



Xeriscaping as a water-saving landscape design: Arizona State University Tempe Campus context

Müge ÜNAL ÇİLEK^{1,2}, ORCID: 0000-0002-1147-9729

Abstract

With the global water crisis, water-saving landscape design has gained importance, and the implementation of xeriscaping has accelerated. This study aims to calculate water consumption of landscape design and to determine water-saving design principles with increasing xeric landscape area, in the case of the hot-arid Arizona State University Tempe campus area. Study methodology comprises four stages: (1) determination of areas with three different landscape patterns (grass, mixed, xeric) in the campus area; (2) determination of plant species and plant densities used in the fields; (3) calculation of water consumption; and (4) determination of water consumption change and developing suggestions as a result of scenarios replacing 25%, 50%, 75% and 100% of grass areas with xeric landscaping. Results show that the grass area has high water consumption while xeriscaping has low water consumption. Moreover, 85% of water was saved when all grass areas were replaced with xeriscape. 20% of the water was saved due to replacing 25% of the lawns with xeriscape. The results are important for local governments to increase the implementation of xeriscaping in terms of providing economical, environmental, and sustainable water management.

Highlights

- Zero water consumption may not possible in landscaping.
- 30-85% water-savings with xeriscaping design.
- Plant density affects water savings.
- The lawn consumes 1.43 m³ of water per m²
- In xeriscape area, sparsely-dense vegetated areas 0.04 m³, medium-dense 0.12 m³ and high-dense vegetated areas 0.21 m³ of water per m² consume.

Keywords

Xeriscaping; Water efficient; Hot-arid climate; Arizona State University; Campus area

Article Information

Received:

09.11.2022

Accepted:

05.05.2023

Available Online:

17.07.2023

Article Category

Research Article

Contact

1. Faculty of Architecture, Firat University, Elazığ, Türkiye

mugeunal@firat.edu.tr

2. School of Arts, Media and Engineering, Arizona State University, Arizona, USA

Su tasarruflu peyzaj tasarımı olarak “Kurakçıl Peyzaj”: Arizona Eyalet Üniversitesi Tempe Kampüsü

Müge ÜNAL ÇİLEK^{1,2}, ORCID: 0000-0002-1147-9729

Öz

Küresel su krizi, peyzaj alanında da suyun etkin kullanımının önemini arttırmış ve kurakçıl peyzaj çalışmaları hız kazanmıştır. Bu çalışmada sıcak-kurak Arizona Eyalet Üniversitesi Tempe Kampüsündeki peyzaj alanlarının su tüketimlerinin hesaplanması ve alanların kurakçıl peyzaj oranının artırılması ile elde edilecek su tasarrufunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmada (1) kampüs alanı içerisinde farklı peyzaj düzenine sahip (çim, karma, kurakçıl) üç alan belirlenmiş, (2) bu alanlarda kullanılan bitki türleri ve bitki yoğunlukları tespit edilmiş, (3) alanların su tüketimleri hesaplanmış ve (4) çim alanların %25, %50, %75 ve %100 oranında kurakçıl peyzaj düzenleri ile değiştirilmesi sonucunda su tüketiminde meydana gelen değişiklikler saptanmıştır. Bulgular çim alanların yoğun olduğu alanlarda su tüketiminin yüksek, kurakçıl peyzaj düzenine sahip alanlarda ise su tüketiminin düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca çim alanların tamamının kurakçıl peyzaj düzeni ile değiştirilmesi ile ortalama %85, çim alanların %25 azaltılması ile %20 su tasarrufunun sağlandığı belirlenmiştir. Sonuçlar, yerel yönetimlerin ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir su yönetimi sağlamak kurakçıl peyzaj uygulamalarını arttırmalarına rehberlik etmesi nedeniyle önemlidir.

Öne Çıkanlar

- Peyzaj düzenlemelerinde sıfır su tüketimi mümkün değildir.
- Kurakçıl peyzaj tasarımı ile %30-85 su tasarrufu sağlanabilir.
- Bitki yoğunluğu su tasarrufunu etkilemektedir.
- Çim alanlar m²'ye 1,43 m³ su tüketmektedir.
- Kurakçıl peyzajlarda ise seyrek bitkili alanlar m²'ye 0,04 m³ orta yoğunluktaki alanlar 0,12 m³ ve yoğun bitkili alanlar 0,21 m³ su tüketmektedir.

Anahtar Sözcükler

Kurakçıl peyzaj; Su etkin; Sıcak-kurak iklim; Arizona Eyalet Üniversitesi; Kampüs alanı

Makale Bilgileri

Alındı:

09.11.2022

Kabul Edildi:

05.05.2023

Erişilebilir:

17.07.2023

Makale Kategorisi

Araştırma Makalesi

İletişim

1. Mimarlık Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

mugeunal@firat.edu.tr

2. Sanat, Medya ve Mühendislik Okulu, Arizona Eyalet Üniversitesi, Arizona, ABD

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Küresel iklim krizi sebebi ile kullanılabilir su kaynakları üzerindeki baskılar giderek artmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerdeki kentsel alanlar su arzı ve talebi arasındaki dengenin kurulmasında zorluklar yaşamaktadır. Bunun temel sebebi hızla artmaya devam eden nüfus artışı ve kentsel alanların sahip olduğu gelişmiş ekonomik faaliyetlerdir. İklim değişikliği, dünya çapında hava ve su düzenini değiştirerek bazı bölgelerde kıtlık ve kuraklığa, bazı bölgelerde ise sellere neden olmaktadır. Mevcut tüketim oranında bu durum daha da kötüleşmekte ve 2025 yılına kadar, dünya nüfusunun üçte ikisinin su kıtlığı ile karşı karşıya kalabileceği tahmin edilmektedir (Kaylı & Güneş Gölbey, 2020; Xu vd., 2017). Tarım, dünyanın erişilebilir tatlı suyunun %70'ini kullanmakta, ancak bunun %60'ı sızdıran sulama sistemleri nedeniyle israf edilmekte ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır (Birleşmiş Milletler, 2018; Ozturk Kurtaslan, Demirel, & Kurt Konakoglu, 2019). Birleşmiş Milletler tarafından vurgulanan “Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden” (Hedef 6) biri, su kıtlığından muzdarip insan sayısını azaltma, güvenli ve temiz suyun evrensel erişiminin sağlanması için 2030 yılına kadar altyapı geliştirme, tesis geliştirme ve hijyene teşvik etmedir. Sürdürülebilirliğin temel amacı, kaynakların tüketimini azaltmak ve kaynakların üretim sınırına daha iyi bir ölçüde ulaşmaktır. Su için sürdürülebilirlik, suyun yeniden kullanımı ve su hasadı gibi işlemler aracılığı ile uygulanabilmektedir (Amr, Kamel, Gohary, & Hamhaber, 2016).

Suyun fiziksel dünyası sosyo-politik dünyayla yakından bağlantılıdır ve su genellikle kıtlık, göç, salgın hastalıklar, eşitsizlikler ve siyasi istikrarsızlık gibi risklerin yönetilmesinde kilit bir faktördür (Birleşmiş Milletler, 2018). Suyun etkin bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi, kentsel alanlarda önemli bir gerekliliktir. Bunun birden fazla nedeni vardır. Öncelikle, kentsel peyzaj alanları yoğun kent dokusu içerisinde doğayla buluşma noktalarıdır. İkinci olarak, bu alanlar görünür olması ve düzenlenmeye uygun olması nedeniyle önemlidirler (Çorbacı, Özyavuz, & Yazgan, 2011). Yeşil alanlar, iklim değişikliğine karşı önemli bir doğal çözüm sunarlar ve kentsel alanların iklim değişikliğine direncini artırırken, ısı dalgalarına karşı hassasiyetlerini azaltmak için büyük bir potansiyele sahiptirler. Ancak, yeşil alanların mevcudiyeti ve iklim değişikliği azaltma ve uyum stratejilerindeki algılanan rolü, sınırlı su kaynakları nedeniyle keşfedilmemiş ve hala zorlu bir konudur. Peyzaj mimarlığı düzenlemelerinde planlama ve tasarım esastır. Bu planlama ve tasarım, açıkça belirlenerek sürdürülebilirlik hedef ve ilkelerine uygun hale getirilmelidir (Ismaeil & Sobaih, 2022).

Amerikan Peyzaj Mimarları Derneği'ne (ASLA) göre, sürdürülebilir bir peyzaj tasarımı, yağmur suyu/gri suyunun toplanması, yerli bitki kullanımı, kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanımı, düşük bakım gerektiren peyzajlar, geçirgen döşeme, gıda/sebze bahçeleri, yağmur bahçeleri, damla sulama ve azaltılmış çim alanı gibi ilkeleri içermektedir. Sürdürülebilir peyzaj tasarımının temel amaçları arasında su ve enerjinin korunması, atık miktarının azaltılması ve yüzey akışının azaltılması yer almaktadır. Ayrıca, yerel bitkilerin kullanımı veya benzer yetiştirme koşullarına iyi uyum sağlanması da uygulamanın bir parçasıdır. Bu ilkeler, kurakçıl peyzaj tasarımı ilkeleriyle uyumlu hale getirilebilir (Ismaeil & Sobaih, 2022).

“Kurakçıl Peyzaj (Xeriscaping)”, yüksek su tüketiminin olduğu geleneksel peyzaj düzenlemelerinden farklı olarak Su Etkin Peyzaj Düzenlemeleri (Water-efficient landscaping) başlığının kapsayıcı olduğu “Az Su Kullanımı” (Low water used), “Suyun Akılcı Kullanımı” (Water-smart, water-wise) ve “Doğal Peyzaj Düzenleme” (Natural landscaping) gibi suyun az kullanımını ve tasarrufunu sağlayan yaklaşımların sonucunda ortaya çıkmıştır (Çöp & Akat, 2021; Çorbacı & Erken, 2022; Weinstein, 1999). Bu sebeple kurak peyzaj (xeriscaping) günümüz koşullarında önemli bir uygulama konusu haline gelmiştir. Kurakçıl peyzaj tasarımı yaklaşımının temel amacı, su kullanımını en aza indirerek su kaynaklarını korumaktır. Suyun önemli olduğu günümüz koşullarında doğru peyzaj tasarımı ve uygulamaları, doğal ve kültürel verilerin iyi analizi ile başlar. Kurakçıl peyzaj, sulama suyunun az olduğu sıcak ve kuru iklimlerde oldukça yaygın bir uygulama olmakla birlikte su tüketiminin az olmasının istendiği farklı iklim koşullarında da uygulanabilmektedir. Peyzaj düzenlemelerinde su kullanımını sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Peyzajda sıfır su kullanımı bitkilerin canlılığını sürdürebilmeleri açısından mümkün olmamakla birlikte kullanılan suyun en düşük seviyede olmasına yardımcı olarak suyun sürdürülebilir kullanımını teşvik etmektedir. (Nirmala & Jyothi, 2022; Yazıcı, Dönmez, & Şahin, 2014).

Kurakçıl peyzaj su tüketiminde %50 oranında tasarruf sağlamakla birlikte seçilen bitki türlerinde yerel bitki türlerinin kullanılmasına teşvik etmektedir ve biyoçeşitliliği desteklemektedir. Bu durum daha az gübre ve herbisit kullanımını gerektirir. Ayrıca ihtiyaç duyulan bakım diğer peyzaj düzenlemelerine göre daha azdır. Bu özellikleri ile kurakçıl peyzaj hem çevreci hem de ekonomik bir uygulamadır (Nirmala & Jyothi, 2022). Kurakçıl peyzaj denildiğinde halk algısı kaktüs ve sukulent türleri üzerine yoğunlaşsa bile, bu alanlarda kullanılabilecek pek çok ağaç, ağaççık, çalı ve yer örtücü bitki türü mevcuttur. Bu nedenle, kurakçıl peyzaj yemyeşil bahçelerden çöl benzeri manzaralara kadar birçok peyzaj stilini ve malzemesini kapsamaktadır. Kurakçıl peyzaj, su kaynaklarını ve çevreyi koruma ilkesiyle çalışan özel peyzaj düzenlemesi olarak tanımlanabilir. İyi bir tasarım ile kurakçıl peyzaj düzenlemelerinin estetik çekiciliği de yüksektir (Altay & Odabaş Uslu, 2022; Ismaeil & Sobaih, 2022).

