

FARKLI SU VE GÜBRE SİSTEMLERİNDE PAMUK BİTKİSİNDE YAPRAK SU POTANSİYELİNİN DEĞİŞİMİ*

Variation of Cotton Leaf Water Potentials Under Different Irrigation and Fertigation Systems

Fenil MAYA

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Rıza KANBER

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, farklı sulama programları altında pamuk bitkisinde yaprak su potansiyelinin(YSP) zaman boyutunda değişimi saptanmış ve sulama zamanı ile ilişkisi irdelenmiştir. Farklı sulama konularında toprak su içeriği ölçümleri haftalık ve her sulamadan önce olmak üzere mevsim boyunca yapılmıştır. Yaprak su potansiyeli ölçümleri ise sulamadan bir gün önce ve bir gün sonra olmak üzere öğle vakti güneş tam tepede iken üç konudan üç yinlemeli olarak yapılmıştır. Ayrıca, hasada dek, ayda bir defa sulamadan 1 gün önce ve 1 gün sonra, 2'şer saat aralıklarla gün doğumu gün batımı arasındaki sürede yaprak su potansiyeli ölçümleri alınmıştır. Çalışma sonucunda, sulamadan önce, tam sulamanın yapıldığı (I1) konuda YSP=-15.5 bar ,hafif stres konusunda(I2) YSP=-17.8 bar ,orta stres konusunda (I3) ise YSP=-20.1 bar olarak ölçülmüştür.Sulamadan sonra I1 konusunda YSP=-12.11 bar , I2 konusunda YSP=-13.14 bar ,I3 konusunda YSP=-15.6 değerleri ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yaprak Su Potansiyeli (YSP), Pamuk, Sulama

ABSTRACT

In this study, variation of leaf water potential has been checked in water potential versus to time of cotton plant at different irrigation schedules. In different irrigation studies, measurement soil water content was recorded in every week before every irrigation along the season. During this study, we used Pressure Chamber device to see variation of the leaf water potential (versus time) in different irrigation schedules. Leaf water potential was performed 1 day before and after the irrigation at noon time in 3 subjects and 3 repetitions. Furthermore, Leaf Water Potential (LWP) was measured 1 day before and after the irrigation periodically every 2 hours between dawn and sundown. After the end of irrigation period, LWP was measured at each 3 irrigation program until end of reaping. At the end of this study, the errors was minimized which is possible to occur with different methods by gained irrigation times according to plant. So, correct irrigation time was fixed. For this reason, this method discourage the efficiency losses which is sourced by wrong irrigation times. Thereby, high efficiency was gained from the irrigations.

Keywords: Leaf Water Potential (LWP), Cotton, Irrigation.

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

Giriş

Sulamanın temel amacı, bitkisel verimi arttırmak için gerek duyulan suyu sağlamaktır. Bu nedenle, gelişme veya verim, sulama gereksinimi ve sulama programı belirlenirken göz önünde tutulacak en önemli etmenlerdir.

Günümüzde dünyanın yüz yüze kaldığı su kıtlığı; gıda gereksinimi ve iklim değişimi gibi konular çok karmaşık bir biçimde birbirine bağlıdır. Sera etkisine bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma, suyun kütesel dağılımında, önceden boyutları kestirilemeyen bir durum yaratmaktadır. Bu durum, kimi bölgelerin aşırı ölçüde yağış alacağını, buna karşı diğer bölgelerin yağış miktarlarında ciddi boyutlarda düşüşlerin olacağını; zaten suyu sınırlı olan ülkelerin süresiz bir su kıtlığı dönemine gireceğini göstermektedir. Belirtilen ıslaklık ve kuraklık olasılıklarının, tarımsal üretimde olumsuz etkilerinin azaltılması, ancak, yeni çözüm arayışı ve geliştirilmesi ile olasıdır. Bu nedenle bitki su gereksinimi, suyun etkin kullanımı, sulama programının doğru bir şekilde oluşturulmasına ilişkin kapsamlı bilgiler, önemli bir amaç haline gelmiştir.

Bitki gelişmesinin, bitki dokularındaki su dengesi ile doğrudan ilişkili olduğu yaygın şekilde kabul edilmektedir. Su eksikliği durumunda bitkilerdeki fizyolojik süreçler bozulmakta ve bu durumda önce bitki büyümesi sonra da verim etkilenmektedir. Bitkilerde topraktan soğurularak atmosfere verilen su miktarını dokulardaki su dengesi belirlemektedir (Tekinel ve Kanber, 1979).

Sulama suyu gereksiniminin kabul edilebilir değerlendirilmesi, bitkilerin su eksikliğinden etkilenmeleri durumunda gelişmelerinde gözlenecek değişikliklere dayandırılmalıdır. Sulama suyu, optimum büyümeden sapmaları önleyecek veya en az düzeye indirecek biçimde bitki tarafından gereksinildiği kadar sağlanmalıdır. Anılan amaca ulaşmak için bitkilerdeki su durumunu belirlemek üzere bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden kimileri toprak ve çevreyi, kimileri de bitkiyi esas almaktadır. Bitki; toprak ve atmosferden oluşan tüm çevresini bünyesinde birleştirdiğinden, ne toprak suyu durumu ne de atmosferik istem gerçek anlamda bitki su durumunu yansıtmaz. Bu nedenle, bitki su durumunun belirlenmesine yönelik fizyolojik yaklaşımlar, giderek daha çok ağırlık kazanmaktadır. Uygun bitkisel parametrelerin ölçülmesi yoluyla bitkinin genel durumunun bir değerlendirilmesi yapılabilir ve bu bilgileri kullanarak sulamaya karar verilebilir.

