

# Eskişehir ve Sakarya İlleri'nde Kurulu Bazı Damla Sulama Sistemlerinde Performans Göstergelerinin Değerlendirilmesi

## Damla sulama sistemlerinde performans göstergeleri

Demet UYGAN<sup>1\*</sup>

Öner ÇETİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Tarımsal Sulama ve Arazi Islahı Birimi, Eskişehir

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Diyarbakır

\*Sorumlu yazar, e-posta (Corresponding author, e-mail): demetuygan@hotmail.com

Geliş tarihi (Received) : 24.12.2014

Kabul tarihi (Accepted) : 04.03.2015

### Öz

Bu çalışma, 2007-2009 yılları arasında, Eskişehir ve Sakarya yöresinde damla sulama sisteminin kullanıldığı ve farklı bitkilerin yetiştirildiği 13 işletmede yer alan damla sulama sistemlerinde yapılmıştır. Damla sulama sistemlerinde, damlatıcı su dağılım üniformitesi (EU), %80-99, alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (AELQ) %74-95, alt çeyrekte potansiyel uygulama randımanı (PELQ), %66-86, sistem su uygulama randımanı (Ea) %56-96 ve basınç değişimi (P) %22-75, damlatıcılardaki debi değişimi ise %3-49 arasında değişmiştir. Buna göre; sistemlerin su uygulamalarında önemli sorunlarının olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sistemlerde, özellikle debi ve basınç değişimleri kabul edilebilir sınırlar dışında gerçekleşmiştir. Düşük gerçekleşen sistem randımanları, damlatıcıların tıkanması ve diğer işletim yetersizlikleri ilişkili olabilir. İşletmelerin çoğunda kum-çakıl filtre sistemleri bulunmamaktadır. Sulama alanlarında gerekli işletme birimleri, lateral, manifold ve ana boru çapları, kontrol birimi unsurları ve pompa birimi unsurlarının toprak ve bitki koşulları gözönüne alınmaksızın tasarlandığı ve uygulandığı belirlenmiştir. Ayrıca, çiftçilerin damla sulama sistemi ve kullanımı konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları da gözlenmiştir. Çiftçilerin damla sulama uygulaması konusunda eğitim almaları mutlaka gereklidir.

**Anahtar kelimeler:** Basınç değişimi, damla sulama, damlatıcı üniformitesi, debi değişimi, performans

## Assessment of Performance Indicators for some Drip Irrigation Systems in Eskişehir and Sakarya Provinces

### Abstract

This study was carried out to evaluate drip irrigation systems of 13 different farms in Eskişehir and Adapazarı regions from 2007 through 2009. Emission uniformity (EU): 80-99%; actual efficiency of low quarter application (AELQ): 74-95%; potential efficiency of low quarter (PELQ): 66-86%; system application efficiency (Ea): 56-96%; pressure differences (P): 22-75% and dripper discharge differences (q): 3-49% was determined. The significant problems on water application of drip irrigation systems tested in the study area have appeared. The differences on dripper discharges and pressures for the tested systems were not acceptable values. Thus, the lower these performances might be attributed to clogging and/or lack of system design and application practices. There was, because, no media filter in the most of the drip irrigation systems tested. It was observed that the systems were constructed and used without considering soil and crop characteristics including manifolds, drip-lines (lateral), dripper discharge, pump and other units. In addition, the farmers have no appropriate knowledge on drip irrigation systems and

its operation. It is strongly recommended that the farmers used drip irrigation systems must get appropriate training.

**Key Words:** Pressure variation, drip irrigation, emission uniformity, discharge variation, performance

## GİRİŞ

Bir sulama sisteminin projelenmesi, planlanması ne kadar önemli ise işletilmesi ve sistemin performansı da o derece önemlidir. Son yıllarda Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın sağladığı desteklerle damla sulama sistemlerinin kullanımı artmıştır. Ancak, damla sulama sistemlerinin hızlı gelişimi, birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında su kaynaklarındaki çeşitlilik, değişken toprak ve bitkinin özellikleri göz önüne alınmadan proje yapılması ve sistemlerin uygun olmayan koşullarda işletilmesi gösterilebilir (Yazgan vd., 2000). Yazgan (1988), Yalova bölgesinde damla sulama yöntemi ile sulanan alanlarda, özellikle, damlatıcıların tıkanma sorunu ile bu sistemlerin en büyük avantajlarından biri olan fertigasyon tekniğinin kullanılmamasının önemli olduğu vurgulanmıştır. Orta (1991), Antalya koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan 9 adet farklı işletmede sulama sistemlerini incelemiş, işletmelerin tamamında sistem unsurlarının koşullara uygun olarak boyutlandırılmadığı, yeterli bir kontrol birimi ile sulama suyunun filtre edilmediği, sistem işletme basıncı ve damlatıcı debilerinin yetersiz olduğu, sistemin tertiplenmesi ve işletme biçiminin mevcut koşulları yansıtacak şekilde yapılmadığını saptamıştır.

