

YAĞMURLAMA VE TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA SİSTEMLERİNİN TASARIM VE MALİYET AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kürşad Demirel^{1*}, Fatma Yetişir², Mahmut Can Ast³, Murat Altınok⁴

^{1*} Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Merkez/Çanakkale, Türkiye.

kdemirel@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2029-5884

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Merkez/Çanakkale, Türkiye.

fatmayetisir@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4087-3960

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Merkez/Çanakkale, Türkiye.

mahmutcanast@gmail.com, ORCID:0009-0005-7628-1093

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Merkez/Çanakkale, Türkiye.

altinokmurat368@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2985-9471

Özet

Bu çalışmanın amacı, peyzaj alanlarında kullanılan iki farklı sulama yönteminin (yağmurlama ve toprak altı damla) tasarım ve maliyet yönünden karşılaştırılmasıdır. Çalışmada, örnek olarak oluşturulan küçük ve büyük ölçekli çim kaplı alanlarda yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemi tasarım tekniklerine göre projelendirilmiştir. Bununla birlikte, alanlarda sulama sistemlerinin tasarımı üç farklı peyzaj mimarı tarafından birbirlerinden bağımsız olarak projelendirilmiş ve bu projeler maliyet yönünden karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, toprak altı damla sulama sisteminin su uygulama randımanının yüksek olması ve suyun daha etkin kullanılmasına rağmen, küçük ve büyük ölçekli alanlarda tasarlanan yağmurlama sulama sisteminin toprak altı damla sulama sistemine göre daha düşük maliyetli olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, toprak altı boru maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Alanla ilgili projeler karşılaştırıldığında, kullanılan sulama ekipmanlarına ve tasarımlara bağlı olarak maliyetlerde değişiklikler görülmüştür. Sonuç olarak, peyzaj alanlarında sulama sistemleri tasarım kriterleri dikkat edilerek projeler uzman kişiler tarafından sürdürülebilir ve ekonomik olacak şekilde projelendirilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, su kullanım etkinliğinin günümüzde önemli olması nedeniyle, toprak altı damla sulama sistemi maliyetinin bir kısmı devlet tarafından desteklenip peyzaj alanlarında kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sulama Sistemleri, Peyzaj Sulaması, Tasarım, Maliyet

EVALUATION OF SPRINKLER AND SUBSURFACE DRIP IRRIGATION SYSTEMS IN TERMS OF DESIGN AND COST

Abstract

This study aims to compare two different irrigation methods (sprinkler and subsurface drip) used in landscape areas in terms of design and cost. In the study, sprinkler and subsurface drip irrigation systems were designed according to design techniques in small and large-scale grass-covered areas created as examples. However, the design of irrigation systems in the areas was designed independently by three different landscape architects and these projects were compared in terms of cost. As a result of the study, it was determined that although the subsurface drip irrigation system has higher water application efficiency and water is used more effectively, the sprinkler irrigation system designed in small and large-scale areas is less costly than the subsurface drip irrigation system. This is because subsurface pipe costs are high. When comparing projects related to the area, changes in costs were observed depending on the irrigation equipment and designs used. As a result, it is recommended that the projects be designed sustainably and economically by experts, taking into account the design criteria of irrigation systems in landscape areas. However, since water use efficiency is important today, part of the cost of the subsurface drip irrigation system should be supported by the state and its use in landscape areas should be widespread.

