

Hatay Koşullarında Farklı Su Stres Düzeylerinin Pamuk (*Gossypium Hirsutum L.*) Bitkisinde Verim ve Vejetatif Özelliklere Etkilerinin Belirlenmesi

Berkant ÖDEMİŞ Derya Kazgöz CANDEMİR Hatice DELİCE Kerem KARAZİNCİR

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Biyosistem Müh. Böl., 31000, Hatay

Özet

Araştırma, Hatay İlinde 'Carisma' pamuk çeşidinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulama konuları tam sulama konusuna (I_{100}) uygulanan suyun %66 (I_{66}) ve %33'ünün (I_{33}) uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Tanık (I_0) konusu sadece yağış ile su almıştır. Denemede su stresinin etkilerini belirlemek için farklı gelişme dönemlerinde vejetatif ölçümler (kuru madde miktarı, bitki boyu, boğum sayısı ve boğum arası mesafe, kırmızılık) yapılmıştır.

Denemede sulama suyu miktarları 1078 mm (I_{100}) ve 456 mm (I_{33}) arasında, bitki su tüketimi değerleri 1007 mm (I_{100}) ve 536 mm (I_{33}) arasında değişmiştir. Sulanmayan (I_0) konusunda bitki su tüketimi 206 mm olarak ölçülmüştür. Verim değerleri $518.03 \text{ kg da}^{-1}$ (I_{66}) ile $182.43 \text{ kg da}^{-1}$ (I_0) aralığında gerçekleşmiştir. Sulama suyu ve bitki su tüketimi ile verim arasında güçlü regresyon ilişkileri bulunmuştur ($p < 0.01$). İncelenen özelliklerin zamana bağlı değişimleri araştırıldığında en yüksek değerler genel olarak çiçeklenme dönemi sonunda gerçekleşmiştir. Tanık (I_0) konusu esas alındığında I_{100} konusunda kuru madde miktarında %49, yaprak alan indeksi %242, yaprakların su tutma kapasiteleri %15, bitki boyu %64 oranında artmıştır.

Anahtar kelimeler: Pamuk (*Gossypium Hirsutum L.*), Su stresi, Vejetatif özellikler, Verim

Determination of the Effects of Different Water Stress Levels on Yield and Vegetative Properties of Cotton (*Gossypium Hirsutum L.*) in Hatay Conditions

Abstract

The study was carried out in the 'Carisma' cotton type in the Hatay Province (Turkey) according to split plot design with 3 replicates. Water treatments were designated as the application of 66% (I_{66}) and 33% (I_{33}) of water applied to full irrigation treatment (I_{100}). Non-irrigated treatment (I_0) received only rainfall. In order to determine the effects of water stress on the experiment, vegetative measurements (dry matter, plant height, number of nodes and internode distance, redness) were made in different developmental periods.

The amount of irrigation water applied in the study changed between 1078 mm (I_{100}) and 456 mm (I_{33}), while evaporatranspiration rates changed between 1007 mm (I_{100}) and 536 mm (I_{33}). Regarding the non-irrigated treatment (I_0), evaporatranspiration was measured to be 206 mm. The yield values varied from $518.03 \text{ kg da}^{-1}$ (I_{66}) to $182.43 \text{ kg da}^{-1}$ (I_0). There was strong regression relation between irrigation water and evaporatranspiration with yield ($p < 0.01$). When the time-dependent changes of the researched properties were examined, the highest values were generally observed at the end of the flowering period. Compared to the Non-irrigated treatment (I_0), the increase rates of I_{100} were increased by 49% in dry matter, 242% in leaf area index, 15% in leaf moisture content and 64% in plant height.

Key words: Cotton (*Gossypium Hirsutum L.*), Water stress, Vegetative properties, Yield

Giriş

Pamuk (*G. hirsutum L.*) Dünyanın en önemli endüstri bitkilerinden biridir. Farklı iklimsel alanlarda adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, kurak ve yarı kurak iklimlere sahip birçok bölgede yetişebilmesine olanak sağlamaktadır. Uluslararası Pamuk Danışma Kurulu'nun verilerine göre Türkiye, pamuk ekim alanı yönünden Dünyada dokuzuncu, birim alandan elde edilen lif pamuk verimi yönünden altıncı, pamuk üretim miktarı yönünden sekizinci, pamuk tüketimi yönünden dördüncü, pamuk ithalatı yönünden üçüncü ülke konumundadır (Anonim 2017).

Yağışların azalması çoğu bölgede depolanan su miktarını azaltmakta ve sulama mevsiminde suyun kullanımını sınırlandırmaktadır. Araştırmalar suyun sınırlı olması durumunda çok su tüketen bitkilerde verim düşüklüğünün görüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu nedenle verim azalmasını minimize edecek sulama suyu miktarının belirlenmesi farklı iklimlerde önemli araştırma konuları arasındadır. Mevcut suyun etkin kullanımını sağlayan sulama yöntem ve stratejilerinin özellikle çok su tüketen pamuk gibi bitkilerde araştırılması gün geçtikçe artmaktadır (Karakaya, 2015).

Pamukta lif kalitesini ve verimi etkileyen en önemli faktör sulama suyudur (Oosterhuis, 2001). Yetiştirildiği bölgelerde yetersiz yağış ve su gereksiniminin yüksek olması nedeniyle ülkemizde kısıtlı suyun pamuk üzerine etkileri ile ilgili çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Kısıtlı sulamanın verim parametrelerine etkisi (Baştuğ ve Tekinel, 1989), ilk ve son sulama tarihlerinin belirlenmesi (Bilgel, 1996), farklı sulama yöntemlerinin pamuk verimine etkileri (Yazar ve ark., 2002) damla sulamada sulama programlaması (Ertek ve Kanber, 2003) konularında yapılan çoğu araştırmada pamuk bitkisinin yetiştirildiği alanlarda yaşanan sorunlara çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Suyun sınırlı, sulama olanaklarının düşük olduğu alanlarda ise en önemli stratejilerden biri kısıtlı sulama stratejisidir.

Bitki yetiştirme mevsimi süresince bitkinin ihtiyaç duyduğu sulama suyu gereksiniminden daha az suyun uygulaması olarak tanımlanabilecek kısıtlı sulama kavramı, ilk olarak 1970'li yılların başında Avusturalya ve Yeni Zelanda'da uygulanmaya başlanmıştır. O dönemde öncelikli amaç aşırı büyüyen, geç olgunlaşan meyve ağaçlarının yaz budaması ile vejetatif gelişimlerini azaltmaktır. Sulama suyunun korunması ikincil önemdedir. Anılan ülkelerdeki araştırmacılar bitki su tüketiminin yaklaşık %25'i düzeyinde su kısıtlılığına gidildiğinde verimin arttığını bildirmişlerdir (Mitchell ve ark., 1989). Ancak İspanya ve Kaliforniya'da yapılan çalışmalarda ise araştırmacılar aynı sonuçlara ulaşmakta başarısız olmuşlardır (Girona ve ark., 1993, 2002; Goldhamer ve ark., 2002). Bu durum kısıtlı sulama uygulamalarının çeşide, toprak tipine ve evaporatif gereksinime bağlı olarak değişebileceğini ve başka alanlarda da denenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Çünkü yoğun su kullanan bitkilerde su gereksiniminin azaltılabilme olanağı özellikle suyun kısıtlı olduğu alanlar için büyük bir avantaj olarak değerlendirilmiştir. Kısıtlı sulama koşullarında pamuğun su tüketimi ve verimini araştırmak amacıyla Çukurova bölgesinde yapılan çalışmada (Tekinel ve Kanber, 1979), sulama suyu ile verim arasında ikinci dereceden bir ilişki olduğunu ve gereksinimden %30 oranında daha az su uygulandığında verimin azalmadığını açıklamışlardır.

Dağdelen ve ark. (2005), karık sulama yöntemini kullandıkları çalışmada, toprak nem içeriğinin yaklaşık olarak %50' sinin tüketildiğinde sulama uygulamalarına başlamışlardır. Kontrol konusu ile birlikte, kontrol konusuna verilen sulama suyu miktarının %70, %50, %30 ve susuz bırakılan konu olmak üzere toplam beş sulama konusu ele alınmış ve sulanan konular için sulama uygulamaları aynı gün yapılmıştır. Yetiştirme mevsimi boyunca ele alınan sulama konuları için ortalama su kullanım değerleri yaklaşık 560 mm olarak gerçekleşmiştir. Beklenildiği gibi en yüksek verim tam sulamanın yapıldığı kontrol konusundan elde edilmiştir. Su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım

randımanı değerleri sulama suyu miktarındaki artış ile birlikte azalmıştır. Yaprak alan indeksi ve kuru madde verimi su kullanımının artmasıyla birlikte artış göstermiştir. Su stresi altında yaprak büyüklüğünün azalması sonucu yaprak alan indeksi değerinin azaldığı ifade edilmiştir. Ayrıca %16 verim azalmasına karşın, gereksinim duyulan sulama suyu miktarının %70'nin uygulandığı konu özellikle suyun sınırlı olduğu yarı kurak bölgeler için önerilmiştir.

Bu çalışma, yağış miktarının azalması nedeniyle depolanan su miktarında hızla azalmanın görüldüğü Hatay ilinde, pamuk bitkisine uygulanacak su kısıtının bitkinin verim ve verim parametrelerine etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2016 yılında Hatay ili sınırlarında yer alan ProGen tohumculuk firmasına ait araştırma istasyonunda bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme parselleri her biri 15 m olan 6 sıradan oluşmuş, sıra arası 70 cm, sıra üzeri 15 cm olarak düzenlenmiştir. Deneme alanının toprağı SiCL bünye sınıfında olup tuzluluk ve drenaj sorunu bulunmamaktadır. Uzun yıllık (1945-2006) iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 20 °C'dir. Yılın 8.2 °C ile en soğuk ayı Ocak; en sıcak ayı ise 29.1 °C ile Ağustos'tur. Deneme yılında ortalama sıcaklık 26.9 °C, rüzgar hızı 5.95 km sa⁻¹ dir. Yetiştirme sezonu boyunca önemli bir kısmı hasat tarihine yakın olmak üzere 149.20 mm yağış düşmüştür. Materyal olarak Carisma pamuk çeşidi kullanılmıştır. Parseller damla sulama yöntemi ile sulanmış, damlatıcı aralığı 40 cm, damlatıcı debisi 1.8 lt h⁻¹ olan lateraller kullanılmıştır. İlk sulama, elverişli kapasitenin %50'si tüketildiğinde, diğer sulamalar ise yaklaşık 1 hafta aralıklarla yapılmıştır. Sulama uygulamaları 90 cm etkili kök derinliğindeki eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi ile yürütülmüş ve sulama düzeyleri tam sulama konusu (I₁₀₀) ve tam sulama konusunun %66'sı (I₆₆) ve %33'ünün (I₃₃) uygulandığı konular olarak düzenlenmiştir. Tanık (I₀) konusuna sulama suyu uygulanmamış sadece

yağışla su almıştır. Topraktaki nem değişimi gravimetrik yöntemle 1 hafta aralıklarla belirlenmiştir.

