

## Denizli-Antalya Karayolundaki Refüjlerde Mevcut Sulama Sistemlerinin Performansının Değerlendirilmesi

Serkan SELİM<sup>1\*</sup> Abdullah KADAYIFÇI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Denizli Büyükşehir Belediyesi Buldan İlçesi Şube Müdürlüğü, Denizli  
<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta  
\*Sorumlu yazar: serkanselim\_61@hotmail.com

Geliş tarihi: 28.11.2016, Yayına kabul tarihi: 10.10.2017

**Özet:** Denizli Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılan, Denizli-Antalya karayolu üzerindeki refüj alanlarının sulanmasında kullanılan mevcut yağmurlama sulama sistemlerinin performanslarını belirlemek amacı ile 6 ayrı refüjdeki 20 adet işletmede çalışmalar yürütülmüştür. Çalışmaların yürütüldüğü işletmelerde kullanılan sulama sistemlerine ilişkin başlık ve lateral aralıkları, başlık basınçları ve su dağılımları belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerden, ortalama işletme basınçları, ortalama tertip aralıkları, yağmurlama hızları, Christiansen eş dağılım katsayısı (CU) ve dağılım katsayısı (DU) değerleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, basınç değerlerinin izin verilen sınırlar içerisinde olduğu, fakat tertip aralıklarının başlıklara uygun olmadığı ve izlenen sulamalarda CU ve DU değerlerinin düşük olduğu saptanmıştır. Mevcut durumda kullanılan sprej başlıkları eş su dağılımının sağlanamaması nedeniyle, var olan yağmurlama başlıklarının yerine, toprağın su alma hızı, işletme basıncı ve tertip aralıklarının dikkate alınarak uygun başlık seçilmesi, seçilen başlığa göre tertip aralıklarının yeniden oluşturulması ve işletme basıncının yeniden düzenlenmesi önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Denizli-Antalya Karayolu, Refüj Sulaması, Yağmurlama Sulama Sistemi, Sulama Başlıkları, Sulama Projesi

### Evaluation of the Performance of Existing Irrigation Systems in the Medians of Denizli-Antalya Highway

**Abstract:** This study was carried out in 6 refuges and 20 enterprises in order to determine the performance of existing irrigation systems in the refuges on the highway between Denizli and Antalya created by Denizli metropolitan municipality. Nozzle and lateral spacing, nozzle pressure, and water distributions were determined regarding the irrigation systems used in the enterprises where the works are carried out. Pressure and discharge changes, sprinkling rates, Christiansen uniformity coefficient (CU) values, distribution uniformity (DU) values, average operating pressures and average sequence intervals were determined from the measurement analysis. The result of these study, it were detected that the pressure were within the permissible limits but arrangement intervals were not appropriate and the CU and DU values of the monitored irrigation were low. It has been suggested that operating pressure must be rearranged; the arrangement intervals according to the selected nozzle must be re-established; instead of existing sprinkler heads. The appropriate nozzle should be selected based on the soil infiltration rate and the new operating system pressure and range of sprinklers should be rearranged.

**Key words:** Denizli-Antalya Highway, Median Irrigation, Sprinkler Irrigation Systems, Sprinkler Heads, Irrigation Projects

#### Giriş

Hızlı nüfus artışı ve teknolojiye bağlı olarak gelişen doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı hızla arttırmıştır. Özellikle su kaynakları, tüm canlılarda, yaşamın varlığı için vazgeçilmez unsurlardan biridir. Bunun

yanı sıra çağımız uygarlığında kaydedilen hızlı gelişmeler de su kaynaklarının geliştirilmesine, korunumuna ve etkin kullanımına duyulan gereksinimi oldukça arttırmıştır. Bu sebeple, son yıllarda, tüm dünya ülkelerinde bu amaca yönelik araştırmalara doğru eğilim artmıştır.

Ülkemizin iklim koşulları, sulama yapılmaksızın çim bitkisinin yetiştirilmesine uygun değildir. Bu sebeple, çeşitli sulama sistemleri geliştirilmiştir. Çim yetiştirilen park ve bahçelerde sulama, yaygın olarak yağmurlama sulama sistemleri ile yapılmaktadır.

