

PEYZAJ ALANLARINDA KULLANILAN FARKLI ÖZELLİKTEKİ YAĞMURLAMA SULAMA BAŞLIKLARININ TASARIM VE MALİYET YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Kürşad DEMİREL^{1*}, Kübra ŞAHİN², Gönül TÜRKÖĞLU³,
G. Rumeysa ÇATIKKAŞ⁴, Kader ARSLAN⁵

^{1*}Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 17020, Çanakkale, kdemirel@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2029-5884

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 17020, Çanakkale, kubracelayirsahin@gmail.com ORCID: 0000-0002-8912-5234

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 17020, Çanakkale, gonul.turkoglu34@gmail.com ORCID: 0000-0002-0433-9680

⁴Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 17020, Çanakkale, rumeysecatikkas@stu.comu.edu.tr ORCID: 0000-0003-4413-2681

⁵Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 17020, Çanakkale, kader.ars48ln@gmail.com ORCID: 0000-0002-3945-2210

Özet

Peyzaj alanlarında sulama sistemi tasarımları genellikle konusunda uzman olmayan kişiler tarafından yapılmaktadır. Buna bağlı olarak, sulama projelerinde gereğinden fazla veya az sulama suyu kullanılması, yeknesak olmayan bir sulama, yanlış ekipman kullanımı vb. gibi sorunlar görülmektedir. Bu çalışmada, peyzaj alanlarında kullanılan farklı özellikteki yağmurlama sulama başlıklarının tasarım ve maliyet yönünden kıyaslanması amaçlanmıştır. Çalışmada, örnek olarak seçilen bir alanda farklı yağmurlama sulama başlıklarına (rotor, rotator ve sprej/Hunter) ve işletme birimlerine (minimum, optimum ve maksimum) göre sulama sistemi tasarlanmıştır. Ayrıca, alanda sulama sistem tasarımı dört farklı uzman tarafından birbirlerinden bağımsız olarak gerçekleştirilmiş ve söz konusu projeler maliyet yönünden karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda, farklı özellikteki yağmurlama sulama başlıklarıyla tasarlanan sulama sistemlerinde optimum işletme birimli projelerin en ideal ve düşük maliyetli olduğu belirlenmiştir. Alanda kullanılan başlık türlerine göre en ekonomik sulama sistemi projelendirilmesi rotor ve rotator başlıklar ile sağlanırken, en maliyetli sistemlerin sprej başlıklar ile tasarlanan projeler olduğu görülmüştür. Dört uzman tarafından yapılan projeler kıyaslandığında, kullanılan ekipmanlar ve tasarımlara bağlı olarak maliyet yönünden farklılıkların olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, peyzaj alanlarında sulama sistemleri tasarlanırken toprak özellikleri, su kaynağı, iklim faktörleri, bitki özellikleri gibi etkenler göz önüne alarak alana uygun en ideal ve ekonomik projelerin tercih edilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sulama Otomasyonu, Sulama Sistemleri, Peyzaj Sulaması, Tasarım, Proje

COMPARISON IN TERMS OF DESIGN AND COST OF SPRINKLER IRRIGATION HEADS IN DIFFERENT FEATURES USED IN LANDSCAPE AREAS

Abstract

Today, irrigation system designs in most landscape areas are usually made by non-experts. Accordingly, the use of more or less irrigation water in irrigation projects, non-uniform irrigation, use of wrong equipment, etc. such problems are seen. In this study, it is aimed to compare the sprinkler irrigation heads used in landscape areas in terms of design and cost. In the study, an irrigation system was designed according to different sprinkler irrigation heads (rotor, rotator and spray / Hunter) and operating units (minimum, optimum and maximum) in a selected area. In addition, the irrigation system design in the field was carried out independently by four different experts and the projects were compared in terms of costs.

As a result of the study, it has been determined that projects with optimum operating units are the most ideal and low cost in irrigation systems designed with different sprinkler irrigation heads. While the most economical irrigation system projecting according to the nozzle types used in the field is provided with rotor and rotator heads, it has been seen that the most costly systems are projects designed with spray heads. When the projects made by the four experts were compared, it was seen that there were differences in terms of costs depending on the equipment and designs used. As a result, while designing irrigation systems in landscape areas, it is recommended to choose the most ideal and economical projects suitable for the area, taking into account factors such as soil characteristics, water source, climate factors, and plant characteristics.

Keywords: Irrigation Automation, Irrigation Systems, Landscape Irrigation, Design, Project

Received (Geliş tarihi): 11.11.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 30.12.2020 *Corresponding author (İletişim yazarı): kdemirel@comu.edu.tr

Citation (Atıf): Demirel, K, Şahin, K, Türkoğlu, G, Çatıkkaş, GR, Arslan, K. (2020). Peyzaj alanlarında kullanılan farklı özellikteki yağmurlama sulama başlıklarının tasarım ve maliyet yönünden karşılaştırılması. Turkish Journal of Landscape Research, 3 (2), 120-130.

GİRİŞ

Bitkiler için temel yaşam kaynağı olan su her zaman doğal yollarla karşılanamamaktadır. İhtiyaç duyduğu su miktarından daha az ya da daha fazla su aldıklarında bitki ile suyun dengesi bozulur. Bu durumda bitkinin gelişmesi yavaşlamakta veya tamamen durmaktadır (Demirel, 2005). Bitkilerin doğal yollarla karşılanmadığı suyun ihtiyaç duyduğu miktarda ve zamanda bitkiye verilmesine sulama denilmektedir (Orta, 2009).

Peyzaj uygulamalarında yapılan bitkisel tasarımlarda genel olarak farklı bitki türleri bir arada kullanılmakta ve bu bitkilerin her birinin su ihtiyacı birbirinden farklı olabilmektedir. Bu sebeple, söz konusu alanlar için planlanan sulama projelerinde farklı yöntemler tercih edilebilir. Buna ilaveten, aynı sulama yöntemi kullanılırken yine farklı özellikteki başlıklar da kullanılabilir. Dolayısıyla sulama sistemi projelendirmesi uygulama alanının bitkisel tasarım projesine uygun bir şekilde titizlikle yapılmalıdır. Aksi takdirde sulama sistemi çalıştırıldığında ilerleyen süreçlerde söz konusu alanlarda bitkilerin su ihtiyacı doğru karşılanmadığından, bitkiler gelişimlerini tamamlayamayacak ve akabinde bitki ölümleri gerçekleşecek, uygulama alanının sürdürülebilirliği sağlanamayacaktır. Bu şekilde uygulanan projeler amacına ulaşmamış başarısız projeler olacaktır (Demirel, 2018; 2019).

