

## Türkiye’de Yaygın Olarak Kullanılan Farklı Tip Mini Yağmurlama Sulama Başlıklarının Teknik Özellikleri ve Yapım Farklılıkları

Çimen DEMİREL<sup>1</sup>, Vedat DEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Atakum/SAMSUN

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Bornova/İZMİR  
cimen.demirel@omu.edu.tr, vedat.demir@ege.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 18.04.2013

Accepted (Kabul Tarihi): 27.05.2013

**Özet:** Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan farklı yapım özelliklerine sahip mini yağmurlama sulama başlıklarının teknik özelliklerinin ve yapım farklılıklarının ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaçla ülkemizde yaygın olarak kullanılan, farklı meme çaplarındaki mini yağmurlama sulama başlıkları temin edilerek toplam 21 adet başlık çalışmada ele alınmıştır. Çalışmada ele alınan her bir başlık için aynı meme tipine sahip 20 adet mini yağmurlayıcının debileri hazırlanan bir deneme düzeni yardımıyla 1.0-1.5-2.0-2.5 ve 3 bar basınç değerlerinde olmak üzere beş farklı basınç değerinde ölçülmüş, başlık teknik özellikleri ve yapım farklılığı değerleri belirlenmiştir. Sonuçlardan aynı teknoloji ile üretilen aynı tip iki mini yağmurlama başlığının sabit basınç altındaki debilerinin farklı olabileceği görülmektedir. Çalışmada ele alınan başlıklar için yapım farklılığı değeri 0.0102-0.0693 arasında bulunmuş olup en düşük yapım farklılığı B ve C tipi başlıklarda olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Yapım farklılığı, basınç-debi ilişkisi, mini yağmurlama sulama

### Technical Properties and Manufacturing Variations of Different Types of Mini Sprinklers Widely Used in Turkey

**Abstract:** In this study, it is aimed to determine the technical properties and the manufacturing variations of the different types of mini sprinklers that have been widely used in Turkey. For this purpose, 21 different nozzle diameters of mini sprinklers are used. The discharge rate of the same type of 20 mini sprinklers was measured at 5 various operating pressure 1.0-1.5-2.0-2.5 and 3 bar. The technical properties and the manufacturing variations were determined. As a conclusion, it can be seen that the same type of results produced with the same technology under constant pressure, flow rates of the two mini sprinklers are different. For each sprinkler, the difference is found between 0.0102-0.0693 and the lowest value of these manufacturing variations is type B and C.

**Key words:** Manufacturing variation, pressure-flow relationship, mini sprinkler irrigation

### GİRİŞ

Mini yağmurlama sulama, geleneksel büyük yağmurlama başlıkları ile yapılan yağmurlama sulama ile damla sulama arasında bir yöntem olup, ince borularla iletilen su, küçük yağmurlama başlıkları ile araziye dağıtılmaktadır. Mini yağmurlama sulama yönteminde, genel olarak 1.5–2.5 bar gibi düşük basınç altında değişik tip mini yağmurlayıcılar aracılığıyla püskürtme şeklinde bitki kök bölgesine tam olarak doğru miktarda su verilir. Suyun buharlaşması, sızması veya akıp gitmesi engellenerek toprak yavaşça ve dengeli bir şekilde sulanır. Başlık debileri, başlık tipi ve özelliğine göre değişmekle birlikte 30 - 350 L/h arasında değişmektedir (Benami and Ofen, 1993; Hills et al., 1986; Post et al., 1985, 1986).

Mini yağmurlama başlıklarında başlığın debisi, başlığın çalışma basıncının bir fonksiyonu olarak karakterize edilmekte ve damlatıcılarda olduğu gibi başlığın çalışma basıncı ile başlık debisi arasındaki ilişki;

$$q = kh^x$$

eşitliği ile ifade edilmektedir (Boman, 1991; Hills et al., 1986; Karmeli and Keller, 1975; Singh et al., 1990). Eşiklikte;

$q$  = Başlık debisi (L/h)

$k$  = Meme boyut katsayısı

$h$  = Başlık basıncı (bar)

$x$  = Meme akış rejimi katsayısı

Meme akış rejimini karakterize eden katsayısı  $x$  değeri, laminar akışta  $x=1.0$ , türbülanslı akışta  $x=0.5$ ,

dengelenmiş (basınç dengeleyici) akışta  $x=0.0$  değerini alır (Boman, 1991; Bralts, 1986; Singh et al., 1990).