Bitki Su Tüketimi, Su Kullanım Randımanı ve Su-Verim Fonksiyonu Hesaplamaları

Uygulamaların bitki su tüketimi'ne etkisi "Toprak Su Bütçesi" yöntemine göre (Eşitlik 1) (James, 1988); su kullanım randımanı Eşitlik 2' ye; sulama suyu kullanma randımanı (IWUE) Eşitlik 3' e; bitki su verim fonksiyonları Doorenbos ve Kassam, (1979) tarafından belirlenen yöntemle göre (Eşitlik 4) hesaplanmıştır.

$$Et=I+R-Dp-Rf\pm\Delta S \quad (1)$$

$$WUE=Y/Et \quad (2)$$

$$IWUE=Y/I \quad (3)$$

$$(1-Ya/Ym)=Ky(1-Eta/Etm) \quad (4)$$

Eşitliklerde; Et: Bitki su tüketimi (mm); I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm); R: Yağış (mm); Dp: Derine sızma (mm) (Sulamalardan yaklaşık 24 saat sonra tam sulama konularının 120 cm derinliklerinden yapılan örneklemelerden ölçülmüştür); Rf: Yüzey akış (mm); ΔS: Toprak profilindeki nem değişimi (mm/90 cm), WUE: Su kullanma randımanı (kg da⁻¹ mm⁻¹), Y: Uygulamalardan elde edilen pamuk verimi (kg da⁻¹), IWUE: Sulama suyu kullanma randımanı (kg da⁻¹ mm⁻¹), Ya: Gerçek verim (kg da⁻¹), Ym: Maksimum verim (kg da⁻¹), Eta: Mevsimlik gerçek su tüketimi (mm), Etm: Mevsimlik maksimum su tüketimi (mm), Ky: Su-verim tepki etmenidir.

Vejetatif Ölçümler

Bitki büyüme ve gelişiminin belirlenmesine yönelik olarak taraklanma başlangıcı, çiçeklenme başlangıcı ve ortasında ve kozaların olgunlaştığı dönemde olmak üzere 4 kez bitki örnekleri alınmıştır. Örneklemeye işlemi, her dönemde parselin farklı yerlerinden ve 50 cm uzunluğundan (sıra üzeri mesafenin 15 cm olduğu düşünülürse) yaklaşık 3 bitkinin toprakla temas ettiği noktadan kesilerek yapılmıştır.

Kuru madde miktarı (kg da⁻¹) her parseldeki bitkilerin önce mevcut (taze) ağırlığı daha sonra 65 °C de sabit kuru ağırlığa ulaşıncaya değin (yaklaşık 72 saat) etüvde bekletilerek kütlelerin tartılması ile (Bronson ve ark., 2003),

Bitki Boyu (cm) araziden alınan bitkilerin ana gövdenin kotiledon yapraklarının bulunduğu boğumdan büyüme noktasının ucuna kadar olan yüksekliğin cm olarak ölçülmesi ile, *Boğum Sayısı (adet bitki⁻¹)* ve *Boğum Arası Mesafe (cm)* araziden alınan taze bitki örneklerinde kotiledon yaprakların bulunduğu boğumdan büyüme noktasına kadar olan mesafedeki boğumların sayılması ve boğumlar arası mesafenin cm olarak ölçülmesi ile, *Kırmızılık Oranı (%)*; kuru madde miktarının örneklediği tarihlerde alınan bitkilerin taze ağırlıkları alındıktan sonra ana dal üzerindeki kırmızı bölgenin tepe noktasına olan uzaklığın cm olarak ölçülmesi ve bitki boyuna bölünerek % olarak belirlenmesi ile, *Yaprak alan indeksi (m² m⁻²)*; örneklem tarihlerinde alınan bitkilerin taze ağırlıkları alındıktan sonra bu bitkilerden kesilen yapraklar, Li-3100C Area Meter yaprak alan ölçer aletinde ölçüldükten sonra, örneklem alanının yaprak alanına bölünmesi ile, *Yaprak nem içeriği (%)*; örneklem dönemlerinde her tekerrürdeki 3 bitkiden üstten 3' er yaprak alınarak arazi şartlarında mevcut ağırlıkları (Ma) daha sonra +4 °C de 12 saat saf suda bekletilerek doymuş ağırlıkları (Da) ve en sonunda da kuru ağırlıkları (Ka), (65 °C da 72 saat) alınarak ve Eşitlik 5 (Bacelar ve ark., 2006) yardımıyla hesaplanarak belirlenmiştir. $YNi = [(Ma - Ka) / (Da - Ka)] * 100$ (5) *Verim (kg da⁻¹)*; her parsel 6 sıradan oluştuğundan bütün parseller sağdan ve soldan 1' er sıra, baştan ve sondan 0.50' şer m kenar tesiri bırakılarak geriye kalan alandan (13.05 m²) hasat edilmiş ve dekara toplam kütlü verimi hesaplanmıştır.

Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi; verim değerlerinin varyans analizi (ANAVA) ve Duncan testine tabi tutulması ile (Bek ve ark., 1988), diğer parametrelerin regresyon analizleri SPSS 18 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Sulama Suyu

Deneme süresince 7 sulama yapılmıştır. Sulamaların üçü vejetatif gelişme döneminde

ikisi çiçeklenme ve koza oluşumu döneminde ikisi kozaların açılması döneminde uygulanmıştır. Aynı alanda daha önce yürütülen araştırmada taraklanma ve çiçeklenme döneminde damla sulama yöntemi ile 5 sulama yapıldığı belirlenmiştir (Akgöl, 2012). Her sulamada tam su alan (I₁₀₀) konuya yağış ile birlikte 1078 mm, I₆₆, I₃₃ sulama konularında ise sırasıyla 771, 456 mm su uygulanmıştır. Susuz (tanık) konu ise hasada yakın tarihlerde olmak üzere sadece yağış (149 mm) ile su almıştır. I₁₀₀ konusu esas alınarak diğer konulara (I₆₆, I₃₃) sırasıyla %28, %58 oranında daha az su uygulanmıştır (Çizelge 1). Uygulanan sulama suyu miktarlarının gelişme dönemine bağlı miktarları incelendiğinde, tam sulama konusuna vejetatif gelişme döneminde 420 mm, çiçeklenme ve koza oluşumu döneminde 258 mm, kozaların oluşması döneminde 250 mm sulama suyu verilmiştir. Aynı gelişme dönemleri sırasıyla I₆₆ ve I₃₃ sulama düzeylerine ise 278-174-171 mm ve 56-168-82 mm düzeyinde değişen sulama suları uygulanmıştır. Araştırmalar aynı bölgenin farklı iklim alanlarında dahi değişiklik gösteren sulama suyu miktarlarının iklim koşulları başta olmak üzere toprak ve bitki özelliklerine bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Denemenin yürütüldüğü bölgede 2012-2013 yılları arasında Can ve ark., (Basılmamış) tarafından pamuğun sulama suyu gereksinimi 167 mm ile 589 mm arasında değişirken bu değerler bizim araştırmamızda 1077 ile 456 mm arasında gerçekleşmiştir. Oransal nem değerleri daha düşük olan Şanlıurfa'da pamuk bitkisine sulama sezonunda 11 sulamada 475 ile 951 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır (Coşkun, 2015). Araştırmacı, gerek bitkinin vejetatif aksamının artması gerekse hava sıcaklığının artmasına bağlı olarak uygulanan sulama suyu miktarının arttığını belirtmiştir. Suriye koşullarında ise sulama suyu gereksinimi 408 mm ile 773 mm arasında değişmektedir (Hussein ve ark., 2010).

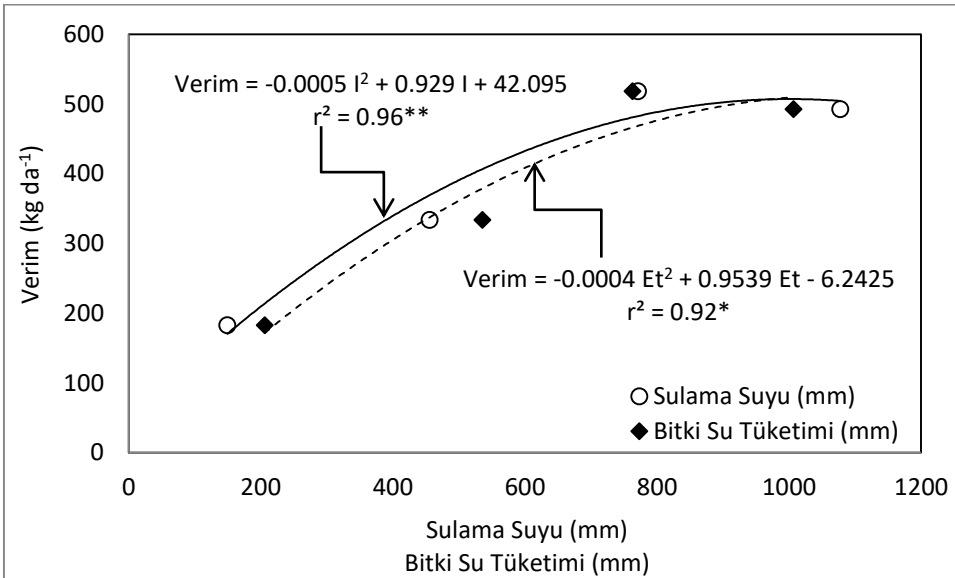
Çizelge 1: Sulama konularına göre pamuğun bitki su tüketimi, su kullanım ve sulama suyu kullanım etkinlikleri