Doğanın planlanması, tasarlanması ve korunmasında söz sahibi olan Peyzaj mimarları kentsel peyzaj alanlarında doğal kaynakların tasarrufunu sağlayacak yönde tasarımlar yapmalıdır. Özellikle su konusunda yaşanan sıkıntıların giderek artmasıyla suyun etkin kullanılması için yeni çalışmalar yapılmıştır. Su etkin peyzaj düzenlemesi adı altında suyun akılcı kullanımı, az su kullanımı, doğal peyzaj düzenleme, kurakçıl peyzaj düzenleme gibi hemen hemen aynı temel ilkeleri barındıran yaklaşımlar geliştirilmiştir (Barış, 2008). Bu yaklaşımlar doğrultusunda Peyzaj mimarları bitkisel tasarım projelerinde uygulama alanının iklim, bitki örtüsü ve fonksiyonel özelliklerine göre doğal bitki türlerini seçmelidir. Daha sonra söz konusu alanların sulama sistemi projelendirmesinin konuya hâkim uzmanlar (peyzaj mimarı, sulama mühendisi) tarafından toprak-bitki-su ilişkisindeki bütün parametrelerin göz önüne alınarak ve gerekli hesaplamaların yapılarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Böylelikle hem su tasarrufu sağlanmış hem de görsel estetik ve kaliteden ödün verilmeyen sürdürülebilir bir peyzaj alanı projelendirilmiş olacaktır.

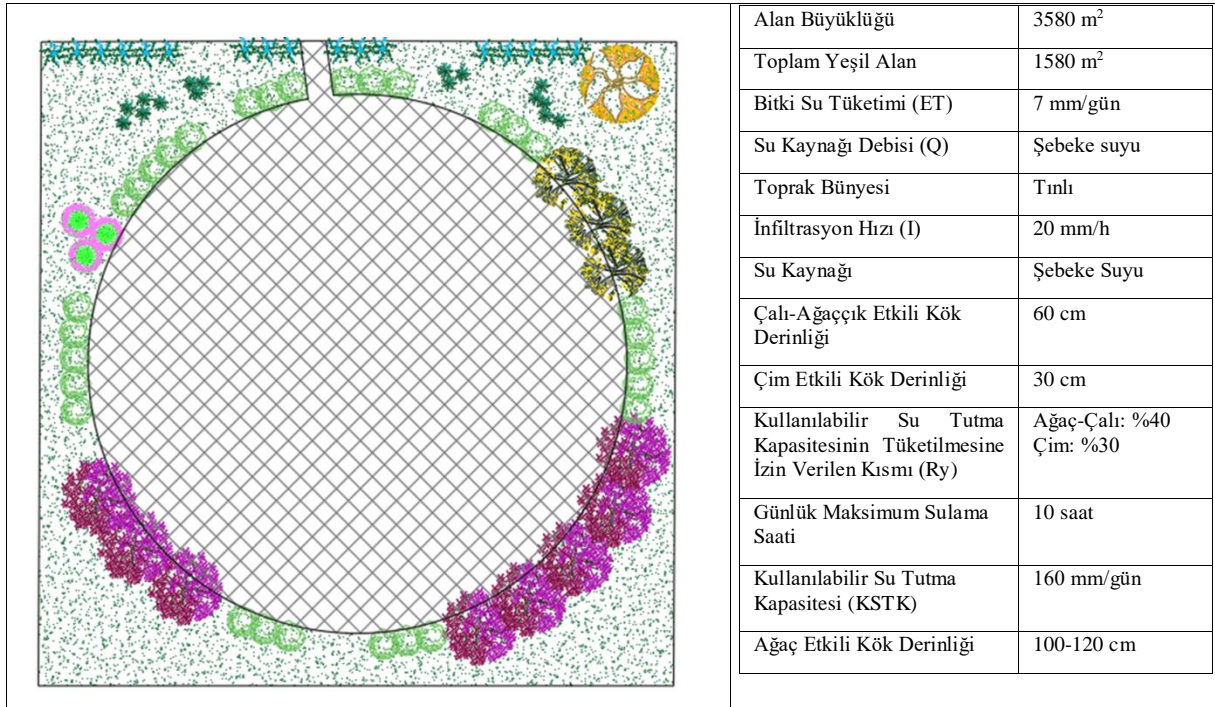
Peyzaj alanlarında sulama sistemlerinin değerlendirilmesine ait yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda; İşbilir ve Erdem (2012), İstanbul'da 3 farklı rekreasyon alanında yapılmış sulama projelerini incelemişler ve yeniden tasarlanan projeler arasındaki farkları ortaya koymuşlardır. Yazar (2013), Fethiye'de peyzaj alanlarının sulanmasında karşılaşılan sorunları incelemiştir. Selim (2016) Denizli-Antalya karayolundaki refüjlerde mevcut sulama sistemlerinin performansının değerlendirmesini yapmıştır. Demirel vd. (2018), Çanakkale'de iki parkın sulama sistemlerini incelemişler ve her iki proje alanında sulama sistemleri uygun kriterlere göre yeniden tasarlamışlardır. Bununla birlikte, yağmurlama başlıklarıyla ilgili yapılan çalışmalarda; Yılmaz (1993) bazı yağmurlama başlıklarının farklı eğimlerdeki su dağıtım kaliteleri, ıslatma yarıçapları ve her eğim için başlık aralıklarını incelemiştir. Clark vd. (2003) farklı çalışma basınçlarında, farklı başlık aralıklarında ve farklı nozul çaplarında başlıklar çalıştırılıp başlıkların su dağıtım desenini incelemişlerdir. Demirel (2005) farklı özellikteki yağmurlama başlıklarını farklı basınç ve rüzgâr hızlarında deneyerek bu etkenlerin su dağılım düzeyine olan etkilerini incelemiştir.

Peyzaj alanlarında sulama sistemleri ve başlıkların test edilmesi ile ilgili çalışmalar bulunmasına rağmen, aynı alanda farklı yağmurlama başlıklarının sulama sistemi tasarımlarının ve maliyetlerinin karşılaştırıldığı çalışmalar yetersiz kalmıştır. Bu çalışmada, farklı uzmanlar tarafından örnek olarak seçilen peyzaj alanında farklı yağmurlama sulama başlıklarının (rotor, rotator ve sprej) ve işletme birimlerinin (minimum, optimum ve maksimum) tasarımı ve maliyeti yönünden karşılaştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