Anaç ve Yaşar (1988), sabit ve döner tipteki 1.3 mm ve 1.8 mm çaplarındaki mini yağmurlama başlıklarının basınç-debi ilişkilerini belirlemişlerdir. Bu amaçla 0.5-1.0-1.5-2.0-2.5 bar işletme basınçlarında iki tekerrürlü olarak denemeler gerçekleştirilmişler ve başlık debilerini; 1.3 mm meme çapında 39-86 L/h ve 1.8 mm meme çapında 70-165 L/h arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Tüzel (1990), çalışmasında 1.3 mm ve 1.8 mm meme çaplarındaki sabit ve döner tipteki 10 adet mini yağmurlama başlığı kullanmıştır. Denemeler başlıkların debi-basınç ilişkileri için 1.0-1.5-2.0-2.5-3.0 bar olmak üzere beş farklı işletme basıncında gerçekleştirilmiştir. Denemeye alınan başlıklar için debi-basınç ilişkisini veren eşitlik; 1.3 mm meme çapında meme boyutlarını karakterize eden katsayı ( $k$ ) 18.16, memenin akış rejimini karakterize eden katsayı ( $x$ ) 0.4801; 1.8 mm meme çapında meme boyutlarını karakterize eden katsayı ( $k$ ) 35.94 memenin akış rejimini karakterize eden katsayı ( $x$ ) 0.4847 bulunmuştur.

Demir (1997), ülkemizde yaygın olarak kullanılan farklı yapım özelliklerine sahip 15 adet mini yağmurlama başlığını çalışmasında ele almıştır. Denemeler, başlıkların debi-basınç ilişkileri için 1.5-2.0-2.5-3.0 bar olmak üzere dört farklı işletme basıncında gerçekleştirilmiştir. Genel olarak mini yağmurlama başlığı çalışma basıncı olan 2.0 bar basınç altında en düşük ortalama debi değeri 37.0 L/h, en yüksek ortalama debi değeri 214.7 L/h olarak bulunmuştur. Memenin akış rejimini karakterize eden katsayı ( $x$ ) on bir mini yağmurlama başlığı için akış üssü değeri  $x=0.5$  değerine çok yakındır, bu nedenle başlıkların çoğunluğunun tam türbülanslı olduğu bulunmuştur. Çalışmada ele alınan üç mini yağmurlama başlığının ise akış üssü değerleri  $0.0 < x < 0.05$  değerleri arasında kaldığından bu başlıklar için kısmi basınç dengeleme özelliğinde olduğu bulunmuştur. Bir yağmurlama başlığı içinse akış üssü değeri  $0.5 < x < 1.0$  sınırları arasında kaldığından kısmi türbülans ve kararsız akış rejimli olarak bulunmuştur. Kısmi basınç dengeleme özelliği bulunan bazı mini yağmurlama başlıklarının basınca bağlı olarak debi değerleri daha az farklılık gösterdiği bulunmuştur.

Başlık debilerinin çalışma basıncının bir fonksiyonu olduğu ve başlık özelliklerinin (başlık parametreleri,

yapım farklılığı) deneysel çalışmalarla en iyi şekilde ortaya konabileceği belirtilebilmektedir. Aynı teknoloji ile üretilen iki başlığın sabit basınç ve sıcaklıktaki debileri farklı olabilmektedir. Başlık yapım farklılığı olarak ifade edilen bu parametrenin belirlenmesinde, varyasyon katsayısı kullanılmakta ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır (Solomon 1977,1979).

$$Vm = \frac{S_q}{q}$$

$Vm$  = Yapım farklılığı katsayısı

$S_q$  = Bir çalışma basıncında başlıklardan ölçülen debilerin standart sapması

$\bar{q}$  = Başlıklardan ölçülen debilerin ortalaması

Yapım farklılığı katsayısı aynı zamanda suyun arazi boyunca ne ölçüde düzgün dağılacakını da ifade eden bir katsayıdır.