Yağmurlama sulama sistemlerini tesis ve işletme durumuna göre; taşınabilir, yarı-sabit ve sabit sistemler biçiminde üç sınıfa ayırmak olasıdır (Yıldırım, 2013). Rekreasyon alanlarındaki park ve bahçelerde çoğunlukla sabit sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin diğerlerine göre ilk yatırım masrafları yüksek olmasına karşın, işçilik masrafları açısından durum tersinedir.

Sulama uygulamalarındaki amaç, doğru zamanda, doğru yere gerektiği kadar suyun uygulanmasıdır. Buna yönelik olarak yapılacak hatalar geri dönüşümü zor sonuçlar doğurabileceği gibi su israfına da yol açabilecektir. Bu sebeple sulama sistemlerinde performans değerlendirmesi yapılarak alana uygulanan sulamanın yeterliliği görülebilir. Sulama sistemlerinin performansı, sulanan alanda suyun eş dağılımı, sulamaların bitki su gereksinimini karşılama açısından yeterliliği, bitki için uygulanan elverişli suyun toplam miktarı ve uygulanan suyun derine sızan kısmı gibi parametrelerle tanımlanabilir (Wahdan and El-Gayar, 1988).

Performans değerlendirmesi değişik amaçlar için yapılır. Bu amaçlar; sistemin iyileştirilmesi, sistemin genel durumu ile sisteme yapılan müdahalelerin etkilerinin ve sistemi zorlayan unsurların belirlenmesi, sistemin kendi içerisinde yıllara göre karşılaştırılması veya bir sistemin diğerleriyle karşılaştırılması şeklinde sıralanabilir (Tuylu, 2010).

Yağmurlama sulama sistemlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesinde en önemli ölçütlerden birisi sulama suyunun toprak yüzeyine ne düzeyde eş dağıldığıdır. Ünliform bir bitki gelişimini sağlamak için yeterli bir su uygulama yeknesaklığı gerekir (Howell at al, 1986).

Yağmurlama sulama sistemlerinde ıslatma desenindeki su dağılımının kabul edilebilir düzeyde olabilmesi için, Christiansen eş dağılım katsayısının (CU) % 84'ten büyük olması gerekir (Christiansen,

1942; Balaban ve Korukçu, 1970; Kay, 1988; Keller and Bliesner, 1990; Kanber, 1997). Dağılım katsayısının (türdeşliğinin) (DU) ise % 75'den büyük olması gerekir (Balaban ve Korukçu, 1970; Kay, 1988; Keller and Bliesner, 1990). Bu değerler tekil başlık, tekil lateral ya da birlikte çalışan lateraller yöntemiyle değişik işletme basıncı ve tertip aralıklarında yapılacak denemelerle belirlenebilir. Ayrıca, yağmurlama başlıklarını üreten kuruluşlar başlığın çalışacağı optimum işletme basıncı sınırlarını ve yeterli düzeyde eş su dağılımını veren başlık tertip aralıklarını belirten teknik bir çizelgeyi hazırlamakla ve kullanıcıya vermekle yükümlüdürler (Christiansen, 1942; Balaban ve Korukçu, 1970).

Çalışmada, Denizli il sınırları içerisinde, Denizli-Antalya karayolu üzerindeki refüj alanlarının sulanmasında kullanılan yağmurlama sulama sistemlerinin mevcut durumları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, refüj alanlarındaki yağmurlama sulama sistemlerinin performansları ve uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır.