Damla sulama sisteminin performansının ölçülmesi için öncelikle sistemde kullanılan alet ve ekipmanların test edilmesi ve sonra sistemin geneline yönelik bir değerlendirmenin yapılması gerekir. Bu değerlendirmede damlatıcı tipi, damlatıcı debisi ve yeksenaklığı (uniformite), lateraller üzerindeki basınç değişimi, ıslatılan alan yüzdesi ve sulama randımanı gibi ölçütlerin bilinmesi gereklidir. Ayyıldız ve Yıldırım (1986) yaptıkları çalışmada, damlatıcı yapımı farklılığının düzeyi ile eş su dağılım düzeyi arasında fark olduğunu, yapımı farklılığı düzeyi arttıkça su dağılım yeknesaklığının da bozulduğu ve sulama randımanının düştüğünü belirtmiştir. Howell vd., (1986), damlatıcılardaki yapım farklılıkları, tıkanma ve sistemdeki basınç değişiminin damlatıcılarda debi değişimlerine neden olduğunu ve bunun sonucunda da bitki kök bölgesine homojen olmayan su uygulandığını belirtmiştir. Danyeli (2004), Erdemli'de 380 da'lık limon bahçesinde, lateral boru hatlarında basınç farklılığının damlatıcıların basınç

ayarlı olmadığından kaynaklandığını belirtmiştir. Sistemdeki malzeme seçimi, basınç ve debi değişimleri açısından herhangi bir sorunun olmamasına karşın, işletmecilik açısından bazı düzenlemelerin yapılması gerektiğini belirtilmiştir. Correia (1990) yaptığı çalışmada, damlatıcı yapımı katsayısının 0.14 ile 0.70 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Damlatıcı debi üniformitesi (EU), işletme basıncındaki ortalama debi değerinden + %51 ile - %80 arasında, yapımı katsayısının (Cv) ise 0.016 ile 0.375 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu durumun ise tıkanmadan kaynaklandığı belirtilmiştir. Little vd., (1993), 258 bahçede yaptıkları çalışmada, yetersiz ya da zayıf su dağılım üniformitesine, uygun olmayan sistem planlaması veya sistem unsurlarının doğru olarak kurulmaması nedeniyle basınç değişiminin neden olduğu belirtilmiştir. Danyeli (2004) tarafından Mersin ilinde turuncgil ve muz bahçelerinde kurulu bulunan damla sulama sistemlerinde yaptıkları çalışmada, damlatıcı debi üniformitesi (EU) değerlerini, bahçe ve sistemlere bağlı olarak %76 ile %99 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Damlatıcı yapımı katsayısı (Cv) ise 0.02 ile 0.22 arasında bulunmuştur. Ayrıca laterallerdeki basınç değişimi ise %31 ile %66 arasında değişmiştir. Bu sonuçlara göre EU, Cv ve basınç değişiminin ortalama sınır değerlerinden sapma gösteren bahçelerdeki sistemler için gerekli çözüm önerileri verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Eskişehir ve Sakarya illerinde kurulu damla sulama sistemlerinin performansını belirlemek, damla sulama sistemlerinin planlanmasında kullanılan ölçütlerin doğruluğunu test etmek ve damla sulama sistemlerinde işletme sırasında oluşan sorunların saptanması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesini sağlamak olmuştur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Araştırma Yeri

Bu çalışma 2007-2009 yılları arasında, Eskişehir ve Sakarya illerinin özellikle sebze tarımının yoğun olarak yapıldığı ve damla sulama sistemlerinin kullanıldığı işletmelerde yapılmıştır. Buna göre Eskişehir ilinde 6, Sakarya ilinde ise 7 adet işletmede gerekli arazi test ve ölçümleri yapılmıştır.

Eskişehir, İç Anadolu Bölgesinin kuzey-batısında bulunmaktadır. Eskişehir ili tipik karasal iklim göstermesine rağmen, Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçeleri Akdeniz iklimine benzer özellikler göstermektedir. Sakarya ili ise, Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. Marmara ve Karadeniz Bölgesi iklim özelliklerine sahiptir.

### Arazide yapılan ölçme, analiz ve hesaplama yöntemleri

Damlaticı debisi ve basınç ölçümleri için, bahçeyi ve tüm sistemi temsil edecek şekilde denetim birimine yakın, orta ve uzak yerlerden lateraller belirlenmiştir. Test için kontrol ünitesine en yakın (M1), orta (M2) ve en uzak (M3) noktalardaki manifoldlar (M) üzerindeki lateraller seçilmiştir.

Debi ölçümleri yapılan lateraller üzerinde lateral girişinde, ortasında ve sonunda manometre ile basınç ölçümleri yapılmış, yapılan ölçüm sonuçları ve basınç değişim oranları grafiklenerek gösterilmiştir.

Sistemlere ait bazı performans göstergeleri ise aşağıda verilen eşitliklere göre hesaplanmıştır.

