



Sürdürülebilir su yönetimi yaklaşımı: Dicle Üniversitesi eğitim yapısı yağmur suyu hasadı potansiyeli

Sustainable water management approach: Rainwater harvesting potential of Dicle University's educational structure

Arya Biçen^{1*}, Hale Demir Kayan², Mehmet Cihan Aydın³

¹ Bitlis Eren, Mimarlık Bölümü, abicen@beu.edu.tr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8747-051X>

² Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, haledemir@dicle.edu.tr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3796-2567>

³ Bitlis Eren, İnşaat Mühendisliği Bölümü, mcaaydin@beu.edu.tr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5477-1033>

MAKALE BİLGİLERİ

Makale Geçmişi:

Geliş 10 Ocak 2026
Revizyon 5 Şubat 2026
Kabul 4 Mart 2026
Online 27 Mart 2026

Anahtar Kelimeler:

Yağmur suyu hasadı,
Diyarbakır,
Sürdürülebilir kampüs,
QGIS,
Su yönetimi

ÖZ

Sürdürülebilir mimarlık, malzeme kullanımından enerji ve su döngüsü yönetimine değin birçok farklı konuda çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla ele alınmaktadır. Su döngüsüne çevresel katkı sunan; sarnıçlardan göletlere kadar farklı ölçek ve amaçlarla kullanılan yağmur suyu toplama sistemleri, Türkiye’de de sürdürülebilir bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında eğitim ve yurt binalarında ilgili mevzuat gereği dönüşümü zorunlu olmayan ancak sertifikasyon için gerekli olan yağmur suyu hasadı sisteminin Diyarbakır iklim koşulları özelinde araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, literatür ve yerel rehberde yer alan metodoloji çerçevesinde hibrit bir yaklaşımla kurgulanmıştır. Saha çalışması için Dicle Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakülteleri ile Sivil Havacılık Yüksekokulu’nun, çatı yüzeyi 7 231 m² olan beş bloklu kompakt yapısı seçilmiştir. Bina çatı alanı, CBS tabanlı QGIS programı kullanılarak hesaplanmıştır. Çatıdan elde edilecek teorik (brüt) ve hasat edilebilir su miktarı ile bina içinde temizlik, bina dışında ortak peyzaj sulamasında ihtiyacı karşılama oranları belirlenmiştir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nce yayımlanan 2022 tarihli Yağmur Suyu Hasadı Rehber Dokümanı’nda yer alan hesaplama yöntemi kullanılarak farklı senaryolara göre depo hacmi hesaplanmıştır. Yıllık elde edilebilecek 2 237.22 m³ yağmur suyunun toplam yıllık su ihtiyacını karşılama oranları incelendiğinde; bina içi kullanımında fiili ihtiyacın tamamını, bina dışı kullanımda ise günlük sulamada %61,78’ini, haftada iki kez ve bir kez sulamada tamamını karşılayabildiği tespit edilmiştir. Aylık periyotlar değerlendirildiğinde, yağışların azalması ve sıcaklıkların yüksek olması nedeniyle en düşük oranın Temmuz–Ağustos aylarında görülmektedir. Yapılan hesaplamada da literatürde yer alan en yüksek yağış miktarına göre depo hacmi için üç adet 100 m³ tank gerekirken, güncel çalışmalarda ve rehber dokümanda yer alan optimum yaklaşıma göre kullanım amacına bağlı olarak bir adet 10 (bina içi kullanım) ve 40 veya 60 m³ (bina dışı kullanım) depo yeterli olabilmektedir.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 January 2026
Received in revised form 5 February 2026
Accepted 4 March 2026
Available online 27 March 2026

Keywords:

Rainwater harvesting,
Diyarbakır,
Sustainable campus,
QGIS,
Water management

Doi: 10.24012/dumf.1860104

* Sorumlu Yazar

ABSTRACT

Sustainable architecture is addressed in many different areas, from material use to energy and water cycle management, with its environmental, economic, and social dimensions. Rainwater harvesting systems, which provide environmental contributions to the water cycle and are used at Sustainable architecture is addressed in many different areas, from material use to energy and water cycle management, with its environmental, economic, and social dimensions. Rainwater harvesting systems, which provide environmental contributions to the water cycle and are used at different scales and for different purposes ranging from cisterns to ponds, are also evaluated as a sustainable approach in Turkey. Within the scope of this study, it is aimed to investigate the rainwater harvesting system, which is not mandatory for transformation according to the relevant legislation in educational and dormitory buildings but is required for certification, under the climatic conditions of Diyarbakır. The study was structured with a hybrid approach within the framework of the methodology included in the literature and local guidelines. For the field study, a compact five-block structure with a roof surface area of 7 231 m², belonging to the Faculties of Engineering and Architecture and the Civil Aviation College of Dicle University, was selected. The roof area of the building was calculated using the GIS-based QGIS program. The theoretical (gross) and harvestable amounts of water to be obtained from the roof, as well as the ratios of meeting the demand for indoor cleaning and outdoor common landscape irrigation, were determined. The storage volume was calculated according to different scenarios using the calculation method included in the 2022 Rainwater Harvesting Guide Document published by the General Directorate of Water Management of the Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Turkey. When the ratios at which the 2 237.22 m³ of rainwater that can be obtained annually can meet the total annual water demand are examined, it was determined that it can meet the entire actual demand for indoor use and, for outdoor use, 61.78% of the demand in daily irrigation and the entire demand in irrigation twice a week and once a week. When monthly periods are evaluated, the lowest ratio occurs in July–August due to decreased rainfall and high temperatures. In the calculation performed, while three 100 m³ tanks are required for the storage volume according to the highest rainfall amount stated in the literature, according to the optimum approach included in recent studies and in the guide document, one 10 m³ (for indoor use) and 40 or 60 m³ (for outdoor use) storage tanks may be sufficient depending on the intended use.

Giriş

Suya erişim sadece insan yaşamı için değil, günümüz şartlarında tarım, sanayi, turizm gibi sektörlerde üretimin devamı için de şarttır. Bugün dünyada 700 milyondan fazla insan ciddi su stresi altında yaşamakta, artan nüfus ve kentleşme nedeniyle 2050'ye kadar dünya nüfusunun yaklaşık %64'ünün şehirlerde yaşayacak olması, 20. yüzyılda dört kat artmış olan su talebini daha da artıracaktır [1]. Sanılanın aksine Türkiye Dünya genelinde birçok ülke gibi su stresi altındadır. Falkenmark İndeks Değerlerine göre kişi başına 1 700-1 000 m³ olan ülkeler su sıkıntısı yaşayan, 1 000-500 m³ olan ülkeler su kıtlığı yaşayan, 500 m³ altı olan ülkeler mutlak su kıtlığı yaşayan ülke olarak sınıflandırılmaktadır [2]. Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 2020 yılında 1 346 m³ olarak rapor edilmiştir [3]. Bu miktarın, nüfus artışı ile birlikte 2030 yılında 1 200 m³, 2040 yılında 1 116 m³, 2050 yılında ise 1 069 m³ seviyelerine düşme ihtimalinin olduğu belirtilmektedir [4]. Su talebinin devamlı artması ve tatlı su kaynaklarının azalması nedeniyle alternatif ve sürdürülebilir çözüm arayışları gündeme gelmektedir. Sürdürülebilir çevre ve bina kavramları içerisinde su verimliliğinin artırılması her geçen gün önemini arttıran ciddi bir konudur. Sürdürülebilir su yönetimi suyun verimli kullanımını ve destekleyici yaklaşımları içermekte ve mimarlık alanında geniş yer bulmaktadır. Günümüzde su verimliliği teması yeşil bina sertifikasyon sistemlerinde de yer almaktadır. Ayrıca dünyada birçok ülkede yasal düzenlemeler yapılmakta ve suyun alternatif yollardan elde edilmesi yaklaşımı/uygulamaları yaygınlaşmaktadır [2]. Su kullanımında sürdürülebilir sistemlerden biri yağmur suyu hasadı (YSH) sistemidir. YSH sistemi; "çatılardan veya özel olarak tasarlanmış yakalama yüzeylerinden yağmur suyunun doğrudan toplanmasını, yapay zeminlerden veya doğal yüzeylerden oluşan yüzey akışının biriktirilmesini, ayrıca yüzey ve yeraltı sularının korunması, buharlaşma ve sızma yoluyla kayıpların önlenmesi gibi tüm faaliyetleri ve bu suyun evsel, endüstriyel, tarımsal veya çevresel amaçlarla kullanılmasını" kapsar [5]. Leggett (2001)'e göre bir su bidonundan hektarlarca araziye ölçeklendirilebilen kompleks ya da basit sistemlerdir [6]. Literatürde YSH ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. YSH üzerine yapılan birçok çalışma, geçmiş yağış verilerini kullanarak yağmur suyu sistemlerinin kentsel ve/veya kırsal yerleşimden bina ölçeğine kadar değişen ölçeklerde tasarımı odaklanmaktadır [7]. YSH teknolojilerinde uygun yer ve teknikleri belirlemek için çeşitli yöntem ve ölçütler geliştirmiş; bilişim, hidrolojik modelleme, çok ölçütlü analiz, CBS ve uzaktan algılama ilerlemeleri ile yeni yorumlamalar yapılabilmiş, sistemin kullanımı-yönetimi; hasat edilen suyun kalitesi; hidrolojik/ekonomik veriler gibi konularda çeşitli düzeylerde çalışmalar yapılmıştır [6]. Birçok çalışma yağış verilerine dayalı olarak yağmur suyu sistemleri üzerine odaklanırken bazı çalışmalar iklim değişikliği etkisi altında yağış miktarında öngörülen farklılaşmaların hasat sistemi üzerindeki etkisine

odaklanmaktadır [7]. Bañas vd. (2023), bibliyometrik çalışmada YSH araştırmalarının artış gösterdiğini, su kıtlığının azaltılması, su talebinin karşılanması, su kalitesi, tank boyutlandırma, yeşil çatı ve Düşük Etkili Geliştirme (LID) uygulamaları ile sürdürülebilirlik ve maliyet-fayda analizi gibi konu odakları olduğunu belirtmektedir [8]. YSH çalışmaları; teknik modelleme ve ekonomik analiz odaklı çalışmalar literatürde yer almakta olup; farklı bölgelerde yerel iklim koşulları/coğrafi bariyerler, kullanım biçimleri/tercihleri ve zaman adımı simülasyonlara dayalı sistem tasarımı ve boyutlandırmasında su dengesi, verimlilik-güvenirlik analizleri ve dinamik sistem modellerinin geliştirilmesi gibi teknik modelleme odaklı ve bu modellerle dayalı geri dönüş süreleri/maliyet hesabını içeren ekonomik analiz odaklı çalışmalar [9]-[18] ile yasal düzenlemelere dayalı ampirik değerlendirmeler [19] gibi çalışmalar yer almaktadır.

Kentsel ve/veya kırsal yerleşim ile bina ölçeğinde sürdürülebilir yaklaşımların benimsenmesi temelinde ortaya çıkan çözüm önerileri doğaya ve insan hayatına olumlu katkıda bulunabilir. Birçok YSH çalışmada iklim, kullanıcı tipi ve bina işlevine göre değiştiğini dolayısıyla yerel çalışmaların farklı modellere göre araştırılmasının uygun olacağını belirtmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce 2024 yılında 32765 sayılı Resmi Gazete [20] ile yürürlüğe giren Su Verimliliği Yönetmeliği EK-1'de sistem kurmakla yükümlüler ve uygulama takvimi; EK-4'te Yeşil Su Verimliliği Belgesi¹ Değerlendirme Kriterleri yer almaktadır. Yönetmelik kapsamında uygulama takviminde kentsel, endüstriyel ve tarımsal alanda su verimliliği için bina ve yerleşkelerin sistem uyumlanmasına yönelik kurulum tamamlanma süreleri azami (18-24 ay) yer almaktadır. Kentsel su verimliliği kapsamında yerel yönetimlerin üç gruba ayrılarak sistem kurulumu için sürelerin belirlendiği, bu kapsamda zorunlu tutulan bina ve yerleşkeler: Kamu Kurum ve Kuruluşları (Eğitim kurumları, yurtlar ve sağlık kuruluşları hariç olmak üzere); Havalimanları; Alışveriş Merkezleri; İş Merkezi ve Ticari Plazalar (1000 m²'den büyük parsel alanına sahip olanlar); Eğitim Kurumları ve Yurtlar (400 ve üzeri öğrencisi bulunanlar); Sağlık Kuruluşları (100 ve üzeri yatak kapasiteli bulunanlar); Konaklamalı Turizm İşletmeleri (100 ve üzeri odası bulunanlar) ve Tren ve Otobüs Terminalleri (İllerde bulunanlar) şeklindedir [20]. Bu yönetmelikte EK-1 kapsamında bina ve yerleşkelerin su verimliliği sağlanmasına yönelik takvimde eğitim ve yurt binalarında zorunlu tutulmamakta ancak yeşil su verimliliği değerlendirme kriterleri kapsamında sertifikanın alınabilmesi için mevcut binaların/yerleşkelerin uyumlanması gerekmektedir. Belgenin alınabilmesi için Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nin dikkate alınacağı belirtilmektedir. 2017 tarih ve 30113 Resmi Gazete' de [21] yer alan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde 2021 tarihli 31538 Resmi Gazete [22] değişikliğine göre ise su verimliliğine yönelik uygulamalar 2000 m² üzeri yeni yapılarda zorunlu tutulmakta² ancak geriye dönük

¹ Yönetmelik kapsamında mavi, yeşil ve turkuaz su verimliliği belgesinin alınabilmesi için gerekli koşullar açıklanmaktadır.

uygulama zorunlu değildir. Bu çalışma kapsamında da takvimde zorunlu tutulmayan ancak sertifikasyon için Planlı Alanlar Yönetmeliği³ kapsamında değerlendirilmesi gereken eğitim ve yurt binalarında YSH potansiyeli Diyarbakır iklim koşulları özelinde araştırılmış, literatüre bağlamsal bir katkı sunulmaya çalışılmıştır.

Diyarbakır yarı kurak iklim özelliklerine sahip olup; kış ayları kısa süreli zaman zaman yoğun yağışlı, yaz ayları ise uzun ve kurak geçmektedir [23]. İklim değişikliği etkilerinin su stresi bulunan bölgelerde daha fazla görülebileceğinden dolayı; Diyarbakır’da sıcaklık artışı ve yağış azalması gibi etkilerin artacağı ve bu etkilerin azaltılması/mücadelesi bağlamında uyum stratejilerinin geliştirilmesi önemlidir [23]. Bu nedenle çalışma alanı olarak bulunduğu bölgede hinterlandı olan ekonomik ve sosyo-kültürel merkez özelliği gösteren Diyarbakır belirlenmiştir.

