



Araştırma Makalesi/Research Article

## Damla Sulama Sistemlerinin CAD Tabanlı Bir Program ile Değerlendirilmesi: Kumkale, Çanakkale Örneği

Gökhan Çamoğlu<sup>1\*</sup> Kürşad Demirel<sup>2</sup> Levent Genç<sup>3</sup> İlker Eroğlu<sup>1</sup> Ahmet Boran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Çanakkale

\*Sorumlu yazar: [camoglu@comu.edu.tr](mailto:camoglu@comu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 21.02.2018

Kabul Tarihi: 10.04.2018

### Öz

Damla sulama sistemlerinin tasarımındaki hatalar sebebiyle sistemlerde beklenen eş su dağılım düzeyi sağlanamamaktadır. Bu çalışmada, damla sulama sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı Çanakkale Kumkale Ovası'nda tesadüfi olarak seçilen 20 adet işletme ele alınmış ve söz konusu işletmeler tasarım yönünden değerlendirilmiştir. Değerlendirmede mevcut sistemlere ilişkin bilgiler arazi çalışmaları ile toplanmış ve bu bilgiler IrriPro paket programına girilerek eş su dağılım katsayıları ve haritaları elde edilmiştir. Çalışmada incelenen arazilerin toplam büyüklüğü 22 ha olup ortalama büyüklüğü yaklaşık 1 ha'dır. Söz konusu arazilerde kurulu sistemlerde kontrol biriminde olması gereken tüm filtreleri kullanan işletmelerin oranının %5 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda incelenen işletmelerin sadece %15'i eş su dağılım kriterlerini sağlayabilmiştir. Bu durumda, Kumkale Ovası'nda tesadüfen seçilen 20 işletmeden elde edilen bu değerlere göre, ovada kurulu damla sulama sistemlerinde genel itibariyle eş su dağılımının sağlanmadığı, yani sistemlerin hatalı tesis edildiği sonucuna varılabilir. IrriPro programının damla sulama sistemlerinin eş su dağılımını kolaylıkla değerlendirilmesine olanak sağlaması nedeniyle, söz konusu programın sulama sistemlerin projelendirilmesi ve değerlendirilmesinde kullanılması önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Damla sulama, sulama yeknesaklığı, IrriPro, Çanakkale

## Evaluation of Drip Irrigation Systems with a CAD-based Program: A Case Study of Kumkale, Çanakkale

### Abstract

Due to errors in the design of drip irrigation systems, the desired uniform water distribution is not achieved in the systems. In this study, 20 agricultural areas were randomly selected in Çanakkale Kumkale Ovası where drip irrigation systems are used intensively and these were evaluated in terms of design. Information on existing systems in the assessment was collected by field studies and this information was entered into the IrriPro package program to obtain the coefficient distributions and maps of water distribution. The total size of the lands investigated in the study is 22 ha and the average size is about 1 ha. It has been determined that the percentage of the operators that use fully the filters in the control unit in the installed systems is 5%. This was considered a major deficiency. As a result of the study, only 15% of the enterprises surveyed were able to achieve the uniform water distribution criteria. In this case, it is said that the uniform water distribution is not achieved generally in drip irrigation systems installed in the plain according to these values obtained from the 20 enterprises selected randomly in Kumkale Plain and the other words, the systems are installed incorrectly generally. Because IrriPro program can used easily to determine water distribution in drip irrigation systems, it is recommended to use the program in design and evaluation of irrigation systems.

**Keywords:** Drip irrigation, irrigation uniformity, IrriPro, Çanakkale

### Giriş

Damla sulama sisteminin yatırım giderlerinin pahalı olması nedeniyle, beklenen yararın sağlanabilmesi için sistemin doğru projelendirilmesi ve doğru işletilmesi gerekir. Ancak bu durumda ekonomik getirisi gerçekleştirilmiş olacaktır.

Damla sulama yönteminde, diğer sulama yöntemlerine göre, sulama suyu araziye daha eşit olarak uygulanabilmektedir. Ancak söz konusu yeknesaklığın sağlanabilmesi için sistemin mevcut koşullara uygun olarak tasarlanması ve işletilmesi gerekir. Bu durum, tüm sistem unsurlarının doğru boyutlandırılmasıyla gerçekleşir. Ancak, damla sulamada da tam anlamıyla eş bir su dağılımı sağlanamamaktadır. Bunun sebebi, laterallere ve damlatıcılara su ileten yan borularda oluşan yük

kayıpları ve sulama alanının eğimine bağlı olarak yan borular boyunca damlatıcıdaki basınç değişmesidir (Korukçu ve Yıldırım, 1984).

Damla sulama yönteminin diğer yöntemlere kıyasla en önemli avantajlarından olan suyun araziye eşit olarak dağılımının sağlanabilmesi, damlatıcılardan çıkan suyun eşdeşliğine bağlıdır. Uygulanan suyun türdeşliğinin sağlanması ile sulama periyodu süresince suyun bitkilere eşit miktarlarda verilmesine olanak sağlanacaktır. Damla sulamada eş su dağılımı ancak koşullara uygun ve doğru bir projelendirme ile mümkün olabilmektedir.

