

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nde kullanılan damla sulama sistemlerinde tıkanıklık düzeyi ve performans değerlendirilmesi

Conflict level and performance evaluation of drip irrigation systems in Turkish Republic of Northern Cyprus

Servet TEKİN^{id}, Hale GÜMÜŞSOY KAYNAK^{id}, Gülşah BOZOĞLU^{id}

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Tekin, e-posta (e-mail): servettekin@yahoo.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): muh.halegumussoy@hotmail.com, glshbzgl@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Kasım 2020
Düzeltilme tarihi 05 Aralık 2020
Kabul tarihi 10 Mayıs 2021

Anahtar Kelimeler:

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
Damla sulama
Tıkanıklık
Damlatıcı türdeşliği
İstatistiksel damlatıcı üniformitesi

ÖZ

Çalışma, damla sulama sistemlerinin performans ve tıkanıklık düzeylerini belirlenmesi amacıyla 2018 yılında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) ilçeleri olan Güzelyurt, Lefkoşa 3, Girne, İskele ve Gazimağusa bölgelerinde toplam 17 üreticiye ait tarımsal işletmelerde yürütülmüştür. Yapılan çalışma geniş kapsamlı olup ada genelinde damla sulama sistemini kullanan üreticiler örnek alan olarak belirlenmiştir. Çalışmada bölgeler; Güzelyurt “GY”, Lefkoşa “L”, Gazimağusa “GM”, Girne “G” ve İskele “İ” simgeleri ile gösterilmiş ve üretici ismi (1, 2, 3 ve 4) rakamla ifade edilerek konular oluşturulmuştur. Çalışma bölgesinde ki üreticilere ait damlatıcı yapım farklılık katsayısı değerleri çok düşük ve istenmeyen sınır değerlerinin altında çıkmıştır. Çalışmada damlatıcı türdeşlik değeri en düşük %60.2 ile GM4 üreticisinde, en yüksek değer %89.1 ile G1 üreticisinde elde edilirken, en düşük istatistiksel damlatıcı üniformite değeri %49.5 ile GM1 ve en yüksek %89.1 ile GY1 üreticisindeki damla sisteminden elde edilmiştir. Çalışmada bölgelerindeki üreticiler sulama kaynağı olarak Güzelyurt akiferini kullanmaktadır. Güzelyurt akiferi bölgesine düşen yağış miktarının düşük olması, yöredeki çiftçilerin aşırı akiferden su çekmesi ve denizden akifere tuz taşınmalarının artması akifer suyunun tuzlanmasına neden olmaktadır. Bölgede damla yönteminde akiferden suyun kalitesinin düşük ve denetim birimindeki arıtma fitrelerinin arıtmada yetersiz olmasından dolayı sistemini performansını etkilediği ve tıkanmalara neden olduğu belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 30 November 2020
Received in revised form 05 December 2020
Accepted 10 May 2021

Keywords:

Turkish Republic of Northern Cyprus
Drip irrigation
Congestion
Emitter uniformity
Statistical emitter uniformity

ABSTRACT

The study was carried out in 2018 in 17 farms belonging to a total of 17 producers: 4 producers in Güzelyurt, 3 in Nicosia, 3 in Kyrenia, 3 in İskele and 4 in Famagusta. The working regions are determined as the regions where the producers who use drip irrigation system effectively and have problems in the system are concentrated. In the study area, drip irrigation system performance and congestion properties were determined and at the end of the study, clogging levels and uniformity parameters were determined. The study was extensive and the producers using drip irrigation system were identified as the sample area. Regions in the study; Güzelyurt “GY”, Nicosia “L”, Famagusta “GM”, Kyrenia “G” and İskele “İ” symbols are shown and the producer name (1, 2, 3 and 4) is indicated by numbers. Coefficient variation of the producers in the study area were very low and below the undesirable limit values. In the study, the emitter uniformity value was obtained from the GM4 producer with the lowest 60.2% and the highest value was obtained from the G1 producer with 89.1%. The lowest statistical emitter uniformity value was 49.5%, and the highest 89.1% was obtained from the GY1 producer drip system. In the study, it was determined that the water resources in the regions are low in rainfall, high salt content of the farmers in the region due to excessive water withdrawal from the aquifer, and because of this high salt content, it affects the drip system and causes blockages.

1. Giriş

Tarım sektörü artık sulama suyunun daha etkin kullanımı için hem dünyada hem de kuraklığı yaşayan/yaşayacak olan alanlarda büyük bir baskı altındadır. Tarımda kullanılan su miktarının düzeyi, toplam su kullanım içindeki payı %70'in üzerindedir. Azalan su kaynakları ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri göz önüne alındığında, tarımda sulama suyunu etkin kullanan yöntemlerin uygulanması kaçınılmaz olmuştur.

Damla sulama, sulama yöntemleri içerisinde eş dağılımlı su kullanımı, yüksek randıman (≥ 95), sulama suyu tasarrufu (%30-70) ve işletme kolaylığı bakımından birçok bitkinin sulanmasında ön plana çıkmaktadır (Çetin ve ark. 2010). Dünyada damla sulama uygulamaları 1960 yılından sonra uygulanmaya başlamış ve özellikle teknolojik gelişmeler ile birlikte 1980'li yıllardan sonra tüm dünya ülkelerinde hızlı bir yayılım göstermeye başlamıştır (Ghinassi 2008). Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için suyun toprağa uygun zamanda ve uygun miktarda uygulanması esastır. Bu koşul ancak doğru sulama yöntemi seçimi ile gerçekleştirilebilir. Doğru sulama yönteminin seçimi kadar önemli diğer bir konu; seçilen sulama yönteminin doğru projelendirilmesi, doğru uygulanması ve bu yöntemin performansının istenen ölçütlerde olmasıdır. Damla sulama sistemleri laboratuvar koşullarında yüksek performans gösterebilen ancak tarla koşullarında çeşitli değişkenlerin devreye girmesiyle bu performansından kayıp yaşayan sistemlerdir. Bu nedenle damla sulama sisteminin iyileştirilmesi ve yeni sistemlerin planlanması için en iyi yol var olan sistemlerin izlenmesi ve değerlendirilmesidir.

Yıllık su potansiyeli yaklaşık 107 milyon m³ olan KKTC'de bunun 80 milyon m³'ü yeraltı, 17 milyon m³'ü yerüstü olmak üzere 97 milyon m³'ü kullanılabilir durumdadır (Yıldız ve Çakmak 2014). Doğu Akdeniz'deki bir ada olan Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC), tamamen yağışa bağlı olarak yarı kurak bir iklime ve sınırlı su kaynaklarına sahiptir. Su talebindeki artışla birlikte son on yılların sık görülen kuraklıklarının su kaynaklarını önemli ölçüde azalttığı ve KKTC'de ciddi su sıkıntısı sorunları ile karşı karşıya kalındığı görülmektedir İklim değişikliğinin etkileri, su kaynaklarının bütünüyle değerlendirmesi için önemli bir konu olarak görülmektedir (Cleridou ve ark. 2014). Ayrıca, adanın yer altı su kaynakları, yüzey sulama yöntemleri büyük bir kısmının bilinçsizce kullanılması, artan sanayinin getirdiği kirliliklerin etkisi ve deniz suyunun mevcut su kaynaklarına karışması; içme, kullanma ve sulama suyunun kalitesini giderek düşürmektedir (Elkiran ve Ergil 2006). Tüm bu olumsuzluklar göz önünde bulundurulduğunda üreticiler için çok büyük avantaj sağlayan damla sulama, sudan tasarruf sağlaması açısından KKTC'de çok tercih edilen sulama yöntemi durumundadır (Günyaktı ve ark. 2008). Fakat, adadaki sulama sularında bulunan tuzlar damla sulama sistem unsurlarından olan damlatıcıların tıkanmasına ve beklenen ürün artışlarında azalamalara neden olmaktadır.

