



## Bodur Kiraz Bahçelerinde Damla ve Mikro Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Yatırım ve İşletme Masrafları Yönünden Karşılaştırılması \*

Hüseyin T. GÜLTAŞ<sup>1</sup>

Yeşim ERDEM<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 01.11.2006

Öz: Bu çalışmada, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde seçilen 27.3 da büyüklüğündeki bir kiraz bahçesinde, damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinin sulama suyu ihtiyacı, ilk tesis masrafı, yıllık işletme masrafı, enerji masrafı ve toplam masraflar açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, alanın toprak özellikleri saptanmış, kirazın su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı hesaplanmış, sulama sistemleri planlanmış, sistem debileri belirlenmiş, sistem unsurları boyutlandırılmış ve 2006 yılı fiyatlarına göre proje keşif özetleri hazırlanmıştır. Ekonomik analiz yapılarak, her sistem için, tesis masrafı, yatırım masrafı, yıllık sabit masraf, enerji masrafı, bakım-onarım masrafı, sulama işçiliği masrafı ve yıllık toplam masraf değerleri belirlenmiştir. Sonuçta, mevsimlik toplam sulama suyu ihtiyacı, damla sulama yönteminde 397 mm, mikro yağmurlama sulama yönteminde ise 482 mm bulunmuştur. Sistem debisi damla sulama yönteminde 3.56 L/s, mikro yağmurlama sulama yönteminde ise 5.12 L/s olmuştur. Yıllık toplam yatırım masrafı ve yıllık toplam masraflar, damla sulama yönteminde mikro yağmurlama sulama yöntemine göre sırasıyla % 17 ve % 13 daha fazla bulunmuştur. Bu değerlere göre, kiraz sulamasında düşük dinamik yüksekliğe sahip kuyulardan yararlanılması durumunda, su kaynağı yeterli ise mikro yağmurlama sulama, aksi takdirde, damla sulama yönteminin seçilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kiraz, damla sulama yöntemi, mikro yağmurlama sulama yöntemi, sulama suyu ihtiyacı, sulama masrafları.

## Comparison of Drip and Micro Sprinkler Irrigation Methods for Dwarf Cherry Orchards in the Aspect of Investment and Operational Costs

Abstract: This study was conducted in the field of Tekirdag Viticulture Research Institute. Drip and micro sprinkler irrigation methods were compared in respect to irrigation water requirements, establishment cost, running cost, energy cost and annual total cost in the cherry orchard of 27.3 da. For this purpose, soil characteristics were determined, irrigation water requirements of cherry was calculated, and then, irrigation systems were planned, system capacities were determined, system components were designed and project estimated costs were prepared according to prices of year of 2006. The cost of establishment, capital, fixed, energy, maintenance, labour of irrigation and annual total costs were calculated by economic analysis. As a result, seasonal irrigation water requirements were found 397 mm and 482 mm for drip and micro sprinkler irrigation methods, respectively. System capacities were determined as 3.56 L/s in drip irrigation method and 5.12 L/s in micro sprinkler irrigation method. Annual total capital cost and annual total cost were found as upper at the level of 17% and 13%, respectively, in drip irrigation method than micro sprinkler irrigation method. According to the this results, it has been suggested that, when irrigation water has been taken from the wells with low dynamic head, if water source has been adequate micro sprinkler irrigation method can be applied, but if water is scarce drip irrigation method should be preferred.

Key Words: Cherry, drip irrigation method, micro sprinkler irrigation method, irrigation water requirement, irrigation costs

\* Yüksek Lisans Tezi'nden hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Tekirdağ

## Giriş

Su kaynaklarının yeryüzündeki dağılımı, suya olan istemin kaçınılmaz biçimde artması, mevcut su kaynakları sistemlerinin beklenen hedeflerin uzağında kalması, suyun etkin ve ekonomik kullanılamaması ve tüm bu eğilimlerin süreklilik göstermesi gibi nedenler, gelecekteki besin gereksiniminin karşılanabilmesi konusunda ciddi riskler ve kuşku yaratmaktadır. Aynı zamanda su; besin güvenliği ve endüstriye hammadde temini yönünden, tarımsal üretimin en önemli girdisini oluşturur. Bu durum, su kaynakları yönetiminde geleneksel uygulamanın sorgulanmasına ve konuyu bir bütünsellik içinde ele alacak, ekonomik randımına dayalı, yeni ve köklü yönetim arayışlarını gerektirmiştir. Ayrıca, tarım, tatlı suyun yaklaşık % 70' ini kullanmakta, günümüzde üretilen gıdanın % 30 - 40' ını, tarım alanlarının % 17' inden sulamayla elde edilmektedir. Ancak tarım ve sulamanın, gelecekte, artan nüfus ve su gereksinimine bağlı olarak, bu konumunu koruyamayacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, su kaynakları, sürdürülebilirlik ilkesine dayalı olarak, çok daha fazla, etkin ve ekonomik kullanılmalı, çevreye daha az zarar vermeli, günümüzde ve gelecekte insanların gereksinimlerini karşılayabilecek biçimde yönetilmelidir (Korukçu ve Büyükcangaz 2003).