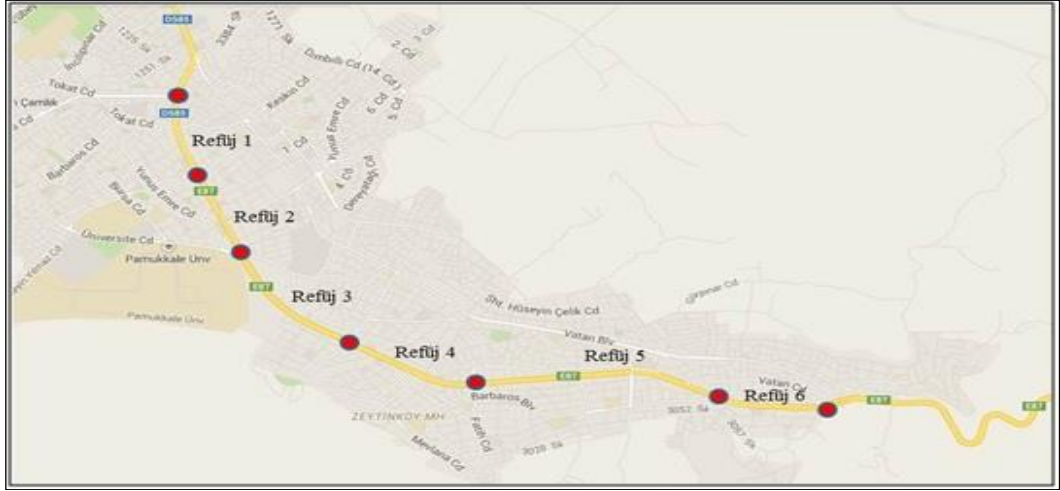
## Materyal ve Metot

### Materyal

Çalışmanın ana materyali, Denizli'nin sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel dinamikleri göz önüne alınarak, kentin en yoğun olarak kullanılan karayolu olan Denizli-Antalya karayolundaki refüj alanlarıdır. Refüj hattı kentin kuzeybatısından başlayıp, doğu istikametine uzanan 5.12 km'lik bir alanı kapsamaktadır.

Çalışma alanında temel sulama amacı, çim alanın ve nadir bulunan çok yıllık bitkilerin sulanmasıdır. Bu bitkiler genellikle orta refüjlerde bulunmakta ve Prunus sp. popülasyonlarından oluşmaktadır.

Her refüj belirli alanlara ayrılmış olup, her bir alana işletme denilmektedir. Bu çalışma, Denizli-Antalya karayolundaki uzunlukları birbirinden farklı olan 6 ana refüjdeki 20 adet işletme üzerinde yürütülmüştür. Bu alanlardaki sulama uygulamalarının tamamında pop-up sprey (dönmezsizin sulayan) tipi yağmurlama başlıkları kullanılmıştır. Denizli-Antalya karayolunda çalışma kapsamında yer alan refüjler Şekil 1'de gösterilmiştir.



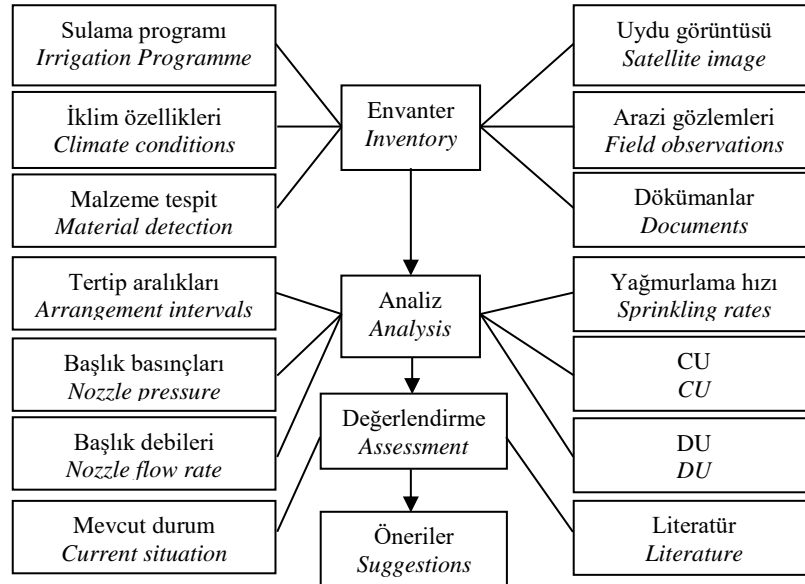
Şekil 1. Araştırma alanındaki refüjler  
Figure 1. Refuges in the research area

### Metot

Çalışma; veri toplama, analiz ve değerlendirme olmak üzere temelde 3 aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2).

