı ülkeler (örneğin Bermuda, Ürdün) yeni yapılacak evler ve binalar için YSHS'lerin kurulmasını zorunlu kılmakta (Abdulla ve Al-Shareef, 2009; Rowe, 2011), kamuda su temini kullanımına ilişkin sınırlamalar nedeniyle çeşitli bölgelerdeki kullanım uygulamaları da artmaktadır (Jones ve Hunt, 2010; Li ve ark., 2010). Yapılan son çalışmalarda, kentlerde içme suyu talebinin %25-60 aralığında önemli bir kısmının hasat edilen yağmur sularının kullanılarak azaltılabileceği belirtilmektedir (Wallace ve ark., 2015).



Şekil 1. Yağmur suyu hasat sistemi diyagram örnekleri (a)(Dündar ve ark., 2015); (b)(Gispert ve ark., 2018)
Figure 1. Rainwater harvesting system diagram examples (a)(Dündar et al., 2015); (b)(Gispert et al., 2018)

Türkiye’de yıllık kullanılabilir su miktarı kişi başına 2000 yılında 1.652m^3 iken, 2009 yılında 1.544m^3 ’e, 2020 yılında ise 1.346m^3 ’e kadar düşüş göstermektedir. Kişi başına kullanılabilir su potansiyeli açısından değerlendirildiğinde Türkiye su stresi yaşayan ülkeler arasında yerini almaktadır. Bu nedenle suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir (DSİ, 2020). Ülkemizde yağmur sularının toplanarak yeniden kullanılması; gerek alternatif su kaynağı oluşturması açısından gerekse de atık su kanalizasyon sistemine akan yağmur sularının kanalizasyon hattında oluşturabileceği problemlerin engellenmesi açısından son derece yarar sağlayacaktır. CBS su yönetimi odaklı yapılan bu tarz araştırmalarda verilerin etkili ve doğru analiz yapılmasını sağladığı için önemli bir bilişim sistemi olarak kullanılmaktadır. Bu düşünceden hareketle yapılan çalışmada; Giresun Üniversitesi, Güre ve Gazipaşa kampüs alanları ölçeğinde binaların çatı alanlarında yağmur suyu toplama kapasiteleri, CBS kullanılarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda toplanacak yağmur suyunun yeşil alanların sulanmasında, tuvaletlerde ve araç yıkamada kullanılması durumunda bu ihtiyacın ne kadarını karşılayacağı hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Giresun Üniversitesi Güre kampüsü ve Gazipaşa kampüsü yağmur suyu hasadı için çalışma alanı (Şekil 2) olarak belirlenmiştir. Türkiye ortalama yıllık alansal yağış miktarı 2019 yılında 585.1mm olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılı verilerine göre kış yağışları Türkiye’nin güney kesimlerinde oldukça yüksek miktarda olmuştur. İlkbahar yağışları ise Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde mevsim normallerinin üzerinde ve Karadeniz Bölgesi hariç, ülkede yaz ve sonbahar yağışları normallerinin altında gerçekleşmiştir (MGM, 2020). Türkiye yıllık toplam yağış dağılımı Şekil 3’de, çalışma alanının yağmur suyu hasadı hesaplamasında kullanılan Giresun ili iklim parametreleri ise Şekil 4’de verilmektedir.



Şekil 2. Çalışma alanı (Giresun Üniversitesi Güre ve Gazipaşa (Debboy) kampüsleri)

Figure 2. Study area (Giresun University Güre and Gazipaşa (Debboy) campuses)



Şekil 3. Türkiye yıllık toplam yağış dağılımları haritası (URL-1, 2020)

Figure 3. Map of Turkey total annual rainfall distribution (URL-1, 2020)

Şekil 4’de görüldüğü üzere Giresun ili iklim parametreleri incelendiğinde; yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 17.9 °C, en düşük sıcaklık ise 11.6 °C’dir. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 160.6 gün ve yıllık yağış miktarı ortalaması ise 1287.8mm’dir.