Su ihtiyacının giderek arttığı günümüzde, sınırlı su kaynaklarının etkin bir şekilde yönetilmesi ulusal ve uluslararası düzeyde önemli hale gelmiştir. Bu nedenle, peyzaj düzenlemelerinde suyun etkin kullanımını hedefleyen çalışmalar son yıllarda artmıştır. Bu çalışmaların bir alt kategorisi olan kurakçıl peyzaj düzenlemeleri, ekolojik sürdürülebilirlik açısından su kullanımında önemli bir tasarım adımıdır (Ismaeil & Sobaih, 2022). Ulusal ve uluslararası literatürde, kurakçıl peyzaj düzenlemeleriyle ilgili pek çok çalışma mevcuttur ve bu çalışmalar farklı başlıklar altında toplanabilir:

- Kurakçıl peyzaj tanımını ve uygulama ilkelerini içeren çalışmalar (Çorbacı vd., 2011; Nirmala & Jyothi, 2022; Welsh & Welch, 2015),
- Kent parklarını (Abacioglu Gitmiş, 2021; Çorbacı & Erken, 2022; Kamer Aksoy vd., 2022; Metin & Koçan, 2020; Selim vd., 2021) ve halk plajı peyzaj tasarımını (Bayramoğlu & Ercan Oğuztürk, 2020; Çöp & Akat, 2021) kurakçıl peyzaj tasarımı ilkeleri açısından değerlendiren çalışmalar
- Kentsel alanda kullanılan bitki türlerinin su tüketim isteklerini göz önünde bulundurarak kurakçıl peyzaj tasarımı açısından uygunluğunu değerlendiren çalışmalar (Çetin & Mansuroğlu, 2018; Kamer Aksoy vd., 2022),
- Üniversite kampüs alanlarını değerlendiren çalışmalar (Bayramoğlu, 2016; Herkes & Korkut, 2021; Ismaeil & Sobaih, 2022; Kısakürek, Oğuz, & Birhan Yılmaz, 2020; Pouya vd., 2020).

Çalışmaların çoğu değerlendirilen alanlardaki bitki türlerini tespit edip, türlerin su tüketim istekleri doğrultusunda kurakçıl peyzaj tasarımına uygunluğunu değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçları kentsel alanlarda yeşil alanların iklim değişikliğine karşı direncini arttırdığı ve su kaynaklarının korunmasına yardımcı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalara ek olarak kullanıcıların peyzaj algılarını değerlendiren çalışmalarda bulunmaktadır. Yapılan bilimsel araştırmalar ile kullanıcıların konutlarında ve kentsel mekanlardaki peyzaj düzenlemelerinde tercih ettikleri peyzaj öğeleri, bitki renkleri, su tasarrufu sağlayan peyzaj düzenlemeleri, su kullanımı, kaynakları ve yönetimi hakkında bilgi vermektedir. Bu çalışmalardan elde edilen bilgiler ise uzun vadede su yönetim planlarının oluşturulması için faydalıdır. Hurd vd. (2006) yılında yapılan çalışmada Arizona'da, Tucson ve Phoenix sakinlerinin yüksek su ihtiyacı olan çim alana sahip parkları tercih ederken, New Mexico'ya bağlı şehirlerde kent halkına yapılan anket çalışmasında çim alanların azaltılması, doğal ve su tasarrufu sağlayan peyzaj düzenlemelerinin kentte arttırılması gerektiğine yönelik taleplerini ifade etmiştir. New Mexico ayrıca küresel su krizi ile birlikte çim alanların kurağa dayanıklı bitki türleri ile değiştirildiği, kurakçıl peyzaj düzenlemelerini arttıracaklarını belirtmişlerdir (Hilaire, VanLeeuwen, & Torres, 2010).

Arizona gibi sıcak-kuru iklime sahip olan kentlerde kurakçıl peyzaj düzenlemeleri kentsel mekanlarda farklı noktalarda kendini göstermektedir. Özellikle eyaletin güneyinde yer alan yerleşimlerde çöl ikliminin hakim olması ile birlikte çim alanlar yerini kurakçıl peyzaj düzenlemelerine bırakmışlardır (Nirmala & Jyothi, 2022). Bu durum günün her saatinde yoğun kullanıma sahip olan kampüs alanları için de geçerlidir. Arizona Eyalet Üniversitesi (ASU), farklı peyzaj düzenlemelerini bünyesinde bulunduran kampüslerden birisidir. Kurak peyzaj düzenlemelerinin hemen hemen her noktada uygulandığı kampüste geniş çim alanlarda bulunmaktadır. Bu belirlemeler doğrultusunda bu çalışmada sıcak-kurak iklime sahip Arizona Eyalet Üniversitesi'nde belirlenen 3 farklı peyzaj karakterine sahip alanın yıllık su kullanım kapasiteleri tespit edilerek, kurakçıl peyzaj düzeninin su tasarrufu üzerindeki etkisinin bulunması amaçlanmıştır.

Çalışmanın kısıtları (Limitations)

Peyzaj düzenlemelerinde tasarımın alana özgü olmasından kaynaklı olarak çok farklı bitki türleri kullanılmaktadır. Bu bitkilerin su tüketim ihtiyaçları genellikle miktar olarak değil; az, orta yoğun gibi sınıflamalarla ifade edilmektedir. Her bir farklı bitki türü için su tüketiminin belirlenmesi zaman ve teknik ekipman açısından mümkün olmamakla birlikte peyzaj düzenlemelerinin su tüketimi ile ilgili herhangi bir modele rastlanmamıştır. Bu durumlar çalışmada bazı kısıtların ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

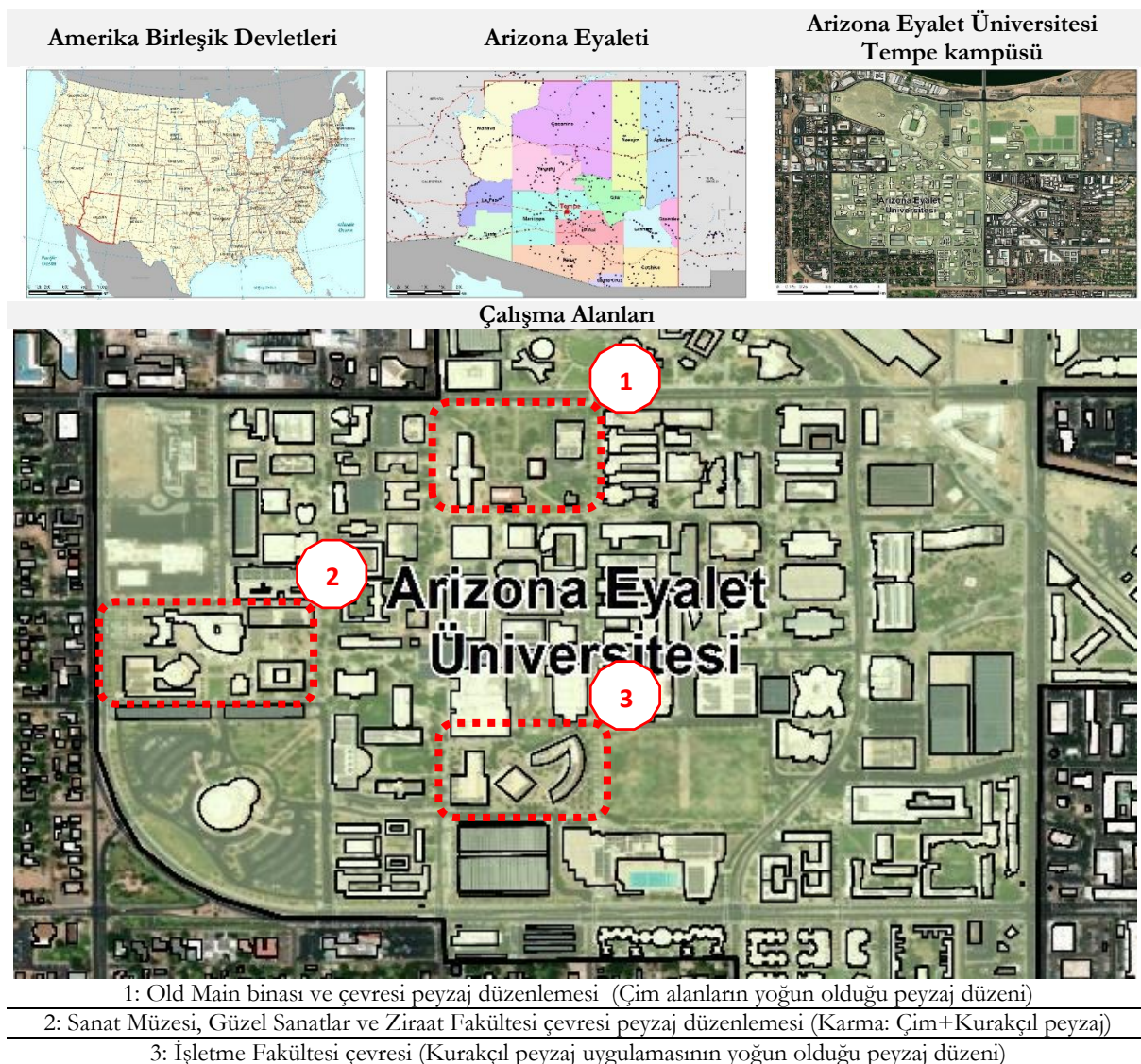
- Çalışmada değerlendirilen alanların su tüketim miktarlarının hesaplanmasında Arizona Eyaleti'ndeki Phoenix kenti için geliştirilen web-tabanlı su tüketim modülünden faydalanılmıştır. Modül bitkilerin su tüketim isteklerini göz önüne alarak kurağa toleranslı, kurağa adapte ve yüksek su tüketimi olmak üzere üç adet bitki özelliği ve bitki yoğunlukları tanımlanmıştır. Her bir sınıfa ait su kullanımları modülde tanımlanan katsayılar doğrultusunda hesaplanmaktadır. Her bir bitki türünün su kullanım ihtiyacı birbirinden farklıdır. Her bir bitki türü için ayrı hesaplama yapmak mümkün olmadığı için çalışmada kullanılan modelin önerdiği değerler dikkate alınmıştır.
- Çalışma alanında su tüketimine yönelik herhangi bir ölçüm gerçekleştirilmemiştir.
- Bitki düzeyinde su tüketimi hesaplaması yapılamamıştır. Bunun yerine farklı fiziksel özellikteki peyzaj düzenlemelerine sahip alanların su tüketim miktarları hesaplanmıştır.

ÇALIŞMA ALANI (STUDY AREA)

Su kaynaklarının sınırlı olması ve küresel iklim değişikliği ile birlikte su yönetiminin önem kazanmasından dolayı bu çalışmada Tempe kenti (33°26'54" Kuzey- 112°04'26"Batı) değerlendirilmiştir. Tempe/Arizona iklimi Köppen-Greiger iklim sınıflamasında tropikal ve subtropikal çöl iklimi (*Bwh*) olarak sınıflanmıştır. Bu iklim genellikle düşük yağış miktarı ile karakterize edilmektedir. Yıllık ortalama yağış 203,2 mm ile kurak bir bölgedir (Kottek, Grieser, Beck, Rudolf, & Rubel, 2006). Yaz aylarında gündüz sıcaklıkları oldukça yüksekken, kışlar ılımandır. Tempe'deki en yüksek sıcaklıklar Temmuz-Ağustos ayları arasında (41-53°C) ölçülmekte, en düşük sıcaklıklar ise Ocak-Şubat (6-13°C) aylarında görülmektedir (AZMET, 2022). Sıcak-kurak çöl ikliminin hakim olduğu bölgede genellikle doğal bitki örtüsü hakimdir ve kuraklığa dayanıklı bitki türlerinden oluşan peyzaj düzenlemeleri yer almaktadır. Bunun yanı sıra yoğun kullanıma sahip açık alanlarda geniş çim yüzeylerin yer aldığı peyzaj düzenlemeleri de bulunmaktadır.

Çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en büyük devlet üniversitelerinden biri olan Arizona Eyalet Üniversitesi (Arizona State University - ASU) Tempe Kampüsü, araştırma alanı olarak seçilmiştir. ASU, dört adet kampüsü bulunan ve ülkedeki önde gelen eğitim kurumlarından biridir. Tempe bölgesindeki kampüs, 2.7 km²'lik büyüklüğüyle merkezi bir konuma sahiptir ve kentsel yerleşim dokusu içinde yer almaktadır. Spor sahaları, sanat merkezleri, kafeteryalar ve alışveriş mekanları gibi pek çok alanı bünyesinde barındıran kampüs ASU'nun ilk ve ana kampüsüdür. Alan doğuda Rural Road, batıda Mill Avenue, güneyde Apache Boulevard ve kuzeyde ise Rio Salado Parkway ile sınırlandırılmıştır (ASU, 2022) (Şekil 1).

Birbirinden farklı peyzaj düzenlemelerinin yer aldığı Tempe kampüs alanının güney bölümü eğitim-öğretim, idari ve yurt binalarının bulunduğu, kullanıcı yoğunluğunun yüksek olduğu alanlardan birisidir. Kampüs alanı içerisinde çim alan, kurakçıl peyzaj ve karma düzenlemenin olduğu üç alt alan belirlenmiştir. Bunlardan birincisi ASU'nun ilk binası olan "Old Main" binası ve çevresidir. İkincisi kurakçıl peyzaj ve çim alanların birlikte bulunduğu karma düzenlemeye sahip ASU Sanat Müzesi, Güzel Sanatlar ve Ziraat Fakültesi binaları çevre düzenlemesidir. Üçüncü alan ise kurakçıl peyzaj düzenlemelerinin yoğun olarak yer aldığı ASU İşletme Fakültesi ve çevresidir (Şekil 1). Çalışmada alan planlarının net algılanmasından dolayı Google Earth'den 27 Mart 2017 tarihli görüntüsü ve çalışma alanından çekilen fotoğraflar çalışma materyalini oluşturmuştur.



Şekil 1 - Arizona Eyalet Üniversitesi Tempe kampüsü çalışma alanları (Google Earth, 2022).

YÖNTEM (METHODOLOGY)

Kurakçıl peyzaj tasarımında ait planlama ve tasarım, toprak yapısı ve hazırlığı, uygun bitki seçimi, çim alan varlığı, etkin sulama, malç kullanımı ve uygun bakım olmak üzere yedi adet ilke bulunmaktadır (Al-azhari, 2015; Kamer Aksoy, Akdoğan, & Sünbül, 2022; Kaylı & Güneş Gölbe, 2020; Ozyavuz & Ozyavuz, 2012; Pouya, Selçuk, & Bayramoğlu, 2020; Selim, Bayrak, & Doksöz, 2021; Welsh & Welch, 2015). Çalışmada toprak yapısı ve hazırlığı ve uygun bakıma ait ilkeler çalışma kapsamı dışında olmasından dolayı değerlendirilmemiştir. Kampüste yer alan düzenlemeler doğrultusunda mevcut plan ve tasarımlarına göre alanlar belirlenerek sahip oldukları yüzeylerin dağılımları (çim alan varlığı ve malç kullanımı) birinci aşamada değerlendirilmiştir. Alanda kullanılan bitkiler ikinci aşamada ve sulama tipleri ve sıklığına ilişkin bilgiler üçüncü aşamada değerlendirilmiştir. Buna göre çalışmanın yöntemi dört aşamadan oluşmaktadır:

- Kampüste yer alan farklı karaktere sahip açık alanların peyzaj düzenlemelerine ilişkin verilerin elde edilmesi
- Farklı peyzaj tasarımına sahip alanlardaki bitki türlerinin tespit edilmesi
- Alanların su tüketimlerinin hesaplanması
- Bulgular doğrultusunda önerilerin geliştirilmesi

Değerlendirilecek alanlara ilişkin verilerin elde edilmesi (Obtaining data on study areas)

Birbirinden farklı peyzaj düzenlemelerinin yer aldığı Tempe kampüs alanı, çalışmada örnek alan olarak değerlendirilmek üzere belirlenmiştir. Kampüs alanı içerisinde çim alan, kurakçıl peyzaj ve karma düzenlemenin olduğu üç alt alan belirlenmiştir. Bunlardan birincisi ASU'nun ilk binası olan "Old Main" binası ve çevresidir. İkincisi kurakçıl peyzaj ve çim alanların birlikte bulunduğu karma düzenlemeye sahip ASU Sanat Müzesi, Güzel Sanatlar ve Ziraat Fakültesi binaları çevre düzenlemesidir. Üçüncü alan ise kurakçıl peyzaj düzenlemelerinin yoğun olarak yer aldığı ASU İşletme Fakültesi ve çevresidir.

Peyzaj düzenlemelerinde alanın konumu, yönelimi, güneşlenme süresi, topoğrafyası, rüzgar yönü gibi ekolojik ve ekolojik olmayan özelliklerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Su tüketiminin değerlendirilmesinde alanın bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Nirmala & Jyothi, 2022). Bu durum tüm alanlarda aynı olmasından dolayı ihmal edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında değerlendirilen alanların planlama ve tasarımları doğrultusunda mevcut durumlarına ilişkin veriler alan çalışması ile elde edilmiştir. Alan büyüklüğü ile su kullanım kapasitesi arasında doğru orantı bulunmaktadır. Bu yüzden her bir alandaki çim alan, malç alanı, sert zemin oranı gibi özelliklerine ait alan büyüklükleri ve dağılımları belirlenmiştir.

Bitki türlerinin belirlenmesi (Determination of plant species)

Arizona gibi sıcak-kurak iklime sahip alanlarda, yaz döneminde meydana gelen yüksek sıcaklıklar ve yıl boyu süren düşük yağış oranı bitkiler üzerinde önemli etkiye sahiptir. İklim koşullarındaki uç durumlar peyzaj düzenlemelerindeki bitki seçimlerinde belirleyici olmaktadır. Bundan dolayı peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bitki türlerinin belirlenmesi önemlidir (Al-azhari, 2015). Çalışmanın

ikinci aşamasında her bir alanda kullanılan bitki türleri tespit edilmiştir. Türlerin tespitinde şu özellikler etkili olmuştur: bitki morfolojisi, su tüketim isteği ve anavatanı. Bitkiler morfolojilerine göre ağaçlar, çalılar ve yer örtücüler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Ayrıca bitkiler su tüketim istekleri doğrultusunda az, orta ve çok olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Kurak iklimlerde yapılan peyzaj düzenlemelerinde bitkilerin doğal ve yerel bitki türlerinden seçilmesine özen gösterilmelidir (Smith & Patrick, 2011). Bu yüzden son olarak bitkilerin anavatanına ait bilgilere yer verilmiştir. Çorbacı vd. (2011) bitkilerin anavatanlarına göre sınıflanmasında doğal ve yerel bitki türü olması dikkate alınmıştır. Çalışmalarında doğal, kültüre alınmış doğal, yarı doğal, yarı doğal kültür, egzotik, yabancı yurtlu egzotik ve egzotik melez olmak üzere farklı sınıflar kullanmışlardır. Bu çalışmada ise bitkiler kurağa karşı dayanıklılıklarına göre kurağa çok dayanıklı, kurağa adapte ve yüksek su kullanımı olan bitki olmak üzere üç grupta sınıflanmıştır. Bu aşamada her bir bitki grubuna ait bilgiler tespit edilmiştir.

Çalışma alanlarının su tüketimlerinin hesaplanması (Calculation of water consumption)

Kurak iklimde gerçekleştirilen peyzaj düzenlemelerinde kurağa dayanıklı bitki türleri tercih edilse bile belirli dönemlerde bitkilerin su ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir (Al-azhari, 2015; Nirmala & Jyothi, 2022; Welsh & Welch, 2015). Bu yüzden çalışmada belirlenen alanların su tüketimlerinin belirlenmesi önemlidir. Değerlendirilen alanların farklı peyzaj düzenlemelerine sahip olması ve kullanılan bitki türlerinin değişiklik göstermesi dolayısı ile her bir alana ait su tüketimi sayısal olarak değerlendirilmiştir. Bu aşamada alanların bir yıl boyunca ihtiyaç duydukları su miktarı hesaplanmış ve aylara göre nasıl değiştiği tespit edilmiştir. Su tüketimlerinin hesaplanmasında Arizona Eyaleti Phoenix yerel yönetimi tarafından geliştirilen web-tabanlı “su kullanım hesaplayıcısı” modülünden faydalanılmıştır (Anonim 1, 2022). Alanların su tüketimlerinin hesaplanmasında kullanılan kriterler şunlardır:

- **Çim alan büyüklüğü (m²):** Çim alanlar düzenli bakım ve sulama isteyen alanlardır. Bu alanlarda her ne kadar iklime uygun çim türleri tercih edilse bile düzenli sulama ihtiyacı bulunmaktadır. Bu yüzden çim alan büyüklüğü su tüketimini önemli ölçüde etkilemektedir (Al-azhari, 2015; Nirmala & Jyothi, 2022; Welsh & Welch, 2015).
- **Kışlık çim tohumu uygulaması var mıdır? (Evet, Hayır):** Tempe kentinde iklim koşullarından dolayı yaz ve kış çim uygulamaları dönemsel farklılık göstermektedir. Yaz döneminde kullanılan çim türleri bir sonraki yaz dönemine kadar kış döneminde uykuya geçmektedir ve çim alanlar canlı/yeşil görünümünü yitirmektedir. Çim alanların yeşil görünümünü kış döneminde de sürdürülebilmesi için kışlık çim türlerinin uygulanması gerekmektedir. Kışlık çim türlerinin sıcak döneme toleransı düşüktür ve uykuya geçmeleri söz konusu değildir (Al-azhari, 2015). Bu yüzden bu uygulama her kış dönemi tercih edilen alanlarda tekrar etmektedir. Çimlenme aşamasında su tüketiminin yetişkin dönemden fazla olması ve sulama periyodunun değişmesi kullanılan su miktarını etkilemektedir. Bu yüzden bu uygulamanın yapılıp yapılmadığının belirlenmesi su tüketiminin hesaplanmasında önemlidir.
- **Alanda kurakçıl peyzaj uygulanan alan var mı? Var ise alan büyüklüğü kaç m²dir?:** Peyzaj düzenlemelerinde su tüketiminin en az düzeyde olması temel ilkelerden birisidir.

Kurakçıl peyzaj düzenlemeleri kullanılan bitki türlerine göre farklı su ihtiyacına sahiptir (Kamer Aksoy vd., 2022). Ayrıca bu alanlarda kullanılan malç malzemeler topraktaki suyun hızlı bir şekilde buharlaşmasına engel olarak toprak nemini ve sıcaklığını dengede tutar, yabancı ot gelişimine engel olur, bitki köklerindeki buharlaşmayı azaltarak bitki su kaybını engellemektedir (Al-azhari, 2015; Kamer Aksoy vd., 2022; Nirmala & Jyothi, 2022; Welsh & Welch, 2015). Bu yüzden alanlarda kullanılan farklı peyzaj düzenlemeleri (çim alan, kurakçıl peyzaj, karma) su tüketim miktarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

- **Düzenlemelerde kullanılan bitki yoğunluğu nasıldır?:** Kullanılan bitki yoğunluğu su tüketimini etkilemektedir. Çalışmanın ikinci aşamasında belirlenen bitkilere ait sayısal veriler ve konumları bu kriterin değerlendirilmesinde yardımcı olacaktır. Bitki yoğunluğunun belirlenmesinde etkili olan bitkiler çalı, ağaççık ve ağaç grubundaki bitki türleridir. Su kullanım hesaplayıcısında bitki yoğunlukları seyrek (%0-40), orta (%41-70) ve yoğun (%71-100) olmak üzere üç grupta değerlendirilmiştir.
- **Düzenlemede kullanılan bitki türlerinin su toleransı nasıldır?:** Düzenlemede kullanılan bitkiler ve bitkilerin su toleransları sulama periyodu ve dolayısıyla sulama miktarı üzerinde etkilidir. Tespit edilen bitkilerin su toleransları kurağa çok dayanıklı, kurağa adapte ve yüksek su kullanımı olan bitki olmak üzere üç grupta sınıflanmıştır. Modül her bir sınıf için belirlenen katsayılar doğrultusunda bitki su tüketim miktarını hesaplamaktadır.

Bu kriterler doğrultusunda toplam bitki su tüketimleri aylık olarak hesaplanmış ve sonuçlar üç alan özelinde karşılaştırılmıştır. Çalışma alanlarında yüksek, orta ve düşük su tüketimine sahip alanlar haritalanmıştır.

