



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Kısıntılı Sulamanın Pamuğun (*G. hirsutum* L.) Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi

Remzi EKİNCİ*¹, Sema BAŞBAĞ¹

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21110, Diyarbakır, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta: remzi.ekinci@dicle.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 18.09.2019
Kabul: 17.12.2019
Online Yayınlanma 31.12.2019
DOI: 10.29133/yyutbd.621589

Anahtar kelimeler

Kısıntılı Sulama,
Morfoloji,
Pamuk,
Pamuk kütlü verimi.

Öz: Farklı tarla kapasitesi doygunluk derecelerinin (TKDD), pamuk çeşitlerinde bazı morfolojik özelliklere etkilerinin incelendiği bu çalışma, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2014-2015 yıllarında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parseller, farklı tarla kapasitesi doygunluk derecelerini (TKDD) (% 100, %80, %60, %40) alt parseller ise pamuk çeşitlerini (Stoneville-453, GW-Teks ve Deltaopal) oluşturmuştur. Çalışmada bitki boyu (cm), gövde çapı (cm), ana kök uzunluğu (cm), yaprak alan indeksi, boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimi (kg/da) özellikleri incelenmiştir. 2014-2015 yılları ortalamasına göre pamuk çeşitlerinin ana kök uzunluğu değerleri, 40.25 cm (GW-Teks) ile 43.52 cm (Stoneville-453) arasında; farklı TKDD uygulamalarında ana kök uzunluğu değerleri, 31.15 cm (%100) ile 49.59 cm (%20) arasında değişim göstermiştir. Pamuk kütlü verimi yönünden çeşitler, 301.42 kg/da (GW-Teks) ile 335.71 kg/da (Stoneville-453) arasında; farklı TKDD uygulamaları ise 146.04 kg/da (%20) ile 506.38 kg/da (%80) arasında değişmiştir. Kuraklık stresi koşulları ile ana kök uzunluğu özelliği arasında negatif korelasyon; bitki boyu, boy/nod oranı, gövde çapı, yaprak alan indeksi özellikleri arasında ise pozitif korelasyon saptanmıştır.

Determination of Effects of Deficit Irrigation on Some Morphological Properties of Cotton (*G. hirsutum* L.)

Article Info

Received: 18.09.2019
Accepted: 17.12.2019
Online Published 31.12.2019
DOI: 10.29133/yyutbd.621589

Keywords

Restricted irrigation,
Morphological,
Cotton,
Seed cotton yield.

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of different field capacity saturation degrees (FCSD) on some morphological characteristics of cotton varieties. The experiment was established as split-plot in RCBD with three replications at Dicle University Faculty of Agriculture in 2014-2015. The main parcels, FCSD (100%, 80%, 60%, and 40%) and the sub parcels were cotton varieties (Stoneville-453, GW-Teks, and Deltaopal). In the study, the traits such as plant height (cm), stem diameter (cm), root length (cm), leaf area index, and height/nod ratio and cotton seed yield (kg.da⁻¹) were investigated. According to the average of 2014-2015, the main root length values of cotton varieties were between 40.25 cm (GW-Teks) and 43.52 cm (Stoneville-453); the main root length values of different FCSD applications ranged from 31.15 cm (100%) to 49.59 cm (20%). Cotton varieties in terms of cotton seed yield were changed between 301.42 kg.da⁻¹ (GW-Teks) and 335.71 kg.da⁻¹ (Stoneville-453); in different FCSD applications, ranged from 146.04 kg da⁻¹ (20%) to 506.38 kg.da⁻¹ (80%) Negative correlation was found between drought stress conditions and main root length trait; positive correlation was found between traits such as plant height, height/nod ratio, stem diameter, leaf area index.

1. Giriş

Pamuk bitkisi, yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler açısından ekonomik öneme sahip bir üründür. İklim değişimi ile birlikte son yıllarda dünya genelinde yağış miktarında bir azalma ve düzensizliğin olduğu görülmektedir. Bu durum, pamuk üretiminde kuraklığın gelecekte büyük sorun oluşturacağını göstermektedir. Türkiye'nin birçok bölgesinde son yıllarda kuraklaşma eğiliminin arttığı ve ilerde daha şiddetli ve uzun süreli kuraklık olaylarının görülmesi ihtimalinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Topçu ve ark., 2012). Küresel iklim değişiminin etkisi ile iklim kuşaklarının kayacağı, Türkiye'nin, bugün Orta Doğu'da ve Kuzey Afrika'da egemen olan daha sıcak ve kurak bir iklim kuşağının etkisinde kalacağı, bu iklim kuşaklarına uyum gösteremeyen fauna ve floranın yok olacağı, bu değişim ile tarımsal ürün deseninin değişeceği öngörülmektedir (Türkeş ve ark., 2000). 2100 yılına kadar dünyanın sıcaklığının 4 °C artacağı; Türkiye ve çevresindeki bazı iç kısımlarda ise bu artış 8–9 °C kadar çıkabileceği belirtilmektedir (Tarakçıoğlu, 2008).

