

YAĞMURLAMA SULAMASINDA SU DAĞILIMI İLE SULAMA RANDIMANI ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN SAPTANMASI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Abdurrahim KORUKÇU*
Osman YILDIRIM**

ÖZET

Sulamada amaç, bitki kök bölgesinde bir gerilim ve dolayısıyla verim düşmesine neden olmayacak düzeyde su bulundurmak ve toprak nemi ile havasını optimum düzeyde tutmaktır. Bunun için sulama suyu, arazinin her tarafında, bitki kök bölgesine olanaklar ölçüsünde eş bir dağılımla verilmeye çalışılır. Yağmurlama sulamasında, suyun toprak yüzeyine eş dağılımla verilmesi, bitki kök bölgesinde de benzer bir dağılımın elde edilmesini sağlar. Yağmurlama başlıklarının bir su dağılım eğrisine sahip bulunmaları nedeniyle, arazide belirli biçimde tertiplendiklerinde, eş bir su dağılımının sağlanması uygulama açısından olanaksızdır. Yağmurlama başlıkları, belirli bir işletme basıncında değişik aralıklarla tertiplendiklerinde değişik ıslatma desenleri elde edilir. Desenlerdeki suyun eş dağılım düzeyi oranında sulama randımanı yükselir. Bir ıslatma deseninde suyun ne dereceye kadar eşit dağıldığı, eş dağılım katsayısı ile belirlenir. Bu amaçla, uygulamada Christiansen'in Cu eş dağılım katsayısı yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bunun sistem tasarımında yararlanılabilecek biçimde, sulama randımanı ile olan ilişkisini belirleyici çalışmalar yetersizdir.

Bu çalışmada, yağmurlama sulamasında su dağılımı ile toplam sulama randımanını oluşturan su depolama ve su uygulama randımanı arasındaki ilişkilerin saptanması amaçlanmıştır.

SUMMARY

A Study on Determination the Relationships Between Water Distributon and Irrigation Efficiency in Sprinkler Irrigation

The main aim in irrigation is to supply the required depth of water to the crops roots in the soil as possible as uniform. In sprinkler irrigation, water is distri-

* Prof. Dr.; Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi

** Dr.; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü

buted over the crops or surface of the soil by rotating heads under a specified pressure. Each sprinkler head has its own water distribution curve, which is determined experimentally. In the application, the distribution curves of nearly heads are overlapped. Thus, for a certain point on the field, the received water quantity is a superimposed magnitude. Because of this reason, it is almost impossible to have a uniform water distribution. This leads to, the degree of uniformity in the soil is a function of uniformity in the aerial distribution. In other words, the level of the irrigation efficiency will be in the range of the distribution uniformity. The uniformity of the water distribution is determined by Christiansen's coefficient, which is used widely. But there are not enough studies related to the relation between the water distribution and irrigation efficiency.

The object of this study is to determine the relationships between water distribution and Irrigation efficiency in Sprinkler Irrigation. The developed relations can be utilized in designing of sprinkler systems.

GİRİŞ

Su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarının çok yönlü amaçları arasında sulama; hangi iklim kuşağında olursa olsun, tarımsal girdilerin etkinliğini arttıran, bitkisel üretimde kararlılığı sağlayan, bu işlevi ile de çağdaş tarımda yüksek verimliliğin ayrılmaz parçası olan bir üretim ögesi olması nedeniyle önemli bir yer tutar (Korukçu ve Yıldırım, 1981).

Sulama genel olarak, bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun toprağa verilmesi biçiminde tanımlanır. Burada temel amaç, sulama suyunun bitki kök bölgesinde eş bir dağılımla randımanlı olarak depolanmasıdır. Böylelikle, bitki kök bölgesindeki toprakta, verim azalmasına neden olabilen gerilmeyi ortadan kaldıracak düzeyde nem bulundurulmakta, ayrıca topraktaki nem-hava dengesi en iyi biçimde sağlanabilmektedir.

Yağmurlama sulama yönteminde su, yağmurlama başlıklarından belirli bir basınç altında püskürtülerek doğal yağışa benzer biçimde bitki ya da toprak yüzeyine verilir. Sulama suyunun toprak yüzeyinde eş dağılımlı olması, toprak içerisinde de eş dağılımlı olmasını sağlar (Balaban ve Korukçu, 1969).