Çalışmada yıl boyunca elde edilebilecek potansiyel yağmur suyu miktarının belirlenmesi, bu miktarın hacimsel güvenilirliği ile ne oranda potansiyel katkı sağlayacağına ortaya konması, farklı senaryolarda tahmini depo hacminin ortaya konulması amaçlanmıştır. Depo hacminin modellenmesinde zaman adımli simülasyonlara dayalı, tercih edilecek kullanım biçimini kapsayan uygulama projelerine yönelik kesin hesaplamalar farklı bir çalışmanın konusu olacağından bu çalışmada yer alan potansiyel hesaplamaların ön araştırma olarak yapılacak çalışmalara referans oluşturabileceği düşünülmektedir. Çalışma literatür ve yerel rehberde yer alan metodoloji çerçevesinde hibrit bir yaklaşımla kurgulanmıştır. Saha çalışması için Diyarbakır Dicle Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakülteleri ile Sivil Havacılık Yüksekokulu’nun bulunduğu çatı yüzeyi geniş olan 5 bloklu kompakt yapı seçilmiştir. Örneklem olarak seçilen binanın çatı alan hesabı CBS tabanlı QGIS programında 1/5000’lik imar planı [24], OSM ve ESRI altlığı, peyzaj alanı ise hâlihazır kampüs planı [25] kullanılarak hesaplanmıştır. Çatıdan elde edilecek su miktarının teorik (brüt) potansiyeli ve kullanılabilir/hasat edilebilir potansiyeli ile bina içinde temizlik, bina dışında da ortak peyzaj sulamasında kullanılabilirliği/hacimsel güvenilirliği literatürde yer alan hesaplama yöntemi ile tespit edilmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı’nca yayınlanan 2022 yılında Yağmur Suyu Hasadı Rehber Dokümanı’nda [26] yer alan su ihtiyacı ve depo hacmi hesaplama yöntemi ile farklı senaryolara göre kurgulanarak tahmini depo hacmi hesaplanmıştır. Elde edilebilir yağmur suyu miktarını ile kullanıma amacına göre tasarlanabilecek sistemin su maliyetini azaltabileceği ve sulama/bina içi temizlik kullanımında elde edilebilecek potansiyelin çevresel katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Mimarlıkta sürdürülebilirlik ve yağmur suyu hasadı

Sürdürülebilir yaklaşımlar 21. yy araştırma konuları içerisinde ön plandadır. Sanayi devriminden günümüze kadar yaşanan değişimler/gelişmeler; nüfusun, sanayi kollarının, kentleşmenin artması ve doğal kaynakların azalması ile ortaya çıkan ekolojik tehditler sonucunda sürdürülebilirlik ile ilgili BM merkezli yerel, ulusal ve uluslararası çalışmalar başlamıştır [27]. Sürdürülebilirlik, 1972 Stockholm İnsan ve Çevre Konferansı’ndan başlayarak Brundtland Raporu (1987), Rio Zirveleri (1992), Habitat II (1996), Kyoto Protokolü (2005), BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (2012), BM Müzakereleri (2015) ve Paris COP 21 İklim Konferansı (2015)’na kadar birçok çalışmada kavramsal olarak çevre, kalkınma ve iklim politikaları boyutuyla ele alınmıştır [27].

Williamson vd. (2003), sürdürülebilirlik kavramı 20. yy sonunda mimarlık alanında yer bulmaya başlamış, yapıları çevrede sürdürülebilirlik yaklaşımı 21. yy’da kaynakların korunumu ve gelecek nesillere aktarılması çerçevesinde temel araştırma konularından biri olduğunu belirtmektedir [28]. Sev (2009) sürdürülebilir mimarlık kavramını “içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümü” olarak tanımlamaktadır [28]. Sürdürülebilir kalkınma anlayışının sürdürülebilir bina yaklaşımına uyarlanması ise ekolojik (kaynakların ve ekosistemlerin korunması), ekonomik (kaynakların verimli kullanılması ve düşük bakım/kullanım maliyetlerinin elde edilmesi) ile sosyal ve kültürel (kullanıcı konforu ve sağlığını desteklemesi, sosyal ve kültürel değerlerle uyumluluk) sürdürülebilirlik olmak üzere üç temel boyut üzerinden değerlendirilmektedir [29]. Sürdürülebilir bina ilkeleri olan ekoloji, ekonomi ve sosyal odaklar ile estetik (binaların teknolojileri ve formu), işlev (mevcut işlev ve gelecekteki ihtiyaçlara uyumlanabilme olanağı) ve inşaa (kullanılan malzemeler) ölçütleri ile beraber tanımlanmakta ve aralarında kurulacak ilişkide uyumun ölçülmesi için yapı yönetmelikleri, standartlar, sertifikasyon sistemleri, araçlar kullanılmaktadır [30]. Binaların sürdürülebilirliğini değerlendirmek için yaklaşık 600 araç ve boyut bulunmakta [31] olup; bir binanın ne kadar “yeşil” veya “sürdürülebilir” olduğunu değerlendirmek için çevresel performansı ölçebilecek BREEAM, CASBEE, GS, DGNB, LEED, ASGB gibi yeşil bina derecelendirme sistemleri (Green Building Rating Systems) bulunmaktadır [32]- [33]. Türkiye’de de 2007’de başlanan ve 2013 yılında 2. Uluslararası Yeşil Binalar Zirvesi’nde tanıtılan Yeşil Konut Sertifika Kılavuzu ile “Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği, Binalarda Ekolojik ve Sürdürülebilir Tasarım Konut Sertifikasını (CEDBİK-BEST.)” geliştirilmiştir [34]- [35].

² 2000 m²’den büyük parsellerde yapılacak yapıların mekanik tesisat projelerinin; çatı yüzeyinden toplanacak yağmur sularının gerekmesi halinde filtre edilerek bir tankta toplanması ve bina tuvalet sifonlarında kullanılması amacıyla yağmur suyu toplama sistemi içermesi zorunludur.

³ 2025 tarihli 32838 Resmi Gazete ’de yayınlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik kapsamında 57/A madde

değişikliğinde; inşaa edilmesi planlanan parselde, ruhsat almış bir yapı varsa aynı parselde yeni yapılacak yapılar için “sistemlerin tesis edilmesine ilişkin zorunluluklar aranmaz” hükmü yer almakta olup; aynı zamanda geriye dönük bir zorunluluk bulunmamaktadır.

Yapılı çevre sertifikasyon sistemlerinde bina, mahalle ve şehir olmak üzere üç ölçekte de su kategorisi bulunmakta atık su ve su verimliliği bir ölçüt olmaktadır [36]. Kamaruzzaman vd (2018), çeşitli ülkelerden 10 farklı değerlendirme yöntemlerini inceleyerek, sistemlerin “yönetim, sürdürülebilir alan, ulaşım, iç mekân çevre kalitesi (IEQ), su, atık, malzeme, enerji, kirlilik, inovasyon, ekonomik, sosyal, kültür ve hizmet kalitesi” olmak üzere 14 farklı tema üzerinde odaklandığı ifade etmektedirler [37]. YSH sistemi sürdürülebilirlik mimarlık çerçevesinde binaların ya da yapılı çevrenin tasarım ve uygulamalarında sürdürülebilir bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır.

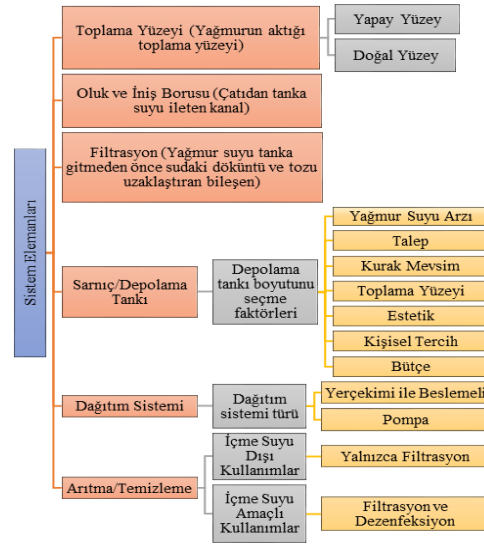
YSH kurak, yarı kurak ve yarı nemli alanlarda [38] daha uygun olmak üzere, dünyanın farklı bölgelerinde (Ortadoğu, Avrupa, Güney Amerika vb.) ve iklim kuşaklarında tarih öncesi (Arkaik, Hellenistik, Roma vb.) dönemlere kadar uzanır [6], [39]-[43]. Türkiye’de de Hitit-Urartu-Osmanlı sarnıçları, yeraltı galerileri bulunmaktadır [44]. YSH 1930’lara dek araştırma veya uygulamada az sayıda, I. ve II. Dünya Savaşı sonrası sınırlı faaliyetler söz konusu olup; 1950 sonrası modern YSH çalışmalarına ilgi artmış, deneyimli ülkeler, Afrika ve Asya’nın yarı kurak ve kaynak yoksulu bölgeleri için çalışmalar sınırlı kalsa da 21. yy’da giderek artmıştır [6], [45]. Günümüzde YSH dünyada politikalar ve rehberler aracılığıyla gittikçe yaygın hale gelmektedir [2], [6], [7], [22], [46]-[52] (Tablo 1). Ülkemizde de Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nca 2017 “Yağmur Suyu Toplama, Depolama, Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik [52]”, 2021 “Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik [22]”; Tarım ve Orman Bakanlığı’nca 2022 yılında “Yağmur Suyu Hasadı Rehber Dokümanı” [26], 2024 “Su Verimliliği Yönetmeliği” [20] yayınlanmıştır.

Tablo 1. Dünyada YSH uygulama düzeyleri [2], [6], [7], [20]-[22], [46]-[52]

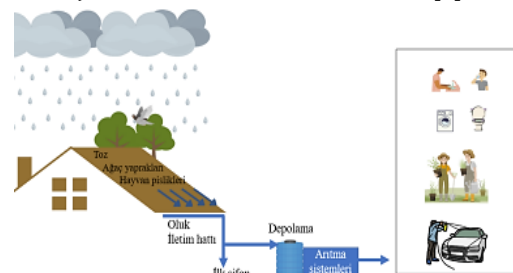
Uygulama Düzeyi	Ülke/Bölgeler	Politika Aracı
Zorunluluk (yeni yapılar için)	Hindistan; Belçika (Flaman Bölgesi); Avustralya (Queensland); Tayvan; Bermuda, Türkiye	Yasal mevzuat zorunluluğu
Düzenleyici / teşvik edici sistem	İspanya (Katalonya); ABD (birçok eyalet); Kanada; Almanya; Birleşik Krallık; Fransa	Vergi, kredi ve yasal düzenlemeler ile düzenleyici/teşvik edici
Yaygınlaştırmaya yönelik uygulamalar	Malezya; Çin; Meksika; Brezilya; Afrika ülkeleri; Latin Amerika ülkeleri	Su kıtlığı olan ülkelerde Ulusal politikalar, rehber dokümanlar ve stratejik planlar

Yağmur suyu kullanımı, akış kontrolü, su baskını önleme, su tasarrufu, yeraltı suyu zenginleştirilmesi, kentsel alanlardaki hidrolojik döngünün yeniden kurulması, afetlere karşı koruma ve çevre eğitimi gibi birçok alanda fayda sağlamaktadır [53]. Ayrıca iklim değişikliği koşullarında su yönetimine katkıda bulunmakta [54] hem içme suyu dışı hem de içme suyu amaçları için gri suya göre daha az arıtma gerektirmektedir [46]. Yağmur suyu hasadı ile elde edilen suyun kullanım amacına bağlı olarak miktarı ve kalitesi yerel özelliklere göre değişmekte olup; gelişmiş

ülkelerde geleneksel sistemleri tamamlayıcı olarak kullanılırken; gelişmekte olan ülkelerde hem içilebilir hem içilemez amaçlarla su kıtlığına alternatif olarak kullanılmaktadır [6] [7]. İç mekânda; tuvalet sifonları, pisuar sistemleri, çamaşır makineleri, ısıtma-soğutma sistemleri, dış mekânda; bahçe ve peyzaj sulama, havuz doldurma, araç yıkama, yangın söndürme suyu deposu, temel drenaj ve zemin koruma ve yeraltı suyu beslemede kullanılmaktadır [46]. Günümüzde YSH uygulamaları farklı ölçeklerde çatı sistemleri (okul, stadyum, havaalanı gibi büyük tesisler; yoğun kentsel alanlarda yüksek katlı binalar) ile yol/tesis/ tarım kaynaklı kirliliği önlemek üzere arazi yüzeyi ve fırtına suyu toplama sistemlerini kapsamaktadır [6]. Sistem temel düzeyde; bir hasat yüzeyi, bir depolama hacmi ve ikisini birbirine bağlayan bir oluk sisteminden oluşmakta [55]; bileşenleri Che-Ani vd. [5]; Yakalama alanı (Catchment area), Oluk ve iniş boruları (Gutter and downspout), Filtrasyon sistemi (Filtration system), Depolama sistemi (Storage system), Dağıtım sistemi (Delivery system), Arıtma (Treatment) (Şekil 1-2), Stringer vd. [13] ; İletim Sistemi (Conveyance), Depolama, Taşma Sistemi, Çıkış, Dağıtım ve İlk Akış Yönlendiricisi (opsiyonel, su kalitesi için) olarak belirtmektedir. Bu sistemler merkezi su sistemlerinden bağımsız çalışabilmekte [56] bina ölçeğinde yapı dışında ve içerisinde kullanılabilir. Sistem; şebeke döşeminin yağmur suyu döşemini beslediği sistemler (tek döşem), yağmur suyu döşemi ile şebeke döşeminin bağımsız olarak kullanıldığı sistemler (çift döşem) şeklinde uygulanabilir [47].



Şekil 1. YSH Sisteminin Elemanları [5]



Şekil 2. YSH Sistemi [57].

Literatürdeki çalışmalar; genel olarak yağmur suyu kontrolüne dayalı ekonomik (fayda/geri dönüş süreleri) ve çevresel analizler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Çatı depolama hacmi belirleme, su dengesi ve verimlilik analizleri, depo hacmi güvenilirliği, tasarım ve boyutlandırma kılavuzları ile iklim projeksiyonlarına dayalı modelleme çalışmaları yer almaktadır [7], [9]-[19]. Uluslararası çalışmalar bina ve kent ölçeğinde su tasarrufu, ekonomik analiz ve sistem güvenilirliği üzerine yoğunlaşmıştır [53],[58]- [65].Türkiye’de ise farklı yapı ölçeklerinde sistem güvenilirliği, su verimliliği ve ekonomik geri ödeme analizleri yerel iklim koşullarında değerlendirilmiştir [66]- [73].