Günümüze dek, bitkilerin su durumunun dolaylı yada doğrudan ölçülmesine ve bitkilerdeki su stresi belirtilerine ilişkin bir çok çalışma yapılmış ve çok sayıda yöntem ortaya koyulmuştur (Denmead ve Shaw, 1962; Ehlig ve Gardner, 1964; Namken ve ark., 1969;). Anılan yöntemler, su potansiyelini ölçen teknikler (basınç teknikleri, psikometrik yöntemler vb.), su içeriği yöntemleri (oransal turgorite, beta ışını ölçüm yöntemi vb.), bitkilerde görsel stres belirtileri saptayan yöntemler (yaprak, meyve, gövde, sap gelişimindeki değişikliklerin izlenmesi; yaprak sıcaklığının değişimi vb.) şeklinde sınıflandırılabilir. Ancak, ekonomik kaygılar, yitirilen zaman, çalışacak kişi sayısı kısıtlandığından, anılan yöntemlerin çoğunun, fizyolojik çalışmaların ötesinde, sulama programlanması amacıyla kullanılabilirlikleri sınırlıdır (Stegman ve ark., 1986).

Yaprak su potansiyeli, sulama programlanmasında sıkça kullanılan fizyolojik bir ölçüttür. Bitki bünyesindeki suyun enerji durumunu, diğer bir deyimle bitkilerde su hareketi için yönlendirici bir gücü tanımlayan yaprak su potansiyeli (YSP); "bar" (0.987 atm=0.1 MPa) olarak ifade edilen ve yapraklardaki suyun enerji durumunun aynı sıcaklıktaki saf suyun enerji durumundan ne kadar geri olduğunu gösteren negatif bir değerdir. Belirtilen değer, transpirasyonal akış ve toprağın su kapsamına göre değişmesi, bitki su ilişkisinin değerlendirilmesinde YSP'nin önemini göstermektedir. Bu çalışmanın amaçları, özet olarak, aşağıdaki gibi sıralanabilir: (1) Farklı sulama programları altında pamuk bitkisinde yaprak su potansiyelinin zaman boyutunda değişiminin saptanması ve (2) sulama zamanının belirlenmesinde yaprak su potansiyeli (YSP) değerlerinden yararlanma olanaklarının belirlenmesi.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 2005 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı 36° 59' K enlemi ve 35° 18' D boylamında yer almakta olup, denizden 20 m yüksekliktedir. Deneme alanı toprakları, Mutlu serisinde yer almakta olup düz ve düze yakın topografyadadır. Bütün profil yüksek oranda şişine özelliği taşıyan kil içerir. Kireç bakımından orta derecede zengin ve, renkleri, koyu kırmızımsı kahverengidir (Özbek ve ark. 1974).

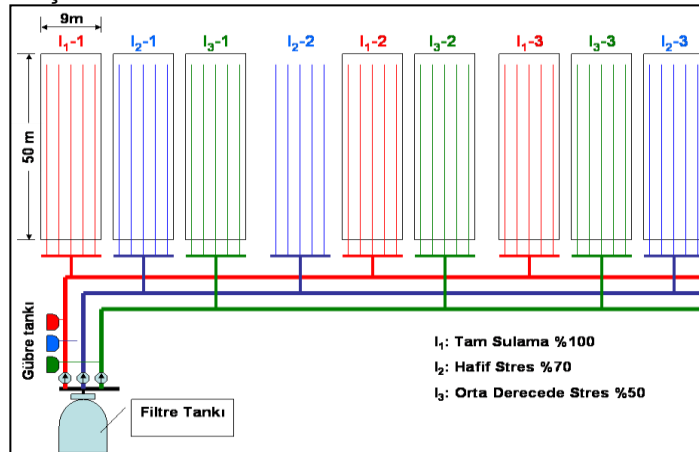
Araştırmada SG-125 pamuk tohumu çeşidi kullanılmış ve 70 cm sıra arası 20 cm sıra üzeri olacak biçimde ekim yapılmıştır. Anılan çeşidin, bitkilerin dik ve uzun boylu oluşu, gelişmesinin kuvvetli, dallanmaların yukarı doğru olması ve meyvelerin genellikle orta kısımlarda tutulması gibi belirgin özellikler göstermektedir. Söz konusu çeşit, bölgede ekimi yapılan diğer standart çeşitlerden daha erkenci ve sulamaya karşı daha duyarlıdır.

Çalışmada kullanılan; sıcaklık, oransal nem, rüzgar hızı ve solar radyasyon değerleri deneme alanı yakınına kurulmuş olan meteoroloji istasyonundan anlık ölçüm değerleri olarak alınmıştır. Yaprak su potansiyelini (YSP) ölçmek için basınç odacığı aleti kullanılmıştır.

Metot

Deneme, 2005 yılında 100x100 m ölçülerinde pamuk ekili bir tarlada ve aşağıda açıklandığı gibi yürütülmüştür. Çalışmada farklı sulama uygulamaları ile birlikte farklı azot miktarlarını kapsayan üç sistem oluşturulmuştur. I1 tam sulama konusunu göstermektedir. Bu konuda, mevsim boyu bitkinin sulama suyu gereksiniminin tümü karşılanmıştır. I2, hafif stres konusunu oluşturmaktadır ve mevsim boyu bitkinin sulama suyu gereksiniminin tam sulamaya göre, 0.70 i karşılanmıştır. I3, orta düzeyde stres oluşturulan konu; bu konuda sulama suyu gereksiniminin, tam sulamaya göre, 0.50'si verilmiştir. Deneme konularını içeren parseller, şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre üç yinelemeli olarak arazide konumlandırılmıştır. Bloklar, şeritvari biçimde tertiplenmiştir. Parseller,

8.4 m x 50 m (0.70 m sıra aralıklı 12 sıra) boyutlarındadır. Deneme planı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Damla sulama sisteminin parsellere göre kuruluş şeması