Veri toplama aşamasında, araştırma alanına ait, iklim, bitki örtüsü, kullanım özellikleri, refüjlerin genel yapısı, sulama programı hakkında bilgiler, ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilmiş ayrıca arazide yapılan inceleme, gözlem ve değerlendirmelerle çalışmaya yönelik bilgisayar ortamında veri tabanı oluşturulmuştur.

Çalışmada, 5.12 km'lik karayolu, refüj bölümleri ve sulama sistemi özellikleri dikkate alınarak 6 kısma ayrılmış, her kısım için sulanan kısımlar "işletme" olarak nitelendirilmiş ve deneyler, tesadüfi olarak seçilen işletmelerde yapılmıştır. Deneylerde ölçümlerin doğruluğu açısından iklim şartları da göz önüne alınmıştır.



Şekil 2. Yöntem akış şeması  
Figure 2. Method flowchart

Analiz aşamasında ise, her işletme biriminde sırasıyla; çalışan yağmurlama başlığı sayıları ve çalışma açıları belirlenmiş, bu başlıkların marka, tip ve özellikleri kaydedilmiştir. İşletme birimlerinin hizmet ettiği alanlar, her işletme biriminde bulunan tüm yağmurlama başlıklarının tertip aralıkları ve ıslatma yarıçapları bir şerit metre yardımıyla ölçülmüştür. Daha sonra başlıkların basınç ölçümleri manometre yardımıyla ölçülmüş, oluşan en yüksek ve en düşük basınçlar belirlenmiştir. Sulanan alanlarda yağmurlama hızının belirlenebilmesi için aynı işletmenin 3 ayrı bölgesinde su toplama kapları ile 2 kap arasındaki mesafe 1x1 m olacak şekilde kareler ağı (3x3 m) oluşturulmuştur (Şekil 3). Bu kaplarda toplanan suların miktarları ise, ölçü kabı ve kronometre yardımıyla ölçülmüştür. Daha sonra yağmurlama başlıklarından atmosfere çıkan suyun birim zamandaki miktarları gözetilerek başlık debileri de hesaplanmıştır.



Şekil 3. Kareler ağı oluşturulması  
Figure 3. Creating square network in the research area

Bu çalışmada; yağmurlama başlıklarının ıslatma yarıçaplarının kullanıldıkları tertip aralıklarına uygunluğunun değerlendirilmesinde, “alanda eş su dağılımının sağlanması için başlık tertip aralıkları rüzgar hızına bağlı olarak ıslatma çapının %50-65’i kadar olabilir”, ayrıca

sulama sırasında işletme birimlerindeki yağmurlama başlıklarında oluşan basınçların uygunluğunun değerlendirilmesinde “yağmurlama sulama sisteminde, başlık basınçları arasındaki farklılık işletme basıncının % 20’sini geçmemelidir” kuralları esas alınmıştır (Orta, 2009; Yıldırım, 2013).

Ayrıca sulama sistemlerinde alana uygulanan suyun her tarafa eş dağılması istenir. Bu amaçla su toplama kaplarıyla kareler ağı oluşturulup, kaplarda toplanan su miktarları ölçülmüştür. Fakat kaplarda biriken su miktarları ml yani  $cm^3$  olarak ölçüldüğünden, değerler kapların kesit alanı ve deneme süresi dikkate alınarak birim zamandaki yağmurlama hızı değerlerine çevrilmiştir. İşletmelerin 3 ayrı yerinde yapılan bu yağmurlama hızı ölçüm değerleri ile eş su dağılımının sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek için 3 ayrı bölümün ortalama CU ve DU değerleri aşağıdaki formüller yardımıyla belirlenmiştir.

Yağmurlama sulama sistemlerinde su dağılım düzeyi çeşitli yollarla belirlenebilmektedir. Bunlardan en yaygın olanı Christiansen tarafından geliştirilen eş dağılım katsayısıdır (CU) (Christiansen, 1942).

$$CU = 100[1 - (\sum X/n.m)] \quad (1)$$

*Eşitlikte;*

CU: Christiansen eşdağılım katsayısı (%),  
 $\sum X$ : Su toplama kaplarında ölçülen her bir değerlerin ortalamadan olan farklılıkların mutlak toplamı (mm),  
 m: Su toplama kaplarında ölçülen değerlerin aritmetik ortalaması (mm) ve  
 n: Testte ölçülen kapların toplam sayısıdır.

