

Hatice GÜRGÜLÜ²
Mehmet Ali UL³

² Zir. Yük. Müh., E.Ü. Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Bornova, İzmir
hatice.gurgulu@ege.edu.tr

³ Prof. Dr., E.Ü. Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Bornova, İzmir

Akçay Sol Sahil Sulama Birliği Bünyesinde Yetiştirilen Bazı Bitkiler İçin En Uygun Sulama Zamanı Planlaması¹

Appropriate irrigation scheduling for crop pattern of
Akçay Left Bank Irrigation Association

¹ Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen 2005-ZRF-025 no'lu proje ve Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır

Alınış (Received): 02.09.2008 Kabul tarihi (Accepted): 20.11.2008

Anahtar Sözcükler:

Akçay sol sahil sulama birliği,
sulama zaman planlaması,
sulamanın programlanması, IRSIS

Key Words:

Akçay Left Bank Irrigation
Association, planning irrigation
time, irrigation scheduling, irsis

ÖZET

Bu çalışmada, Büyük Menderes Havzası içerisinde yer alan ve büyük bir tarım potansiyeline sahip olan Akçay Sol Sahil Sulama Birliği bünyesinde yetiştirilen bazı bitkiler için sulama zamanı planlaması gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Sulama zamanının planlanmasında kullanılan toprak-su bütçesi yaklaşımı, yöre koşullarına uygun sulama planlarının elde edilmesinde ve farklı koşullarda (yeterli ve kısıtlı sulama) ortaya çıkacak değişimlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu amaçla çalışmada, Büyük Menderes Havzası'nda yer alan Akçay Sol Sahil Sulama Birliği için referans bitki su tüketimi değerleri Penman-Monteith (FAO Modifikasyonu) yöntemi ile hesaplanarak Belçika'da K.U. Leuven Üniversitesi tarafından geliştirilen IRSIS bilgisayar yazılımında sulama zaman planları belirlenmiştir.

ABSTRACT

In this study, it is aimed to prepare irrigation scheduling models for some plants grown in crop pattern of Akçay Left Bank Irrigation Association situated in Buyuk Menderes River Basin with a great agricultural potential. Soil-water budget approach implemented in irrigation scheduling is used to determine the irrigation plans compatible with the local conditions and the possible variations under different conditions such as adequate water and deficit irrigation. Reference evapotranspiration values were calculated by IRSIS software developed in K.U. Leuven University of Belgium using Penman-FAO Modification Method for plants grown in Akçay Left Bank Irrigation Association situated in Buyuk Menderes River Basin.

GİRİŞ

Dünyamızın 2/3'lük bölümü suyla kaplı olmakla birlikte bu suların ancak % 2.5'i tatlı ve kullanılabilir su niteliğindedir. Bu düşük orandaki tatlı suların da büyük bir bölümü (% 78'i) kuzey ve güney kutuplardaki buzullarda bulunmaktadır. Geriye kalan % 22'lik bölüm, tüm dünya ülkeleri arasında içme, kullanma, sulama, sanayi vb. amaçlar için kullanılmaktadır. Başlı başına bu rakamlar bile tatlı su kaynaklarının ne denli kısıtlı olduğunu anlatmaya yetmekle birlikte, günümüzde dünya nüfusunun 1/3'lük bölümünün ciddi su sorunu ile karşı karşıya olduğu bilinmektedir. Nüfus ve sanayileşmedeki artışa paralel olarak kirlilik ve tüketimin de artması nedeniyle su kaynakları, dünyada etkin kullanımı ve korunması gerekli doğal kaynaklar arasında ilk sırayı almıştır (Ul, 2001a).

Tarımda kullanılan su miktarı 1900'lü yılların başlangıcında toplam suyun %83'ünü oluştururken 20. yüzyılın sonunda bu oran %80'in altına düşmüştür. Dünyada tarım yapılan alanların %19'una karşılık gelen 280 milyon ha alanda sulama yapılmakta, tarımsal üretimin %35'i sulanan alanlardan elde edilmekte ve tatlı suyun bugün için %70'i tarımsal üretim amacıyla kullanılmaktadır (Çakmak ve Kendirli, 2004).

Sulama genel anlamda, optimum bitki gelişimi yönünden gereksinim duyulan ve doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, uygun zamanda ve miktarda, yapay yollarla bitki kök bölgesine verilmesi olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi bitkisel üretimde gereksinilen suyun ana kaynağı doğal yağışlardır. Ancak, yağışların gerek miktar gerekse de zaman içindeki dağılımının yetersiz olduğu koşullarda ideal bir bitki yetiştiriciliği için sulama uygulaması zorunlu olmaktadır. Bu noktada sulamalardan beklenen faydanın sağlanması, herhangi bir bölge ve bitki için sulamaların belirli bir programa göre uygulanması ile olasıdır. Sulamanın programlanması terimi ise genel olarak, sulamada kullanılacak olan suyun toplanması, iletimi, dağıtımı ve fazla suyun ortamdan uzaklaştırılması gibi zincirleme bir şekilde meydana gelen olayların her aşamasını kapsamaktadır. Bu aşamalardan herhangi birinde yapılacak eksik ya da yanlış bir uygulama, sulamalardan beklenen faydanın elde edilememesi yanında, daha önce yaşanmayan kimi sorunları da beraberinde getirebilecektir. Bu yönden yapılacak çalışmaların sürdürülebilir tarım stratejileri üzerine de önemli oranda etkisi bulunmaktadır (Ul, 2001a; Ul, 2001b).