Önerilerin geliştirilmesi (Developing suggestions)

Çalışmanın son aşaması ise bulgular doğrultusunda önerilerin geliştirilmesidir. Tasarımda yüksek ve orta düzeyde su tüketimine sahip alanlar için peyzaj düzenlemeleri az su tüketimine sahip olacak şekilde değiştirilerek su tüketiminde meydana gelecek değişiklikler tespit edilmiştir. Bu doğrultuda tasarlanacak alanların mevcut durumlarında yapılacak değişiklikler şunlardır:




- 1- Çim alanların alan büyüklüklerinin %25, %50, %75 ve %100'ünün kurakçıl peyzaj düzenlemesi ile değiştirilmesi,
- 2- Çim alanların kurakçıl peyzaj düzenlemesi olarak değiştirilen bölümlerindeki bitki yoğunluğu değiştirilmemiştir. Mevcut durumu değişen alanın ilgili kurakçıl peyzaj sınıfına dahil edilmesi ve toplam alan büyüklüğünün hesaplanması,
- 3- Yeni alan büyüklükleri doğrultusunda su tüketim miktarının hesaplanması,
- 4- Yıllık su tüketiminde meydana gelen değişimin saptanmasıdır.

Alanların mevcut durum su tüketimlerine ek olarak 4 adet senaryo doğrultusunda belirlenen yeni durumlarına ait yeni su tüketimleri belirlenmiştir. Böylece su tüketiminin en az düzeyde olmasının hedeflendiği peyzaj düzenlemeleri ile toplam su tüketiminin nasıl değiştiği tespit edilmiş ve uygulamaya yansıtılabilir sonuçlar elde edilmiştir.

BULGULAR (RESULTS)

Alanlara ilişkin verilerin elde edilmesi: Çalışmada değerlendirilen her alana ilişkin genel bilgiler örgün ağdan, yerinden gözlem verilerinden ve alan çalışmasından elde edilmiştir. Alanların sert zemin, bina taban alanı, yeşil alan büyüklüğü, kurakçıl peyzaj uygulamasına ait alan büyüklükleri ve su yüzeyleri varlığı uydu görüntüleri aracılığı ile tespit edilmiştir. Bu aşamada her bir alan için elde edilen veriler aşağıda sıralanmıştır (Tablo 1):

Tablo 1 - Değerlendirilen alanlardaki alan kullanımlarının büyüklükleri, yüzde dağılımları ve sulama tipi.

	ÖZELLİKLER	ALAN BÜYÜKLÜĞÜ (M ²)	YÜZDE (%)
ALAN 1: OLD MAIN BİNASI VE ÇEVRESİ PEYZAJ DÜZENLEMESİ (ÇİM ALANLARIN YOĞUN OLDUĞU PEYZAJ DÜZENİ)			
	Alan büyüklüğü:	39.994	100,0
	Bina taban alanı	7.552	18,9
	Sert zemin alanı	14.222	35,6
	Çim alan	11.465	28,7
	Kurakçıl peyzaj	6.690	16,7
	Su yüzeyleri:	65	0,2
	Sulama tipi:	Çim alanlarda Kurak peyzaj	Yağmurlama Damlama
ALAN 2: SANAT MÜZESİ, GÜZEL SANATLAR VE ZİRAAT FAKÜLTESİ ÇEVRESİ PEYZAJ DÜZENLEMESİ (KARMA: ÇİM+KURAKÇIL PEYZAJ)			
	Alan büyüklüğü:	44.401	100,0
	Bina taban alanı	16.270	36,6
	Sert zemin alanı	17.711	39,0
	Çim alan	4.678	10,5
	Kurakçıl peyzaj	6.150	13,9
	Su yüzeyleri:	0	0,0
	Sulama tipi:	Çim alanlarda Kurak peyzaj	Yağmurlama Damlama
ALAN 3: İŞLETME FAKÜLTESİ ÇEVRESİ (KURAKÇIL PEYZAJ UYGULAMASININ YOĞUN OLDUĞU PEYZAJ DÜZENİ)			
	Alan büyüklüğü:	29.473	100,0
	Bina taban alanı	9.642	32,7
	Sert zemin alanı	13.863	47,0
	Çim alan	844	2,9
	Kurakçıl peyzaj	4.977	16,9
	Su yüzeyleri:	147	0,5
	Sulama tipi:	Çim alanlarda Kurak peyzaj	Yağmurlama Damlama

Bitki türlerinin tespit edilmesi: Çalışma alanlarının peyzaj tasarımlarında kullanılan bitki türleri yerinde tespit edilmiştir. Bitkilere ait familya ve anavatanlarına ilişkin bilgiler ise örgün ağdan elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulmuştur. Çalışma alanlarında ağaç-ağaççık (27 adet), çalı ve yer örtücüler (33 adet) gruplarına ek olarak kaya bahçesi düzenlemelerine rastlanmıştır. Bu sebeple bu alanlarda kullanılan bitkilere ait bilgiler kaya bahçesi ve sukulentler (19 adet) başlığı altında verilmiştir. Bu bitkilere ek olarak çalışma alanlarında farklı noktalarda uygulanan ve mevsime göre değişiklik gösteren 9 adet mevsimlik bitki örtüsü bulunmaktadır. (Tablo 2).

Alan 1’de toplam 41 adet bitki türü kullanılmıştır. Bu bitkilerden 18’i ağaç-ağaççık, 12’si çalı ve yer örtücü, 9’si ise mevsimlik bitkilerden oluşmaktadır. Bu alanda herhangi bir kaya bahçesi düzenlemesi olmamakla birlikte bazı sukulent türleri (3 adet) bu alanda da kullanılmıştır. Alan 2’de toplam 42 adet bitki kullanılmıştır. Bu bitkilerden 17’si ağaç-ağaççık, 24’ü çalı ve yer örtücü, 1’i ise mevsimlik bitkilerdir. Alan 2 de farklı noktalarda kaya bahçesi uygulamalarına yer verilmiştir. Bu sebeple alanda 17 farklı kaktüs ve sukulent türü bulunmaktadır. Bu bitki türleri dışında Alan 1 ve Alan 2’de bitki parterleri içersinde mevsimlik bitki türleri kullanılmıştır. Alan 3 ağırlıklı olarak kurakçıl peyzaj düzenlemelerinin yer aldığı alanlara sahiptir. Alan 3’te toplam 33 adet bitki kullanılmıştır. Bu bitkilerden 10’u ağaç-ağaççık, 21’i çalı ve yer örtücü bitkilerden oluşmaktadır (Tablo 2). Kurakçıl peyzaj denildiğinde akla ilk gelen bitki türleri kaktüs ve sukulentler olsa da bu alanda 10 adet sukulent ve 2 adet kaktüs türü kullanılmıştır. Bu türler yok denecek kadar azdır. Alanlardaki çim alanda kullanılan çim türleri aynıdır. Arizona’nın ekstrem iklim koşulları dolayısı ile yaz ve kış çim türleri birbirinden farklılık göstermektedir. Kampüste yaz sezonunda uygulanan çim türü *Cynodon dactylon* (Bermuda grass-Bermuda çimi)’dur. İlkbahar mevsiminde uygulanan bu çim türü kış sezonunda tamamen yok olmamakta ve uykuya geçmektedir. Kış dönemi için bu çimin üzerine sonbahar mevsiminde *Lolium perenne* (Ryegrass-İngiliz çimi) tohumu uygulanmaktadır. Bermuda çiminin aksine İngiliz çimi sıcak döneme dayanıklı değildir. Bu sebeple her kış dönemi öncesinde tekrar uygulanması gerekmektedir.

Bu aşamada bitkilerin anavatanları ve su istekleri hakkında da bilgiler verilmiştir. Toplam 88 adet bitkiden 37 adeti kurağa çok dayanıklı (KÇD), 22’si kurağa adapte (KA) ve 29’u ise yüksek su kullanımına (YSK) sahip bitki türlerinden oluşmaktadır. KÇD bitki türleri mevsimlerde meydana gelen yağmur suları ile yetinebilen bitki türleridir. Kurağa adapte bitki türleri ise yüksek sıcaklığa toleransları yüksek olan bitkileri içermekle beraber, genellikle toprak kuruduğu zaman sulamaya ihtiyaç duyan bitki türlerinden oluşmaktadır. YSK’deki bitki türleri ise düzenli sulama ihtiyacı olan bitkilerdir. Ağaç, çalı ve yer örtücü grubunda yer alan bitkilerin pek çoğu Arizona’da yetişen türler olmakla beraber, Arizona iklimine uyum sağlamış ve anavatanı komşu ülkeler olan bitki türleri de çalışma alanlarında yer almaktadır. Komşu ülkelerin iklimsel özellikleri Arizona iklimine benzerlik göstermektedir. Bundan dolayı bitkilerin su ihtiyaçları azdır ve genellikle kurağa çok dayanıklı türlerdir. Mevsimlik bitki parterleri ve çim alanlar ise düzenli ve periyodik sulama gereksinimi olan yüksek su tüketimine sahip alanlardır. Mevsimlik bitki türleri genellikle yabancı yurtlu bitkiler olup, genellikle gölge oranının yüksek olduğu geniş taçlı ağaç altlarında kullanılmışlardır (Tablo 2).

Tablo 2 - Düzenlemelerde tercih edilen bitki türleri listesi.

Latince Adı	Familya Adı	Doğal Yayılış Alanı	Kurağa dayanıklılık*	Su isteği	Alanlar		
					1	2	3
AĞAÇ VE AĞAÇCIK TÜRLERİ							
<i>Acacia salicina</i>	<i>Fabaceae</i>	Avustralya	KÇD	Az			x
<i>Bauhinia variegata</i>	<i>Fabaceae</i>	Güneydoğu Asya, Hindistan	KA	Orta	x		x
<i>Brachychiton populneus</i>	<i>Brachychiton</i>	Avustralya	KÇD	Az	x		
<i>Butia capitata</i>	<i>Arecaceae</i>	Brezilya	KA	Orta		x	
<i>Chitalpa tashkentensis</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Kuzey Amerika	YSK	Az	x	x	
<i>Citrus × sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	Hibrit	YSK	Orta	x	x	
<i>Eucalyptus microtheca</i>	<i>Myrtoideae</i>	Avustralya	KÇD	Az	x		
<i>Ficus microcarpa</i>	<i>Moraceae</i>	Hindistan, Malezya	YSK	Orta	x	x	
<i>Ficus lyrata</i>	<i>Moraceae</i>	Batı Afrika	KA	Orta		x	
<i>Fraxinus uhdei</i>	<i>Oleaceae</i>	Amerika	YSK	Orta	x	x	x
<i>Mariosousa willardiana</i>	<i>Fabaceae</i>	Sonora Meksika	KÇD	Az			x
<i>Melaleuca alternifolia</i>	<i>Myrtaceae</i>	Avustralya	KÇD	Az		x	
<i>Melicoccus bijugatus</i>	<i>Sapindaceae</i>	Güney Amerika	KA	Orta		x	
<i>Morus alba</i> ‘pendula’	<i>Moraceae</i>	Amerika, Meksika, Avustralya, Kırgızistan, Arjantin, Türkiye, İran ve birçok ülke	KA	Orta	x		
<i>Olea europaea</i>	<i>Oleaceae</i>	Akdeniz ülkeleri	KÇD	Az	x	x	x
<i>Parkinsonia praecox</i>	<i>Fabaceae</i>	Meksika, Güney Amerika	KÇD	Az	x		
<i>Phoenix canariensis</i>	<i>Aracaceae</i>	Kanarya Adaları	KA	Orta	x	x	x
<i>Phoenix reclinata</i>	<i>Aracaceae</i>	Ekvatorial Afrika	KA	Orta	x	x	
<i>Pinus eldarica</i>	<i>Pinaceae</i>	Arizona, New Mexico, Teksas ve Utah	KA	Orta	x		
<i>Pinus wallichiana</i>	<i>Pinaceae</i>	Afganistan, Çin, Hindistan	KA	Orta	x		x
<i>Pistacia chinensis</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Çin	KA	Orta		x	x
<i>Platanus wrightii</i>	<i>Platanaceae</i>	Arizona	YSK	Çok	x		
<i>Platycladus orientalis</i>	<i>Cupressaceae</i>	Çin	KA	Orta		x	
<i>Prosopis hybrid</i>	<i>Fabaceae</i>	Afrika, Asya, Avusturya	KÇD	Az	x	x	
<i>Quercus virginiana</i>	<i>Fagaceae</i>	Güneydoğu Amerika	KÇD	Az	x	x	x
<i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Ulmaceae</i>	Çin, Japonya	YSK	Çok		x	
<i>Washingtonia filifera</i>	<i>Arecaceae</i>	Arizona, Kaliforniya, Nevada	KÇD	Az	x	x	x
ÇALI VE YER ÖRTÜCÜLER							
					1	2	3
<i>Ampelopsis quinquefolia</i>	<i>Vitaceae</i>	Kuzey Amerika, Utah	YSK	Çok	x		x
<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>Asparagaceae</i>	Güney Afrika	KA	Orta	x		
<i>Bougainvillea hybrid</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	Güney Amerika	YSK	Çok	x	x	x
<i>Caesalpinia gilliesii</i>	<i>Fabaceae</i>	Güney Amerika, Teksas	KA	Orta		x	
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	<i>Fabaceae</i>	Amerika	KA	Az			x
<i>Calliandra californica</i>	<i>Fabaceae</i>	Baja Kaliforniya, Meksika	KÇD	Az		x	x
<i>Callistemon viminalis</i>	<i>Myrtaceae</i>	Güney Galler, Batı Avustralya	KÇD	Az			x
<i>Canna lily</i>	<i>Cannaceae</i>	Amerika ve Asya	YSK	Çok		x	
<i>Carissa macrocarpa</i>	<i>Apocynaceae</i>	Uganda	YSK	Orta	x	x	x
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Arecaceae</i>	Kuzeybatı Afrika	KÇD	Az		x	
<i>Cuphea ramosissima</i>	<i>Lythraceae</i>	Amerika	YSK	Orta		x	
<i>Cycas revoluta</i>	<i>Cycadaceae</i>	Çin, Avustralya	KA	Orta	x		