Son yıllarda ülkemizde basınçlı sulama sistemlerine yapılan teşvikler sayesinde damla sulama yöntemine geçiş hızlanmıştır (Kuscu ve ark., 2014). Bu geçiş döneminde yöremizde de bu tarz aksaklıkların yaşanması olasıdır. Bu nedenle, bu yörede var olan damla sulama sistemlerinin mevcut durumunun tespiti ve çiftçilerin bu konudaki eğitimi önemli olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Çanakkale ili Kumkale Ovası'nda kurulu olan ve işletilen damla sulama sistemlerinin mevcut durumunu eş su dağılımı yönünden değerlendirmektir. Bu amaçla mevcut sistem bilgileri CAD tabanlı bir programa (IrriPro) girilerek mevcut koşullarda, bitkilere ulaşan suyun yeknesaklık durumunu gösteren haritalar oluşturulmuştur. Böylece kullanılan sistem öğelerinin doğru seçilip seçilmediği tespit edilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Araştırma Alanı

Araştırma sebze tarımının yoğun olarak yapıldığı ve damla sulama sistemlerinin yaygın kullanıldığı Çanakkale İli Kumkale Ovası'nda yapılmıştır. Çalışmada, Kalafat Köyü merkez alınarak 6 km yarıçaplı bir alanda rastgele seçilen 20 işletme incelenmiştir (Şekil 1). Bu işletmelerde kullanılan damla sulama sistemlerine ait lateral uzunluk ve aralıkları, yan ve ana boru uzunlukları ve boruların birbirlerine göre konumları, bitki sıra arası ve üzeri mesafeleri ile kontrol birimine ilişkin bilgiler toplanarak işletmelerin mevcut durumları tespit edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

### Mevcut Sistemlere İlişkin Bilgilerin Toplanması

IrriPro v.3.9.0 programında veri analizi için gerekli bilgiler arazi şartlarında belirlenmiştir. Rastgele seçilen arazi yerlerinin ve bu arazilere ilişkin su kaynağı noktalarının tespiti amacıyla küresel konumlama sistemi (GPS) kullanılmıştır. Ek olarak, alanın kaç işletme birimine ayrıldığı, kullanılan bitkinin cinsi, ekim normu, pompa özellikleri, kontrol birimi, ana, yan boru ve lateral boruların cinsleri, uzunlukları, çapları ile damlatıcılara ilişkin özellikler belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler (Çizelge 1) IrriPro programına girilmiştir.

### Haritaların Oluşturulması

Program tarafından üretilen eş su dağılım (ESD) haritaları, damlatıcılar arasındaki basınç farklılığı dikkate alınarak oluşturulmuştur. Elde edilen bu haritalarda yer alan renklere ilişkin açıklamalar Çizelge 2'de verilmiştir.



*Damla Sulama Sistemlerinin Eş Su Dağılımlarının Değerlendirilmesi*

Mevcut durumda kullanılan damla sulama sistemlerine ilişkin gerekli bilgiler IrriPro programına girilmiş ve her bir sulama sistemi için eş su dağılımı haritaları oluşturulmuştur.

Çizelge 1. İşletmelerin mevcut durumlarına ilişkin bilgiler

İşletme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Koordinat</b>	39°57'01" 26°14'19"	39°56'09" 26°13'56"	39°56'05" 26°14'00"	39°56'00" 26°13'58"	39°57'00" 26°13'18"	39°57'22" 26°13'22"	39° 57' 32" 26° 13' 28"	39°58'09" 26°13'15"	39°58'31" 26°12'59"	39°59'20" 26°12'48"
<b>Bitki Cinsi</b>	Kavun	Domates	Biber	Domates	Domates	Domates	Domates	Domates	Domates	Domates
<b>Sıra Aralığı (m)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4
<b>Sıra Üzeri (m)</b>	0,7	0,5	0,33	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Toprak Bünyesi</b>	Tınlı	Tınlı	Kumlu-Tınlı	Tınlı	Tınlı	Tınlı	Kumlu-Tınlı	Kumlu-Tınlı	Tınlı	Kumlu-Tınlı
<b>Pompa Tipi</b>	Dalgıç pompa	Dizel Motor	Elektrikli Pompa	Dizel Motor	Dizel Motor	Dizel Motor	Dizel Motor	Dizel Motor	Dizel Motor	Elektrikli Pompa
<b>Hidrosiklon</b>	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
<b>Kum-Çakıl Filtre</b>	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
<b>Gübre Tankı</b>	Var	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Var
<b>Elek Filtre</b>	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
<b>Ana Boru Çapı (mm)</b>	90	90	90	90	90	90	90	90	110	90
<b>Yan Ana Boru Çapı (mm)</b>	90	90	90	90	90	75	90	90	90	90
<b>Lateral Boru Çapı (mm)</b>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>Damlatıcı Debisi (l/h)</b>	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>Damlatıcı Aralığı (cm)</b>	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Koordinat</b>	39°59'05" 26°13'25"	39°59'05" 26°13'25"	39°58'09" 26°14'28"	39°58'02" 26°14'42"	39°57'56" 26°15'28"	39°58'13" 26°16'14"	39°58'27" 26°17'15"	39°58'48" 26°17'57"	39°58'46" 26°17'37"	39°58'13" 26°12'30"
<b>Bitki Cinsi</b>	Mısır	Domates	Domates	Mısır	Domates	Mısır	Biber	Soya Fasulyesi	Mısır	Domates
<b>Sıra Aralığı (m)</b>	0,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,50
<b>Sıra Üzeri (m)</b>	0,2	0,5	0,6	0,1	0,5	0,1	0,33	0,5	0,15	0,66
<b>Toprak Bünyesi</b>	Tınlı	Kumlu-Tınlı	Killi-Tınlı	Tınlı	Kumlu-Tınlı	Tınlı	Tınlı	Kumlu-Tınlı	Tınlı	Kumlu
<b>Pompa</b>	Elektrikli Pompa	Elektrikli Pompa	Elektrikli Pompa	Elektrikli Pompa	Hidrant	Hidrant	Hidrant	Dalgıç Pompa	Dalgıç Pompa	Elektrikli Pompa
<b>Hidrosiklon</b>	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
<b>Kum-Çakıl Filtre</b>	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
<b>Gübre Tankı</b>	Var	Var	Var	Var	Yok	Yok	Var	Var	Var	Yok
<b>Elek Filtre</b>	Var	Var	Var	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
<b>Ana Boru Çapı (mm)</b>	110	110	110	90	75	75	90	75	75	90
<b>Yan Ana Boru Çapı (mm)</b>	90	90	110	75	75	75	75	75	75	75
<b>Lateral Boru Çapı (mm)</b>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>Damlatıcı Debisi (l/h)</b>	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4
<b>Damlatıcı Aralığı (cm)</b>	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33