Keywords: Irrigation Systems, Landscape Irrigation, Design, Cost

Received (Geliş tarihi): 28.03.2024, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.07.2024 *Corresponding author (İletişim yazarı: kdemirel@comu.edu.tr)

Citation (Atf): Demirel K., Yetişir F., Ast M.C., Altınok M., (2024) Yağmurlama Ve Toprak Altı Damla Sulama Sistemlerinin Tasarım Ve Maliyet Açısından Değerlendirilmesi. Turkish Journal of Landscape Research, 7 (1), 27-34, **DOI:** <https://doi.org/10.51552/peyad.1460331>

1. GİRİŞ

Bitkinin gelişimi ve hayatta kalabilmesi için en önemli etkenlerden birisi suyun temin edilmesidir. Bitkiler için gerekli olan su, her zaman doğal yağışlarla karşılanamayabilir. Bu durumda ilave su almaları gerekmektedir. Sulama yöntemleri, yüzey ve basınçlı sulama (yağmurlama ve damla sulama) yöntemleri olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Sulama suyuna ihtiyaç duyulması halinde söz konusu yöntemler sayesinde geniş alanlar sulanabilir (Brouwer, Prins, Kay ve Heibloem, 1988). Bitkiler, gelişmelerini sürdürebilmek için topraktan suyu bitki kökleri aracılığıyla alırlar. Alınan bu suyun çoğunluğu terleme yoluyla atmosfere verilirken, suyun kalan kısmı bitki dokularında muhafaza edilir. Bu nedenle, bitki kök bölgesinde yeterli nemin bulunması da önemlidir. Sonuç olarak, bitkilerin fizyolojik ve morfolojik yapısı göz önünde bulundurularak tüketileceği su miktarı ve bitkiye verilecek sulama suyu miktarı her sulamada hesaplanmalıdır (Bayramoğlu, Ertek ve Demirel, 2013).

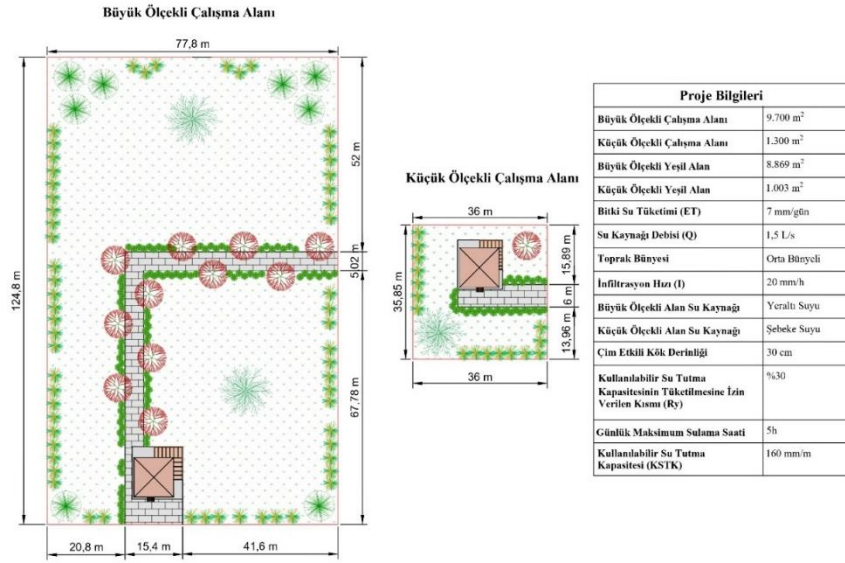
Sulama sistemlerinin etkin ve doğru kullanılabilmesi için uygun sulama yöntemleri ve tekniklerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Peyzaj uygulamalarında, son dönemlerde otomatik sulama sistemlerinin kullanımı giderek artmaktadır. Bu sistemleri kullanırken su kullanım etkinliğine, sulama materyallerinin sulanacak alanlarda fazla yer kaplamamasına, sulama maliyetlerini minimum seviyeye indirmeye, aynı zamanda sulama sırasında kullanıcıların konforunu ve estetik bakış açısını bozmamaya dikkat edilmesi önemlidir (Küçüksayan, Gülez, Cengiz, 2011).