YSH uygulamaları ile ilgili çalışmalarda; depo hacmi optimizasyonu ile su verimliliği ve yağmur suyu kontrolüne dayalı ekonomik (fayda/geri dönüş süreleri) ve çevresel analizler üzerinde yoğunlaşırken, eğitim binalarındaki binalarındaki spesifik kullanım senaryoları kampüs ölçeğinde değerlendirilmekte [66], [67], [70]- [72], [74]- [78] ve coğrafi konuma/kullanım tercihinine göre ayrı çalışılması gerektiği belirtilmektedir. Bu çalışmada da Diyarbakır iklim koşulları özelinde kısıtlı olan literatüre yönelik bina ölçeğinde YSH potansiyeli farklı senaryolar kurgulanarak değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

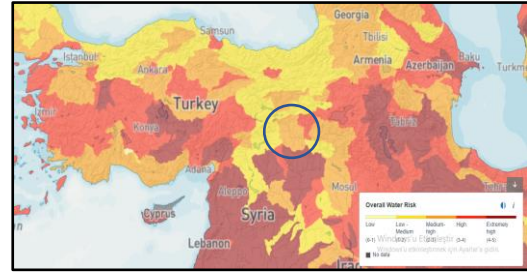
Çalışma alanı olarak seçilen Diyarbakır kenti Türkiye’nin güney doğusunda bulunmaktadır. Diyarbakır’da sert bir kara ve subtropik yayla iklimi hâkim olup, yağışların azlığı nedeniyle yazlar kurak ve çok sıcak geçer, kışlar ise Doğu Anadolu’daki gibi çok sert geçmez, çünkü Güneydoğu Toroslar kuzeyden gelen soğuk rüzgârların yolunu keser [82]. Diyarbakır’da 1975 yılına ait 42 yıllık verilere göre; ortalama yıllık sıcaklık 15.9 °C ve yıllık yağış tutarı 495.9 mm’dir [82]. 2025 yılına ait 95 yıllık (Tablo 2) ortalama yıllık sıcaklık 15.9 °C ve yıllık yağış tutarı 491.1 mm’dir [83].

Tablo 2. 1929-2024 Ölçüm periyoduna göre iklim verileri [83].

	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)
Ocak	1.8	6.8	-2.2	3.8	12.27	69.3
Şubat	3.8	9.3	-1	4.9	11.29	66.7
Mart	8.3	14.5	2.5	5.6	11.80	67.3
Nisan	13.9	20.5	7	7.2	11.13	67.9
Mayıs	19.3	26.6	11.3	9.5	8.77	44.3
Haziran	26.1	33.7	16.6	12.1	2.63	8.5
Temmuz	31.0	38.4	21.7	12.3	0.48	1.4
Ağustos	30.5	38.3	21.1	11.7	0.31	1.0
Eylül	25.1	33.4	16.1	10	1.11	5.7
Ekim	17.6	25.4	10.1	7.5	5.67	32.4
Kasım	9.7	16.4	4.2	5.5	8.17	55.7
Aralık	4.1	9.2	-0.2	3.9	11.48	70.9
Yıllık	15.9	22.7	8.9	7.8	85.10	491.1

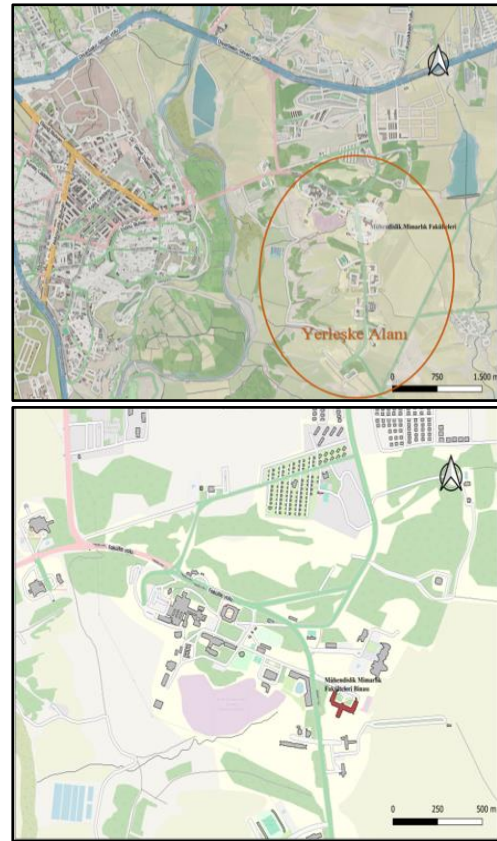
Yıllık yağış verilerinin ortalamasında düşüş gözlenmektedir. Yağışlar daha ziyade kış ve ilkbahar aylarında görülmekte, yaz ayları kurak geçmektedir.

Kuzeydeki dağların eteğine doğru gidildikçe yağışlarda artma görülür. Diyarbakır kenti World Resources Institute atlasına göre su stresi altında olan bir bölgedir [84] (Şekil 3).



Şekil 3. Dünya Kaynakları Enstitüsü Aqueeduct: Su Riski Atlası [84].

Diyarbakır ilinde Dicle Üniversitesi Merkez Sur Yerleşkesindeki Mühendislik ve Mimarlık Fakülteleri ile Sivil Havacılık Yüksekokulu’nun bulunduğu 5 bloklu kompakt yapı seçilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Dicle Üniversitesi yerleşke alanı ve Mühendislik Mimarlık Fakülteleri Binası (Araştırmacılar tarafından QGIS programı kullanılarak hazırlanmıştır).

Bu kapsamda YSH’a ilişkin mevcut potansiyel ile hasat edilebilir/kullanılabilir potansiyel su miktarı araştırılmıştır. Bununla birlikte çalışmada Tarım ve Orman Bakanlığı’na yürürlüğe konan 2024 tarihli Su Verimliliği Yönetmeliği [20] kapsamında zorunlu tutulmayan ancak aynı yönetmelikte yeşil su verimliliği değerlendirme kriterleri kapsamında sertifikanın alınabilmesi için uyumlanması gereken eğitim yapılarının; 2022 tarihli Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nce hazırlanan

Yağmur Suyu Hasadı Rehber Dokümanı'nda [26] yer alan hesaplama önerileri kullanılarak farklı kullanım senaryolarında depo hacmi hesabı yapılmıştır. Yerleşke alanındaki kompleks yapının peyzaj alanı ortak olup, bu durum elde edilebilir yağmur suyu miktarını artırarak sulamada ve/veya bina içi kullanımda ayrı da tasarlanabilecek sistemin su maliyetini azaltabileceği ön kabulüyle sulama/bina içi temizlik kullanımında elde edilebilecek potansiyelin çevresel katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Örneklem olarak seçilen binanın çatı hesabı CBS tabanlı QGIS programı kullanılarak kent 1/5000'lik İmar planı, OSM ve Esri altlığı üzerinden hesaplanmış ve yüksek çözünürlüklü görüntüsü nedeniyle TKGM Parsel Sorgu [85] uygulamasında da karşılaştırma yapılmıştır.

YSH sistem tasarımında bölgesel faktörler dikkate alınır. Sistemi bina, yerleşim ve havza ölçeğinde etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Binalarda sisteme etki eden ilk faktör çalışma alanının periyodik yağış özelliklerinin bilinmesidir [86]. Liaw ve Chiang [50], çalışmasında başlıca faktörleri: Yağış miktarı, dağılımı ve mevsimselliğin etkili olduğu “iklimsel faktörler”, çatı alanı, akış katsayısı, bina tipi ve depolama kapasitesinin belirlenmesini içeren “yapısal faktörler”, sistem kurulumu, yatırım maliyetleri, su talebi ve mali uygulanabilirlik parametrelerini içeren “ekonomik faaliyetler ile havzalardaki su akışı ve ekosistem üzerine etkileri içeren “ekolojik faktörler” olmak üzere 4 grupta değerlendirmektedir [50]. Bina ölçeğinde YSH hesaplamalarında, kullanılan modele göre günlük, aylık, mevsimsel, yıllık yağış miktarları seçilerek simüle edilmektedir. Bununla beraber talep edilen su miktarına ilişkin veriler de tespit edilerek elde edilebilecek su tasarrufu nicel olarak hesaplanmaktadır. Sistem kurulum ve tasarımda taşma, sızma ve buharlaşma gibi parametreler değerlendirilerek depolama hacmi boyutlandırması yapılmaktadır. Su tasarrufu ve güvenliği tahmini için günlük hane halkı/bina su tüketimi verileri alınmaktadır. Verimlilik ve güvenilirlik hesaplamalarına ek olarak ekonomik sürdürülebilirlik tahmini için fayda-maliyet analizleri de yapılmaktadır. Sistem maliyet bileşenleri başlangıç yatırım maliyeti (hasat elemanları ve filtreler, depolama alanı ve bileşenleri, dağıtım sistemi) ile işletme ve bakım maliyetlerinin kapsamaktadır [67]. Geri kazanım süreleri talebe göre elde edilecek su tasarrufu maliyeti ve kurulum maliyet hesabına göre yapılmaktadır. Singh (1992)'ye göre çatılardan yağmur akışı, rüzgâr etkisi; çatı eğimi; çatı malzemesinin türü; buharlaşma; sızıntı ve dökülme gibi kayıplardan dolayı yağın yağmurun tamamı toplanamaz [86]. Dolayısıyla sistemin performansı çatı alanı, çatı kaplama malzemesi, çatıya gelen yağış miktarı, ortam buharlaşma miktarı, rüzgârın yönü ve şiddeti, boru bağlantı elemanları, depo biçimleri ve hacimleri, arıtma/filtre sisteminin bakımı ve işletmesi gibi değişkenlere bağlıdır [57] [86] [87].

Literatürde birçok çalışma Gould ve Nissen-Petersen (1999)'in hesaplamaları temel alınmaktadır. Türkiye'de yürürlükte olan mevzuatta bu yaklaşıma paraleldir. Resmi Gazete 'de yayınlanan 2017 tarihli Yağmursuyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelikte projelendirme yapılırken “Yağmursuyu toplama sistemine ait proje hazırlanırken, yağış miktarları, yüzey alanları ve geçirgenlik katsayıları dikkate alınır” denmektedir. Yağmur Suyu Hasadı Rehber Dokümanı [26] ise “Toplanabilir yağmur suyu hacmi, çatı alanı, yağış miktarı ve yüzey akış katsayısı dikkate alınarak hesaplanır”, “İlk yıkama kayıpları dikkate alınmalıdır” ifadeleri yer almaktadır. Farreny vd. [11] çalışmasında YSH Potansiyeli hesabı için yerel yağış miktarı (P), toplama alanı (A) ve yüzey akış katsayısı (RC) kullanmakta olup; yöntemin McCuen, (2004), Viessman ve Lewis (2003)'nin geleneksel olarak herhangi bir havzanın pik yüzey akış hızını tahmin etmek için kullanılan rasyonel yöntemden türetildiğini belirtmektedirler [11]. Yağış miktarı; çalışmanın değerlendirme konusuna/düzeyine/dönemsel farklılıkların belirsizliğine göre günlük, aylık veya yıllık olarak alınmaktadır. Liaw ve Chiang [50] ise çalışmasında evrensel bir tanım oluşturma ve potansiyel tahmini için metodolojik bir çerçeve sunmaktadır. Bu metodolojik çerçevede ulusal düzeyde yağış miktarı, akış katsayısı, bina türü, çatı alanı, depolama kapasitesi, ikamet eden sayısı, yağmur suyu toplama verimliliği ve akışın nehir akışı üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Liaw ve Chiang [50] çalışmasında teorik potansiyel, taleple dengeli olarak mevcut potansiyel ile çevresel sürdürülebilirlik ve güvenilirlik eğrisinde optimum değerleri de dahil ederek bir çerçeve geliştirmiştir⁴ (Tablo 3).

Tablo 3. YSH sistem hesaplamalarında kullanılan değişkenler.

Değişken	Sembol	Türkiye Rehber Dokümanı (2022)	Liaw ve Chiang (2014)
Yakalama alanı (çatı, geçirimsiz)	A (m ²)	x	x
Yağış Miktarı	R veya P(mm)	x	x
Yüzey akış katsayısı	C veya Cr	x	x
Toplanabilir su hacmi	S veya Vt (m ³)	x	x
Optimum depo kapasitesi	Depo hacmi (Vs)	x	x
Su ihtiyacı	Talep (D)	x	x
Depo ve talebe göre kullanılabilir	Kullanım oranı (Φ)	x	x
Çevresel ve bölgesel kısıtlar	Çevresel sınır (r)	-	x
Depo ve talebe göre kullanılabilir	Va (m ³)	-	x
Sürdürülebilir potansiyel	Vp (m ³)	-	x

4 Çalışmada DRWH'nin iklimsel, yapı karakteristiği, ekonomik ve ekolojik yönlerini dikkate almak için üç kategori önmektedir: (1) teorik; (2) mevcut; ve (3) çevresel yağmur suyu potansiyeli. Yapılan çalışmada izlenen adımlar: (1) Tayvan genelinde on beş yağış bölgesi, yağış istasyonlarının ve idari bölgelerin yıllık ortalama 10 günlük yağış dağılımlarına dayalı kümeleme analizi ile oluşturulmuştur; (2) Her yağış bölgesindeki çatı alanı, coğrafi bilgi sistemi (GIS) ve arazi kullanım

sınıflandırma veritabanı kullanılarak tahmin edilmiştir; (3) Her yağış bölgesinde yağmur suyunun kullanımının ağırlıklı yüzdesi, her bina tipinden eşdeğer bir bina için depolama kapasitesi ve yağmur suyu tedarik güvenilirliği eğrisindeki optimal nokta ile belirlendi; (4) Her bölgede yağmur suyunu toplamak için kullanılan toplam çatı alanının yüzdesi, akarsu akışının aşağı havza üzerindeki etkisine bağlıdır.