Çizelge 2. Arazi haritalarındaki eş su dağılım kriterleri

Renk	Eş Su Dağılımı (ESD)	Basınç değişimi
■	Kötü (Kabul edilemez)	- %10 > P veya P > %10
■	Kabul edilebilir	- %10 < P < -%5 %5 < P < %10
■	İyi (Yüksek)	- %5 < P < %5

Program tarafından damla sulama sistemlerine ilişkin eş su dağılımlarının değerlendirilmesinde Christiansen yeknesaklık katsayısı (CU) ve damlama türdeşliği (EU) hesaplanmaktadır.

Christiansen yeknesaklık katsayısı (CU, %) Eşitlik 1 yardımıyla program tarafından hesaplanmıştır (Christiansen, 1942).  $CU \geq \% 97.5$  olması koşulu dikkate alınmıştır (Korukçu, 1980).

$$CU = 100 \left( 1 - \frac{\Delta q_o}{q_o} \right) \quad (1)$$

Burada;  $\Delta q_o$  = Her bir damlatıcı debisinin ortalamadan olan mutlak sapmaların ortalaması,

$q_o$  = Ortalama damlatıcı debisi (L/h)

Damlama türdeşliği (EU), Eşitlik 2 yardımıyla program tarafından hesaplanmıştır (Keller ve Karmeli, 1975; Bralts, 1986). Elde edilen değerler eş su dağılımı açısından Çizelge 3'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3. Damlama türdeşliği katsayısına göre eş su dağılım sınıfları

EU (%)	Sınıfı
100	Mükemmel
94 < EU < 100	İyi
90 < EU < 94	Yeterli
EU < 90	Kabul edilemez

$$EU = 100 \left( 1 - \frac{1.27CV}{n^{0.5}} \right) \frac{q_{\min}}{q_{\text{ort}}} \quad (2)$$

Burada, CV = Yapım farklılık katsayısı (%), n = Bitki başına damlatıcı sayısı,

$q_{\min}$  = Minimum basınçta elde edilen minimum debi (L/h),  $q_{\text{ort}}$  = Damlatıcıların ortalama debisi (L/h)

## Bulgular ve Tartışma

### Mevcut Damla Sulama Sistemlerinin Özellikleri

Kumkale ovasında kurulu olan ve sebze tarımı yapılan toplam 20 adet işletmeye ilişkin elde edilen bilgiler Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Tesadüfi seçilen bu arazilerin %60'ında domates, %20'sinde mısır, %10'unda biber ve geri kalan %10'unda ise kavun ve soya fasulyesi tarımı yapılmaktadır.

İncelenen arazilerin çoğunda su kaynağı olarak derin kuyu, Küçük Menderes Çayı ve tarla başı hidrantlarının kullanıldığı görülmüştür. İşletmelerin çok büyük kısmında kontrol biriminin olmadığı ya da eksik olduğu belirlenmiştir. Filtrelerden hidrosiklon, kum-çakıl filtre ve elek filtre kullanan üreticiler sırasıyla %5, %5 ve %20 olarak tespit edilmiştir. Bu durum su kaynaklarının cinsi de düşünüldüğünde oldukça yetersiz görülmüştür. Daha etkin bir filtreleme ile damlatıcıların tıkanmasının önüne geçilerek laterallerin uzun yıllar eş su dağılımını bozmadan kullanılmasına olanak sağlayabilir. Üreticilerin yarısı sistemlerinde gübre tankı kullanmıştır. Genel itibarıyla sistemlerde kontrol biriminin olmayışı üreticilerin bu konuyu çok önemsemediklerini göstermiştir.

### Mevcut Sistemlerin Eş Su Dağılım Haritaları



Her bir işletmenin koordinatları Irripro programına girilerek yerleri tespit edilmiş ve mevcut durumdaki kullanım şekline göre sistem dizaynı yapılmıştır. İşletmelerden elde edilen simülasyon sonuçları Çizelge 4’de ve eş su dağılım haritaları Şekil 2’de gösterilmiştir.