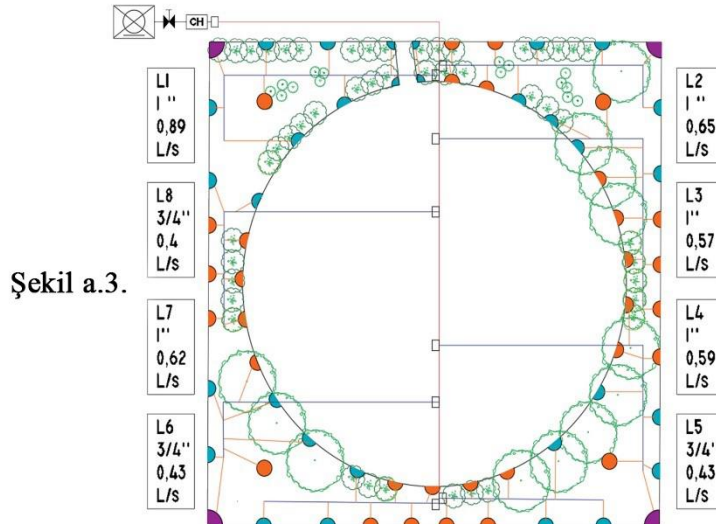
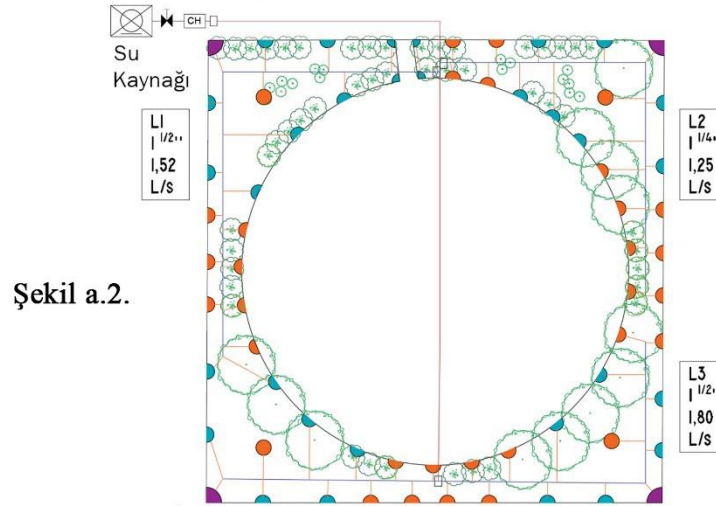
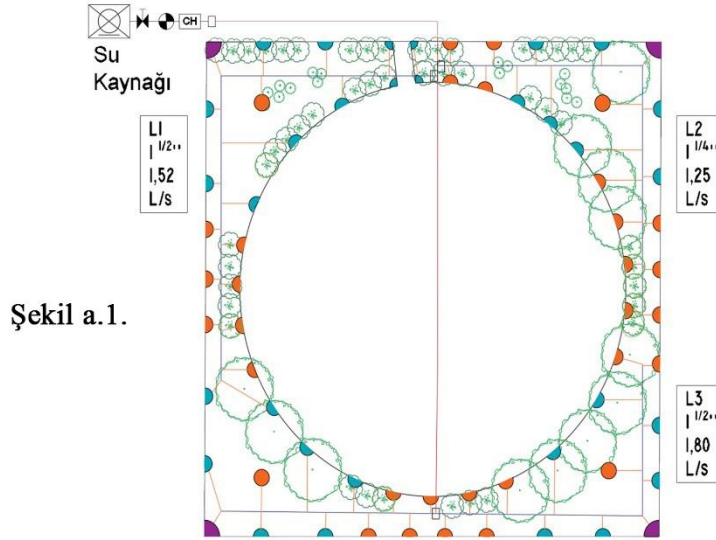
Çalışma alanına ait bilgiler Şekil 1'de gösterilmiştir. Toplam 1580 m² yeşil alana sahip alanda sulama sistemi tasarımları 4 farklı uzman tarafından yapılmıştır. Çalışma kapsamında, üç farklı özellikte su dağıtım yapan pop-up yağmurlama sulama başlıkları kullanılmıştır (Sprej, Rotor ve Rotator/HUNTER). Ayrıca, her başlık için alanlar üç farklı işletme birimine göre (minimum, optimum ve maksimum) tasarımları yapılarak maliyetlendirilmiştir. Sonuç olarak, toplamda 36 adet sulama projesi ortaya koyulmuş ve maliyetlerinin birbirleriyle kıyaslaması yapılmıştır. Bu çalışmada sadece örnek olarak seçilen bir projenin tasarım detayları verilmiştir. Dört farklı uzman tarafından hazırlanan projeler sadece maliyetler yönünden kıyaslanmıştır.

Yağmurlama sulama sistemi projeleri Orta (2009) tarafından belirtilen kriterlere göre hesaplanmış ve sulama sistemleri tasarlanmıştır.



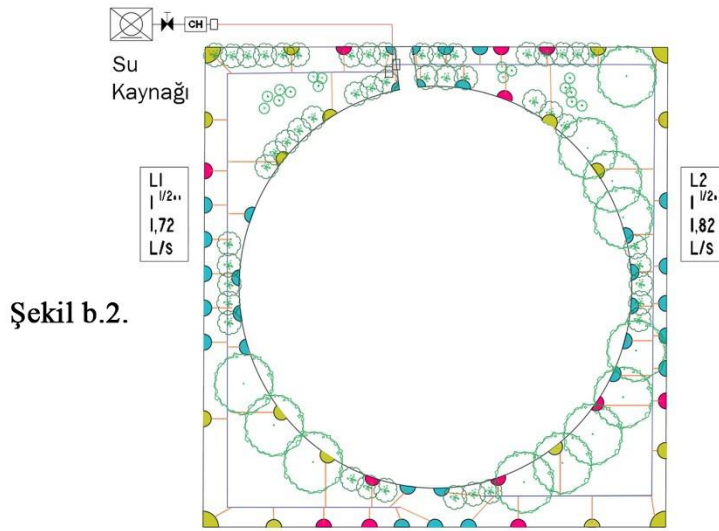
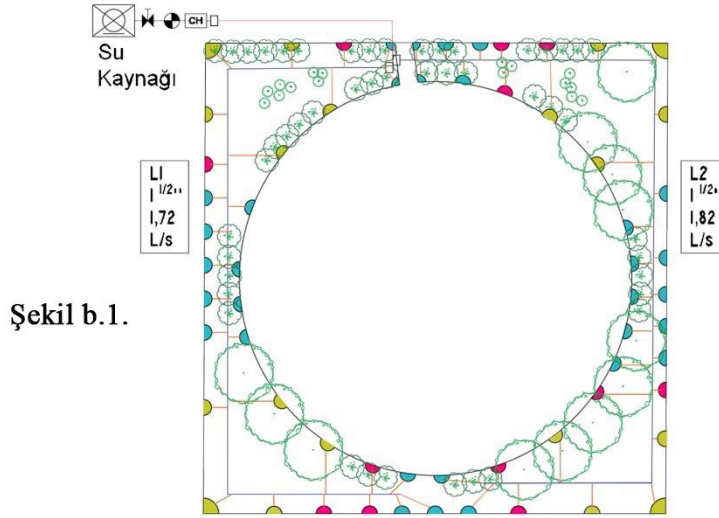
Şekil 1. Proje alanı ve alana ait bazı bilgiler

Çalışma alanında rotor, rotator ve sprej yağmurlama başlıkları kullanılarak tasarlanan sulama projeleri sırasıyla Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4'te gösterilmiştir. Minimum işletme birimli projelerde sulama tek seferde gerçekleşecek şekilde tasarlanmıştır. Ana hatta kullanılan boru çapları alandaki bütün işletme birimlerinin toplam debisini sahip olması gerekliliğine göre hesaplanmıştır. Bu sebeple, sistemin çalışması için gerekli suyun debisi şebeke suyunun debisinden (şebeke suyunun debisi 4 L/s olarak alınmıştır) fazla olduğu için söz konusu projelerde depo ve pompa kullanılmıştır. Optimum işletme birimli projelerde, rotor başlıkların kullanıldığı projede 3 işletme birimine, rotator başlıkların kullanıldığı projede 2 işletme birimine ve sprej başlıkların kullanıldığı projede ise 7 işletme birimine ayrılmıştır. Maksimum işletme birimli projelerde ise rotor ve rotator başlıklarının kullanıldığı projelerde sistem 8 işletme birimine, sprej başlıklarının kullanıldığı projelerde ise 16 işletme birimine ayrılmıştır.