Değişen koşullara uygun olarak elde edilen bir sulama zaman planlaması ile, yüzey akış ve derine sızma yoluyla meydana gelen su kayıpları en aza indirilirken, sulama etkinliği artırılıp, toprakta bulunan bitkiye yararlı besin maddelerinin yıkanma yoluyla kaybı azaltılabilir. Bununla birlikte iyi bir sulama zaman planlaması yapıldığında; yağışlardan daha fazla yararlanılması, yabancı ot, hastalık, tuzluluk ve drenaj sorunlarının azaltılması veya ortadan kalkması, gübre uygulamaları ile yapılan masrafin düşmesi ve suyun çiftçiler arasında adil bir şekilde dağıtılması sağlanabilmektedir.

Sulama zamanı, mevcut su kaynağının kapasitesinin yeterli ya da kısıtlı olduğu koşullarda farklılık gösterebilmektedir. Su kaynağı kapasitesinin yeterli olması durumunda bitki kök bölgesindeki nem miktarı, bitkinin strese gireceği seviyeye düşmeden (kritik seviyeyi aşmadan) sulama yapılmalıdır. Eğer su kaynakları yetersiz ise, ya bitkiden maksimum verim elde edilecek şekilde optimum sulama yapılmalı ve belirli bir alan sulanmalı; ya da optimum sulama suyu miktarından daha az su uygulayarak bitkinin belirli bir su stresiyle karşı karşıya kalmasına ve elde edilecek verimin bir miktar azalmasına izin verilen kısıtlı sulama uygulamasına gidilmelidir.

Günümüze kadar sulama zamanı planlamasında pek çok farklı yöntem kullanılmış, ancak bunların birçoğu fazla emeğe, zamana, teknik açıdan bilgiye, kullanılan alet ve ekipmanların bakım ve kalibrasyonuna gereksinim duyduğundan uygulamaya aktarılması konusunda güçlükler yaşanmıştır. Tatlı su kaynaklarının en çok tüketildiği tarım sektöründe, su tasarrufu sağlamaya yönelik önlemler son yıllarda büyük önem kazanmış ve bunlar arasında sulama programı çalışmaları ön plana çıkmıştır. Bu nedenle, su kaynaklarının etkin kullanımına yönelik olarak, bitki su-verim ilişkisi yanında su-gelir ilişkisi ve kısıtlı sulama programlarına yönelik araştırmalar giderek önem kazanmaktadır.

Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler sonucu bitki sulama zamanının planlanmasında toprak-su bütçesi esasına dayanan, iklim, toprak ve sulama yöntemini dikkate alan bilgisayar yazılımları geliştirilmiştir. Bitkilerin sulama zamanının planlanması amacıyla geliştirilen bilgisayar programları yardımıyla farklı iklim koşulları, farklı toprak bünyeleri ve su kaynağının yeterlilik durumuna göre, herhangi bir bitkinin sulama zamanının planlanması değişik alternatifler için kısa sürede elde edilebilmektedir (İstanbuluoğlu ve Şişman, 2004).

21. yüzyıl koşullarında tarımsal amaçlı sulama suyuna olan ihtiyacın giderek arttığı, dolayısıyla bu kaynağı dikkatli kullanmanın gerekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Sulu tarımın yoğun olarak yapıldığı Büyük Menderes Havzası'nda çiftçiler geçmişten edindikleri sulama alışkanlıkları doğrultusunda bol su uygulayarak, sık aralıklarla yaptıkları sula-

manın bitki verimini olumlu yönde etkilediği kanısına sahiptirler. Ancak özellikle de sulama zamanı ve uygulanacak su miktarı konusunda birçok sorunla karşılaştıkları da bilinen bir gerçektir. Bunun yanında artık neredeyse tarımsal sulamada kullanılamayacak düzeyde düşük su kalitesi özelliklerine sahip olan Büyük Menderes Nehri'nin yöre çiftçisi tarafından sulamada kullanılmasının orta vadede birçok sorunu beraberinde getireceği de düşünülerek, kısıtlı sulama koşulları için de alternatiflerin türetilmesi ve bu seçeneklerin de uygulamada göz önüne alınması gerekmektedir. Ayrıca bu yönde yapılacak yayım faaliyetleri ile çiftçi bilincinin yükseltilmesinin, toprak ve su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında uzun dönemli olumlu etkiler yaratacağı göz ardı edilemez bir gerçektir.