Çalışma, geniş kapsamlı olup ada genelinde yoğun tarımsal üretimin yapıldığı, sulamaların %90 düzeyinde damla sulama sisteminin kullanıldığı ve damlatıcı tıkanıklık sorunlarının yoğun yaşandığı Güzelyurt, Girne, Lefkoşa, Gazi Mağusa ve İskele bölgeleri ele alınmıştır. Bu çalışmanın amacı, KKTC'deki tarımsal üretim alanlarında yaygın olarak kullanılan damla sulama sistemlerinin performansını ve tıkanıklık özellikleri belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2018 yılında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) ilçeleri olan Güzelyurt'a 4 üretici, Lefkoşa'da 3, Girne'de 3, İskele'de 3 ve Gazimağusa'da 4 olmak üzere toplam 17 üreticiye ait tarımsal işletmelerde yürütülmüştür. Yapılan çalışma geniş kapsamlı olup ada genelinde damla sulama sistemini kullanan üreticiler örnek alan olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü tarımsal işletmelerdeki damla sulama sistem filtreleri; Hidrosiklon (HS), kum-çakıl (KÇ), disk (D) ve hidrosiklon+disk (HS+D) filtre tiplerinden olduğu belirlenmiştir. Ana boru ve manifold boru hatlarında polietilen (PE) ve PVC borular kullanılmaktadır. Manifold boru çapları 50-90 mm, ana boru çapları, 75-140 mm ve manifold uzunlukları 50-200 m ve ana boru uzunluğu 100-200 m arasında değişmektedir. Lateral boru çapı 16 ve 20 mm kalınlığında uzunluğu ise 80-180 m arasında değişmektedir (Çizelge 1).

Proje sahasındaki meyve bahçelerinin ve sebze tarlalarının sulanmasında 2- 4 L h⁻¹ damlatıcılar kullanılmakta ve bölgedeki tarımsal işletmelerin tümü sulama suyu kaynağı olarak akiferleri kullanılmaktadır. Sulama suyu sınıfı C3S1 (yüksek tuzlu sodyumlu) ile C4S1 (çok yüksek tuzlu az sodyumlu) arasında yer alırken, pH değerleri 7.2-8.1 arasındadır (Çizelge 1).

Çalışma bölgeleri (Güzelyurt, Lefkoşa, Gazimağusa, İskele ve Girne) özellikle damla sulama sistemini etkin olarak kullanan ve sistemde sorun yaşayan üreticilerin yoğun olduğu bölgeler olarak belirlenmiştir. Çalışma alanında damla sulama sistem performansı ve tıkanıklık özellikleri belirlenmiş ve çalışma sonunda laterallerde meydana gelen tıkanma düzeyleri veya oranları, üniformite (eşsu dağılım) parametreleri belirlenmiştir.

Çalışmada bölgeler; Güzelyurt "GY", Lefkoşa "L", Gazimağusa "GM", Girne "G" ve İskele "İ" simgeleri ile gösterilmiş ve üretici ismi rakamla ifade edilmiştir. Güzelyurt bölgesinde 4 üretici, Lefkoşa bölgesinde 3 üretici, Gazimağusa bölgesinde 4 üretici, İskele bölgesinde 3 üretici ve Girne bölgesinde 3 üretici çalışmada ele alınmıştır.

Ölçümler, açık ve kapalı alanlardaki arazi koşullarında gerçekleştirilmiş ve lateral hattı üzerinde bulunan damlatıcıların toplam 48'inden çıkan suyun debileri ölçülerek yapılmıştır. Bu amaçla sırasıyla lateral hatlarında yer alan damlatıcıların altına denk gelecek şekilde plastik kap yerleştirilerek 2 dakikada kaplarda biriken su miktarı ölçülerek belirlenmiş ve sonuçlar L h⁻¹'e dönüştürülmüştür. Veriler toplandıktan sonra sistem performansını belirlemek amacıyla ortalama damlatıcı debisi (\bar{Q}), yapımcı farklılık katsayısı (CV); dağılım türdeşliği (EU) ve istatistiksel damlatıcı üniformitesi (Us) belirlenmiştir. Damlatıcı performanslarının belirlenmesinde kullanılan eşitlikler ve sınıflandırılması (Çizelge 2) ve test yapılan bahçelere ait mevcut durum Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada alanında damla sulama sisteminde kullanılan sulama suyu, damla sulama sisteminin başından alınmış ve KKTC Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı Tarım Dairesi Müdürlüğü Güzelyurt Toprak – Su laboratuvarında analiz edilmiştir. Sulama sularının kimi kimyasal ölçütlerinin hesaplanmasında USSS (1954), tarafından verilen ilkelerden yararlanılmıştır. Çalışma bölgelerinden elde edilen suların kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerin üretim alanı, damla sulama sisteminin durumu ve sulama suyu kalitesi

Table 1. Production area, condition of the drip irrigation system and irrigation water quality of the research enterprises

Üretim alanı, damla sulama sistemi öğeleri ve sulama suyunun kimyasal özellikleri	Güzelyurt				Lefkoşa			Gazimağusa			
	GY1	GY2	GY3	GY4	L1	L2	L3	GM4	GM1	GM2	GM2
Alan (da)	15	10	17	14	35	12	10	10	14	35	30
Filtre Tipi	HS ^a	HS+D ^b	KÇ ^c	KÇ	KÇ	D ^d	D	HS+D	HS	KÇ	HS
Lateral Boru Çapı (mm)	20	16	20	16	16	20	16	16	16	20	20
Lateral Boru Uzunluğu (m)	140	120	180	180	160	165	120	100	140	170	150
Damlaticı Basıncı (atm)	2.0	1.8	1.6	2.0	1.6	1.5	1.3	1.5	2.0	2.0	1.6
Damlaticı Aralığı (cm)	50	50	50	50	50	40	25	20	20	50	50
Sistem yaşı (yıl)	3	2	2	3	2	1	1	2	1	2	2
Sulama Suyu Sınıfı	C ₃ S ₁	C ₃ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁
ECw (dS cm ⁻¹)	1248	1212	1254	1260	2450	2500	2660	3574	3440	3005	2885
pH	8.1	8.0	7.6	7.8	7.3	7.2	7.4	7.5	7.6	7.3	7.3
Üretim alanı, damla sulama sistemi öğeleri ve sulama suyunun kimyasal özellikleri	İskele			Girne							
	İ1	İ2	İ3	G1	G2	G3					
Alan (da)	10	35	7	40	70	25					
Filtre Tipi	KÇ	KÇ	KÇ	D	D	D					
Lateral Boru Çapı (mm)	16	16	16	16	16	16					
Lateral Boru Uzunluğu (m)	80	125	70	180	160	110					
Damlaticı Basıncı (atm)	1.5	1.5	1.8	1.2	1.5	1.5					
Damlaticı Aralığı (cm)	20	20	30	30	30	20					
Sistem Yaşı (yıl)	3	3	2	2	2	2					
Sulama Suyu Sınıfı	C ₃ S ₁	C ₃ S ₁	C ₃ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁					
ECw (dS cm ⁻¹)	979	1100	960	1854	1900	1905					
pH	7.7	7.6	7.7	7.8	7.9	7.8					