Toplam 21,88 ha alana sahip 20 adet arazide kurulu sistemler değerlendirilmiştir. İncelenen bu işletmelerin büyüklükleri 0,12 ha ile 4,33 ha arasında değişmiş olup ortalama 1,09 ha’dır. Rastgele seçilen söz konusu işletmelerin ortalama büyüklüklerinin fazla olmadığı anlaşılmaktadır. Söz konusu bu arazilerde tek seferde sulanan alan büyüklüğü, diğer bir ifadeyle ortalama işletme birimi büyüklüğü 0.40 ha olarak bulunmuştur. Bu durum arazilerin küçük boyutlara bölünerek sulandığını göstermektedir. Elde edilen ortalama işletme birimi sayısı ise 2,70 bulunmuştur. Yani yaklaşık olarak bir arazi 3 eşit parçaya bölünerek sulanmıştır. Bu durum ortalama arazi büyüklükleri dikkate alındığında gerekli olmayabilecek bir durum olarak değerlendirilebilir. Çünkü söz konusu işletme birimi sayısının fazla olması maliyet ve işgücü artışına neden olabilmektedir.

Ele alınan işletmelerin lateral uzunlukları yaklaşık olarak 27 m ile 117 m arasında değişmiş ve ortalama değer 49 m olmuştur. Yıldırım ve Korukçu (1999) lateral boru hatlarının zorunlu kalmadıkça 100 metrenin üzerinde olmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu duruma göre sadece 1 işletmenin 100 metreden daha fazla olduğu görülmektedir. Genel itibariyle lateraller 50 metreyi geçmeyecek şekilde dizayn edildiği anlaşılmaktadır.

İncelenen 20 işletmenin CU ve EU değerleri; sırasıyla %91,34-99,50 ve %74,96-97,65 arasında değişmiştir. Bu işletmelerin sadece 3’ü (%15’i) eş su dağılım kriterlerini sağlayabilmiştir. İşletme birimi açısından değerlendirildiğinde; toplam 54 birimin CU ve EU değerleri sırasıyla %90,70-99,97 ve %73,45-99,45 arasında değişiklik göstermiştir. Bu işletmelerin %44,4’ü eş su dağılım koşullarını sağlamıştır. Eş su dağılım kriterlerini sağlayan 3, 19 ve 20 nolu işletmelerin tümünde işletme birimi açısından da sorun gözükmemektedir. Diğer bir ifadeyle bu alanlarda birimler doğru bölümlenmiştir. Ancak, 15, 17 ve 18 nolu işletmelerde sadece birer işletme biriminde kriterlerin sağlandığını diğerlerinde ise eş su dağılımının tam sağlanamadığı görülmektedir.

İncelenen işletmelerinin tümünün ortalama CU ve EU değerleri, sırasıyla %95,55 ile %85,95 olarak bulunmuştur. Bu durumda, Kumkale Ovası’nda tesadüfen seçilen 20 işletmeden elde edilen bu değerlere göre, ovada kurulu damla sistemlerinde genel itibariyle eş su dağılımının sağlanamadığı, yani sistemlerin hatalı tesis edildiği sonucuna varılabilir.

Bilal (1997) Adana-Yakapınar Beldesi’nde bir narenciye bahçesinde kurulmuş olan damla sulama sisteminin eş su dağılımını arazi içerisinde ölçmüş ve dağılım türdeşliğinin iyi olduğunu bildirmiştir. Yazgan ve ark. (2000) İznik yöresinde, Çamoğlu ve Demirel (2006) Çanakkale yöresinde ve Kuşçu (2016) Bursa-Mustafakemalpaşa yöresinde yaptıkları çalışmalarda kurulu damla sulama sistemlerini incelemişler ve tekrar projelendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, sistem unsurlarında çok sayıda hatalı seçim olduğunu, sistemlerin koşullara uygun olarak tasarlanmadığını ve bunun sonucu olarak da arazilerde eş su dağılımının olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Alaç (2006) Adana’da yaptığı çalışmada, narenciye bahçesinde kurulu bir damla sulama sistemine ilişkin EU değerlerinin %93 olduğunu bildirmiştir. Bağdatlı (2006), Konya’da rastgele seçilen 11 adet işletmede yürüttüğü çalışmada, CU değerlerini %78 ile %96 arasında bulmuştur.

Eş su dağılımını gösteren Şekil 2 incelendiğinde, kırmızı bölgelerin birçok alanda oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu da söz konusu bölgelerde, damlatıcılar arasındaki basınç farklılığının %10’u aştığını göstermektedir. Bu alanlarda ya olması gerekenden düşük, ya da fazla basınç elde edilmektedir. Özellikle ana borunun manifold boruya bağlandığı noktalarda yüksek, söz konusu noktadan uzaklaştıkça düşük basınçlı bölgelerin oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu da giriş kısmındaki damlatıcıların daha yüksek debiye, sondaki damlatıcıların da daha düşük debiye sahip olmalarına neden olmaktadır. Böylece bazı bitkilere gereğinden az, bazı bitkilere ise gereğinden fazla su uygulanmaktadır.