Ayyıldız ve Yaralı (1985), değişik meme çaplarında 10 adet tesadüfi olarak seçilmiş yağmurlama başlıklarının değişik işletme basınçlarında denemeleri yapılmıştır. Yapımcı farklılığına bağlı varyasyon katsayısı % 2.119-7.255 arasındaki değişik değerler hesaplanmıştır. Yağmurlama başlıklarında yapımcı farklılıklarının hem firmalar arasında hem de aynı firmanın ürettiği yağmurlama başlıklarının meme çapları arasında değişik düzeyde olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak yağmurlama başlıklarında, farklı meme çapı ve işletme basınçlarındaki denemelerde yapımcı firmalar arasında % 1 düzeyinde farklılıklar bulunmuştur.

Solomon (1977, 1979), damla sulama sisteminde, damlatıcı yapımı esnasında kullanılan ekipmanlar ile malzemenin, çeşitli çalışma faktörleri (kalıpların özellikleri, sıcaklık, yapım basıncı ve hızı, malzemenin soğuma hızı vb. faktörler) tarafından etkilenmesi nedeniyle damlatıcılar; hacim, ağırlık, uzunluk ve yüzey şekli olarak değişim gösterebileceğini açıklamıştır. Benzer şekilde üretilen mini yağmurlama başlıklarında da yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı, aynı teknoloji ile üretilen iki mini yağmurlama başlığının sabit basınç ve sıcaklıktaki debileri farklı olabileceği açıktır. Damlatıcı yapım farklılığının belirlenmesinde kullanılan varyasyon katsayısı terimi mini yağmurlama başlıkları için de kullanılabilir. Solomon (1979), yapım farklılığı katsayısının 0.02-0.10 değerleri arasında değiştiğini bazen bu sınırları aştığını belirtmiştir. Yapım farklılığı katsayısına ( $Vm$ ) göre damlatıcıları;

$V_m < 0.003$  değerleri için mükemmel,  $0.05 < V_m < 0.07$  arası için orta,  $0.08 < V_m < 0.10$  arası için sınırda,  $0.11 < V_m < 0.15$  arası için yetersiz ve  $0.15 < V_m$  değerleri içinde çok kötü şeklinde sınıflandırmıştır. Ayrıca Amerikan Ziraat Mühendisleri Birliği (ASAE) tarafından hazırlanan standartlarda yapım farklılığı katsayılarına göre damlatıcıların sınıflandırılması aşağıda olduğu gibidir (Anonymous, 1995) (Çizelge 1).

Bu çalışmada ülkemizde üretilen ve yaygın olarak kullanılan farklı yapım özelliklerine sahip mini yağmurlama başlıklarının teknik özellikleri ve yapım farklılıkları ortaya konulmuştur.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan farklı yapım özelliklerine sahip mini yağmurlama sulama başlıklarından üç farklı firmaya ait 4 farklı başlık tipinden (A, B, C ve D), farklı meme çaplarındaki başlıklar temin edilerek toplam 21 adet başlık kullanılmıştır (Çizelge 2).

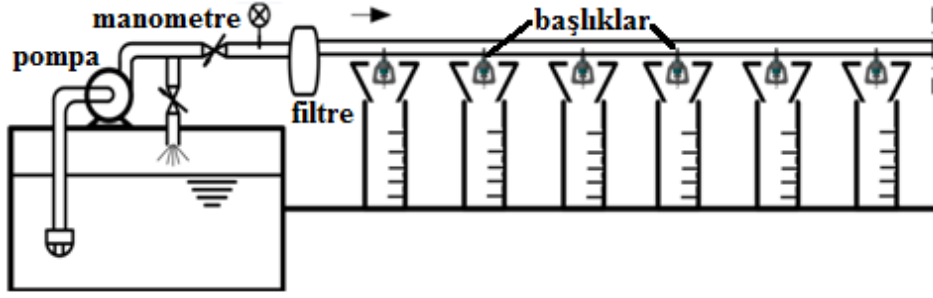
### Yöntem

Denemeye alınan yerli ve yabancı yapım mini yağmurlama başlık tiplerinin basınç-debi ve yapım farklılığı katsayılarının saptanması amacıyla laboratuvarında bir deneme düzeni kurulmuştur (Şekil 1). Çalışmada aynı tip 20 adet başlığın yer aldığı lateral, eğimsiz