^aHS: Hidrosiklon; ^bHS+D: Hidrosiklon+Disk filtre; ^cKÇ: Kum-çakıl filtre; ^dD: Disk filtre

Çizelge 2. Damlaticı performanslarının belirlenmesinde kullanılan eşitlikler ve sınıflandırılması

Table 2. Equations and classification used to determine dripper performance

Performans belirleme parametreleri ve kullanılan eşitlik	Sınıflandırma	CV (%)
Yapımcı farklılık katsayısı (CV) (ASAE 2002; Decroix ve Malavel 1985)	Çok iyi	<5
	İyi	5-7
	Orta	7-11
	Zayıf	11-15
	Kabul Edilemez	>15
		DU (%)
	Çok iyi	≥94
	İyi	81-87
	Orta	68-75
	Zayıf	56-62
	Kabul Edilemez	≤50
		Us (%)
	Çok iyi	>85
	İyi	70-85
	Orta	60-70
	Zayıf	50-60
	Kabul Edilemez	<50

CV: yapımcı farklılık katsayısı; S_d: standart sapma; \bar{q} : ortalama damlaticı debisi, L h⁻¹; EU: dağılım türdeşliği, %; q₀: alt çeyrek ortalama damlaticı debisi, L h⁻¹; U_s: istatistiksel damlaticı üniformitesi

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Lateral boyunca damlaticı debi değişimi

Çalışmanın yürütüldüğü Güzelyurt, Lefkoşa, Gazimağusa, İskele ve Girne bölgelerindeki tarımsal işletmelerde ele alınan laterallerdeki damlaticı debi değerleri ve debi değişim oranları Çizelge 3, Çizelge 4 ve Şekil 1'de verilmiştir. Çalışma sonunda en düşük ortalama damlaticı debisi 1.04 L h⁻¹ değeri L3 üreticinin kullandığı damla sisteminden elde edilirken, en yüksek ortalama damlaticı debisi 3.62 L h⁻¹ ile GM3 üreticinin damla sisteminden elde edilmiştir. Ayrıca, çalışmada ele alınan 48 damlaticı sayısı 1/3 oranı dikkate alınarak; 1. ile 16. damlaticı arası sekmente

“baş”, 17. ile 32. damlaticı arası sekmente “Orta” ve 33. ile 48. damlaticı arasına “Son” olarak bölümlendirilmiş (Çizelge 3, Çizelge 4 ve Şekil 1) ve her bölüm için damlaticı değişimleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, lateral “Baş” bölgesinde ortalama en düşük debi 1.46 L h⁻¹ değeriyle L3 üreticinin lateralinden, en yüksek ortalama debi değerine 4.44 L h⁻¹ ile GY2 üretici lateralinden elde edilmiştir. Lateral “Orta” bölgesinde ortalama en düşük debi değerine 0.95 L h⁻¹ ile L3 lateralinden elde edilirken, lateral “Son” bölgesinde GM3 konusunda 3.91 L h⁻¹ olarak belirlenmiştir. Lateral orta ve son bölgelerinde en yüksek debi değerlerine sırasıyla 3.91 L h⁻¹ ile GM3 üretici lateralinden, 2.77 L h⁻¹ GY3 üretici lateralinden

Çizelge 3. Güzelyurt, Lefkoşe ve Gazimağusa bölgelerindeki damla sistemindeki damlatıcı debi değerleri ve debi değişme oranları

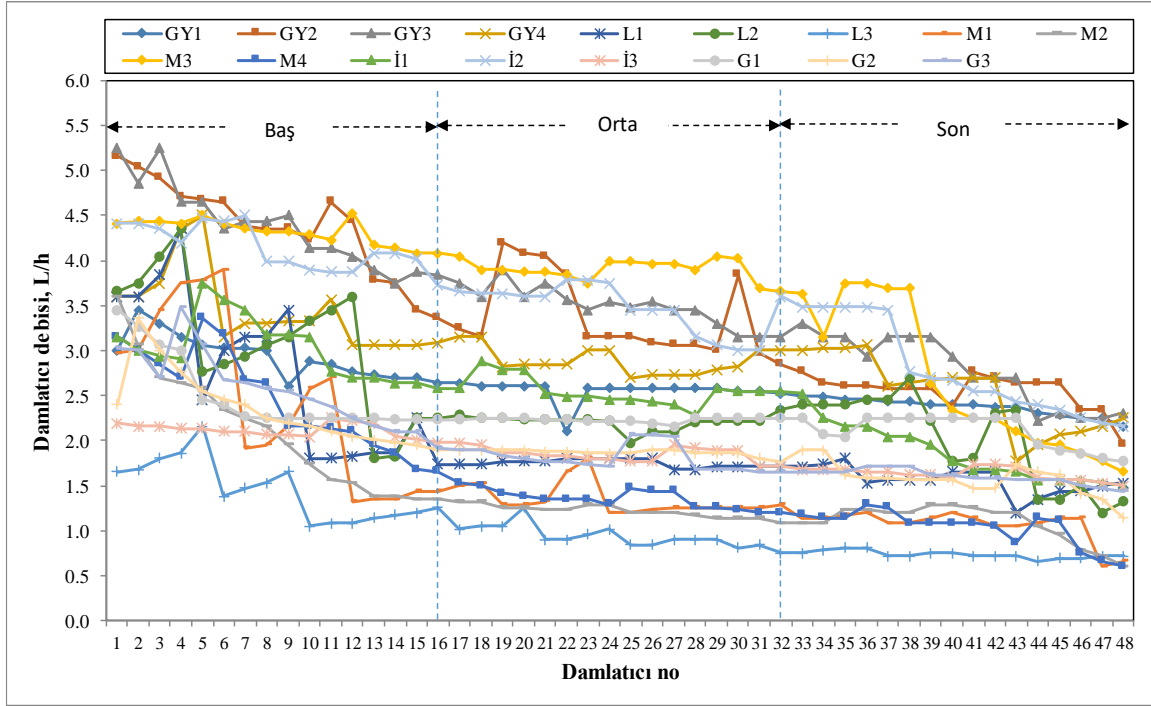
Table 3. Emitter discharge and discharge change rates in drip systems of Guzelyurt, Nicosia and Kyrenia regions