Bu çalışmada, basınçlı sulama yöntemlerinden yağmurlama sulama sistemi ve toprak altı damla sulama sistemi olmak üzere iki farklı yöntemi ele alınmıştır. Yağmurlama sulama sistemi, geniş çim veya park-bahçe alanlarında kullanılan estetik, rahat ve etkin bir sulama yöntemidir. Otomatik veya manuel olarak kullanılabilir. Yağmurlama sulama, suyun kaynaktan belli bir basınçla alınarak kapalı bir sistem ile araziye kadar iletilip, arazi üzerinde belirli aralıklarla yerleştirilen yağmurlama başlıklarından basınç altında atmosfere damlacıklar halinde püskürtüldüğü bir yöntemdir (Öztürk, 1998; Demirel, 2022). Toprak altı damla sulama sistemi, bitkinin ihtiyacı kadar sulama suyunun ve besin maddelerinin damlatıcılar yoluyla toprak yüzeyinin altında bitkinin kök bölgesine verildiği bir sulama yöntemidir (Demirel ve diğerleri, 2020; Lamm ve diğerleri, 2021; Cengiz, Demirel, 2023). Toprak altı damla sulama yöntemi, su tasarrufu sağlamak için toprak yüzeyinden kaynaklanan yüzey akışı ve buharlaşma kayıplarını azaltması nedeniyle etkilidir. Yağmurlama sulama sistemlerinin atış mesafelerinin küçük alanlarda yetersiz kalmaktadır. Toprak altı damla sulama yöntemi özellikle kısa mesafeli alanlarda kullanımı oldukça uygun hale getirmektedir (Demirel, 2022). Toprak yüzeyinin altındaki derinliğe yerleştirilen toprak altı damla sulama borusu, yüzey trafiğine veya toprak işleme aletlerine müdahaleyi engellemeyecek bir derinliğe yerleştirilir. Ayrıca, yüzey veya yüzeye yakın damla laterallerinin yıllık olarak değiştirilmesinin aksine, uzun yıllık bir kullanım ömrü sağlamaktadır (Lamm ve diğerleri, 2021).

Bu çalışmada, üç farklı peyzaj mimarı tarafından örnek olarak oluşturulan iki farklı peyzaj alanında (küçük ve büyük ölçekli) yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemleri tasarım ve maliyet yönünden karşılaştırılmıştır.

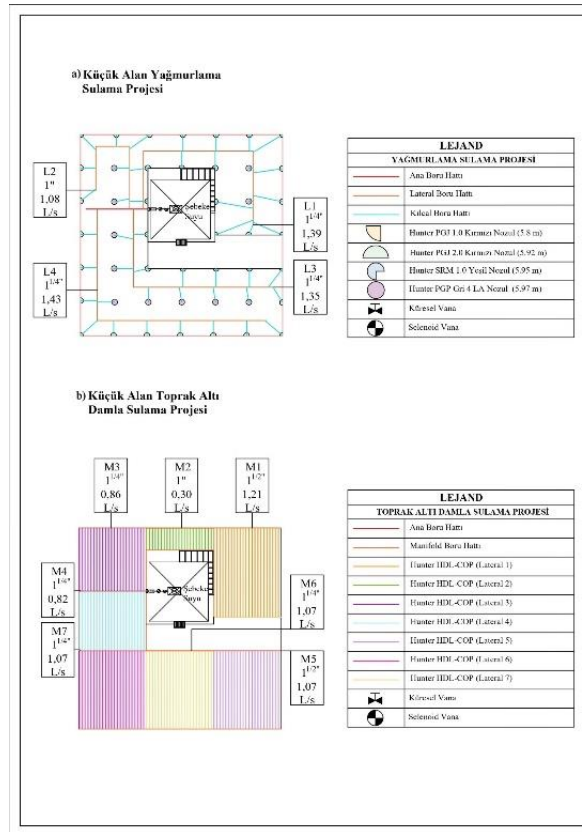
2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, yağmurlama ve toprak altı damla sulama projelerinin iki farklı ölçekte tasarlanan çalışma alanlarına ait bilgiler Şekil 1’de gösterilmiştir. Küçük ve büyük ölçekli çalışma alanları sırasıyla, 1003 m² ve 8.869 m² yeşil alana sahiptir. Söz konusu alanlarda, yağmurlama sulama ve toprak altı damla sulama sistemleri tasarımı üç farklı peyzaj mimarı tarafından yapılmıştır. Sonuç olarak, toplamda 12 adet sulama sistemleri tasarım projesi oluşturulmuştur. Bu çalışmada sadece örnek olarak seçilen bir projenin tasarım detayları Şekil 2 ve Şekil 3’te gösterilmiştir. Yağmurlama ve toprak altı damla sulama projelerinin tasarımı Demirel (2022)’ye göre yapılmıştır.