#### Damlaticı Debi Üniformitesi (EU)

Damlaticı debi üniformitesi (EU), Merriam ve Keller (1978) tarafından verilen eşitlik (1) ile hesaplanmış olup, değerlendirme ASCE (1996)'ya göre yapılmıştır.

$$EU = 100 \frac{q_n}{q_a} \quad (1)$$

Eşitlikte;

EU : Test yapılan manifoldtaki damlaticı debi dağılım üniformitesi (%)

$q_n$  : Test edilen toplam damlaticı sayısının ¼'üne isabet eden en düşük debiye sahip olanların ortalaması (L/h)

$q_a$  : Test edilen tüm damlaticıların ortalama debisi (L/h)

#### Alt Çeyrekte Potansiyel Uygulama Randımanı (PELO)

PELO, eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır (Merriam ve Keller, 1978; Khaloui vd., 2014).

$$PELO_s = 0.9 \times EU \times ERF \quad (2)$$

Eşitlikte;

PELO : Sistemde alt çeyrekte potansiyel uygulama randımanı (%)

EU : Damlaticı debi üniformitesi (%)

ERF : Azaltma faktörü

$$ERF = [MLIP_{ort.} + (1.5 \times MLIP_{min.})] / (2.5 \times MLIP_{ort.})$$

MLIP : Manifolttaki en düşük lateral giriş basınç (atm.)

MLIP<sub>ort.</sub> : Sistemdeki tüm manifoldların MLIP değerlerinin ortalaması (atm.)

MLIP<sub>min.</sub> : Sistemde manifoldun sonundaki basınç (atm.)

#### Alt Çeyrekte Gerçek Uygulama Randımanı (AELQ)

AELQ, eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmıştır (Merriam ve Keller, 1978; Khaloui vd., 2014).

$$AELQ = ERF \times EU \quad (3)$$

Eşitlikte;

AELQ : Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (%)

ERF : Azaltma faktörü

#### Sistem Su Uygulama Randımanı (Ea)

Sistemin su uygulama randımanı eşitlik 4 ile hesaplanmıştır ve değerlendirilmiştir (Wu ve Gitlin, 1973).

$$Ea = q_{min} / q_{ort} \times 100 \quad (4)$$

Ea : Sistem su uygulama randımanı (%)

$q_{min}$  : Debi değerlerinin en düşük değeri (L/h)

$q_{ort}$  : Genel ortalama debi (L/h)

#### Basınç Değişimi (P<sub>v</sub>)

Sistemde basınç değişimi aşağıda verilen eşitlik (5) yardımıyla bulunmuştur (Allen ve Merkley, 1998).

$$P_v = [(P_{max} - P_{min}) / P_{ort}] \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte;

P<sub>v</sub> : Herhangi bir noktadaki basınç değişimi yüzdesi (%)

P<sub>max</sub> : Maksimum ölçülen basınç değeri (atm)

P<sub>min</sub> : Minimum ölçülen basınç değeri (atm)

P<sub>ort</sub> : Ortalama hesaplanan basınç değeri (atm)

#### Debi Değişimi (q<sub>v</sub>)

Lateral boyunca damlaticılardaki debi değişimi aşağıda verilen eşitlik (6) yardımıyla bulunmuştur (Mofoke vd., 2004).

$$q_v = [(q_{max} - q_{min}) / q_{max}] \times 100 \quad (6)$$

Eşitlikte;

q<sub>v</sub> : Sistemde damlaticı debi değişimi (%)

q<sub>max</sub> : Maksimum ölçülen debi değeri (L/h)

q<sub>min</sub> : Minimum ölçülen debi değeri (L/h)

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Arazi ve sistem özellikleri

Seçilen tüm işletmelerde kullanılan damla sulama sisteminin özellikleri, bazı toprak ve bitki özellikleri Çizelge 1’de, test yapılan sistemlerde kullanılan sulama suyuna ait bazı analiz sonuçları ise Çizelge 2’de verilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü Eskişehir ve Sakarya illerinden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre, pH değerlerinin 6,0-8,2; elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin 0,75-6.89 dS/m ve kireç değerlerinin ise % 0,029-24,1 arasında olduğu görülmüştür. Bu veri ve bilgilere göre toprak ve su kaynakları ile ilgili önemli bir sorunun olmadığı söylenebilir.

Test yapılan ve incelenen sulama sistemlerinin kullanıldığı arazilerde genellikle sebze (çoğunlukla domates) tarımı yapılmakta ve alanları ise 0.28 ile 10 da arasında değişmektedir. Sistemlerde genel olarak kum-çakıl filtresi kullanılmadığı, lateral uzunluğunun ise 26 ile 150 m arasında değiştiği görülmüştür. Damlatıcı debisinin 2 ve 4 L/h<sup>1</sup> olarak seçildiği tespit edilmiştir. Ancak arazilerin bünye ve infiltrasyon hızı değerleri (Çizelge 1) esas alınmadan damlatıcı debileri seçildiği söylenebilir.

Sulama suyu analiz sonuçlarına göre ise, sulama suyunda önemli bir sorun olmadığı, pH: 7.1-8.0; EC: 0.245-2.340 dS/m ve SAR değerinin ise 0.02-4.15 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sulama suyu kaynağı, derin kuyu, keson kuyu ve kanal suyu (yüzey su kaynağı) olmak üzere farklı kaynaklardan sağlanmaktadır.