Ülkemizde kamu ve özel kaynaklar kullanılarak gerçekleştirilen sulama projelerinde arzu edilen amaçlara süreç içerisinde tam olarak ulaşılamadığı görölmektedir. Bu durum, sistemin projelenmesinden daha çok, sulama şebekelerinin işletme-bakım-yönetim organizasyonu sorunları ile tarla içi su dağıtımına ilişkin sorunlardan kaynaklanmaktadır. Üreticiler, sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi adına kesinlikle sorulması gereken hangi yöntemle, ne zaman sulanmalı ve ne kadar su uygulanmalı sorularını genellikle ya hiç ya da eksik sorgulamaktadır. Ülkemizde sulu tarımın bu yönü, suyun depolanması, tarım alanlarına iletilmesi ve dağıtılmasına yönelik çalışmalar kadar ilgi görmemiştir. Oysaki sulama projelerindeki başarının iyi planlanmış ve hayata geçirilmiş mühendislik tesisleri yanında, sulamanın tarımsal yönüne verilen öneme, iyi bir çiftçi eğitime ve proje alanında görev yapan kuruluşlar arasındaki etkin işbirliğine de bağlı olduğu unutulmamalıdır (Ul, 2001a; Ul, 2001b).

Çalışmada, Akçay Sol Sahil Sulama Birliği bünyesinde yetiştirilen bazı bitkiler için bölge koşulları altında mevcut toprak, iklim ve bitki faktörlerinin dikkate alındığı IRSIS bilgisayar yazılımında sulama zaman planlaması yapılarak, bölge için en uygun sulama aralıkları ve sulama suyu miktarları belirlenmiştir. Söz konusu bitkilere ait yağış seçeneği, planlama türü ve sulama planlaması sonuçları sunulmuştur. Burada daha önceden yapılmış olan

tez çalışmasının sadece bir bölümünü kapsayan, bölgede tarımı yoğun olarak yapılan pamuk ve mısır bitkilerinin yetişme dönemi boyunca topraktaki nem durumunu gösteren nem grafikleri örnek olarak verilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma materyali olarak Aşağı Büyük Menderes Havzası'nda yer alan ve DSİ 21. Bölge Müdürlüğu sorumluluk sınırları içerisinde bulunan Akçay Sol Sahil Sulama Birliği ele alınmıştır. Adı geçen sulama birliği devir öncesi dönemde DSİ tarafından Akçay Sulaması adı altında işletilen şebekenin bir parçası olup, Akçay Sağ Sahil ve Akçay Sol Sahil Sulama Birliği adı altında ikiye ayrılarak sulama birliklerine devredilmiştir. Akçay Sol Sahil Sulama Birliği bünyesinde yaklaşık 6220 ha'lık alan sulamaya açılmıştır. Bölgedeki sulama kanalları uzunluğu 124371 m, drenaj kanalları uzunluğu 61282 m, ana kanal başlangıç debisi ise 7.05 m³/sn'dir. Sulama alanında depolama tesisi olarak Kemer Barajı, su kaynağı olarak ise Akçay Nehri ve Akçay Regülatörü bulunmaktadır. Akçay Sol Sahil Sulama Birliği alanında 1 ile, 1 belde ve 16 köy bulunmaktadır. Akçay Sol Sahil Sulama Birliği'nin bitki deseninde, bölgede tarımı yoğun olarak yapılan pamuk bitkisi ilk sırada gelmekte, bunu mısır, yem bitkileri, her çeşit sebze ve narenciye izlemektedir (Anonymous, 2006).

Büyük Menderes Havzası'nın güneyi ve batısı kışları ılık ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen Akdeniz iklimi, kuzeyi ise kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen karasal iklim özelliği göstermektedir. Bölgede kurak geçen dönemlerin yanı sıra bazı yıllar yağış rejiminde düzensizlik sorunu ile de sıkça karşılaşılmaktadır (Koç, 1998).

Büyük Menderes Havzası, doğuda Nazilli Feslek Ovası'ndan başlayıp, batıda Söke Ovası ile Ege Denizi'ne kadar uzanan kesimde tarımsal potansiyeli çok yüksek geniş alüviyal ovaları kapsamaktadır (Koç, 1998). Havza'da pedogenetik özelliklere sahip 16 çeşit toprak grubu vardır. Ancak sulu tarım yapılan ve sulanabilir arazi topraklarının % 60-70'ini alüviyal, % 20-30'unu kolüviyal, geriye kalan bölümü de kırmızı-kestane, kahverengi orman, kalkersiz kahverengi ve kestane rengi toprak grup-

ları oluşturmaktadır. Alüviyal topraklar taban arazileri oluştururlar ve derin profilli olduklarından hemen her türlü kültür bitkisinin yetişmesine olanak sağlarlar. Toprakların kireç düzeyi orta olup, genellikle organik madde bakımından fakirdirler. Ova toprakları ağırdan çok hafife doğru değişen çok çeşitli bünyelere sahiptir. Ancak büyük bir çoğunluğu orta bünyelidir. Yan alüviyal topraklarda birkaç yer istisna edilirse geçirgenlik iyidir. Ancak taban alüviyal toprakların geçirgenliği düşüktür ve Ova'nın her tarafına yayılmış durumdadır (Sezgin vd., 2002).