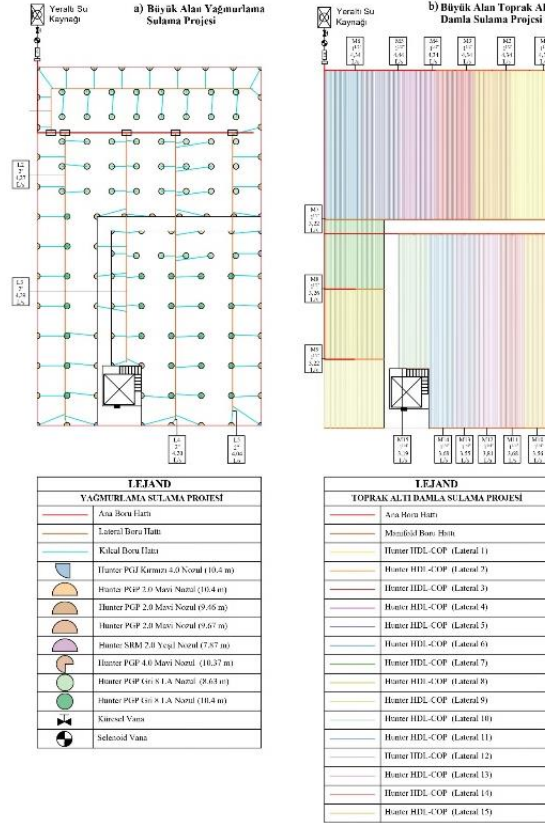
Şekil 1. Proje alanlarına ait bilgiler

Küçük ölçekli çalışma alanındaki yağmurlama ve toprak altı damla sulama sisteminin tasarımı sırasıyla Şekil 2a ve Şekil 2b'de verilmiştir. Yağmurlama sulama sisteminde, yağmurlama başlıkları alan özelliklerine göre seçilmiş ve yerleşimi yapılmıştır. Toprak altı damla sulama sisteminde, toprak altı damla boru (Hunter HDL-COP) özelliklerine göre 0.30 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Küçük ölçekli çalışma alanında su ihtiyacı şebekeden sağlanmıştır. Şebekeden alınan su kaynağın debisi 1.5 L/s olup, tüm işletme birimlerini çalıştırmaktadır. Bu bağlamda, küçük ölçekli çalışma alanında her iki sulama sisteminde de pompa ve depo kullanılmamıştır.



Şekil 2. Küçük ölçekli çalışma alanı yağmurlama (a) ve toprak altı damla (b) sulama tasarımı

Büyük ölçekli çalışma alanındaki yağmurlama ve toprak altı damla sulama sisteminin tasarımı sırasıyla Şekil 3a ve Şekil 3b’de verilmiştir. Büyük ölçekli çalışma alanının sulama projelerinde, küçük ölçekli alanda yapılan projelendirme aşamaları aynı şekilde uygulanmıştır. Yapılan tasarım çalışmaları Şekil 3a ve 3b’de gösterilmiştir. Büyük ölçekli çalışma alanında su ihtiyacı yeraltı su kaynağından sağlanmıştır. Yeraltı kaynağından alınan su kaynağının debisi 1.5 L/s olup, tüm işletme birimlerinin çalışmasına yeterli olmadığından her iki sulama sisteminde de pompa ve depo kullanılmıştır.