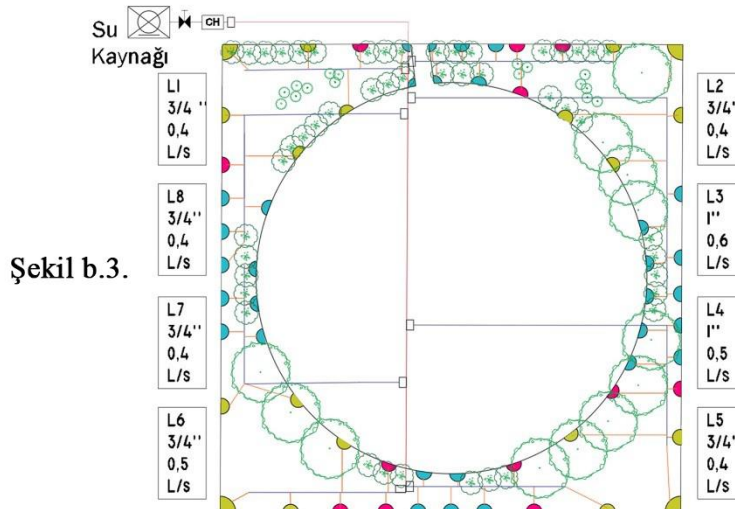


LEJAND	
	Ana Boru Hattı
	Lateral Boru Hattı
	Kılcal Boru Hattı
	Ağaç
	Ağaçcık
	Çalı
	HUNTER SRM-04 ,50 Nozul (4,6 m)
	HUNTER SRM-04 1,0 Nozul (6,4 m)
	HUNTER PGJ-00 ,75 Nozul (5,2 m)
	HUNTER PGJ-00 1,5 Nozul (6,7 m)
	HUNTER PGP 2,0 Nozul (10,4 m)
	Küresel Vana
	Selenoid Vana

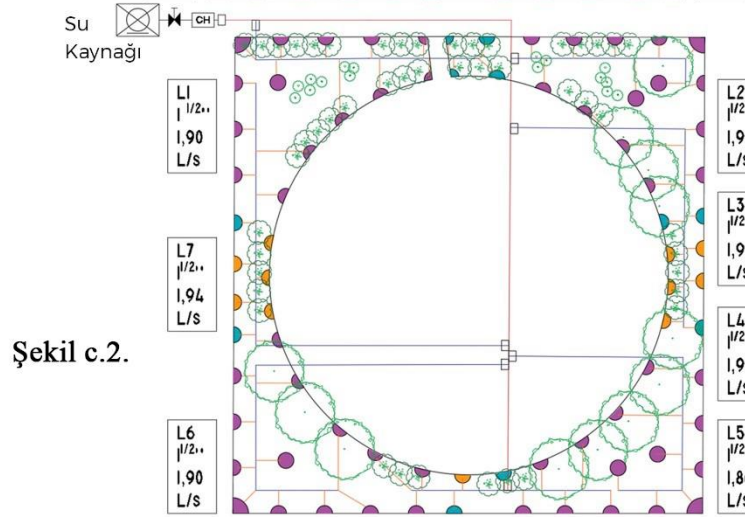
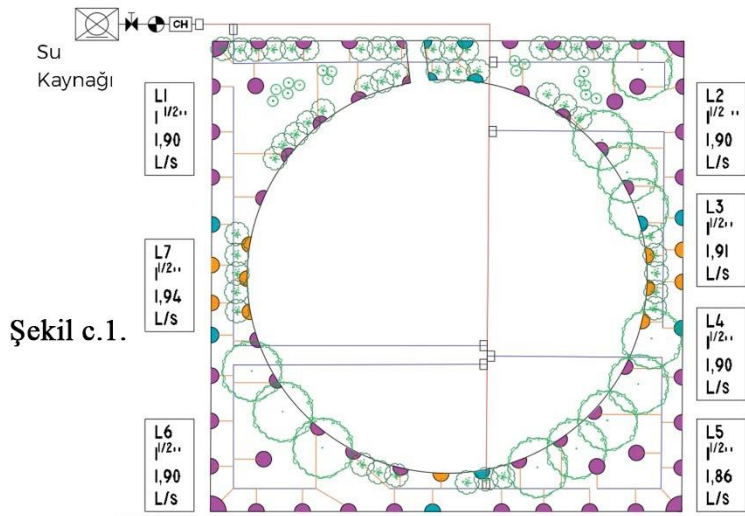
Şekil 2. Rotor başlıklar ile minimum (Şekil a.1.), optimum (Şekil a.2.) ve maksimum (Şekil a.3.) işletme birimli projelerin tasarımı



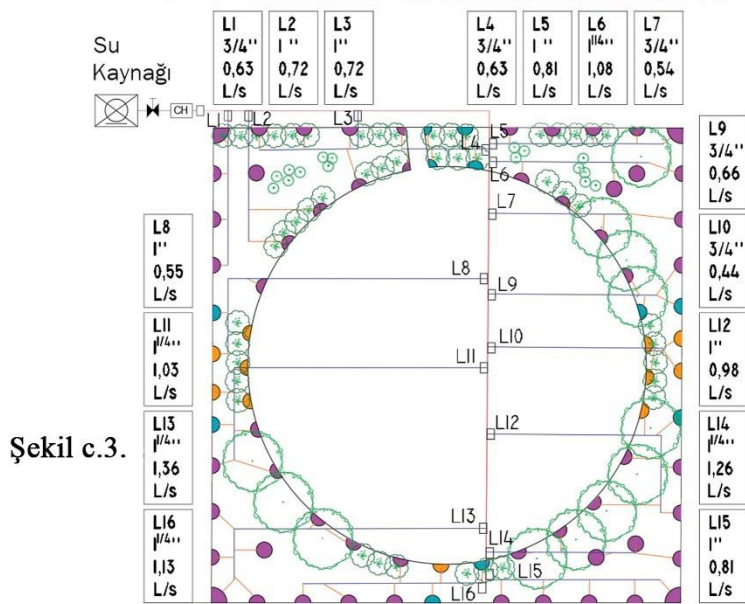
LEJAND	
	Ana Boru Hattı
	Lateral Boru Hattı
	Kılcal Boru Hattı
	Ağaç
	Ağaççık
	Çalı
	HUNTER ECO-04-MP1000 90° (4,3 m)
	HUNTER ECO-04-MP1000 180° (4,3 m)
	HUNTER ECO-04-MP2000 180° (6,1 m)
	HUNTER ECO-04-MP3000 90° (9,1 m)
	HUNTER ECO-04-MP3000 180° (9,1 m)
	Küresel Vana
	Selenoid Vana



Şekil 3. Rotator başlıklar ile minimum (Şekil b.1.), optimum (Şekil b.2.) ve maksimum (Şekil b.3.) işletme birimli projelerin tasarımı