Yaprak Su Potansiyeli Ölçümleri: Deneme konularında, pamuk bitkisinin yaprak su potansiyeli, basınç odacığı aleti kullanılarak ölçülmüştür (Baştuğ ve Kanber, 1987). Ölçümler, sulamalardan önce ve sonra, güneş ışınlarının yeryüzüne dik olarak geldiği öğlen saatlerinde (12:00-13:00) yapılmıştır. Bunun dışında, mevsim ortasında sulamadan önce, mevsim sonunda ise sulamadan bir gün önce ve bir gün sonra olmak üzere gün boyu ölçümler alınmıştır. Bu amaçla tan yeri ağarmadan önce (şafak vakti) başlayarak gün batımına dek (akşam saatleri) 2'şer saat aralıklarla yaprak su potansiyeli ölçülmüştür. Yaprak su potansiyeli ölçümleri, ikinci derimde sona erdirilmiştir. Ölçümlerde, pamuk bitkisinin en üstteki ve güneşe bakan yaprağı kullanılmıştır. Su potansiyeli ölçümü için bitki örneği kesilmiş, yaprak sapının ucu dışarı çıkıntı yapacak şekilde basınç odacığına koyulmuştur. Bitki örnekleri, plastik torbalar içerisinde, aletin bulunduğu yere dek taşınmıştır (Hisio,1993). Ölçümlerde, Goldhamer ve ark. (1986); Hisio (1993) tarafından verilen ilkelerden yararlanılmıştır.

Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi: Deneme konularında bitki su tüketiminin belirlenmesinde aşağıda verilen su dengesi eşitliği kullanılmıştır.

$$ET = I + R + Cr - Dp - Rf \mp \Delta S \quad (1)$$

Eşitlikte; ET, bitki su tüketimi (mm), I, sulama suyu miktarı (mm), R, yağış miktarı (mm), Cr, kılcal yükseliş (mm), Dp, derine süzülme kayıpları (mm), Rf, yüzey akış kayıplarını (mm), Δs , toprak profilindeki nem değişimi (mm). Eşitlikte sulama suyu (I), her konu için ayrı ayrı ölçülmüştür. Yağış (R) değeri, deneme alanındaki pülviyometreden alınmıştır. Deneme alanı topraklarında taban suyu sorunu bulunmamaktadır, bu nedenle denklemdaki kılcal yükseliş (Cr) sıfır olarak alınmıştır. Kök bölgesinde (120 cm) sulamadan önceki nem değeri ile uygulanan

su miktarlarının toplamının, tarla kapasitesi değerinin üzerindeki miktarı, derine sızma olarak kabul edilmiştir (Kanber ve ark., 1993).

Sulamaların Planlanması: Pamuk bitkisinin çimlenmesi için yağmurlama sistemi kullanılarak 17 Mayıs ve 21 Mayıs'ta sırasıyla, 18 mm ve 9 mm'lik can suyu uygulanmıştır. Sulama konuları oluşturulduktan sonra bitkinin büyüme dönemi boyunca gereksinim duyduğu sulama suyu, damla sistemi ile uygulanmıştır. Denemede üç farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Her bir deneme konusunda ilk sulamalar, farklı yaprak su potansiyeli ölçüm değerlerine göre, I1 konusunda -15 bar, I2 konusunda -17 bar ve I3 konusunda ise -20 bar olduğunda, yapılmıştır. YSP değerlerine göre yapılan ilk sulamalarda topraktaki eksik suyu tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulanmıştır. Diğer sulamalar açık su yüzeyi buharlaşma kabından (Class A pan) elde edilen birer haftalık yığışimli buharlaşma değerlerinin % 100'nün I1 konusuna, % 70'inin I2 konusuna ve % 50'sinin I3 konusuna uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Sulama suyu Kanber (1984)'de verildiği gibi, açık su yüzeyi buharlaşmasından, bitki-pan katsayılarından ve ıslatma yüzdesi değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Eşitlik 2).

$$V = (1000) \times A \times E_p \times K_{cp} \times P \quad (2)$$

Eşitlikte; V, Sulama suyu miktarı (L), A, parsel alanı (m²), E_p, sulama aralıklarında A sınıfı buharlaşma kabından (CAP) ölçülen yığışimli buharlaşma miktarı (mm), P, ıslatma yüzdesi (%), K_{cp}, bitki katsayısı

Eşitlik 2'de kullanılan K_{cp} değeri pamuk bitkisi için 1 alınmıştır. Ayrıca örtü yüzdesi, her sulama öncesi bitki taç genişliği ölçülerek hesaplanmıştır.

İşletme sırasında lateral başında ve sonunda basınç ölçümleri yapılmış, yük kayıplarının istenilen sınırlarda kalmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, sulama anında daha önce etiketlenmiş her lateralın başlangıcında, ortasında ve sonunda yer alan damlatıcılardaki debi ölçümleri yapılarak, damlatıcıların istenilen debiye ulaşıldığı test edilmiştir (Nakayama ve Bucks, 1986). Sulama süresi, uygulanacak sulama suyu miktarına, damlatıcı debisi ve sayısına bağlı olarak aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır.

$$Tc = \frac{V}{q \times ne \times Ls} \quad (3)$$

Eşitlikte, T_c, sulama süresi (saat); V, sulama suyu, (L); q, damlatıcı debisi, (L/saat); ne, lateraldeki damlatıcı sayısı (adet); L_s, parseldeki lateral sayısı (adet). Parsellere uygulanan su miktarları, ayrıca, denetim biriminde bulunan bir su saati aracılığı ile denetlenmiştir. Sulamalarla birlikte konulara üç farklı gübre, azot (N, 40 ppm), fosfor (P, 10 ppm) ve potasyum (K, 15 ppm) uygulanmıştır. Sulama mevsimi sonunda, uygulanan su miktarlarına bağlı olarak, farklı azot dozları elde edilirken, diğer gübreler, olabildiğince eşit uygulanmaya çalışılmıştır.