Gerek yüzey, gerekse yağmurlama sulama yöntemlerinde, bitki kök bölgesinde tam olarak eş bir su dağılımının sağlanması olası değildir. Yağmurlama sulama yönteminde bunun nedeni, yağmurlama başlıklarının yapılarına, meme büyüklüğüne ve işletme basıncına bağlı birer su dağılım eğrisine sahip olmalarıdır. Islatma dairelerinin kesiti olan bu eğri genellikle başlığın bulunduğu noktadan uzaklaştıkça azalan bir su dağılımı gösterir. Uygulamada yağmurlama başlıkları, ıslatma daireleri birbirini belirli oranda örtecek biçimde tertiplenerek, olanaklar ölçüsünde eş bir su dağılımı sağlanmaya çalışılır (Aküzüm, 1976).

Yeni yapım yağmurlama başlıklarının uygulama açısından teknik özellikleri belirlenirken yapılan denemelerden biri de, su dağılımının saptanmasına yöneliktir. Kullanım alanına benzer koşullarda yapılan bu denemeler sonucu her bir meme büyüklüğü ve basınç değeri için ıslatma alanları elde edilir. Bu ıslatma alanlarında ölçülen su miktarlarından yararlanarak farklı tertip aralıklarındaki su dağılım desenleri saptanır. Su dağılım desenlerindeki suyun eş dağılım derecesi, eşdağılım katsayılarından yararlanarak belirlenir (Korukçu ve Karadeniz, 1978). Su dağılım desenle-

indeki eş dağılım derecesinin saptanmasında, Christiansen'in Cu eşdağılım katsayısı uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır (Aküzüm, 1976).

Yağmurlama başlıkları, belirli bir su dağılım desenine sahip olduklarından, sistem bitkinin gereksinim duyduğu sulama suyunu karşılayacak bir süre çalıştırıldığında, toprağın kimi kısımlarına gerekenden fazla ve kimi kısımlarına ise az su girer (Hart-Reynolds, 1965).

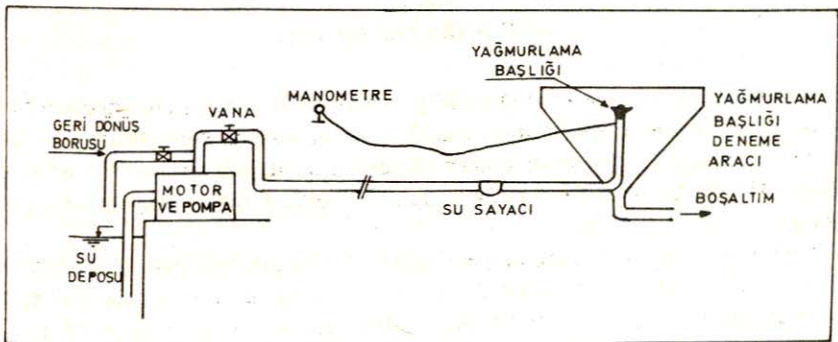
Yağmurlama sulamasında, genellikle eş su dağılım düzeyi üzerinde durulmuştur. Bunun sulama randımanı ile ilgisi konusuna değinen çalışmalar yetersizdir. Bu nedenle de, sistem planlamasında yaklaşık sulama randımanı değerleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, belirli işletme basıncı ve meme büyüklüğü bileşimlerine sahip bir yağmurlama başlığının, belirli tertip aralıklarındaki su dağılım desenine ilişkin Cu eşdağılım katsayısı bilindiğinde, su depolama ve su uygulama randımanlarının hesaplanabileceği eşitliklerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle, toplam sulama randımanını oluşturan bu iki öge kolaylıkla saptanabilecek ve sistem planlaması güvenilir randıman değerlerine göre yapılabilecektir.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada, sırasıyla A, B ve C simgeleri ile gösterilen 3 değişik yerli yapım yağmurlama başlığı kullanılmıştır. Bunlardan A yağmurlama başlığının 2.5/3.9 mm, 2.5/4.9 mm, 3.1./6.2 mm, B yağmurlama başlığının 4.0 mm, 5.0 mm, 6.0 mm ve C yağmurlama başlığının 4.8/5.0 mm, 4.8/5.5 mm, 4.8/6.0 mm meme çapı bileşimleri denemeye alınmıştır. Deneme basınçları; A yağmurlama başlığında 15 m, 20 m, 25 m, B yağmurlama başlığının 20 m, 25 m, 30 m ve C yağmurlama başlığında ise 25 m, 30 m, 35 m olarak seçilmiştir.