Table 1. Evapotranspiration (Et), water use efficiency (WUE), irrigation water use efficiency (IWUE) according to the irrigation treatments

Konu	Sulama Suyu+Yağış (mm)	Bitki Su Tüketimi (mm)	WUE (kg da-1 mm-1)	IWUE (kg da-1 mm-1)
I ₀	149.2	205.9	0.89	1.22
I ₃₃	455.7	535.7	0.62	0.73
I ₆₆	771.4	763	0.68	0.67
I ₁₀₀	1077.8	1006.8	0.49	0.46

Araştırmada sulama suyu miktarı ve verim arasında $p < 0.01$ düzeyinde önemli ilişki elde edilmiştir (Şekil 1). Elde edilen ilişki matematiksel olarak çözümlendiğinde verimi maksimize eden sulama suyu miktarı 929 mm olarak belirlenmiştir. Bu değer denemede I₆₆ ile I₁₀₀ sulama düzeyi aralığına denk gelmektedir. I₁₀₀ konusundan elde edilen verimin I₆₆ konusundan daha düşük olduğu görülmüştür. Konulara giren su miktarlarındaki artışlar dikkate alındığında I₀-I₃₃ ve I₃₃-I₆₆ konularındaki sulama suyu miktarları sırasıyla %205 ve %69 oranında artarken verim değerleri %83 ve %55

oranında artmıştır. I₆₆ ve I₁₀₀ konuları arasında sulama suyu miktarı %40 artmasına karşın verim %5 azalmıştır. Bu durum kısıtlı sulamanın uygulanabileceği alanlarda sulama suyundan sağlanacak tasarrufun ne denli önemli miktarlarda olabileceğini gösteren önemli bir sonuçtur. Pamukta kısıtlı sulama konusunda yapılan ilk çalışmalarda (Tekinel ve Kanber, 1979) sulama suyu-verim arasında ikinci dereceden bir bağıntı olduğu ve olağandan %30 oranında daha az su uygulamanın verimde sadece %16 ürün kaybına neden olduğu saptanmıştır.



Şekil 1. Sulama konularına göre sulama suyu (I) ve bitki su tüketimi (Et) ile verim arasındaki ilişki

Figure 1. The relationship between the irrigation water (I) and evapotranspiration (Et) with yield according to the irrigation treatments

Bitki Su Tüketimi

Bitki su tüketimi değerleri sulanan konularda 1007 mm (I_{100}) ile 536 mm (I_{33}) arasında değişmiştir. Susuz (tanık) konuda (I_0) bitki su tüketimi 206 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge 1). Tanık (I_0) konusu esas alındığında bitki su tüketimi (I_{100} , I_{66} , I_{33} sulama konularında) sırasıyla %389, %271, %160 oranında artmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda bitki su tüketim değerleri Can ve ark., (Basılmamış) tarafından denemenin yürütüldüğü alanda 2012-2013 yılları arasında 290-678 mm ile 283-677 mm arasında, yine aynı alanda Kazgöz, (2017) tarafından yürütülen pamuk bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde susuz bırakılmasıyla yapılan çalışmada tam su alan konuda 1012 mm, su uygulanmayan konuda ise 304 mm olarak, Ertek ve Kanber, (2001) Çukurova koşullarında ilk yıl 487-615 mm; ikinci yıl 449-544 mm arasında, Baştuğ ve Tekinel, (1989) 985 ile 1103 mm arasında, Howell ve ark., (1984) ise 778 mm ile 594 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Araştırmaya ait bitki su tüketimi ve verim arasında $p < 0.05$ düzeyinde önemli ilişki elde edilmiştir (Şekil 1). Su tüketimindeki 1 mm'lik artış verimde 0.43 kg da^{-1} lık verim artışına neden olmuştur. Bitki su tüketimi yüksek olmasına karşın I_{100} konusundan elde edilen verimin I_{66} konusundan daha düşük olduğu görülmüştür. Konulara ait bitki su tüketimi değerlerindeki artışlar dikkate alındığında I_0 - I_{33} ve I_{33} - I_{66} konularındaki bitki su tüketimleri sırasıyla %160 ve %42 oranında artarken verim değerleri %83 ve %55 oranında artmıştır. I_{66} ve I_{100} konuları arasında bitki su tüketimi %32 artmasına karşın verim %5 azalmıştır.

Periyodik Bitki Su Tüketimi (Et)

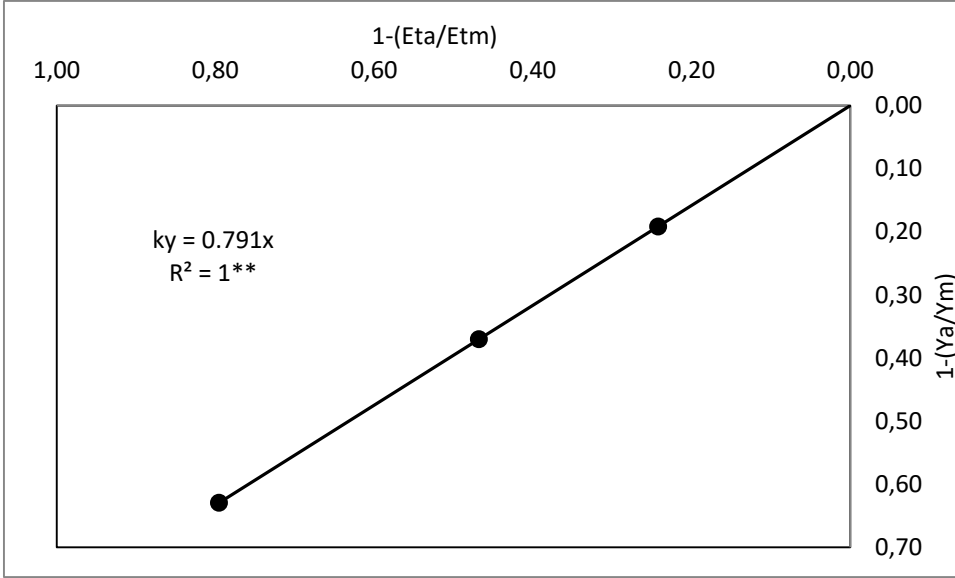
Periyodik Et değerleri gelişme dönemlerine ve sulama düzeylerine bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. I_0 ve I_{33} konularında en yüksek periyodik Et değerleri 3 Haziran 16 Temmuz arasında ölçülmüştür. Sulama düzeyinin arttığı I_{66} ve I_{100} konularında periyodik Et'nin çiçeklenme sonuna kadar uzadığı; I_{66} konusunda 129 mm, I_{100}

konusunda 139 mm 'ye kadar yükseldiği belirlenmiştir. Tüm konularda periyodik Et değerleri önce artan sonra azalan bir ilişki göstermiştir. Ekim zamanından hasada kadar en fazla su tüketimi sırasıyla çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi, taraklanma çiçeklenme arası dönem ve koza oluşumu-koza açım dönemleri olarak belirlenmiştir.

Günlük Et değerleri de periyodik Et değerleri gibi ekimden hasada kadar önce artan sonra azalan bir değişim göstermiştir. Günlük Et, I_0 , I_{33} , I_{66} ve I_{100} konularında sırasıyla 1-29 mm, 5-29 mm, 11-25 mm ve 9-33 mm arasında değişmiştir. Aynı zaman aralığında en kararlı günlük Et I_{100} sulama düzeyinde ve çiçeklenme-koza oluşum döneminde gerçekleşmiştir.

Su-Verim Fonksiyonu (Ky)

Ky, bitki su tüketimindeki açığa karşı verimde oluşan açığı ifade eden bir fonksiyondur. Araştırmada bitki su tüketimindeki açığın verim üzerine etkisi sulama düzeyleri arasında anlamlı ilişkiler oluşturmuş ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($r^2=1.0^{**}$). Sulama düzeylerine bağlı ky değeri 0.791 olarak hesaplanmıştır (Şekil 2). Dünyada ve Ülkemizde ky üzerine yapılan araştırmalarda pamuk bitkisinde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Dağdelen ve ark., (2005) Aydın koşullarında 0.95 ve 0.89, Doorenbos ve Kassam, (1979) toplam büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme mevsiminde 0.20; çiçeklenme döneminde 0.50; kozaların açıldığı dönemde 0.25, Hussein ve ark., (2010) 2007-2008 ve iki yılın ortalama değeri için sırasıyla ky değerlerini 1.03, 0.97, 1.00 olarak belirlemişlerdir. Ülkemizde ise ky değerleri Gürbüz ve ark., (2009) 1.02, Dağdelen ve ark., (2009) 0.78, Dağdelen ve ark., (2012) 0.47-0.57 arasında, Kazgöz (2017), kimi gelişme dönemlerinde susuz bırakılan pamuk bitkisinde 0.90-0.95 arasında, Baştuğ (1987), tüm mevsim için, 0.99, çiçeklenme-meyve oluşumu dönemi için 0.76, Kanber ve ark., (1991) Harran Ovasında ky değerini 1.2 olarak belirlemişlerdir. Görüldüğü gibi, Ky bitki gelişme dönemine, iklim koşullarına, yetiştirme dönemindeki kültürel uygulamalara göre değişmektedir.



Şekil 2. Sulama konuları için hesaplanan K_y değerleri
Figure 2. The K_y values calculated for irrigation treatments

Kütlü Verimi

Sulama düzeyi verim üzerine $p < 0.01$ düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kütlü verim değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu
Table 2. Statistical analysis of variance for yield

VK	SD	KT	KO	F
Genel	11	220750.930		
Sulama düzeyi	3	218431.189	72810.400	251.10**
Hata	8	2319.740	289.970	

** : $P < 0.01$ düzeyinde önemli, VK: Varyasyon kaynağı, SD: Serbestlik derecesi; KT: Kareler toplamı; KO: Kareler ortalaması, SD: Sulama Düzeyi

Verim değerleri I_0 , I_{33} , I_{66} , I_{100} sulama düzeylerinde sırasıyla $182.43 \text{ kg da}^{-1}$, $333.60 \text{ kg da}^{-1}$, $518.03 \text{ kg da}^{-1}$, $492.17 \text{ kg da}^{-1}$ olarak gerçekleşmiştir. I_{100} ve I_{66} sulama konuları aynı grupta, I_0 ve I_{33} konuları farklı grupta yer almıştır (Çizelge 3). Tanık (I_0) konusuna göre I_{100} , I_{66} , I_{33} konularında sırasıyla %170, %184, %83 oranında artış görülmüştür. I_{100} ile I_{66} arasında verim açısından önemli bir fark belirlenmemiştir.