LEJAND	
	Ana Boru Hattı
	Lateral Boru Hattı
	Kılcal Boru Hattı
	Ağaç
	Ağaççık
	Çalı
	HUNTER PRO 12A Nozul 180° (4,1 m)
	HUNTER PRO 15A Nozul 90° (5,2 m)
	HUNTER PRO 15A Nozul 180° (5,2 m)
	HUNTER PRO 17A Nozul 90° (5,8 m)
	HUNTER PRO 17A Nozul 180° (5,8 m)
	HUNTER PRO 17A Nozul 360° (5,8 m)
	Küresel Vana
	Selenoid Vana



Şekil 4. Sprey başlıklar ile minimum (Şekil c.1.), optimum (Şekil c.2.) ve maksimum (Şekil c.3.) işletme birimli projelerin tasarımı

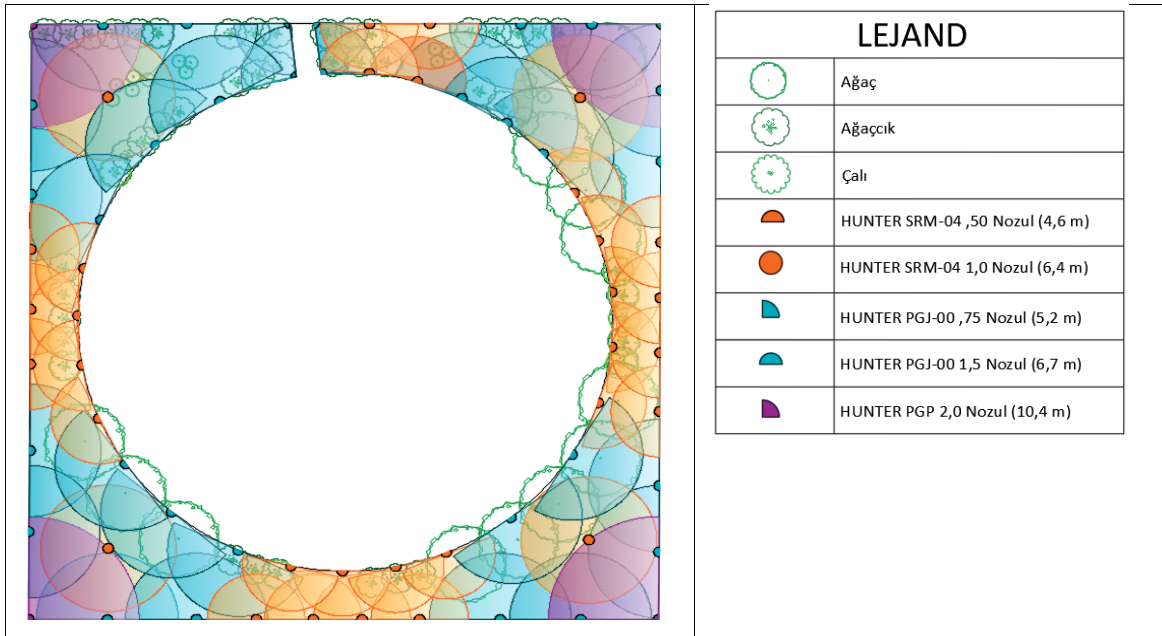
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışma alanının sulama sistemi projelendirmesi için rotor, rotator ve sprej başlıkların ayrı ayrı kullanılarak ve minimum, optimum ve maksimum işletme birimli olarak toplamda 9 ayrı proje hazırlanmış ve maliyetleri çıkarılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sulama sistemi projelerine ait bazı parametreler

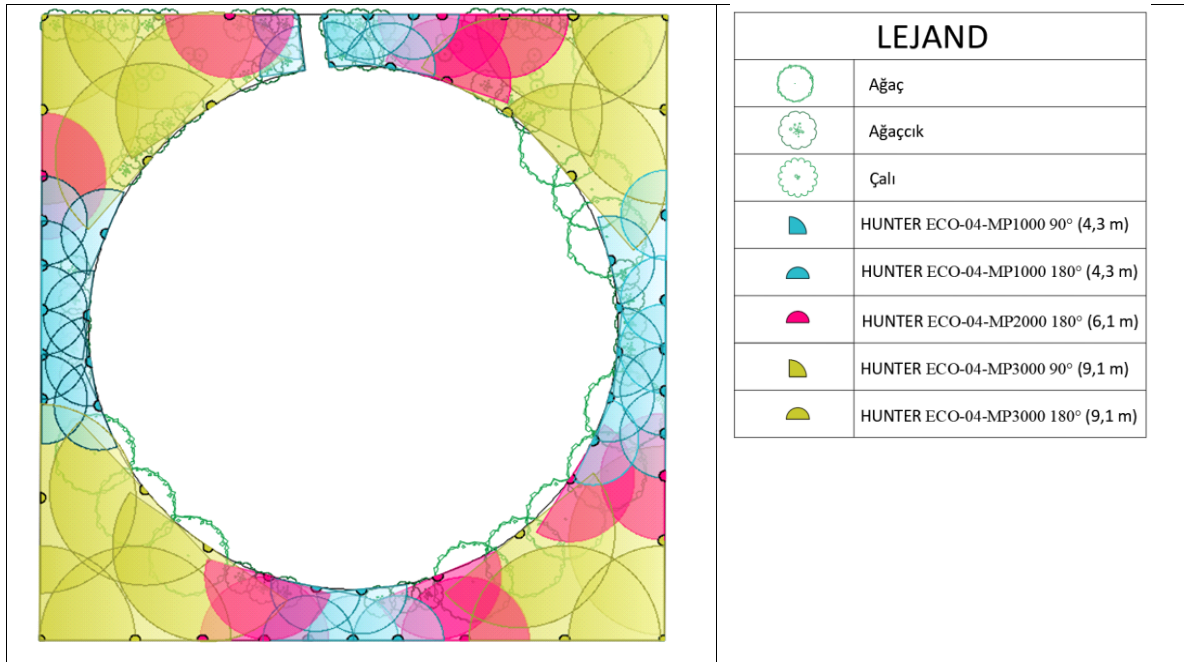
	Rotor			Rotator			Sprej		
	Min.	Opt.	Maks.	Min.	Opt.	Maks.	Min.	Opt.	Maks.
Lateral Boru Çapı (mm)	L1-L3 Ø40-50	L1-L3 Ø40-50	L1-L8 Ø25-32	L1-L2 Ø50	L1-L2 Ø50	L1-L8 Ø25-32	L1-L7 Ø50	L1-L7 Ø50	L1-L16 Ø25-40
Ana Boru Çapı (mm)	Ø75	Ø50	Ø32	Ø63	Ø50	Ø32	Ø125	Ø50	Ø40
Başlıkların Toplam Debisi(L/s)	4,6			3,54			13,38		
Yağmurlama Hızı (mm/h)	10,4			8,06			30,68		
İşletme Birimi Debisi (L/s)	1,25-1,80		0,4-0,89	1,72-1,82		0,4-0,6	1,86-1,99		0,44-1,36
Ana Hat Debisi (L/s)	4,57	1,80	0,89	3,54	1,82	0,6	13,4	1,99	1,36
Proje Maliyeti (\$)	2715	1785	1830	2790	1560	1890	3820	2605	3170

Rotor başlıklar ile tasarlanan minimum, optimum ve maksimum işletme birimli sulama projelerinde yağmurlama başlıklarının yerleri aynı kalmıştır ve ıslatma desenleri Şekil 5'te gösterildiği gibidir. Söz konusu projelerde; 32 adet SRM-04, 31 adet PGJ-00 ve 4 adet PGP yağmurlama başlığı kullanılarak yeşil alan üzerinde her noktaya eşit su dağılımı olacak şekilde yerleştirilmiştir.