Damlatıcı no	Damlatıcı debisi, L h ⁻¹										
	Güzelyurt				Lefkoşa			Gazimağusa			
	GY1	GY2	GY3	GY4	L1	L2	L3	GM1	GM2	GM3	GM4
1	3.00	5.16	5.25	3.60	3.60	3.66	1.65	2.97	3.60	4.41	3.15
2	3.45	5.04	4.86	3.60	3.60	3.75	1.68	3.00	3.06	4.44	3.00
3	3.30	4.92	5.25	3.75	3.84	4.05	1.80	3.45	2.70	4.44	2.85
4	3.15	4.71	4.65	4.35	4.35	4.35	1.86	3.75	2.64	4.41	2.70
5	3.06	4.68	4.65	4.50	2.46	2.76	2.16	3.78	2.58	4.50	3.36
6	3.03	4.65	4.35	3.15	3.00	2.85	1.38	3.90	2.34	4.41	3.18
7	3.03	4.38	4.44	3.30	3.15	2.94	1.47	1.92	2.25	4.35	2.67
8	3.00	4.35	4.44	3.30	3.15	3.06	1.53	1.95	2.16	4.32	2.64
9	2.61	4.35	4.50	3.33	3.45	3.15	1.65	2.16	1.95	4.32	2.16
10	2.88	4.23	4.14	3.33	1.80	3.33	1.05	2.58	1.74	4.29	2.16
11	2.85	4.65	4.14	3.57	1.80	3.45	1.08	2.70	1.56	4.23	2.13
12	2.76	4.44	4.05	3.06	1.83	3.60	1.08	1.32	1.53	4.53	2.10
13	2.73	3.78	3.90	3.06	1.86	1.80	1.14	1.35	1.38	4.17	1.95
14	2.70	3.75	3.75	3.06	1.86	1.83	1.17	1.35	1.38	4.14	1.86
15	2.70	3.45	3.87	3.06	2.25	2.25	1.20	1.44	1.35	4.08	1.68
16	2.64	3.36	3.84	3.09	1.74	2.25	1.26	1.44	1.35	4.08	1.65
Baş	2.95	4.44	4.42	3.47	2.80	3.12	1.46	2.51	2.15	4.34	2.51
17	2.64	3.24	3.75	3.15	1.74	2.28	1.02	1.50	1.32	4.05	1.53
18	2.61	3.15	3.60	3.15	1.74	2.25	1.05	1.53	1.32	3.90	1.50
19	2.61	4.20	3.90	2.82	1.77	2.25	1.05	1.29	1.26	3.90	1.41
20	2.61	4.08	3.60	2.85	1.77	2.23	1.26	1.29	1.26	3.87	1.38
21	2.61	4.05	3.75	2.85	1.77	2.24	0.90	1.32	1.23	3.87	1.35
22	2.10	3.84	3.57	2.85	1.80	2.24	0.90	1.65	1.23	3.84	1.35
23	2.58	3.15	3.45	3.00	1.80	2.24	0.96	1.80	1.29	3.75	1.35
24	2.58	3.15	3.54	3.00	1.80	2.22	1.02	1.20	1.29	3.99	1.29
25	2.58	3.15	3.48	2.70	1.80	1.98	0.84	1.20	1.20	3.99	1.47
26	2.58	3.09	3.54	2.73	1.80	2.10	0.84	1.23	1.20	3.96	1.44
27	2.58	3.06	3.45	2.73	1.68	2.10	0.90	1.26	1.20	3.96	1.44
28	2.58	3.06	3.45	2.73	1.68	2.21	0.90	1.26	1.17	3.90	1.26
29	2.58	3.00	3.30	2.79	1.71	2.22	0.90	1.26	1.14	4.05	1.26
30	2.55	3.84	3.15	2.82	1.71	2.22	0.81	1.26	1.14	4.02	1.23
31	2.55	2.97	3.15	3.00	1.71	2.22	0.84	1.26	1.14	3.69	1.20
32	2.52	2.85	3.15	3.00	1.71	2.34	0.75	1.29	1.08	3.66	1.20
Orta	2.56	3.37	3.51	2.90	1.75	2.21	0.95	1.36	1.22	3.91	1.37
Δq_{B-O}	0.39	1.07	0.91	0.57	1.05	0.91	0.51	1.15	0.92	0.43	1.13
%	13.26	36.24	30.71	19.33	35.63	30.91	17.19	39.07	31.30	14.42	38.47
33	2.49	2.76	3.30	3.00	1.71	2.40	0.75	1.14	1.08	3.63	1.17
34	2.49	2.64	3.15	3.03	1.74	2.40	0.78	1.14	1.08	3.15	1.14
35	2.46	2.61	3.15	3.03	1.80	2.40	0.81	1.17	1.23	3.75	1.14
36	2.46	2.61	2.94	3.06	1.53	2.46	0.81	1.20	1.23	3.75	1.29
37	2.43	2.58	3.15	2.61	1.56	2.46	0.72	1.08	1.20	3.69	1.26
38	2.43	2.58	3.15	2.64	1.56	2.70	0.72	1.08	1.20	3.69	1.08
39	2.40	2.58	3.15	2.67	1.56	2.22	0.75	1.14	1.29	2.64	1.08
40	2.40	2.37	2.94	2.70	1.65	1.77	0.75	1.20	1.29	2.34	1.08
41	2.40	2.76	2.70	2.70	1.65	1.80	0.72	1.14	1.26	2.25	1.08
42	2.37	2.70	2.70	2.70	1.65	2.31	0.72	1.05	1.20	2.25	1.05
43	2.37	2.64	2.70	1.77	1.20	2.34	0.72	1.05	1.20	2.10	0.87
44	2.31	2.64	2.22	1.95	1.35	1.35	0.66	1.08	1.05	1.98	1.14
45	2.28	2.64	2.31	2.07	1.44	1.35	0.69	1.14	0.96	1.95	1.11
46	2.25	2.34	2.25	2.10	1.44	1.50	0.69	1.14	0.78	1.86	0.75
47	2.25	2.34	2.25	2.16	1.50	1.20	0.72	0.60	0.72	1.77	0.66
48	2.16	1.95	2.31	2.25	1.53	1.32	0.72	0.66	0.60	1.65	0.60
Son	2.37	2.55	2.77	2.53	1.55	2.00	0.73	1.06	1.09	2.65	1.03
Δq_{B-S}	0.58	1.89	1.64	0.94	1.25	1.12	0.73	1.44	1.06	1.68	1.47
%	19.60	42.60	37.20	27.12	44.49	35.98	49.79	57.61	49.46	38.81	58.85
Genel Ortalama	2.62	3.43	3.55	2.95	2.01	2.42	1.04	1.62	1.47	3.62	1.61

Çizelge 4. İskele ve Girne işletmelerinde ele alınan laterallerdeki damlatıcı debi değerleri ve debi değişme oranları

Table 4. Emitter discharge and discharge change rates in drip systems of İskele and Famagusta regions