Ülkemizin kurak ve yarı - kurak iklim kuşağı içinde yer alması, sulamanın önemini bir kat daha arttırmaktadır. Sulama çalışmalarının başlangıcını ise, koşulların gerektirdiği sulama yöntemi ve sisteminin seçimi oluşturur. Sulama yönteminin seçiminde toprak, topoğrafya, iklim, bitki, sulama suyunun kalite ve kantitesinin yanı sıra, ekonomik etmenlerde önemli rol oynamaktadır (Güngörve Yıldırım 1989).

Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle topraktaki nem eksikliğine duyarlı ve ekonomik verimi yüksek olan bitkiler ile meyve ağaçlarının sulanmasında damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Günümüzde, İsrail' in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa' nın % 95' i, Mısır' ın % 62' si ve Amerika Birleşik Devletleri' nin % 50' si damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır (www.icid.org). Ülkemizde ise bu değer tahmini olarak % 10 civarında olduğu varsayılmasına karşın, son yıllarda giderek artmaktadır.

Su kaynaklarının geliştirilmesi planlamalarında çeşitli alternatif sulama projelerinin ekonomik yönden mutlaka karşılaştırılması ve herhangi bir projenin teknik yönden tutarlılığının yanı sıra, ekonomik yönden de mevcut çözümler arasından en iyisi olduğunun gösterilmesi gerekmektedir. Ülkemizde ve dünyada, özellikle çok yıllık bitkilerde, damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemleri ile sulama yöntemlerinin ekonomik olarak karşılaştırılmasına yönelik çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Yıldırım (1994), meyve ağaçlarının sulanmasında damla, yağmurlama ve karık yöntemlerini ekonomik yönden karşılaştırmak amacıyla yürüttüğü çalışmada, içerisinde elma, armut, ayva, vişne, kiraz, erik ve şeftali ağaçları bulunan Amasya - Gökhöyük Tarım İşletmesini pilot alan olarak seçmiştir ve her bir sulama yöntemi için sulama suyu ihtiyaçları, sistem debileri ve masraf unsurlarını hesaplamıştır. Orta (1997), düşük dinamik yüksekliğe sahip kuyulardan yararlanılan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde seçilen 42 da büyüklüğündeki bir bağ alanında, damla ve karık sulama yöntemlerini, sulama suyu ihtiyacı, ilk tesis masrafı, yıllık işletme masrafı, enerji masrafı ve toplam masraflar açısından karşılaştırmıştır. Sistem debisi damla sulama yönteminde 2 L/s, karık sulama yönteminde ise 20 L/s olmuştur. Karık sulama yönteminde yatırım masrafı damla sulama yöntemine göre % 39 daha az olmasına karşın, yıllık enerji masrafı ve yıllık sulama işçiliği masraflarının damla sulama yönteminde sırasıyla % 68 ve % 50 daha düşük olduğu belirtilmiştir. Kaya ve Yıldırım (1999) tarafından, Ankara' da yürütülen çalışmada, meyve bahçesi modeli alınarak, farklı bahçe büyüklükleri ve farklı su kaynağı özellikleri için, damla ya da damla yöntemi ile yeterli ıslatma oranının elde edilemediği durumda, ağaçaltı mikro yağmurlama sulama sistemleri planlanmış, sistem unsurlar boyutlandırılmış ve birim alan sistem debileri ile sulama sistemlerine ilişkin değişik maliyet unsurları elde edilmiştir. Sonuçta birim alan sistem debileri 0.6-1.8 L/s/ha arasında değişmiş ve yıllık toplam masraflar içerisinde sabit, işletme, enerji, bakım-onarım ve sulama işçiliği masraflarının payı, sırasıyla % 92.8-97.6, % 2.4-7.2, % 0.0-4.5, % 0.9-1.0 ve % 0.8-2.5 arasında kalmıştır. Bursa yöresinde yürütülen iki ayrı çalışmada, şeftali ve zeytin ağaçları için elde edilen 10 yıllık verim değerleri dikkate alınarak farklı çeşitler için fayda-masraf analizleri yapılmıştır. Sonuçta, her iki bitki grubu için ilk yatırım masrafları yüksek olmasına rağmen damla sulama sisteminin ekonomik olarak kullanılabilirliği açıklanmıştır (Çetin ve ark. 2003, Çetin ve ark. 2004).

Thadchayini ve Thiruchelvam (2005), Sri Lanka' da muz ağaçlarında damla sulama sisteminde verim ve net geliri yüzey sulamaya göre sırasıyla % 31 ve % 42 daha yüksek bularak, fayda-masraf oranını 3.93, iç karlılık oranını ise % 24.58 açıklamışlardır. İspanyanı güneydoğusunda Romero ve ark. (2006) tarafından badem ağaçlarında yüzey ve yüzey altı damla sulama yöntemleri ekonomik olarak karşılaştırılmış ve sonuçta kısıtlı su ve yarı-kurak iklim koşullarında yüzeyaltı damla sulama yönteminin daha ekonomik olduğuna karar verilmiştir.