Yöntem

Çalışmada, sulama zaman planlaması için gerekli olan meteorolojik veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Bölge için referans bitki su tüketimi değerleri Penman-Monteith (FAO Modifikasyonu) yöntemi ile hesaplanmıştır, bu amaçla Belçika'da K.U. Leuven Üniversitesi'nde geliştirilen IRSIS bilgisayar yazılımından yararlanılmıştır. IRSIS, parsel düzeyinde yetiştirilen herhangi bir bitki için bölgenin iklim ve toprak koşulları, yetiştirilen bitkinin karakteristikleri, çiftçi istekleri ve kullanılan sulama yöntemi ile sulama sisteminin özellikleri göz önüne alınarak yeterli ve kısıtlı su koşullarına göre sulama zaman planlarının (sulama tarihi, sulama aralığı, her sulamada uygulanacak sulama suyu derinliği) belirlenmesi amacı ile geliştirilmiş bir bilgisayar yazılımıdır

(Raes et al., 1988; Kodol 1996; Çakmak ve Kendirli, 2001).

Bitkilerin sulama zaman planlarının belirlenmesinde de IRSIS (Irrigation Scheduling Information System) paket programı kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmada, Akçay Sol Sahil Sulama Birliği bünyesinde yetiştirilen pamuk, mısır, II. ürün mısır, yonca, domates, biber, bostan, narenciye, şeftali ve zeytin bitkileri için IRSIS bilgisayar yazılımından sulama planları elde edilmiştir. Çalışma alanında yetiştirilen söz konusu on bitkiye ait yağış seçeneği, planlama türü ve sulama planlaması sonuçları (sulama sayısı, toplam sulama suyu miktarı, en kısa sulama aralığı ve verim oranı) Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelgeye göre, ortalama yağış, optimum planlama ve yüzey sulama yöntemi seçenekleri için sulama planlaması yapılmıştır. Ancak bu anlamda IRSIS ile parsel düzeyinde yetiştirilen herhangi bir bitki için bölgenin iklim ve toprak koşulları, yetiştirilen bitkinin karakteristikleri, çiftçi istekleri ve kullanılan sulama yöntemi ile sulama sisteminin özellikleri göz önüne alınarak yeterli ve kısıtlı su koşullarına göre sulama zaman planları da (sulama tarihi, sulama aralığı, her sulamada uygulanacak sulama suyu derinliği) belirlenebilmektedir.

Çizelge 1. Akçay Sol Sahil Sulama Birliği bünyesinde yetiştirilen bitkilere ait yağış seçeneği, planlama türü ve sulama planlaması sonuçları.

Bitki Adı	Yağış Seçeneği	Planlama Türü	Sulama Planlaması Sonuçları				
			Sulama Sayısı	Toplam Sulama Suyu Miktarı (mm)	Bitki Su Tüketimi (ETcrop) (mm)	En Kısa Sulama Aralığı (gün)	Verim Oranı (Y _a /Y _m) (%)
Pamuk	Ortalama	Optimum	9	835.20	898.30	13	100
Mısır	Ortalama	Optimum	8	775.80	768.30	9	100
Domates	Ortalama	Optimum	12	824.80	752.00	5	100
Yonca	Ortalama	Optimum	7	1088.40	1204.80	14	100
Narenciye	Ortalama	Optimum	7	973.60	1449.80	17	100
II. Ürün M.	Ortalama	Optimum	7	597.10	549.40	9	100
Bostan	Ortalama	Optimum	3	287.70	351.90	29	100
Şeftali	Ortalama	Optimum	8	1277.90	1123.00	13	100
Zeytin	Ortalama	Optimum	4	702.80	889.70	26	100
Biber	Ortalama	Optimum	17	784.40	775.60	3	100

IRSIS ile planlama çalışması yapılabilirdiği gibi, sulama mevsimi sonunda veya sonrasında, o mevsim süresince uygulanan sulama programının değerlendirilmesi (değerlendirme çalışması) de yapılabilir. Ayrıca program ile sulama mevsiminin başlangıcından sonuna kadar belirli aralıklarla çözüm alınıp, her çözümde, çözüm yapılan andan önceki zaman dilimi için değerlendirme, sonraki kısa bir zaman dilimi için planlama çalışması (gerçek zamanlı planlama çalışması) yapılarak sulama programı geliştirilebilmektedir.