Damlatıcı no	Damlatıcı debisi, L h ⁻¹					
	İskele			Girne		
	İ1	İ2	İ3	G1	G2	G3
1	3.15	4.41	2.19	3.45	2.40	3.03
2	3.00	4.41	2.16	3.27	3.36	3.00
3	2.94	4.35	2.16	3.06	3.00	2.70
4	2.91	4.20	2.13	3.00	2.76	3.48
5	3.75	4.47	2.13	2.46	2.55	3.06
6	3.57	4.44	2.10	2.40	2.46	2.67
7	3.45	4.50	2.10	2.27	2.40	2.64
8	3.18	3.99	2.07	2.25	2.25	2.58
9	3.18	3.99	2.07	2.25	2.19	2.55
10	3.15	3.90	2.04	2.25	2.16	2.46
11	2.76	3.87	2.25	2.25	2.10	2.37
12	2.70	3.87	2.22	2.25	2.04	2.25
13	2.70	4.08	2.19	2.25	2.01	2.16
14	2.64	4.08	2.04	2.24	1.98	2.10
15	2.64	4.02	2.01	2.24	1.95	2.10
16	2.58	3.72	1.98	2.24	1.89	1.92
Baş	3.05	4.17	2.12	2.53	2.37	2.61
17	2.58	3.66	1.98	2.24	1.89	1.89
18	2.88	3.63	1.95	2.25	1.89	1.89
19	2.79	3.63	1.86	2.25	1.89	1.83
20	2.79	3.60	1.86	2.25	1.89	1.80
21	2.52	3.60	1.83	2.24	1.88	1.77
22	2.49	3.78	1.83	2.24	1.88	1.77
23	2.49	3.78	1.80	2.22	1.86	1.74
24	2.46	3.75	1.80	2.22	1.86	1.71
25	2.46	3.45	1.77	2.22	1.86	2.07
26	2.43	3.45	1.77	2.19	1.89	2.07
27	2.40	3.45	1.95	2.16	1.89	2.04
28	2.28	3.15	1.92	2.25	1.86	1.68
29	2.58	3.06	1.89	2.25	1.86	1.68
30	2.55	3.00	1.89	2.25	1.86	1.68
31	2.55	3.00	1.71	2.25	1.80	1.65
Orta	2.55	3.49	1.85	2.23	1.87	1.81
Δq_1	0.50	0.68	0.27	0.29	0.51	0.80
%	16.82	23.16	9.19	9.92	17.24	26.98
32	2.55	3.60	1.71	2.25	1.77	1.65
33	2.52	3.48	1.68	2.25	1.89	1.65
34	2.25	3.48	1.68	2.07	1.89	1.65
35	2.16	3.48	1.68	2.04	1.62	1.65
36	2.16	3.48	1.65	2.25	1.59	1.71
37	2.04	3.45	1.65	2.25	1.58	1.71
38	2.04	2.76	1.62	2.25	1.56	1.71
39	1.95	2.70	1.62	2.25	1.56	1.62
40	1.77	2.67	1.59	2.25	1.56	1.62
41	1.68	2.55	1.74	2.25	1.47	1.59
42	1.68	2.55	1.74	2.25	1.47	1.59
43	1.65	2.43	1.71	2.25	1.74	1.56
44	1.56	2.40	1.59	1.95	1.65	1.56
45	1.56	2.34	1.56	1.89	1.62	1.56
46	1.56	2.25	1.56	1.86	1.41	1.50
47	1.53	2.19	1.53	1.80	1.35	1.47
48	1.50	2.16	1.50	1.77	1.14	1.44
Son	1.85	2.76	1.63	2.10	1.57	1.60
Δq_2	1.20	1.40	0.49	0.42	0.81	1.01
%	39.28	33.53	23.20	16.76	33.93	38.72
Genel Ortalama	2.47	3.46	1.86	2.28	1.93	1.99



Şekil 1. İşletmelerdeki laterallerde damlatıcı debi değişimi.

Figure 1. Emitter discharge in laterals in enterprises.

elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). Ayrıca, tüm üretici lateral damlatıcılarında değişken günlük akışlar olduğu saptanmıştır (Şekil 1).

Çalışmada, “baş-orta debi değişim oranı (Δq_b-o) en düşük 0.27 L h^{-1} İ3 üretici lateralinden, en yüksek Δq_b-o değerine ise 1.15 L h^{-1} değeri ile GM1 üretici lateralinden elde edilirken, “Orta-Son” debi değişim oranı (Δq_o-s) en düşük 0.41 L h^{-1} G1 üretici lateralinden, en yüksek Δq_o-s değerine ise 1.89 L h^{-1} değeri ile GY2 üretici lateralinden saptanmıştır (Çizelge 3 ve 4, Şekil 1).

Çalışmada lateralın “Baş” ve “Son” bölgeleri karşılaştırıldığında lateralın sonlara doğru bütün laterallerde damlatıcı debilerinde azalmalar olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Sistem başıyla sonu arasında debi değişim yüzdesi tüm üretici lateralleri için %20 ile %59 değerler arasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 3 ve 4). Bu azalmanın sisteme verilen işletme basıncının yetersiz olduğu ve tıkanmaların sisteme etki ettiği söylenebilir. Ayrıca, üreticilerle yapılan görüşmeler sonuçlarında gösteriyor ki damla sistemini kullanan üreticinin sistem hakkında bilgisinin çok az olduğu ve sistemin projelendirilmesinde hatalar olduğu belirlenmiştir.