Su kaynakları son derece kısıtlı olan ve son yıllarda mevcut kaynakları, hızlı ve plansız gelişen sanayi nedeniyle kalite ve kantite açısından düşüşe geçen Trakya Bölgesinde, yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan kiraz için planlanan iki farklı basınçlı sulama yönteminin, ekonomik yönden analizi gerekmektedir. Bu çalışmada, kiraz ağaçlarının sulanmasında, toprak, iklim ve bitki özellikleri dikkate alınarak damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinin gerektirdiği sistemler projelendirilmiş, teknik ve ekonomik yönden karşılaştırılmalar yapılmıştır.

#### Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nün arazisinde seçilen kiraz bahçesi ele alınmıştır. Enstitü alanının toplam büyüklüğü 979 da olup, halen bu arazi varlığının % 91' inde araştırma ve üretim faaliyetleri sürdürülmektedir. Bu bölümün % 75' inde ise sulu tarım yapılabilmektedir.

Alanın sulanmasında 7 adet kuyu ile 4 adet havuz kullanılmaktadır. Kuyuların statik emme yükseklikleri 2 - 6 m, debileri ise 1.2-20 L/s arasında değişmektedir. Havuzların depolama kapasiteleri 118.5 - 422 m<sup>3</sup> arasındadır. Mevcut durumda su iletimi ve dağıtımını gömülü boru hatları ile yapılmakta, genel olarak yüzey sulama yöntemleri uygulanmakta, ancak bağ fidanlığı, bazı bağ ve meyve alanları damla sulama yöntemiyle sulanmaktadır (Orta 1997).

Enstitü arazisinde seçilen araştırma parseli, 27.3 da alanda "Ziraat 900" kiraz çeşidinden oluşturulmuş meyve bahçesidir. Alanda yer alan kiraz ağaçları 5.0 x 2.5 m dikim aralığına sahiptir ve parselde eğim söz konusu değildir.

Araştırma alanının 1939 - 2002 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının ilk ve son don tarihleri arasında

kalan aylık ortalamaları, Meteoroloji Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığından sağlanmıştır.

Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü topraklar killi - tınlı bir bünyeye sahip, hafif tuzlu, az kireçli ve organik madde içeriği düşük topraklardan oluşmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü alana ait fiziksel analiz sonuçlarına göre, kullanılabilir su tutma kapasitesi değeri, 113.42 mm/ 60 cm olarak bulunmuştur. (Blake 1965, Benami ve Diskin 1965).

Alanda kullanılan sulama suyu özelliklerini belirlemek için su örnekleri alınmış, Ayyıldız (1990)' da verilen esaslara göre T<sub>2</sub>S1 olarak tespit edilmiştir.

Damla ve mikro yağmurlama sulama sistem unsurlarının boyutlandırmasında yararlanmak üzere, toprak örneği alınan profilin hemen yanında, çift silindir infiltrometre yöntemiyle 2 tekerrürlü olarak, infiltasyon testleri yapılmış ve elde edilen değerlerin ortalaması alınarak gerçek su alma hızı değerleri Criddle ve ark. (1956)' da verilen esaslara göre 8.7 mm/h olarak belirlenmiştir.

Her sulamada uygulanacak net sulama suyunun belirlenmesinde, etkili kök derinliği 60 cm alınmıştır (Nunez-Elisea 2004, Baddeley ve Watson 2005). Damla sulama ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinin her birinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanacağı ve mevcut nemin tarla kapasitesine tamamlanacağı yaklaşımları yapılmıştır. Damla sulama yönteminde uygulanacak sulama suyu miktar islatılan alan yüzdesi ile düzeltilmiştir. Uygulanacak net sulama suyu miktarının sulama sezonu boyunca en yüksek günlük bitki su tüketimine oranlanması ile sulama aralığı, yine net sulama suyu miktarının su uygulama randımanına oranlanması ile her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu hesaplanmıştır (Yıldırım 2005). Mevsimlik toplam sulama suyu ihtiyacının belirlenmesinde ise Modifiye Penman-Monteith (FAO) yöntemini içeren CROPWAT bilgisayar yazılımı kullanılmıştır (Smith 1992).

Damla sulama sisteminin projelendirilmesinde ilk olarak toprak bünyesi ve infiltasyon hızı değeri dikkate alınarak damlatıcı debisi ve damlatıcı aralığı saptanmıştır (Papazafiriou 1980, Yıldırım 2005). Daha sonra damlatıcı aralığı ve bitki sıra aralığı dikkate alınarak islatılan alan yüzdesi hesaplanmıştır, alanın en

az % 30' unu ıslatacak biçimde lateral tertip biçimi belirlenmiş ve lateral boru hatları herhangi bir eğim söz konusu olmadığından ağaç sıraları boyunca döşenmiştir.

Enstitü koşullarında günde en çok 20 h sulama yapılabileceği göz önüne alınarak, işletme birimi sayısı belirlenmiştir. Her bir işletme birimi başına manifold (yan boru) boru hatları ve her bir manifold boru hattı ise ana boru hattına bağlanmıştır. Ana boru hattı başında suyun süzülmesi için kombine bir elek filtre, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek için düzenlemek amacıyla basınç regülatörü ile birim unsurlarının giriş ve çıkışlarına yerleştirilen manometrelerden oluşan kontrol birimi kullanılmıştır. Araştırma parselinin sulanması için gerekli sulama suyu derin kuyudan, 120 m<sup>3</sup>/h debili ve basma yüksekliği 87 mss olan, sulanan alanların büyük bir kısmına hizmet eden, mevcut motopomp yardımıyla sağlanmaktadır.