Hasat İndeksi: Birim kuru madde miktarına karşı elde edilen birim verim değerinin oranı olarak adlandırılan hasat indeks değerleri, çalışma yılı için, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Hsiao, 1993).

$$\text{Hasat indeksi (HI)} = \frac{\text{Verim (g / m}^2\text{)}}{\text{Biyokütle (g / m}^2\text{)}} \quad (4)$$

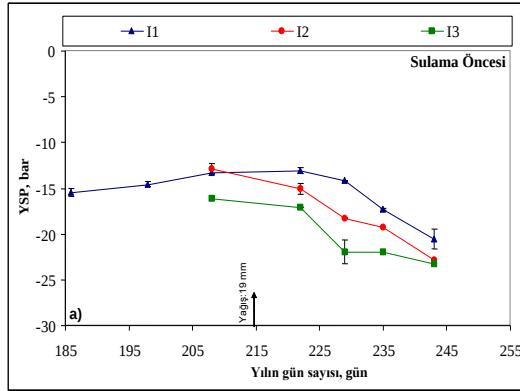
Araştırma Bulguları

Yaprak Su Potansiyeli Ölçümleri

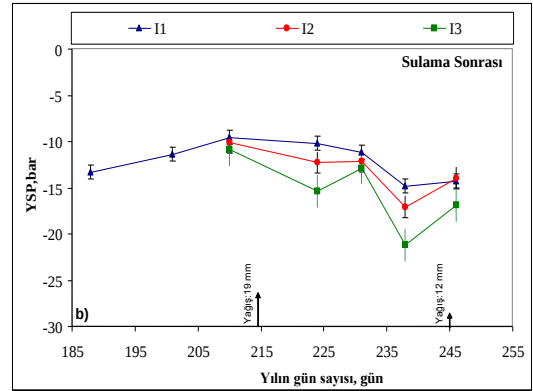
Öğlen vakti ölçümleri

Tam sulanan, I1, hafif stres, I2 ve orta stres, I3 konularında sulamadan önce ve sonra yaprak su potansiyeli (YSP) ölçümlerine ilişkin elde edilen sonuçlar, Şekil 4.9.a ve 4.9.b'de gösterilmiştir. YSP ölçümlerine, yılın 186. gününde (ilk tarak görölmesi) başlanmış, 246 günde (ilk el hasat) son verilmiştir. Bu süre içerisinde ölçümler, sulamadan önce ve sonra olmak üzere, 7 kez yinelenmiştir.

Sulama öncesi, I1 konusunda daha yüksek (negatif küçük) YSP değerleri ölçülürken diğer I2 ve I3 konularında daha küçük (negatif daha büyük) değerler elde edilmiştir (Şekil 2). Konulara göre YSP'nin sulama sonrası değişim tavrı incelendiğinde, yılın 210'uncu gününden itibaren uygulanan sulama düzeylerine bağlı olarak, önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Sulama öncesi duruma benzer olarak, I1 konusunda daha düşük YSP, I3 konusunda en yüksek YSP, değerleri elde edilmiştir.



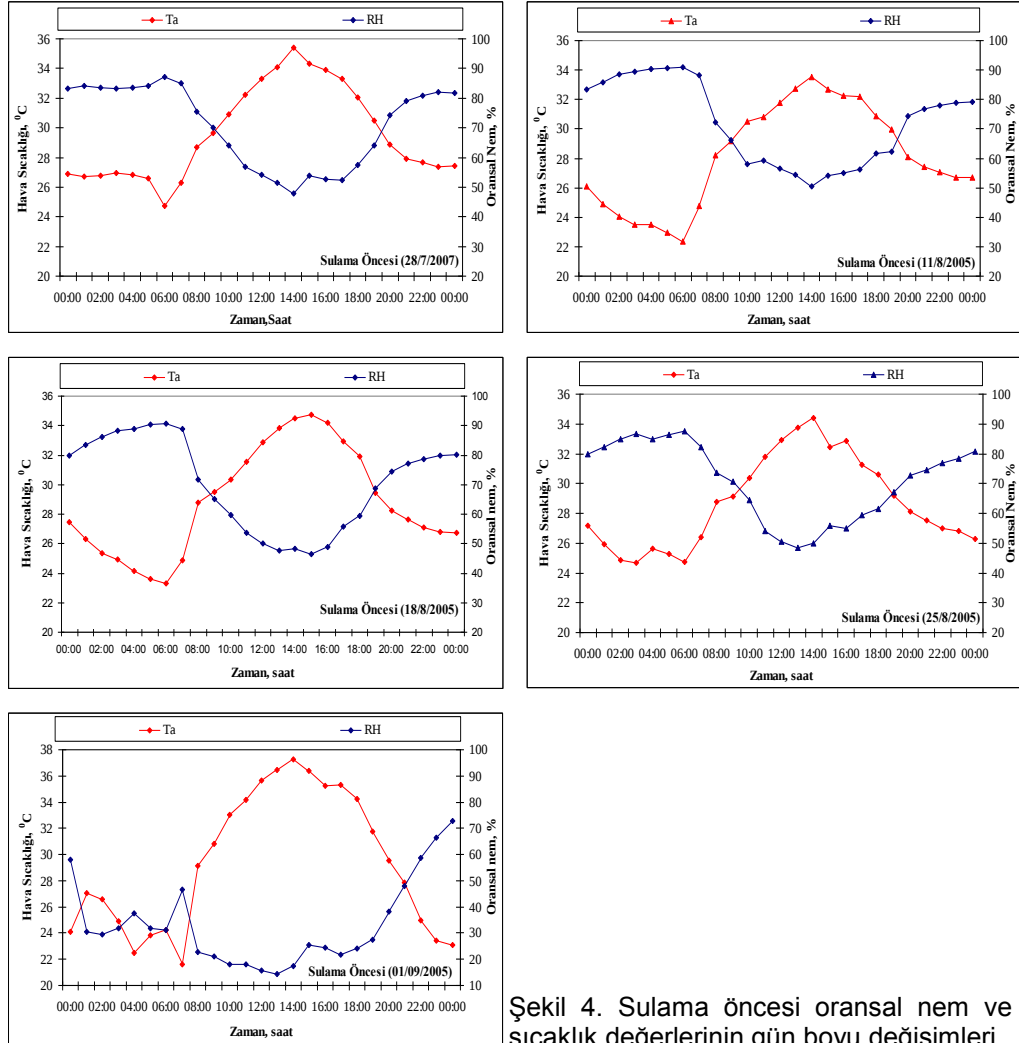
Şekil 2. Sulama öncesi öğle saatlerinde (saat 12:00) alınan YSP ölçümleri



Şekil 3. Sulama sonrası öğle saatlerinde (saat 12:00) alınan YSP ölçümleri

Bitkilere ilişkin YSP değerleri, yaratılan su stresinin bir sonucu olarak değişmiştir. Daha öncede değinildiği gibi, sulama mevsimi içerisinde, I2 ve I3 konularında ekimden yaklaşık 40 gün sonra elverişli suyun %50 düzeyinin altına düşmesi ve sonra bununda altına inmesi, bu konularda her zaman daha negatif YSP değerlerinin ölçümüne neden olarak gösterilebilir.