GİRESUN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1929 - 2019)													
Ortalama Sıcaklık (°C)		7,1	8,1	11,3	15,5	20,1	22,8	23,2	20,1	16,4	12,7	9,4	NaN
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10,5	10,6	11,7	15,0	18,9	23,4	26,0	26,6	23,6	19,9	16,3	12,8	17,9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4,6	4,3	5,2	8,4	12,8	17,0	19,8	20,2	17,2	13,6	10,0	6,7	11,6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	1,1	1,6	1,5	2,0	2,5	3,4	3,0	2,6	2,0	1,4	1,8	1,1	24,0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	14,7	14,2	15,8	14,7	14,1	11,7	10,7	10,8	12,4	14,0	13,2	14,3	160,6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	128,4	100,4	97,5	76,0	67,7	77,5	78,7	89,6	129,0	163,7	151,1	128,2	1287,8
Ölçüm Periyodu (1929 - 2019)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	34,9	29,5	34,9	36,0	35,4	38,2	35,3	35,2	32,9	37,3	32,8	28,0	37,3
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6,2	-5,8	-5,8	-1,4	4,0	6,8	12,1	12,1	4,8	4,2	-1,6	-2,4	-9,8

Şekil 4. Giresun ili iklim parametreleri (URL-2, 2020)

Figure 4. Giresun province climate parameters (URL-2, 2020)

2.1. YSHS Kapasite Hesabı

Çalışma kapsamında veri tabanı oluşturulması ve sayısallaştırılma yapılması amacıyla çalışma alanlarına ait uydu görüntüleri elde edilmiş ve georeferanslandırma işlemine tabi tutularak WGS 84 UTM Zone 37N koordinat sisteminde kullanılmıştır. Çalışmanın uygulanmasında ArcGIS yazılımı kullanılmış ve her iki kampüs alanı için birer veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanlarında kampüslerdeki bina çatılarının sayısallaştırılması ve çatılarda toplanan yağmur suyunun belirlenmesi amacıyla kullanılacak ve elde edilecek veriler için ilgili öznitelik sütunları oluşturulmuştur. Bu bağlamda sayısallaştırma işlemi için çatı türü ve çatı alanı; çatılarda toplanan yağmur

suyunun belirlenmesi için çatı akış katsayısı, ortalama yağış miktarı ve toplanabilir su miktarı sütunları tanımlanmıştır. Sayısallaştırma esnasında çatı türü, çatı alanları ve çatı akış katsayılarına ait veriler işlenmiş ve sonrasında diğer veriler girilerek her iki veri tabanı tamamlanmıştır. Çatıların yağmur suyu hasadı kapasiteleri hesaplamasında aşağıda Tablo 1’de verilen formül ve Tablo 2’de sunulan katsayılar kullanılmıştır.

Tablo 1. Yağmur suyu hasadı hesaplamasında kullanılan formül (Dadhich ve Mathur, 2016)

Table 1. Formula used in rainwater harvest calculation (Dadhich & Mathur, 2016)

TSM	= T x Y x A					
Toplanabilir Su Miktarı (lt) [TSM]	=	Toplam Çatı Alanı (m ²) [T]	x	Ortalama Yağış Miktarı (mm) [Y]	x	Akış Katsayısı [A]

Çalışma alanında bulunan binalarda metal, beton ve kiremit çatı olmak üzere üç farklı çatı kaplama türü bulunmaktadır. Güre kampüsünde kiremit, beton ve metal; Debboy kampüsünde kiremit ve metal çatı türleri bulunmaktadır. Su tutma kapasiteleri çatı malzemelerinin türüne göre farklılık gösterdiğinden hesaplamada aşağıda Tablo 2’de verildiği üzere her bir çatı kaplama türü için ayrı katsayı kullanılmıştır.

Tablo 2. Yağmur suyu hasadı hesaplamasında kullanılan katsayılar (Dadhich ve Mathur, 2016)