Tablo 2'nin devamı.

Latince Adı	Familya Adı	Doğal Yayılış Alanı	Kurağa dayanıklılık*	Su isteği	Alanlar		
					1	1	1
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	Afrika, Avrupa, Avustralya	YSK	Az	x	x	x
<i>Dioon spinulosum</i>	Zamiaceae	Meksika	KA	Orta			x
<i>Festuca mairei</i>	Poaceae	Kuzey Afrika	KA	Orta		x	
<i>Hedera helix</i>	Araliaceae	Avrupa, Batı Asya	YSK	Çok		x	
<i>Lantana hybrid</i>	Verbenaceae	Amerika ve Afrika	YSK	Orta	x	x	x
<i>Leucophyllum candidum</i>	Scrophulariaceae	Meksika, Güneybatı Amerika	YSK	Orta	x	x	x
<i>Muhlenbergia capillaris</i>	Poaceae	Kuzey Amerika	KÇD	Az		x	x
<i>Myrtus communis</i>	Myrtaceae	Kuzey Afrika, Batı Asya	KÇD	Az		x	
<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	Akdeniz ülkeleri	KÇD	Az		x	x
<i>Pennisetum alopecuroides</i>	Poaceae	Asya ve Avustralya	KA	Orta		x	x
<i>Rosa banksiae</i>	Rosaceae	Avrupa, Asya, Kuzey Amerika	YSK	Az	x	x	x
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae	Akdeniz bölgesi	KA	Orta		x	
<i>Ruellia brittoniana</i>	Acanthaceae	Meksika	KA	Orta	x	x	x
<i>Russelia equisetiformis</i>	Plantaginaceae	Meksika, Guatemala	YSK	Çok	x	x	x
<i>Sphagneticola trilobata</i>	Asteraceae	Meksika, Amerika	YSK	Çok		x	
<i>Strelitzia reginae</i>	Strelitziaceae	Güney Afrika	YSK	Çok		x	
<i>Tecoma capensis</i>	Bignoniaceae	Güney Afrika	KÇD		x	x	x
<i>Trachelospermum jasminoides</i>	Apocynaceae	Çin	YSK	Çok			x
<i>Tradescantia pallida</i>	Commelinaceae	Doğu Meksika	KÇD	Az		x	x
<i>Zamia furfuracea</i>	Zamiaceae	Meksika	KA	Orta			x
<i>Zephyranthes minuta</i>	Amaryllidaceae	Kuzey Amerika	KA	Orta			x
KAKTÜS VE SUKKULENT BİTKİ TÜRLERİ					1	2	3
<i>Agave americana</i>	Asparagaceae	Amerika, Akdeniz havzaları, Afrika, Çin, Avustralya	KÇD	Az		x	x
<i>Agave chiapensis</i>	Asparagaceae	Meksika	KÇD	Az		x	
<i>Agave attenuata</i>	Asparagaceae	Meksika	KÇD	Az		x	
<i>Aloe vera</i>	Asphodelaceae	Kuzey ve Güney Amerika, Hindistan	KÇD	Az	x	x	x
<i>Dasyliirion wheeleri</i>	Asparagaceae	Kuzey Meksika, Amerika	KÇD	Az		x	x
<i>Echinocereus engelmannii</i>	Cactaceae	Sonoran ve Mojave Çölü	KÇD	Az		x	
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Euphorbiaceae	New Mexico, Teksas	KÇD	Az		x	x
<i>Euphorbia grantii</i>	Euphorbiaceae	Amerika	KÇD	Az			x
<i>Echinocactus grusonii</i>	Cactaceae	Meksika	KÇD	Az		x	
<i>Euphorbia seguieriana</i>	Euphorbiaceae	Avrupa, Çin, Pakistan	KÇD	Az			x
<i>Hesperaloe parviflora</i>	Asparagaceae	Teksas	KÇD	Az	x	x	x
<i>Juncus effuses 'spiralis'</i>	Juncaceae		KÇD	Az		x	x
<i>Opuntia engelmannii var. linguiform</i>	Cisactaceae	Arizona, New Mexico, Teksas, Meksika, Kaliforniya	KÇD	Az		x	
<i>Opuntia polyacantha var. erinacea</i>	Cactaceae	Arizona, Utah, Kanada, Nevada	KÇD	Az		x	
<i>Pachycereus schottii</i>	Cactaceae	Arizona, New Mexico	KÇD	Az		x	x
<i>Pachycereus weberi</i>	Cactaceae	Meksika	KÇD	Az		x	x
<i>Portulacaria afra</i>	Didiereaceae	Güney Afrika	KÇD	Az		x	
<i>Stenocereus thurberi</i>	Cactaceae	Arizona, Meksika	KÇD	Az		x	x
<i>Yucca</i>	Asparagaceae	Amerika, Meksika	KÇD	Az	x	x	x

Tablo 2'nin devamı.

MEVSİMLİKLER					1	2	3
<i>Antirrhinum majus</i>	<i>Plantaginaceae</i>	Akdeniz Bölgesi	YSK	Çok	x		
<i>Brassica oleracea</i>	<i>Brassicaceae</i>	Batı Avrupa	YSK	Çok	x		
<i>Cyclamen sp.</i>	<i>Primulaceae</i>	Doğu Akdeniz Bölgesi	YSK	Çok	x		
<i>Dianthus chinensis</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	Çin	YSK	Çok	x		
<i>Lobularia maritima</i>	<i>Brassicaceae</i>	Akdeniz havzası	YSK	Çok	x	x	
<i>Pelargonium × hortorum</i>	<i>Geraniaceae</i>	Güney Afrika, Avustralya	YSK	Çok	x		
<i>Petunia × hybrida</i>	<i>Solanaceae</i>	Güney Amerika	YSK	Çok	x		
<i>Verbena rigida</i>	<i>Verbenaceae</i>	Güney Amerika	YSK	Çok	x		
<i>Viola tricolor</i>	<i>Violaceae</i>	Kuzey Amerika	YSK	Çok	x		
*KÇD=Kurağa çok dayanıklı, KA=Kurağa adapte, YSK=Yüksek su kullanımı							

Su tüketiminin hesaplanması: Çalışma alanlarının birbirinden farklılık göstermesi çalışmada su tüketim isteklerinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu aşamada ilk olarak çalışma alanlarındaki hesaplamada kullanılan kriterler değerlendirilmiştir. Çalışmada su tüketiminin hesaplanmasında beş farklı kriter değerlendirilmiştir (Tablo 3). Bu kriterlerden ilk sırada yer alanlar çim alan büyüklüğü, kış dönemi çim uygulaması ve kurakçıl peyzaj alan büyüklüğüdür. Peyzaj düzenlemelerinin gerçekleştiği sert zeminin olmadığı geçirgen yüzeyler çim alanlar ve kurakçıl peyzaj olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Çim alanların yoğun olduğu Alan 1'de geçirgen yüzeylerin %63,2'si çim, %36,8'i kurakçıl peyzaj düzenlemesi iken, bu oran kurakçıl peyzajın yoğun olduğu Alan 3'te %14,5 çim ve %85,5 kurakçıl peyzaj olarak dağılım göstermektedir. Karma olarak tanımlanan Alan 2'de ise kurakçıl peyzaj düzenlemesine sahip olan alan miktarı (%56,8) çim alanlardan (%43,2) yüksek olsa da oranlar birbirine yakındır. Seçilen üç alanda da kış döneminde çim tohumu uygulaması gerçekleştirilmektedir.

Tablo 3 - Su tüketiminin hesaplanmasında kullanılan kriterler.

Kriterler	Alan 1	Alan 2	Alan 3
Çim alan büyüklüğü (m ²)	11.465 (% 63,2)	4.678 (% 43,2)	844 (% 14,5)
Kışlık çim tohumu uygulaması	Var	Var	Var
Kurakçıl peyzaj alan büyüklüğü (m ²)	6.690 (% 36,8)	6.150 (% 56,8)	4.977 (% 85,5)
Bitki yoğunluğu (m ²)	Seyrek (%10-40) (% 49,7)	5.160 (% 47,7)	1.792 (% 30,8)
	Orta (%41-70) (% 32,9)	3.264 (% 30,1)	3.203 (% 55,0)
	Yoğun (%71-100) (% 17,4)	2.404 (%22,2)	826 (% 14,2)
Bitkilerin su tüketim istekleri	Kurağa dayanıklı	x	x
	Kurağa adapte	x	x
	Yüksek su kullanımı	x	x


Çalışmadaki diğer önemli kriter ise bitki yoğunluğudur. Çalışma alanlarında geçirgen yüzeylerdeki bitki yoğunluğu da birbirinden farklılık göstermektedir. Bitki yoğunluğunun değerlendirilmesinde ağaç, çalı ve yer örtücü bitki gruplarının dağılımı dikkate alınmıştır. Sadece çim bitkisine sahip alanlar ise seyrek bitki örtüsü sınıfına dahil edilmiştir. Alan 1 ve Alan 2’de yaklaşık %50’lik bölüm seyrek, %30’luk bölüm orta ve %20’lik bölümleri sık bitki yoğunluğuna sahiptir. Alan 3’te ise alanın yaklaşık %55’lik bölümü orta, %30’u seyrek ve %15’i sık bitki yoğunluğuna sahiptir.

Son olarak değerlendirilen kriter ise kullanılan bitki türlerinin su ihtiyaçlarıdır. Burada “bitki türlerinin belirlenmesi” aşamasındaki bitki türleri ve özellikleri bu kriterin değerlendirilmesinde faydalı olmuştur. Alanlardaki bitki türleri genellikle kurağa dayanıklı ve kurağa adapte türlerden oluşmaktadır. Ağaçlar, ağaççıklar, çalılar ve yer örtücü türlerden oluşan bu gruplar çim alanlarda ve kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde farklı yoğunluklarda bulunmaktadır. Çim alanlar ve mevsimlik bitki türleri ise iklim koşullarına göre sulama sıklığı değişmekle birlikte günlük sulama ihtiyacı duyan ve yüksek su tüketimine sahip alanları oluşturmaktadır (Tablo 3).