Bu çalışmada literatür ve Rehber Dokümanında [26] yer alan hesaplamalarla bina ölçeğinde elde edilebilecek potansiyel su miktarı ve hacimsel güvenirliliği farklı senaryolar üzerinden araştırarak depo hacmine yönelik ön tahminler yapılmasıdır. Bu nedenle günlük doluluk/boşluk simülasyonları ile bağlantılı olan çevresel sürdürülebilirlik hesaplaması kapsam dışı bırakılmıştır. Rehber Doküman [26] da ortalama yağış miktarına göre birim alandan elde edilebilecek miktar (litre) için benzer olarak denklem şu şekildedir (1):

$$V_t = A \times R \times C \quad (1)$$

Teorik potansiyel, yağmur suyu toplamayı etkileyen faktörlerin iklimsel ve bina özelliklerine ilişkin yönleri, ekonomik ve ekolojik faktörler dikkate alınmaksızın yıllık yağış verilerine göre bir Domestic Rainwater Harvesting (DWRH) sistemindeki maksimum toplanabilir yağmur suyu miktarını ifade eder [50]. Liaw ve Chiang [50] Domestic Rainwater Harvesting (DWRH) çalışmasında yer alan ve bu çalışmada kullanılan teorik potansiyel denklemi şu şekildedir (2):

$$V_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k 0.001 \times (R_{ij} \times A_{ij} \times \bar{C}) \quad (2)$$

Burada;

V_t = toplam yağmur suyu potansiyeli (m^3),

R_{ij} = İklimsel Region (i) ve bölge içinde zone (j) sınırlarındaki ortalama yıllık yağış miktarı (mm),

A_{ij} = Region (i) ve zone (j) sınırlarındaki çatı alanı (m^2),

C = çatı türüne göre yüzey akış katsayısıdır.

n = Toplam bölge (region) sayısı,

k = Toplam alan (zone) sayısıdır.

Çalışmada iklim bölgesinde bir alan örneklendirildiği için $n=1$ ve $k=1$ olarak alınmıştır.

Yüzey akış katsayısı belirlenmesinde yağış olayının büyüklüğü ve şiddeti, önceki nem durumu ve hâkim rüzgârlar gibi iklimsel ve çatının eğimi, çatı malzemesi, yüzeydeki çukurlar, sızıntı veya infiltrasyon miktarı ve yüzey pürüzlülüğü gibi mimari faktörler etkilidir [11]. Farreny vd., [11] ve Liaw ve Chiang [50] gibi güncel çalışmalarda çatı malzemesine bağlı yüzey akışından üretilen akış katsayısı detaylandırılmaktadır (Tablo 4).

Liaw ve Chiang [50] çalışmasında “c” değeri için deneysel gözlem yaparak çatıdan elde edilen yağış hacmini toplam yağış hacmine oranlayarak ortalama olarak belirlemiştir. Bulunan değer literatürde yer alan sabit değerlere yakındır. Rehber Doküman [26]’da ise ek olarak eski ve yeni çatılar için katsayılar belirlenmiştir (Tablo 5).

Farreny vd. [11] çalışmasında eğimli alüminyum çatılar için literatürde 0.70, Rehber Doküman [26] ise eğimli eski metal çatılar için 0.70-0.80; düz beton kaplama çatı için 0.60-0.80 aralığı önerilmektedir.

Tablo 4. Yüzey akış katsayısı tahminlerine literatür özeti [11].

Çatı Türü	Akış Katsayısı	Kaynak
Genel Çatılar	0.70-0.90	Pacey ve Cullis (1989)
	0.75-0.95	ASCE (1969), McCuen (2004), Singh (1992), TxDOT (2009), Viessman ve Lewis (2003)
	0.85	McCuen (2004), Rahman ve diğ. (2010)
	0.80-0.90	Fewkes (2000)
	0.80	Ghisi ve diğ. (2009)
	0.80-0.95	Lancaster (2006)
Eğimli Çatılar		
Beton / Asfalt	0.90	Lancaster (2006)
Metal	0.95	Lancaster (2006)
	0.81-0.84	Liaw ve Tsai (2004)
Alüminyum	0.70	Ward ve diğ. (2010)
Düz Çatılar		
Bitümlü	0.70	Ward ve diğ. (2010)
Çakıllı	0.80-0.85	Lancaster (2006)
Düz çimento	0.81	Liaw ve Tsai (2004)

Tablo 5. Çatı malzemesine göre yağmur suyu toplama yüzeyinin akış katsayısı [26].

Su Tutma Yüzeyi	Akış Katsayısı
Kiremitler	0.75 – 0.90
Eski kiremit	0.75 – 0.80
Yeni kiremit	0.80 – 0.90
Metal Çatılar	0.70 – 0.90
Eski metal çatı	0.70 – 0.80
Yeni metal çatı	0.80 – 0.90
Kaplamalar	0.50 – 0.80
Beton kaplama	0.60 – 0.80
Tuğla kaplama	0.50 – 0.60

Çalışma kapsamında yağmur suyu potansiyel hesabı için yüzey akış katsayısı eski metal (alüminyum) eğimli çatı ve bir bölümü beton kaplama düz çatı olduğu için 0.70 alınmıştır. Çatılar için yağmur suyu verimi (V) hesabında literatürde kullanılan maksimum yağış miktarının yer aldığı denkleme filtre etkinlik katsayısı (β) (DIN, 1989’a göre 0,9) [78] eklenmekte olup şu şekilde ifade edilir;

$$V = A \times R \times C \times \beta \quad (3)$$

Burada denkleme dâhil edilen filtre etkinlik katsayısı çatıdan toplanan yağmur suyunun belli bir kısmının filtreden geçemeyeceği hesaba katılarak, katı maddelerden ayrışması için kullanılan ilk filtrenin verimlilik katsayısıdır [88]. YSH sistemleri için potansiyel arıtma seçenekleri hem depolama öncesi (moloz elekleri, filtreler ve ilk yıkama yönlendirmesi) hem de depolama sonrası önlemleri (depolama sonrası filtrasyon, klariflokülasyon ve dezenfeksiyon) içermektedir [79]. İlk sifon, yağışın ilk dakikalarında çatıda biriken kirli suyu depodan uzaklaştırarak arıtma maliyetini düşüren ve suyun yeniden kullanım potansiyelini artıran bir mekanizma olup gerekli sifon hacmi çatının boyutuna, ayrılacak su miktarına ve yağışsız geçen günlerde artan kirlilik yüküne göre

belirlenmektedir [57]. Yağmur suyu ile elde edilen su miktarı arıtma/dezenfeksiyon işlemleri ile içme suyu olarak kullanılabilir. İçme suyu dışında kalan sifon suyu, açık alan sulama, bina için temizlik ve araç suyu gibi kullanımlar için Rehber Doküman 'da özel bir kriter bulunmayıp, vorteks filtre ve pompa pislik tutucu önerilmektedir [26].

Bu çalışmada teorik potansiyel hesaplanarak, elde edilebilecek yağmur suyunun farklı senaryolar altında ihtiyaca oranını tespit edebilmek ve ön depo hacmi tahmini yapabilmek hedeflenmiştir. Teorik potansiyel; toplanabilir yağmur suyunun potansiyel miktarını ifade ederken, ilk filtrenin verimlilik katsayısı ile yağmur suyunun kayıplarına göre kullanılabilir potansiyel tespit edilmektedir. Bu çalışmada çatı katsayısı Rehber Doküman [26] ve Farreny vd.'den [11] alınmış olup, ilk filtre verimlilik katsayısı; literatürde yaygın olarak kullanılan 0.90 (Alman standartlarında (DIN, 1989)) alınmış ve denkleme eklenmiştir. Çalışmada yağmur suyu verimi hesabı yapıldıktan sonra peyzaj sulama ve bina içi zemin temizliği için farklı kullanımlara göre ihtiyaç duyulan su miktarı farklı senaryolar altında Rehber Doküman [26]'a göre hesaplanmıştır. Hasat edilebilir miktarın, kullanılabilir miktara oranı tespit edilerek; sağlanabilecek potansiyel su tasarrufu tespit edilmiştir. Rehber Dokümanı [26]'na göre;

Aylık Bahçe Sulama Suyu İhtiyacı (D_{bs}) için su yüksekliği (mm) (h) / Toprakta bulunan kullanılabilir suyun bitki tarafından tüketilmesine izin verilen yüzdesi (f) olarak hesaplanmaktadır. Sıcak kuru iklimler için $h=6.25$ mm, $f=0.50$ kabul edilmiş olup $H_t = 13.5$ mm/gün olarak hesaplanmıştır. Yeşil alan (A_y) büyüklüğünün sulama hesabında aylık yağışsız gün sayısı (N_y) alınmaktadır. Kullanılan denklem şu şekildedir:

$$D_{bs} = A_y \times H_t \times \frac{1}{1000} \times N_y \quad (4)$$

Aylık Zemin Temizleme Su İhtiyacı (D_{zt}); metrekaare yüzey alanı başına ortalama 2 litre/ay su tüketimi uygun bulunmaktadır. Yapının yüzey alanı büyüklüğü, çatı yüzey alanı (A) ile binanın kat sayısı (K_s) çarpılarak hesaplanmaktadır. Kullanılan denklem şu şekildedir:

$$D_{zt} = K_s \times A \times 2 \quad (5)$$

Araç Yıkama Su İhtiyacı (D_{ay}); hesaplama yapılırken araç sayısına (A_s); göre ortalama olarak günlük araç başına 100 litre su ihtiyacı olduğu ve ayda 10 gün yıkama yapıldığı kabulü yapılmıştır.

$$D_{ay} = A_s \times 100 \times 10 \quad (6)$$

Sifon Suyu Su İhtiyacı (D_s) hesabında; günlük kullanan kişi sayısı (K_{gs} : kişi sayısı/gün), alışkanlıklara göre sifon kullanım sayısı (S_k), açık olunan gün sayısı (G_a) ve rezervuar hacmine (V_r) göre tespit edilmektedir.

$$D_s = K_{gs} \times S_k \times G_a \times V_r \quad (7)$$

Hacimsel Güvenirlik Hesabı (Arz /Talep Oranı %): çalışmada araştırılan kullanımlar için; temin/arz edilebilecek (V_t) miktarın talebe/ihtiyaca (D) oranı olan R_v (Hacimsel güvenirlik) değeri hesaplanmıştır. Bu değer tam karşılanma durumu için %100 olarak sınırlandırılmaktadır. Hacimsel güvenirlik için kullanılan denklem [89] şu şekildedir:

$$R_v = \frac{V_t}{D} \times 100 \quad (8)$$

Depo Kapasitesi, yağış yoğunluğu/düzeni, elde edilebilecek su miktarı ve talep edilen su miktarı temelinde hesaplanmaktadır. Literatürde su güvenliği (hacimsel güvenirlik) ile ilişkili optimum depo hacmine ilişkin simülasyon ve standart hesaplamaları içeren bir çok çalışma bulunmaktadır. Rehber doküman [26]'da optimum hacim belirlenmesinde yakalama yüzeyinden elde edilebilecek günlük yağış potansiyeli ve yağmur suyunun kullanılacağı alanda günlük ihtiyaç duyulan su miktarının dengeleme hesaplamalarının yapılması önerilir. Günlük su gereksinimi ve yağmur suyu potansiyeli kıyaslanarak; minimum olan değer en az 3 gün depolanabilecek şekilde depo seçimi yapılmaktadır. Çalışma kapsamında bina içi sifon suyu kullanımı verilerine ulaşılamadığından bina içi temizlik ve bina dışı sulama ihtiyacına göre hesap yapılmıştır.

Rehber Doküman [26]'a göre depo hacmi (V_d), üç günlük dengeleme süresi esas alınarak günlük yağış potansiyeli (R_g (m³/gün)) ile günlük su ihtiyacının (D_g (m³/gün)) değeri üzerinden hesaplanır, kullanılan denklemler şu şekildedir:

$$R_g = \frac{R_{max,ay}}{30} \quad (9)$$

$$R_g < D_g \quad V_d = 3 \times R_g \quad (10)$$

$$R_g > D_g \quad V_d = 3 \times D_g \quad (11)$$

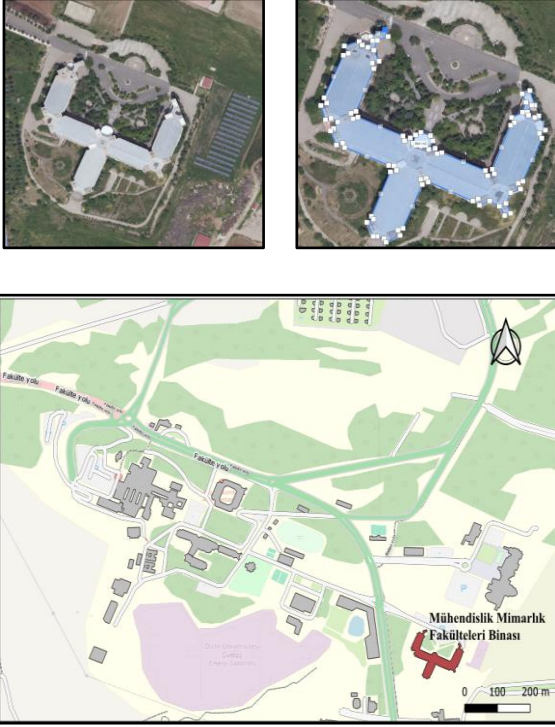
Su ihtiyacı (Tablo 6) dikkate alınarak verilen denklemlere göre yapılan hesaplamaların sonuçları bulgular bölümünde yer almaktadır.

Tablo 6. Birim alan (m²) günlük su ihtiyacı.

Kullanım yeri	Günlük İhtiyaç
Bina İçi Kullanım [26]	
Zemin Temizleme	2 L/m ² (0.002 m ³)
Bina Dışı Kullanım [1 m ² alan ve yağışsız 1 gün kabulü]	
Bahçe Sulama	13,5 L/m ² (0,0135 m ³)

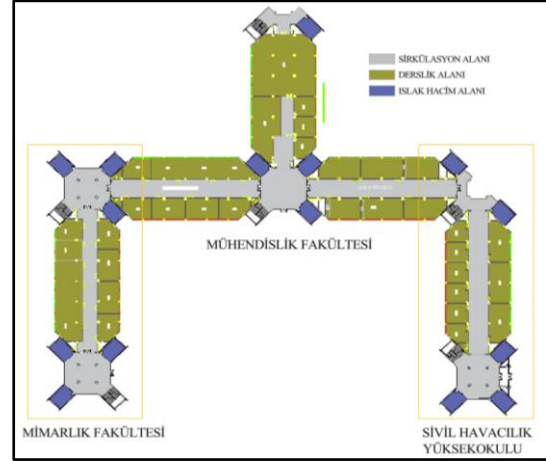
Bulgular

Diyarbakır Dicle Üniversitesi Merkez Sur Yerleşkesindeki Mühendislik ve Mimarlık Fakülteleri ile Sivil Havacılık Yüksekokulu, B+Z+3 kat olarak etaplar halinde farklı dönemlerde inşa edilmiş kompakt bir yapıdır (Şekil 3-Şekil 4). Mühendislik Fakültesi ve Sivil Havacılık Yüksekokulu Blokları 22 139.76 m² ve Mimarlık Fakültesi Bloğu 7 763.62 m² olup yapı toplam kapalı alanı 29 903.38 m²'dir [90]. Yapı 5 bloktan oluşmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Yapı grubu ([85]; QGIS programı ile yapılan haritalandırma çalışması, 2025).