Diğeri ise, test edilen sistemdeki dağılım türdeşliğinin (DU) hesaplanmasıdır.

$$DU = 100(X_{Iq}/X_{ort}) \quad (2)$$

*Eşitlikte;*

DU: Dağılım türdeşliği değeri (%),  
 $X_{Iq}$ : Su toplama kaplarının en az su alan  $1/4$  ündeki ortalama su miktarı (mm),  
 $X_{ort}$ : Su toplama kaplarında biriken ortama sulama suyu miktarı (mm) dir.

Formüllerdeki su toplama kaplarında ölçülen değerler, birim zamandaki yağmurlama hızı değerleridir.

Uygulamada CU değerinin % 84'ten (Christiansen, 1942; Balaban ve Korukçu, 1970; Kay, 1988; Keller and Bliesner, 1990; Kanber, 1997), DU değerinin % 75'ten büyük olması (Balaban ve Korukçu, 1970; Kay, 1988; Keller and Bliesner, 1990) gerekmektedir.

Çalışmanın son aşamasında değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme,

araştırma alanındaki sulama sistemlerinin uygunluğu, yeterliliği, sulama etkinliği ve işletme ekonomisi esas alınarak yapılmıştır.

## Bulgular

### Tertip aralıkları

Araştırma alanındaki tertip aralığı değerlerine göre sulama performansının uygunluğunu değerlendirmek üzere ölçümlerden elde edilen bulgular Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Islatma çaplarına göre tertip aralıklarının değerlendirilmesi

Table 1. Assessment of combination intervals according to horizontal shooting distances

Refüj No Refuge No	İşletme No Operations No	Tertip Aralığı (m) Arrangement range (m)		Islatma Çapları (m) Irrigation Diameter (m)	Başlığa Uygun Tertip Aralığı(m) Composition Range Suitable for the Nozzle (m)		Tertip Aralığı Değerlendirme Min D. < S1,S2 < Max D. Arrangement Interval Evaluation Min V. < S1,S2 < Max V.
		S1	S2		Min Değer Min Value	Max Değer Max Value	
		Ort Mean	Ort Mean		Islatma Çapı X 0.50 Irrig. Diam. X 0.50	Islatma Çapı X 0.65 Irrig. Diam. X 0.65	
1	1	3.70	3.12	3.96	1.98	2.57	Uygun Değil Inappropriate
	2	3.59	3.09	4.80	2.40	3.12	Uygun Değil Inappropriate
	3	3.64	3.15	4.80	2.40	3.12	Uygun Değil Inappropriate
2	4	3.23	3.13	4.60	2.30	2.99	Uygun Değil Inappropriate
	5	3.70	3.10	5.80	2.90	3.77	Uygun Appropriate
	6	3.71	3.08	5.60	2.80	3.64	Uygun Değil Inappropriate
	7	3.70	3.09	5.20	2.60	3.38	Uygun Değil Inappropriate
3	8	3.50	3.09	5.40	2.70	3.51	Uygun Appropriate
	9	3.66	3.09	5.40	2.70	3.51	Uygun Değil Inappropriate
	10	3.64	3.03	5.20	2.60	3.38	Uygun Değil Inappropriate
4	11	3.60	3.04	5.00	2.50	3.25	Uygun Değil Inappropriate
	12	3.64	3.14	4.80	2.40	3.12	Uygun Değil Inappropriate
	13	3.76	3.10	4.90	2.45	3.19	Uygun Değil Inappropriate
5	14	3.71	2.94	5.60	2.80	3.64	Uygun Değil Inappropriate
	15	3.68	3.08	5.20	2.60	3.38	Uygun Değil Inappropriate
	16	3.70	3.09	5.12	2.56	3.33	Uygun Değil Inappropriate
6	17	3.87	3.10	5.40	2.70	3.51	Uygun Değil Inappropriate
	18	4.15	3.09	5.80	2.90	3.77	Uygun Değil Inappropriate
	19	4.08	3.08	5.36	2.68	3.48	Uygun Değil Inappropriate
	20	3.91	3.07	5.34	2.67	3.47	Uygun Değil Inappropriate