Pamukta en yüksek verimlerin iyi sulanan konulardan elde edildiği belirten Baştuğ ve Tekinel, (1989)'in yanısıra, Tekinel ve Kanber, (1978) uygulanan sulama

programları ile pamuk veriminde 3-4 kat artırılabilceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Sulama konularına ilişkin ortalama verim değerleri

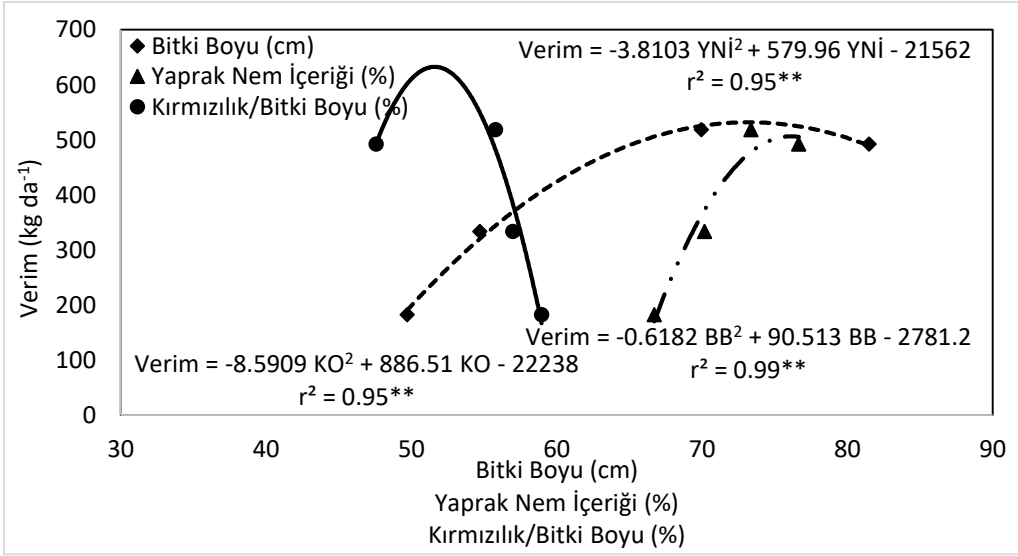
Konu	Verim (kg da^{-1})*
I_0	182.43 _a
I_{33}	333.60 _b
I_{66}	518.03 _c
I_{100}	492.17 _c

* Farklı harflerle gösterilen değerler arasında DUNCAN testine göre önemli farklılık vardır.

Denemede incelenen vejetatif özelliklerin verime olan etkileri farklı

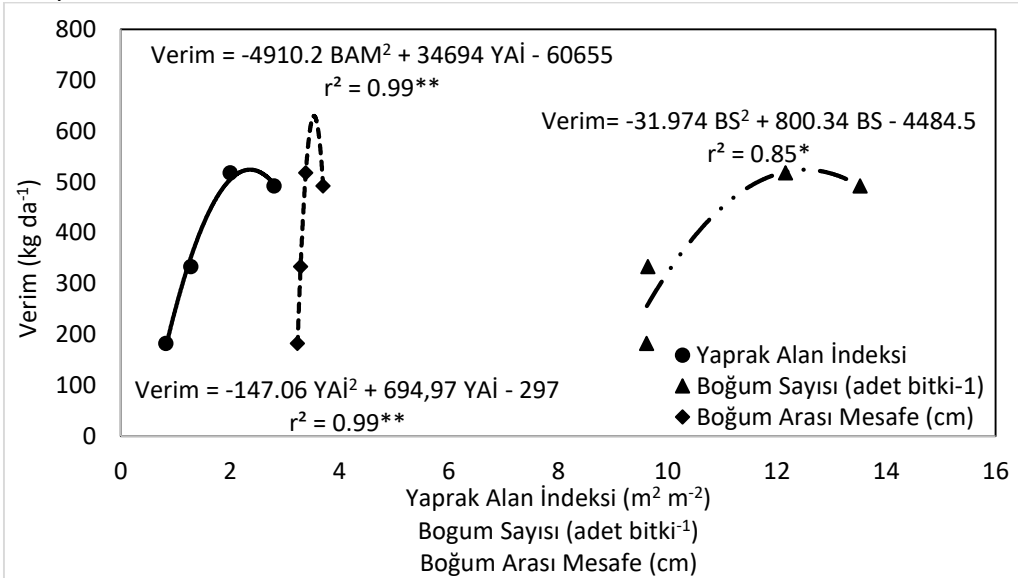
olmuştur. Verim tahmininde en önemli göstergelerden olan kuru madde miktarı kütlü verimi ile doğrusal ve regresyon katsayısı yüksek ilişki oluşturmuştur. Söz konusu denklem çözümlendiğinde kuru madde miktarındaki 1 birimlik artışın verimi 1.67 birim artıracığı belirlenmiştir. Regresyon ilişkisi irdelendiğinde elde edilen verimin oluşmasında kuru madde miktarının %99 oranında etkili olduğu görülmüştür (Şekil 5). Diğer özellikler ile verim arasında regresyon katsayısı yüksek ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 3

ve 4). Şekillerden görüldüğü gibi, verim ile bitki boyu, yaprak nem içeriği, kırmızılık oranı, yaprak alan indeksi ve boğum arası mesafe arasında regresyon katsayısı $r^2=0.95$ ile $r^2=0.99$ arasında değişen ilişkiler elde edilmiştir. En düşük regresyon katsayısı verim ile boğum sayısı arasından elde edilmiştir ($r^2=0.85$). Söz konusu denklemler matematiksel olarak çözümlendiğinde verimi maksimize eden kuru madde miktarı $663.77 \text{ kg da}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.



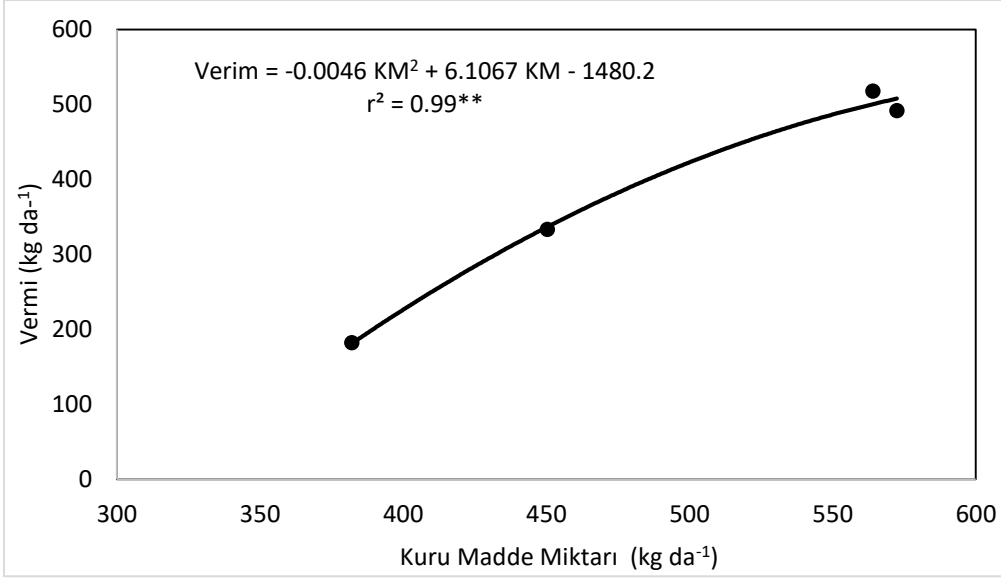
Şekil 3. Bitki boyu (BB), yaprak nem içeriği (YNI) ve kırmızılık/bitki boyu (KO) ile verim arasındaki ilişki

Figure 3. The relationship between the plant height, leaf moisture content and redness/plant height with yield.



Şekil 4. Yaprak alan indeksi (YAI), boğum sayısı (BS) ve boğum arası mesafe (BAM) ile verim arasındaki ilişki

Figure 4. The relationship between the leaf area index, number of nodes and inter-node distance with yield.



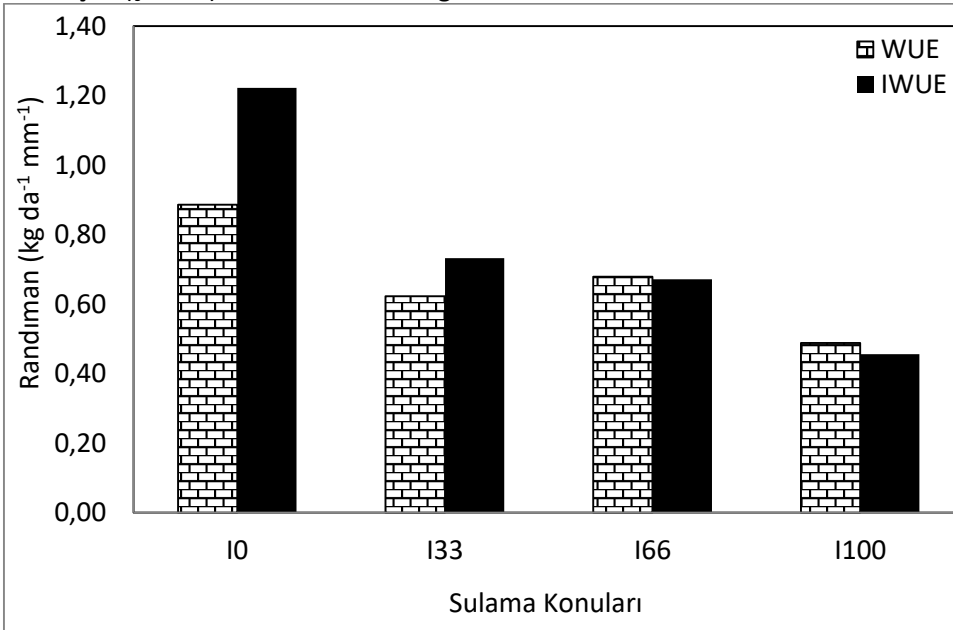
Şekil 5. Kuru madde miktarı (KM) ile verim arasındaki ilişki

Figure 5. The relationship between the amount of dry matter and yield.