Yapının çatısı bloklarda beşik çatı olup, blok bağlantılarının olduğu fuaye alanlarında merdiven ve ıslak hacimler kütleleri düz betonarmedir. Çatı düşeyde hareketlendirilmiş merdiven ve ıslak hacim alanlarının düz çatı alanları toplamda 693 m², eğimli beşik çatı alanı 6 628 m²'dir. Alüminyum trapezodial kaplama beşik çatı ve beton kaplama düz çatı örtüsünden oluşan yapının toplam çatı alanı 7 321 m²'dir. Çatı alan hesabı mimari proje (Şekil 6) ve GIS tabanlı QGIS programında, 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı [24], OSM ve ESRI harita altlığı kullanılarak etaplar halinde inşa edilen ve tadilat gören yapının güncel çatı alanı hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama doğrulama amaçlı olarak TKGM parsel sorgu uygulaması [85] ile çakıştırılmıştır.



Şekil 6. Yapı grubu derslik kat planı örneği (Proje: [91]).

Teorik potansiyel hesabı; denklem 2'ye göre hesaplanmıştır. Çalışmada iklim bölgesinde bir alan örneklendirildiği için n ve k değeri 1 olarak alınmıştır. Yapının düz örtüleri için 0.70 katsayısı alınmıştır. Teorik potansiyel hesaplanmıştır (Tablo 7). Buna göre elde edilebilir yağmur suyu potansiyelinin yüksek olduğu dönem Aralık-Nisan arası olup, en yüksek olduğu ay Aralık, en düşük olduğu dönem Haziran-Eylül olup, en düşük olduğu ay Ağustos'tur.

Tablo 7. Aylara göre teorik toplam yağmursuyu potansiyeli denklem (2) bulguları.

	Ortalama Aylık Yağış (mm) (R _{ij})	Toplam Çatı Alanı (m ²) (A _{ij})	Akış Katsayısı (C)	Teorik Toplam Yağmursuyu Potansiyeli (m ³)
Ocak	69.30	7 231.00	0.70	350.78
Şubat	66.70	7 231.00	0.70	337.62
Mart	67.30	7 231.00	0.70	340.65
Nisan	67.90	7 231.00	0.70	343.69
Mayıs	44.30	7 231.00	0.70	224.23
Haziran	8.50	7 231.00	0.70	43.02
Temmuz	1.40	7 231.00	0.70	7.09
Ağustos	1.00	7 231.00	0.70	5.06
Eylül	5.70	7 231.00	0.70	28.85
Ekim	32.40	7 231.00	0.70	164.00
Kasım	55.70	7 231.00	0.70	281.94
Aralık	70.90	7 231.00	0.70	358.87
Yıllık Toplam	491.10	7 231.00	0.70	2 485.80

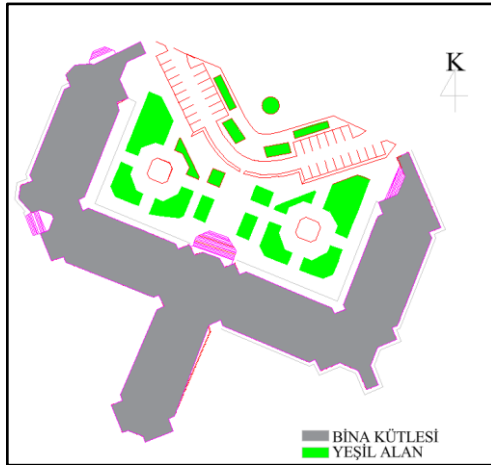
Yağmur suyu verimi hesabı; denklem 3'e göre yapılmıştır. Suyun kullanılabilirliği için yapılan su verimi hesabında ilk filtre verimlilik katsayısı (0.90) hesaba dâhil edilmiştir. Bu değer teorik elde edilebilir potansiyel ile çarpılarak hesaplanmıştır (Tablo 8). Yağmur suyu verimi hesabına göre kullanılabilir toplam yağmur suyu potansiyeli 2 237.22 m³'tür.

Tablo 8. Aylara göre kullanılabilir toplam yağmur suyu potansiyeli denklem (3) bulguları.

	Teorik Toplam Yağmursuyu Potansiyeli (m^3) (V_1)	Filtre Etkinlik katsayısı (0-9)	Kullanılabilir Toplam Yağmur Suyu Potansiyeli (m^3)
Ocak	350.78	0.90	315.70
Şubat	337.62	0.90	303.85
Mart	340.65	0.90	306.59
Nisan	343.69	0.90	309.32
Mayıs	224.23	0.90	201.81
Haziran	43.02	0.90	38.72
Temmuz	7.09	0.90	6.38
Ağustos	5.06	0.90	4.56
Eylül	28.85	0.90	25.97
Ekim	164.00	0.90	147.60
Kasım	281.94	0.90	253.74
Aralık	358.87	0.90	322.99
Yıllık Toplam	2 485.80	0.90	2 237.22

Su ihtiyacı hesabı; denklem 4 ve 5'e göre hesaplanmıştır. Elde edilen potansiyel su miktarı ile hacimsel güvenilirlik hesabı yapılmıştır. Bu kapsamda su ihtiyacı verilerine ulaşılamadığından bina içinde zemin temizleme ve bahçe sulama ihtiyaçlarına göre hesaplanmıştır.

Sulama için su ihtiyacı; Yapı kompleksinin ön avlusu bina girişlerinin bulunduğu cephe olup, düzenlenmiş açık yeşil bir alana sahiptir (Şekil 7). Bu bağlamda bina önünde yer alan bahçe için sulama ihtiyacı hesaplanmıştır. Bahçenin alanı hâlihazır plan [25] üzerinden 1 342.08 m^2 olarak hesaplanmıştır.

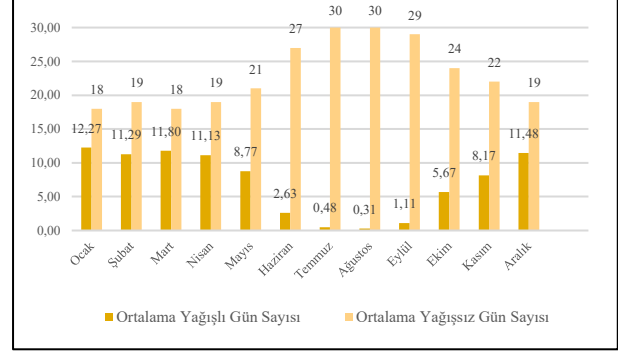


Şekil 7. Yapı grubu hâlihazır planı [25].

Çakar [81], çalışmada bir siteye ait yeşil alanların yağmur suyu ile sulanmasında her gün, haftada 2 kez ve haftada 1 kez sulama senaryolarını kullanmıştır. Aldawahid [89] çalışmada benzer şekilde sulama yapılan ayları Nisan-Eylül arası almıştır. Rehber Doküman [26]'da denklem yağışsız günler üzerinden yapılmaktadır. Bu çalışmada çim ve yerleşik ağaçlık alanlar için benzer senaryolar kurgulanarak kurak bir iklimi olan Diyarbakır bölgesinde Nisan-Ekim arası 7 ay süreli sulama değerlendirilmiştir. Rehber Doküman [26]'a göre yapılan

hesaplama 1 342.08 m^2 yeşil alan için H_t değeri 13.50 alınarak 0.001 dönüşüm çarpanı ile yağışsız günlerde (Şekil 8) her gün, haftada bir kez ve haftada iki kez olarak kurgulanmıştır. Yağışsız günlerde sulama sıklığına göre su ihtiyacı denklem 4 ile hesaplanmıştır (Tablo 9).

Şekil 8. Aylara göre ortalama yağışlı/yağışsız gün sayısı [83].



Tablo 9. Yağışsız günlerde sulama sıklığına göre su ihtiyacı denklem (4) bulguları.

	her gün		haftada iki kez		haftada bir kez	
	Aylık Toplam Sulama sıklığı	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)	Aylık Toplam Sulama sıklığı	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)	Aylık Toplam Sulama sıklığı	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)
Ocak	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0
Nisan	19	344.24	5	98.38	3	49.10
Mayıs	21	380.48	6	108.71	3	54.35
Haziran	27	489.19	8	139.69	5	90.59
Temmuz	30	543.54	9	155.27	5	90.59
Ağustos	30	543.54	9	155.27	5	90.59
Eylül	29	525.42	8	150.20	5	90.59
Ekim	24	434.83	7	124.29	4	72.47
Kasım	0	0	0	0	0	0
Aralık	0	0	0	0	0	0
Yıllık Toplam	180	3 261.25	51	931.81	30	538.29

Bina içi zemin temizleme hesabında; yaz okulu dâhil olmak üzere tüm yıl öğrenci ve personellere hizmet veren bina için aylık su ihtiyacı denklem 5'e göre hesaplanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Bina temizliğinde aylık ve yıllık su ihtiyacı denklem (5) bulguları.

Kat Sayısı	Çatı Alanı (m^2)	m^2 başına ortalama su tüketimi	Zemin Temizleme Su İhtiyacı (m^3/ay)	Yıllık Zemin Temizleme Su İhtiyacı (m^3)
5	7 231	2 L (0.002 m^3)	72.31	867.72

Yıllık elde edilebilecek 2 237.22 m^3 yağmur suyunun toplam yıllık su ihtiyacını karşılama oranları; bina içi kullanımda fiili ihtiyacın tamamını, bina dışı kullanımda üç

farklı senaryolara göre her gün sulamada %61.78'ini, haftada iki kez ve bir kez sulamada tamamını karşılayabildiği görülmektedir (Tablo 11). Ayrıca kullanım türüne göre teorik olarak ihtiyacın üzerinde arz potansiyeline sahiptir.

Tablo 11. Kullanım türüne göre toplam yıllık su ihtiyacı ve R_v (%) karşılanma oranı.

	Yıllık su ihtiyacı (m ³)	Yıllık Karşılanma oranı R_v (%)
Bina içi kullanım		
Zemin temizliğinde (Senaryo 1)	867.72	257.83
Bina Dışı Kullanım		
Her gün sulamada (Senaryo 2)	3 621.25	61.78
Haftada iki kez sulamada (Senaryo 3)	931.81	240.09
Haftada bir kez sulamada (Senaryo 4)	538.29	415.62

Hacimsel Güvenirlik; su ihtiyacın karşılanabilme oranını ifade etmektedir. Depo türü, hacmi ve kullanım alanı; sistemin kurulum maliyeti de etkin faktörler olup zaman adımı güvenilirlik hesaplamaları ihtiyacın karşılanabilme oranlarını tespit amacıyla yapılmaktadır. Çalışmada araştırılan kullanımlar için hesaplanırken deponun yeri ve özellikleri göz önüne alınarak bina içi ve bina dışı kullanımlar ayrı değerlendirilmiştir.

Yağmur suyunun kullanım alanının ve depo türü/konumu kararlarının alınması aşamasında karşılaştırma yapılabilmesi için bina içi ve dışı kullanımlara göre hacimsel güvenilirlik (arz/talep oranı) denklem 8'e göre hesaplanmıştır (Tablo 12-13). Yağışların azalması ve sıcaklığın yüksek olması nedeniyle su tasarrufu açısından en düşük oran Temmuz-Ağustos aylarıdır. Temmuz ve Ağustos aylarında R_v değerlerinin yani arz/talepte tam karşılama oranında %1'in altına düştüğü görülmektedir. Bu durum, Diyarbakır'da yaz aylarında yağışın çok düşük seviyelere inmesiyle kuraklığın nicel bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, söz konusu sistemin yaz döneminde işlevsiz olduğu şeklinde değil bazda anlık hasat üzerinden hesaplandığından devredebilecek su miktarı ayrıca değerlendirilmelidir. Özellikle daha yüksek yağışların olduğu kış ve ilkbahar aylarında depoda su birikmesi halinde (carry-over storage / kümülatif depolama), yaz aylarındaki arz açığı kısmen dengelenebilir ve yaz dönemine ilişkin performans farklılaşarak oranlar değişkenlik gösterecektir. Hacimsel güvenilirlik (Arz/Talep Oranı) hesaplamasına göre bina içi kullanımda en düşük değer % 6.30 ile Ağustos, en yüksek değer % 446.67 ile Aralık ayıdır. Bina dışı kullanımda sulama dönemi ve sıklığı dikkate alındığında her üç senaryoda da en düşük değer % 0.84, % 2.94 ve % 5.03 ile Ağustos, en yüksek değer % 89.95, % 314.41 ve % 629.98 ile Nisan ayıdır. Kullanım türüne göre hacimsel güvenilirlik %200-%400 civarında olup; değerlerin %100'ün üzerinde olması, ilgili dönemde sistemin talebin üzerinde su arzı sağladığını

göstermektedir. Dolayısıyla sistem bina içi temizlik kullanımında aylık fiili ihtiyacın %100'ünü karşılayabilmektedir. Sulama sıklığına göre yaz aylarında düşük ancak sulamanın olduğu ilk ve sonbahar en az %33.94'ünü karşılayabilmektedir.

Tablo 12. Aylara göre bina içi zemin temizliği kullanımında R_v (Hacimsel güvenilirlik - Arz/Talep Oranı) denklem (8) bulguları.

	Su temini	Aylık Su İhtiyacı (m ³ /ay)	R_v (%)
Ocak	315.70	72.31	436.59
Şubat	303.85	72.31	420.21
Mart	306.59	72.31	423.99
Nisan	309.32	72.31	427.77
Mayıs	201.81	72.31	279.09
Haziran	38.72	72.31	53.55
Temmuz	6.38	72.31	8.82
Ağustos	4.56	72.31	6.30
Eylül	25.97	72.31	35.91
Ekim	147.60	72.31	204.12
Kasım	253.74	72.31	350.91
Aralık	322.99	72.31	446.67

Tablo 13. Bina dışı sulamada kullanım sıklığına göre R_v (Hacimsel güvenilirlik - Arz/Talep Oranı) denklem (8) bulguları.