Öte yandan, sulama öncesi ölçülen YSP değerleri ile aynı tarihlerde ölçülen oransal nem, sıcaklık değişiminin grafikleri incelendiğinde (Şekil 4), öğle saatlerinde hava sıcaklığı yükselmiş ve havanın oransal nem değeri düşmüştür. Bu durumun sonucu olarak, bütün konularda YSP değerleri negatif yönde artmıştır.



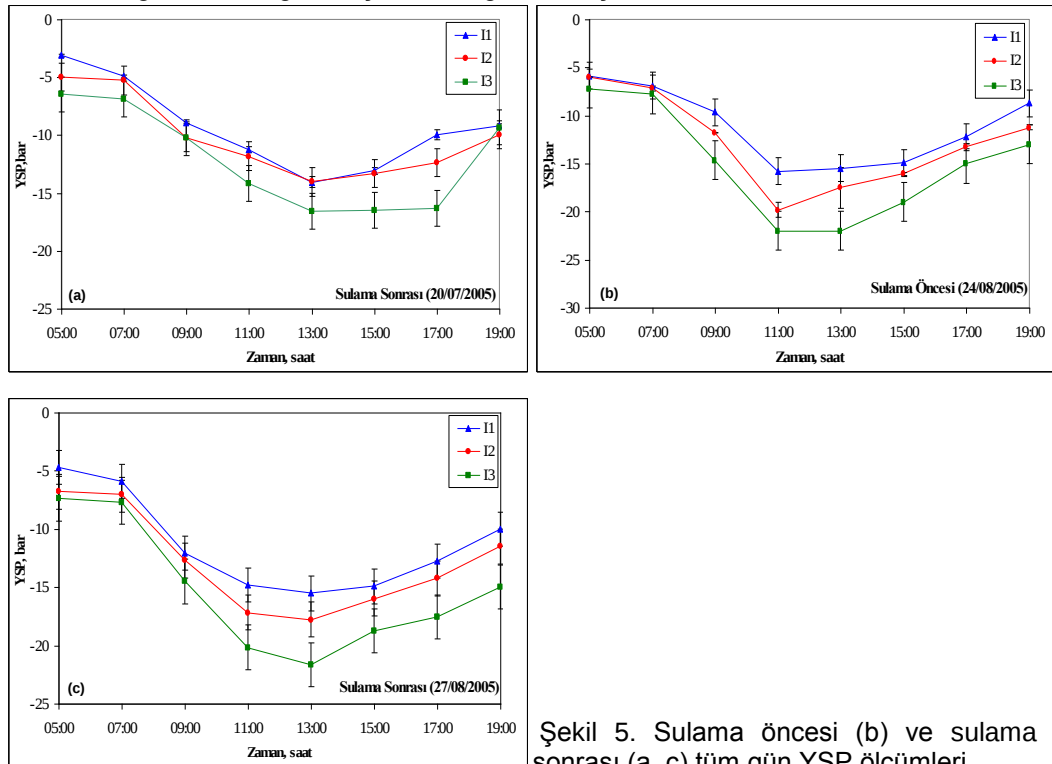
Şekil 4. Sulama öncesi oransal nem ve sıcaklık değerlerinin gün boyu değişimleri

Sulama öncesi YSP değerleri bir bütün olarak incelendiğinde, genellikle, tam sulamanın yapıldığı I1 konusunda YSP=-15.5 bar'da, I2 de YSP=- 16 ile-18 bar'da I1, ve I3 konusunda ise YSP=-22 ile-23 bar'da sulama yapıldığı anlaşılmıştır. Değişilen değerlerin, pamuk sulama planlamasında, yaratılacak su stres düzeylerine göre, sulamaya başlamak için birer indeks noktası olarak, kabul edilebilecekleri düşünülebilir. Sulama mevsimin başlangıcından sonuna dek, sulamalardan sonra saat 12:00'da 8 Temmuz ile 4 Eylül tarihleri arasında YSP değerleri Şekil 3 de gösterilmiştir. YSP değerleri, toprak su içeriği arttığından dolayı

arttığı belirlenmiştir. Sulamalardan sonra nem içeriği artışıyla beraber YSP değerleri sulama öncesi değerlerine göre düşmüştür.

Gün boyu YSP ölçümleri

Deneme konularında, sulama dönemi ortasında, (20 Temmuz) sulamadan sonra ve dönem sonunda (24 ve 27 Ağustos) sulamadan önce ve sonra, tüm YSP değerleri ölçülmüştür. Tüm konuların sulama dönemi ortasında, sulama sonrası alınan tüm gün YSP değerleri Şekil 5'de gösterilmiştir