olarak deneme düzenine yerleştirilmiştir. Başlıklar 25 cm aralıklarla boruya yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır. Deneme düzenine su, bir pompa yardımıyla filtreden geçtikten sonra verilmiş, basınçlar pompa çıkışındaki vanalar yardımıyla ayarlanmış ve lateral girişine filtreden sonra yerleştirilen manometreler yardımıyla kontrol edilmiştir. Denemeler 1.0-1.5-2.0-2.5 ve 3 bar olmak üzere beş farklı basınç değerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir basınç değerinde başlıkların debi değerleri üç tekrarlı olarak bütün başlık tiplerinde ölçülmüştür. Başlık debilerinin ele alınan çalışma basınçlarında ölçülmesi için, başlıkların altına gelecek şekilde 1000 ml'lik şeffaf plastik ölçü silindiri düz bir profil üzerine yerleştirilmiştir. Başlıktan çıkan suyun dağılmadan toplama kabında toplanabilmesi için başlık lateral üzerine yerleştirilirken ters huni içinde olacak şekilde laterale monte edilmiştir. Başlıktan çıkan su bu huni ile başlık altına konulan 1000 ml'lik ölçü silindiri toplanarak ölçülmüştür. Sistem istenilen çalışma basıncında sabit kaldıktan sonra, başlıkların her birinin altına debi ölçüm kapları gelecek şekilde kaydırılarak belirli süre ile suyun akışı sağlanarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışma anındaki su sıcaklığı da termometre ile ölçülüp kaydedilmiştir. Bu işlem denemeye alınan bütün başlık tipleri için aynı şekilde uygulanmıştır.

**Çizelge 1. Yapım farklılığı katsayılarına göre damlatıcıların sınıflandırılması (Anonymous, 1995)**

Damlatıcı tipi	Yapım farklılığı katsayısı ( $V_m$ )	Damlatıcıların sınıflandırılması	
Nokta	0.05 veya daha az	mükemmel	
	0.05 - 0.07	orta	
	0.07 - 0.11	sınırda	
	0.11 - 0.15	çok kötü	
Kaynaklı	0.15 veya daha fazla	kabul edilemez	
	Hat	0.10 veya daha az	iyi
		0.10 - 0.20	orta
Kaynaklı	0.20 veya daha fazla	yetersiz (kabul edilemez)	



Şekil 1. Mini yağmurlama başlıklarının basınç-debi ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılan deneme düzeni

Çizelge 2. Denemeye alınan mini yağmurlama başlıklarının genel özellikleri

Başlık tipi	Başlık özelliği	Yapım	Meme tipi	Meme rengi
A	<p>dairesel çıkışlı</p>	Yabancı	A1	Siyah
			A2	Yeşil
			A3	Mavi
			A4	Kırmızı
			A5	Pembe
			A6	Kahverengi
			A7	Sarı
			A8	Beyaz
			A9	Zeytuni
B	<p>iki yönde çıkışlı</p>	Yabancı	B1	Yeşil
			B2	Mavi
			B3	Kırmızı
C	<p>tek yönde çıkışlı</p>	Yabancı	C1	Kırmızı
			C2	Pembe
			C3	Kahverengi
			C4	Sarı
			C5	Beyaz
			C6	Zeytuni
D	<p>iki yönde çıkışlı</p>	Yerli	D1	Yeşil
			D2	Pembe
			D3	Kahverengi

**BULGULAR ve TARTIŞMA**

Denemelerde kullanılan yerli ve yabancı yapım mini yağmurlama başlıklarının (A, B, C ve D), basınç-debi ilişkisini veren  $q=kh^x$  eşitliği için her bir mini yağmurlama başlığı tipi için beş farklı işletme

basıncından alınan sonuçlar değerlendirilmiş ve bu başlıklara ait başlık parametreleri ( $k$ ,  $x$ ) ve tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) değerleri ile yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ ) değerleri Çizelge 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir.