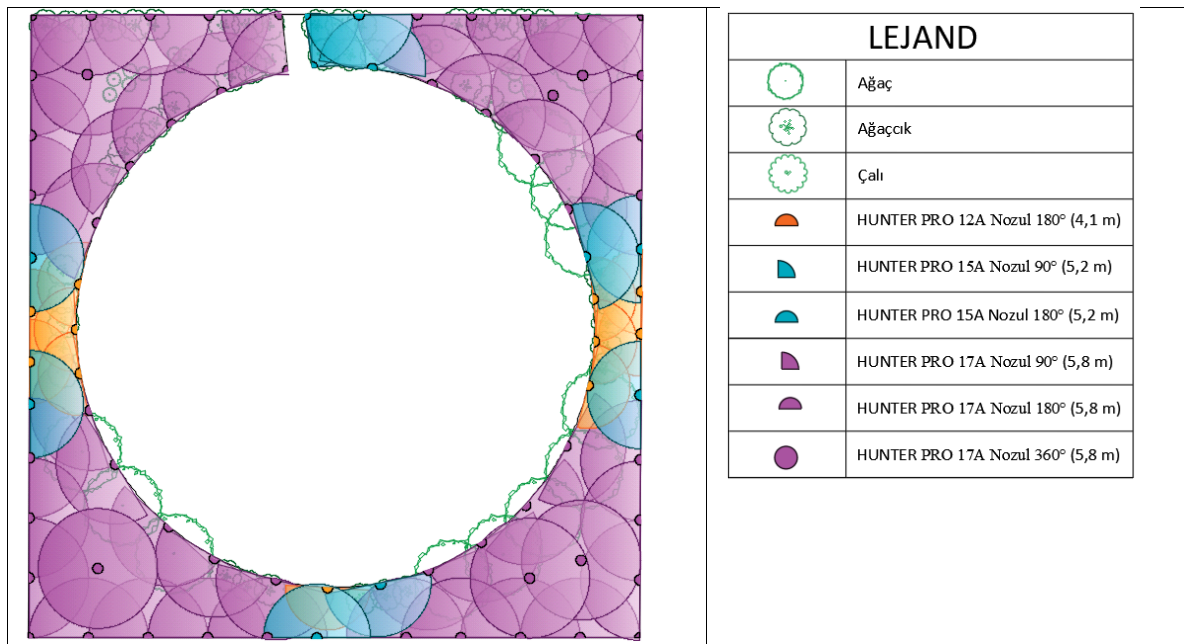
Şekil 5. Rotor başlık yerleri ve ıslatma deseni

Rotator başlıklar ile tasarlanan minimum, optimum ve maksimum işletme birimli sulama projelerinde yağmurlama başlıklarının yerleri rotor başlıklarda olduğu gibi aynı kalmıştır ve ıslatma desenleri Şekil 6'de gösterilmiştir. Söz konusu projelerde rotator başlıklardan; 31 adet ECO-04-MP 1000, 12 adet ECO-04-MP 2000 ve 19 adet ECO-04-MP 3000 modelleri kullanılarak yeşil alan üzerinde her noktaya eşit su dağılımı olacak şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 6. Rotator başlık yerleri ve ıslatma deseni

Sprey başlıklar ile tasarlanan sulama projelerinde başlıkların yerleri diğer iki başlıkta olduğu gibi aynı kalmış ve ıslatma desenleri Şekil 7’de gösterilmiştir. Söz konusu projelerde 78 adet Pros-00-PRS40 gövde, 11 adet PRO 12A, 11 adet PRO 15A ve 56 adet PRO 17A sprej nozulları kullanılarak yeşil alan üzerinde her noktaya eşit su dağılımı olacak şekilde yerleştirilmiştir.



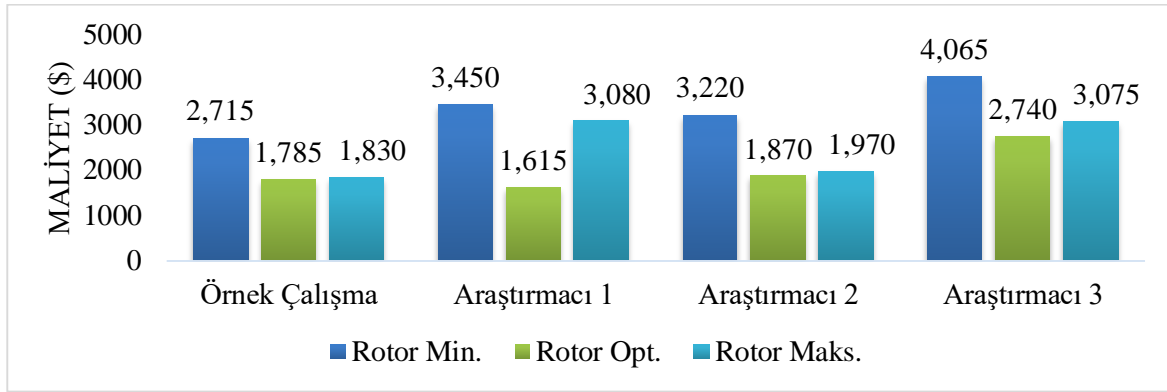
Şekil 7. Sprey başlık yerleri ve ıslatma deseni

Rotor ve rotator başlıklar ile tasarlanan projelerde başlıkların toplam debileri sırasıyla 3,54 ve 4,6 L/s iken sprej başlıklar ile tasarlanan projelerde bu değer 13,38 L/s’dir (Çizelge 1). Yağmurlama hızları ise rotorda 10,4 mm/h, rotatorda 8,06 mm/h iken sprejde 30,68 mm/h’dir. Dolayısıyla minimum işletme birimli projelerde rotor ve rotator yağmurlama başlıklarında ana boru çapı sırasıyla 75 mm ve 63 mm iken, sprej başlıkların kullanıldığı projede ise 125 mm olmuştur. Sprej başlıklarının fiyatlarının diğer başlık türlerine göre daha uygun olduğu görülse de bu başlıkların yağmurlama hızları ve başlık debileri yüksek olduğundan işletme birimlerinin ve ana hattın boru çaplarının artmasıyla beraber selenoid vanaların ve diğer bağlantı elemanlarının çapları da artmasına neden olmuştur. Sonuç olarak projenin maliyeti de bu doğrultuda artmıştır. Üç farklı başlıkta da

lateral boru çapları 32-50 mm arasında kullanılmıştır. Ayrıca, optimum işletme biriminde tüm başlıklarda ana boru çapı 50 mm olarak hesaplanmıştır. Buna ilaveten, maksimum işletme biriminde ise söz konusu çaplarda azalmalar görülmüştür (Çizelge 1).