Kullanılan damla sulama projesi tam otomatik olarak tasarlanmıştır. Sistemde işletme basıncı 10 m alınmıştır. İşletme biriminde oluşan yük kayıpları, işletme basıncının en çok % 20' si kadar olacaktır. Bu yük kayıplarının en çok % 45' inin yan boru hattı, % 55' inin ise lateral boru hattı boyunca oluşacağı yaklaşımı yapılarak, eğimden kaynaklanan yük kaybı sıfır alınarak, izin verilen yük kayıpları elde edilmiş ve bu yük kayıplarını aşmayacak biçimde yan ve lateral boru çapları seçilmiştir. Ana boru hattının çapının seçilmesinde ise Keller yöntemi kullanılmıştır (Yıldırım 2005).

Mikro yağmurlama sulama yönteminde, her ağaç sırasına bir lateral ve yağmurlama hızı toprağın su alma hızını geçmeyecek biçimde her ağaç başına bir mikro yağmurlama başlığı yerleştirilmiştir. Mikro yağmurlama sulama yönteminde, ıslatılan alan oranının, nemli bölgelerde en az % 25 ve en çok % 50 olacağı yaklaşımı dikkate alınmıştır (Yıldırım 2005).

Kullanılan ağaç altı mikro yağmurlama sulama projesi tam otomatik olarak tasarlanmıştır. Sistem basıncı pompa birimi ile sağlandığından işletme basıncı 15 m alınmıştır. Proje kapsamında 6 adet işletme birimi oluşturulmuştur. Lateral, manifold ve ana boru hatları gibi sistem unsurlarının boyutlandırılması, kontrol birimi unsurlarının ve pompa biriminin seçilmesi, damla sulama sistem unsurlarında açıklandığı biçimde yapılmıştır.

Kiraz ağaçları için bitki su tüketimi, uygulanacak sulama suyu miktarı, kullanılacak sulama yönteminin tüm unsurları, iş gücü giderleri, sulama suyu masrafı vb. tüm parametreler dikkate alınarak, en uygun sulama yöntemi belirlenmiştir. Proje keşif bedelleri, tesis masrafı, yatırım masrafı, yıllık sabit masraf, yıllık enerji masrafı, yıllık bakım onarım masrafı, yıllık sulama işçiliği masrafı ve yıllık toplam masraf değerleri gibi maliyet analizleri, Balaban (1986)' da verilen esaslara göre yapılmıştır. Bu amaçla, öncelikle göz önüne alınan kiraz alanında damla ve mikro yağmurlama sulama sistemleri için metraj cetvelleri hazırlanmıştır. Bu nedenle Köy Hizmetleri 2006 yılı birim fiyatlarından ve piyasa rayçilerinden yararlanılmıştır (Anonim 2006).

Beklenmeyen masraflar keşif bedelinin % 15' i kabul edilmiş, bu değere eklenerek tesis masrafları bulunmuştur.

Yatırım masrafları, tesis masraflarına % 15 etüd - proje ve mühendislik masrafları eklenerek bulunmuştur. Çalışmada, alan büyüklüğünün küçük olması nedeniyle kurulum süresi kısa olacağından inşaat süresince faiz ihmal edilmiştir.

Yıllık sabit masraflar toplamı ise, yatırım masraflarının faiz oranı ve servis ömrüne göre bulunan amortisman faktörüne göre düzeltilerek bulunmuştur. Faiz oranı olarak, Ziraat Bankasının cari tarımsal kredi faizi olarak açıkladığı %18 değeri dikkate alınmıştır. Maliyet analizlerinde göz önüne alınan sistem unsurlarına ilişkin servis ömürleri Yıldırım (1994)' den alınmıştır.

Yıllık işletme masrafları, işletme - bakım - onarım masrafı, enerji masrafı, işçilik masrafı ve su bedeli toplamından oluşmaktadır.

Bakım-onarım masrafı, damla ve mikro yağmurlama sulama sistemlerinde tesis masrafının % 2' si olarak alınmıştır (Balaban 1986).

Sulama suyunun sulama kanalından motopomp ile alınması durumunda enerji masrafları Kay ve Hatcho (1992) ve Yıldırım (2005)' te verilen esaslara göre belirlenmiştir. Çalışmada uygulanacak net sulama suyu miktarının hesaplanmasında, Kay ve Hatcho (1992), Güngör ve ark. (1996) ve Kanber (1997)'de verilen bilgilere göre su uygulama

randımanları ( $E_a$ ), damla sulama yöntemi için % 85 ve mikro yağmurlama sulama yöntemi için % 70 olarak kabul edilmiştir. Enerji masraflarının hesaplanması için gerekli olan elektrik enerjisi bedeli, 2006 yılının Eylül ayı değeri olan 0.12 YTL / kWh olarak alınmıştır.