	Her gün sulamada		Haftada iki kez sulamada		Haftada bir kez sulamada	
	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m ³ /ay)	R_v (%)	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m ³ /ay)	R_v (%)	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m ³ /ay)	R_v (%)
Ocak	0	0	0	0	0	0
Şubat	0	0	0	0	0	0
Mart	0	0	0	0	0	0
Nisan	344.24	89.85	98.38	314.41	49.10	629.98
Mayıs	380.48	53.04	108.71	185.64	54.35	371.29
Haziran	489.19	7.92	139.69	27.72	90.59	42.74
Temmuz	543.54	1.17	155.27	4.11	90.59	7.04
Ağustos	543.54	0.84	155.27	2.94	90.59	5.03
Eylül	525.42	4.94	150.20	17.29	90.59	28.67
Ekim	434.83	33.94	124.29	118.75	72.47	203.66
Kasım	0	0	0	0	0	0
Aralık	0	0	0	0	0	0

Depo hacmi hesabında yağış potansiyeli için su temininin en yüksek olduğu aya göre depo hacmi belirlenmektedir. Literatürde daha ileri hesaplamalar için günlük zaman adımı simülasyonlar ile optimum depo hacmi hesaplanmaktadır. Su kullanımının aktif olması ile deponun doluluk ve boşluk durumuna göre maksimum yağış verisi de alınarak Rehber Doküman [26] optimum hacim önerilmektedir. Çalışmada da optimum depo hacmi yağış potansiyeli ve su ihtiyacı arasındaki bağıntıda verilen iki önerme kullanım türüne göre ayrı ayrı denklem 9-10 ve 11 kullanılarak hesaplanmıştır. Bina içi kullanımda en fazla

yağış potansiyeli olan Aralık ayı, sulama döneminde ise Nisan ayı verisi kullanılmıştır.

YSH ile elde edilen miktar bina içi zemin temizliğinde kullanıldığı takdirde günlük yağış potansiyeli günlük su ihtiyacından daha düşük olduğu için depo hacminde 10 nolu denklem kullanılmıştır (Tablo 14). Depo için 7.23 m^3 hacim gerekmekte olup 1 adet 10 m^3 'lük depo yeterli olacaktır. Ancak yağmur suyu arzının yüksek olması ve hacimsel güvenilirlik verileri beraber değerlendirildiğinde bina içi kullanım amacıyla elde edilen su, sifon ihtiyacı gibi kullanımına yönelik günlük verilerin sağlanması ile yapılacak hesaplamalardan sonra tasarlanacak bir depo ile rezervuarlarda değerlendirilebilir.

Tablo 14. Bina içi zemin temizliğine göre depo hacmi hesabı denklem (9-10) bulguları.

Günlük yağış potansiyeli ($\text{m}^3/\text{gün}$)	Maksimum yağış potansiyeli* (m^3/ay) / 30	$322.99/30=10.76$
Günlük su ihtiyacı ($\text{m}^3/\text{gün}$)	Kullanım alanında günlük maksimum su ihtiyacı (Zemin temizliğinde)	$72.31/30= 2.41$
Depo hacmi (m^3)	Günlük yağış potansiyeli > Günlük su ihtiyacı ise $\rightarrow 3 \text{ gün} \times \text{Günlük su ihtiyacı}$	$3*2.41=7.23$

* Aralık ayı alınmıştır

Günlük sulama ihtiyacı yağışsız günlerde aylık olarak hesaplanan miktarın gün sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Buna göre her gün sulamada 18.12 m^3 , haftada iki kez sulamada 5.18 , haftada bir kez sulamada ise $2.58-3.36 \text{ m}^3$ su gerekmektedir (Tablo 15).

Tablo 15. Bina dışı sulamada yağışsız günlere göre günlük sulama suyu ihtiyacı.

			Her gün sulamada	Haftada iki kez sulamada	Haftada bir kez sulamada		
	Su temini	Ortalama Yağışsız Gün Sayısı	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)	Günlük Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)	Günlük Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)	Aylık Sulama Suyu İhtiyacı (m^3/ay)
Ocak	315.70	18	0	0	0	0	0
Şubat	303.85	19	0	0	0	0	0
Mart	306.59	18	0	0	0	0	0
Nisan	309.32	19	344.24	18.12	98.38	5.18	49.10
Mayıs	201.81	21	380.48	18.12	108.71	5.18	54.35
Haziran	38.72	27	489.19	18.12	139.69	5.18	90.59
Temmuz	6.38	30	543.54	18.12	155.27	5.18	90.59
Ağustos	4.56	30	543.54	18.12	155.27	5.18	90.59
Eylül	25.97	29	525.42	18.12	150.20	5.18	90.59
Ekim	147.60	24	434.83	18.12	124.29	5.18	72.47
Kasım	253.74	22	0	0	0	0	0
Aralık	322.99	19	0	0	0	0	0

Rehber Doküman [26]'da maksimum yağışın olduğu ay depo hacmi hesaplanırken kullanılmaktadır. Sulama dönemi Nisan-Ekim aralığında olup maksimum aylık yağış

Nisan ayındadır. Nisan ayına göre denklem uyarlandığında günlük yağış potansiyeli $309.32/30= 10.32 \text{ m}^3$ 'tür (Tablo 16). Her gün sulama yapılan senaryoda günlük yağış potansiyeli (10.31 m^3) günlük su ihtiyacından (18.12 m^3) daha düşük olduğu için depo hacminde 10 nolu denklem kullanılmıştır. Haftalık iki kez ve bir kez sulama senaryosunda ise günlük yağış potansiyeli (10.31 m^3) günlük su ihtiyacından ($5.18-2.58 \text{ m}^3$) daha yüksek olduğu için 11 nolu denklem kullanılmıştır.

Yapılan hesaplamalara göre bina dışı kullanımlarda depo hacmi 30.96 m^3 ve 54.96 m^3 olarak hesaplanmıştır (Tablo 16).

Tablo 16. Bina dışı sulamaya göre depo hacmi hesabı denklem (9-10-11) bulguları.

Günlük yağış potansiyeli ($\text{m}^3/\text{gün}$)	Maksimum yağış potansiyeli (m^3/ay) */ 30	$309.32/30=10.32$
Günlük su ihtiyacı ($\text{m}^3/\text{gün}$)	Kullanım alanında günlük maksimum su ihtiyacı (Her gün sulamada)	18.12
	Kullanım alanında günlük maksimum su ihtiyacı (Haftada 2 defa sulamada)	5.18
	Kullanım alanında günlük maksimum su ihtiyacı (Haftada bir defa sulamada)	2.58-3.56
Depo hacmi (m^3)	Günlük yağış potansiyeli < Günlük su ihtiyacı ise $\rightarrow 3 \text{ gün} \times \text{Günlük yağış potansiyeli}$	$3*10.32=30.96$
	Günlük yağış potansiyeli > Günlük su ihtiyacı ise $\rightarrow 3 \text{ gün} \times \text{Günlük su ihtiyacı}$	$3*18.12= 54.96$

*Sulama dönemi için Nisan ayı alınmıştır.

Uygulama alanına göre seçilecek depoda sulama sıklığı deponun hacmini belirleme de önemlidir. Yapılacak sulama planlamasında sıklık göz önüne alınarak 1 adet 40 m^3 (40 ton) veya 1 adet 60 m^3 (60 ton) depo uygun olacaktır.

Sonuç

Çevresel ve yerel koşullara yanıt veren ekolojik dengeyi kurabilen, çevresel uyumla beraber ekonomik ve sosyal performansı kapsayan bütüncül kaliteyi hedefleyen yapı uygulamaları “Sürdürülebilir Bina” olarak tanımlanabilmektedir [92]. Sürdürülebilir bina yaklaşımında tasarım ve uygulamalar için malzeme kullanımı, yenilenebilir enerji ve su kaynaklarının korunumu/alternatif değerlendirmeler önemli temalar ve sertifikasyon adımlarında değerlendirme ölçütleridir. Bununla birlikte su kullanımında tasarruf tedbirleri ve suyun farklı yöntemlerle (deniz suyu arıtımı, yağmur suyu hasadı, yapay göletler vb.) elde edilmesi konuları sıklıkla araştırılmaktadır [1], [6] [46] [54] [56] [88]. Su kaynaklarının yönetimi yaklaşım önerileri: alışkanlıkların değiştirilmesi, tasarruflu teknolojilerin/cihazların benimsenmesini içeren mevcut su kaynaklarının verimli şekilde kullanılması ve/veya yağmur suyu hasadı, su ıslahı, gri suyun yeniden kullanılması, atık ve/veya deniz suyu arıtımı gibi yeni ve alternatif su kaynaklarının değerlendirilmesi ve sürdürülebilir politikaların benimsenmesidir [1] [6] [46] [54] [56] [58] [80] [88].

Su temini veya taşkın yönteminde hidrolojik döngünün yeniden kurulmasında etkili olan yağmur suyu kullanımı [53], sürdürülebilir binalarda da araştırılmakta ve uygulanmaktadır. Sürdürülebilir binalarda evsel atık sular veya çatıdan elde edilen yağmur suları filtreleme, arıtma ve dezenfeksiyon işlemlerinden sonra kullanılabilir [2] [47] [93] [94].

Bu bağlamda yapılacak çalışmalar ekolojik, iklimsel ve ekonomik faktörler dikkate alınarak yöreye özgü koşullara göre yapılmaktadır. Bu çalışmada da insani sorumluluk, yasal mevzuat ve yaşamsal zorunluluk gereğiyle su kullanımında döngüye fayda sağlayabilecek potansiyellerinin değerlendirilmesini bu bağlamda bina ölçeğinde sürdürülebilir su yönetimini YSH üzerinden konu etmektedir.

Diyarbakır iklim koşullarında örneklem alanı olarak belirlenen kampüs eğitim yapısı için teorik olarak elde edilebilir yağmur suyu potansiyeli su tasarrufuna katkı sunabilecek özelliktedir. Su tasarrufu potansiyeli yapının çatı yüzeyinin büyük olmasından dolayı yüksektir. Hacimsel güvenilirlik hesaplanmalarına göre kurulacak YSH sistemi ile bina içi temizlik suyu kullanımında fiili ihtiyacın tamamını karşılayabilmektedir. Sulama sıklığına göre çalışmada kurgulanan üç senaryo için yaz aylarında düşük ancak sulamanın olduğu ilk ve sonbahar dönemlerinde de ihtiyacın önemli bir bölümünü karşılayabilmektedir. Ayrıca kullanım türüne göre teorik olarak %200-%400 civarında arz potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel rezervuar gibi bina içi kullanımların çeşitlendirilmesi veya bina dışında bulunan havuzların doldurulması gibi farklı amaçlar için kullanılabilir. Binanın ayrıştırılmış su kullanım verilerine ulaşılmadığından bu çalışma örnek temsil etmesi amacıyla bina içinde temizlik, bina dışında sulama ile sınırlandırılmıştır.

Depolama kapasitesi için literatürde en yüksek yağışın olduğu aya göre maksimum depo hacmi; güncel çalışmalarda ise kurulacak sistemin ekonomik olması ve doluluk/boşluk durumuna göre işlevsel kapasitenin ortaya konması için günlük simülasyonlara dayalı optimum hacim hesabı ile belirlenmektedir. Bu çalışmada da bina içi temizlik ve bina dışı sulamada farklı kullanım senaryolarına göre Rehber Doküman [26]'da önerilen kabuller ile hesaplama yapılmış, optimum depo hacmi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu hesaplamlarda maksimum yağış potansiyeli, ihtiyaç ve 3 günlük hesaplar ile sınırlandırılmıştır. Yapılan hesaplama da literatürde yer alan en yüksek yağış miktarına göre depo hacmi için üç adet 100 tonluk tank gerekirken, güncel çalışmalarda ve rehber dokümanda yer alan optimum yaklaşıma göre kullanım amacına bağlı olarak bir adet 10 (bina içi kullanım) ve 40 veya 60 ton (bina dışı kullanım) depo yeterli olabilecektir. Altyapı ve bağlantı bileşenlerinin maliyeti kullanım tercihinin göre yapılacak uygulama projesinde depo yerine/türüne göre değişkenlik gösterecektir. Bununla birlikte depolama tankı için örnek olarak yeraltında yapılacak 100 tonluk bir polyester depo 2026 yılı için 907 385 TL [95] tutarında fiyatlandırılmaktadır. Buna göre 3 adet 100 ton depo için 2 722 155 TL bütçe gerekmektedir. Ancak Tarım ve Orman Bakanlığı'na yayınlanan YSH

Rehber Dokümanı [26]'na göre yapılan hesaplamada 1 adet 10 ton (bina içi kullanım) depo da 89 720 TL olarak fiyatlandırılmaktadır. Benzer şekilde bina dışı kullanımda belirlenen 40 ton depo 355 035 TL; 60 ton depo ise 595 895 TL olarak fiyatlandırılmaktadır [95]. Dolayısıyla kapasitenin dolu/boş durumu, bina içi/dışı gibi kullanım tercihi ve yeraltı/yerüstü planlamasına göre değişebilecek örnek polyester bir yeraltı deposu için bir yeraltı deposu için sırasıyla; %96.70, %86.95, %78.11 oranda maliyet tasarrufu yapılabilir. Böylece maksimum yağış ayına göre belirlenen belli dönemlerde boş kalacak büyük bir depo yerine daha ekonomik boyut ve maliyetli, kullanımlar için daha işlevsel bir hacim çerçevesi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma ile görülmektedir ki YSH ile bina içi zemin temizliği kullanımında ihtiyaçtan fazla, sulamada ise önemli oranda tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan talebe göre sınırlandırılmış kısa süreli depolama yaklaşımı kullanılmıştır. Ancak elde edilebilecek fazla su arzı farklı kullanımlar planlanarak değerlendirilebilir. Diyarbakır örneklem alanında yapılan çalışma; bina içi diğer kullanım verileri dahil edilerek kurulacak YSH sisteminin günlük yağış verilerine dayalı zaman serisi temelli su dengesi simülasyonları analizleri, doluluk/boşluk davranış oranı ve taşma miktarının belirlenmesi ile yeni bir optimum depo hacmi tespitinin yapılması sonucu ileride yapılacak çalışmalar ile derinleştirilebilir ve sistem kurulumuna yönelik projelendirilme de kullanılabilir. İleri düzeyde günlük adımlı zaman simülasyonların yanı sıra planlama da maliyet-geri ödeme süresinin yer aldığı net fayda hesabıyla da genişletilebilir. Bunlara ek olarak, hasat edilen suyun kalitesinin tespit edilmesi ve dezenfeksiyon/sterilizasyon gereksinimlerine göre arıtma işlemlerine yönelik araştırmaların yapılması sonucunda kullanım amacına göre karar verilerek uygulama projelerinde ile detaylandırılabilir. Çalışmada kullanılan Liaw ve Chiang [50] teorik potansiyel ve kullanılabilir potansiyel ulusal ölçekte iklim bölgelerine ve alanlarına göre genişletilerek kullanılabilir. Yine aynı yöntem içerisinde bulunan ancak çalışmaya dâhil edilmeyen çevresel sürdürülebilirlik yöntemi havza ölçeğinde yapılacak çalışmalarda kullanılabilir.