Su Kullanma (WUE) ve Sulama Suyu Kullanma (IWUE) Randımanı

Su kullanma randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanma randımanı (IWUE) değerlerine ilişkin en yüksek değerler I₀ konusundan elde edilmiştir (Şekil 6). WUE ve IWUE değerleri en

yüksek I₀ sulama konusunda 0.89 kg da⁻¹ mm⁻¹ ve 1.22 kg da⁻¹ mm⁻¹ olarak hesaplanmıştır. En düşük WUE ve IWUE değerlerinin I₁₀₀ sulama konusunda belirlenmiştir (0.49 kg da⁻¹ mm⁻¹, 0.46 kg da⁻¹ mm⁻¹).



Şekil 6. Sulama konularında sulama suyu ve su kullanma randımanları

Figure 6. Irrigation water and water use efficiency in water treatments.

Karam ve ark., (2006) WUE değerlerinin açımı dönemi, kozaların oluşumu dönemi, gelişme dönemine göre değiştiğini ve ilk koza koza oluşumunun ortasında sırasıyla 1.3, 1.1,

1.0 ve 0.80 kg ha⁻¹ mm⁻¹, Zonta ve ark., (2017) 0.39 ile 0.84 kg m⁻³ arasında, Özdemir, (2013) 0.84-1.17 kg m⁻³ arasında belirlemişlerdir. Kanber ve ark., (2007) Akdeniz Bölgesi'nde damla sulama yönteminde WUE değerlerini 6.1-8.9 kg ha⁻¹ mm⁻¹ arasında hesaplamışlardır.

Vejetatif Ölçümler

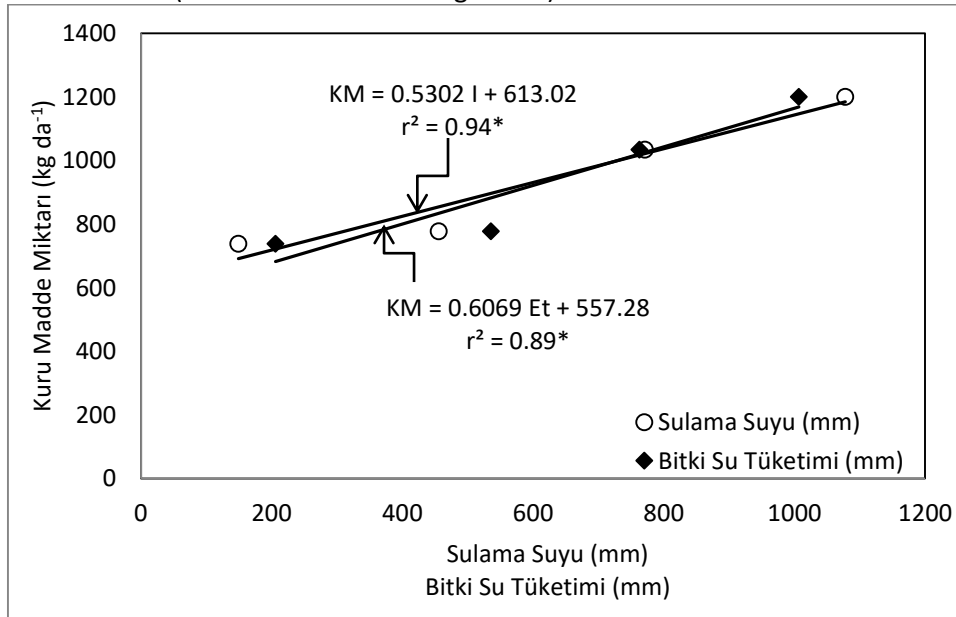
Denemede uygulamaların vejetatif özelliklere etkilerini belirlemek amacıyla 27 Temmuz, 8 Ağustos, 19 Ağustos, 21 Eylül tarihlerinde olmak üzere (her gelişme döneminde) tüm deneme konularından bitkinin toprak üstü aksamlarına ilişkin örnekleme yapılmış ve zamana ve sulama düzeylerine bağlı ortalamalar Çizelge 4' de verilmiştir.

Kuru Madde Miktarı (kg da⁻¹)

Kuru madde miktarı sulama düzeyine ve zamana bağlı olarak artmıştır. Ortalama olarak en yüksek I₁₀₀ sulama konusunda (572.40 kg da⁻¹) en düşük I₀ sulama konusunda (ortalama 382.00 kg da⁻¹)

ölçülmüştür. I₀ konusu esas alındığında %33'lük artış (I₃₃) kuru madde miktarında %17, S₆₆'da %47, S₁₀₀'de %49 düzeyinde artışa neden olmuştur (Çizelge 4). Dönemsel olarak en yüksek kuru madde miktarı hasat döneminde görülmüştür. Örnekleme dönemleri içerisinde en hızlı artış çiçeklenme dönemi ile hasat arasında gerçekleşmiştir. Çiçeklenme döneminde ve koza oluşum döneminde kuru madde miktarı yaklaşık aynı değerlerde gerçekleşmiştir. Dağdelen ve ark.,(2005) artan su ile birlikte kuru madde miktarının arttığını ve en yüksek kuru madde miktarının tam sulanan parsellerde yıllara göre 0.95 kg m⁻² ve 0.94 kg m⁻² olarak gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Sulama suyu ile hasat dönemine ait kuru madde miktarları ve bitki su tüketimi ve kuru madde miktarı arasında $p < 0.05$ düzeyinde önemli ilişkiler saptanmıştır (Şekil 7). Sulama suyundaki 1 mm' lik artış kuru madde miktarında 0.53 kg da⁻¹, su tüketiminde 0.61 kg da⁻¹ lik artışa neden olmuştur.



Şekil 7. Sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (Et) ile kuru madde (hasat dönemi) (KM) arasındaki ilişki

Figure 7. The relationship between irrigation water (I) and evapotranspiration (Et) with dry matter (harvesting period)

Çizelge 4. Vejetatif özelliklerin sulama konularında zamana bağlı değişimleri
Table 4. Time dependent changes of vegetative properties in irrigation treatments

Tarih	Sul. Düz	Kuru Madde Miktarı (kg da ⁻¹)	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Alan İndeksi (m ² m ⁻²)	Yaprak Nem İçeriği (%)	Boğum Sayısı (adet bitki ⁻¹)	Boğum Arası Mesafe (cm)	Kırmızılık/Bitki Boyu (%)
25 Tem.	I ₀	227.5	48.78	0.83	68	10.6	3.64	58.94
08 Ağust.	I ₀	281.91	50.4	1.14	63.79	9.63	3.00	55.66
19 Ağust.	I ₀	279.41	49.6	0.8	67.86	9.29	3.04	61.09
21 Eylül	I ₀	739.19	50.05	0.52	67.2	8.94	3.24	60.13
I ₀ Ort.		382	49.71	0.82	66.71	9.62	3.23	58.96
25 Tem.	I ₃₃	252.31	51.3	1.38	72.36	9.83	3.67	51.72
08 Ağust.	I ₃₃	386.64	53.56	1.45	69.71	10	3.09	55.25
19 Ağust.	I ₃₃	384.26	57.48	1.31	73.11	9.6	3.29	59.8
21 Eylül	I ₃₃	778.18	56.53	0.98	65.51	9.13	3.10	61.14
I ₃₃ Ort		450.35	54.72	1.28	70.17	9.64	3.29	56.98
25 Tem.	I ₆₆	238.18	58.62	1.52	79.46	10.81	3.61	48.26
08 Ağust.	I ₆₆	484.24	68.19	2.11	70.71	11.75	3.42	54.9
19 Ağust.	I ₆₆	499.11	70.67	2.39	78.64	11.81	3.47	66.21
21 Eylül	I ₆₆	1034.7	82.37	1.98	64.72	14.28	3.03	53.74
I ₆₆ Ort		564.06	69.96	2	73.38	12.16	3.38	55.78
25 Tem.	I ₁₀₀	270.82	61.98	3.51	83.32	10.29	3.53	46.65
08 Ağust.	I ₁₀₀	381.79	84.19	3.59	79.67	14.23	3.53	60.87
19 Ağust.	I ₁₀₀	435.73	87.04	2.83	78.09	14.4	3.85	42.65
21 Eylül	I ₁₀₀	1201.3	92.79	1.27	65.57	15.16	3.87	40.11
I ₁₀₀ Ort		572.4	81.5	2.8	76.66	13.52	3.7	47.57

Yaprak Alan İndeksi (m² m⁻²)