3.2. Yapım farklılık katsayısı (CV)

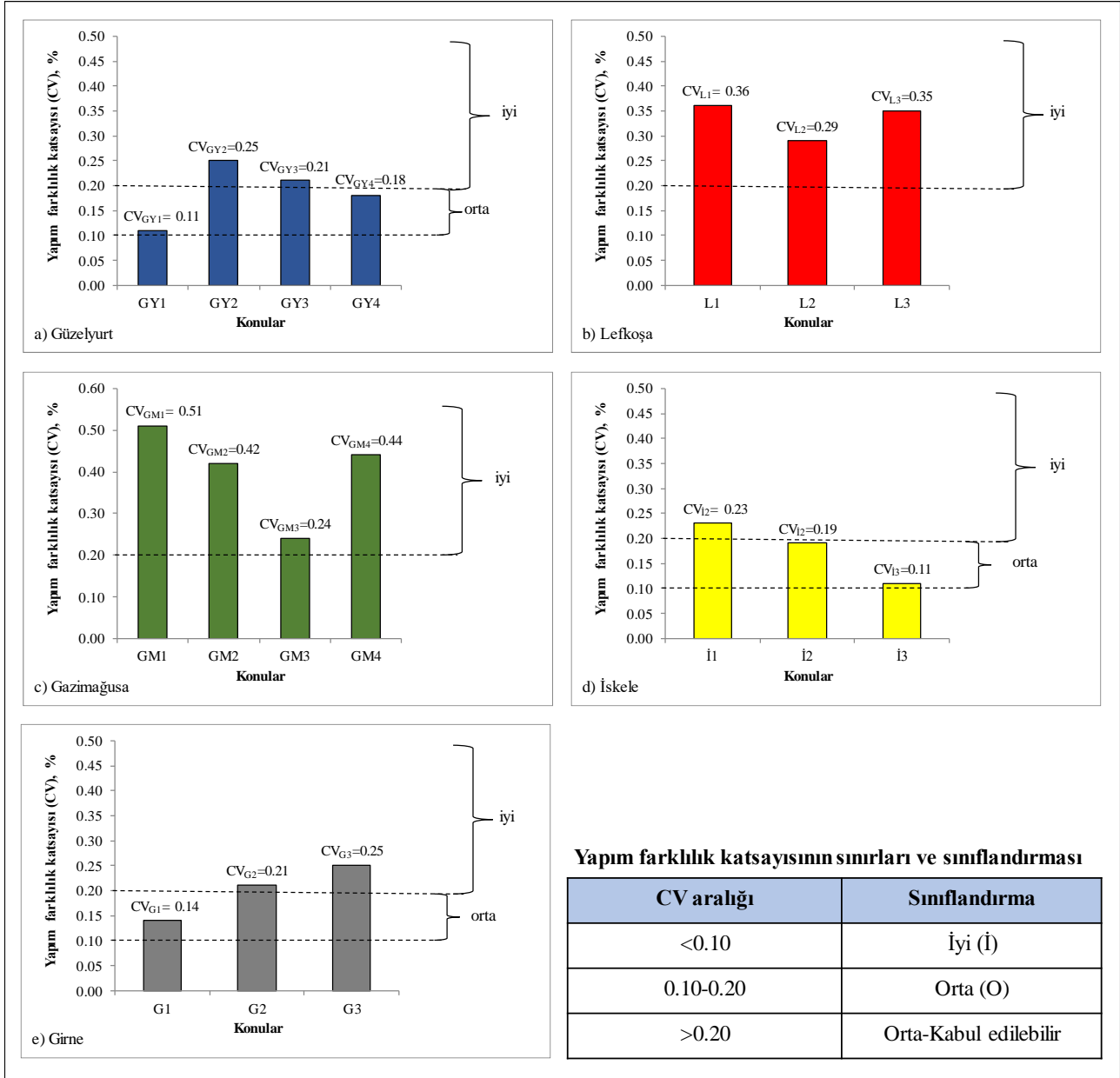
Her bir damlatıcı belli bir debiye sahip olmasına karşın, işletme basıncı ve yapım farklılık katsayısı tarafından etkilenmektedir. Damlatıcılar imal edilirken basıncın ve ısının sabit tutulmaması, kullanılan maddelerin düzgün karışmaması gibi nedenlerden dolayı, damlatıcılarda yapım farklılıkları görülür (Özekici ve Bozkurt 1996). Damlatıcıların sabit debilere sahip olabilmeleri için kullanım ömürleri süresince fiziksel özelliklerini korumaları ve doğa koşullarına dayanıklı olmaları gerekir (Özekici ve Sneed 1995).

Çalışmanın yürütüldüğü bölgelerdeki üreticilerin damla sistemi test edilmiş, yapım farklılık katsayıları (CV) belirlenmiş

ve Decroix ve Malavel (1985) standartlarına göre sınıflandırılmıştır. Çalışma sonunda en düşük yapım farklılık katsayısı 0.11 (orta sınıf) değeriyle GY1 ve İ3 üretici laterallerinden elde edilirken en yüksek CV değerine 0.51 (iyi sınıf) ile GM1 üretici lateralinden elde edilmiştir (Şekil 2). Sonuç olarak çalışma bölgesinde ki üreticilere ait damlatıcı CV değerleri çok düşük ve istenmeyen sınır değerlerinin altında çıkmıştır. Damlatıcı akış türdeşliğini etkileyen en önemli etkenlerden biriside damlatıcı yapım farklılıklarıdır. Damla sistemlerinde yüksek oranda su dağıtım türdeşliği elde edebilmek için damlatıcıları hatasız yapılması zorunludur. Üretim sırasındaki sıcaklık değişimleri, şekillendirme hataları ve işlenmemiş materyalin tam karışmaması gibi bir çok etken, damlatıcı türdeşliğini etkileyen etmenler olarak sayılabilir (Solomon 1985; Madramootoo ve ark. 1988). Sonuç olarak bütün çalışma bölgesinde CV değerleri istenmeyen değerlerde olduğu çalışmada belirlenmiş ve bölgede kullanılan damla sistemlerinin kalite yönünden düşük olduğu, bölgede faaliyet gösteren firmaların sunduğu damla sistemlerinin daha önce test edilmediği söylenebilir.

3.3. Damlatıcı türdeşliği (EU) ve istatistiksel damlatıcı üniformitesi (Us)

Çalışma sonunda damlatıcı debilerinin değişimlerinden dolayı farklı damlatıcı türdeşlik (EU) (Şekil 3) ve istatistiksel damlatıcı üniformitesi değerleri elde edilmiş (Şekil 4). Çalışmada damlatıcı türdeşlik (EU) değeri en düşük %60.2 ile GM4 üreticisinde, en yüksek değer %89.1 ile G1 üreticisinde elde edilmiştir. En düşük istatistiksel damlatıcı üniformite (Us) değeri %49.5 ile GM1 ve en yüksek %89.1 ile GY1 üreticisindeki damla sisteminden elde edilmiştir. Bölgedeki üreticilerin laterallerinden elde edilen EU değerleri sınıflandırıldığında Z (zayıf)-İ-M (iyi-mükemmel) sınıfları arasında değişirken, istatistiksel damlatıcı üniformite (Us) değeri ortalama olarak



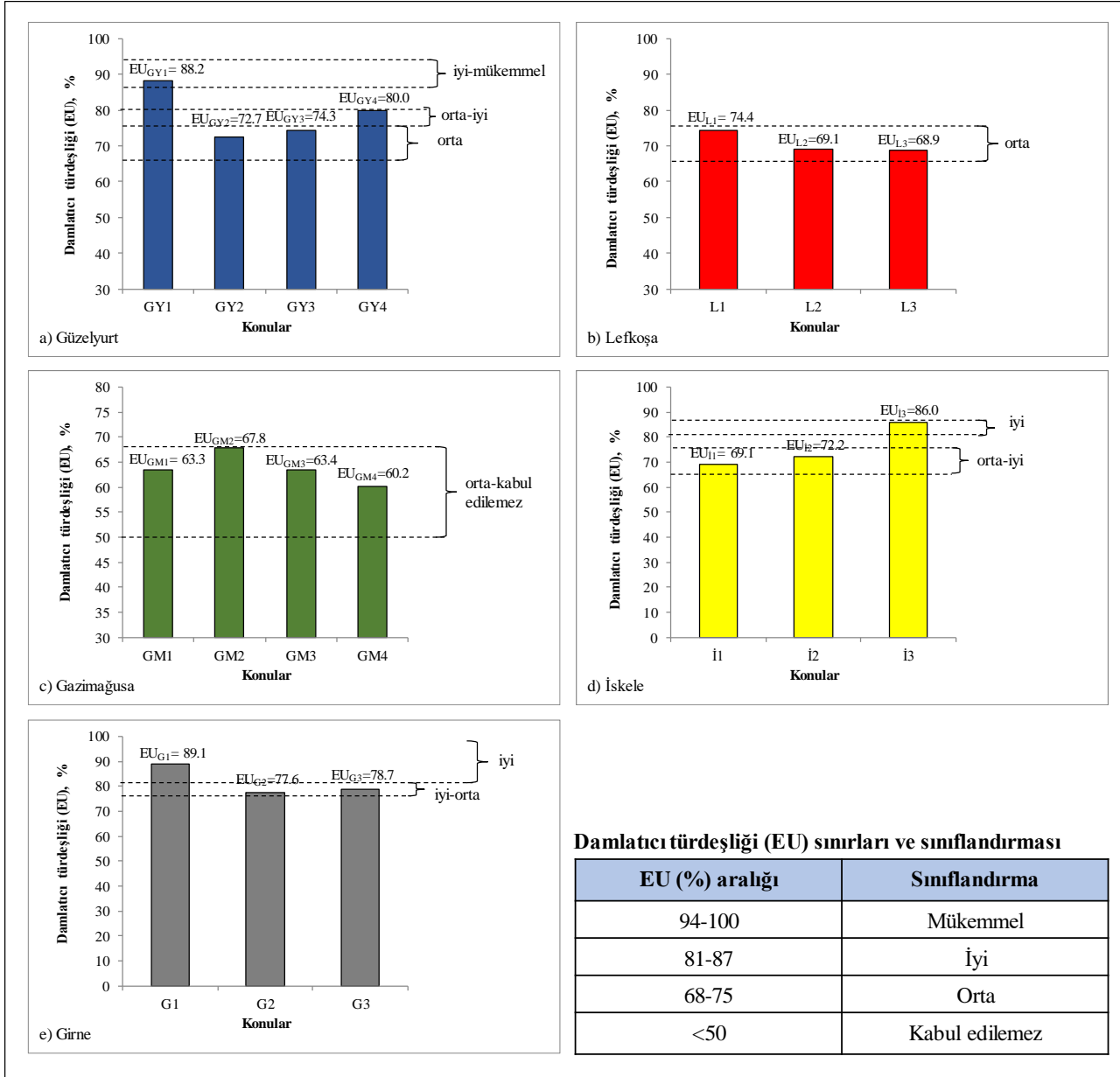
Şekil 2. Damlatıcı yapımcı katsayı değerleri ve sınıflandırması.