Bu çalışma, yönetmelik kapsamında zorunlu tutulmayan ancak sertifikasyon sürecinde uyumlanması gereken mevcut binalarda bile su tasarruf potansiyelinin ne kadar yüksek olduğunu kanıtlamıştır. Üniversitelerin kent içinde temsiliyet durumu göz önüne alındığında sürdürülebilir yaklaşımların imajı güçlendirilebileceği, çevresel katkı sağlayabileceği, etkin bir su tasarrufu yapılabileceği ve YSH gibi sürdürülebilir yaklaşımlar ile kent içinde su yönetimine dair farkındalığı artırabilir.

Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur.

Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları

A.Biçen: Çalışma konsepti ve tasarım, verilerin analizi ve yorumlanması, literatür taraması, taslağın oluşturulması, yazım denetimi ve içerik açısından makalenin revizyonu, sonuçların değerlendirilmesi.

H.Demir Kayan: Çalışma konsepti ve tasarım, taslağın oluşturulması, yazım denetimi ve içerik açısından makalenin revizyonu, sonuçların değerlendirilmesi.

M.C. Aydın: Verilerin analizi ve yorumlanması, yazım denetimi ve içerik açısından makalenin revizyonu, sonuçların değerlendirilmesi.

Kaynaklar

- [1] A. Raimondi, R. Quinn, G. R. Abhijith, G. Becciu and A. Ostfeld, "Rainwater harvesting and treatment: State of the art and perspectives," *Water*, vol. 15, no. 8, pp. 1518, April, 2023. Accessed on: June, 3, 2025, DOI:10.3390/w15081518, [Online].
- [2] P. Selimoğlu ve R. Yamaçlı, "Sürdürülebilir yağmur suyu hasadı üzerine yapısal bir inceleme," *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, cilt 5, no. 2, ss. 210–231, Aralık, 2022. Accessed on: September, 8, 2025 DOI:10.51764/smutgd.1121620, [Online].
- [3] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Toprak su kaynakları" [Çevrimiçi]. Erişim tarihi: 8 Ekim 2025, <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
- [4] WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), "Türkiye'de su kaynaklarının güncel durumu," [Çevrimiçi]. Erişim tarihi: 22 Eylül 2025, erişim: https://www.wwf.org.tr/kesfet/tatli_su/turkiyede_su_kaynaklarının_guncel_durumu/
- [5] A. I. Che-Ani, N. Shaari, A. Sairi, M. F. Zain and M. M. Tahir, "Rainwater harvesting as an alternative water supply in the future," *European journal of scientific research*, vol. 34, no. 1, pp. 132-140, 2009. DOI:10.3390/w15081518
- [6] S. Yannopoulos, I. Giannopoulou and M. Kaiafa-Saropoulou, "Investigation of the current situation and prospects for the development of rainwater harvesting as a tool to confront water scarcity worldwide," *Water*, vol. 11, no. 10, p. 2168, October, 2019. Accessed on: July, 12, 2025, DOI:10.3390/w11102168, [Online].
- [7] V. Kisakye and B. Van der Bruggen, "Effects of climate change on water savings and water security from rainwater harvesting systems," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 138, pp. 49–63, November, 2018. DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.07.009
- [8] K. Bañas, M. E. Robles and M. Maniquiz-Redillas, "Stormwater harvesting from roof catchments: A review of design, efficiency, and sustainability," *Water*, vol. 15, no. 9, p. 1774, May, 2023. Accessed on: June, 25, 2025, DOI: 10.3390/w15091774, [Online].
- [9] H. Furumai, J. Kim, M. Imbe and H. Okui, "Recent application of rainwater storage and harvesting in Japan," *Proc. 3rd RWHM Workshop*, Vienna, Austria, Sept. 2008, vol. 11, p.7.
- [10] E. Ghisi, "Parameters influencing the sizing of rainwater tanks for use in houses," *Water Resources Management*, vol. 24, no. 10, pp. 2381–2403, December, 2010. Accessed on: March, 14, 2025, DOI: 10.1007/s11269-009-9557-4, [Online].
- [11] R. Farreny, T. Morales-Pinzón, A. Guisasola, C. Tayà, J. Rieradevall and X. Gabarrell, "Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain," *Water Research*, vol. 45, no. 10, pp. 3245–3254, May, 2011. Accessed on: May, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.watres.2011.03.036, [Online].
- [12] M. A. Imteaz, A. Rahman and A. Ahsan, "Reliability analysis of rainwater tanks: A comparison between South-East and Central Melbourne," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 66, pp. 1–7, September, 2012. Accessed on: June, 3, 2025, DOI: 10.1016/j.resconrec.2012.05.009, [Online].
- [13] A. Stringer, J. Vogel, J. Lay, and K. Nash, "Design of Rainwater Harvesting Systems in Oklahoma," Oklahoma Cooperative Extension Service, Oklahoma State University, Stillwater, OK, USA, Rep. no. BAE-1757, pp. 1–8, 2012. [Online]. Available: <http://osufacts.okstate.edu>
- [14] M. M. Haque, A. Rahman and B. Samali, "Evaluation of climate change impacts on rainwater harvesting," *Journal of Cleaner Production*, vol. 137, pp. 60-69, November, 2016. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.038, [Online].
- [15] N. Rostad, R. Foti and F. A. Montalto, "Harvesting rooftop runoff to flush toilets: Drawing conclusions from four major US cities," *Resources, Conservation and Recycling*, cilt 108, pp. 97-106, March-April, 2016. Accessed on: July, 15, 2025, DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.01.009, [Online].
- [16] H. Ye, "Rainwater Collection System Based on Resident Landscape," in *Proc. 5th Int. Conf. Frontiers of Manufacturing Science and Measuring Technology (FMSMT 2017)*, April, 2017, pp. 1016–1019, Atlantis Press, DOI: 10.2991/fmsmt-17.2017.197.
- [17] K. Tamaddun, A. Kalra and S. Ahmad, "Potential of rooftop rainwater harvesting to meet outdoor water demand in arid regions," *Journal of Arid Land*, vol. 10, p. 68–83, January, 2018. Accessed on: July, 15, 2025, DOI: 10.1007/s40333-017-0110-7, [Online].
- [18] F. Chapa, M. Krauss and J. Hack, "A multi-parameter method to quantify the potential of roof rainwater harvesting at regional levels in areas with limited rainfall data," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 161, p. 104959, October, 2020. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104959, [Online].

- [19] S. Ward, F. A. Memon and D. Butler, "Performance of a large building rainwater harvesting system," *Water Research*, vol. 46, no. 16, p. 5127–5134, October, 2012. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.watres.2012.06.043, [Online].
- [20] T.C. Resmî Gazete, "Su Verimliliği Yönetmeliği," 2024, sayı 32765. [Online]. Available: <https://www.resmigazete.gov.tr>
- [21] T.C. Resmi Gazete, "Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği" 03 Temmuz 2017, sayı: 30113. [Online]. Available: <https://www.resmigazete.gov.tr>
- [22] T.C. Resmi Gazete, "Plansız Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" 11 Temmuz 2021, sayı: 31538. [Online]. Available: <https://www.resmigazete.gov.tr>
- [23] B. Abass, E. Yalçın, E., N. Şarlak. "CMIP6 Küresel İklim Modelleri ile Gelecek Yağış ve Sıcaklık Tahminleri: Diyarbakır için Bir Uygulama." *Black Sea Journal of Engineering and Science*, Vol. 9 no.1, ss.391-403, Ocak 2026. Accessed on: February, 10, 2026, DOI:<https://doi.org/10.34248/bsengineering.1824534>
- [24] Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, "1/5000 Nazım İmar Planı," Diyarbakır, Türkiye, 2020.
- [25] A. Akdamar, "Dicle Üniversitesi Sur Yerleşkesi Hâlihazır Planı," Diyarbakır, Türkiye, 2008.
- [26] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, "Yağmur suyu hasadı rehber dokümanı," Ankara, Türkiye, pp. 1–36, 2022. [Online]. Available: <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Su%20Kaynaklar%C4%B1%20%C4%B0klim%20Proje/Ya%C4%9Fmur%20Suyu%20Hasad%C4%B1%20Rehber%20Dok%C3%BCman%C4%B1.pdf>
- [27] M. Z. Tufan ve C. Özel, "Sürdürülebilirlik kavramı ve yapı malzemeleri için sürdürülebilirlik kriterleri," *Uluslararası sürdürülebilir mühendislik ve teknoloji dergisi*, cilt 2, no. 1, ss. 6-13, Nisan, 2012. Erişim tarihi: June, 22, 2025, Erişim: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/526933>, [Online].
- [28] A. Çiğın ve L. Y. Tokman, "Sürdürülebilir kalkınmada güncel tasarım ilkeleri," içinde *Sürdürülebilir kalkınma rolüyle mimarlık*, ed. L. Y. Tokman ve R. Yamaçlı, Eskişehir, Türkiye: Eskişehir Teknik Üniversitesi Yayınları, 2019, ss. 31–40.
- [29] E. Özmehmet, "Avrupa ve Türkiye'deki sürdürülebilir mimarlık anlayışına eleştirel bir bakış," *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, cilt 2, no. 7, ss. 809–826, Haziran, 2007. Erişim tarihi: Eylül, 17, 2025, Erişim: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jyasar/article/202889>, [Online].
- [30] M. Krizmane, S. Slihte and A. Borodinecs, "Key criteria across existing sustainable building rating tools," *Energy Procedia*, cilt 96, pp. 94-99, September, 2016. Accessed on: June, 20, 2025, DOI: 10.1016/j.egypro.2016.09.107, [Online].
- [31] P. K. Nag, "Building sustainability: Credit rating criteria," in *Office Buildings: Design Science and Innovation*, Singapore: Springer, 2018, pp. 477–505, doi: 10.1007/978-981-13-2577-9_16.
- [32] Y. He, T. Kvan, M. Liu and B. Li, "How green building rating systems affect designing green," *Building and Environment*, vol. 133, pp. 19-31, April, 2018. Accessed on: July, 2, 2025, DOI: 10.1016/j.buildenv.2018.02.007, [Online].
- [33] O. Awadh, "Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis," *Journal of Building Engineering*, vol. 11, pp. 25-29, May, 2017. Accessed on: July, 2, 2025, DOI: 10.1016/j.jobee.2017.03.010, [Online].
- [34] M. Geçimli ve R. Yamaçlı, "Sürdürülebilir Tasarım Bağlamında Değerlendirme Sistemleri: ÇEDBİK-Konut Örneği," içinde *Sürdürülebilir kalkınma rolüyle mimarlık*, ed. L. Y. Tokman ve R. Yamaçlı, Eskişehir, Türkiye: Eskişehir Teknik Üniversitesi Yayınları, 2019, ss. 41-45.
- [35] R. Kömürlü ve G. Yıldırım, "Yeşil Bina Sertifika Sistemleri Malzeme Kategorilerinin Karşılaştırılması: BREEAM, LEED VE ÇEDBİK-B.E.S.T.," içinde *Mühendislik ve Mimarlık Bilimleri Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler 3*, ed. C. Çivi, Cetinje, Montenegro., Uluslararası IVPE Yayınevi (International IVPE Publishing House), 2021, ss. 99-116.
- [36] M. Orova and A. Reith, "Multiscalarly in international sustainable assessment systems: a qualitative comparison of LEED, CASBEE, BREEAM, DGNB and ESTIDAMA on building, neighbourhood and city scale," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 290, art. no. 012056, pp. 1–8, Prague, Czech Republic, 2019, DOI: 10.1088/1755-1315/290/1/012056
- [37] S. N. Kamaruzzaman, E. W. Lou, N. Zainon, N. M. Zaid ve P. F. Wong, "Environmental assessment schemes for non-domestic building refurbishment in the Malaysian context," *Ecological Indicators*, vol. 69, pp. 548-558, October, 2016. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.04.031, [Online].
- [38] Ö. Kantaroğlu, "Yağmur suyu hasadı plan ve hesaplama prensipleri," içinde *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, Türkiye, 2009, ss.1147-1151.
- [39] S. Yannopoulos, G. Antoniou, M. Kaiafa-Saropoulou and A. N. Angelakis, "Historical development of rainwater harvesting and use in Hellas: A preliminary review," *Water Science and Technology: Water Supply*, vol. 17, no. 4, pp. 1022–1034, December, 2017. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.2166/ws.2016.200, [Online].