Şekil 3. Büyük ölçekli çalışma alanı yağmurlama (a) ve toprak altı damla (b) sulama sistemi tasarımı

Büyük ve küçük çalışma alanlarında yapılan yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemlerinin maliyetleri, üç farklı peyzaj mimarları tarafından hesaplanmıştır. Oluşturulan projelerin maliyetleri, proje alanlarının boyutu ve sulama sistemleri bakımından birbiriyle karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda peyzaj alanlarında yağmurlama ve toprak altı damla sulama sisteminin maliyet bakımından hangisinin daha uygun olduğu belirlenmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışma alanında yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemlerine göre toplamda 12 ayrı proje hazırlanmış ve ilk yatırım maliyetleri çıkarılmıştır. Örnek olarak seçilen ve bir uzman tarafından hazırlanan 4 ayrı projenin sulama sistemlerine ait bilgiler ve proje maliyetleri Çizelge 1’de sunulmuştur.

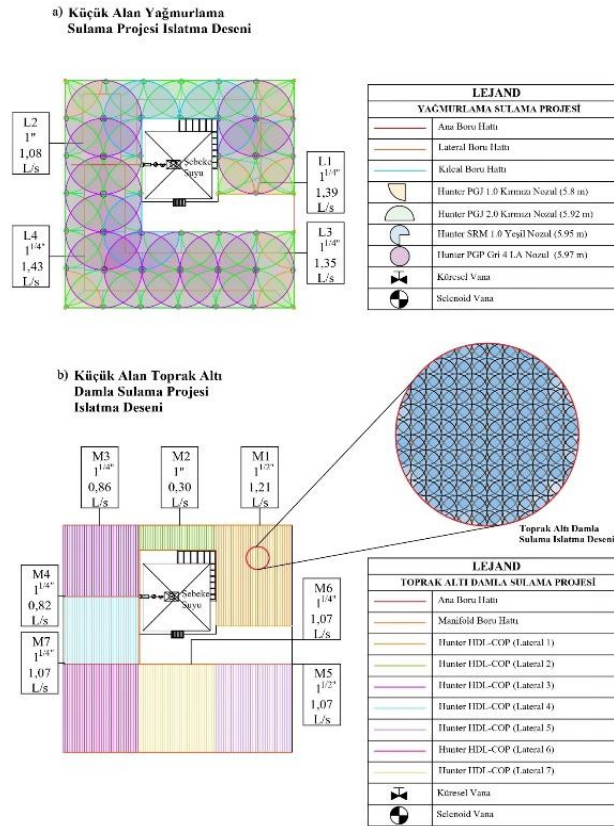
Çizelge 1. Sulama sistemi projelerine ait bazı parametreler

Toprak Altı Damla Sulama	Küçük Alan	Büyük Alan	Yağmurlama Sulama	Küçük Alan	Büyük Alan
Manifold Çapı (mm)	32-40-50	40-50	Lateral Boru Çapı (mm)	32-40	63
Ana Boru Çapı (mm)	50	75	Ana Boru Çapı (mm)	40	63

Ana Boru Debişi (L/s)	1,21	4,44	Ana Boru Debişi (L/s)	1,43	4,3
Proje Maliyeti (\$)	3.258	17.449	Proje Maliyeti (\$)	1.103	9.328

Kullanılan başlıkların debisine ve buna bağlı olarak hesaplanan lateral debisine göre işletme birimlerinde kullanılan laterallerin çapları belirlenmiştir. Yağmurlama sulama sistemlerinde küçük ve büyük alanlarda kullanılan lateral borular; 10 atm basınca, 32-40-63 mm çapa sahiptir. Ana boru çapı belirlenirken en yüksek işletme debisi dikkate alınmıştır. Yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan ana borular; 10 atm basınca, 40-63 mm çapa sahiptir. Toprak altı damla sulama sisteminde; lateral boruların bağlı oldukları manifold borularının çapları, lateral boruların üzerindeki damlatıcı sayısının damlatıcı debisiyle çarpılmasıyla elde edilen debiye göre belirlenmiştir. Büyük alan toprak altı damla sulama sisteminde debiden kaynaklı manifold boru çapları yüksek çıkmaktadır. Bu durum maliyeti oldukça arttırdığından dolayı manifold borular yaklaşık olarak eşit olacak oranda ikiye bölünmüştür. Böylelikle manifold boruların çapları küçültülmüştür. Küçük ve büyük alanlarda kullanılan manifold borular; 10 atm basınca, 32-40-50 mm, toprak altı damla sulama sistemlerinde kullanılan ana borular; 10 atm basınca, 50-75 mm çapa sahiptir (Çizelge 1).