**Çizelge 3. A tipi mini yağmurlama sulama başlıklarının basınç-debi ilişkilerini veren başlık parametreleri ( $k, x$ ), tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) ve yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ ) değerleri**

Başlık/meme tipi	Çalışma basıncı $h$ (bar)	Başlık debisi $q$ (L/h)	Başlık parametreleri		Tahminleme katsayısı $R^2$	Yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ )
			$k^*$	$x^{**}$		
A1	1.0	58.34	58.26	0.5355	0.9316	0.0595
	1.5	72.61				0.0547
	2.0	84.31				0.0591
	2.5	95.64				0.0470
	3.0	104.88				0.0508
A2	1.0	79.89	80.09	0.5208	0.9821	0.0245
	1.5	99.31				0.0214
	2.0	114.63				0.0235
	2.5	130.25				0.0222
	3.0	140.99				0.0261
A3	1.0	84.72	84.30	0.5311	0.9454	0.0422
	1.5	104.10				0.0438
	2.0	121.30				0.0383
	2.5	138.69				0.0369
	3.0	150.82				0.0553
A4	1.0	101.30	101.30	0.5281	0.9800	0.0155
	1.5	125.69				0.0283
	2.0	145.69				0.0269
	2.5	164.68				0.0292
	3.0	181.07				0.0268
A5	1.0	107.82	107.81	0.5302	0.9462	0.0362
	1.5	134.46				0.0268
	2.0	154.57				0.0471
	2.5	175.62				0.0416
	3.0	193.95				0.0384
A6	1.0	127.94	127.80	0.5454	0.9718	0.0225
	1.5	159.10				0.0210
	2.0	187.20				0.0268
	2.5	210.49				0.0370
	3.0	232.67				0.0395
A7	1.0	154.63	155.74	0.5256	0.9682	0.0284
	1.5	194.52				0.0332
	2.0	225.52				0.0322
	2.5	252.66				0.0318
	3.0	275.58				0.0391
A8	1.0	204.90	204.02	0.5447	0.9778	0.0260
	1.5	253.02				0.0228
	2.0	297.67				0.0323
	2.5	336.13				0.0229
	3.0	372.40				0.0371
A9	1.0	259.32	258.54	0.5918	0.9199	0.0189
	1.5	329.05				0.0266
	2.0	387.19				0.0255
	2.5	448.75				0.0235
	3.0	495.34				0.0252

\*) Damlatıcı boyutlarını karakterize eden katsayı

\*\*) Akış rejimi katsayısı (akış üssü değeri)

Mini yağmurlama başlıkları için genel olarak nominal çalışma (işletme) basıncı 2.0 bar kabul edilmektedir. Nominal çalışma basıncında A tipi mini yağmurlama başlıklarından A1 başlığında 84.31 L/h ile en düşük debi değeri, A9 başlığında 387.19 L/h ile en yüksek debi değeri ölçülmüştür (Çizelge 3). A tipi mini yağmurlama başlıkları için akış üssü ( $x$ ) değerleri ise, 0.5208 ile 0.5918 arasında hesaplanmış olup  $x=0.5$  değerine çok yakındır ve akış rejimi tam türbülanslıdır. Yapılan denemelerde A tipi mini yağmurlama başlıkları için yapım farklılığı katsayıları en düşük 0.0155 değeri ile A4 mini yağmurlama başlığında, en yüksek 0.0595 değeri ile A1 mini yağmurlama başlığında bulunmuştur. Solomon (1977, 1979)’un yapım farklılığı katsayısına göre damlatıcıların sınıflandırılması mini yağmurlama başlıkları için uygulandığında Çizelge 1’de verilen sınıflandırmaya göre A1 mini yağmurlama başlığının yapım farklılığı değeri 0.0542 olduğundan, bu başlığın yapım farklılığı yönüyle orta ( $0.07 < Vm < 0.05$ ) sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Bunun dışında kalan A2-A9 mini yağmurlama başlıklarının yapım farklılıkları yönüyle mükemmel ( $Vm < 0.05$ ) sınırları içerisinde kalmaktadır (Çizelge 3).

B tipi mini yağmurlama başlıklarının nominal çalışma basıncında başlık debileri, 114.86 L/h ile 148.54 L/h değerleri arasında ölçülmüştür. B tipi mini

yağmurlama başlıkları için akış üssü ( $x$ ) değerleri sırasıyla 0.5223, 0.5354, 0.5268 bulunmuş olup  $x=0.5$  değerine çok yakın olup akış rejimi tam türbülanslıdır. B tipi mini yağmurlama başlıklarının tüm deneme basınçları için yapım farklılığı değerleri 0.0102 ile 0.0228 arasında bulunmuş olup, söz konusu değerler Çizelge 1’de verilen yapım farklılığı sınıflandırmasına göre mükemmel sınırları içerisinde kalmaktadır (Çizelge 4).