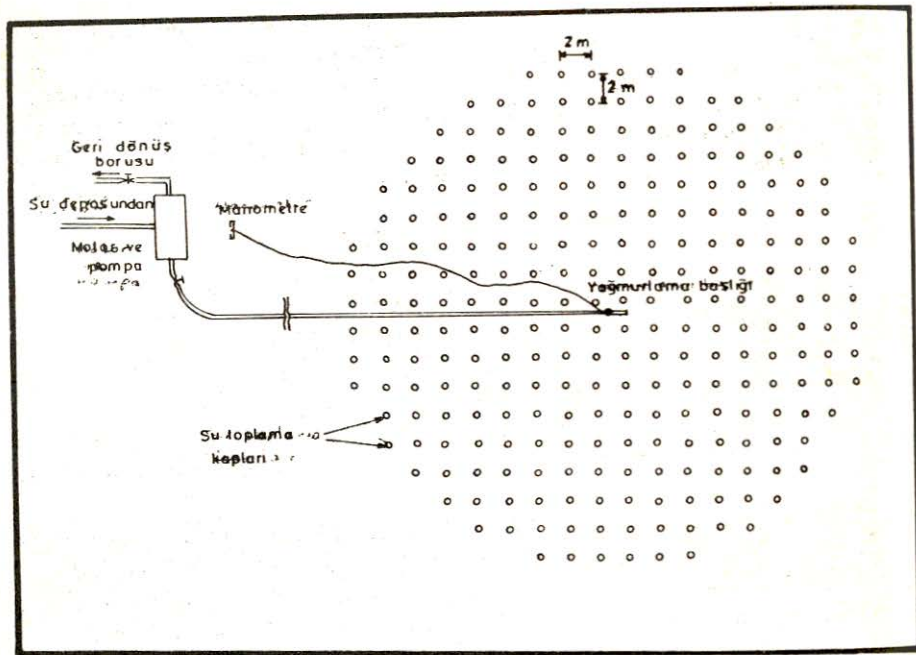
Herbir yağmurlama başlığında 10 adedinin değişik meme çapı ve deneme basıncı bileşimlerindeki debileri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Hidrolik Laboratuvarında bulunan ve Şekil 1'de gösterilen deneme düzeninden yararlanarak saptanmıştır. Yağmurlama başlıklarına su, elektrik motoru ile çalışan kademeli bir



Şekil 1
Yağmurlama başlığı debi ölçme aracı

santrifüj pompa aracılığıyla laboratuvardaki su deposundan alınmış, istenen deneme basıncı su iletim ve geri dönüş boruları üzerinde bulunan vanalarla düzenlenmiş; basınç, başlıkla aynı kottaki monometreden ölçülmüş ve başlık debileri su iletim borusu üzerindeki sayaçtan zamana göre okunan değerlerden yararlanarak hesaplanmıştır (Aküzüm 1976, Yıldırım 1980).

Saptanan 10 debi değerinin ortalamasına en yakın debiye sahip yağmurlama başlığı, ait olduğu deneme basıncı ve meme çapı bileşimindeki ıslatma alanını elde etmek amacıyla Şekil 2'de gösterilen deneme alanında tekil başlık deneme yöntemine göre test edilmiştir (Balaban ve Korukçu, 1969).



Şekil: 2
Tekil başlık deneme alanı

Deneme alanının ortasına yerleştirilen yağmurlama başlığı, her deneme basıncında ortalama 4 saat çalıştırılarak, alanda 2 m. aralıklarla yerleştirilmiş kablarda toplanan su miktarları hacimsal olarak ölçülerek su dağılım alanı elde edilmiştir (Aküzüm, 1976). Şekil 3 de denemelerden elde edilen bir su dağılım alanı görülmektedir.

Tekil başlık deneme alanında elde edilen ıslatma alanları, değişik tertip aralıkları için yapılan örtme yöntemi ile değerlendirilmiş ve su dağılım desenleri saptanmıştır (Balaban ve Korukçu, 1969). Su dağılım desenlerindeki su hacimleri, su toplama kabının kesit alanına bölünerek, derinlik cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 4). Şekilde parantez içerisindeki değerler mm cinsinden su derinliklerini vermektedir.