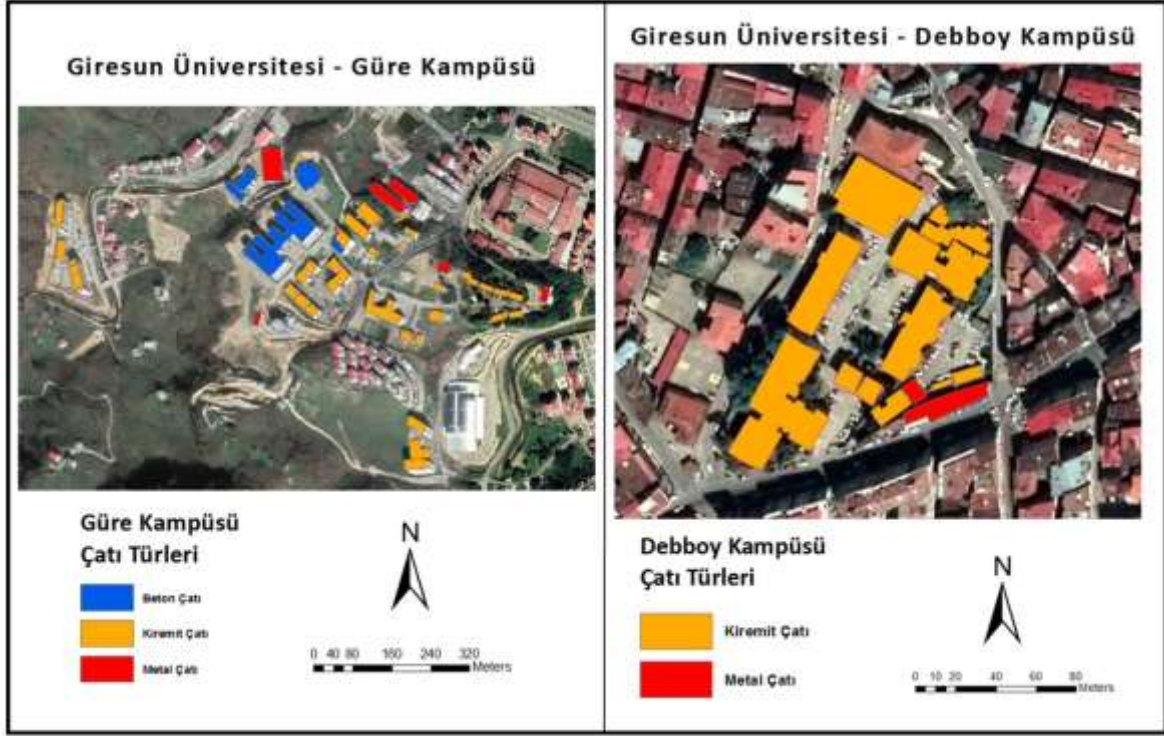
Table 2. Coefficients used in rainwater harvest calculation (Dadhich & Mathur, 2016)

Sıra No	Çatı Türü	Çatı Katsayısı
1	Metal Çatı	0.90
2	Kiremit çatı	0.75
3	Beton çatı	0.70

Sayısallaştırma esnasında çatı alanı, çatı türleri ve çatı akış katsayılarına ait veriler veri tabanlarına girildikten sonra son olarak ortalama yağış miktarı verisi girilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden elde edilen bilgiye göre Giresun ili için yıllık ortalama yağış miktarı 1287.8 mm’dir (URL-2, 2020). Giresun ili iklimi için 1929-2019 yılları arasındaki 50 yıllık genel istatistik verileri Şekil 4’de verilmiştir.

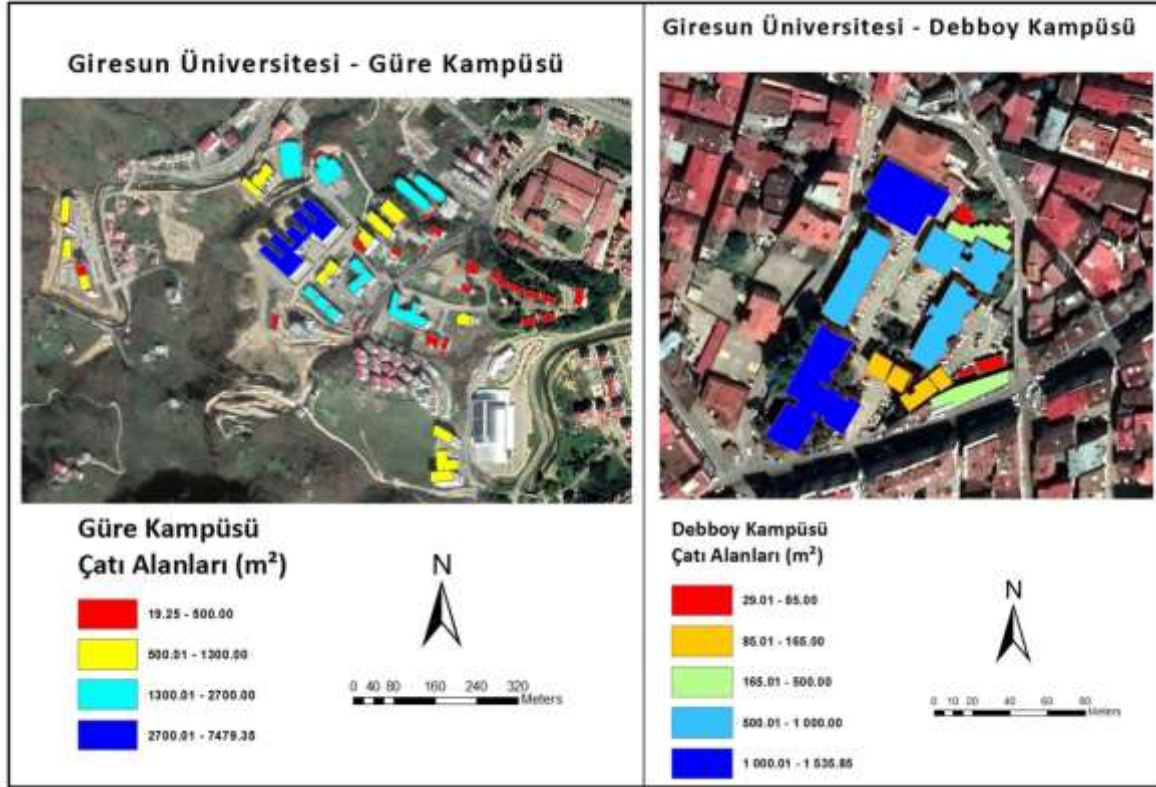
3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında bulunan binalarda metal, beton ve kiremit çatı olmak üzere üç farklı çatı kaplama türü bulunmaktadır. Güre ve Gazipaşa kampüslerindeki çatı türleri Şekil 5’de gösterilmiştir.