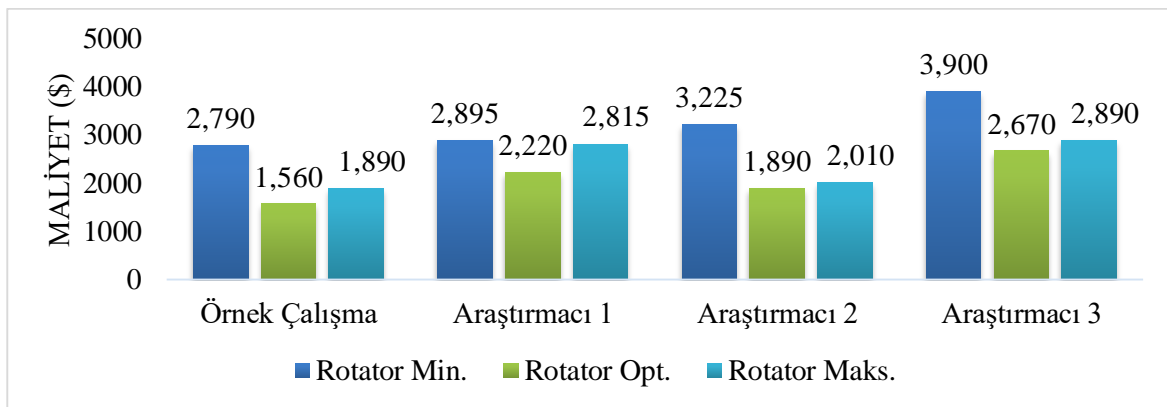
Seçilen örnek çalışmaya göre, işletme birimlerinin maliyet karşılaştırması yapıldığında, minimum ve maksimum işletme birimli projelerde en ekonomik olan başlık çeşidinin rotor (\$2.715- \$1.830), optimuma bakıldığında ise rotator başlığın (\$1.560) olduğu görülmektedir. Buna rağmen, sprej başlığın kullanıldığı bütün projelerde maliyetin rotora göre %41-73 arası, rotatora göre ise %36-68 arasında bir oranla artış gösterdiği görülmektedir (Çizelge 1). Aynı alanda farklı özellikteki sulama başlıklarının kullanımına göre tasarım ve maliyetleri karşılaştırıldığında rotor ve rotator başlıkların kullanıldığı projelerin maliyetinin sprej başlıkların kullanıldığı projelerin maliyetine göre çok daha uygun olduğu belirlenmiştir. Alanda en ekonomik rotator yağmurlama başlığının optimum işletme biriminde tasarlanan projenin olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çalışma kapsamında, uygulama alanına ait farklı yağmurlama başlıklarının kullanıldığı sulama sisteminin tasarımları 3 uzman tarafından da yapılmıştır (veriler gösterilmemiştir). Söz konusu projelere ait maliyetlerin karşılaştırılması Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da görülmektedir. Farklı tasarımcıların aynı alanda farklı başlık modelleri ve bağlantı elemanları tercih etmesi sebebiyle sulama sistemi maliyetlerinde değişiklikler görülmüştür.



Şekil 8. Rotor başlıklar ile tasarlanan projelerin maliyetlerinin karşılaştırılması

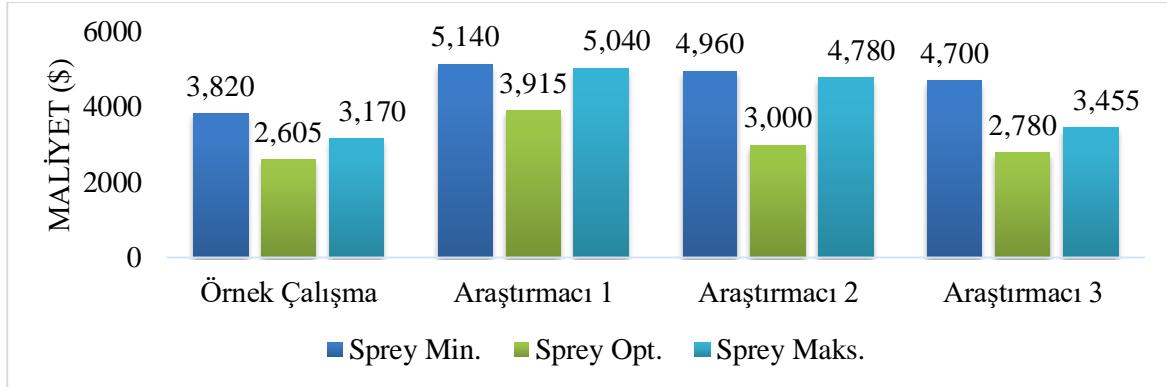
Rotor başlıklar ile tasarlanan projelerin maliyetlerinin minimumda \$2.715-\$4.065, optimumda \$1.615-\$2.740 ve maksimumda ise \$1.830-\$3.080 arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. En düşük maliyet Araştırmacı 1 tarafından tasarlanan optimum işletme birimli proje iken, en yüksek maliyetin Araştırmacı 3'ün tasarladığı minimum işletme birimli proje olduğu görülmektedir. Tüm bu verilere göre en düşük maliyetin optimum işletme birimiyle tasarlanan projeler olduğu, en yüksek maliyetin ise minimum işletme birimiyle tasarlanan projeler olduğu saptanmıştır.



Şekil 9. Rotator başlıklar ile tasarlanan projelerin maliyetlerinin karşılaştırılması

Rotator başlıklar ile tasarlanan proje maliyetlerinin minimumda \$2.790-\$3.900, optimumda \$1.560-\$2.670 ve maksimumda ise \$1.890-\$2.890 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük maliyet örnek çalışmadaki optimum işletme birimli proje iken, en yüksek maliyetin Araştırmacı 3'ün tasarladığı minimum işletme birimli

proje olduğu görülmektedir. Maliyetlerin tamamı incelendiğinde, en ekonomik ve ideal projelerin optimum işletme birimiyle tasarlanan projelerin olduğu, en yüksek maliyetin ise minimum işletme birimiyle tasarlanan projelerin olduğu görülmüştür.



Şekil 10. Sprey başlıklar ile tasarlanan projelerin maliyetlerinin karşılaştırılması

Sprey başlıklar ile tasarlanan proje maliyetlerinin minimumda \$3.820-\$5.140, optimumda \$2.605-\$3.915 ve maksimumda ise \$3.170-\$5.040 arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. Projelerde en düşük maliyet örnek çalışmadaki optimum işletme birimli proje iken, en yüksek maliyet ise Araştırmacı 1'in tasarladığı minimum işletme birimli proje olduğu görülmektedir. Buna göre maliyet açısından en ekonomik projelerin optimum işletme birimiyle tasarlanan projeler olduğu görülürken, en yüksek maliyetin ise minimum işletme birimiyle tasarlanan projeler olduğu belirlenmiştir.