.
.	.	.	.	.	.	23	56	66	60	30	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	25	78	96	88	79	84	101	79	28	.	.	.	.
.	.	.	40	96	88	66	48	51	48	63	74	93	22	.	.	.
.	.	3	113	71	56	60	81	99	78	56	50	73	99	.	.	.
.	.	71	89	46	104	118	108	93	94	98	50	46	91	60	.	.
.	.	93	66	61	118	91	68	65	70	96	73	36	88	99	.	.
.	2	121	74	76	139	78	48	48	61	78	81	36	65	84	.	.
.	2	71	76	70	142	79	50	53	63	84	79	36	70	76	.	.
.	.	119	86	43	129	103	76	73	83	94	66	40	83	91	.	.
.	.	70	106	53	88	139	111	98	106	99	48	61	89	13	.	.
.	.	.	96	89	53	56	98	78	73	46	58	96	60	.	.	.
.	.	.	7	114	83	66	50	55	63	84	99	86	.	.	.	.
.	.	.	.	3	63	106	99	86	89	76	23	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	10	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.

Meme çapı mm	2.5 / 3.9	Deneme başlangıcı	14.30
İşletme basıncı pp	20	Deneme sonu	18.30
Başlık debisi m ³ /h	1.145	Deneme süresi, h	4
Deneme tarihi	6.6.1983	Başlık simgesi	A

Şekil: 3
Yağmurlama başlığı su dağılım alanı

Su dağılım desenlerine ilişkin eşdağılım katsayıları Christiansen (1942)'nin önerdiği aşağıdaki (1) nolu eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$Cu = 100 \left(1 - \frac{\sum d}{n \cdot h_m} \right) \quad (1)$$

Eşitlik;

Cu = Christiansen eşdağılım katsayısı, %,

53 71 79 286 76 (36.4) 7	63 76 84 223 (28.4)	84 70 25 280 101 (35.7)	79 142 78 378 79 (48.2)	36 79 96 239 28 (30.4)	70 50 88 220 10 2 (28.0)
73 119 51 334 91 (42.5)	83 86 40 257 48 (32.7)	94 43 96 296 63 (37.7)	66 129 88 357 74 (45.5)	40 103 66 302 93 (38.5)	83 76 48 229 22 (29.2)
98 70 3 283 99 (36.1) 13	106 106 113 403 78 (51.3)	99 53 71 279 56 (35.5)	48 88 56 242 50 (30.8)	61 139 60 333 73 (42.4)	89 111 81 380 99 (48.4)
78 71 93 302 60 (38.5)	73 96 89 352 94 (44.8)	46 89 46 279 98 (35.5)	58 53 104 265 50 (33.8)	96 56 118 316 46 (40.3)	60 98 108 357 91 (45.5)
55 93 65 312 99 (39.7)	63 7 66 206 70 (26.2)	84 114 61 355 96 (45.2)	99 83 118 373 73 (47.5)	86 66 91 279 36 (35.5)	50 68 88 206 (26.2)
86 121 48 405 66 (51.6) 84	89 74 61 284 60 (36.2)	76 3 76 263 78 30 (33.5)	23 63 139 306 81 (39.0)	106 78 36 243 23 (31.0)	99 48 65 270 2 56 (34.4)
$\Sigma h = 1362.1 \text{ mm} \quad C_u = 100 \left(1 - \frac{\Sigma d}{n h_m} \right)$ $h_m = 37.84 \text{ mm}$ $\Sigma d = 207.06 \text{ mm} \quad C_u = 100 \left(1 - \frac{20706}{36 \times 3784} \right) = 84.8$					

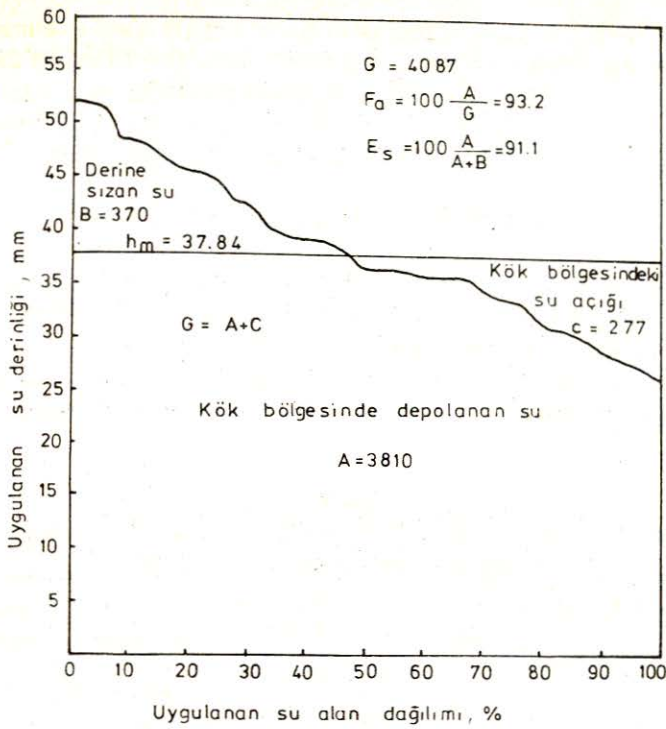
Şekil: 4
Yağmurlama başlığı su dağılım deseni ve bu desene ilişkin Christiansen eşdağılım katsayısı