Figure 2. Coefficient variation and classification.

%85.0'den düşük çıktığından uygun değildir (UD) sınıfında çıkmıştır (Şekil 3, Şekil 4).

Damla sulama sistemlerinde sulama randımanı damlatıcılardan çıkan debinin eşdeşliğine bağlıdır. Hidrolik değişim ile damlatıcı performansının değişimi temel etmenlerden ikisidir (Özekici ve Bozkurt 1996; Tüzel 1993). Damla sulama sisteminde, lateraldeki sürtünme kayıpları, lateral boyunca basıncın, dolayısıyla damlatıcı debilerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle hat boyunca eşsu dağılımı sağlanamamaktadır (Demir 1991). Fiziksel, kimyasal veya biyolojik etmenlerden oluşan damlatıcı tıkanıklığı gerekli

önlemler alınmadığı zaman, su uygulama türdeşliği ve akış miktarı bakım-onarım masrafları, bitki verim ve kalitesine olumsuz etkiler (Nakayama ve ark. 1979; Çamoğlu 2004). Sonuç olarak, çalışma bölgelerinde yetersiz yağış ve üreticiler yeraltı su kaynaklarını aşırı şekilde tüketmek akifer ve yeraltı suyunun zamanla derinliğinin artmasına neden olmuş ve bölgenin kıyıya yakın olması yer altı su kaynaklarının deniz suyuyla karışmasına ve tuzlanmalarına neden olmaktadır. Sulama suyu kalitesindeki bu düşüş damla sulama sistemindeki damlatıcılarda tıkanıklıklar meydana getirmiştir. Böylece sistem performansında düşüş yaşanmıştır.



Şekil 3. Damlatıcı türdeşliği (EU) değerleri ve sınıflandırması.

Figure 3. Emitter uniformity (EU) and classification.

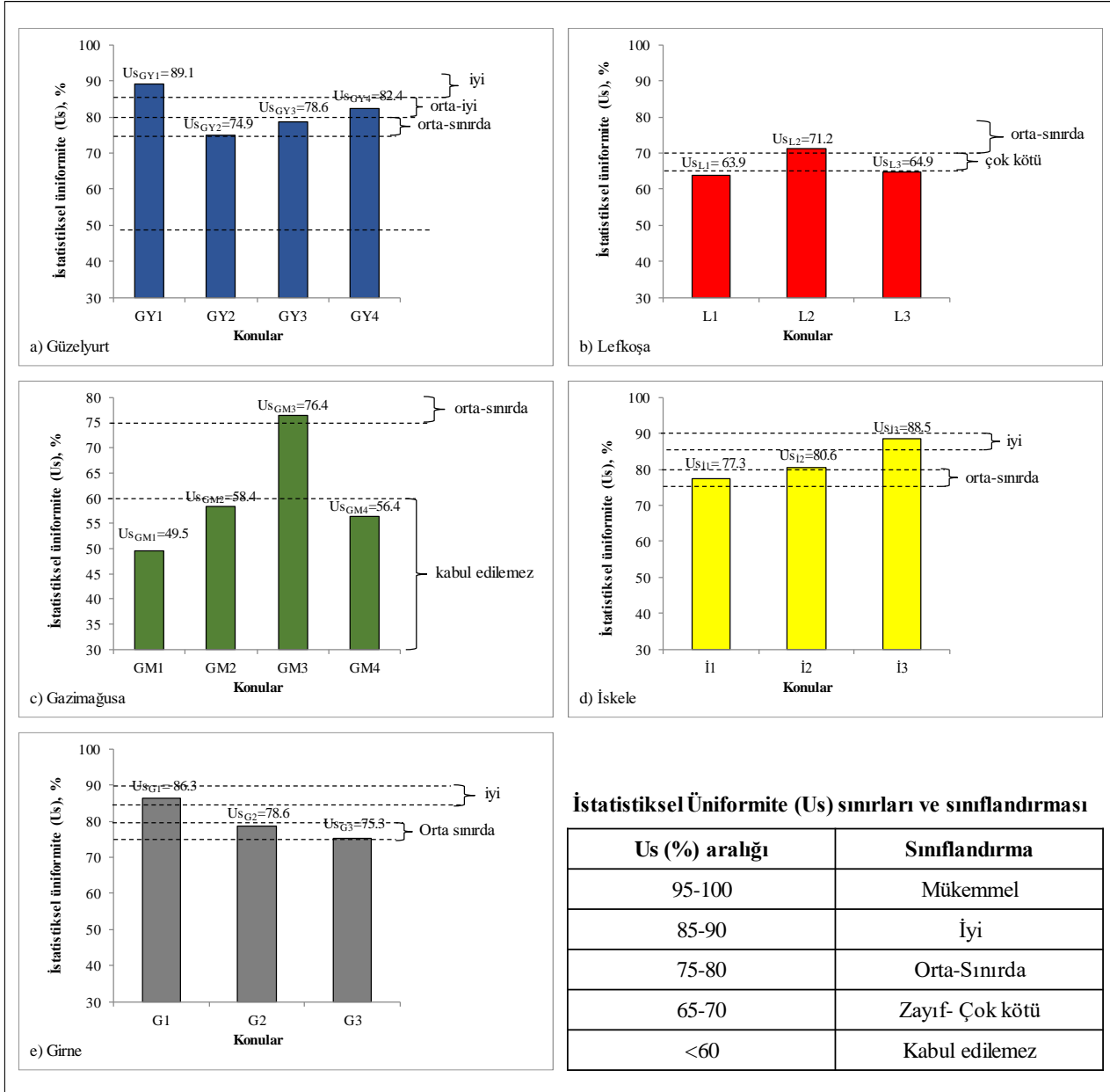
4. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışma, damla sulama sistemlerinin performans ve tıkanıklık düzeylerini belirlenmesi amacıyla KKTC'de damla sulama yönteminin en yoğun olduğu işletmelerde yürütülmüştür.