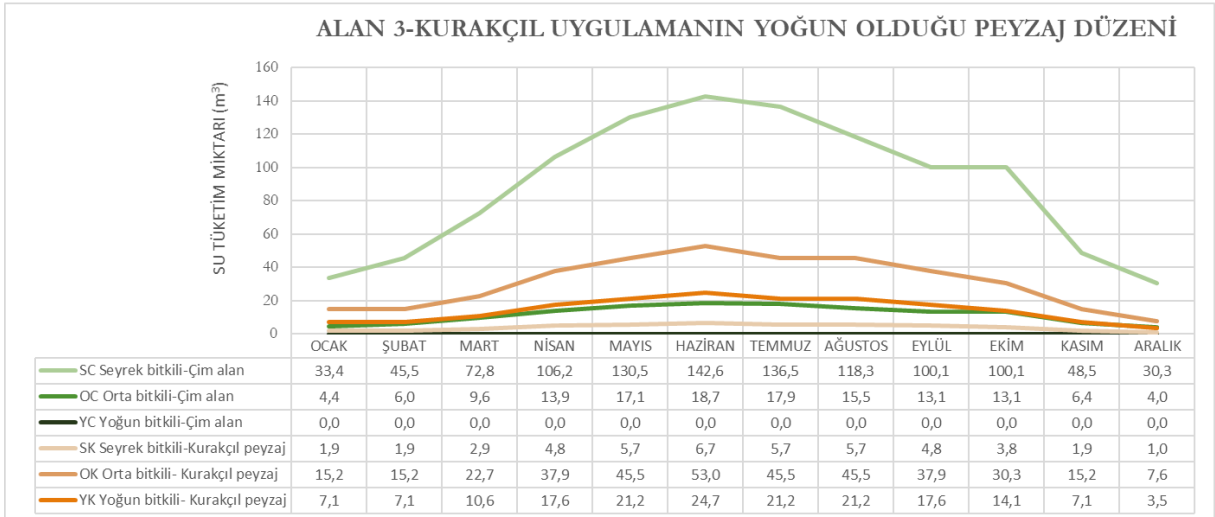
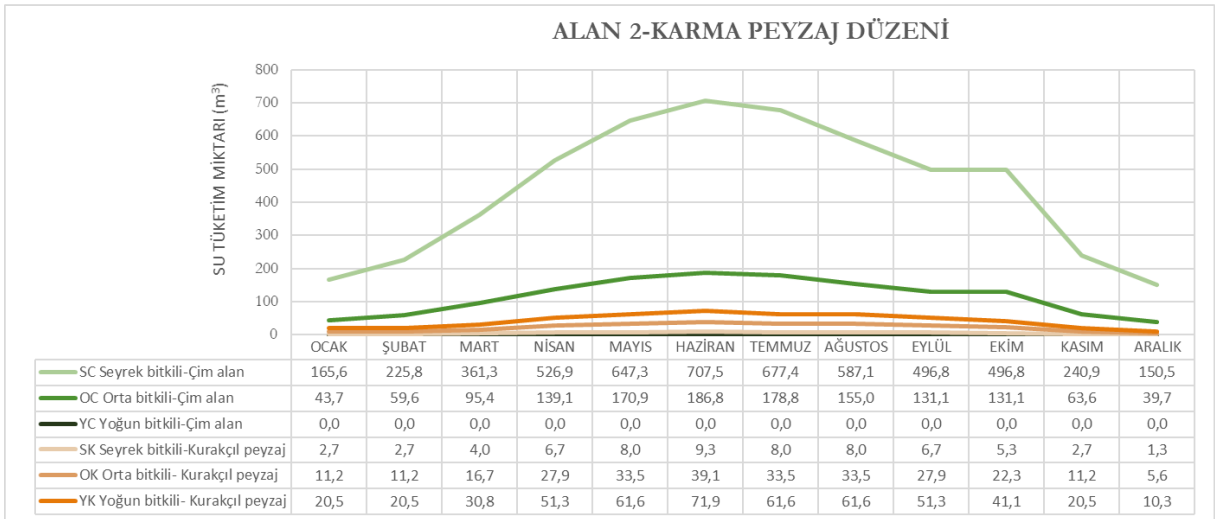
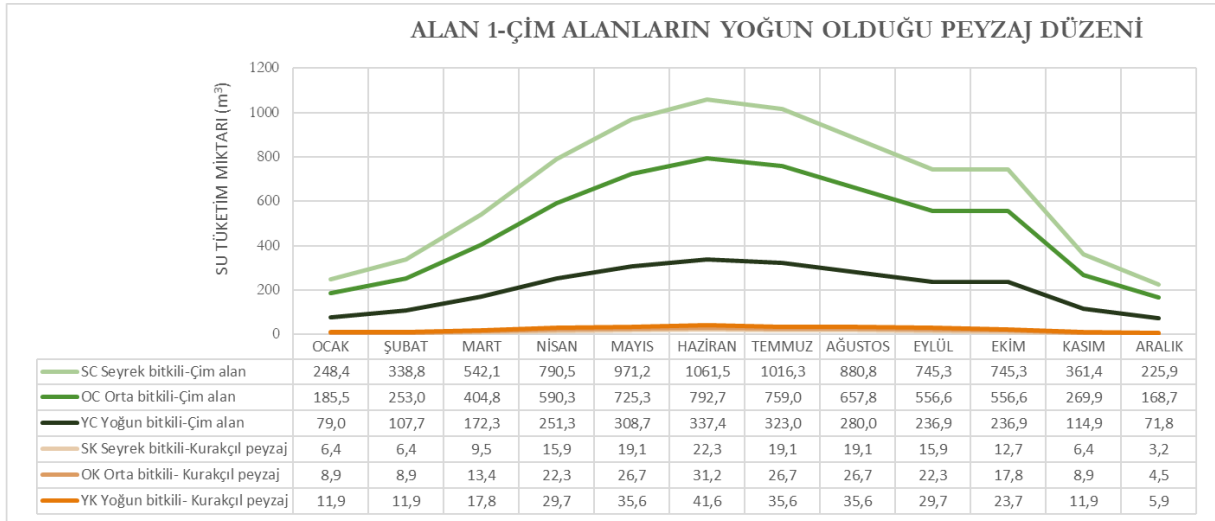
Belirlenen beş kriter içerisinde alan büyüklüğü ve bitki yoğunluğu su tüketimi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu yüzden geçirimli yüzey karakteri (çim veya kurakçıl peyzaj) ile bitki yoğunluğuna ait alt sınıfların (seyrek, orta, yoğun) kombinasyonları doğrultusunda 6 grup oluşturulmuş ve her bir alan için su tüketim miktarı ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çim alanlar “Seyrek bitkili-Çim alan (SÇ), Orta bitkili-Çim alan (OÇ) ve Yoğun bitkili-Çim alan (YÇ)” olmak üzere 3 grupta, kurakçıl peyzaj alanları ise “Seyrek bitkili-Kurakçıl peyzaj (SK), Orta bitkili- Kurakçıl peyzaj (OK) ve Yoğun bitkili-Kurakçıl peyzaj (YK)” olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır (Tablo 4). Tablo 4’te belirlenen alanlardaki alan kullanımlarına ilişkin lekeler ve bu lekeler içerisindeki bitki yoğunluklarına göre sınıfları gösterilmiştir. Buna ek olarak web-tabanlı su tüketim hesaplaması modülü kriterleri ve belirlenen alan büyüklükleri doğrultusunda her bir alanın yıllık su tüketim miktarı tespit edilmiştir. Yıllık su tüketim miktarları açısından çim alanların yoğun kullanıldığı Alan 1 (17.032,3 m³) en yüksek su tüketim miktarına sahiptir. Bu alanı sırasıyla karma düzene sahip Alan 2 (7.520,4 m³) ve kurakçıl peyzaj uygulamalarının yoğun olduğu Alan 3 (1.795,9 m³) takip etmektedir.

Hesaplamalar sonucunda her bir alan için metrekare başına kullandığı su miktarı tespit edilmiştir. Buna göre çim alanlarda bitki yoğunluğuna göre kullanılan birim su miktarı katsayısı (1,43 m³) aynı iken kurakçıl peyzajda bu katsayı bitki yoğunluğuna göre değişkenlik göstermektedir. Bu değer seyrek bitkili alanlarda 0,04 m³, orta yoğunluğa sahip alanlarda 0,12 m³ ve yoğun bitkili alanlarda 0,21 m³tür. Yani kurakçıl peyzaj düzenlemeleri aynı bitki yoğunluğuna sahip çim alanlardan 7 ila 35 kat daha düşük su tüketmektedir. Peyzaj düzenlemelerinde sıfır su kullanımı mümkün olmamakla birlikte kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde özellikle seyrek bitki yoğunluğuna sahip alanlar birim başına çok az su tüketmektedir. Bu durum uygulanan alan büyüklüğüne ve bitki yoğunluğuna göre artış göstermektedir (Şekil 2). Çim alanlarda ise bitki yoğunluğuna göre birim başına kullanılan su miktarı değişkenlik göstermemesinin bir sebebi kullanılan bitkilerin kurağa dayanıklı bitki türleri olmasıdır. Bu bitkilerin kök yapısının çim türlerinden farklı olması, sulamada bitki yoğunluğunun ihmal edilmesine yol açmıştır. Bu aşamada belirlenen değerler önerilerin geliştirilmesinde yardımcı olmuştur.

Tablo 4 - Çim alan, kurakçıl peyzaj ve bitki yoğunluğuna göre alanların su tüketim miktarı.

ALAN KULLANIMLARI	BİTKİ YOĞUNLUĞU	ALAN BÜYÜKLÜĞÜ	SU TÜKETİMİ		
Alan 1: Old Main binası ve çevresi peyzaj düzenlemesi (Çim alanların yoğun olduğu peyzaj düzeni)					
		SC	5.553 m ²	7.927,5 m ³	
		OC	4.147 m ²	5.920,2 m ³	
		YC	1.765 m ²	2.519,7 m ³	
		SK	3.475 m ²	155,8 m ³	
		OK	1.825 m ²	218,2 m ³	
		YK	1.390 m ²	290,9 m ³	
		Yıllık toplam su tüketimi		17.032,3 m ³	
Alan 2: Sanat Müzesi, Güzel Sanatlar ve Ziraat Fakültesi çevresi peyzaj düzenlemesi (Karma: Çim+Kurakçıl peyzaj)					
		SC	3.293 m ²	5.283,6 m ³	
		OC	977 m ²	1.394,9 m ³	
		YC	0 m ²	0,0 m ³	
		SK	1.459 m ²	65,4 m ³	
		OK	2.287 m ²	273,5 m ³	
		YK	2.404 m ²	503,1 m ³	
		Yıllık toplam su tüketimi		7.520,4 m ³	
Alan 3: İşletme Fakültesi çevresi (Kurakçıl peyzaj uygulamasının yoğun olduğu peyzaj düzeni)					
		SC	746 m ²	1.065,0 m ³	
		OC	98 m ²	139,8 m ³	
		YC	0 m ²	0,0 m ³	
		SK	1.046 m ²	46,9 m ³	
		OK	3.105 m ²	371,3 m ³	
		YK	826 m ²	172,8 m ³	
		Yıllık toplam su tüketimi		1.795,9 m ³	
Alan kullanımları		Bitki yoğunluğu		m² başına kullanılan su miktarı	
	Binalar	SC	Seyrek bitkili-Çim alan	SC	1,43 m ³
	Çim yüzeyler	OC	Orta bitkili-Çim alan	OC	1,43 m ³
	Kurakçıl peyzaj	YC	Yoğun bitkili-Çim alan	YC	1,43 m ³
	Su yüzeyleri	SK	Seyrek bitkili-Kurakçıl peyzaj	SK	0,04 m ³
	Sert zeminler	OK	Orta bitkili- Kurakçıl peyzaj	OK	0,12 m ³
		YK	Yoğun bitkili- Kurakçıl peyzaj	YK	0,21 m ³

Şekil 2'ye göre en yüksek su kullanımı yüksek sıcaklığın hakim olduğu Haziran-Temmuz aylarında gerçekleşirken, kış döneminde su kullanımı azalmaktadır. Ayrıca özellikle çim alanlarda kış tohumu uygulamasının gerçekleştiği Eylül-Ekim döneminde sulama miktarında artış gözlenmektedir. Tüm alanlarda çim alanlar kurakçıl peyzaj uygulamasına sahip alanlardan yüksek su tüketimine sahiptir. Alan 3'te göze çarpan bir diğer nokta ise seyrek bitkili çim alan büyüklüğünün kurakçıl peyzaj uygulanan alanlardan küçük olmasına rağmen en yüksek su tüketimine sahip olmasıdır.