### Performans Göstergeleri

Arazide sistem üzerinde yapılan ölçümler ve bunlara bağlı olarak hesaplanan performans değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Sistem damlatıcı debi üniformitesi (EU), %80-99 arasında değişmiş olup, genel olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu söylenebilir. Kanber vd., (1996) bildirdiğine göre, eğimi %2’den daha az arazilerdeki damla sulama sistemlerinde EU değerleri %80-90, Meriam ve Keller (1978) ile ASCE (1996)’ya göre ise %80’nin üzerinde olması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre, 1, 3, 4, 5 ve 8 no’lu işletmelerde yer alan damla sulama sistemlerinde debi üniformitesi sınır değerlerine yakın olmuş ancak kabul edilebilir sınır içindedir (ASCE, 1996). Sistem üniformitesi sistem performansı ve araziye suyun eşit dağılımı bakımından önemlidir. Çünkü, damla sulama sistemlerinde, EU yetiştirilen bitkilerde verimi doğrudan etkilemektedir (Al-Karaghoulı ve Minasian, 1992).

Alt çeyrek gerçek uygulama randımanı (AELO) ise %74-95 arasında olup, 1, 2, 3 ve 8 no’lu işletmelerde yer alan damla sulama sistemlerinde %80’nin altında gerçekleşmiştir. Bu sonuçlara göre su dağılımı eşdeğliğinin iyi olmadığı söylenebilir. Buna göre sistemlerin arazinin tüm noktalarına eşdeğ (homojen) bir su dağılımı uygulamadığı söylenebilir. AELO sulama sistemlerinde işletme ve yönetim durumunun bir göstergesidir (Bhavan ve Maro, 1991). Buna göre belirtilen damla sulama sistemlerinin iyi işletilmediği söylenebilir.

Sistemlerde, alt çeyrekte potansiyel uygulama randımanı (PELO), %66-86 arasında değişmiştir. PELO işletmede optimum su uygulandığında, sistemin ne denli iyi performans gösterdiğinin ya da sistem tasarımının bir ölçüsüdür (Bhavan ve Maro, 1991). Değerlendirme sonucuna göre sistemlerde genellikle PELO değerleri %80’nin altındadır. Düşük PELO sistemde tasarım sorunlarının olduğunun işaretidir. Yapılan gözlemlerde ise, çiftçilerin damla sulama sistemlerini mevcut toprak ve bitki özelliklerine göre projelendirme yapmadıkları tespit edilmiştir. Bu durum ise sistemlerin hidrolik yönden de uygun bir projelendirme yapılmadığını da göstermektedir.

Ayrıca AELO ve PELO arasındaki fark ne kadar düşük olursa, sistemin iyi işletildiğinin bir göstergesidir (Ashiri vd., 2014). Buna göre, Çizelge 3’te, incelenen tüm damla sulama sistemlerinde bu farkın düşük olmadığı görülecektir. Bu durumda, test edilen damla sulama sistemlerinin iyi işletilmediği ya da uygun tasarım yapılmadığı söylenebilir.

Çalışmada sistem su uygulama randımanı (Ea) %56-96 arasında değişmiştir. Sistem randımanları (Ea) bakımından özellikle 4, 5 ve 8 no’lu işletmelerin değerleri oldukça düşük bulunmuştur. Buna göre sistemlerin su uygulamasında önemli sorun olabilir. Düşük Ea ve EU değerlerine tıkanan damlatıcılar, yetersiz filtreleme, sistemden olan sızmalar ve bozulan veya kırılan sistem parçaları neden olabilir (Dalvi vd., 1995). Ayrıca, bu sistemlerde, basınç değişiminin debi değişimine neden olduğu ve yine düşük gerçekleşen sistem randımanları damlatıcıların tıkanması ile ilişkili olabileceği söylenebilir.

Test yapılan farklı damla sulama sistemlerinde ve aynı sistem içindeki farklı yan boru hatlarındaki (manifold) lateral boyunca basınç değişimi Şekil 1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Seçilen işletmelerin mevcut durumları  
**Table 1.** Current status of the selected company