Bir damla sulama sistemi planlanmadan önce kullanılacak su kaynağının debisi ve su kalitesi bilinmesi gerekir. Su kalitesinin uygun olmadığı durumlarda, damlatıcılarda meydana gelecek tıkanmaları önlemek veya asgari düzeye indirmek için bazı önlemler alınmalıdır. Çalışmada damla sistemlerinde yaşanan tıkanıklığı bölgedeki üreticilerin suyun tuz kalitesini farklı yöntemlerle (yağmur suyunu veya Türkiye'den gelen nitelikli

suyu karıştırarak) düşürerek su kalitesini artırarak, kimyasallarla (amino asit, fosforik asit, kireç çözücü), veya damla laterallerini tek yıllık olarak kullanmak yollarıyla giderme çabasıdır. Yöre çiftçisine damla sisteminin etkin kullanması için konuyla ilgili gerekli eğitimlerin verilmesi önerilmektedir.

Bölgede ölçülen basınç değerleri 1.0 atm den daha yüksek veya bilinçsizce sisteme uygulanmaktadır. Bu damla sistemine uygulanan yüksek ve bilinçsizce basınç uygulamaları KKTC gibi enerjinin dışa bağımlı yani pahalı ülkelerde sulama maliyetini büyük oranda artıracığından bilinmeli ve çiftçilere sistem için uygun işletme basıncında çalıştırılmaları önerilmektedir.



Şekil 4. İstatistiksel damlatıcı üniformite (Us) değerleri ve sınıflandırması.

Figure 4. Statistical emitter uniformity (Us) and classification.

Çalışma bölgesindeki üreticilere ait damla laterallerinin damlatıcı yapım farklılık katsayısı değerleri çok düşük ve istenmeyen sınır değerlerinin altında çıkmıştır. Damlatıcı akış türdeşliğini etkileyen en önemli etkenlerden biriside damlatıcı yapım farklılıklarıdır. Damla sistemlerinde yüksek oranda su dağıtım türdeşliği elde edebilmek için damlatıcıları hatasız yapılması zorunludur. Damla sulama boruları üretici firmaların ürettikleri boruları piyasaya sürerken söz konusu boruya ait bazı özellikleri bir çizelge şeklinde vermeleri firmaların güvenilirliği açısından çok önemlidir. Bu çizelgede boru çapı, damlatıcı aralığı, işletme basıncı, damlatıcı debisi, basınç dayanımı yanında ayrıca söz konusu borunun belirli lateral uzunlukları için yeknesaklık katsayısı ve su dağılım sınıfı ve damlatıcı imalat katsayısı da bulunması uygulayıcılar açısından büyük kolaylık sağlayacağından firmalardan bunları yapmaları tavsiye edilebilir.

Çiftçilerin katalog bilgileri bulunmayan damlama borularını almamaları önerilebilir.

Genelde yörede kullanılan damlatıcıların dağılım üniformitelere çok düşük değerlerdedir. Dağılımdaki bu düşük değerler özellikle bitki gelişimini etkilemekte ve verimde azalmalara neden olmaktadır. Dağılım üniformitesi daha önceden kurulmuş sulama sistemlerinin değerlendirilmesinde daha yaygın olarak kullanılan bir ölçüttür. Dağılım üniformitesinin artırılması için sistemin bakım ve onarım işlemlerinin sağlıklı olarak yapılması tavsiye edilir. Buradan, yüksek dağılım yeknesaklığının ancak iyi bir şekilde bakımı yapılan ve doğru olarak işletilen sistemlerden elde edileceği söylenebilir.

Teşekkür

Bu araştırmada olanaklardan faydalanmamızı sağlayan KKTC Lefkoşa Su Dairesi Müdürlüğüne ve K.K.T.C Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı Tarım Dairesi Müdürlüğü Güzelyurt Toprak – Su Laboratuvar birimine desteklerinden dolayı teşekkürü borç biliriz.

Kaynaklar

- ASAE (2002) Design and Installation of Microirrigation Systems. ASAE EP405.1 Dec. 01, pp. 903-907.
- Cleridou N, Benas C, Matsoukas C, Croke B, Vardavas I (2014) Water resources of Cyprus under changing climatic conditions: Modelling approach, validation and limitations. *Environmental Modelling & Software* 60: 202-218.
- Çamoğlu G (2004) Farklı yapımçı ve yapım özelliklerine sahip damlatıcılarda eş su dağılımının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Çetin Ö, Eylen M, Sönmez FK (2010) Basınçlı sulama sistemlerinin su kaynaklarının etkin kullanımındaki rolü ve bu sistemlerin yaygınlaşmasında mali desteklerin etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3(2): 53-57.
- Decroix M, Malaval A (1985) Laboratory evaluation of trickle irrigation equipment for field system design. In: Third International Drip/Trickle Irrigation Congress. California, USA, pp. 325-338.
- Demir V (1991) Türkiye’de Kullanımı Yaygın Olan Damla Sulama Boruları ve Damlatıcılarının İşletme Karakteristikleri Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Konya.
- Elkiran G, Ergil M (2006) The assessment of a water budget of North Cyprus. *Building and Environment* 41: 1671-1677.
- Ghinassi G (2008) Manual for performance evaluation of sprinkler and drip irrigation systems in different agro-climatic regions of the world. ISBN: 81-89610-11-2 ICID, New Delhi.
- Günyaktı A, Ergil M, Çelik B (2008) KKTC Su Sorunları ve Su kaynaklarının Geliştirilmesi. Doğu Akdeniz Üniversitesi Gazimağusa 273-292.
- James LG (1988) Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons Inc., New York, pp. 543.
- Madramootoo CA, Khatri KC, Rigby M (1988) Hydraulic performances of five different trickle irrigation emitters. *Canadian Agricultural Engineering* 30: 1-4.
- Nakayama FS, Bucks DA, Clemmens AJ (1979) Assessing trickle emitter application uniformity. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 22(4): 816-821.
- Özekici B, Sneed RE (1995) Manufacturing variation for various trickle irrigation on-line emitter. *Applied Engineering in Agriculture* 11(2): 235-240.
- Özekici B, Bozkurt S (1996) Determination of hydraulic performances of in-line emitters. *Journal of Agriculture and Forestry* 23(1): 19-24.
- Solomon KH (1985) Global uniformity of trickle irrigation systems. *Transactions of ASAE* 28 (4) 1151-1158.
- Tüzel İH (1993) Damla sulama sistemlerinde sulama yeknesaklığının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 30: 119-126.
- USSL (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA, Agriculture Handbook no.60, USA, pp. 160.
- Yıldız D, Çakmak C (2014) Ülkelerarası Su Transferi Türkiye’den Kıbrıs’a Barış Nehri. Hidropolitik Akademi, Rapor No: 6.