Şekil 2 - Çalışma alanlarının aylık su tüketim miktarları.

Senaryolar doğrultusunda su tüketim isteklerinin hesaplanması: Çalışma bulgularında kurakçıl peyzaj uygulamalarının çim alanlardan düşük su tüketime sahip olması kurakçıl peyzaj uygulamalarının önemini bir kez daha göstermektedir. Bu yüzden çalışmanın bu aşamasında çim alanların azaltılması ve kurakçıl peyzaj uygulamalarının artması ile su tasarrufunda meydana gelecek değişimin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu aşamada ilk olarak alanların su tüketimleri (ST) belirlenmiştir (Eşitlik 1). Su tüketim istekleri, farklı bitki yoğunluğuna sahip çim alanlar ve kurakçıl peyzaja sahip alanların alan büyüklüklerinin su tüketim katsayıları (STK) ile çarpılması ve toplanması için her bir alan için ayrı ayrı belirlenmiştir. STK'ler çim alanlarda SÇ, OÇ, YÇ için program tarafından 1,43 m³, kurakçıl peyzajda SK için 0,04 m³, OK için 0,12 m³, YK için 0,21 m³ olarak alınmıştır.

İkinci olarak su tüketim miktarının yüksek olduğu çim alanların alan büyüklükleri %25, %50, %75 ve %100 azaltılmıştır. Bu uygulama her bir bitki yoğunluğu grubu için gerçekleştirilmiştir. Böylece azaltılmış çim alan büyüklüğü tespit edilmiştir (Eşitlik 2). Buradan elde edilen alan büyüklüğü değerleri aynı bitki yoğunluğuna sahip çim alan büyüklüğüne ilave edilerek arttırılmış kurakçıl peyzaj alan büyüklüğü tespit edilmiştir. (Eşitlik 3). Böylece senaryolar doğrultusunda çalışma alanlarındaki çim alan ve kurakçıl peyzaj alan büyüklükleri tespit edilmiştir.

Son olarak elde edilen alan büyüklükleri ile su tüketim katsayılarının çarpılması ve değerlerin toplanması ile her bir alandaki su tüketimi hesaplanmıştır (Eşitlik 4). Kurakçıl peyzaj düzenlemelerinin arttırılması ve çim alanların azaltılmasından dolayı bu eşitlik tasarruflu su tüketimi olarak hesaplanmıştır.

Eşitlik 1 - Mevcut su tüketiminin hesaplanması.

$$Mevcut ST = \sum (AB_{Çim} \times STK) + \sum (AB_{Kurakçıl} \times STK)$$

Eşitlik 2 - Çim alan büyüklüğünün senaryolarda belirtilen oranlar doğrultusunda azaltılması.

$$Azaltılmış AB_{Çim} = AB_{Çim} - (AB_{Çim} \times Yüzde\ oran)$$

Eşitlik 3 - Kurakçıl peyzaj alanlarının arttırılması.

$$Arttırılmış AB_{Kurakçıl} = AB_{Kurakçıl} + Azaltılmış AB_{Çim}$$

Eşitlik 4 - Senaryolar doğrultusunda alanların su tüketim miktarlarının hesaplanması.

$$Tasarruflu ST = \sum Azaltılmış AB_{Çim} \times STK + \sum Arttırılmış AB_{Kurakçıl} \times STK$$

ST: Su tüketimi, AB: Alan büyüklüğü, STK: Su tüketim katsayısı

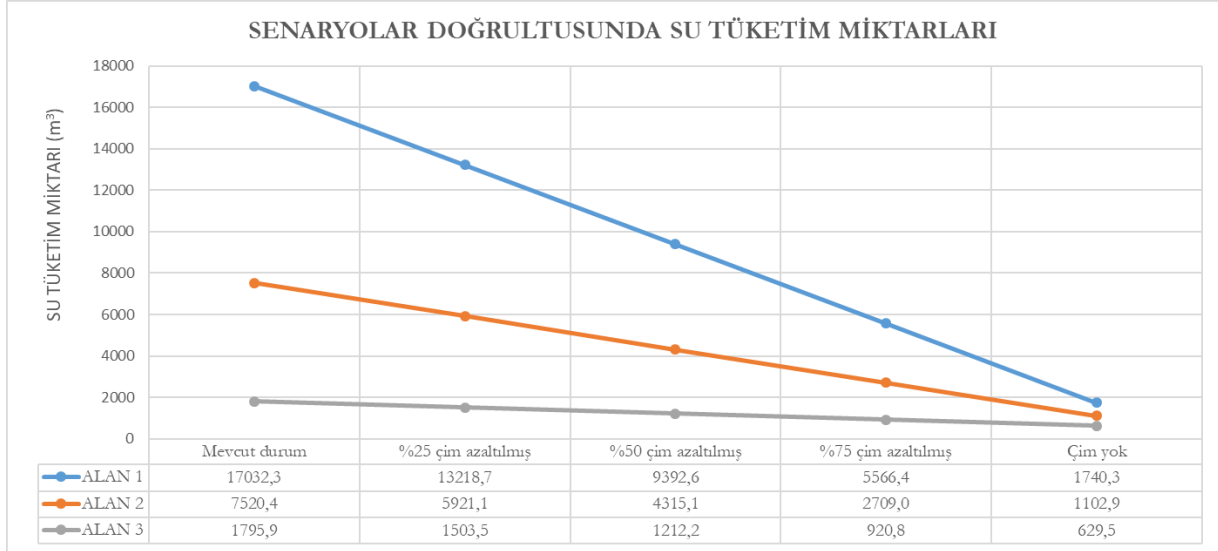
Hesaplamalar doğrultusunda çim alanların alan büyüklüklerinin %25, %50, %75 ve %100'ününün aynı bitki yoğunluğundaki kurakçıl peyzaj düzenine dönüştürülmesi ile su tüketimine meydana gelecek değişim belirlenmiştir. Bu aşamada bitki yoğunluklarına göre çim alan ve kurakçıl peyzaj tasarımındaki m² başına düşen su tüketim miktarları Tablo 5 ve Şekil 3'te verilmiştir.

Tablo 5 - Senaryolar doğrultusunda alanların su tüketimlerinin hesaplanması.

	Mevcut Durum		Çim alanlar %25 azaltılmış		Çim alanlar %50 azaltılmış		Çim alanlar %75 azaltılmış		Çim alan yok	
	AB (m ²)	ST (m ³)	AB (m ²)	ST (m ³)	AB (m ²)	ST (m ³)	AB (m ²)	ST (m ³)	AB (m ²)	ST (m ³)
Alan 1: Old Main binası ve çevresi peyzaj düzenlemesi										
(Çim alanların yoğun olduğu peyzaj düzeni)										
SC	5.553,0	7.927,5	4.164,8	5.955,6	2.776,5	3970,4	1.388,3	1.985,2	0,0	0,0
OC	4.147,0	5.920,2	3.110,3	4447,7	2.073,5	2965,1	1.036,8	1.482,6	0,0	0,0
YC	1.765,0	2.519,7	1.323,8	1.893,0	882,5	1262,0	441,3	631,0	0,0	0,0
SK	3.475,0	155,8	4.863,3	194,5	6.251,5	250,1	7.639,8	305,6	9.028,0	361,1
OK	1.825,0	218,2	2.861,8	343,4	3.898,5	467,8	4.935,3	592,2	5.972,0	716,6
YK	1.390,0	290,9	1.831,3	384,6	2.272,5	477,2	2.713,8	569,9	3.155,0	662,6
TOPLAM	17.032,3		13.218,7		9.392,6		5.566,4		1.740,3	
Alan 2: Sanat Müzesi, Güzel Sanatlar ve Ziraat Fakültesi çevresi peyzaj düzenlemesi										
(Karma: Çim + Kurakçıl peyzaj)										
SC	3.701,0	5.283,6	2.775,8	3.969,3	1.850,5	2646,2	925,3	1.323,1	0,0	0,0
OC	977,0	1.394,9	732,8	1.047,8	488,5	698,6	244,3	349,3	0,0	0,0
YC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SK	1.459,0	65,4	2.384,3	95,4	3.309,5	132,4	4.234,8	169,4	5.160,0	206,4
OK	2.287,0	273,5	2.531,3	303,8	2.775,5	333,1	3.019,8	362,4	3.264,0	391,7
YK	2.404,0	503,1	2.404,0	504,8	2.404,0	504,8	2.404,0	504,8	2.404,0	504,8
TOPLAM	7.520,4		5.921,1		4.315,1		2.709,0		1.102,9	
Alan 3: İşletme Fakültesi çevresi										
(Kurakçıl peyzaj Uygulamasının yoğun olduğu peyzaj düzeni)										
SC	746,0	1.065,0	559,5	800,1	373,0	533,4	186,5	266,7	0,0	0,0
OC	98,0	139,8	73,5	105,1	49,0	70,1	24,5	35,0	0,0	0,0
YC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SK	1.046,0	46,9	1.232,5	49,3	1.419,0	56,8	1.605,5	64,2	1.792,0	71,7
OK	3.105,0	371,3	3.129,5	375,5	3.154,0	378,5	3.178,5	381,4	3.203,0	384,4
YK	826,0	172,8	826,0	173,5	826,0	173,5	826,0	173,5	826,0	173,5
TOPLAM	1.795,9		1.503,5		1.212,2		920,8		629,5	
Kısaltmalar: Alan Büyüklüğü (AB), Su Tüketimi (ST)										

Tablo 5 ve Şekil 3'e göre su tasarrufunun en belirgin şekilde sağlandığı alan Alan 1'dir. Çim alanların yoğun olduğu peyzaj düzenine sahip olan Alan 1'de çim alanların tamamının kurakçıl peyzaj düzeni ile değiştirilmesi sonucunda %89,8 oranında su tasarrufu sağlanmaktadır. Bu oran karma düzenlemeye sahip Alan 2' de %85,3'dir. Kurakçıl peyzaj düzeninin yoğun olduğu Alan 3'te ise sadece %64,9 su tasarrufu sağlanmıştır. Çim alan oranının sadece %25 azaltılması ile bile Alan 1'de

%22,4, Alan 2'de %21,3 ve Alan 3'te %16,3 su tasarrufu sağlanmıştır. Çim alanların %50 oranında azaltılması ile Alan 1'de %44,9, Alan 2'de %42,6 ve Alan 3'te %32,5 su tasarrufu sağlanmıştır.



Şekil 3 - Kurakçıl peyzaj düzenlemesi ile alanların su kullanımlarındaki değişim.

Su tasarrufu çim alan büyüklüğü ile orantılı olacak şekilde artmakta veya azalmaktadır. Fakat bu oran bire bir değildir. Çünkü peyzaj düzenlemelerinde sıfır su tüketimi mümkün değildir. Kurakçıl peyzaj düzenindeki bitki yoğunluğunun da su tasarrufu üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Fakat bu etki çim alanların su tüketimi ile karşılaştırıldığında çok azdır. Sonuç olarak çim alanlar su tüketiminde büyük rol oynamaktadır. Çim alanlar kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde yer alabilmekle birlikte mümkün olan en az düzeyde uygulanırsa önemli miktarda su tasarrufu sağlanabilecektir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA (CONCLUSIONS AND DISCUSSION)

Üniversite yapıları gibi yüksek kullanıma sahip alanlarda kurakçıl peyzaj düzenlemelerinin uygulanması peyzaj çalışmalarında su krizinin yönetilmesi ve bölgesel önerilerin geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu yüzden bu çalışma önceki çalışmalardan farklı olarak Arizona Eyalet Üniversitesinde farklı peyzaj düzenlerini içeren alanlardaki su tüketim isteklerinin kurakçıl peyzaj tasarım oranının artırılması ile nasıl değiştiğini belirlemeyi hedeflemiştir. Su sürdürülebilirliğinin kampüs alanlarında gerçekleştirilebilmesi için şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Literatürde kurakçıl peyzaj düzenlemeleri ile %50 oranında su tasarrufu sağlanabileceği vurgulanmıştır (Nirmala & Jyothi, 2022). Çalışma sonuçları gösteriyor ki bu oranın geleneksel peyzaj tasarımlarının kurakçıl peyzaj düzeni ile değiştirilmesi sonucunda daha yüksek seviyelere ulaşabilmesi mümkündür.
- Kurakçıl peyzaj sadece çöl benzeri manzaraları değil yemyeşil düzenlemeleri de kapsamaktadır (Altay & Odabaş Uslu, 2022; Ismaeil & Sobaih, 2022). Çalışma alanının pek

çok ağaç, çalı ve yer örtücü bitki türlerine yer vermesi ile kurakçıl peyzajın sadece kaya, kaktüs ve sukulent bitkilerden ibaret olmadığı, kurakçıl peyzaj düzenlemeleri ile de yeşil görünüme sahip alanların elde edilebileceği gözlemlenmiştir. Kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde tercih edilen bitki türleri minimum düzeyde sulamaya ihtiyaç duyan yerel veya Arizona iklim koşullarına uyum gösteren bitki türlerinden seçilmiştir. Bitki türlerinin yanı sıra bitki yoğunluğu da sulama miktarını etkilemektedir. Bitki yoğunluğunun mümkün olan en az düzeyde kullanılması sulama ihtiyacını azaltacaktır.