Σd = Su dağılım desenindeki her bir ölçümün ortalamadan olan mutlak sapmalarının toplamı,

n = Su dağılım desenindeki ölçüm sayısı ve

h_m = Su dağılım desenindeki ölçüm değerlerinin ortalamasıdır.

Elde edilen su dağılım desenlerindeki sulama suyu miktarları, bu miktarların uygulandığı alan dağılımına göre bir milimetrik kağıtta işaretlenmiş ve ortalama uygulanan su miktarının üstünde ve altında kalan A, B ve C alanları ölçülmüştür (Şekil 5). Örneğin, Şekil 4 de en küçük su derinliği olan 26.2 mm, tüm alanın % 100'üne uygulanmakta buna karşın en büyük değer olan 51.6 mm alanın ancak 1/36'sına, diğer bir deyişle, % 2.78'ine uygulanmaktadır. Uygulanan ortalama su derinliği 37.84 mm'dir. Bu değer, bitki kök bölgesinde gereksinim duyulan su miktarıdır. Şekilde bitki kök bölgesinde depolanan su miktarı $A = 3810$ birim, derine sızan



Şekil: 5
Su dağılım deseninde uygulanan su derinliklerinin alan dağılımına göre gösterilimi

su miktarı $B = 370$ birim, kök bölgesindeki su açığı $C = 277$ birim, toprağa giren su miktarı $A + B = 4180$ birim ve kök bölgesinde gereksinim duyulan su miktarı da $G = A + C = 4087$ birimdir. Buna göre;

Su depolama randımanı;

$$E_s = 100 \frac{A}{A + B} \quad (2)$$

ve su uygulama randımanı,

$$F_a = 100 \frac{A}{G} \quad (3)$$

eşitlikleri ile hesaplanmıştır (Hart ve Reynolds, 1965).

Eşitliklerde;

E_s = Su depolama randımanı, %,

F_a = Su uygulama randımanı, %,

A = Kök bölgesinde depolanan sulama suyu miktarı,

B = Derine sızan sulama suyu miktarı,

G = Kök bölgesinde gereksinim duyulan sulama suyu değerlerini göstermektedir.

Denemeye alınan yağmurlama başlıklarının değişik işletme basıncı, meme büyüklüğü ve tertip aralıkları için su dağılım desenleri elde edilerek, bu desenlere ilişkin Christiansen eşdağılım katsayısı, su depolama randımanı ve su uygulama randımanı hesaplanmış ve elde edilen bu değerler arasında en yüksek korelasyonu veren ilişki, istatistiksel yöntemlerle saptanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Denemeye alınan yağmurlama başlıklarının değişik meme çapı, işletme basıncı ve tertip aralıkları için elde edilen eşdağılım katsayısı, su depolama randımanı ve su uygulama randımanı değerleri cetvel 1, 2 ve 3'te verilmiştir.

Bu yağmurlama başlıklarının herbirinde su depolama randımanı ile Christiansen eşdağılım katsayısı ve yine su uygulama randımanı ile Christiansen eşdağılım

Cetvel: 1

Denemeye Alınan A Yağmurlama Başlığı İçin Su Depolama Randımanı ve Su Uygulama Randımanı Değerleri