Sulama performansının belirlenmesinde kullanılacak deneme yerlerinde ölçülen yağmurlama başlıklarının tertip aralıkları, hidrolik kriterlere göre düzenlenmelidir. Araştırma alanlarında kullanılan başlıkların, ıslatma çapları dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda, bu başlıkların tertip aralıklarının, genellikle uygun olmadığı (% 90) belirlenmiştir. Bununla birlikte deneme

yapılan 20 işletmeden sadece 2'sinin (% 10) mevcut tertip aralıkları, kullanılan başlığa göre uygun olduğu görülmüştür.

### **Basınç**

Araştırma alanındaki başlık basınç değerlerine göre su dağılımının uygunluğunu değerlendirmek üzere ölçümlerden elde edilen bulgular Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İşletme basınçları ve başlık basınç değerlendirmeleri

Table 2. Operating pressures and head pressure ratings

Refüj No Refuge No	İşletme No Operations No	Ortalama İşletme Basıncı (bar) Average Operating Pressure (bars)	Uç Başlık Basınçları (bar) Nozzle head Pressures (bars)			Basınç Değerlendirme ( İşletme Basıncı * %20 > Fark ) Pressure Assessment ( Operating Press. * %20 > Difference )	
			I	II	Fark Difference	İşletme Basıncı * %20 Operating Press. * %20	Sonuç Result
1	1	1.64	1.86	1.51	0.35	0.33	Uygun Değil Inappropriate
	2	1.52	1.37	1.72	0.35	0.30	Uygun Değil Inappropriate
	3	1.45	1.38	1.52	0.14	0.29	Uygun Appropriate
2	4	1.38	1.38	1.52	0.14	0.28	Uygun Appropriate
	5	1.19	1.24	1.10	0.14	0.24	Uygun Appropriate
	6	1.15	1.10	1.10	0	0.23	Uygun Appropriate
	7	1.21	1.24	1.24	0	0.24	Uygun Appropriate
3	8	1.89	2.14	2.07	0.07	0.38	Uygun Appropriate
	9	1.79	1.93	1.93	0	0.36	Uygun Appropriate
	10	1.83	1.79	1.83	0.04	0.37	Uygun Appropriate
4	11	1.33	1.38	1.38	0	0.27	Uygun Appropriate
	12	1.24	1.24	1.24	0	0.25	Uygun Appropriate
	13	1.34	1.38	1.38	0	0.27	Uygun Appropriate
5	14	1.38	1.24	1.38	0.14	0.28	Uygun Appropriate
	15	1.38	1.38	1.38	0	0.28	Uygun Appropriate
	16	1.34	1.38	1.38	0	0.27	Uygun Appropriate
6	17	1.46	1.38	1.38	0	0.29	Uygun Appropriate
	18	1.45	1.38	1.38	0	0.29	Uygun Appropriate
	19	1.40	1.24	1.38	0.14	0.28	Uygun Appropriate
	20	1.45	1.38	1.38	0	0.29	Uygun Appropriate

Literatüre göre uç başlıklar arasındaki basınç farkı, işletme basıncının % 20'sinden büyük olmamalıdır. Her işletmede yapılan ölçümler sonucunda, 20 işletmenin 2 sinde (% 10) yağmurlama başlıklarında oluşan basınçların projelendirme kriterlerine uygun olmadığı ve genel olarak % 90'ının uygun olduğu belirlenmiştir.

**Araştırma alanı yağmurlama hızı (Iy), dağılım türdeşliği (DU) ve dağılım yeknesaklığı Christiansen katsayısı (CU) parametreleri**

Araştırma alanındaki Iy, DU ve CU değerlerine göre su dağılımının uygunluğunu değerlendirmek üzere yapılan ölçümlerden elde edilen bulgular Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırma alanı yağmurlama hızı (Iy), dağılım türdeşliği (DU) ve dağılım yeknesaklığı Christiansen katsayısı (CU) parametreleri  
Table 3. Research area rainfall rate (Iy), distribution homogeneity (DU) and distribution homogeneity Christiansen coefficient (CU) parameters