Çalışmada elde edilen sulama planlaması sonuçlarına göre (izelge 1), Akçay Sol Sahil Sulama Birliği bünyesinde yetiştirilen pamuk, mısır, II. ürün mısır, yonca, domates, biber, bostan, narenciye, şeftali ve zeytin bitkilerine ait sulama sayıları arasında en az bostan (3), en çok biber bitkisi için (17) sulama elde edilmiştir. Buna göre, bostan için toplam sulama suyu miktarı 287.70 mm, biber bitkisi için ise 784.40 mm olarak verilmektedir. En yüksek sulama suyu miktarı ise 1277.90 mm ile şeftali bitkisine aittir.

Yine izelge 1'de görüldüğu gibi, mısır, domates, II. ürün mısır, şeftali ve biber bitkilerinin bitki su tüketimi (ETcrop) değerleri sulama suyu miktarlarından düşük çıkmıştır. Örneğin II. ürün mısır bitkisinde toplam sulama suyu miktarı 597.10 mm iken, bitki su tüketimi 549.40 mm olarak hesaplanmıştır. Bu farkın nedeni olarak II. ürün mısır bitkisinin yetişme döneminde yağış değerinin sıfır olması gösterilebilir. Böyle bir durumda klasik olarak bitki su tüketimi (ETcrop) değerleri sulama suyu değerine eşit olmalıdır. Ancak, ekim tarihinde topraktaki mevcut nem çok düşük olduğundan ekim öncesi destek amaçlı sulama uygulaması yapılmaktadır. Ayrıca bitki kök derinliği sabit değerdir (başlangıçta 30 cm olan kök derinliği giderek artmaktadır) ve sonraki sulamalarda alttaki kuru toprak katmanının nemi de tarla kapasitesine çıkarılmaktadır. Hasatta, topraktaki mevcut nemin solma noktasında değil, kritik seviye çizgisinin üstünde kalması ve yetişme dönemi boyunca bitkide bir stres olmaması istenmektedir. Bu nedenle, bitki su tüketimi değerleri sulama suyu değerlerinden düşük olabilmektedir. Yani toprak koşulları göz önüne alındığında bu sonuç normal olmaktadır.

Ayrıca, izelge 1'de bostan bitkisi için elde edilen sulama sayısı 3 ve toplam sulama suyu miktarı 287.7 mm olarak verilmektedir. Burada sulama sayısının ve uygulanacak sulama suyu miktarının düşük çıkmasının nedeni, bitkinin yetişme dönemi olarak seçilen 01 Mart-13 Haziran tarihleri arasındaki ilk dönemde yağışların yeterli olmasıdır.

Tekirdağ Ziraat Fakóltesi kampüs alanında yer alan arazilerde yetiştirilen şekerpancarı, ayçiçeği, buğday ve mısır bitkilerinin su tüketimleri, sulama suyu ihtiyaçları ve sulama programlarının belirlenmesinde, IRSIS'te olduğu gibi Penman-Monteith eşitliğini esas alan ve FAO tarafından geliştirilmiş olan CROPWAT bilgisayar programı kullanılmıştır (İstanbuluoğlu ve şişman, 1997; İstanbuluoğlu ve şişman, 2004).

IRSIS yazılımında bitkilere ait sulama programlarının yanında, bitkilerin yetişme dönemi boyunca topraktaki nem durumlarını gösteren grafikler de elde edilebilmektedir. Pamuk ve mısır bitkilerine ait bitki kök bölgesi nem grafikleri şekil 1 ve şekil 2'de örnek olarak verilmiş ve açıklamaları yapılmıştır. Bitkiler için IRSIS yazılımından elde edilen sonuçlar, normal sulama programına uygun olarak, sulama suyunun yeterli olduğu, yüzey sulama yöntemi ve ortalama yağış koşulları için elde edilmiştir.

Buna benzer olarak yürütölen bir çalışmada, şanlıurfa Yöresi'nde yetiştirilen pamuk bitkisi için IRSIS yazılımından örnek bir sulama programı ve bu programa ait nem grafiği elde edilmiştir. Nem grafiği, sulama programının görsel olarak kolaylıkla anlaşılması ve yorumlanması açısından önemlidir. Her sulamanın tarihi, sulama aralıkları ve su miktarları yaklaşık olarak nem grafiğinden alınabilir. Bu grafik yardımıyla aşırı sulama yapıp yapılmadığı, bitkinin strese girip girmediği, dolayısıyla verim azalması olup olmayacağı gibi yorumlar yapmak mümkündür (Kodal, 2004).

Urfa Yöresi'nde yetiştirilen tarla bitkilerinden ayçiçeği, buğday, mısır, pamuk, patates, soya, şekerpancarı ve yerfıstığına ilişkin bitki su tüketimleri, sulama suyu ihtiyaçları, sulama zaman planları ve su-verim ilişkileri IRSIS bilgisayar yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca bitkilerin farklı yağış seçeneklerine göre, yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında yetiştirilmeleri halinde sulama zaman

planlamaları yapılmış ve çözümler alınmıştır. Ortalama, kurak ve yağışlı geçen yıllar dik-kate alınarak hazırlanan sulama zaman planlarında ortaya çıkan değişimler incelen-meye çalışılmış; sulama zaman planı yapılan bitkilerin farklı sulama programlarında bitki kök bölgesindeki su miktarının değişimleri IRSIS programı ile elde edilen grafiklerden yararlanılarak incelenmiştir (Kodal vd., 1997).