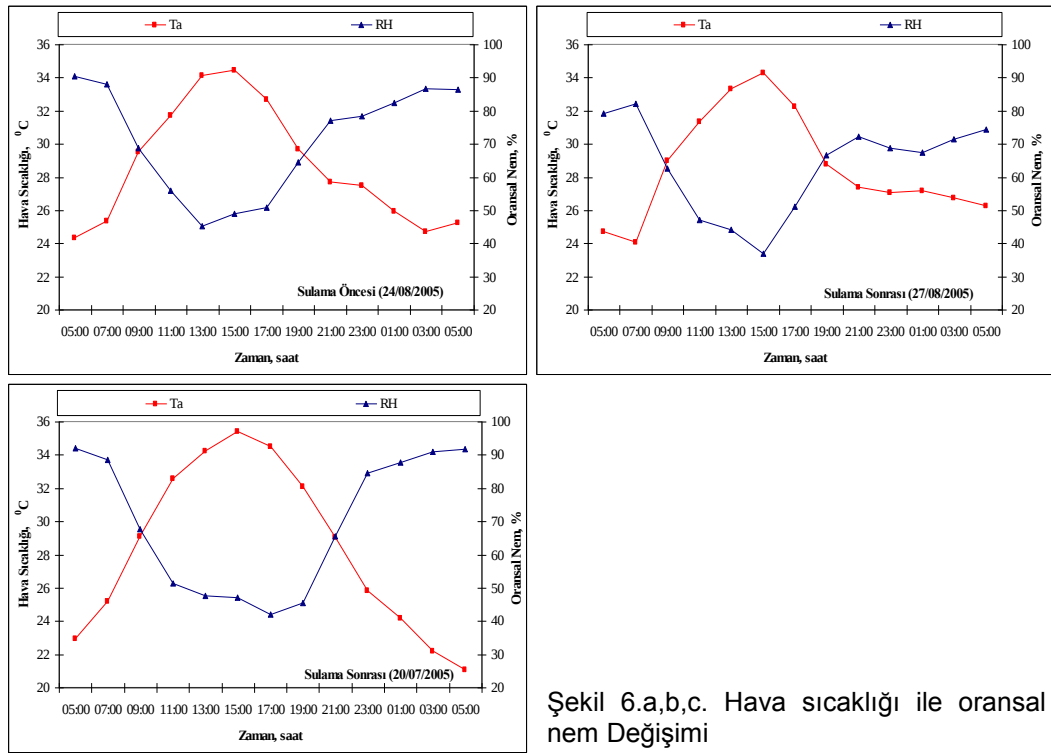


Şekil 5. Sulama öncesi (b) ve sulama sonrası (a, c) tüm gün YSP ölçümleri

Şekilden anlaşılacağı gibi, her üç konuda da YSP değerleri özellikle hava sıcaklığının arttığı, oransal nemin düştüğü öğle saatlerinde -14.5 bar (I1) -14.3 bar (I2) -16.6 bar (I3) değerine ulaşmıştır. Bundan sonraki saatlerde ise sıcaklığın düşmesi, oransal nemin artmaya başlaması ile birlikte YSP değerleri, giderek negatif olarak azalmaya başlamıştır. Gün boyunca alınan ölçümler sonucunda, tam sulama konusu olan I1 de negatif daha düşük YSP değerleri, orta derecede stres konusu olan I3'de ise daha yüksek YSP değerleri ölçülmüştür. Aynı şekilde, sulama mevsimi sonunda sulama sonrasında ölçülen tüm gün YSP değerleri, Şekil 5'de gösterilmiştir. Şekil 5'de anlaşılacağı gibi günlük döngüsünde tüm konularda YSP'nin arttığı (negatif küçük) saptanmıştır. Konularda sabah saatlerinden itibaren YSP'nin artmaya başlaması terlemeye bitki dokularının su kaybindan

kaynaklanmış olabilir. Oluşan kaybını engelleme isteminden havanın sıcaklığının yükseldiği öğle saatlerinde (11:00-13:00) tüm konularda en yüksek negatif YSP değerlerine ulaşılmıştır. Anılan saatlerde, I1 konusunda, -15.5 bar, I2'de, -17.8 bar ve I3 konusunda ise, -21.7 bar değerleri ölçülmüştür.

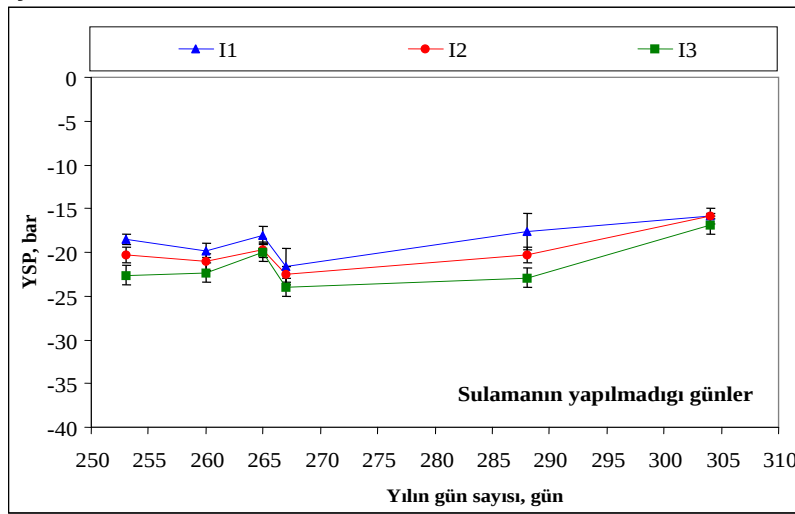
İki farklı zamanda sulama sonrası ölçümleri arasında (Şekil 5 (a,c)) önemli farklar gözlemlenmiştir. Bu durumun, her iki tarihteki hava sıcaklığı ve oransal nem değerlerinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Konu edilen tarihlerdeki kimi iklim değişikliklerine ilişkin değerler, Şekil 6. a,b,c'de gösterilmiştir. Ayrıca, gözlemlenen tarihlerde konulardaki toprak su içerikleri de önemli ölçüde farklıdır. Örneğin; 20 Temmuz'da toprak nem kapsamları, I1: 509,15 mm; I2 : 470.0 mm; I3: 449.80 mm iken; 27 Ağustos da sırasıyla 467.1, 443.84 ve 377.01 mm dir. Konu edilen iki gözlem günlerindeki YSP değerleri arasındaki farkların, toprak su kapsamlarında gözlenen ayrımlardan ileri gelmiş olabileceği düşünülebilir. Öte yandan, 27 Ağustos günü I3 konusunda ölçülen en yüksek YSP değerinin (negatif en büyük rakam), anılan konuda toprak suyunun solma noktasının altına düşmesinden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.