Refüj No Refuge No	İşletme No Operations No	Yağmurlama Hızı; Iy, mm/h Sprinkler speed; Iy, mm/h			CU % Ort mean	DU % Ort mean	CU ≥ %84 DU ≥ %75 Su Dağılımı Water Distribution
		I	II	III			
		Ort mean	Ort mean	Ort mean			
1	1	58.86	72.48	88.58	71.63	65.84	Uygun Değil Inappropriate
	2	91.02	104.42	67.19	66.29	51.03	Uygun Değil Inappropriate
	3	74.13	116.53	91.42	60.27	56.35	Uygun Değil Inappropriate
	4	85.74	81.24	77.21	75.09	63.06	Uygun Değil Inappropriate
2	5	86.92	83.14	75.56	77.63	69.21	Uygun Değil Inappropriate
	6	77.45	72.00	59.69	78.81	72.42	Uygun Değil Inappropriate
	7	79.11	90.71	72.00	81.91	71.47	Uygun Değil Inappropriate
3	8	147.98	64.59	88.14	50.76	34.56	Uygun Değil Inappropriate
	9	112.19	105.11	89.12	80.57	64.58	Uygun Değil Inappropriate
	10	108.52	102.23	90.69	84.28	71.77	Uygun Değil Inappropriate
4	11	41.87	63.99	66.35	69.33	54.23	Uygun Değil Inappropriate
	12	83.44	82.06	54.63	71.79	59.53	Uygun Değil Inappropriate
	13	82.19	87.87	55.90	76.00	68.35	Uygun Değil Inappropriate
	14	68.92	72.00	82.66	65.52	49.23	Uygun Değil Inappropriate
5	15	74.85	56.20	63.26	60.60	52.56	Uygun Değil Inappropriate
	16	63.00	75.08	57.79	70.30	61.06	Uygun Değil Inappropriate
	17	79.36	70.63	69.17	60.53	54.78	Uygun Değil Inappropriate
6	18	75.72	71.60	68.44	75.46	60.18	Uygun Değil Inappropriate
	19	88.59	73.54	75.72	70.77	56.50	Uygun Değil Inappropriate
	20	79.85	75.24	77.18	79.62	67.63	Uygun Değil Inappropriate

Tablo incelendiğinde, aynı sulama programının uygulandığı refüj alanlarında farklı miktarlarda su verildiği görülmüştür. Aynı işletme içerisinde yapılan araştırmalarda bile elde edilen yağmurlama hızı değerleri birbirinden farklı çıkmıştır. Araştırma alanlarındaki su dağılım deseninin incelenmesine ilişkin yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen CU ve DU parametreleri de söz konusu aksaklığı açık biçimde göstermektedir. İncelenen 20 araştırma yerinin sadece 1 tanesinde (% 5) CU değeri  $\geq$  % 84 olup, DU değeri ise hiçbir denemede % 75'ten büyük değildir. CU ve DU değerleri birlikte göz önüne alındığında incelenen işletmelerin tümünde (% 100) yapılan sulama uygulamalarıyla iyi bir su dağılımı sağlanamamaktadır. Yapılan sulamalarda refüj alanlarının büyük bir kısmında alanın bazı yerlerine az, bazı yerlerine ise fazla su uygulanmaktadır.

### Tartışma ve Sonuç

Araştırmalar sonucunda, Denizli-Antalya karayolu üzerindeki refüj alanlarının sulanmasında kullanılan sulama sistemlerinin performans değerlendirmeleri aşağıda sıralanmıştır.