Meme çapı (mm)	İşletme Basıncı (m)	Tertip Aralıkları (mxm)	Christiansen Eş Dağılım Katsayısı Cu (%)	Su Depolama Randımanı Es (%)	Su Uygulama Randımanı Fa (%)
2.5/3.9	15	12 x 12	74.5	85.8	87.9
		18 x 12	74.7	88.4	89.8
		18 x 18	61.5	79.3	81.8
	20	12 x 12	84.8	91.1	93.2
		18 x 12	75.8	87.7	88.5
		18 x 18	69.9	84.6	85.4
	25	12 x 12	85.9	92.6	93.3
		18 x 12	83.8	91.6	92.5
		18 x 18	77.3	89.0	89.2
2.5/4.9	15	12 x 12	73.6	86.1	88.4
		18 x 12	70.2	84.7	86.2
		18 x 18	58.7	76.9	80.7
	20	12 x 12	83.4	91.3	92.8
		18 x 12	77.6	88.5	89.4
		18 x 18	68.4	84.5	84.9
	25	12 x 12	87.4	93.4	94.3
		18 x 12	82.7	90.3	91.9
		18 x 18	72.4	85.9	87.0
3.1/6.2	15	12 x 12	77.2	88.4	89.6
		18 x 12	70.9	85.1	87.1
		18 x 18	59.3	76.5	81.0
	20	12 x 12	87.7	93.5	94.3
		18 x 12	81.5	88.4	89.7
		18 x 18	74.9	87.0	88.1
	25	12 x 12	89.6	94.4	95.3
		18 x 12	83.2	91.3	92.1
		18 x 18	80.0	89.2	90.8

Cetvel: 2

Denemeye Alınan B Yağmurlama Başlığı İçin Su Depolama Randımanı ve Su Uygulama Randımanı Değerleri

Meme çapı (mm)	İşletme Basıncı (m)	Tertip Aralıkları (m x m)	Christiansen Eş Dağılım Katsayısı Cu (%)	Su Depolama Randımanı Es (%)	Su Uygulama Randımanı Fa (%)
4.0	20	12 x 12	65.7	81.6	84.5
		18 x 12	55.8	78.0	78.0
		18 x 18	57.4	78.0	80.9
	25	12 x 12	78.1	87.9	90.0
		18 x 12	70.0	83.3	86.4
		18 x 18	71.2	85.1	88.2
	30	12 x 12	86.3	91.8	93.6
		18 x 12	69.7	84.6	88.3
		18 x 18	77.7	88.3	89.3
5.0	20	12 x 12	79.2	85.6	89.9
		18 x 12	64.2	77.0	82.9
		18 x 18	77.5	83.2	86.8
	25	12 x 12	83.4	90.6	92.7
		18 x 12	76.0	86.7	87.9
		18 x 18	76.3	85.8	88.1
	30	12 x 12	91.2	95.3	95.4
		18 x 12	78.2	88.8	89.9
		18 x 18	80.5	88.6	90.0
6.0	20	12 x 12	85.8	92.3	93.4
		18 x 12	74.1	86.7	87.8
		18 x 18	78.3	89.0	89.9
	25	12 x 12	87.4	93.6	94.0
		18 x 12	80.0	90.0	90.7
		18 x 18	79.3	89.5	90.4
	30	12 x 12	90.5	95.1	95.6
		18 x 12	81.7	90.4	92.1
		18 x 18	77.9	90.0	90.8

katsayısı arasında en yüksek korelasyonu veren ilişkiler araştırılmış ve bu ilişkilerin tamamı doğrusal bulunmuştur.

Su depolama randımanı ile Christiansen eşdağılım katsayısı arasındaki ilişkiler, A yağmurlama başlığı için;

$$E_s = 46.2 + 0.54 C_u \quad ; \quad r = 0.984 \quad (4)$$

B yağmurlama başlığı için;

$$E_s = 46.8 + 0.53 C_u \quad ; \quad r = 0.951 \quad (5)$$

ve C yağmurlama başlığı için;

$$E_s = 51.2 + 0.48 C_u \quad ; \quad r = 0.964 \quad (6)$$

biçiminde saptanmıştır. Yapılan istatistiksel kontrollarda bu ilişkiler arasında önemli bir farklılık bulunmamış ve denemeye alınan tüm yağmurlama başlıkları için su depolama randımanı - Christiansen eşdağılım katsayısı ilişkisi;

Denemeye Alınan C Yağmurlama Başlığı İçin Su Depolama Randımanı ve Su Uygulama Randımanı Değerleri