Harran Ovası'ndaki sulama birliklerinde yetiştirilen antepfıstığının bitki su tüketimi, sulama suyu ihtiyacı, farklı yağış koşulları için sulama zaman planları ve su-verim ilişkileri IRSIS bilgisayar yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Buna göre, bitki yetiştirme mevsimi içerisinde suya karşı görülen gerilimin oluşma zamanına ve şiddetine göre, verim miktarındaki azalma az veya çok olabilmektedir. Bitki veriminde bir azalma istenmi-yorsa, kök bölgesindeki su miktarının yetiştirme mevsimi boyunca kullanılabilir su tutma kapasitesinin belirli bir oranının (p) altına düşmesine izin verilmemesi gerekmektedir. P değerinin bitkiye, bitki gelişme aşamalarına, toprak özelliklerine ve maksimum su tüketim miktarına bağlı olarak değiştiği; sulama zamanı planlaması yapılan bitkilerin farklı sulama programlarında bitki kök bölgesindeki su miktarı değişimlerinin IRSIS programı ile elde edilen grafiklerden yararlanılarak ince-lendiği belirtilmektedir (Kendirli, 2001).

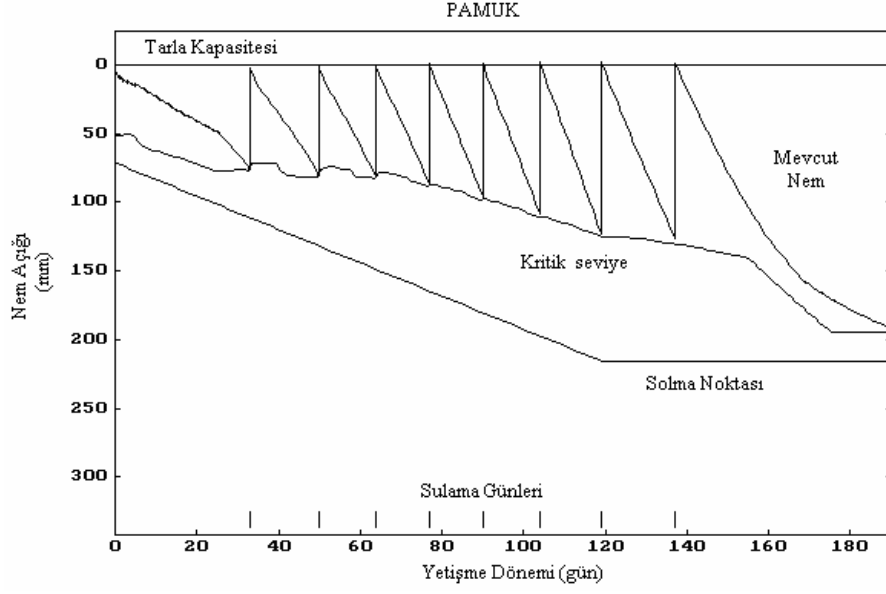
Gediz Havzası'nda zeytinin yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama zaman planları ve brüt kar değerleri belirlenmeye çalışılmış; yeterli ve kısıtlı su koşulları için IRSIS bilgisayar yazı-lımı kullanılarak sulama programları oluşturulmuştur. Önce yeterli su koşulları (% 100) için sulama programı elde edilmiş, daha sonra bu su miktarının % 90, %80, % 70, % 60 ve % 50'si alınarak kısıtlı sulama suyu miktarları hesaplanmış, bunlara uygun kısıtlı sulama programları elde edilmiştir. IRSIS ve CROPWAT bilgisayar yazılımlarından elde edilen sulama sayılarının ve sulama suyu miktarlarının, tarla denemeleri sonucunda elde edilen değerlere yakın olduğu belirlen-miştir (Çakmak ve Kendirli, 2001).

IRSIS ile değişik toprak tiplerinde yetiştirilen farklı bitkilerin yağışlı, normal ve kurak yıllara ilişkin sulama zaman planları yapılabil-mekte; yeterli sulama koşulunda optimum sulama programları, yetersiz sulama koşulun-