C tipi mini yağmurlama başlıkları için nominal çalışma basıncında C1 başlığında 127.68 L/h ile en düşük debi değeri, C6 başlığında 339.28 L/h ile en yüksek debi değeri ölçülmüştür. C tipi mini yağmurlama başlıkları için akış üssü ( $x$ ) değerleri, 0.5336 ile 0.6024 değerleri arasında olup  $x=0.5$  değerine çok yakındır, akış rejimi tam türbülanslı olarak kabul edilebilir bir sınırdadır. C tipi mini yağmurlama başlıkları için yapım farklılığı katsayıları ( $Vm$ ) incelendiğinde en düşük 0.0110 değeri ile C5 mini yağmurlama başlığında, en yüksek 0.0693 değeri ile C6 mini yağmurlama başlığında bulunmuştur. C1, C2, C3, C4 ve C5 mini yağmurlama başlıklarının yapım farklılıkları değerleri Çizelge 1’de verilen sınıflandırmaya göre değerlendirildiğinde mükemmel sınırları içerisinde kalmış ancak C6 mini yağmurlama başlığı ise orta sınırlar içerisinde kaldığı görülmüştür (Çizelge 5).

**Çizelge 4. B tipi mini yağmurlama sulama başlıklarının basınç-debi ilişkilerini veren başlık parametreleri ( $k, x$ ), tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) ve yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ ) değerleri**

Başlık/meme tipi	Çalışma basıncı $h$ (bar)	Başlık debisi $q$ (L/h)	Başlık parametreleri		Tahminleme katsayısı $R^2$	Yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ )
			$k^*$	$x^{**}$		
B1	1.0	79.32	79.70	0.5223	0.9883	0.0228
	1.5	99.03				0.0222
	2.0	114.86				0.0199
	2.5	129.18				0.0210
	3.0	140.49				0.0211
B2	1.0	84.06	84.43	0.5354	0.9497	0.0119
	1.5	103.56				0.0144
	2.0	120.90				0.0149
	2.5	136.68				0.0202
	3.0	150.06				0.0204
B3	1.0	102.49	102.73	0.5268	0.9932	0.0102
	1.5	127.37				0.0109
	2.0	148.54				0.0134
	2.5	166.71				0.0202
	3.0	182.63				0.0185

\*) Damlatıcı boyutlarını karakterize eden katsayı

\*\*\*) Akış rejimi katsayısı (akış üssü değeri)

**Çizelge 5. C tipi mini yağmurlama sulama başlıklarının basınç-debi ilişkilerini veren başlık parametreleri ( $k, x$ ), tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) ve yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ ) değerleri**

Başlık/meme tipi	Çalışma basıncı $h$ (bar)	Başlık debisi $q$ (L/h)	Başlık parametreleri		Tahminleme katsayısı $R^2$	Yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ )
			$k^*$	$x^{**}$		
C1	1.0	88.83	88.69	0.5336	0.9841	0.0232
	1.5	110.21				0.0220
	2.0	127.68				0.0231
	2.5	145.14				0.0269
	3.0	159.57				0.0251
C2	1.0	100.97	100.97	0.5456	0.9691	0.0330
	1.5	126.35				0.0319
	2.0	147.05				0.0373
	2.5	166.90				0.0383
C3	1.0	123.19	123.98	0.5395	0.9683	0.0287
	1.5	155.39				0.0296
	2.0	180.94				0.0401
	2.5	205.10				0.0356
C4	1.0	155.80	156.19	0.5765	0.9792	0.0225
	1.5	199.96				0.0251
	2.0	232.10				0.0244
	2.5	264.56				0.0299
	3.0	297.94				0.0295
C5	1.0	190.45	188.84	0.5528	0.9859	0.0110
	1.5	234.11				0.0167
	2.0	276.34				0.0168
	2.5	310.99				0.0190
	3.0	350.95				0.0192
C6	1.0	233.34	223.14	0.6024	0.9109	0.0381
	1.5	285.51				0.0545
	2.0	339.28				0.0621
	2.5	388.98				0.0634
	3.0	432.51				0.0693