İşletme birimlerinin sayılarına göre tasarım ve maliyetler karşılaştırıldığında ise; minimum işletme birimli projelerde sistem tek seferde çalışacağı için ana hat alandaki tüm işletme birimlerinin toplam debisini kaldırmak zorunda olduğundan boru çapı buna göre seçilmiştir. Bu nedenle bağlantı elemanlarının çapları artarak maliyete yansırken aynı zamanda sistemin çalışması için gerekli suyu şebeke suyu karşılayamayacağı için proje alanına depo tasarlanması gerekmektedir. Depo, pompa ve bağlantı elemanlarının maliyeti de bu projenin maliyetini önemli bir oranda arttırmaktadır. Sistem tek seferde çalıştırıldığı için işletme birimlerine selenoid vana koymaya gerek kalmaması da maliyeti düşüren bir etken olmaktadır. Maksimum işletme birimli projelerde alan daha fazla işletme birimine ayrıldığı için boru çapları düşerken bu seferde kullanılan bağlantı elemanlarının sayısı artmaktadır. Örneğin sprej başlıkların kullanıldığı maksimum işletme birimli projede boru çapları düşük olmasına rağmen sistem 16 işletme birimine ayrıldığı için 16 adet selenoid vana kullanılmış ve kontrol ünitesinin giriş sayısı yine işletme biriminin sayısı ile paralel olarak artacağından bu da maliyete yansıyan bir etken olmuştur. Bu gibi parametreler göz önüne alınınca, yapılan çalışma sonucunda optimum işletme birimli projelerin daha ekonomik olduğu görülmüştür.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, örnek olarak seçilen peyzaj alanında farklı yağmurlama sulama başlıklarının (rotor, rotator ve sprej) ve işletme birimlerinin (minimum, optimum ve maksimum) tasarım ve maliyetlerinin nasıl değiştiğinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Farklı özellikteki yağmurlama başlıklarıyla tasarımı yapılan projelerde rotor ve rotator yağmurlama başlıklarının en düşük maliyete sahip olduğu görülürken, sprej başlıklarla yapılan sulama sistemi tasarımlarının daha yüksek çıkmıştır. Sprej başlıkların birim fiyatları diğer başlıklara oranla daha uygun olmasına rağmen, bu başlıkların debilerinin yüksek olması nedeniyle sulama sisteminde kullanılan boru ve bağlantı elemanları çaplarının daha büyük olmasına ve dolayısıyla proje maliyetinin artmasına neden olmaktadır.

İşletme birimlerinin sayılarına göre tasarım ve maliyetler karşılaştırıldığında ise; minimum işletme birimli projelerde sistem tek seferde çalıştırılacağı için ana hattın boru çapı artmıştır ve bu nedenle bağlantı elemanlarının çapları da artarak maliyete yansımıştır. Bu projelerde maliyeti arttıran asıl etken proje alanına tasarlanması gereken depo, pompa ve bağlantı elemanlarıdır. Maksimum işletme birimli projelerde ise alanın daha fazla işletme birimine ayrılması boru çaplarını düşürürken bu defa da kullanılan bağlantı elemanlarının sayısını arttırmaktadır. En ideal projelerin optimum işletme birimli projeler olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bir proje alanının sulama sistemi projelendirilmesi yapılırken sistemi ne kadar az işletme birimine ayrılırsa

maliyeti o kadar hesaplı olacağı söylenemez. Sadece bağlantı elemanlarının sayısının azalması ya da boru çaplarının düşmesi gibi etkenler tek yönlü düşünülürse sulama sistemi tasarımlarında hatalar meydana gelebilmektedir.

Farklı uzmanlar tarafından aynı alan için sulama sistemi projesi yapıldığında, tercih edilen başlıklar ile ortaya çıkan projelerin tasarımları, bağlantı elemanlarının ve tüm malzemelerin satın alındığı firmaların ve fiyatların farklı olması ile maliyetlerin değiştiği görülmüştür.

Bu çalışma sonucundaki tüm veriler yaklaşık 1500 m² yeşil alan için yapılan projelerde elde edilmiştir. Daha büyük peyzaj alanlarında bu projeler yapıldığında maliyetler arasındaki farklar çok daha ciddi rakamlara ulaşacaktır. Dolayısıyla peyzaj alanlarında, sulama sistemi projelendirmeleri sulama konusunda uzmanlar tarafından arazinin toprak yapısı, bitkilerin su tüketimi, su kaynağının debisi, toprağın infiltrasyon hızı, rüzgâr hızı vb. etkenler göz önünde bulundurularak en ekonomik ve ideal olan projenin tasarlanması gerektiği söylenebilir.

TEŞEKKÜR, BİLGİ NOTU

Bu çalışma kapsamında kullanılan yağmurlama başlıkları ile ilgili olarak teknik destek veren HUNTER firmasına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Barış, M.E. (2008). Sarıya bezenen kentlerimizi kimler ve nasıl yeniden yeşertebilir? Erişim adresi (17.10.2019) http://peyzajmimoda.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=5254&tipi=23&sube=0%2007
- Clark, G.A., Srinivas, K., Rogers, D.H., Stratton, R. ve Martin, V.L. (2003). Measured and simulated uniformity of low drift nozzle sprinklers. *ASAE*, 46(2), 321-330.
- Demirel, K. (2005). Peyzaj projelerinde kullanılan farklı yağmurlama sulama başlıklarının performanslarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Demirel, K., Çamoğlu, G., Sağlık, A., Kelkit, A. ve Genç, L. (2018). Çanakkale İli peyzaj alanlarındaki sulama sistemlerinin incelenmesi: Özgürlük Parkı ve Halk Bahçesi. *Uludağ Uni. Ziraat Fak.Dergisi*, 32(1), 127-139.
- Demirel, K. (2018). Sulama Sistemlerinin Altyapı Çalışmalarındaki Yeri ve Önemi. Değişen ve Gelişen Lapseki Kentsel Altyapısı. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yayın Numarası: 137, 45-55.
- Demirel, K. (2019). Peyzaj Alanlarında Sulama Sistemi Tasarımı ve İşletimi. Peyzaj Tasarım-Proje-Uygulama. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yayın Numarası: 143, 79-88.
- İşbilir, H. ve Erdem, T. (2012). Rekreasyon alanı sulama projelerinin tasarım ve uygulama aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 57-66.
- Orta, H.A. (2009). Rekreasyon alanlarında sulama. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Selim, S. (2016). Denizli-Antalya karayolundaki refüjlerde mevcut sulama sistemlerinin performansının değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Yazar, K. (2013). Fethiye ilçe merkezindeki peyzaj alanlarının sulanmasında karşılaşılan sorunlar ve alternatif çözüm önerileri (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bil. Enstitüsü, Aydın.
- Yılmaz, P. (1993). Bazı yerli ve ithal edilen yağmurlama başlıklarının su dağıtma kaliteleri üzerinde bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi) T.Ü. Fen Bil. Enstitüsü., Tekirdağ.