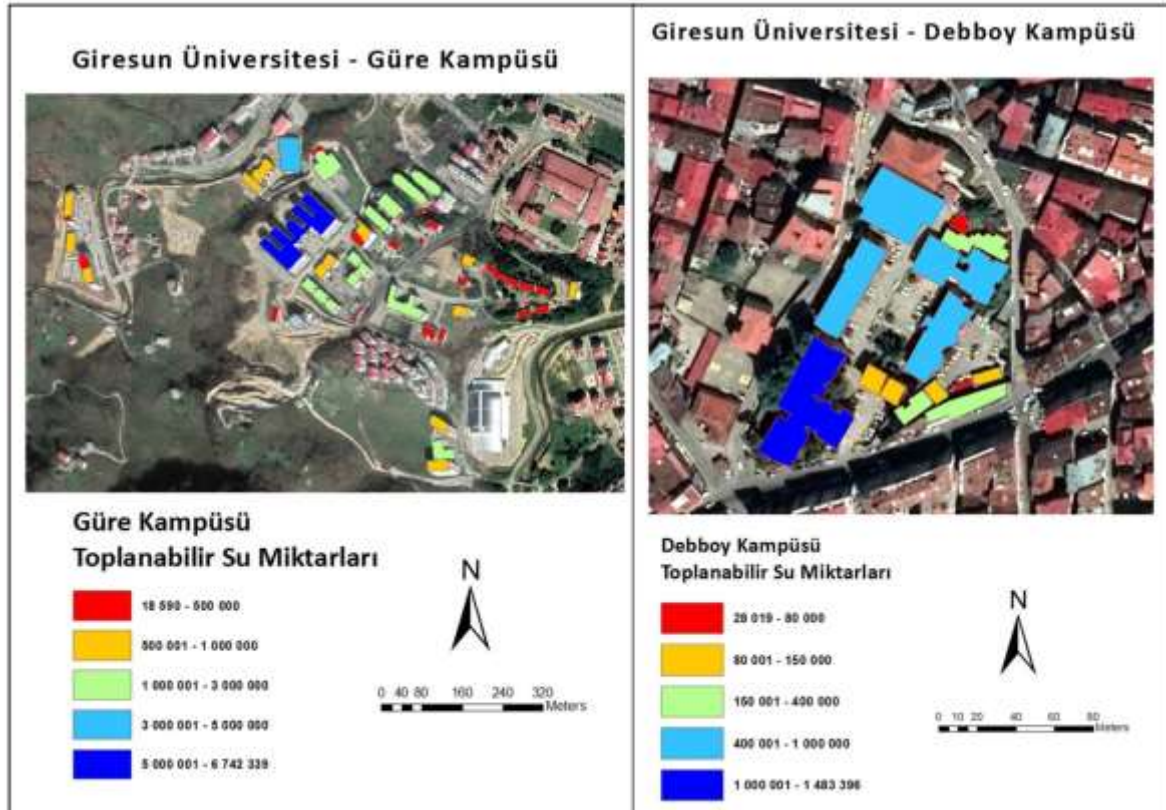


Şekil 5. Güre ve Debboy kampüslerindeki çatı türleri
 Figure 5. Roof types on the Güre and Debboy campuses