Sulama mevsimi ortasında, sulama öncesi tüm gün alınan YSP değerleri Şekil 5 b'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, sulama öncesi YSP değerleri

sulama sonrası YSP değerlerinden (Şekil 5a ve c) daha yüksektir. Bunun, kök bölgesindeki su kapsamının sulama öncesi çok düşük olmasından ileri geldiği savunulabilir. Günlük en yüksek YSP değerleri (negatif en büyük rakamlar), I3 konusunda ölçülmüştür.

Sulama uygulamaları bittikten sonra (11 Eylül 2005) hasat sonuna dek haftalık olarak öğle saatlerinde YSP değerleri ölçülmüştür (Şekil 7). Konuların yaratılan stresi düzeylerine ve ölçümlerin yapıldığı günlere denk gelen yağışlar göz önüne alınarak YSP değerlerinde kimi önemsiz devinimler görülmüştür. Ancak, genelde, YSP değerleri konulara bağlı olarak durağan sayılabilecek bir gelişme göstermiştir.



Şekil 7. Sulama mevsimi sonu dönemde YSP değerlerinin değişimi

Grimes ve Yamada (1982a), çalışmalarında basınç odacığı tekniği ile ölçtükleri yaprak suyu potansiyeli değerlerine göre pamuğu sulamışlardır. Araştırmacılar, yaprak suyu potansiyelinin büyüme mevsimi başlarında -16 bar'a, mevsimin ortalarında -18 ile -20 bar'a ve çiçeklenmenin en yoğun olduğu dönemde ise -18 bar'a inmesi durumunda sulamaların yapılmasını önermişlerdir. Farklı sulama düzeylerinin şeftali ve nektarin çeşitlerinde YSP üzerine olan etkilerini inceleyen Kaynaş (1994); konu edinilen değerlerde günlük ve mevsimlik değişmelerin olduğunu saptamıştır. Ayrıca, araştırmacı, bütün bitkilerde gün ortasında yapılan mevsimlik YSP ölçümlerinde zamanla azalmalar olduğunu ve bitkiye verilen su miktarı kısıtlandıkça azalmaların arttığını ifade etmiştir. Günlük YSP değişimlerinde, güneş doğmadan önce maksimum olan YSP, gün ortalarında minimum düzeye ulaştıktan sonra tekrar artış gösterdiği belirlenmiştir.

Hasat İndeks (HI) Değerleri

Denemede hasat elle ve iki derim yapılarak bitirilmiştir. İkinci hasat tüm pamuk kozaları açıldığında yapılmıştır. Kontrol konusunda (I1) tüm elmalar

açmamış bu nedenle açmayan elmalar güneşte bir süre kurutularak sonuçlar verime eklenmiştir. Elde edilen verim sonuçları ve hasat indeksi (HI) değerleri aşağıda Çizelge 1 de verilmiştir.

Ulaşılan sonuçlar, I1 konusunda vejetatif gelişmenin fazla olduğunu, o nedenle HI değerinin düştüğünü göstermektedir. Bu durumun, uygulanan aşırı sulamadan kaynaklandığı söylenebilir. Bunun karşısı olarak mevsim içerisinde oluşturulan su eksikliğinin vejetatif gelişmeyi azalttığı, büyüme dönemini kısalttığı, kütlü verimini artırdığı söylenebilir. Bu konuda benzer sonuçların alındığı, Emiroğlu (1970), Tekinel ve Kanber (1979), Baştuğ (1987) ve Ertek (1998) tarafından da açıklanmaktadır. Aynı şekilde, Yavuz (1993), Çukurova koşullarında yapmış olduğu çalışmada kütlü veriminin 197-334 kg/da arasında değiştiğini saptamıştır.

Çizelge 1. Konulara Göre Verim ve Hasat İndeksi (HI) Değerleri (2005)

Konular	I1	I2	I3	Sulanmayan
Verim , kg/ha	3126	3495	3341	1489
Hasat İndeksi (HI), verim/biyokütle	0.17	0.28	0.37	

Sonuçlar

Çalışma, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 2005 yılında yürütülmüştür. Bu çalışmada, farklı sulama ve azot düzeylerinde pamuk bitkisinde yaprak su potansiyelinin (YSP) zaman boyutunda değişimi saptanmış ve sulama zaman ilişkisi irdelenmiştir.

Büyüme mevsimi boyunca konulara verilen su miktarları sırasıyla; I1 konusuna 493 mm, I2 konusunda 316 mm ve I3 konusuna 163 mm olarak saptanmıştır. Çalışmada, su bütçesi yaklaşımına göre, büyüme mevsimi boyunca pamuk bitkisindeki su tüketim değerleri I1 konusunda 675 mm, I2 konusunda 524 mm ve I3 konusunda 357 mm olarak hesaplanmıştır.

Yaprak alan indeksi (YAI), deneme konularında ekimden, elma oluşumuna kadar artış göstermiş, sonraki dönemlerde ise azalmıştır. Çalışmada, en yüksek YAI değeri, I1 konusunda yılın 226. gününde ($6.47\text{m}^2/\text{m}^2$), I2 konusu için 111 gününde ($4.21\text{m}^2/\text{m}^2$) ve en düşük değere ise I3 konusunda 94 gününde ($2.07\text{m}^2/\text{m}^2$) ölçülmüştür.

Yetiştirme mevsimi boyunca, bitki örtü yüzdesi değerleri hesaplanmıştır. Konulara ilişkin örtü yüzdeleri I1 konusunda ekimden 76. gün sonra I2 konusunda 94 gün sonra tam örtüye ulaşmıştır. I3 konusunda 111. günde ancak (%78) örtü değeri elde edilmiştir.

I1, I2 ve I3 konularının kuru madde miktarları ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda, vejetatif gelişmenin en fazla olduğu I1 konusunda 1825 g/m^2 , I2 konusunda 1207 g/m^2 ve I3 konusunda 882 g/m^2 olduğu saptanmıştır.