Toprak ve iklim özellikleri yönünden büyük bir tarımsal potansiyele sahip olan GAP Bölgesi'nde pamuk, büyük bir öneme sahiptir. Pamuğun yetiştirme mevsiminde yağışın yetersiz olması, verim artışı için sulamayı gerekli kılmaktadır. Bölgede sulanan alanların artmasına paralel olarak sulama suyu miktarının bu oranda artmaması, sulama suyunun rantabl-verimli bir şekilde kullanılmaması, global iklim değişimi ile bölge ikliminin yağış rejiminde ve toplam yağış miktarında oluşan azalışlar gibi problemler, kuraklık ve su sıkıntısını tarımsal üretimde ana problem haline getirmiştir. Kuraklık stresi tüm tarımsal ürünlerin üretimini ciddi bir şekilde etkilemektedir. Pamuk bitkisi genellikle sulanan koşullarda yetişen yazlık bir bitki olup, bölgemizde yetiştirme periyodu süresince ortalama 600-700 mm su tüketmekte, Harran ovası gibi daha sıcak bölgelerde ise su tüketimi 1000-1100 mm'ye kadar yükselmektedir.

Küresel ısınma ve buna bağlı olarak oluşan kuraklık stresi hem ülkemizde hem de dünyada pamuk tarımını olumsuz etkilemektedir. Dünya topraklarının 1/3'ünden fazlasını yakından ilgilendiren kuraklık stresi, tarımsal ürünlerinin üretiminde ciddi sorunlara neden olmaktadır (Monti, 1987). Bu nedenle kuraklık stresinin pamuk bitkisinin ekolojisinde, morfolojisinde nasıl bir değişim meydana getirdiğinin araştırılması, kuraklıkla oluşan zararın boyutlarının anlaşılması ve ileride daha da artacağı belirtilen zararlarının önlenmesi için tedbirlerin alınması yönünden önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar bitki su stresinin, kolaylıkla ölçülebilen parametreler kullanılarak niceliksel olarak ifade edilebileceğini göstermiştir. Söz konusu parametreler, bitki taç ve hava sıcaklığı farkı ile yaygın olarak atmosferin buharlaştırma istemi olarak tanımlanan havanın buhar basıncı açığıdır (Jackson, 1982; Idso ve ark., 1977). Bu çalışma, pamuk bitkisinin üretiminde yaşanan su kısıntılarında üretimin daha az etkilenmesine yönelik olarak bilimsel ve pratik uygulamalara katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2014-2015 yıllarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parselleri, farklı tarla kapasitesi doygunluk derecesi (TKDD, %) (%100, %80, %60, %40), alt parselleri ise pamuk çeşitleri (Stoneville-453, GW-Teks ve Deltaopal) oluşturmuştur.

Diyarbakır'ın iklimsel faktörleri incelendiğinde sert bir kara ikliminin egemen olduğu görülmektedir. Yazları çok sıcak, kışları ise şiddetli soğuktur. En sıcak ay ortalaması 31 °C, en soğuk ay ortalaması ise 1.8 °C'dir. 486.7 mm olan yıllık ortalama yağış miktarının yaklaşık %2'si yaz aylarında düşmekte ve kuzeye doğru gidildikçe yağış miktarı artmaktadır. Ortalama nispi nem en çok (%77) Aralık ve Ocak aylarında en az (%20) ise Temmuz-Ağustos aylarında oluşmaktadır (Anonim, 2015).

Deneme alanı topraklarının fiziksel (bünye analizi, volüm ağırlığı (gr/cm³), tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası) ve kimyasal (pH, % kireç) özellikleri, 0-90 derinliklerden alınan örneklerde, Tüzüner (1990) tarafından belirtilen analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Ayrıca bitki boyu (cm), gövde çapı (cm), ana kök uzunluğu (cm) ölçülmüş, yaprak alan indeksi (Sunscan cihazı ile), boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimi (kg/da) özellikleri belirlenmiştir.