\*) Damlatıcı boyutlarını karakterize eden katsayı      \*\*) Akış rejimi katsayısı (akış üssü değeri)

**Çizelge 6. D tipi mini yağmurlama sulama başlıklarının basınç-debi ilişkilerini veren başlık parametreleri ( $k, x$ ), tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) ve yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ ) değerleri**

Başlık/meme tipi	Çalışma basıncı $h$ (bar)	Başlık debisi $q$ (L/h)	Başlık parametreleri		Tahminleme katsayısı $R^2$	Yapım farklılığı katsayısı ( $Vm$ )
			$k^*$	$x^{**}$		
D1	1.0	62.77	62.76	0.5840	0.9683	0.0181
	1.5	79.29				0.0191
	2.0	94.46				0.0221
	2.5	108.11				0.0362
	3.0	118.55				0.0273
D2	1.0	96.27	96.27	0.5352	0.9917	0.0181
	1.5	119.74				0.0163
	2.0	139.42				0.0166
	2.5	157.26				0.0180
	3.0	173.45				0.0205
D3	1.0	107.27	108.24	0.5203	0.9909	0.0106
	1.5	135.30				0.0210
	2.0	156.02				0.0189
	2.5	174.29				0.0144
	3.0	190.45				0.0128

\*) Damlatıcı boyutlarını karakterize eden katsayı      \*\*) Akış rejimi katsayısı (akış üssü değeri)

D tipi mini yağmurlama başlıklarının nominal çalışma basıncı olan 2 bar değerindeki debileri incelendiğinde; D1 başlığı 62.77 L/h ile en düşük debi değerine, D3 başlığı ise 190.45 L/h ile en yüksek debi değerine sahiptir. D tipi mini yağmurlama başlıkları için akış üssü ( $x$ ) değerleri sırasıyla 0.5840 (D1), 0.5352 (D2), 0.5203 (D3) hesaplanmış olup,  $x=0.5$  değerine çok yakındır ve akış rejimi tam türbülanslıdır (Çizelge 6). Yapılan denemelerde yapım farklılığı katsayıları en düşük  $Vm=0.0106$  değeri ile D3, en yüksek  $Vm=0.0362$  değeri ile D1 mini yağmurlama başlığında görülmüştür. D tipi mini yağmurlama başlıklarının Çizelge 1’de verilen yapım farklılığı sınıflandırmasına göre mükemmel yapım farklılığı sınırları içerisinde yer almıştır.

A, B, C ve D mini yağmurlama başlıklarının tümü için debi değerleri incelendiğinde nominal çalışma basıncı olan 2.0 bar basınç altında, en düşük ortalama debi değeri 84.31 L/h ile A1 başlığında, en yüksek ortalama debi değeri ise 339.28 L/h olarak C6 başlığında bulunmuştur (Çizelge 3, 4, 5, 6). Bulunan bu değerler (Benami and Ofen, 1993; Hills et al., 1986; Post et al., 1985, 1986) tarafından mini yağmurlama başlıkları için belirtilen 30-350 L/h sınırları içerisinde kalmaktadır.

Çizelge 3, 4, 5 ve 6 incelendiğinde, A, B, C ve D mini yağmurlama başlıkları için akış üssü değerleri ( $x$ ), 0.5203 (D3) ile 0.6024 (C6) değerleri arasında olup  $x=0.5$  değerine çok yakın olup akış rejimi tüm mini yağmurlama başlıkları için tam türbülanslı olduğu kabul edilebilir (Boman, 1991; Bralts, 1986; Singh et al., 1990). Bulunan akış üssü değerleri Anaç ve Yaşar (1988), Tüzel (1990) ve Demir (1997)’in yaptıkları

çalışmalarında elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çalışmada ele alınan başlıklar için yapım farklılığı değeri incelendiğinde; A1 ve C6 başlıklarının dışındaki tüm başlıkların çeşitli çalışma basınçları da dikkate alındığında bulunan yapım farklılığı değerleri Çizelge 1’de verilen sınıflandırmaya göre mükemmel sınırlar içerisinde kalmıştır. A1 ve C6 başlıklarının ise yapım farklılığı yönünden orta sınırlar içerisinde kalmıştır. Bulunan sonuçlar incelendiğinde, yapım farklılığının başlık çalışma basıncı ile ilişkisinin olmadığı görülmüştür.