Yapılan sayısallaştırma çalışması ve veri girişlerinden Güre Kampüsü'ndeki bina çatılarının yaklaşık olarak $19-7480\text{m}^2$ arasında; Debboy Kampüsü'ndeki bina çatılarının ise $29-1536\text{m}^2$ arasında oldukları belirlenmiştir. Çatı alanları çatı türleri göz önüne alınarak irdelendiğinde Güre Kampüsü'nde 19398.406m^2 kiremit çatı, 11536.839m^2 beton çatı ve $6893,794\text{m}^2$ metal çatı; Debboy Kampüsü'nde ise 5766.787m^2 kiremit çatı ve 422.092m^2 metal çatı bulunmaktadır. Her iki kampüste de çoğunlukla kiremit çatı türünün kullanıldığı gözlemlenmiştir. Güre Kampüsü'nde çatı alanları toplamının 37829.039m^2 , Debboy Kampüsü'nde 6188.879m^2 olduğu belirlenmiştir (Şekil 6). Veri tabanlarına veri girişleri yapıldıktan sonra Tablo 1'deki formülün uygulanabilmesi için CBS yazılımının Visual Basic kod altyapısından yararlanılarak veri tabanlarında açılan toplanabilir su miktarı sütunları hesaplatılmış ve kampüslerdeki her bir bina çatısından elde edilebilecek yağmur suyu kapasitesi belirlenmiştir (Tablo 3, Şekil 7).



Şekil 6. Güre ve Debboy Kampüsleri çatı alanları
Figure 6. Roof areas of Güre and Debboy Campuses



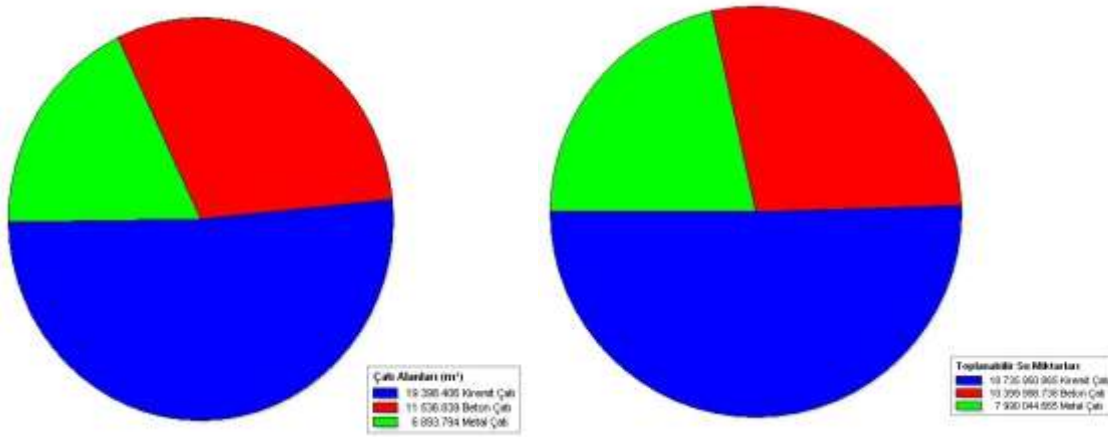
Şekil 7. Güre ve Debboy Kampüsleri yağmur suyu hasadı kapasiteleri
Figure 7. Güre and Debboy Campuses rainwater harvesting capacities

Tablo 3. Güre ve Debboy Kampüslerinin veri tabanları
 Table 3. Databases of Güre and Debboy Campuses