Denemeyi oluşturan I1, I2 ve I3 konularında sulamalardan önce ve sonra öğle saatlerinde YSP değerleri ölçülmüştür. Sulama öncesi YSP değerleri, I1 konusunda düşük negatif, I3 konusunda daha yüksek negatif ölçümlere ulaşılmıştır. Sonuç olarak; pamuk bitkisinde, tam sulamanın yapıldığı konularda yaprak su potansiyeli (YSP)'nin -15.5 bar'a, hafif stres konusunda -16, -18 bar'a, ve

orta stres konusunda ise -22, -23 bar'a ulaştığında sulamaların yapılabilceği anlaşılmıştır.

Konulara ilişkin gün boyu YSP değışimleri, sulama mevsiminin ortasında ve sonunda olmak üzere sulama öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. YSP değeriinin günlük zamansal değışimleri benzer bulunmuştur. Negatif maksimum YSP değeriine öğle saatlerinde ulaşılmıştır. En yüksek YSP değeri I3 konusunda -23 bar olarak ölçülmüştür.

Sulama sonu dönemde 2. hasat sonuna dek YSP ölçülmüştür. Anılan dönemde I1 konusunda -18.5 bar, I2 konusunda -20.3 bar ve I3 konusunda -22.6 bar değeri ölçülürken ilk hasat sonuna denk gelen tarihte YSP değeri I1 konusunda -18.5 bar, I2 konusunda -19.7 bar ve I3 konusunda -20 bar olarak bulunmuştur. En son ölçülen ve 2. hasat sonrasına denk gelen YSP ölçümlerinde, I1 konusunda -15.8 bar, I2 konusunda -15.9 bar ve I3 konusunda ise -16.9 bar değeri okunmuştur.

Denemede hasat elle ve iki derim yapılarak bitirilmiştir. I1 konusunda 312 kg/da, I2 konusunda 349 kg/da, ve I3 konusunda 334 kg/da verim alınmıştır. Hasat indeksi değeri; I1 konusunda 0.17, I2 konusunda 0.28 ve I3 konusunda 0.37 olarak değışmiştir. Bu sonuçlara göre, YSP'nin -15.5 bar'larda olduğu tam sulama (I1) konusunda vejetatif gelişme artmış ve buna bağılı olarakta en az kütlü verim elde edilmiştir. Hafif stres (YSP:-16, -18 bar) ve orta stres (YSP: -20, -23 bar) konularında ise mevsim içerisindeki yaratılan stresin vejetatif gelişmeyi azalttığı, büyüme devresini kısalttığı ve kütlü verimi arttırdığı söylenebilir.

Öneriler

Yukarıda özetlenen sonuçlar ışığında aşağıda sıralanan öneriler yapılabilir: Sulamalar YSP değeriine göre planlanabilir. Bunun için gün ortasında ve açık gökyüzü koşullarında yapılan ölçmelerin yeterli olduğu söylenebilir. Pamuk bitkisinde YSP -16 bar ile -18 bar değeriinde iken, sulama zamanı belirlendiğinde kütlü verimde artış beklenebilir.

Kaynaklar

- BAŞTUĞ, R., 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su Tüketimi Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 120s.
- DENMEAD, O. T.; SHAW, R. H., 1962. Availability of Soil Water to Plants as Affected by Soil Moisture Content and Meteorological Conditions. Agronomy Journal, Madison, 43: 385-390
- EHLIG, C. F, GARDNER, W. R., 1964. Relationship Between Transpiration and the Internal Water Relations of Plants. Agron. J. NA. 56:127-130
- ERTEK, A., 1998. Damla Sulama Sistemleriyle Pamuk Bitkisini Sulama Olanakları. Ç.Ü.Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 140.s.
- GOLDHAMER, D. A., PHENE, B. C., BEEDE, R., SCHERLIN, L., BRAZIL, J., KJELGREN, R. K., ROSE, D., 1986. Tree Performance After Two Years of

- Sustained Deficit Irrigation California Pistachio Industry, Annual Report of 1985-1986 Crop Year, 104-109.
- GRIMES, D. W., YAMADA, H., 1982a. Cotton Growth Related to Plant's Water Status. Calif. Agric. 13-14.
- HISIO, T.C., 1993. Plant Atmosphere Interactions, Evapotranspiration and Irrigation Scheduling Course I.C.M.A.S. Bari, Italy, 148s.
- KANBER, R., 1984. Çukurova Koşullarında Açık su Yüzeyindeki Buharlaştırmadan (Class A Pan) Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Verimlerinin Sulanması. Bölge Toprak Su Araşt. Enst. Müd. Yayınları. Tarsus, 78(33):1-151
- KANBER, R., YAZAR, A., ÜNLÜ, M., 1993. Bitki Üretim Fonksiyonlarının Eldesinde Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Siteminin Kullanılması. Ç.Ü Ziraat Fak. Dergisi Cilt 9 Sayı 1. Adana.
- KAYNAŞ, N., 1994. Bazı Nektarin ve Şeftali Çeşitlerinde Kurağa Mukavemetin Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Bahçe Bitkileri Merkez Araştırma Enst. Müdürlüğü Sonuç Raporu, Yalova
- NAMKEN, L. N., BARTHOLIC, J. F., RUNKLE, J. R., 1969. Monitoring Cotton Plant Stem Radius as an Indication of Water Stress. Agronomy Journal, 61: 891-893.
- NAKAYAMA, F.S., BUCKS, 1986 Operational Principles: Water Treatment. "Trickle Irrigation for Crop Production .Edit. F. S. Nakayama ve D.A. Davis. Developments in Agric Eng. 9, Chap.3. Elsevier Science Publication Co., Inc., Amsterdam, s.164-187
- ÖZBEK, H., DİNÇ, U., KAPUR, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Adana, 23(8):149.
- STEGMAN, E.C., MUSICK, J.I., 1986. Irrigation Water Management 'Design and Operation of Farm Irrigation systems. Ed., ME, Jensen', St. Joseph MI, 779s.
- TEKİNEL, O., KANBER, R., 1979. Çukurova Koşullarında Kısıntılı Su Kullanma Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. Toprak Su Araştırma Enst. Yayınları. Tarsus, 98:48
- YAVUZ, M., 1993. Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim Ve Su Kullanımına Etkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. Adana 196 s.