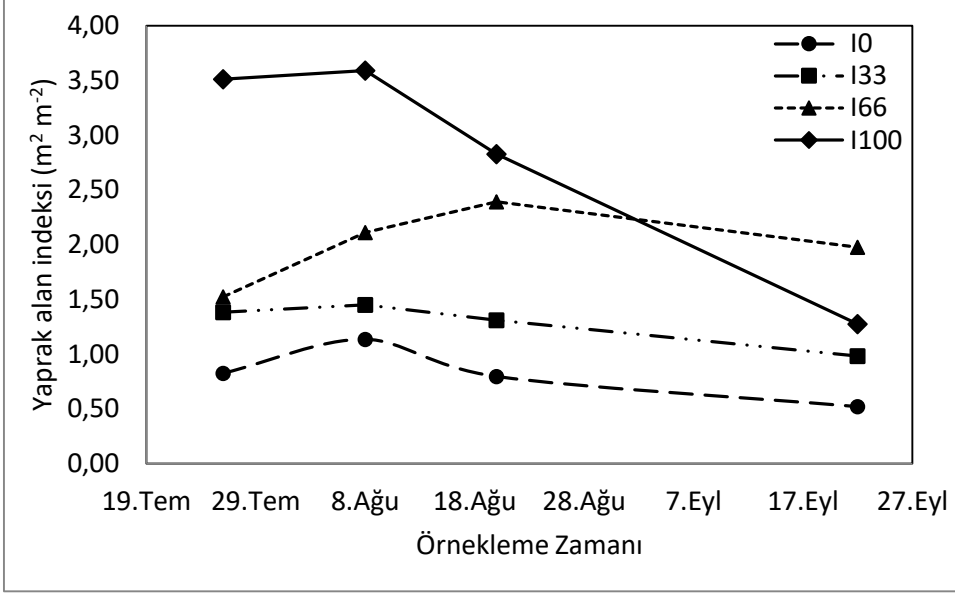
Yaprak alan indeksi (YAI) sulama düzeylerine bağlı olarak artmış; YAI ile sulama suyu miktarı arasında regresyon katsayısı yüksek doğrusal ilişki elde edilmiştir (Şekil 9). Bir birimlik sulama suyu miktarı YAI'inde 0.0021 birimlik artışa neden olmuştur. En yüksek YAI değeri I₁₀₀ sulama düzeyinde; en düşük YAI değeri ise I₀ konusundan elde edilmiştir. I₀ sulama konusu esas alındığında sulama konuları arasında (I₁₀₀, I₆₆, I₃₃) sırasıyla %242, %144 ve %56 oranında artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4). Bitki su tüketimi ile YAI arasında elde edilen regresyon

ilişkisinde (Şekil 9) su tüketimindeki 1 birimlik artış 0.0025 birimlik artışa neden olmuştur. Yapılan çalışmalarda su stresi altında yetiştirilen pamuk bitkisinin yaprak alanında azalma olduğunu ortaya koymuştur (Tekinel ve Kanber, 1978; Stone ve ark., (2001). Kazgöz, (2017) uygulanan su miktarı arttıkça yaprak alan indeksinin genel olarak arttığını, Ertek ve Kanber, (2001) damla sulama ile tam sulanan konularda YAI değerinin 3.24-4.40 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

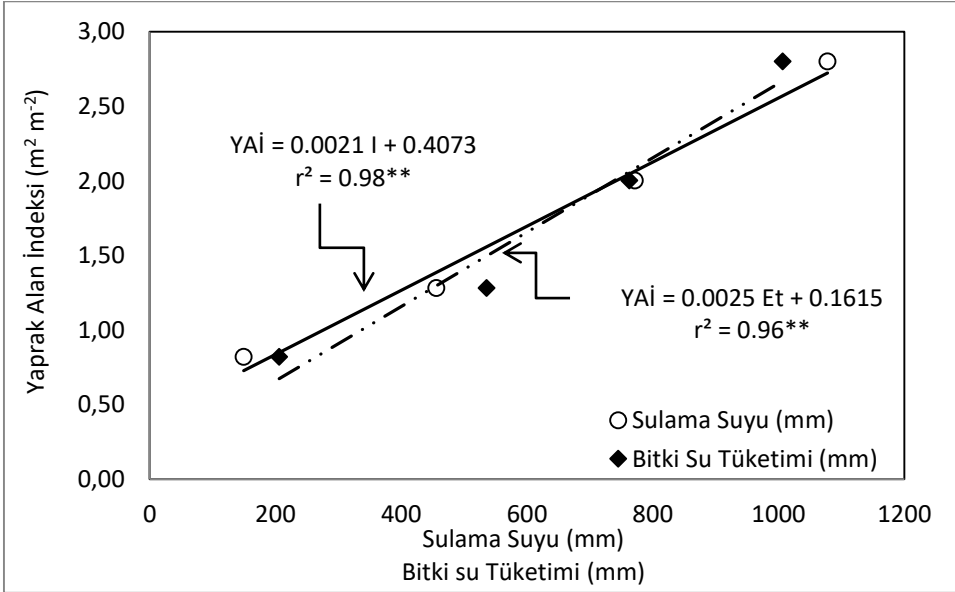
Yaprak alanı indeksinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde, tüm sulama konularında değişimin parabolik bir ilişki olduğu görülmüştür. YAI, vejetatif gelişme

döneminden çiçeklenme ve koza oluşumu dönemine geçerken artmış, hasada doğru yaklaşırken azalmıştır (Şekil 8). Azalma oranı sulama düzeyi yüksek (I_{100} ve I_{66}) konularda

daha fazla olmuştur. Örnekleme tarihlerinde en yüksek ve en düşük değerler I_0 , I_{33} , I_{66} ve I_{100} konularında sırasıyla 0.80-0.52, 1.45-0.98, 3.59-1.27 $m^2 m^{-2}$ arasında değişmiştir.



Şekil 8. Örnekleme zamanına göre yaprak alan indeksi değerleri
Figure 8. Leaf area index values according to sampling time



Şekil 9. Sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (Et) ile yaprak alan indeksi (YAI) arasındaki ilişkiler

Figure 9. The relationship between irrigation water (I) and evapotranspiration (Et) with leaf area index.

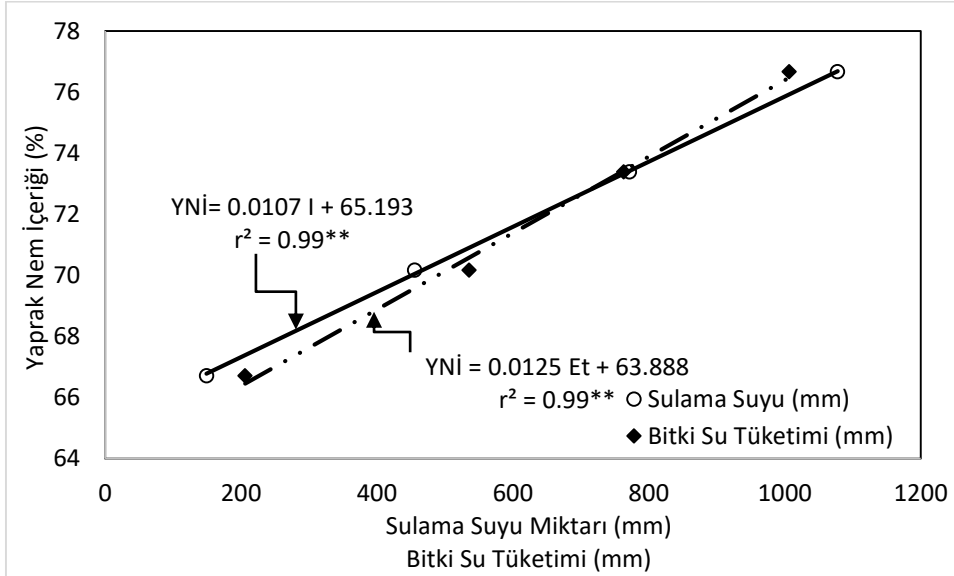
Araştırmada YAI ile incelenen kimi özellikler arasında önemli regresyon ilişkileri elde edilmiştir. Söz konusu özellikler arasında en kuvvetli regresyon ilişkisi YAI ile bitki boyu arasında saptanmıştır (YAI=0.0593 BB-2.0717; $r^2=0.99^{**}$, BB: bitki boyu). Benzer

şekilde yaprak alan indeksi ile kuru madde miktarı arasında $YAI = 0.0088 KM - 2.6065$; $r^2 = 0.87^*$ ilişkisi belirlenmiştir. Her iki denkleme, yaprak alan indeksi artışında bitki boyunun %99, kuru madde miktarının ise %87 sorumlu olduğu belirlenmiştir.

Yaprak Nem İçeriği (%)

Yaprak su potansiyeli (YSP) ile doğrudan ilişkili olan yaprak nem içeriğinin (oransal su içeriği) incelenmesi, bitkinin gelişmesini devam ettirebildiği kritik su düzeyinin saptanmasında önemli bir özelliktir. Sulama düzeylerinin ve zamana bağlı değişimlerin yaprak nem içeriğine etkisi Çizelge 4' de verilmiştir. Bitkilere verilen sulama suyu miktarı ile yaprak nem içeriği arasında doğrudan bir ilişki olduğu, su kısıtına paralel olarak yaprak nem içeriğinin azaldığı saptanmıştır ($p < 0.01$) (Şekil 10). En düşük yaprak nem içeriği sulanmayan I_0 konusundan (%66.71), en yüksek değer ise I_{100} konusunda (%76.66) ölçülmüştür. I_0 sulama konusu esas alındığında I_{100} , I_{66} ve I_{33} sulama konularında sırasıyla %15, %10, %5 oranında artış

gerçekleşmiştir. Su stresi yaprağın oransal nem içeriğinde azalmaya yol açmaktadır. Sulama yapılan I_{33} , I_{66} ve I_{100} konularında yaprak nem içerikleri %73-%65, %79-%65 ve %78-%65 aralıklarında ölçülmüştür. En düşük yaprak nem içeriği değerleri hasada yakın tarihte yapılan örneklemlerden elde edilmiştir (%65). Anılan tarihlerde hem bitkiden hemde topraktan yapılan örneklemlerde yaprak nem içeriklerinin toprak nemi ile önceki dönemlere göre daha düşük regresyon ilişkileri oluşturduğu belirlenmiştir. Bu nedenle hasada yaklaştıkça yaprak nem içeriğinin azalmasında en önemli etmenlerin toprak nem içeriğindeki azalma ve bitkilerin yaşlanma sürecine girmeleri nedeniyle su tutma kapasitelerindeki azalma olduğu düşünülmüştür.