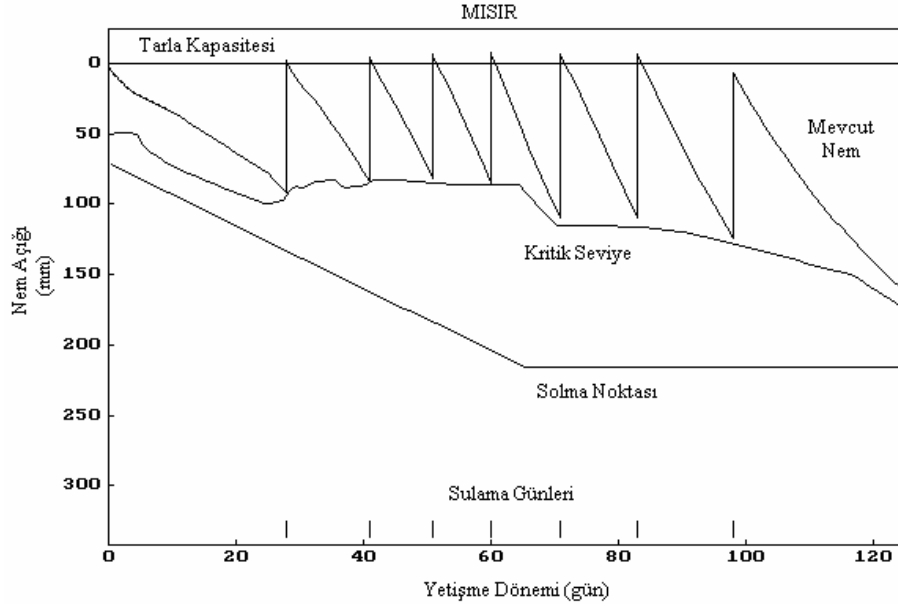
da ise kısıtlı sulama programları geliştirilebil-mektedir (Çakmak ve Kendirli, 2001). Opti-mum sulama koşullarında gerçek su tüketiminin maksimum su tüketimine oranı 1.00 olup, gerçek verim (Y_a) maksimum verime (Y_m) eşittir. Bitkiye verilen su miktarı azaldıkça sulama sayısı da azalmaktadır. Uygulanan kısıt arttırıldığında verim azalması değerleri artış gösterir (Çakmak, 2001).

Pamuk bitkisine ait nem grafiğinin verildiği Şekil 1'de, bitki kök derinliğindeki toprak katmanında yetiştirme dönemi boyunca mevcut nemin değişimi gözlenmektedir. Buna göre, tarla kapasitesi ve kritik seviye çizgileri ara-sında kalan, zamanla iniş ve çıkışların mey-dana geldiği çizgi, kök derinliğindeki toprakta zaman içerisinde mevcut nemin değişimini göstermektedir. Mevcut nem çizgisi, pamuk bitkisinin gelişme dönemi başlangıcında tarla kapasitesinde (toprak nemi tarla kapasite-sinde) olduğundan, başlangıçta ilk sulamaya ihtiyaç duyulmamıştır. Gelişme dönemi baş-langıcından itibaren mevcut nem çizgisi, bitki su tüketimi ile olan su kaybı nedeniyle zamanla aşağı doğru inmiştir. Burada opti-mum sulama amaçlandığından, toprak nemi kritik seviye çizgisine gelince sulama zamanı gelmiş demektir ve mevcut nemi tarla kapa-sitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygu-lanır. Sonraki süreçte bitki su tüketimine bağlı olarak toprak nem düzeyi çizgisi tekrar aşağıya doğru iner, yani nem açığı artar. Sulama zamanına ve uygulanacak sulama suyu miktarına gelişme dönemi sonuna kadar bu şekilde karar verilir. Gelişme dönemi so-nunda, topraktaki nem miktarının kritik sevi-ye civarında, yani istenen düzeyde olduğu Şekil 1'de görülmektedir. Pamuk bitkisine ait nem grafiğinden toplam 9 sulama yapıldığı hesaplanabilmektedir. Bu grafikten, her sula-manın tarihi, sulama aralıkları, su miktarları yaklaşık olarak alınabilir. Grafik yardımıyla mevcut nem çizgisinin tarla kapasitesi çizgi-sinin üzerine çıkmadığı (aşırı sulama yapılmadığı) ve mevcut nem çizgisinin kritik sevi-yenin altına düşmediği (bitkinin strese girme-diği), dolayısıyla verim azalması olmayacağı yorumu yapılabilir.

Mısır bitkisine ait nem grafiğinin verildiği Şekil 2'de, bitki kök derinliğindeki toprak kat-manında yetiştirme dönemi boyunca mevcut nemin değişimi gözlenmektedir. Mısır bitkisi-



Şekil 1. Pamuk nem grafiği.



Şekil 2. Mısır nem grafiği.

ne ait bu nem grafiğinden toplam 8 sulama gerektiği hesaplanmıştır. Bu grafikten ayrıca, gelişme dönemi içerisindeki her bir sulamanın tarihi, sulama aralıkları, su miktarları yaklaşık olarak bulunabilir.