Küçük alanda tasarlanan yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan 3.0 bar basınca sahip başlık çeşitleri, alan ölçülerine göre atış mesafeleri farklılık göstermiştir. Yağmurlama başlıkları sulanan alanda eşit ıslatma deseni oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Oluşturulan başlık yerleşimi ve ıslatma deseni Şekil 4a'da sunulmuştur. Toprak altı damla sulama sisteminde kullanılan borular, sulanmayan alan kalmayacak ve ıslatma alanı bir olacak şekilde toprak altı damla boruları (Hunter HDL – COP) yerleştirilmiştir. Toprak altı damla sulama sistemlerinde kullanılan lateral borular; 16 mm çapa, 2.1 L/s debiye ve 0.30 m aralıklara sahiptir. Oluşturulan damla boru yerleşimi ve ıslatma deseni Şekil 4b'de verilmiştir.

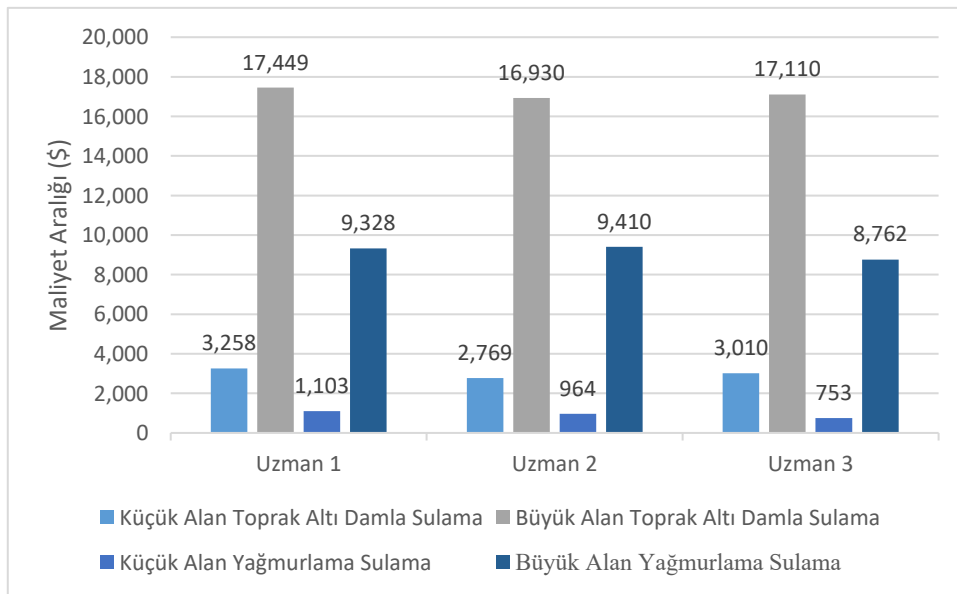


Şekil 4. Küçük ölçekli çalışma alanında yağmurlama (a) ve toprak altı damla (b) sulama sistemlerinin ıslatma deseni