Şekil 10. Sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (Et) ile yaprak nem içeriği (YNI) arasındaki ilişkiler

Figure 10. The relationship between irrigation water (I) and evapotranspiration (Et) with leaf moisture content

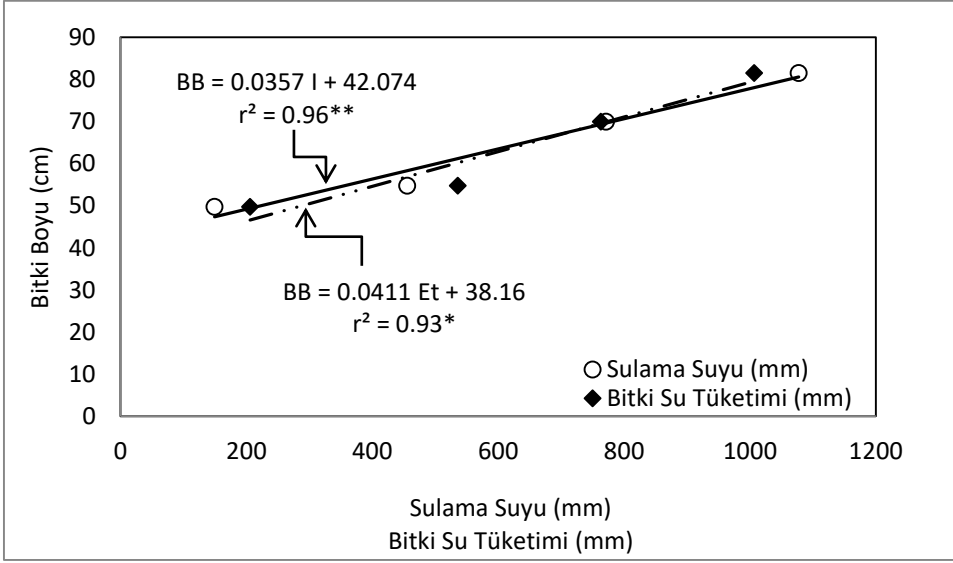
Bitki Boyu

Deneme süresince 25 Temmuz-21 Eylül tarihleri arasında dört defa bitki boyu ölçümleri yapılmış ve elde edilen değerlerin ortalama sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir.

Sulama suyu miktarının bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama suyu miktarındaki 1 mm' lik artış bitki boyunda

0.036 cm' lik artışa neden olmuştur (Şekil 11). En düşük bitki boyu sulanmayan I_0 konusundan (49.71 cm), en yüksek bitki boyu ise I_{100} konusunda (81.50 cm) ölçülmüştür. I_0 sulama konusu esas alındığında I_{100} , I_{66} ve I_{33} sulama konularında sırasıyla %64, %41, %10 oranında artış gerçekleşmiştir. Kaçar (2007), elverişli kapasitenin farklı sulama düzeylerinde (%100, %70, %50) bitki boylarını sırasıyla 145 cm, 115 cm ve 74 cm olarak

belirlemiş ve sulama suyu miktarı arttıkça bitki boyunun arttığını belirtmiştir.

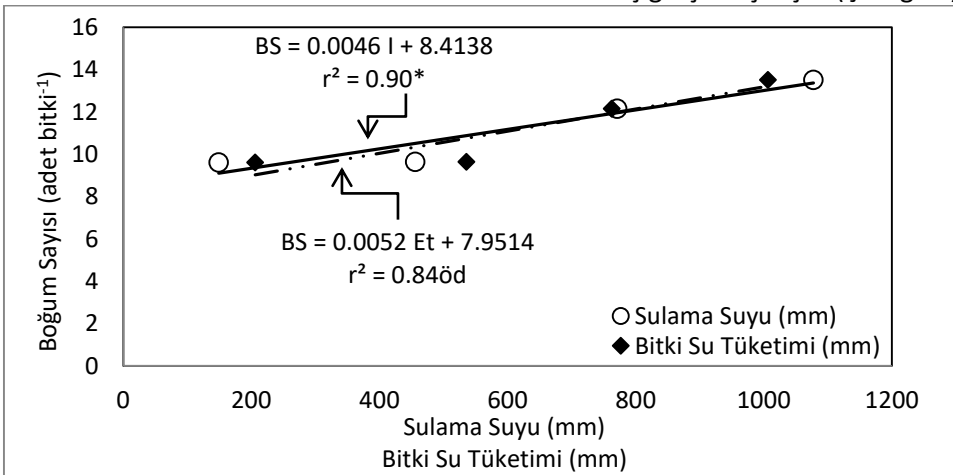


Şekil 11. Sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (ET) ile bitki boyu (BB) arasındaki ilişki
Figure 11. The relationship between irrigation water (I) and evapotranspiration (Et) with plant height

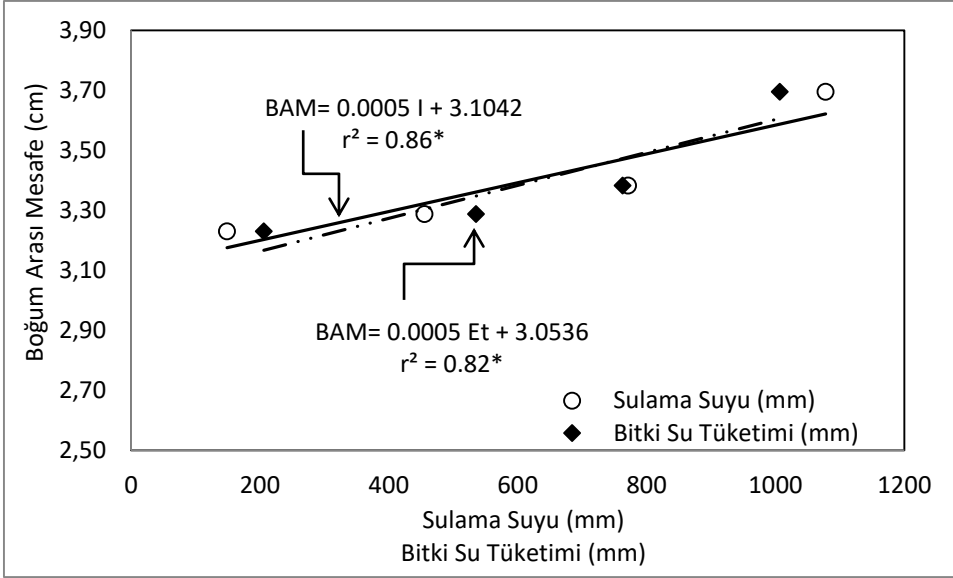
Boğum Sayısı ve Boğum Arası Mesafe

Boğum sayısı ve boğum arası mesafe ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4’ de verilmiştir. Boğum sayısı ile sulama suyu miktarı arasında artan doğrusal ve $p < 0.05$ düzeyinde önemli ilişkiler saptanmıştır (Şekil 12). Ortalama olarak en fazla artış I_{100} sulama konusunda en düşük artış ise I_0 konusunda gerçekleşmiştir. Ortalama değerler açısından I_0 konusuna göre en fazla artış %40 ile I_{100} sulama düzeyinde görülmüştür.

Boğum arası mesafe ile sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi arasında artan doğrusal ilişkiler saptanmıştır ($p < 0.05$) (Şekil 13). Ortalama boğum arası mesafe değerlerine bakıldığında en uzun boğum aralarının I_{100} (3.70 cm) sulama konusundan elde edildiği görülmektedir. Bunu sırasıyla I_{66} (3.38 cm), I_{33} (3.29 cm), I_0 (3.23 cm) sulama konuları takip etmiştir. Sulama düzeyi arttıkça boğum arası mesafe artmıştır. I_0 sulama düzeyi esas alındığında I_{100} , I_{66} ve I_{33} sulama düzeylerinde sırasıyla %15, %5, %2 oranında artış gerçekleşmiştir (Çizelge 4).



Şekil 12. Sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (Et) ile boğum sayısı (BS) arasındaki ilişki
Figure 12. The relationship between irrigation water (I) and evapotranspiration (Et) with number of nodes

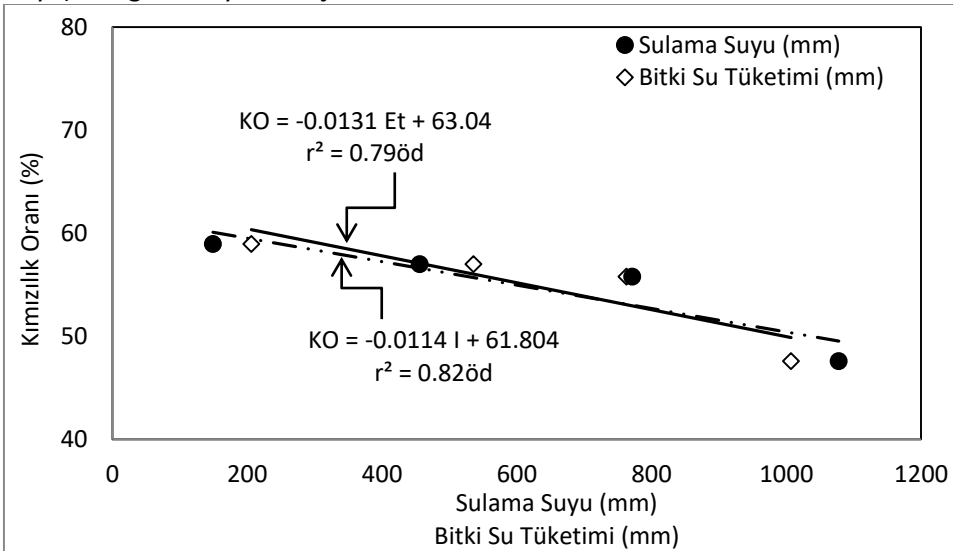


Şekil 13. sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (Et) ile boğum arası mesafe (BAM) arasındaki ilişki

Figure 13. The relationship between irrigation water (I) and evapotranspiration (Et) with inter-node distance

Araştırmada boğum sayısı ile kuru madde miktarı arasında $BS=0.0002KM^2-0.1347KM+37.773$; $r^2=0.95^{**}$ biçiminde parabolik ve önemli ilişki elde edilmiştir (BS: Boğum sayısı; KM: Kuru madde miktarı). Boğum sayısı ile bitki boyu arasında $BS=0.1319BB+2.7963$; $r^2=0.97^{**}$ ilişkisi belirlenmiştir (BS: Boğum sayısı; BB: Bitki boyu). Boğum sayısı artışıında kuru madde

miktarının %95, bitki boyunun %97 sorumlu olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde boğum arası mesafe ile boğum sayısı ve bitki boyu arasında sırasıyla $BAM = 0.048BS^2 - 0.9985BS + 8.4223$; $r^2=0.98^{**}$; $BAM=0.0006BB^2-0.0594BB+4.83$; $r^2=0.97^{**}$ ilişkiler elde edilmiştir (BAM: Boğum arası mesafe; BS: Boğum sayısı; BB: Bitki Boyu).