Bu çalışmada, farklı sulama yöntemleri için gerekli işgücü miktarları, yöresel çalışmalar ile Kay ve Hatcho (1992) ve Burt ve ark. (2000) tarafından hazırlanmış çizelge kullanılarak belirlenmiştir. Her bir sulama için günlük işgücü miktarı, damla sulama ve mikro yağmurlama yöntemleri için 0.25 olarak alınmıştır. Çalışmada, sulama işçiliği masrafları, sulama sayıları ve 2006 yılı bir işçi günlük gideri olarak Köy Hizmetleri Müdürlüğü tarafından açıklanan 35 YTL/gün' e göre hesaplanmıştır.

Ülkemizde DSİ tarafından işletilen sulama alanlarında, sulanan ürün çeşidine göre birim alan sulama ücreti alınmaktadır. Bu ücret genellikle sulama sezonu öncesi DSİ tarafından belirlenmekte ve çiftçilere bildirilmektedir. Fakat son yıllarda, ülkemizdeki mevcut sulama projelerinin yaklaşık % 95' i, sulama birliklerine veya sulama kooperatiflerine devredildiğinden, birim alan su ücretleri, adı geçen organizasyonlar tarafından belirlenmektedir. Bu çalışmada, Trakya bölgesi için DSİ tarafından belirlenen 2006 yılı birim alan su ücretleri dikkate alınmıştır. Bu değer, kiraz için bir sulama sezonu boyunca 235 YTL/ha olarak açıklanmıştır.

Çalışmada Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde yer alan kiraz bahçesinin 2 yaşında olması, özellikle kullanılan bodur kiraz çeşidinde en az 3 yıl sonra gerçek verime ulaşılması sebebiyle net gelir hesabı yapılamamıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Büyüme mevsimi süresince 10 günlük periyotlar için hesaplanan referans bitki su tüketimi, gerçek bitki su tüketimi, etkili yağış değerleri ve sulama suyu ihtiyaçları CROPWAT bilgisayar programından yararlanılarak hesaplanmıştır ve Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede yer alan bitki katsayılarının ( $K_c$ ) eldesinde FAO 24 (Doorenbos ve Pruitt 1984) kullanılmıştır. Damla ve mikro yağmurlama sulama yönteminde kullanılacak bitki su tüketimi değerleri ise CROPWAT ile hesaplanan bitki su tüketimi değerlerinin, gölgelenen alan yüzdesinin %70 olacağı

yaklaşımı yapılarak, elde edilen %82.4 değeri ile düzeltilerek hesaplanmıştır.

Çizelgeden görülebileceği gibi, en yüksek bitki su tüketimi Temmuz ayında oluşmuş olup kiraz için bu değer 124.15 mm/ay ve damla ile mikro yağmurlama sulama yöntemleri için en yüksek bitki su tüketimi değeri yine aynı ayda 102.23 mm/ay olarak elde edilmiştir.

Damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemleri için sulama mevsimi boyunca toplam net sulama suyu ihtiyacı 337.48 mm ve mevsimlik toplam bitki su tüketimi 559.11 mm elde edilmiştir.

Damla sulama ve mikro yağmurlama sulama sistemleri için projelirmede kabul edilen ve hesaplama sonucunda belirlenmiş bazı projelendirme faktörleri Çizelge 2' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi uygulanacak toplam sulama suyu miktarı damla sulama yöntemi için 8.8 mm, sulama aralığı 2 gün, sulama süresi 3.5 h, mikro yağmurlama sulama yöntemi için bu değerler sırasıyla 16 mm, 3 gün ve 2 h' tir.

Damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemleri için, mevsimlik toplam sulama suyu ihtiyaçları, sulama randımanları dikkate alınarak damla sulama yöntemi için 397 mm, mikro yağmurlama sulama yöntemi için 482 mm olarak hesaplanmıştır. Çizelge 2' den izlenebileceği gibi, sistem debileri damla sulama yönteminde 3.56 L/s, mikro yağmurlama sulama yönteminde ise 5.12 L/s olarak bulunmuştur. Birim alan sistem debileri ise damla ve mikro yağmurlama yöntemleri için sırasıyla, 0.13 L/s/da ve 0.19 L/s/da olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, damla sulama yönteminde ihtiyaç duyulan toplam mevsimlik sulama suyu ihtiyacı % 18 ve sistem debisi % 31 daha az olmuştur. Sistem debisi, özellikle damla sulama yönteminde işletme birimi sayısının maksimum işletme birimi sayısına eşit ya da yakın alınmasıyla düşürülebilir. Ancak, bu tip küçük alanlarda işletme birimi sayısındaki artış manifold boru boyunu ideal sınırların altına düşürmektedir.