İşletme No/Konu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Yetiştirilen Bitki	Fasulye	Domates	Domates	Salatalık	Biber	Domates	Karpuz	Kivi	Domates	Gül	Domates	Karpuz	Süs Bitkisi
Alan (da)	1.925	0.320	8.000	10.000	1.500	0.340	5.320	6.000	0.288	2.000	4.300	2.500	3.500
Bitki Sıra Aralığı (m)	0.84	0.50	0.80	1.45	0.40	1.10	1.00	4.00	1.00	0.80	0.60	2.5	0.50
Bitki sıra üzeri (m)	0.20	0.40	0.40	0.40	0.60	0.30	3.00	4.00	0.20	0.20	0.50	2.0	0.30
Arazi Eğimi (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kum Çakıl Filtre ve Hacmi (L)	YOK	20	YOK	YOK	YOK	20	20	20	YOK	YOK	20	YOK	YOK
Gübre Tankı Hacmi (L)	50	50	100	100	50	50	50	50	50	50	50	50	100
Ana Boru Materyali	PVC	PVC	PVC	PE	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PE	PVC	PVC	PVC
Ana Boru Çapı (mm)	110	75	75	110	75	63	75	110	75	75	75	75	75
Ana Boru Uzunluğu (m)	210	20	110	120	145	40	45	50	20	80	135	60	25
Yan Boru Materyali	-	-	-	PE	PVC	-	-	PVC	-	-	-	-	-
Yan Boru Çapı (mm)	-	-	-	90	-	-	-	90	-	-	-	-	-
Yan Boru Uzunluğu (m)	-	-	-	156	-	-	-	300	-	-	-	-	-
Lateral Boru Çapı (mm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Lateral Boru Uzunluğu (m)	35	40	42	150	35	37	92	45	26	32	143	34	28
Lateral Aralığı (m)	0.84	1.10	0.80	1.50	0.60	0.50	3.00	4.00	1.0	1.0	0.60	2.50	1.40
Damlatıcı Debisi (L/h)	2	2	4	2	2	2	2	4	2	4	2	2	4
Damlatıcı Aralığı (cm)	20	20	40	20	20	20	20	20	20	20	25	25	20
İşletme Basıncı (m)	2	1.5	2	2	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.2	1.5	1.5
Sulama Aralığı (gün)	7	2	4	3	7	3	7	4	2	5	2	7	10
Sulama Süresi (h)	6	7	6	4	6	8	7	7	7	4	6	7	5
Sistem Yaşı	3	3	2	2	2	1	2	1	2	2	10	2	3
Etkili kök derinliği (cm)	60	90	90	60	60	90	90	120	90	90	90	90	120
Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	1.31	1.32	1.35	1.33	1.55	1.57	1.33	1.42	1.25	1.20	1.35	1.28	1.34
Su Alma Hızı (mm/h)	10	9	5	5	25	25	8	15	4	4	5	4	6

**Çizelge 2.** Sulama Suyu Analiz Sonuçları**Table 2.** Irrigation water analysis results

İşletme No	Su Kaynağı	pH	EC dS/m	SAR	Sulama suyu sınıfı
1	Keson Kuyu 10m	7.6	1.740	0.61	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
2	Derin Kuyu 15 m	7.5	1.310	1.15	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
3	Keson Kuyu 10m	7.6	1.050	0.02	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
4	Derin Kuyu 37 m	7.4	2.340	2.43	A <sub>2</sub> T <sub>3</sub>
5	Derin Kuyu 15 m	7.5	1.350	0.98	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
6	Keson Kuyu 6m	7.8	1.045	1.28	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
7	Kanal suyu	7.1	0.792	0.38	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
8	Derin Kuyu 67 m	7.7	0.464	0.19	A <sub>1</sub> T <sub>2</sub>
9	Derin Kuyu 52 m	7.4	0.715	4.15	A <sub>1</sub> T <sub>2</sub>
10	Sulama Kanalı	7.8	0.915	0.48	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
11	Derin Kuyu 38 m	7.9	0.932	1.11	A <sub>1</sub> T <sub>3</sub>
12	Derin Kuyu 37 m	8.0	0.245	0.32	A <sub>1</sub> T <sub>1</sub>
13	Derin Kuyu 54 m	7.1	0.533	0.46	A <sub>1</sub> T <sub>2</sub>

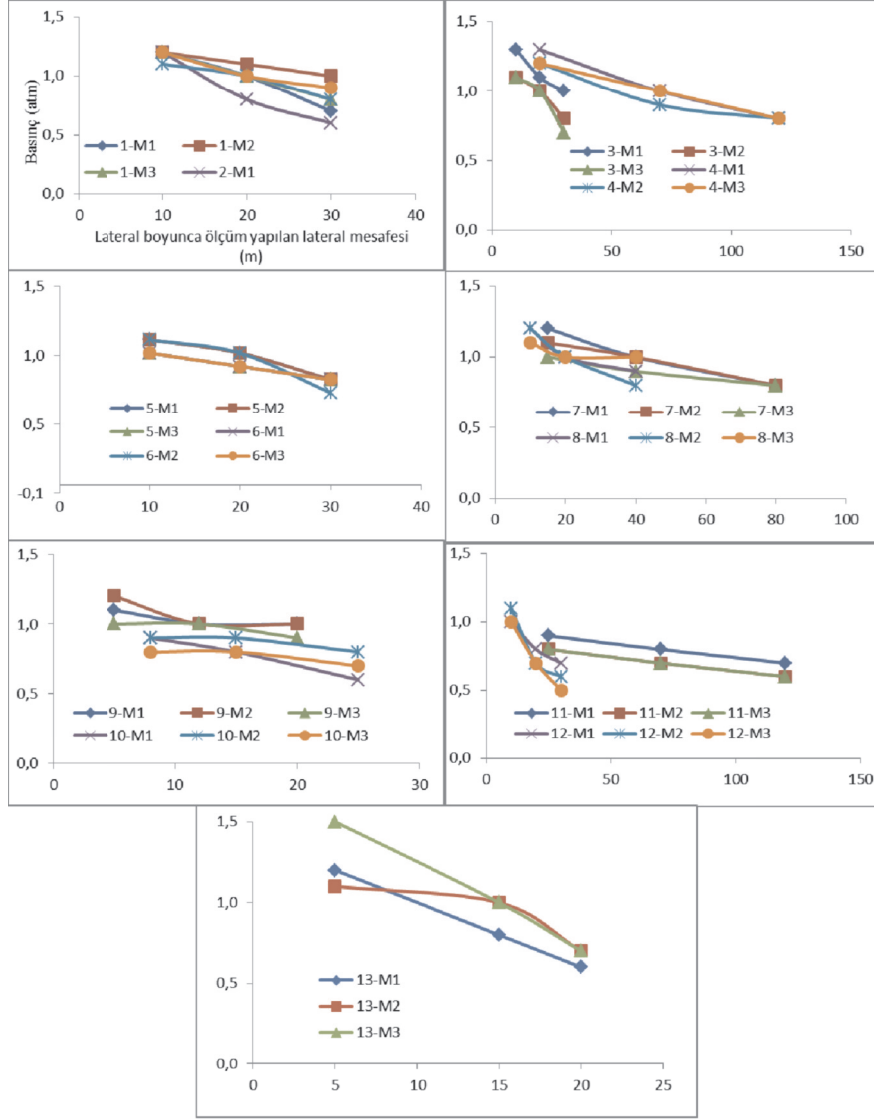
**Çizelge 3.** Seçilmiş sistemlere ilişkin bazı performans ölçütleri**Table 3.** Certain performance criteria related to the chosen system