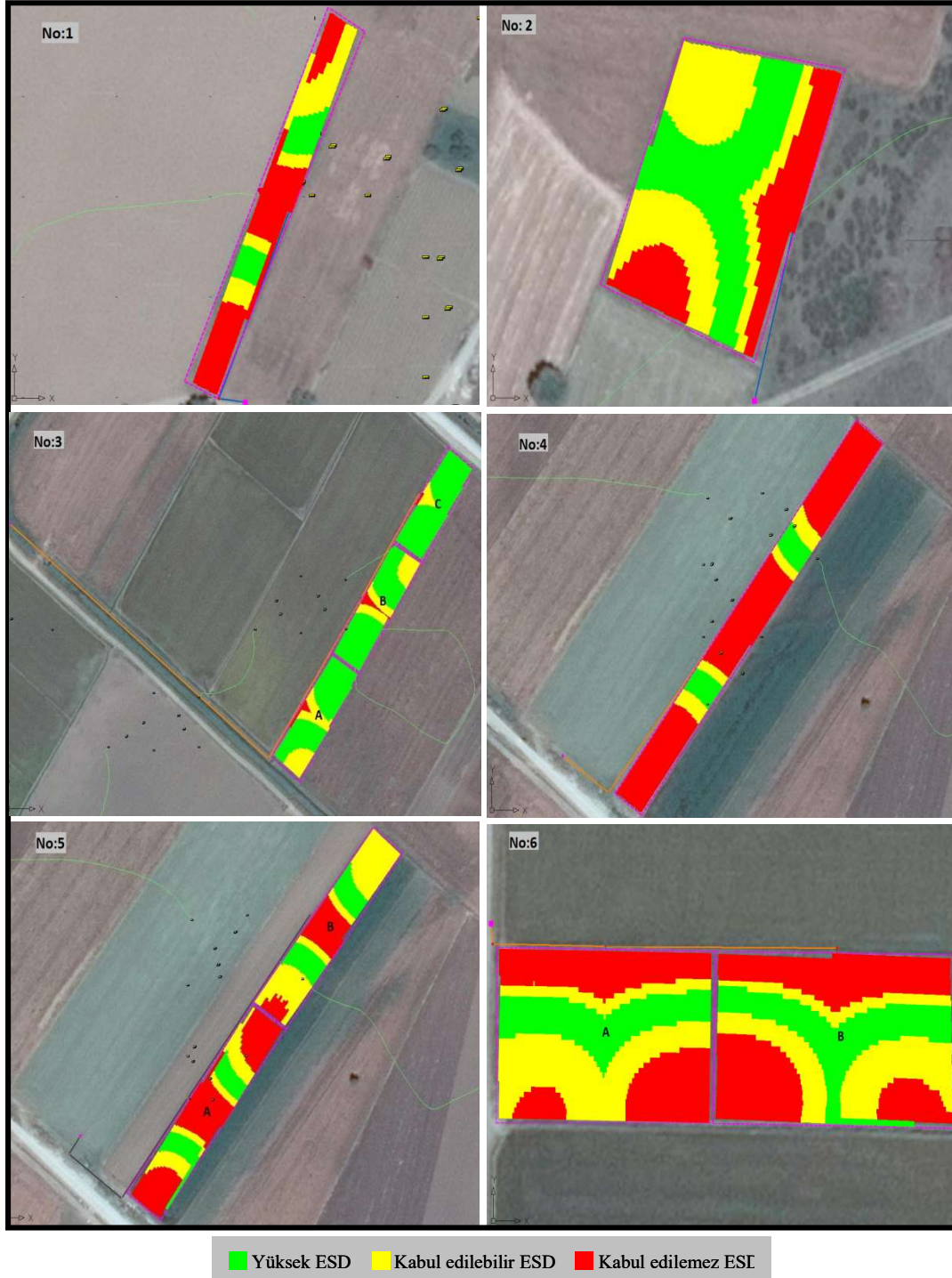
Suyun en son ulaştığı noktalarda da düşük basınç değerleri oluşması nedeniyle debideki farkların giderek arttığı düşünülmektedir.