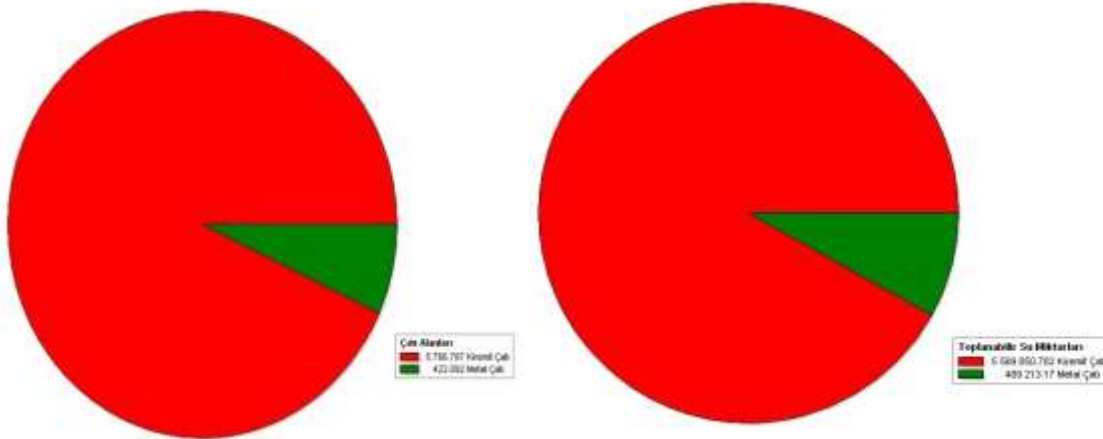
Güre Kampüsü						
OBJECTID *	SHAPE *	Çatı Türü	Çatı Alanı	Çatı Akış Katsayısı	Ortalama Yağış Miktarı	Toplanabilir Su Miktarı
1	Polygon	Kiremit Çatı	774.329695	0.75	1287.8	747886.335716
2	Polygon	Kiremit Çatı	120.257127	0.75	1287.8	116150.346586
3	Polygon	Kiremit Çatı	679.766343	0.75	1287.8	656552.322287
4	Polygon	Kiremit Çatı	137.081219	0.75	1287.8	132399.895681
5	Polygon	Kiremit Çatı	351.329163	0.75	1287.8	339331.271719
6	Polygon	Kiremit Çatı	552.772593	0.75	1287.8	533895.409154
7	Polygon	Kiremit Çatı	45.514653	0.75	1287.8	43960.327332
8	Polygon	Kiremit Çatı	231.178601	0.75	1287.8	223283.851831
9	Polygon	Kiremit Çatı	655.249867	0.75	1287.8	632873.084209
10	Polygon	Kiremit Çatı	1485.092714	0.75	1287.8	1434376.798245
11	Polygon	Kiremit Çatı	893.737696	0.75	1287.8	863216.553457
12	Polygon	Kiremit Çatı	1471.042038	0.75	1287.8	1420805.952455
13	Polygon	Kiremit Çatı	73.053156	0.75	1287.8	70558.391009
14	Polygon	Kiremit Çatı	21.648809	0.75	1287.8	20909.502431
15	Polygon	Kiremit Çatı	45.003962	0.75	1287.8	43467.076678
16	Polygon	Kiremit Çatı	242.845991	0.75	1287.8	234552.800668
17	Polygon	Kiremit Çatı	1140.445105	0.75	1287.8	1101498.904517
18	Polygon	Kiremit Çatı	1264.202922	0.75	1287.8	1221030.392494
19	Polygon	Kiremit Çatı	95.030687	0.75	1287.8	91785.38892
20	Polygon	Kiremit Çatı	35.930113	0.75	1287.8	34703.100122
21	Polygon	Kiremit Çatı	19.247801	0.75	1287.8	18590.488126
22	Polygon	Kiremit Çatı	288.475928	0.75	1287.8	278624.47506
23	Polygon	Kiremit Çatı	202.395622	0.75	1287.8	195483.811205
24	Polygon	Kiremit Çatı	268.895188	0.75	1287.8	259712.417262
25	Polygon	Kiremit Çatı	569.785117	0.75	1287.8	550326.955699
26	Polygon	Kiremit Çatı	63.205678	0.75	1287.8	61047.203623
27	Polygon	Kiremit Çatı	208.114937	0.75	1287.8	201007.811934
28	Polygon	Kiremit Çatı	337.152669	0.75	1287.8	325638.904969
29	Polygon	Kiremit Çatı	352.948958	0.75	1287.8	340895.75116
30	Polygon	Kiremit Çatı	335.235064	0.75	1287.8	323786.786377
31	Polygon	Kiremit Çatı	310.542394	0.75	1287.8	299937.371546
32	Polygon	Kiremit Çatı	295.676405	0.75	1287.8	285579.0556
33	Polygon	Kiremit Çatı	479.592337	0.75	1287.8	463214.259056
34	Polygon	Kiremit Çatı	446.776821	0.75	1287.8	431519.392294
35	Polygon	Kiremit Çatı	904.284712	0.75	1287.8	873403.389461
36	Polygon	Kiremit Çatı	1232.076527	0.75	1287.8	1190001.113509
37	Polygon	Kiremit Çatı	716.475449	0.75	1287.8	692007.812851
38	Polygon	Kiremit Çatı	2052.012382	0.75	1287.8	1981936.159422
39	Polygon	Beton Çatı	7479.354453	0.7	1287.8	6742338.865104
40	Polygon	Beton Çatı	632.988622	0.7	1287.8	570613.922851
41	Polygon	Beton Çatı	944.091016	0.7	1287.8	851060.287693
42	Polygon	Beton Çatı	2053.967932	0.7	1287.8	1851569.932373
43	Polygon	Beton Çatı	426.436814	0.7	1287.8	384415.730041
44	Polygon	Metal Çatı	2670.79506	0.9	1287.8	309504.89028
45	Polygon	Metal Çatı	1633.435043	0.9	1287.8	1893183.884027
46	Polygon	Metal Çatı	1394.244001	0.9	1287.8	1615956.681748
47	Polygon	Metal Çatı	442.112559	0.9	1287.8	512417.297834
48	Polygon	Metal Çatı	461.785968	0.9	1287.8	535219.172388
49	Polygon	Metal Çatı	291.420975	0.9	1287.8	337762.738416
Debboy Kampüsü						
OBJECTID *	SHAPE *	Çatı Türü	Çatı Alanı	Çatı Akış Katsayısı	Ortalama Yağış Miktarı	Toplanabilir Su Miktarı
1	Polygon	Kiremit Çatı	1032.539793	0.75	1287.8	997278.558681
2	Polygon	Kiremit Çatı	765.662922	0.75	1287.8	739515.533313
3	Polygon	Kiremit Çatı	1535.845282	0.75	1287.8	1483396.16516
4	Polygon	Kiremit Çatı	280.133719	0.75	1287.8	270567.152562
5	Polygon	Kiremit Çatı	850.969591	0.75	1287.8	821908.979283
6	Polygon	Kiremit Çatı	720.707417	0.75	1287.8	696095.25868
7	Polygon	Kiremit Çatı	131.54334	0.75	1287.8	127051.135323
8	Polygon	Kiremit Çatı	110.532261	0.75	1287.8	106757.584675
9	Polygon	Kiremit Çatı	62.068816	0.75	1287.8	59949.166107
10	Polygon	Kiremit Çatı	83.692833	0.75	1287.8	80834.722877
11	Polygon	Kiremit Çatı	29.010151	0.75	1287.8	28019.454715
12	Polygon	Kiremit Çatı	164.080417	0.75	1287.8	158477.070726
13	Polygon	Metal Çatı	85.672571	0.9	1287.8	99296.223811
14	Polygon	Metal Çatı	336.419515	0.9	1287.8	389916.945791