Yerli imalat D başlığı ile yabancı imalat diğer başlıklar yapım farklılığı yönüyle karşılaştırıldığında; yerli D başlığının yapım farklılığı değerleri, yabancı imal olan A ve C tipi başlıkların yapım farklılığı değerine göre çok daha düşük, yabancı imal B tipi başlığın yapım farklılığı değerine çok yakın olduğu görülmüştür.

Ülkemizde yerli olarak imal edilip kullanılan bu başlığın, yabancı yapım eşdeğerleriyle boy ölçülebilecek düzeyde hatta daha iyi olduğu söylenebilir. Çalışmada ele alınan tüm başlıklar incelendiğinde ise, ülkemizde yapım farklılığı yönüyle mükemmel sınırlar içerisinde kalan başlıkların kullanılması, hem gerçekleştirilen mini yağmurlama sulama sistemlerinin projelerinin düzgün hem de su kullanım etkinliği yönüyle tarım açısından iyi bir sonuç ortaya koyabileceği söylenebilir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

Anaç, S., S. Yaşar, 1988. Yerli Yapım Küçük Yağmurlama Başlıklarının Teknik Özellikleri ve Kullanım Olanakları. III. Ulusal Kültürteknik Kongresi. 265-272, İzmir.

Ayyıldız, M., E. Yaralı, 1985. Yağmurlama Başlıklarında Yapımcı Farklılıklarının Eş Su Dağılımı Düzeyine Etkisi. Doğa Bilim Dergisi, D2. 204-211.

Anonymous, 1995. Design and Installation of Microirrigation Systems. ASAE Standards:EP405.1, pg.720-723. ASAE St.Joseph, Michigan.

Benami,A., A.Ofen,1993. Irrigation Engineering. Irrigation Engineering Scientific Publications, Hafia, Israel.

Bralts,V.F., I.Pai.Wu, H.M.Gitlin, 1981. Manufacturing Variation and Drip Irrigation Uniformity. Transactions of the ASAE 24 (1): 113-119.

Boman,B.J., 1991. Micro Tubing Effects on Microsprinkler Discharge Rates. Transactions of the ASAE 34 (1):51-56.

Demir, V., 1997. Mikro Sulama Sistemlerini Oluşturan Elemanların Teknik Özelliklerinin ve Bu Sistemlerdeki Sürtünme Kayıplarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir, 211 S.

Hills, D.J., R.C.M. Silveria, W.W. Wallender, 1986. Oscillating Pressure for Improving Application Uniformity of Spray Emitters. Transactions of the ASAE 29 (4):1080-1085.

Karmeli,D, J.Keller, 1975. Constructions and Characteristics of Emitters. In: *Trickle Irrigation Design*. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation. Glendora, California.



- Post, S.E.C., D.E. Peck, R. Abrenoler, N.J. Sakovich, L. Waddle, 1985. Evaluation of Non-Overlapping, Low-Flow Sprinklers. Drip/Trickle Irrigation in Action, Proc. Third Inter'l. Drip/Trickle Irrig. Cong. 1: 294-305, ASAE St. Joseph, Michigan, 49085.
- Post, S.E.C., D.E. Peck, R. Abrenoler, N.J. Sakovich, L. Waddle, 1986. Evaluation of Low-Flow Sprinklers. California Agriculture, July-August, 27-29.
- Singh, J., A.K. Singa, S. Jain, R. Gars, I.N. Nathur, 1990. Micro Sprinklers Performance Evaluation and Constraint for Its Adaption. XI. International Congress on the Use of Plastics in Agriculture Pg. B.79-B.87. New Delhi.
- Solomon, K., 1977. Manufacturing Variation of Emitters in Trickle Irrigation System. ASAE Paper No: 77-2009. ASAE, St. Joseph, Michigan, 49085.
- Solomon, K., 1979. Manufacturing Variation of Trickle Emitters. Transaction of the ASAE 22 (5): 1034-1038, 1043.
- Tüzel, İ.H., 1990. Yerli Yapım Damla ve Düşük Basıncılı Yağmurlama Sistemlerinin Bazı Teknik Özellikleri ve Projelendirme Kriterleri Üzerinde Bir Araştırma. E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bornova, İzmir.