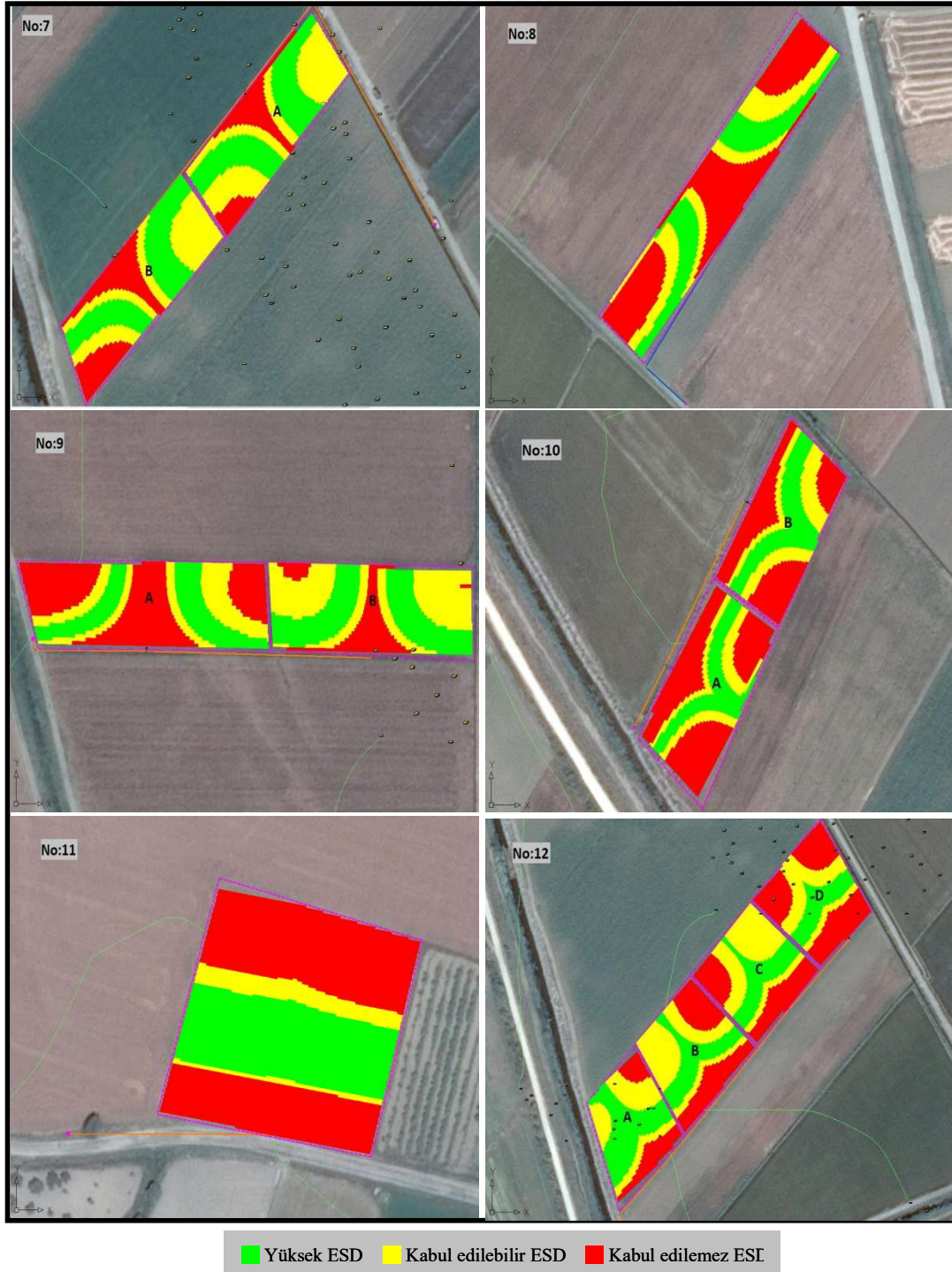
Çizelge 4. Mevcut sistemlere ilişkin elde edilen sonuçlar

İşletme No	İşletme Birimi	Alan (ha)	Ort. Lateral Uzunluğu (m)	CU (%)	EU (%)
1	-	0,12	53,40	94,51	83,78
2	-	0,32	33,25	96,27	88,38
3*	A*	0,19	37,24	98,17	93,12
	B*	0,19	39,82	98,10	93,06
	C*	0,15	32,58	98,79	95,76
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,53</b>	<b>36,55</b>	<b>98,35</b>	<b>93,98</b>
4	-	0,46	116,63	91,34	76,81
5	A	0,28	57,88	94,30	84,58
	B	0,25	55,78	95,69	88,63
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,53</b>	<b>56,83</b>	<b>95,00</b>	<b>86,61</b>
6	A	0,31	34,22	95,25	86,55
	B	0,33	37,13	94,92	84,46
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,64</b>	<b>35,68</b>	<b>95,09</b>	<b>85,51</b>
7	A	0,32	46,32	96,76	89,23
	B	0,32	47,08	96,33	85,52
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,64</b>	<b>46,70</b>	<b>96,55</b>	<b>87,38</b>
8	-	0,66	94,22	94,72	84,87
9	A	0,38	56,77	94,55	79,03
	B	0,34	48,16	96,64	89,67
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,72</b>	<b>52,47</b>	<b>95,60</b>	<b>84,35</b>
10	A	0,40	44,62	93,66	78,29
	B	0,36	42,49	95,16	83,54
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,76</b>	<b>43,56</b>	<b>94,41</b>	<b>80,92</b>
11	-	0,76	45,16	96,30	87,54
12	A	0,38	28,47	96,59	89,24
	B	0,46	33,83	95,44	86,73
	C	0,44	32,75	95,39	87,27
	D	0,42	30,55	94,50	84,38
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>1,70</b>	<b>31,40</b>	<b>95,48</b>	<b>86,91</b>
13	A	0,44	27,39	93,46	83,33
	B	0,44	26,65	93,65	82,72
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,88</b>	<b>27,02</b>	<b>93,56</b>	<b>83,03</b>
14	A	0,47	25,43	90,70	75,80
	B	0,46	41,80	93,66	74,11
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,93</b>	<b>33,62</b>	<b>92,18</b>	<b>74,96</b>
15	A	0,39	56,82	95,23	86,49
	B*	0,56	39,33	97,56	91,57
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,95</b>	<b>48,08</b>	<b>96,40</b>	<b>89,03</b>
16	A	0,45	42,68	94,27	77,91
	B	0,50	44,80	93,44	73,45
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>0,95</b>	<b>43,74</b>	<b>93,86</b>	<b>75,68</b>
17	A	0,60	52,68	96,26	88,12
	B	0,44	40,05	95,57	85,74
	C*	0,45	40,96	98,06	92,77
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>1,49</b>	<b>44,56</b>	<b>96,63</b>	<b>88,88</b>
18	A	0,84	75,12	95,79	80,33
	B*	0,67	60,99	97,93	92,81
	C	0,34	60,48	96,15	88,35
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>1,85</b>	<b>65,53</b>	<b>96,62</b>	<b>87,16</b>
19*	A*	0,24	29,13	98,80	95,55
	B*	0,23	30,43	98,46	93,56
	C*	0,22	27,65	98,98	95,69
	D*	0,21	29,20	98,53	95,03
	E*	0,29	35,54	98,11	92,32
	F*	0,17	24,38	99,27	97,22
	G*	0,14	17,00	98,98	95,80
	H*	0,11	12,30	99,74	99,07
	I*	0,25	29,59	97,90	93,12
	J*	0,24	28,91	98,79	95,09
	K*	0,28	32,44	98,20	92,46
	L*	0,28	32,96	98,66	95,82
	<b>Toplam/Ort.</b>	<b>2,66</b>	<b>27,46</b>	<b>98,70</b>	<b>95,06</b>
20*	A*	0,84	48,57	97,65	91,67
	B*	0,78	48,11	99,52	97,63
	C*	0,73	43,72	99,96	99,45
	D*	0,70	41,83	99,97	99,30
	E*	0,77	47,25	99,93	98,89
	F*	0,51	37,36	99,94	98,96
<b>Toplam/Ort.</b>	<b>4,33</b>	<b>44,47</b>	<b>99,50</b>	<b>97,65</b>	
<b>Genel Ortalama</b>		<b>1,09</b>	<b>49,02</b>	<b>95,55</b>	<b>95,55</b>