Damla ve mikro yağmurlama sulama sistem projelerinden yararlanılarak hazırlanan proje keşif özetlerinin kullanımıyla, elde edilen birim alan değişik masraf unsurları Çizelge 3' de ve yıllık toplam masrafların yöntemlere göre değişimi diyagram şeklinde Şekil 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Bitki su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı sonuçları

Periyot	Referans bitki su tüketimi ETO (mm/periyot)	Bitki katsayısı K <sub>c</sub>	Bitki su tüketimi ET (mm/periyot)	Damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemi için bitki su tüketimi T (mm/periyot)	Toplam etkili yağış (mm/periyot)	Sulama suyu ihtiyacı (mm)
<b>Mart</b>						
11-21	21.02	0.65	13.67	11.25	14.45	0.00
21-31	24.78	0.66	16.49	13.58	13.93	0.00
<b>Nisan</b>						
1-10	28.64	0.70	20.01	16.47	13.49	2.98
10-20	32.48	0.73	23.77	19.57	13.11	6.46
20-30	36.17	0.76	27.68	22.79	12.76	10.03
<b>Mayıs</b>						
1-11	39.59	0.80	31.61	26.03	12.41	13.62
11-21	42.64	0.83	35.47	29.21	12.02	17.19
21-31	45.22	0.85	38.44	31.65	11.54	20.11
<b>Haziran</b>						
1-11	47.26	0.85	40.18	33.08	10.94	22.14
11-20	48.70	0.85	41.39	34.08	10.16	23.92
20-30	49.48	0.85	42.06	34.64	9.16	25.48
<b>Temmuz</b>						
1-11	49.60	0.85	42.16	34.72	7.91	26.81
11-20	49.04	0.85	41.68	34.32	6.37	27.95
20-31	47.82	0.84	40.31	33.19	3.79	29.4
<b>Ağustos</b>						
1-11	45.99	0.83	38.02	31.31	0.00	31.31
11-20	43.60	0.81	35.34	29.10	0.89	28.21
21-31	40.72	0.79	32.35	26.64	6.63	20.01
<b>Eylül</b>						
1-11	37.44	0.78	29.14	23.99	9.04	14.95
11-20	33.87	0.76	25.82	21.26	10.84	10.42
20-30	30.12	0.75	22.48	18.51	12.77	5.74
<b>Ekim</b>						
1-11	26.31	0.73	19.21	15.82	15.07	0.75
11-20	22.57	0.71	16.11	13.26	17.63	0.00
20-31	8.02	0.70	5.63	4.64	7.78	0.00
<b>Toplam</b>	<b>851.08</b>		<b>679.02</b>	<b>559.11</b>	<b>232.69</b>	<b>337.48</b>

Damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemleri için hazırlanan keşif - metraj özetlerinde yer alan toplam masraf miktarları keşif bedeli olarak alınmış, bu miktarın % 15' i beklenmeyen masraflar olarak göz önüne alınarak toplam tesis masrafı sırasıyla 35 081 YTL ve 29 902 YTL olarak elde edilmiştir.

Yatırım masrafları damla sulama yöntemi için 40 343 YTL ve mikro yağmurlama sulama yöntemi için 34 387 YTL bulunmuştur.

Yıllık sabit masrafların eldesinde ise yatırım masraflarının faiz oranı % 18 ve sulama sistemlerinin servis ömrü 25 yıl alınmış ve amortisman faktörü 0.18292 hesaplanmıştır. Bu değer ile yatırım masrafları düzeltilerek damla ve mikro yağmurlama yöntemleri için yıllık sabit masraf sırasıyla 7 380 YTL ve 6 290 YTL elde edilmiştir.

İşletme - bakım - onarım masrafı damla ve mikro yağmurlama sulama sistemlerinde sırasıyla 702 YTL ve 598 YTL hesaplanmıştır.

Enerji masrafları ise, damla sulama sisteminde 111 YTL, mikro yağmurlama sulama sisteminde 221 YTL bulunmuştur. Her iki sulama sistemi için toplam işçilik masrafının hesaplanmasında, toplam sulama sayısı 26, 27.3 da'lık kiraz alanı için hesaplanan gerekli işgücü miktarı 0.68 işçi olarak alınmış ve bu masraf 619 YTL bulunmuştur. Kiraz için 2006 yılında uygulanan 235 YTL/ha su bedeli, toplam kiraz alanına çevrilerek kullanılmıştır. Bu nedenle, sulama suyu bedeli uygulanan sulama suyuna bağlı olarak değişmemiştir. Dolayısıyla yıllık toplam işletme masrafı damla sulama sistemi için 2 074 YTL, mikro yağmurlama sulama sistemi için 7 462 YTL olarak elde edilmiştir.

Çizelge 2. Sulama sistemlerine ilişkin tasarım sonuçları

Tasarım elemanı	Damla sulama	Mikro yağmurlama
Damlatıcı debisi (L/s) / Başlık debisi (L/s)	4	48
Damlatıcı aralığı (m) / Başlık aralığı (m)	0.60	2.5
Islatılan alan oranı (%)	31	49
Lateral boru hattı (adet) / ağaç sırası	2	1
İşletme basıncı (m)	1	1.5
Uygulanacak toplam sulama suyu miktarı (mm)	8.8	16
Sulama aralığı (gün)	2	3
Sulama süresi (h)	3.5	2
İşletme birimi sayısı (adet)	6	6
Lateral boru uzunluğu (m)	60	60
Lateral debisi (L/h)	400	1152
Lateral boru dış çapı (mm)	20	25
Manifold boru uzunluğu (m)	40	40
Manifold debisi (L/s)	3.56	5.12
Manifold boru dış çapı (mm)	75	75
Aynı anda su verilecek işletme birimi sayısı	1	2
Sistem debisi (L/s)	3.56	5.12
Ana boru dış çapı (mm)	75	75
Pompa birimi manometrik yüksekliği (m)	25	41

Masraf unsurlarının açıkça görüldüğü Çizelge 3 ve Şekil 1 incelendiğinde, toplam yatırım masrafı ve yıllık toplam masraflar damla sulama yönteminde mikro yağmurlama sulama yöntemine göre sırasıyla % 17 ve % 13 daha fazla olmuştur.