Meme çapı (mm)	İşletme Basıncı (m)	Tertip Aralıkları (mxm)	Christiansen Eş Dağılım Randımanı Cu (%)	Su Depolama Randımanı Es (%)	Su Uygulama Randımanı Fa (%)
4.8/5.0	25	12 x 12	82.4	90.9	92.1
		18 x 12	84.9	92.1	92.7
		18 x 18	78.5	88.5	89.3
	30	18 x 12	89.6	94.6	95.0
		18 x 18	88.4	94.2	94.6
		24 x 18	73.5	86.9	87.6
	35	18 x 12	93.6	96.8	96.9
		18 x 18	90.8	95.2	95.6
		24 x 18	83.6	91.8	91.9
4.8/5.5	25	18 x 12	86.8	92.4	93.5
		18 x 18	85.7	92.6	92.8
		24 x 18	70.5	86.2	86.4
	30	18 x 12	88.0	94.0	94.2
		18 x 18	86.5	93.0	93.0
		24 x 18	71.5	85.5	86.3
	35	18 x 12	92.1	95.8	96.6
		18 x 18	85.5	93.8	93.8
		24 x 18	80.8	87.6	90.3
4.8/6.0	25	18 x 12	84.4	92.0	93.3
		18 x 18	84.2	91.3	91.9
		24 x 18	88.6	93.0	94.1
	30	18 x 12	82.0	92.5	93.2
		18 x 18	83.6	91.7	92.0
		24 x 18	88.6	93.8	93.6
	35	18 x 12	90.5	95.2	95.8
		18 x 18	90.0	94.8	95.5
		24 x 18	88.0	92.9	93.0

$$Es = 46.6 + 0.53 Cu \quad ; \quad r = 0.972 \quad (7)$$

olarak bulunmuştur (Şekil 6).

Öte yandan su uygulama randımanı ile Christiansen eşdağılım katsayısı arasındaki ilişkiler, A yağmurlama başlığı için;

$$Fa = 53.2 + 0.47 Cu \quad ; \quad r = 0.991 \quad (8)$$

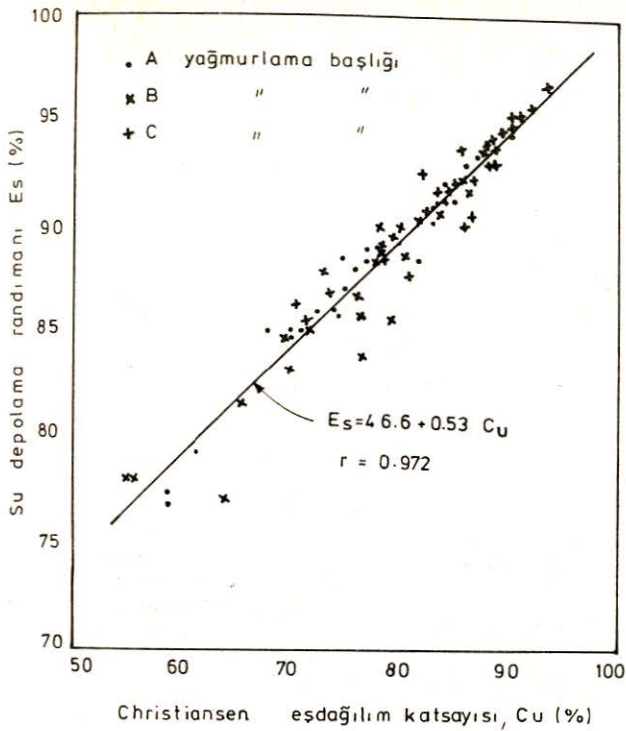
B yağmurlama başlığı için;

$$Fa = 54.0 + 0.46 Cu \quad ; \quad r = 0.973 \quad (9)$$

ve C yağmurlama başlığı için;

$$Fa = 53.6 + 0.46 Cu \quad ; \quad r = 0.977 \quad (10)$$

doğrusal eşitlikler biçiminde hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel kontrollarda bu eşitlik arasında da önemli bir farklılık bulunmamış ve yağmurlama başlıklarında su



Şekil: 6
 Su depolama randımanı-
 Christiansen Eşdağılım
 Katsayısı İlişkisi

uygulama randımanı ile Christiansen eşdağılım katsayısı arasındaki ilişki, tüm dene-
 me verileri gözönüne alınarak;

$$Fa = 53.9 + 0.46 Cu \quad ; \quad r = 0.984 \quad (11)$$

biçiminde belirlenmiştir (Şekil 7).