\*Eş su dağılım kriterini sağlayan işletme veya işletme birimleri

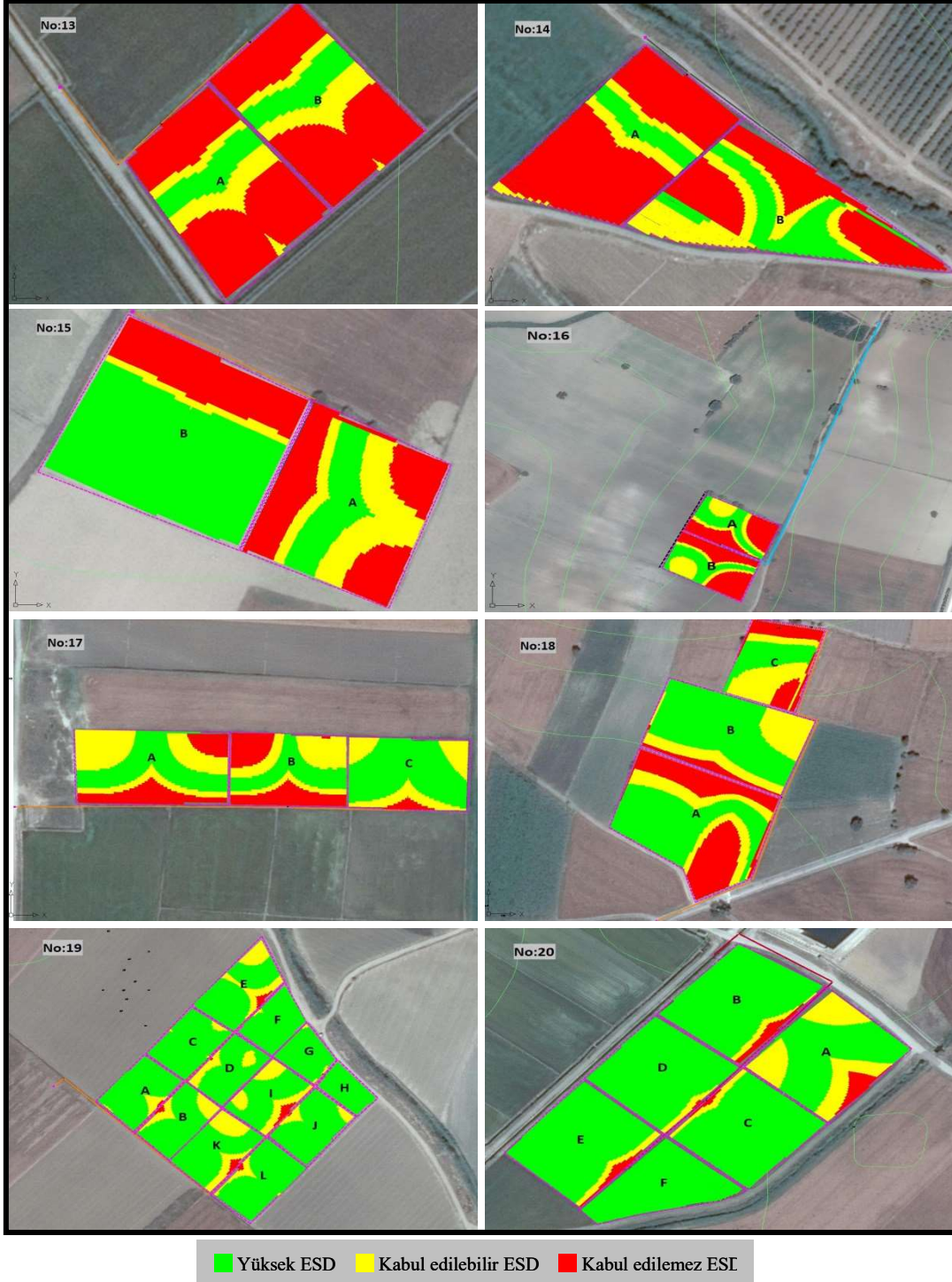


Şekil 2. 1-6 nolu işletmelere ilişkin eş su dağılım (ESD) haritaları



Şekil 2 (Devam). 7-12 nolu işletmelere ilişkin eş su dağılım (ESD) haritaları





Şekil 2 (Devam).13-20 nolu işletmelere ilişkin eş su dağılım (ESD) haritaları

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Çanakkale ilinde sebze üretimi yapılan arazilerden rastgele seçilen 20'sine ilişkin veriler toplanmış ve CAD tabanlı bir program (IrriPro) ile eş su dağılım haritaları oluşturulmuştur.