- [40] R. K. Sivanappan, "Rain water harvesting, conservation and management strategies for urban and rural sectors.," in *National Seminar on Rainwater Harvesting and Water Management*, New Delhi, India: Institution of Engineers (India), Nagpur Local Centre, 2006, pp.1-5.
- [41] D. Deming, "The aqueducts and water supply of Ancient Rome," *Groundwater*, vol. 58, no. 1, pp. 152-161, November, 2019. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1111/gwat.12958, [Online].
- [42] E. Akpınar Ferrand and F. Cecunjanin, "Potential of rainwater harvesting in a thirsty world: A survey of ancient and traditional rainwater harvesting applications," *Geography Compass*, vol. 8, p. 6, pp. 395-413, June, 2014. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1111/gec3.12135, [Online].
- [43] A. N. Angelakis, "Evolution of rainwater harvesting and use in Crete, Hellas, through the millennia," *Water Science and Technology: Water Supply*, vol. 16, no. 6, p. 1624-1638, May, 2016. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.2166/ws.2016.084, [Online].
- [44] W. Critchley, K. Siegert, C. Chapman and M. Finkel, *Water harvesting: A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production.*, Rome, Italy: FAO:Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1991, pp.1-154.
- [45] C. Ringler, M. W. Rosegrant, and M. S. Paisner, "Irrigation and water resources in Latin America and the Caribbean: Challenges and strategies," International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC, USA, EPTD Discussion Paper 64, pp. 1-102, 2000, DOI: 10.22004/AG.ECON.16085.
- [46] A. Gold, R. Goo, L. Hair, and N. Arazan, "Rainwater harvesting: Policies, programs, and practices for water supply sustainability," in *Low Impact Development 2010: Redefining Water in the City*, 2010, pp. 987-1002, doi: 10.1061/41099(367)86.
- [47] N. İ. Şahin ve G. Manioğlu, "Binalarda yağmur suyunun kullanılması," *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, cilt 9, no. 125, ss. 21-32, 2011.
- [48] A. Gerolin, N. Le Nouveau, and B. de Gouvello, "Rainwater harvesting for stormwater management: Example-based typology and current approaches for evaluation to question French practices," in *Proc. 8th Int. Conf. on Planning and Technologies for Sustainable Management of Water in the City (Novatech 2013)*, Lyon, France, 2013. [Online]. Available: <https://hal.science/hal-03303569>
- [49] A. Belmeziti, O. Coutard and B. De Gouvello, "A new methodology for evaluating potential for potable water savings (PPWS) by using rainwater harvesting at the urban level: The case of the municipality of Colombes (Paris Region)," *Water*, vol. 5, no. 1, pp. 312-326, March, 2013. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: <https://doi.org/10.3390/w5010312>, [Online].
- [50] C. H. Liaw and Y. C. Chiang, "Framework for assessing the rainwater harvesting potential of residential buildings at a national level as an alternative water resource for domestic water supply in Taiwan," *Water*, vol. 6, no. 10, p. 3224-3246, October, 2014. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.3390/w6103224, [Online].
- [51] K. E. Lee, M. Mokhtar, M. M. Hanafiah, A. A. Halim and J. Badusah, "Rainwater harvesting as an alternative water resource in Malaysia: potential, policies and development," *Journal of Cleaner Production*, vol. 126, pp. 218-222, July, 2016. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.060, [Online].
- [52] T.C. Resmî Gazete, "Yağmursuyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik," 23 Haziran 2017, sayı 30105. [Online]. Erişim: <https://www.resmigazete.gov.tr>
- [53] M. Zaizen, T. Urakawa, Y. Matsumoto and H. Takai, "The collection of rainwater from dome stadiums in Japan," *Urban Water*, vol. 1, no. 4, p. 355-359, December, 2000. Accessed on: September, 12, 2025, DOI: 10.1016/S1462-0758(00)00028-5, [Online].
- [54] S. Zhang, J. Zhang, T. Yue and X. Jing, "Impacts of climate change on urban rainwater harvesting systems," *Science of the Total Environment*, vol. 665, p. 262-274, May, 2019. Accessed on: September, 12, 2025, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.135, [Online].
- [55] C. D. Wallace, R. T. Bailey and M. Arabi, "Rainwater catchment system design using simulated future climate data," *Journal of Hydrology*, vol. 529, p. 1798-1809, October, 2015. Accessed on: September, 12, 2025, DOI: 10.1016/j.jhydrol.2015.08.006, [Online].
- [56] A. Fewkes, "A review of rainwater harvesting in the UK," *Structural Survey*, cilt 30, no. 2, pp. 174-1794, May, 2012. DOI: 10.1108/02630801211228761
- [57] M. N. Hamidi, N. Hamidi, O. Işık, H. Güven, H. Özgün ve M. E. Erşahin, "Sürdürülebilir yağmur suyu hasadı," *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, cilt 24, no. 2, ss. 97-110, Ekim, 2023. Erişim tarihi: June, 22, 2025, Erişim: https://dergipark.org.tr/tr/pub/itucis/article/1359513#article_cite, [Online].
- [58] E. Ghisi and D. F. Ferreira, "Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil," *Building and Environment*, vol. 42, no. 7, pp. 2512-2522, July, 2007. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.buildenv.2006.07.019, [Online].
- [59] M. Á. L. Zavala, M. C. Prieto and C. A. Rojas, "Rainwater harvesting as an alternative for water supply in regions with high water stress," *Water Science and Technology: Water Supply*, vol. 18, no. 6, pp. 1946-1955, January, 2018. Accessed on: September, 12, 2025, DOI: 10.2166/ws.2018.018, [Online].

- [60] G. Freni and L. Liuzzo, "Effectiveness of rainwater harvesting systems for flood reduction in residential urban areas," *Water*, vol. 11, no. 7, p. 1389, July, 2019. Accessed on: September, 12, 2025, DOI: 10.3390/w11071389, [Online].
- [61] D. Słyś and A. Stec, "Centralized or decentralized rainwater harvesting systems: A case study," *Resources*, vol. 9, no. 1, p. 5, January, 2020. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.3390/resources9010005, [Online].
- [62] E. Burszta-Adamiak and A. Przybylska, "The potential for sustainable rainwater management through domestic rainwater harvesting based on real rainfall," *Journal of Water and Land Development*, vol. VII–IX, no. 62, pp. 37–43, September, 2024. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.24425/jwld.2024.150279, [Online].
- [63] E. Burszta-Adamiak and P. Sychalski, "Water savings and reduction of costs through the use of a dual water supply system in a sports facility," *Sustainable Cities and Society*, 66, 102620., vol. 66, p. 102620, March, 2021. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1016/j.scs.2020.102620, [Online].
- [64] M. Carollo, I. Butera and R. Revelli, "Water savings and urban storm water management: Evaluation of the potentiality of rainwater harvesting systems from the building to the city scale," *PLoS One*, vol. 17, no. 11, p. e0278107, November, 2022. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1371/journal.pone.0278107, [Online].
- [65] M. A. Fulazzaky, A. Syafiuddin, M. Roestamy, Z. Yusop, J. Jonbi and D. D. Prasetyo, "Reliability and economic analysis of a rainwater-harvesting system for a commercial building with a large rooftop area," *ACS ES&T Water*, vol. 2, no. 4, pp. 604–615, March, 2022. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.1021/acsestwater.1c00455, [Online].
- [66] B. Eren, A. Aygün, S. Likos ve A. I. Damar, "Yağmur suyu hasadı: Sakarya Üniversitesi Esentepe kampüs örneği," in *4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016)*, Alanya, Antalya, 2016, pp.847-494.
- [67] İ. H. Özölçer, "Rainwater harvesting analysis for Bülent Ecevit University central campus," *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, cilt 6, no. 1, p. 22–34, January, 2016. Erişim tarihi: June, 22, 2025, erişim: <https://dergipark.org.tr/en/pub/karaelmasfen/article/805941>, [Online].
- [68] M. Yalılı Kılıç ve M. N. Abuş, "Bahçeli bir konut örneğinde yağmur suyu hasadı," *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, cilt 4, no. 2, s. 209–215., 2018. Erişim tarihi: Eylül, 13, 2025, DOI: 10.24180/ijaws.426795, [Online].
- [69] H. Yükselir, B. Ağaçsapan ve A. Çabuk, "CBS tabanlı çatıların yağmur suyu toplama kapasitesinin hesaplanması," *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, cilt 1, no. 2, s. 16–26, 2019. Erişim tarihi: Kasım, 12, 2025, erişim: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/666444>, [Online].
- [70] H. Hajjar, İ. K. Kılınç ve E. Ülker, "Rainwater harvesting potential in public buildings: A case study in Katip Celebi University," *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, cilt 9, no. Özel Sayı, s. 167–172, Ekim, 2020. Erişim tarihi: Eylül, 13, 2025, DOI: 10.46810/tdfd.728797, [Online].
- [71] S. Temizkan ve M. T. Kayılı, "Yağmur suyu toplama sistemlerinde optimum depolama yönteminin belirlenmesi: Karabük Üniversitesi Sosyal Yaşam Merkezi örneği," *El-Cezeri*, cilt 8, no. 1, s. 102–116, Ocak, 2021. Erişim tarihi: Eylül, 13, 2025, DOI: 10.31202/ecjse.778973, [Online].
- [72] E. Kalıpçı, V. Başer ve N. Genç, "Coğrafi bilgi sistemi kullanarak yağmur suyu hasadının değerlendirilmesi: Giresun Üniversitesi kampüs örneği," *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, cilt 10, no. 1, s. 49–58, Mayıs, 2021. Erişim tarihi: Eylül, 13, 2025, erişim: <https://dergipark.org.tr/en/pub/gbad/article/829850>, [Online].
- [73] S. Adalı ve M. Yalılı Kılıç, "Bir fabrika binasında yağmur suyu hasadının teknik ve ekonomik analizi," *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, cilt 7, no. 3, p. 1177–1185, Haziran, 2024. Erişim tarihi: Kasım, 12, 2025, DOI: 10.47495/okufbed.1357136, [Online].
- [74] O. Özeren Alkan ve Ş. Hepcan, "Determination of rainwater harvesting potential: A case study from Ege University," *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, cilt 19, no. 2, s. 59–266, Aralık, 2022. Erişim tarihi: Kasım, 12, 2025, DOI: 10.25308/aduziraat.1145029, [Online].
- [75] M. Yalılı Kılıç, S. Adalı ve K. Öztürk, "Üniversite kampüsünde yağmur suyu toplama sisteminin kurulumunun incelenmesi," *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, cilt 10, no. 1, p. 180–186, Ocak, 2023. Erişim tarihi: Eylül, 13, 2025, DOI: 10.30910/turkjans.1180224, [Online].
- [76] P. Selimoğlu ve R. Yamaçlı, "Sürdürülebilirlik sürecinde yağmur suyu hasadı: Sinop Üniversitesi Kuzey Yerleşkesi örneği," *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, cilt 10, no. 4, p. 854–864, Ekim 2023. Erişim tarihi: Kasım, 12, 2025, DOI: 10.30910/turkjans.1290890, [Online].
- [77] U. Kılıç, B. Yaylı ve İ. Kılıç, "Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan seralarda yağmur suyu hasadı potansiyelinin belirlenmesi ve ekonomik analizi," *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, cilt 38, no. 2, p. 313–324, Aralık, 2024. Erişim tarihi: Kasım, 12, 2025, DOI: 10.20479/bursauludagziraat.1476500, [Online].
- [78] A. Şimşek ve G. Demir, "Yağmur Suyu Hasadının Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kütüphane Binasında Uygulanabilirliğinin Araştırılması." *Avrupa Bilim ve*

- Teknoloji Dergisi*, no. 52, pp. 176-182., 2023. DOI: 10.5281/zenodo.10396768, [Online].
- [79] A. Campisano, D. Butler, S. Ward, M. J. Burns, E. Friedler, K. DeBusk, L. N. Fisher-Jeffes, E. Ghisi, A. Rahman, H. Furumai and M. Han, "Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives," *Water research*, vol. 115, pp. 195-209, May, 2017. Accessed on: September, 12, 2025, DOI: 10.1016/j.watres.2017.02.056, [Online].
- [80] E. A. Kılınc, A. Hanedar, A. Tanık ve E. Görgün, "İki Farklı Konum ve Özellikteki Otelde Yağmur Suyu Hasadı Üzerine Fizibilite Çalışması," *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, cilt 7, no. 2, pp. 88-97, December, 2024. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.55581/ejeas.1443606, [Online].
- [81] H. Çakar, "İzmir ili koşullarında bahçeli bir sitenin yağmur suyu hasadı potansiyelinin değerlendirilmesi," *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, cilt 9, no. 2, ss. 446-452, Nisan, 2022. Accessed on: June, 22, 2025, DOI: 10.30910/turkjans.1084095, [Online].
- [82] G. Öztan, "Diyarbakır iklimi," TC. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü., 1976.
- [83] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, "Resmi iklim istatistikleri," [Online]. Erişim tarihi: Ekim, 11, 2025 Erişim: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=DIYARBAKIR>
- [84] World Resources Institute, "Aqueduct Water Risk Atlas," [Online]. Accessed on: September, 18, 2025, Available: <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/>
- [85] Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, "TKGM parsel sorgu uygulaması," [Online]. Erişim tarihi: Temmuz, 18, 2025, Erişim: <https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/>
- [86] G. E. Üstün, T. Can ve G. Küçük, "Binalarda yağmur suyu hasadı," *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, cilt 25, no. 3, p. 1593-1610, Aralık, 2020. Erişim tarihi: Kasım, 12, 2025, DOI: 10.17482/uumfd.765561, [Online].
- [87] M. Dağ ve M. Ay, "Yağmur suyu hasadı hesabı: Çorum ili örneği," *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, cilt 10, no. 2, p. 334-343, Temmuz 2024. Erişim tarihi: Kasım, 12, 2025, DOI: 10.21324/dacd.1394549, [Online].
- [88] M. Yalılı Kılıç ve S. Adalı, "Alışveriş merkezi örneğinde yağmur suyu hasadı," *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, cilt 27, no. 1, s. 29-40, Nisan, 2022. Erişim tarihi: Eylül, 13, 2025, DOI: 10.17482/uumfd.1034275, [Online].
- [89] K. Aldawahid, "Yağmur suyu hasadının bursa otobüs terminalinde uygulanabilirliğinin araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye 2022.
- [90] Dicle Üniversitesi, "Performans raporu," Diyarbakır, Türkiye, 2021. [Çevrimiçi] Erişim tarihi: Temmuz, 18, 2025, Erişim: https://www.dicle.edu.tr/Contents/pages/Files/e8ab6da1-6795-4ea0-830e-619ab7b889c6/bb6561c4cd7e4a5f8be61bf42f5dc0cf_Dicle%20%C3%9Cniversitesi%202021%20y%C4%B1l%C4%B1%20Performans%20Program%C4%B1.pdf?utm_source
- [91] H. Demir Kayan, "Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi kat planı," Diyarbakır, Türkiye, 2018.
- [92] H. Zabihi and F. Habib, "Sustainability in building and construction: revising definitions and concepts," *International Journal of Emerging Sciences*, vol. 2, no. 4, pp. 570-578, December, 2012.
- [93] H. Zolfaghari ve M. Kordhaghi, "Sürdürülebilir Kalkınma Kapsamında Arıtılmış Atıksu ve Yağmur Suyu Kullanımı," *Sürdürülebilir kalkınma rolüyle mimarlık*, ed. L. Y. Tokman ve R. Yamaçlı, Eskişehir, Türkiye: Eskişehir Teknik Üniversitesi Yayınları, 2019, ss. 119-129.
- [94] M. N. Hamidi, S. Shitreh, A. İ. Cengiz, K. Ozcelik, B. Eryildiz Yesir, Ö. Ekmekcioğlu, O. M. Halat, M. C. Demirel, B. Canberk, İ. Koyuncu, O. Isik, H. Guven and M. E. Ersahin, "Efficient roof selection in rainwater harvesting: Hybrid multi-criteria and experimental approach," *Water Resources Management*, vol.39, no. 4, p. 1567-1586, November, 2025.
- [95] Karmod Plastik, "Su Deposu" 2026. [Çevrimiçi] Erişim tarihi: Şubat, 17, 2026, Erişim: <https://www.karmodplastik.com/su-deposu>