Performans göstergeleri	İşletmelerde yer alan damla sulama sistemleri numarası												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
EU (%)	82	90	84	82	80	87	84	80	99	91	97	96	94
PELO(%)	66	70	68	74	72	74	76	67	86	75	85	78	80
AELO(%)	74	78	76	82	80	83	84	74	95	83	94	86	88
Ea (%)	74	83	73	69	60	79	78	56	96	91	96	95	94
ERF	0.90	0.87	0.90	1.00	1.00	0.95	1.00	0.93	0.96	0.91	0.97	0.90	0.94

Buna göre, basınç değişimi, farklı işletmelerdeki sistem, aynı sistem içindeki farklı manifold ve laterallara bağlı olarak olarak %22-75 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Test edilen arazilerin genelde çok küçük alana sahip olması nedeniyle lateral boyu da oldukça kısadır. Buna rağmen hem lateral boyunca hem de tüm sistem genelinde basınç değişimi kabul edilebilir sınırın (%20) çok üstünde olduğu tespit edilmiştir (Allen ve Merjkley, 1998). Basınçta, lateral başlangıcından lateral sonuna doğru kabul edilebilir sınırlar dışından hızlı bir azalma olduğu görülecektir (Şekil 1). Bu durum aynı zamanda lateral boyunca damlatıcılarda farklı debi oluşmasına da neden olmaktadır.

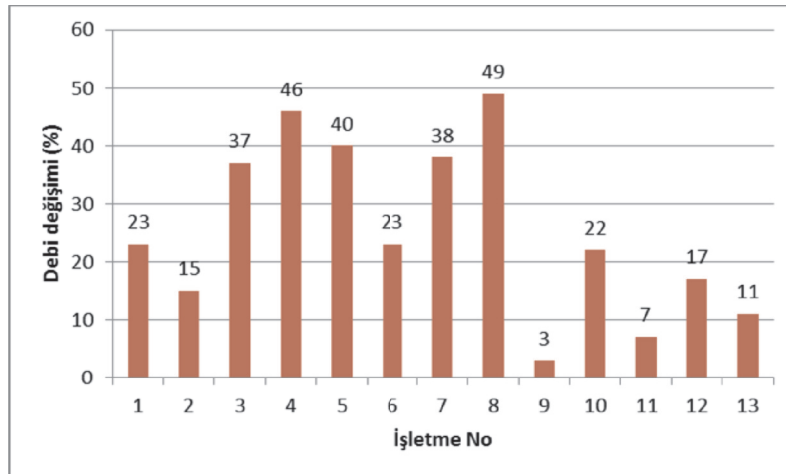
Damlatıcı debi değişimi ( $q_v$ ) %3-49 arasında geniş aralıklar içinde olup, genellikle kabul edilen sınırların dışındadır. Yalnız 9, 11 ve 13 No'lu

sulama sistemlerinde yaklaşık % 10 değişim içinde olup (Kadale vd., 2007), diğer işletmelerin tümünde kabul edilebilir sınır içinde yer almamıştır (Şekil 2). Ayrıca lateral boyunca damlatıcı debilerinin önemli oranda değiştiği Şekil 3'de görülebilir. Bunun nedeni ise lateral boyunca meydana gelen aşırı basınç farklılığı yanında sistemlerde sulama suyunun yeterince filtre edilmemesidir. Sistemlerde genel olarak 2 ve 4 L/h debili damlatıcılar planlanmışken (Çizelge 1) gerçekte ölçülen debiler ise oldukça farklı değerlere sahip olmuştur (Şekil 3). Ayrıca toprakların infiltrasyon hızı ve toprak bünyesinin damlatıcı debi seçiminde dikkate alınmadığı tespit edilmiştir.