- Genelde tek tip yağmurlama başlığı kullanılmıştır. Bunun nedeni refüj boyutlarının birbirine benzer olmasıdır.
- Sulama alanlarında kullanılan yağmurlama başlıklarının %90'ında tertip aralıklarının uygun olmadığı görülmüştür. Başlık tertip aralığının ıslatma çapının % 50-65 kadar olması durumunda alanda uygun bir eş su dağılımı sağlanabilecektir (Orta, 2009).
- Refüjlerdeki yağmurlama başlıklarının % 90'ında başlık basınçlarının uygun olduğu görülmüştür. Çünkü yağmurlama sulama sistemlerinde başlık basınçları arasındaki fark işletme basıncının % 20' sini geçmemelidir (Yıldırım, 2003; Orta, 2009).
- Çalışma yapılan refüj alanlarının tümünde kabul edilebilir düzeyde eş su dağılımı sağlanamamaktadır. Oysaki yağmurlama sulama sistemlerinde, uygulamada CU değerinin % 84'den büyük olması istenir (Christiansen, 1942; Balaban ve Korukçu, 1970; Kay, 1988; Keller and Bliesner, 1990;

Kanber, 1997). Ayrıca yeknesak bir sulama için DU değerinin % 75' den büyük olması gerekir (Balaban ve Korukçu, 1970; Kay, 1988; Keller and Bliesner, 1990).

- Sulanan alanlarda aynı tip sulama uygulaması yapılmaktadır. Sulama sezonu içerisinde aynı biçimde sulama uygulaması yapmak, bitki su tüketimlerinin aylık bazda değerlendirildiğinde farklı olması göz önüne alınır doğru bir uygulama değildir. Sulama sezonu içerisinde aynı biçimde (miktar, sulama aralığı, süre vb.) sulama yapılarak aşırı su israfına yol açılmaktadır. Rekreasyon alanlarının hep aynı biçimde sulanması oldukça pratiktir ve bu durumda nitelikli bireylere gereksinim duyulmaz ve otomatik sulama programı sıkça değiştirilmez. Ancak, bu durum gereksiz su ve enerji israfına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, Denizli-Antalya Karayolu üzerindeki refüj alanların sulanmasında kullanılan mevcut sulama sistemini ya yeniden projelendirmek ve yapılandırmak yada mevcut sulama sisteminde bazı onarımlar yapmak gerekmektedir. Sözü edilen ilk çözüm yolu oldukça pahalı bir uygulama olacağı için, mevcut sulama sisteminde bazı onarımlar yaparak, önlemler olarak sulama uygulamaları iyileştirilebilir. Bu onarım ve önlemler;mevcut durumda kullanılan sprey başlıklarla eş bir su dağılımı sağlanamadığından, var olan yağmurlama başlıklarının yerine, toprağın su alma hızı, işletme basıncı ve tertip aralıklarını dikkate alarak uygun başlık seçmek, seçilen başlığa göre tertip aralıklarını yeniden oluşturmak ve işletme basıncını yeniden düzenlemek şeklinde sıralanabilir.

### Teşekkür

Bu çalışma; Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı tarafından 4362-YL1-15 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı'na desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.



**Kaynaklar**

- Balaban, A. ve Korukçu, A. 1970. Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımının Ölçülme Metodları üzerine Bir inceleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 1969, Ayrı Basım, 829-850, Ankara.
- Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by Sprinkling. University of California. Agricultural Experiment Station, Bulletin No:670, California.
- Howell, T.A., Bucks, D.A., Goldhamer, D.A. and Lima, J. 1986. Management Principles Irrigation Scheduling In: Trickle Irrigation for Crop Production (ed. F. S. Nakayama, D. A. Bucks), Elsevier Science Publisher, B. V. The Netherlands.
- Kanber, R. 1997. Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, Adana, 529s.
- Kay, M. 1988. Sprinkler Irrigation Equipment and Praticce. B. T. Batsford Limited: London, 120s.
- Keller, J. and Bliesner, R.D. 1990. Sprinkler and Tricle Irrigation. Avi Book, Van Nostrand Reinhold Publ.: New York, 651s.
- Orta, A.H., 2009. Rekreasyon Alanlarında Sulama. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 149 sayfa, Tekirdağ.
- Tuylu, G.İ. 2010. Gediz Havzası Sarıkız Sulama Birliği Sulama Sisteminin İşletimi Üzerine Model Yaklaşımı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 10s, İzmir.
- Yıldırım, O. 2003. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1536, Ankara.
- Yıldırım, O. 2013. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 330, Ankara, 367 s.
- Wahdan, A.A. and El-Gayar, A.M. 1988. Spatial Distribution of Irrigation Water Application in Sprinkler Irrigation. American Society of Agricultural Engineers, 25-37.