Şekil 14. Sulama suyu miktarı (I) ve bitki su tüketimi (Et) ile bitki ana dalında kırmızılık oranı (KO) arasındaki ilişkiler

Figure 14. The relationship between irrigation water and evapotranspiration (Et) with and redness/plant height

Kırmızılık

Pamuk bitkisinde su stresinin önemli bir göstergesi olan ana dal üzerindeki kırmızılık renginin bitkide büyüme noktasına ilerleme uzunluğunun sulama düzeyi arttıkça doğrusal olarak azaldığı, anılan azalmanın ortalama değerlerinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Şekil 14). Kırmızı rengin bitki boyuna oranı incelendiğinde stres ve yaşlanmaya bağlı olarak sulama düzeylerine bağlı ortalama değerlerde farklılıklar görülmüştür. I₀ konusunda ortalama 29.30 cm olan kırmızılık değeri I₃₃ ve I₆₆'da 31.27 cm ve 39.20 cm düzeyine gerilemiştir. Tam sulama konusunda ise 38.63 cm olarak belirlenmiştir. Anılan değerlerin bitki boyuna oranları I₀ I₃₃, I₆₆ ve I₁₀₀ sulama konularında yaklaşık olarak %59, %57, %56 ve %47 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4). Sulama düzeyi azaldıkça kırmızılık oranının azaldığı görülmüştür.

Araştırmada Kırmızılık Oranı ile incelenen kimi özellikler arasında önemli regresyon ilişkileri elde edilmiştir. Kırmızılık oranı ile boğum arası mesafe arasında $KO = -23.863BAM + 135.96$; $r^2=0.99^{**}$ (KO: Kırmızılık oranı; BAM: Boğum arası mesafe) biçiminde doğrusal ve önemli ilişkinin yanı sıra kırmızılık oranı ile yaprak alan indeksi arasında $KO = -5.4431YAI + 64.212$; $r^2= 0.88^*$ ilişkisi belirlenmiştir (KO: Kırmızılık oranı; YAI: Yaprak alan indeksi). Her iki denklemde, kırmızılık oranındaki artışında boğum arası mesafesinin %99, yaprak alan indeksi değerinin ise %88 sorumlu olduğu belirlenmiştir.

Sonuç

Sonuç olarak bu çalışma ile Akdeniz iklimine sahip bir bölgede pamuk bitkisi için 7 günde bir damla sulama yöntemi ile 7 sulama yapmak mevsimsel olarak bitkinin su ihtiyacını karşılamaya yetecek durumdadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yaşanan su kısıtlılığı düşünüldüğünde her sulamada tarla kapasitesi koşullarında sulama yapmanın su ekonomisi açısından önemli kayıplara yol açtığı görülmektedir. I₁₀₀ ve I₆₆ konuları arasında %33'lük sulama suyu farkının verimde sadece %5'lik bir azalmaya neden olması suyun

korunması açısından önemli bir avantajdır. Sulanan toplam alanın 1 ha, net sulama suyu gereksiniminin 50 mm olduğu bir alanda 500 m³'lük su tasarrufu havza planlamaları içinde oldukça önemli bir miktardır. Mevcut su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda pamuk gibi çok su tüketen bir bitkide bu miktarda su tasarrufu aynı zamanda toprak tuzluluğu açısından toprak kalitesinin devamlılığını sağlayan önemli bir unsurdur.

Periyodik Et değerleri genel olarak en yüksek çiçeklenme döneminde artış göstermiştir. Bu durum bitkinin yeşil aksamının maksimum seviyede olmasından ve dolayısıyla diğer gelişme dönemlerine göre daha fazla su tüketmesine neden olmaktadır. Bu dönemde yapılacak su kısıtı verim açısından önemli kayıplara neden olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 214O254 no'lu proje kapsamında yürütülmüştür.

Kaynaklar

- Akgöl, B., 2012. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim, kalite ve kuraklığa dayanıklılık özelliklerinin kalıtımı. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi) Adana
- Anonim, 2017. Aydın Ticaret Borsası 2016 yılı Pamuk Raporu. <http://aydinticaretborsasi.org.tr/yonetim/pdf/3172017104535u.pdf>. 12.12.2017
- Bacelar, E., Santos, D., Moutinhopereira, J., Goncalves, B., Ferreira, H., Correia, C. 2006. Immediate Responses and Adaptive Strategies of Three Olive Cultivars under Contrasting Water Availability Regimes: Changes on Structure and Chemical Composition of Foliage and Oxidative Damage. *Plant Science* 170 (3), 596-605.
- Baştuğ, R., Tekinel, O., 1989. Water Production Functions of Cotton under Limited Irrigation Water Conditions. *Doga Turkish. J. Agric. Forestry.* 13,163-168.
- Bek, Y. Ve Efe, E., 1988. Araştırma ve Deneme Metodları I. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı: No:71, 395 S.
- Bilgel, L., 1996. The Determination of First and Last Irrigation Times of Cotton in Harran Plain.

- Institute of Sanliurfa. General Publication No: functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 (5): 580-586.
- Bronson, K.F., T.T. Chua, J.D. Booker, J.W. Keeling, and R.J. Lascano. 2003. In-Season Nitrogen Status Sensing in Irrigated Cotton: II. Leaf Nitrogen and Biomass. Soil Sci. Soc. Am. J. 67, 1439–1448.
- Can, D., Ödemiş, B., (2017) Pan ve toprak nem açığına bağlı sulama suyu gereksinimini kurağa dayanıklı ve duyarlı pamuk çeşitlerinde kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Coşkun, Z., 2015. Harran ovasında damla sulamanın pamuk verimine etkisi. Harran üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., ve Gürbüz, T., 2005. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. Agricultural Water Management. 82 (2006): 63–85
- Dağdelen, N., Başal, H., Yılmaz, E., Gürbüz, T., Akçay, S., 2009. Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. Agric. Water Manag. 96:111-120.
- Dağdelen, N., Başal, H., Gürbüz, T., 2012. Aydın Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Erkenci ve Geçici Pamuk Genotiplerinin Su Stresine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, ZRF-11014 Nolu Proje.
- Doorenbos, J., Kassam, A. H., 1979. Yield Response to Water. FAO 33, 193 pp
- Ertek, A., Kanber, R., 2003. Effects of Different Irrigation Programs on the Lint Out-Turn of Cotton under Drip Irrigation. Ksu J. Science and Engineering. 6, 106-116.
- Ertek, A., ve Kanber, R., 2001. Damla yöntemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının bitki gelişmesine etkileri. Turk J Agric For 25: 415-425.
- Girona, J.M., Mata, D.A., Goldhamer, R.S., Johnson, T.M. DeJong. 1993. Patterns of soil and tree water status and leaf
- Goldhamer, D.A., M.Salinas, C. Crisosto, K.R Day, M. Soler and Moriano. 2002. Effects of regulated deficit irrigation and partial root zone drying on late harvest peach tree performance . Acta Hort. 592(1): 343-350.
- Gürbüz T., Dağdelen N., Yılmaz E., Akçay S, Yeşilirmak E., Sezgin F., 2009 Aydın ovası koşullarında farklı sulama düzeylerinin pamukta verim ve lif kalitesi üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, AYDIN.
- Howell, T. A., Davis, K. R., McCormick, R. L., Yamada, H., To Walhood, V., ve Meek, D. W., 1984. Water Use Efficiency of Narrow Row Cotton. Irrig Sci, 5:195-214
- Hussein, F., Janat, M., Yakoub, A., 2011. Assessment Of Yield And Water Use Efficiency Of Drip Irrigated Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) As Affected By Deficit Irrigation. Turk J Agric For 35: 611-621
- James, L. G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design, New York, P. 543
- Kaçar, M. M., ve Katkat, V., 2007. Farklı Su Ve Gübre Sistemlerinin Pamuk Bitkisinde Su Stres İndeksinin Değişiminin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).
- Kanber , R., Tekinel, O., Baytorun, N., Önder, S., ve Ark., 1991. The Possibilities of Free Water surface Evaporation for Using Irrigation Program and Evapotranspiration of Cotton under Harran Plain Conditions. Prime-minister of Turkish Republic, Chairmanship of Southeastern Anatolia Project Authority, Pub. 44, Adana, 38 s.
- Kanber, R., Ünlü, M., Tekin, S., Koç, L., Kapur, B., 2007. Akdeniz iklim koşullarında kimi tarla bitkilerinin su kullanım randımanlarının irdelenmesi Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum (Poster Bildiri).

- Karakaya, Z. 2015. Hatay koşullarında yetiştirilen bakteri aşılı ve aşısız soyanın su-verim ilişkilerinin belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi.
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Daccache, A., Mounzer, O., Roupael, Y., 2006. Water use and lint yield response of drip irrigated cotton to the length of irrigation season Agricultural Water Management, 85: 287 – 295.
- Kazgöz, C. D., (2017). Yapraktan uygulanan farklı kükürt dozlarının pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) değişik gelişme dönemlerindeki su stresinin azaltılması üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. Biyosistem Müh. Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi. Hatay
- Mitchel, P.D., P.H. Van den Ende, D.J. Chalmers. 1989. Responen of Bartlett pear to withholding irrigation, regulated deficit irrigation and tree spacing. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:15-19.
- Oosterhuis D. 2001. Physiology and Nutrition of High Yielding Cotton in The Usa <http://www.malavolta.com.br/Pdf/Physiologi.Pdf>. 24.
- Özdemir, Y., (2013), Aydın bölgesinde pamukta topraküstü ve toprakaltı damla sulama uygulamalarının irdelenmesi Yüksek Lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Stone, P.J., Wilson, D.R., Jamieson, P.D., Gillespie, R.N., 2001. Water deficit effects on sweet corn. Part II. Canopy development. Aust. J. Agric. Res. 52, 115–126.
- Tekinel, O., Kanber,R. 1978. Çukurova koşullarında pamuk bitkisinin fenolojik görüntüsüne göre sulama zamanının saptanması üzerine bir araştırma. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Yıl.9, Sayı 1, Ayrı Baskı, 32-34. Adana
- Yazar, A., Sezen, S.M., Sesveren, S., 2002. Lepa and Trickle Irrigation of Cotton in The Southeast Anatolia Project (Gap) Area in Turkey. Agric. Water Manag. 54, 189-203
- Zonta, J.H., Brandão, Z.N., Rodrigues, J.I.S., ve Sofiatti, V, 2017. Cotton response to water deficits at different growth stages. Mossoró, 30(4):980–990.