4. Sonuç ve Öneriler

Giresun Üniversitesi kampüslerinde bulunan binaların çatı alanları, çatı türlerinin akış katsayıları ve ortalama yağış miktarı ile belirlenen toplanabilir su miktarları incelendiğinde; Güre Kampüsü için 37125994.267 lt, Debboy Kampüsü için 6059063.952 lt su toplama kapasitesinin olduğu belirlenmiştir. İki kampüsün büyüklükleri birbiri ile karşılaştırıldığında Güre Kampüsü'ndeki bina çatılarından toplanan su miktarı, kampüs büyüklüğü ve toplam çatı alanları ile doğru orantılı olarak Debboy Kampüsü'ne kıyasla daha fazladır. Uygulama sonucunda Giresun Üniversitesi Güre ve Debboy Kampüslerindeki toplam 44017.918 m² olan bina çatılarından yıllık olarak toplamda 43185058.22 lt yağmur suyu hasadı yapılabileceği tespit edilmiştir (Şekil 8, Şekil 9).



Şekil 8. Güre Kampüsü çatı türlerine göre çatı alanları ve toplanabilir su miktarları oranları
Figure 8. Gure Campus roof areas and rates of collectable water according to roof types



Şekil 9. Debboy Kampüsü çatı türlerine göre çatı alanları ve toplanabilir su miktarları oranları
Figure 9. Debboy Campus roof areas and rates of collectable water according to roof types

Toplanan bu yağmur suları araç yıkamada, çamaşır yıkamada, tuvalet rezervuarlarında ve yeşil alanların sulanmasında rahatlıkla kullanılabilir. 1 m² yeşil alanın her bir sulama için gerekli su miktarının 5 lt/m² olduğu kabul edildiğinde, kampüs binalarının çatılarından toplanan bu yağmur suyunun tamamının yeşil alanların sulanmasında kullanılması durumunda yaklaşık 8637011,644 m² alanın sulama suyunu karşılayabilmektedir. Tek bir kişi yılda ortalama 49.140lt suyu tuvaletlerde kullanmaktadır (URL-3, 2020) buna göre kampüs binalarının çatılarından toplanan bu yağmur suyunun tamamının tuvaletlerde