İncelenen sistemlerin büyük çoğunluğunda filtreleme sistemleri oldukça yetersiz bulunmuştur. Bu durum, zaten eş su dağılımının sağlanamadığı arazilerde, zamanla meydana gelecek tıkanmalar sonucunda eş su dağılımının daha da bozulmasına neden olacaktır.

İncelenen arazilerde bir işletme biriminin ortalama büyüklüğü ve lateral boru uzunlukları çok büyük olmamasına rağmen istenilen eş su dağılımının sağlanamadığı görülmüştür. Bunun nedeninin



sistem planlamasında oldukça önemli olan damlatıcı aralığı ve debisi, ana, yan ve lateral boru çapları ve uzunlukları, pompa seçimi gibi faktörlerin yeterince dikkate alınmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Simulasyon sonuçlarına göre sadece üç işletme istenilen eş su dağılım kriterlerini sağlamıştır. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında 20 işletmeye ait ortalama CU ve EU değerleri istenilen eş su dağılım kriterlerini sağlayamamıştır. Eş su dağılım haritalarına göre, özellikle su giriş yerlerinde basıncın yüksek olmasından kaynaklanan su dağılımı bakımından yetersizliklerin olduğu tespit edilmiştir.

IrriPro programı ile sistem unsurları belirlenen bir damla sulama sisteminin araziye kurulumu yapılmadan önce eş su dağılımının nasıl olacağını bilmesi önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışmada olduğu gibi, kurulu sistemlerin eş su dağılımının ne ölçüde sağlandığının araştırılmasına imkan vermektedir. Aksi takdirde çok sayıda işletmeye ait sistem performanslarının değerlendirilebilmesi mümkün olamayabilir. Yapılacak benzer çalışmalarda da hızlı ve doğru bir değerlendirmeye olanak sağlayan bu program kullanılabilir.

Sonuç olarak, incelenen arazilerdeki mevcut damla sulama sistemlerinin tekniğe uygun olarak doğru tasarlanmadığını ve buna bağlı olarak da eş su dağılımının oldukça yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, kurulacak olan damla sulama sistemlerinin istenilen düzeyde eş su dağılımının sağlanabilmesi için mevcut koşullara uygun olarak sistem tasarımının konusunda uzman mühendisler tarafından yapılması ve söz konusu program ile de damla sulama sistemi araziye kurulmadan önce sistemin eş su dağılım düzeyinin belirlenmesi önerilebilir.

**Not:** Çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, FHD-2016-1001 numarası ile Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

#### **Kaynaklar**

- Alaç, V., 2006. Sırta dikim yapılmış narenciye bahçesinde kurulu bulunan damla sulama sisteminin performansının değerlendirilmesi Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Bağdatlı, M.C., 2006. Konya çevresinde sebze bahçelerinde uygulanan damla sulama sistemleri üzerine bir araştırma. S.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Bilal, A., 1997. Adana Yakapınar Beldesinde bir narenciye bahçesinde kullanılan damla sulama sisteminin değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Bralts, V.F., 1986. Operational Principles-Field Performance and Evaluation In: Trickle Irrigation for Crop Production (ed. F. S. Nakayama, D. A. Bucks), Elsevier Science Publisher, B. V. The Netherlands, p.216-223.
- Christiansen, J.E., 1942. Irrigation by Sprinkling. California Agriculture Experiment Station Bulletin, No:670.
- Çamoğlu, G., Demirel, K., 2006. Çanakkale yöresi tarım işletmelerinde kullanılan damla sulama sistemlerinin tasarım ve işletim yönünden incelenmesi. Ege Uni. Ziraat Fak. Derg. 43 (1): 97-108.
- Keller, J., Karmeli, D., 1975. Trickle Irrigation Design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation Glendora. California, p.133., U.S.A.
- Korukçu, A., 1980. Damla sulamasında yan boru uzunlarının saptanması üzerinde bir araştırma. Ankara Ün. Zir. Fak. Yayınları 742, s.75, Ankara.
- Korukçu, A., Yıldırım, O., 1984. Damla sulamasında su dağılımı açısından yan boru uzunluklarının saptanması. I. Ulusal Kültürteknik Kongresi. Ç.Ü.Z.F. s.16-39, Adana.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen N., Aydinol, P., Demir, A.O., 2014. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Hort. Environ. Biotechnol. 55(2): 103-114.
- Kuşçu, H., 2016. Mustafakemalpaşa ilçesinde salçalık domates yetiştiriciliğinin genel durumu ve damla sulama yönteminde karşılaşılan sorunlar. II.Cilt, s. 1-12. Uluslararası III. Mustafakemalpaşa Sempozyumu. 13-15 Mayıs. Bursa.
- Yazgan, S., Değirmenci, H., Büyükcangaz, H., Demirtaş, Ç., 2000. Bursa yöresi zeytin yetiştiriciliğinde sulama sorunları. s. 275-282. Türkiye 1. ve 2.'lik. Sempozyumu. 6-9 Haziran. Bursa.
- Yıldırım, O., Korukçu, A., 1999. Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. A.Ü. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 272s., Ankara.