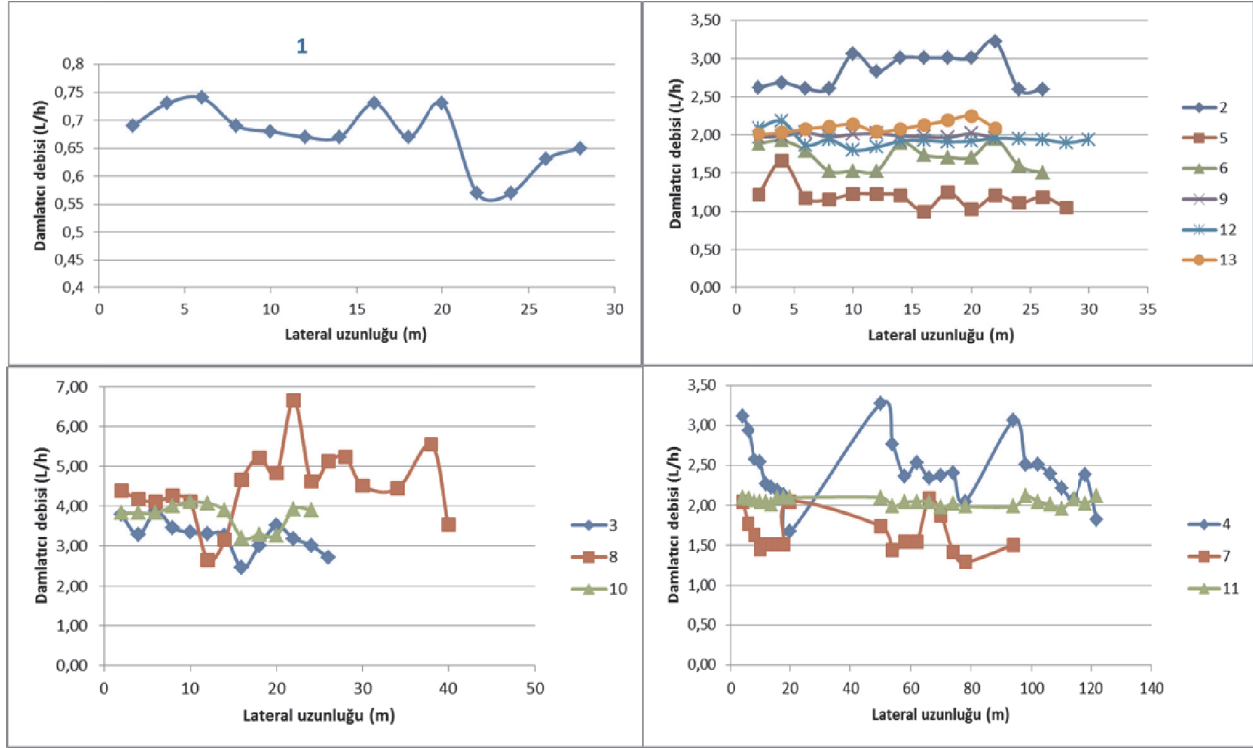
**Şekil 1.** Test edilen damla sulama sistemlerinde, lateral başlangıcından lateral sonuna doğru ölçülen basınç değerleri ( 1-M1:1: İşletme numarası, M1 :İşletmedeki kontrol ünitesine en yakın manifold, M2:Sulama sisteminde ortadaki manifold, M3:Sondaki manifold)

**Figure 1.** The pressure values were measured in the tested drip irrigation system from start of the lateral to the end of the lateral (1-M1:1:Operation number, M1:The nearest manifold to control unit in the company, M2:center manifold in irrigation system, M3:The latest manifold)



**Şekil 2.** Damla sulama sistemlerinde damlatıcı debi değişim

**Figure 2.** Dripper flow changes in drip irrigation systems



**Şekil 3.** Damla sulama işletmelerinde lateral boyunca damlatıcı debi değişimi

**Figure 3.** The dripper flow changes along the lateral in the drip irrigation business

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonucuna göre, test edilen damla sulama sistemlerinin hidrolik açıdan tam bir projelendirme yapılmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca, sistem kurulurken beyan edilen damlatıcı debileri ile gerçek damlatıcı debileri arasında çok büyük farklar vardır. Bu durum, sistemi kuran veya malzeme tedariki sağlayan firmaların mevcut toprak ve bitki özelliklerini esas almadan kendi inisiyatifleri doğrultusunda hareket ettiklerini göstermektedir.

Ayrıca, sistemlerde genel olarak kum çakıl filtresi mevcut değildir. Sulama suyunda bulunan kum ve su ile taşınabilen sediment ve yüzücü cisim miktarına bağlı olarak damla sulama sistemleri kontrol biriminde hidrosiklon, kum çakıl filtre tankı ve elek veya disk filtresinin bulunması gerekmektedir.

Laterallerdeki basınç dağılımı eşdeğer (üniform) olmadığı için damlatıcı debileri de eşdeğer su çıkışı sağlamamıştır. Bunun en önemli nedeni iyi bir filtreleme yapılmaması gösterilebilir. Bu nedenle, kontrol biriminde yeterli bir filtrasyon yapılması zorunludur.