- Benzer su ihtiyacına sahip olan bitkilerin bir arada kullanılması önemlidir (Çorbacı vd., 2011). Böylece sulama bölgeleri oluşturulmalı ve etkin şekilde sulama sağlanmalıdır.
- Su yönetimi ve tasarrufunun en üst düzeyde olması için peyzaj alanlarında kullanılan su kaynaklarının da dikkate alınması gerekmektedir. Alanlar içerisinde doğal drenaj kanalları bırakılmalıdır ve bu alanlarda biriken sular uygun filtreleme yöntemlerinden sonra tekrar sulamada kullanılmalıdır. Yağışlardan kaynaklanan yüzey akışı filtrelenerek yerinde yağmur suyu yönetimi en üst düzeye çıkarılmalıdır.

Çalışma sonuçları sadece kampüs alanları için değil kentsel mekanlardaki peyzaj düzenlemelerinde de kısıtlı olan su kaynağının yönetilmesi açısından önem arz etmektedir. Gelecek çalışmalar sulama bölgeleri ve sulamada kullanılan su kaynağını dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir. Kurakçıl peyzajın oransal değişimlerinin su tasarrufu üzerindeki etkisinin belirlenmesinin yanı sıra farklı tasarım uygulamaları ile kullanılan su miktarındaki değişim belirlenmelidir.

Conflict of Interest Statement | Çıkar Çatışması Beyanı

*Araştırmanın yürütülmesi ve/veya makalenin hazırlanması hususunda herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**There is no conflict of interest for conducting the research and/or for the preparation of the article.*

Financial Statement | Finansman Beyanı

Araştırmanın yürütülmesi ve/veya makalenin hazırlanması için herhangi bir mali destek alınmamıştır.

There is no financial support was received for the conduct of the research and preparation of the article.

Ethical Statement | Etik Beyanı

Araştırma etik standartlara uygun yapılmıştır.

All procedures followed in accordance with the ethical standards.

Copyright Statement for Intellectual and Artistic Works | Fikir ve Sanat Eserleri Hakkında Telif Hakkı Beyanı

Makalede kullanılan fikir ve sanat eserleri (şekil, fotoğraf, grafik vb.) için telif hakları düzenlemelerine uyulmuştur

In the article, copyright regulations have been complied with for intellectual and artistic works (figures, photographs, graphics, etc.).

Author Contribution Statement | Yazar Katkı Beyanı

A. Fikir / Idea, Concept	B. Çalışma Tasarısı, Yöntemi / Study Design, Methodology	C. Literatür Taraması / Literature Review
D. Danışmanlık / Supervision	E. Malzeme, Kaynak Sağlama / Material, Resource Supply	F. Veri Toplama, İşleme / Data Collection, Processing
G. Analiz, Yorum / Analyses, Interpretation	H. Metin Yazma / Writing Text	I. Eleştirel İnceleme / Critical Review

AUTHOR 1: A/B/C/D/E/F/G/H/I

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Abacıoğlu Gitmiş, E. (2021). Kurakçıl Peyzaj Düzenlemelerine Bir Tasarım Önerisi: Aliya İzzetbegoviç Parkı Örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 5(5), 214-232.
- Al-azhari, W. W. (2015). Landscape Learning ; Xeriscaping Design Techniques : The Case of Jordan. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 1(2), 11-28.
- Altay, B., & Odabaş Uslu, A. (2022). A pioneering approach in urban landscape design against global climate/environmental problems in the cities of the future; Xeriscape., *1st International Conference on Sustainable Ecological Agriculture* (ss. 171-177). Konya, Türkiye.
- Amr, A. I., Kamel, S., Gohary, G. El, & Hamhaber, J. (2016). Water as an Ecological Factor for a Sustainable Campus Landscape. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 181-193. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.027>.
- Anonim 1, (2022). Su tüketimi hesaplama modülü. <https://www.phoenix.gov/waterservices/usage-calculator>. (Erişim tarihi: (8 Ağustos 2022)).
- ASU, (2022). Arizona State University. <https://campus.asu.edu/tempe> (Erişim Tarihi 10.10.2022).
- AZMET, (2022). AZMET : The Arizona Meteorological Network. The University of Arizona, College of Agriculture and Life Science. <https://ag.arizona.edu/azmet/> (Erişim Tarihi 10.10.2022).
- Bayramoğlu, E. (2016). Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün xeriscape açısından değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 119-127. <https://doi.org/10.17474/acuofd.66592>.
- Bayramoğlu, E., & Ercan Oğuztürk, G. (2020). Kurakçıl Peyzaj Açısından Rize Sahil Parkının İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 10(21), 13-24. <https://doi.org/https://doi.org/10.16950/iujad.733326>.
- Birleşmiş Milletler, (2018). United Nations. Sustainable Development Goals: 17 Goals to Transform Our World. 2015. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/energy/> (Erişim Tarihi: 4 Haziran 2018).
- Çetin, N., & Mansuroğlu, S. (2018). Akdeniz Koşullarında Kurakçıl Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanılabilecek Bitki Türlerinin Belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(1), 11-18. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.390690>.
- Çorbacı, Ö. L., & Erken, E. (2022). Kentsel Açık Yeşil Alanların Kurakçıl Peyzaj Açısından Değerlendirilmesi : Ankara Altınpark Örneği. *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi*, 1, 1-11.
- Çorbacı, Ö. L., Özyavuz, M., & Yazgan, M. E. (2011). Peyzaj Mimarlığında Suyun Akıllı Kullanımı: Xeriscape. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(1), 25-31.
- Çöp, S., & Akat, H. (2021). Kurakçıl Peyzaj Çalışmalarında Bitkisel Uygulamalar : Muğla - Sarıgerme Halk Plajı Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 263-277. <https://doi.org/https://doi.org/10.29048/makufebd.934101>.

- Google Earth. (2022). <https://www.google.com/earth/>, Google LLC. Erişim tarihi: 01.10.2022.
- Herkes, G., & Korkut, A. (2021). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Yerleşkesinin Kurakçıl Peyzaj Tasarımı Bağlamında İrdelenmesi. *Artium Architecture, Urbanism, Design and Construction*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/51664/artium.732611>.
- Hilaire, R. St., VanLeeuwen, D. M., & Torres, P. (2010). Landscape Preferences and Water Conservation Choices of Residents in a High Desert Environment. *Hort Technology*, 20(2), 308-314. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.2.308>.
- Ismacil, E. M. H., & Sobaih, A. E. E. (2022). Assessing Xeriscaping as a Retrofit Sustainable Water Consumption Approach for a Desert University Campus. *Water*, 14(11), 1-30. <https://doi.org/10.3390/w14111681>.
- Kamer Aksoy, Ö., Akdoğan, S., & Sünbül, V. (2022). Çankırı Kenti Örneğinde Kent Parklarının Kurakçıl Peyzaj Açısından İrdelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 6(1), 327-338.
- Kaylı, A., & Güneş Gölbey, A. (2020). Yeşil Altyapı ve Yeşil Bina Bileşeni Olarak Kurakçıl Peyzaj Uygulamaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(2), 140-150. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.669799>
- Kısakürek, Ş., Oğuz, H., & Birhan Yılmaz, M. (2020). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ) Avşar Yerleşkesi'nin Kurakçıl Peyzaj Açısından Değerlendirilmesi. *Art Grid Journal of Architecture, Engineering & Fine Arts*, 2(2), 110-121.
- Kotteck, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>.
- Metin, M. Z., & Koçan, N. (2020). Ankara Etimesgut Yıldırım Beyazıt Parkı Örneğinde Kurakçıl Peyzaj Tasarım Uygulaması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 313-323. <https://doi.org/https://doi.org/10.29048/makufebed.805132>.
- Nirmala, A., & Jyothi, G. (2022). *Advances in Horticulture Sciences (Volume - 4). Xeriscaping: A Method of Garden Designing* (C. 4). <https://doi.org/10.22271/int.book.148>.
- Ozturk Kurtaslan, B., Demirel, O., & Kurt Konakoglu, S. S. (2019). Investigation of Selcuk University campus landscape design in terms of water efficient landscape arrangement. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 20(4), 2130-2140.
- Ozyavuz, A., & Ozyavuz, M. (2012). Xeriscape in Landscape Design., *Landscape Planning* (ss. 353-360). InTech. <https://doi.org/10.5772/38989>
- Pouya, S., Selçuk, E. B., & Bayramoğlu, E. (2020). İnönü üniversitesi (Malatya - Türkiye) yerleşkesinde bulunan bitkilerin kurakçıl peyzaj ilkeleri açısından irdelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8(2), 107-117. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.755835>.
- Selim, C., Bayrak, G., & Doksöz, S. (2021). Kent Parkına Yönelik Kurakçıl Peyzaj Tasarım Önerisi : Antalya Serdengeçti Parkı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 76-91. <https://doi.org/https://doi.org/10.29048/makufebed.883374>
Mehmet.
- Smith, B., & Patrick, R. J. (2011). Xeriscape for Urban water security: A preliminary study from Saskatoon, Saskatchewan. *Canadian Journal of Urban Research*, 20(2), 56-70.

- Welsh, D. F., & Welch, W. C. (2015). Xeriscape Landscape Water Conservation. *AgriLife Extension Texas A&M System*, E-447, 5-0(March), 1-14.
- Xu, X., Sun, S., Liu, W., García, E. H., He, L., Cai, Q., ... Zhu, J. (2017). The cooling and energy saving effect of landscape design parameters of urban park in summer: A case of Beijing, China. *Energy and Buildings*, 149, 91-00. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.052>.
- Yazıcı, N., Dönmez, Ş., & Şahin, C. K. (2014). Isparta Kenti Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanılan Bazı Bitkilerin Kurakçıl Peyzaj Tasarımı Açısından Değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(2), 199-208.

YAZARIN BİYOGRAFİSİ (BIOGRAPHY OF THE AUTHOR)

Müge ÜNAL ÇİLEK (Dr.)

Müge ÜNAL ÇİLEK ilk ve ortaöğrenimini Adana'da tamamladı. 2008 yılında birincilikle girdiği Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden 2012 yılında birincilikle mezun oldu. Takip eden dönemde aynı bölümde yüksek lisans programından 2014 yılında mezun olarak "Peyzaj Yüksek Mimarı" ünvanını kazandı. 2013 yılından bu yana Fırat Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde Araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. Bu süreç içerisinde 2014 yılında akademik İngilizce eğitimi için Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokulu'nda altı ay süre ile araştırmacı olarak bulunmuştur. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde başladığı doktora eğitimini 2021 yılında başarıyla tamamlamıştır. 2022 yılında Peyzaj Mimarlığı Eğitim ve Bilim Derneği tarafından ilki düzenlenen yılın tez ödülleri "2021 Doktora Tez Ödülü"ne layık görülmüştür. 2022-2023 yıllarında Arizona Eyalet Üniversitesi'nde bir yıl süre ile doktora sonrası araştırmacı olarak görev yapmıştır. Alanında pek çok ulusal ve uluslararası yayını bulunan akademisyenin araştırma konuları içerisinde kentsel yeşil alanlar, kentsel alanlarda iklim değişikliği ve mikro iklimsel analizler, termal konfor, erişilebilirlik analizleri, okulöncesi eğitim kurumlarında peyzaj ve bitkisel tasarım çalışmaları yer almaktadır.