Küçük alanda tasarlanan sulama sistemlerinde birimler tek başına çalıştırıldığında su kaynağının debisi yeterli olurken, büyük alanda tasarlanan sulama sistemlerinde birimler, tek başına çalıştırıldığında su kaynağının debisi yeterli olmadığı görülmüştür. Büyük alanda yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemlerinde su kaynağının debisi yetersiz kaldığından depo kullanılmıştır. Büyük alan yağmurlama ve toprak altı damla sulama sisteminde sulamanın gece ve gündüz yapılması planlanarak, 30 tonluk su deposu kullanılması planlanmıştır. Bununla birlikte, toprak altı damla sulamada borular, toprağın 10-15 cm altında kaldığı için ve çim bitki köklerine yakın olduğundan dolayı gün içerisinde 8 defa sulanması planlanmıştır. Böylece, toprak altı damla sulama sisteminde 30 tonluk su deposu yerine 8 tonluk su deposu kullanılmıştır. Bu yöntem toprak altı damla sulama sisteminde uygulanabilirken su ihtiyacı çok olduğundan yağmurlama sulama sisteminde uygulanamamaktadır. Yağmurlama sulama sisteminde sulama süresi 61 dakika, toprak altı damla sulama sisteminde ise 19 dakika olarak hesaplanmıştır. Yağmurlama sulama sisteminde toprak yüzeyi, toprak altı damla sulama sisteminde ise toprak yüzeyinin altında bitkinin kök bölgesi sulanmaktadır. Bu durum sulama devam ederken toprak altı sulama sistemlerinin bulunduğu peyzaj alanlarının gün içerisinde kullanımını engellemektedir. Aynı zamanda, izin verilen sulama süresini geçmemektedir. Bu yöntemle, toprak altı damla sulama sisteminde depo hacmi küçültülmüştür.

Üç farklı uzman tarafından tasarımı yapılan projelerde kullanılacak olan sulama ekipmanlarının metrajı çıkartılmıştır. Metraj hesaplaması yapılırken aynı özellikteki ekipmanların birim maliyeti tasarımcılar tarafından aynı alınmıştır. Maliyet, 20.12.2023 tarihinde 29,11 dolar kuru ile hesaplanmıştır. Fiyatlandırma kur değişimleri ile farklılık göstermektedir.

Yağmurlama sulama sistemi projelerinin ortalama maliyeti, \$940-\$9.166'dır. Toprak altı damla sulama sistemi projelerinin ortalama maliyeti, \$3.012-\$17.163 olduğu görülmektedir (Şekil 5). Küçük alan yağmurlama sulama sistemi projesinde en düşük maliyet Uzman³ tarafından (\$753), en yüksek maliyet Uzman¹ tarafından (\$1.103) tasarlanan proje olduğu görülmektedir. Büyük alan yağmurlama sulama sistemi projesinde en düşük maliyet Uzman³ tarafından (\$8.762), büyük alan yağmurlama sulama sistemi projesinde ise en yüksek maliyet Uzman² tarafından (\$9.410) tasarlanan proje olduğu görülmüştür. Küçük alan toprak altı damla sulama sistemi projesinde en düşük maliyet Uzman² tarafından (\$2.769), en yüksek maliyet Uzman¹ tarafından (\$3.258) tasarlanan proje olduğu görülmektedir. Büyük alan toprak altı damla sulama sistemi projesinde en düşük maliyet Uzman² tarafından (\$16.930), en yüksek maliyet Uzman¹ tarafından (\$17.449) tasarlanan proje olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemi projelerinin maliyet karşılaştırılması.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, küçük ve büyük ölçekli alanlarda yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemlerinin tasarım ve maliyet yönünden karşılaştırılması yapılarak, daha uygun olan sulama sisteminin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yağmurlama ve toprak altı damla sulama sistemleriyle yapılan projelerin karşılaştırılması sonucunda, küçük ve büyük ölçekli yağmurlama projelerinin maliyet açısından toprak altı damla sulama sistemine göre daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Toprak altı damla sulama sistemlerinde kullanılan damla sulama boruları, yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan başlık maliyetine göre yaklaşık olarak 10 kat daha fazladır. Bu durum, toprak altı damla sulama sistemlerinin maliyet bakımından yüksek çıkmasının en önemli nedenlerinden birisi kullanılan damla borularının 0.30 m aralıklarla bütün alanı birebir oranda kaplayacak şekilde yerleştirilmesidir.