Damla sulama sistemlerinde toprak ve yetiştirilecek bitkinin özelliklerine göre sistem tasarımı yapılması ve işletilmesi esas faktörlerin

başında gelir. Ayrıca damla sulama sistemlerinin en büyük işletim sorunlarının başında damlatıcıların tıkanma sorunu gelmektedir. Çünkü sistemlerdeki kabul edilebilir sınırlar dışında bulunan basınç ve debi değişimi de bunu göstermektedir.

Sistemlerde belli aralıklarla işletme basıncından daha yüksek basınçta yıkama yanında, sulama suyunun niteliğine bağlı olarak asit ve klor kullanılması önerilir. Sistemi kullanıcıların damla sulama ve fertigasyon konusunda gerekli eğitimi almaları sağlanmalıdır.

## Teşekkür

Bu çalışma Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü 2007-2009 yılları arasında yürütülen ve TAGEM tarafından desteklenen ve "Eskişehir ve Sakarya illerinde kurulu bazı damla sulama sistemlerinin performansı" isimli araştırma projesi sonuç raporunun bazı verilerinden hazırlanmıştır.

## KAYNAKLAR

Al-Karaghoulı AA, Minasian AN (1992). Emission uniformity of drip irrigation systems. *Plasticulture*. 94, 33-38.

Allen RG, Merkley GP, 1998. Sprinkle and trickle irrigation lectures notes. BIE 5110/6110 Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State University, p.282.



- ASAE (1996). Field evaluation of microirrigation systems. EP405.1. ASAE Standards. Amer. Soc. Agric. Engr., St. Joseph, MI. Pp. 756-759.
- Ashiri M, Boroomand-Nasab S, Hooshmand A (2014). Technical evaluation of drip irrigation systems (case study of shahid rajaayi agro-industry – Dezful). World Rural Observations, 6(3), 36-43
- Ayyıldız M, Yıldırım O (1986). Basınçlı sulama sistemlerinde yağmurlama başlığı ve damlatıcılardaki yapımların farklılığının eş su dağılım düzeylerine etkileri. I. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü. Cilt: 2. 417-433. Adana.
- Bhavan M, Maro BSZ (1991). Irrigation equipment and systems, evaluation of field irrigation efficiencies, guidelines. New Delhi, India, 110002
- Correia JF (1990). Evaluation of hydraulic characteristics of emitters. proceedings of the 11th international congress on the use of plastics in agriculture. 26 Th Feb. – 2nd March, 1990. New Delhi, India
- Dalvi VB, Satpute GU, Pawade MN, Tiwari KN, Lamm FR (1995). Growers' experiences and on-farm microirrigation. micro irrigation for a changing world: Conserving resources preserving the environment. Proceedings of the 5th International Microirrigation Congress, 2-6 April, 1995, Orlando, Florida, USA, 775-780
- Danyeli İ (2004). Mersin – Erdemli beldesinde teraslı bir alanda bulunan narenciye bahçesinde kurulu tam otomatik damla sulama sisteminin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Howell TA, Bucks DA, Lima JM (1986). Management principles: Irrigation scheduling." In Trickle Irrigation For Crop Production: Design. Operation And Management (F. S. Nakayama And D. A. Bucks (Ed)). Elsevier.
- Kadale HS, Shah NM, Mallik M (2007). Determination of permissible lateral pressure variation for various types of emitters - A case study. Karnataka J. Agric. Sci.,20(2): (444-445)
- Kanber R, Öğretir K, Güngör H, Kara C (1996). Sulanır alanlarda su kullanım etkinliğinin değerlendirilmesi. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi, Proje No: 423, 56s, Eskişehir.
- Khaloui MR, Kashkuli HA, Dehkordi, DK (2014). Evaluation of drip irrigation systems in Gachsaranregion . Adv. Environ. Biol., 8(7), 2326-2334.
- Little GE, Hills DJ, Hanson BR (1993). Uniformity in pressurized irrigation systems depends on design installation. California Agriculture, 47: 3, 18-21.
- Merriam J, Keller J (1978). Farm irrigation system evaluation. A Guide for Management, Agriculture and Irrigation Engineering Department, Utah State University. Third Edition, pp: 276.
- Mofoke ALE, Adewumi JK, Mudiare OJ, Ramalan AA (2004). Design, construction and evaluation of an affordable continuous-flow drip irrigation system. Journal of Applied Irrigation Science, Vol. 39. No 2, 253-269
- Orta AH (1991). Antalya yöresindeki damla sulama uygulamalarında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Wu IP, Gitlin HM (1973). Hydraulics and uniformity of drip irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 99(2): 157 – 167.
- Yazgan S (1988). Yalova ve yöresinde damla ve mini yağmurlama başlıkları ile sulama sistemleri üzerine bir inceleme. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yazgan S, Değirmenci H, Büyükcangaz H, Demirtaş Ç (2000). Bursa yöresi zeytin yetiştiriciliğinde sulama sorunları,. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu. S. 275-2826-9 Haziran, Bursa.