Ayrıca enerji masrafları, damla sulama yönteminde toplam sulama süresinin yüksek olmasına rağmen işletme basıncının, dolayısıyla manometrik yüksekliğin düşük olması nedeniyle, mikro yağmurlama sulama yöntemine göre daha az olmuştur.

Elde edilen sonuçlar, ülkemiz ve özellikle Trakya koşullarında yürütülmüş diğer çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Yıldırım (1994), Orta (1997) çalışmalarında yüzey sulama ile basınçlı sulama yöntemleri ekonomik yönden karşılaştırmışlar, ekonomik olarak su kaynaklarının yeterli olması

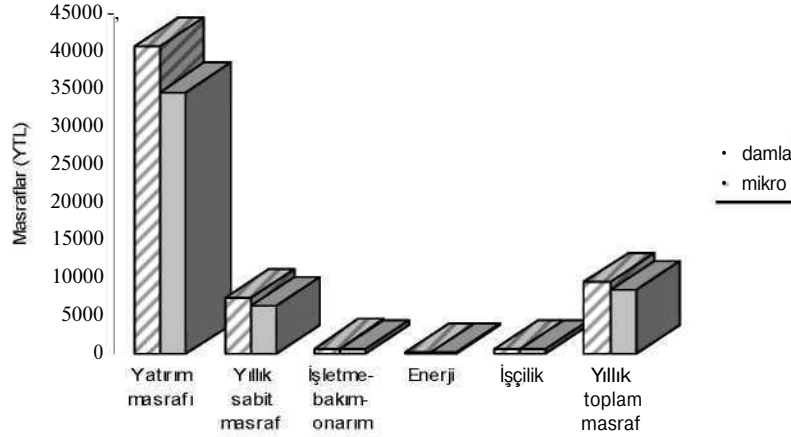
durumunda karık sulama yönteminin kullanılabilirliği, ancak, su kaynağının kısıtlı olması durumunda damla ya da ağaçaltı yağmurlama sulama yöntemlerinin kullanılmasını önerilmişlerdir.

Proje keşif bedeli ve buna bağlı olarak tesis, yatırım ve yıllık sabit masraf unsurlarının birim alan değerleri, meyve bahçelerinde damla ve mikro yağmurlama sulama yöntemlerinin masraflar yönünden karşılaştırıldığı Kaya ve Yıldırım (1999) ile farklılık göstermiş, ancak toplam masraflar içindeki payları aynı yönde değişmiştir.

Bu konuda yapılan bazı çalışmaların (Çetin ve ark. 2003, Çetin ve ark. 2004) desteklediği gibi, özellikle damla sulama yönteminin kullanılması durumunda, sisteme yapılacak yatırımların geri dönüşümü sağlanabilecektir.

Çizelge 3. Sulama maliyeti unsurları

Masraf unsurları		Damla sulama sistemi	Mikro yağmurlama sistemi	
Tesis masrafı (YTL)	Keşifbedeli	30 505	26 002	
	Beklenmeyen masraflar	4 576	3 900	
	Toplam	35 081	29 902	
Yatırım masrafı (YTL)	Tesis masrafı	35 081	29 902	
	Etüt-proje-mühendislik	5 262	4 485	
	Toplam	40 343	34 387	
Yıllık masraf (YTL)	Yıllık sabit masraf	7380	6290	
	Yıllık işletme masrafları	İşletme-bakım-onarım	702	598
		Enerji	111	221
		İşçilik	619	619
		Su bedeli	642	642
	Toplam	9454	8370	



Şekil 1. Masraf unsurlarının sulama yöntemine göre değişimi

## Sonuç

Mevcut kiraz alanında gerçekleştirilen tüm analizler değerlendirildiğinde, yeraltı su kaynaklarından yararlanılması ve kuyu dinamik yüksekliğinin fazla olmaması durumunda, su kaynağı yeterli ise kiraz sulamasında, toplam masraflar açısından mikro yağmurlama sulama yönteminin uygulanabileceği, kısıtlı su kaynağı koşullarında ise sulama suyu ihtiyacının ve sistem debisinin daha düşük olmasından dolayı damla sulama yönteminin

tercih edilebileceği söylenebilir. İki yöntem arasındaki yıllık toplam masraflar çok farklı olmadığından, özellikle de damla sulama yönteminin uygulandığı koşullarda, üretimin artması veya diğer tarımsal işlemlerden kaynaklanan masrafların azalması söz konusu ise damla sulama yöntemi tercih edilebilir. Böylece, sulama suyundan da önemli ölçüde tasarruf sağlanabilecektir.