Bu eşitliklerde;

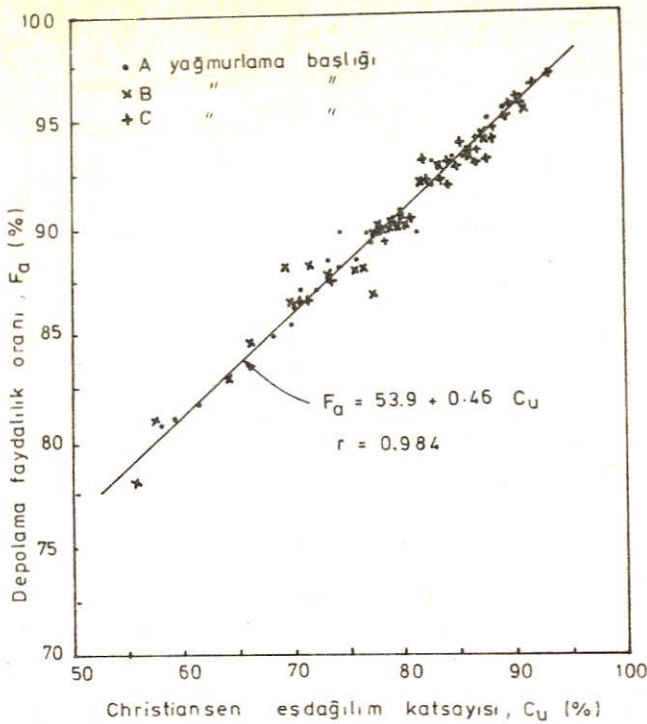
Es = Su depolama randımanı, %

Cu = Christiansen eşdağılım katsayısı, % ve

Fa = Su uygulama randımanı, %.

değerlerini göstermektedir.

Sonuç olarak, yağmurlama sulama sistemlerinde gerek su depolama randımanı
 ve gerekse su uygulama randımanı değerlerinin başlık yapım biçimine bağlı olma-
 dığı, ancak eşdağılım katsayısı ile doğrusal ilişki gösterdikleri bulunmuştur. Yağ-
 murlama sulama sistemlerinde kullanılan yağmurlama başlıklarının değişik meme
 çapı, işletme basıncı ve tertip aralıkları için saptanan teknik özelliklerine Christian-
 sen eşdağılım katsayısının da eklenerek teknik özellikleri açıklayan çizelgelere ya-
 zılması durumunda, toplam sulama randımanının iki ögesi olan su depolama randıma-
 nı ve su uygulama randımanı değerleri (7) ve (11) nolu eşitliklerle kolaylıkla saptan-
 ılabilecektir. Böylelikle, yağmurlama sulama sistemlerinin planlanmasında daha ger-
 çekçi olan randıman değerlerinin kullanılması sağlanmış olacaktır.



Şekil: 7
 Su uygulama randımanı-
 Christiansen Eşdağılım
 Katsayısı İlişkisi

LİTERATÜR

- Aküzüm, T., 1976. "Türkiye'de İmal Edilen Yağmurlama Başlıklarının Su Dağılım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma". Doktora Tezi (Basılmamış), A.Ü. Ziraat Fak. Kültürteknik Bölümü, Ankara.
- Balaban, A. ve A. Korukçu, 1969. "Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımının Ölçülme Metodları Üzerinde Bir İnceleme", A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, Yıl 19, Fasikül 4, s. 829-850, Ankara.
- Christiansen, J.E., "Irrigation by Sprinkling", Bulletin 670, Agric. Exp. Sta., Univ. of California, Berkeley, Calif., 1942.
- Düzgüneş, O., T. Kesici ve F. Gürbüz, 1983. "İstatistik Metodları I", A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 861, Ders kitabı 229, Ankara.
- Hart, E. ve N. Reynolds, 1965. "Analytical Design of Sprinkler Systems", TRANSACTIONS of the ASAE, 8(1), s. 83-85: 89.
- Korukçu, A. ve M. Karadeniz, 1978. "Yağmurlama Başlıklarında Su Dağılımı Değerlerinin Bilgisayarla Saptanmasına Yönelik Matematiksel İlişkilerin Geliştirilmesi", A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, Yıl: 28, Fasikül 1, s. 254-274, Ankara.
- Korukçu, A. ve O. Yıldırım, 1981. "Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi", TOPRAKSU Genel Md. Yayınları, s. 220, Ankara.
- Yıldırım, O., 1980. "Türkiye'de Yapılan Bazı Boruların Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Lateral Kullanım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma", Doktora Tezi (Basılmamış), A.Ü. Ziraat Fak. Kültürteknik Bölümü, Ankara.