Bu çalışmada, büyük alanlarda kullanılan su kaynağı debisinin yetersiz olması, su deposu ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Toprak altı damla sulama sistem özellikleri bakımından ihtiyaç duyulan depo hacmi, sulama aralığı artırılarak, düşürülmüş ve maliyet bakımından tasarruf edilmiştir. Ancak, bu durum yağmurlama sulama sisteminde yapılamamıştır.

Uzmanlar; aynı özellikteki ekipmanları tek bir firmadan alınan fiyatlar üzerinden sulama sistemlerinin maliyetlerini hazırlamıştır. Tasarlanan projelerdeki farklı özelliğe sahip ekipmanlar için alınan fiyatlar farklılık göstermektedir. Bu durum, uzmanların yapmış olduğu sulama sistemi tasarımına göre maliyette değişikliklere sebep olmuştur.

Bu çalışma sonucunda tüm veriler küçük (1003 m²) ve büyük (8.869 m²) ölçekli alanlar için yapılan projelerden elde edilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda; yağmurlama sulama sistemlerinin, toprak altı damla sulama sistemlerinden daha ekonomik bir sulama yöntemi olduğunu göstermektedir. Peyzaj alanlarında, sulama sistemi projelendirmeleri uzman kişiler tarafından; arazinin toprak yapısı, toprağın infiltrasyon hızı, su kaynağı debisi, bitkilerin su tüketimi ve rüzgâr hızı gibi benzer etkenler dikkat edilerek projeler tasarlanmalıdır. Yapılan projelerin sürdürülebilir ve ekonomik olabilmesini sağlamak için tasarım ve uygulamaların, uzman kişiler tarafından kontrollü bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında kullanılan yağmurlama başlıkları ve toprak altı damla borularıyla ilgili teknik destek veren Hunter firmasına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bayramoğlu, E., Ertek, A. ve Demirel, Ö. (2013). Su Tasarrufu Amacıyla Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kısıntılı Sulama Yaklaşımı. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 3(7). 45-53.

Brouwer, C., Prins, K., Kay, M. ve Heibloem, M. (1988). Irrigation Water Management: Irrigation Methods. Training Manual, 9(5), 5-7.

Cengiz, S. ve Demirel, K. (2023). Toprak Altı Damla Sulamanın Peyzaj Alanlarında Kullanımı. Mimarlık, Planlama ve Tasarımda İleri ve Çağdaş Çalışmalar. Editör: Doç. Dr. Zuhâl ÖZÇETİN. Duvar Yayınevi, İzmir. pp: 172-180.

Demirel, K., Çamoğlu, G., Tatar, Ö., Nar, H., Boran, A., Eroğlu, İ. ve Genç, L. (2020). Use of subsurface drip irrigation and water retention barrier to effective use of water in rice. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 25(2), 108-121. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.678748>

Demirel, K. (2022). Peyzaj Alanlarında Sulama Sistemi Tasarımı. Duvar Kitapevi, 165 s, İzmir.

- Küçüksayan, C., Gülez, S. ve Cengiz, B. (2011). Peyzaj Alanlarında Otomatik Sulama Sistemi Uygulanmasının İrdelenmesi: Ankara Kent Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(19), 52-62.
- Lamm, F. R., Colaizzi, P. D., Sorensen, R. B., Bordovsky, J. P., Dougherty, M., Balkcom, K., Zaccaria, D., Bali, K. M., Rudnick, D. R. ve Peters, R. T. (2021). A 2020 Vision of Subsurface Drip Irrigation in the U.S. 2021 American Society of Agricultural and Biological Engineers, 64(4), 1319-1343. <https://doi.org/10.13031/trans.14555>
- Öztürk, T. (1998). Yağmurlama Sulama Sisteminin Bir Peyzaj Alanında Uygulanması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 48(1-4).