kullanılması durumunda ise yaklaşık 878 kişinin bir yıllık tuvalette kullandığı su ihtiyacı karşılanabilmektedir. Otomatik yıkama ile 5 dk. süre içerisinde bir aracı yıkamak için 100lt su kullanıldığında (URL-4, 2020) kampüs binalarının çatılarından toplanan yağmur suyunun tamamının araç yıkamada kullanıldığı takdirde yaklaşık 431.850 aracın yıkanmasında kullanılan su ihtiyacı karşılanabilmektedir. Türkiye'nin kullanılabilir su potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda alternatif su kaynakları oluşturulması ihtiyacı doğmaktadır. Bu bağlamda; işletilmesi kolay olan yağmur suyu hasadı uygulamalarının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Stratejik Planına alınarak Türkiye ölçeğinde hayata geçirilmesi sürdürülebilir çevre yönetimi açısından son derece önem taşımaktadır.

5. Kaynaklar

- Abdulla, F. A., & Al-Shareef, A. W., 2009. Roof Rainwater Harvesting Systems For Household Water Supply In Jordan. *Desalination*, 243(1), 195-207. doi:<https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.013>
- Aküzüm, T., Çakmak, B., & Gökalp, Z., 2010. Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 3(1), 67-74.
- Chiu, Y.-R., Aghaloo, K., & Mohammadi, B., 2020. Incorporating Rainwater Harvesting Systems in Iran’s Potable Water-Saving Scheme by Using a GIS-Simulation Based Decision Support System. *Water*, 12(3), 752.
- Dadhich, G., & Mathur, P., 2016. A GIS based Analysis for Rooftop Rain Water Harvesting. *International Journal of Computer Science & Engineering Technology*, 7(4), 129-143.
- DSİ. (2020). 2019 Yılı Faaliyet Raporu. Retrieved from <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2019-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2>
- Dündar, A. G. O., Özölçer, İ. H., & Ünal, Ş. V., 2015. Bülent Ecevit Üniversitesi Sağlık Kampüsü Yağmur Suyu Sistemi Teknik ve Ekonomik Analiz. *Kentsel Altyapı Sempozyumu, Trabzon, Turkey*.
- Eren, B., Aygün, A., Likos, S., & Damar, A. I., 2016. Yağmur Suyu Hasadı: Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüs Örneği. *Paper presented at the 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016)*, 3-5 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey.
- Gispert, M. İ., Hernández, M. A. A., Climent, E. L., & Flores, M. F. T., 2018. Rainwater Harvesting As A Drinking Water Option For Mexico City. *Sustainability*, 10(11), 3890.
- Jamali, B., Bach, P. M., & Deletic, A., 2020. Rainwater Harvesting For Urban Flood Management – An Integrated Modelling Framework. *Water Research*, 171, 115372. doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115372>
- Jones, M. P., & Hunt, W. F., 2010. Performance Of Rainwater Harvesting Systems In The Southeastern United States. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(10), 623-629.
- Li, Z., Boyle, F., & Reynolds, A., 2010. Rainwater Harvesting And Greywater Treatment Systems For Domestic Application In Ireland. *Desalination*, 260(1-3), 1-8.
- MGM. (2020). 2019 Yılı İklim Değerlendirmesi Raporu. Retrieved from <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2019-iklim-raporu.pdf>
- Rowe, M. P. (2011). Rain Water Harvesting in Bermuda I. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 47(6), 1219-1227.
- Semaan, M., Day, S. D., Garvin, M., Ramakrishnan, N., & Pearce, A., 2020. Optimal Sizing Of Rainwater Harvesting Systems For Domestic Water Usages: A Systematic Literature Review. *Resources, Conservation & Recycling*: X, 100033.
- Słyś, D., & Stec, A., 2020. Centralized or Decentralized Rainwater Harvesting Systems: A Case Study. *Resources*, 9(1), 5.
- URL-1. (2020). <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-Yagis-2019.pdf>
- URL-2. (2020). <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=GIRESUN>.
- URL-3. (2020). <https://www.diski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=1262#:~:text=Bir%20du%20ortalama%2050%20litre,az%20su%20%C3%BCketen%20klozetler%20bulunmaktad%C4%B1r>.
- URL-4. (2020). <http://www.i-sem.info/PastConferences/ISEM2014/ISEM2014/papers/B12-ISEM2014ID35.pdf>.
- Wallace, C. D., Bailey, R. T., & Arabi, M., 2015. Rainwater Catchment System Design Using Simulated Future Climate Data. *Journal of Hydrology*, 529, 1798-1809.