Trakya bölgesinde geleneksel hale gelmiş kiraz yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapılması, verim ve kalite artışını zorunlu kılmaktadır. Trakya Bölgesinde sebze ve meyve tarımında genellikle yüzey sulama yöntemleri uygulanmakta ve sulama işlemleri bilinçsizce yürütülmektedir. Dolayısıyla, hem istenen düzeyde verim elde edilememekte, hem de birim alana düşen toplam sulama maliyeti genellikle yüksek olmaktadır. Bölgede su kaynaklarının kıt oluşu ve gelişen sanayi nedeniyle yıldan yıla da azalma göstermesi, doğal olarak basınçlı mikro sulama yöntemlerinden birinin kullanımını gerektirmektedir. Böylece, sulama suyundan tasarruf edilerek daha fazla alanın sulanabileceği söylenebilir.

Bunların yam sıra, elde edilen veriler, Trakya koşullarında kirazın su kullanım özelliklerinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışmaya dayanak oluşturabilecektir.

#### Kaynaklar

- Anonim 2006. 2006 Yılı İnşaat İşleri Birim Fiyat Cetveli. Köy Hiz. Gen. Müd. Yayınları, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1196, Ankara.
- Baddeley, J.A. and C.A Watson. 2004. Influences of root diameter, tree age, soil depth and season on fine root survivorship in *Prunus avium*. *Plant and Soil Sci.* 276, 15-22.
- Balaban, A. 1986. Su Kaynaklarının Planlanması. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 972, 263s, Ankara.
- Benami, A. and M.H. Diskin. 1965. Design of Sprinkling Irrigation, Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering, Publication 23, Technicon, Israel Institute of Technology, 1 -165, Haifa, Israel.
- Blake, G.R. 1965. Bulk density methods of soil analysis. Part I., *Am. Soc. Agron.* 9, 374 - 390, Soil Science Society of America, Madison.
- Burt, C.M., A.J. Clemmens, R. Bliesner, J.L. Merriam and L. Hardy. 2000. Selection of Irrigation Methods for Agriculture. American Society of Civil Engineers.
- Criddle, W.D., S. Davis, C.H. Pair and D.G. Shockley. 1956. Methods for Evaluation of Irrigation Systems. USDA Agric. Handbook, 82 pp., Washington D.C.
- Çetin, B., T. Tipi, H. Özer and S. Yazgan. 2003. Economics of drip irrigation for peach (*Prunus Persica*) orchards in Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horti. Sci.* 31, 85-90.
- Çetin, B., S. Yazgan, and T. Tipi. 2004. Economics of drip irrigation of olives in Turkey. *Agric. Wat. Manage* 66: 145-151.
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1984. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper 24, Rome.
- Güngör, Y. ve O. Yıldırım. 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1155, 371 s, Ankara.
- Güngör, Y., Z. Erözel ve O. Yıldırım. 1996. Sulama. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Ders Kitabı No: 1443/424, Ankara.
- Kanber, R. 1997. Sulama. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Ders Kitabı, Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: 52, 530s, Adana.
- Kay, M. and, N. Hatcho. 1992. Small - Scale Pumped Irrigation: Energy and Cost Irrigation Water Management Training Manuel, (Provisional Edition), FAO, Rome.
- Kaya, L. ve O. Yıldırım. 1999. Meyve bahçelerinde mikro sulama sistem maliyetlerinin karşılaştırılması. Ankara Üniv. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi 5(1): 59-65, Ankara.
- Korukçu, A. ve H. Büyükcangaz 2003. Su ve sulama yönetimine bütünsel yaklaşım. 2. Ulusal Sulama Kongresi, Bildiriler Kitabı, s:19 - 32, Aydın.
- Nunez-Elisea, R. 2004. Tree water use, irrigation scheduling and water management systems in sweet cherry. Research Report, Mid-Columbia Agricultural Research and Extension Center Oregon State University Sweet Cherry Research Program.
- Orta, A.H. 1997. Bağ Sulamasında Damla ve Karık Yöntemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Tarımsal Araş. Gen. Müd. Bağcılık Araş. Enst. Müd. Yayınları 151, Tekirdağ.
- Papazafiriou, Z.G. 1980. A Compact Procedure for Trickle Irrigation System Design. *ICID Bulletin* 19(1): 28 - 45.
- Romero, P., J. Garcia and, P. Botia. 2006. Cost - benefit analysis of a regulated deficit - irrigated almond orchard under subsurface drip irrigation conditions in Southeastern Spain. *Irrig. Sci.* 24: 175-184.
- Smith, M. 1992. CROPWAT a Computer Program for Irrigation Planning and Management. FAO Irrig. and Drain. Paper 46, 126 pp., Rome.
- Thadchayini, T. and S. Thiruchelvam. 2005. An Economic Evaluation of a Drip Irrigation Project for Banana Cultivation in Jaffna District. Water Professionals' Day Symposium, Sri Lanka.
- Yıldırım, O. 1994. Meyve Ağaçlarının Sulanmasında Damla, Yağmurlama ve Karık Yöntemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1347, 47s, Ankara.
- Yıldırım, O. 2005. Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1542, Ders Kitabı No: 495, Ankara.
- <http://www.icid.org>
- İletişim Adresi:  
Yeşim ERDEM  
Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Tekirdağ  
Tel: 0 282 293 1489  
E-posta: yerdem@tu.tzf.edu.tr