Ülkemizde sulu tarımdan beklenen üretim artışı istenilen düzeyde gerçekleşememektedir. Sulama projeleri hazırlanırken belirli alanların sulanması amaçlanmakta, ancak

alanların sulanmasında değişen koşullara ilişkin alternatif programlar hazırlanmamaktadır. Oysaki sulamadan beklenen yararın ve verim artışının sağlanabilmesi, her şeyden önce, bitkinin suya gereksinim duyduğu zamanın, her sulamada verilecek su miktarının ve sulama süresinin gerçeğe yakın olarak belirlenmesine bağlıdır. Sulama zaman planlaması yapılmadan gerçekleştirilen bir sula-

ma, su kaynağının kısıtlı olduğu yerlerde suyun optimum şekilde kullanılmasını engellerken, su kaynağının yeterli olduğu yerlerde aşırı sulamanın yol açtığı olumsuz etkileri ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, çağımızda bitkisel üretimde su kullanımının etkin bir biçimde planlanması zorunlu duruma gelmiştir.

Çalışmada, IRSIS yazılımından pamuk, mısır, II. ürün mısır, yonca, domates, biber, bostan, narenciye, şeftali ve zeytin bitkileri için elde edilen optimum sulama zaman planlaması

sonuçlarına göre sulama sayıları sırasıyla 9, 8, 7, 7, 12, 17, 3, 7, 8 ve 4 sulama; toplam sulama suyu miktarları ise, 835.20 mm, 775.80 mm, 597.10 mm, 1088.40 mm, 824.80 mm, 784.40 mm, 287.70 mm, 973.60 mm, 1277.90 mm ve 702.80 mm olarak verilmektedir. Araştırmada elde edilen bu sonuçların yörede yapılacak olan sulama uygulamalarında aydınlatıcı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2006. Devlet Su İşleri Aydın Bölge Müdürlüğü.
- Çakmak, B., Kendirli, B., 2001. Gediz Havzası'nda Zeytinin Sulanması ve Ekonomik Yönü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.
- Çakmak, B., 2001. İçel İli İklim Koşullarında Turunçgil Sulama Planlaması, S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(28): 69-81, 2001, ISSN: 1300 - 5774.
- Çakmak, B., Kendirli, B., 2004. Malatya Yöresi'nde Kayısının Sulama Programı, Kooperatifçilik Dergisi, Türk Kooperatifçilik Kurumu Hakemli Dergi, Nisan-Mayıs-Haziran 2004, Sayı: 144, s. 49-62.
- İstanbuluoğlu, A., Şişman, C.B., 1997. T.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Arazilerinin Toprak-Su İlişkileri ve Sulama Zamanı Planlamasının Belirlenmesi, 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 5-8 Haziran 1997, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Kültürteknik Derneği, Kirazlıyayla-BURSA.
- İstanbuluoğlu, A., Şişman, C.B., 2004. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Arazilerinin Sulama Zamanının Model Yaklaşımı ile Planlanması, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5 (1): 35-41, 2004, ISSN 1302 647X.
- Kendirli, B., 2001. Harran Ovası'ndaki Sulama Birliklerinde Antepfıstığının Sulama Zamanının Planlanması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.
- Koç, C., 1998. Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinde Organizasyon-Yönetim Sorunları ve Yeni Yönetim Modelleri Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 10.3100.0000.071, İzmir.
- Kodal, S., 1996. Ankara-Beypazarı Ekolojisinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Sulama Programlaması, İşletme Optimizasyonu ve Optimum Su Dağıtım, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Yayın No: 1465, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler: 807, s. 69, Ankara.
- Kodal, S., Aküzüm, T., Çakmak, B., Kendirli, B., 1997. Urfa Yöresi'nde Yetiştirilen Bazı Tarla Bitkilerinin Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Sulama Programları, VI. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 5-8 Haziran 1997, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Kültürteknik Derneği, s. 354-362, Bursa.
- Kodal, S., 2004. GAP Sulama Sistemlerinin İşletme Bakım ve Yönetimi (GAP-İBY) Projesi, Sulama ve Bilgisayar Destekli Sulama Zaman Planlaması, 9-14 Şubat 2004, Şanlıurfa.
- Raes, D., H. Lemmens, V. P. Aelst, V. M. Bulcke and M. Smith, 1988. Irrigation Scheduling Information System, Volume I- Manual- Volume II- Displays, Laboratory of Land Management, Faculty of Agricultural Sciences, K. U. Leuven, Reference Manual III, Belgium.
- Sezgin, F., Baş, S.M., Konak, K., Yılmaz, E., Dağdelen, N., 2002. Aydın İli Pamuk Sulamasında Kullanılan Sulama yöntemlerinin İrdelenmesi ve Geliştirilmesi İçin Alınması Gereken Önlemler ve Alternatif Sulama Yöntemlerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar, Proje No: TOGTAG / TARP- 1769, Aydın.
- Ul, M.A., 2001a. Tarımda Etkili Su Kullanımı, Dünden Bugüne Çivril Sempozyumu, 13-14 Eylül 2001, Çivril.
- Ul, M.A., 2001b. Sürdürülebilir Tarımda Sulama, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Teknik Bülteni, s. 11-14, Ocak-Şubat 2001, İzmir.