İlk sulama öncesi toprak su içeriği tespiti için her parselin orta 2 sıra arasına Delta T Profile Probe cihazına ait 90 cm'lik probe tüpü yerleştirilmiştir. Deneme yerini temsil eden bir noktadan profil çukuru açılarak, 30'ar cm'lik katmanlar halinde 90 cm'ye kadar bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde, Tüzüner (1990) tarafından belirtilen analiz yöntemleri kullanılarak; tarla kapasitesi, devamlı solma noktası, volüm ağırlığı ve toprak bünyesi gibi fiziksel analizler ile toprak reaksiyonu, toplam tuz, organik madde, kireç, yararlanılabilir fosfor ve potasyum kimyasal analizler yapılmıştır. Deneme yerinden 0-90 cm derinliklerden toprak numuneleri alınarak, analiz edilmiştir. Bünye sınıfı killi-tınlı, su ile doymunluk %62, tarla kapasitesi (TK) %41.52, solma noktası (SN) %11.88, volüm ağırlığı 1.35 gr/cm³, pH 7.87, iletkenlik 1.064 dS/m, kireç içeriği %30.4, fosfor içeriği %4.4, potasyum içeriği %1.25 ve organik madde miktarının %1.8 düzeyinde saptanmıştır.

Deneme alanına 16 kg/da N, 7 kg/da P₂O₅ gübrelenmesi yapılmıştır. Sulamalarda damla sulama yöntemi kullanılmıştır. İlk sulamada, tüm parseller toprak tarla kapasitesine getirilecek düzeyde sulama yapılmıştır. Sulamalarda ana parsellere, toprak profilinin 90 cm derinliğindeki eksik nemi tarla kapasitesine getirmek için gerekli sulama suyu miktarının sayaç ile verilmesi planlanmıştır. Sulamaya topraktaki elverişli nem %35'e düştüğünde başlanılmıştır. Bitki su tüketimi, su dengesi eşitliğine dayanan "Nem Azalma Yöntemi" ile hesaplanmıştır (Beyce ve ark., 1972). Tüm parsellerde Delta T Profile Probe cihazı ile sulama öncesi ve sulama sonrası toprak suyu ölçümleri yapılmıştır.

Çalışmada, her bir özellik için elde edilen değerler, JMP 5.0 (Copyright © 1989-2002 SAS Institute Inc.) istatistik paket programı kullanılarak, istatistiksel yönden analiz edilmiştir. Sonuçlar, F testi, korelasyon ve regresyon analizleri ile incelenmiş ve ortalamalar, EGF testi uyarınca gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

İncelenen özelliklerden bitki boyu, gövde çapı ve ana kök uzunluğuna ait ortalama değerler Çizelge 1'de, yaprak alanı indeksi, boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimine ait ortalama değerler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Bitki boyu (cm): Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarında bitki boyu yönünden, Çeşit ve TKDD uygulamaları %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Pamuk çeşitlerinin bitki boyları 82.63 cm (Stoneville-453) ile 94.34 cm (GW-Teks) arasında değişim göstermiş; farklı TKDD uygulamalarında bitki boyu değerleri, 70.26 cm (%20) ile 117.48 cm (%80) arasında değişim göstermiştir. %80 TKDD uygulaması, en uzun bitki boyunun elde edildiği gruba oluştururken, %20 TKDD uygulamasının ise en kısa bitki boyu grubunu oluşturduğu Çizelge 1'de görülebilmektedir. El-Zik ve Thaxton (1989), kuraklığa dayanıklılık bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların olabileceğini bildirmiştir. Bütün çeşitlerde bitki boyunun farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, materyali oluşturan her 3 pamuk çeşidinde TKDD uygulamaları ile bitki boyu özelliği arasında kuadratik bir ilişki belirlenmiştir. Tüm çeşitler dikkate alındığında $y = -0.0135x^2 + 2.4815x - 6.8585$ ($R^2 = 0.60$) değişim denkleminin elde edildiği, en uzun bitki boyunun elde edildiği TKDD uygulamasının %91 olduğu; en yüksek bitki boyu değerinin ise 107.18 cm olduğu saptanmıştır (Şekil 2). Pamuk bitkisi gelişiminde su oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Kurak koşullarda pamuk bitkisinin gelişimi yavaşladığı için boyu kısa kalmaktadır.

Gövde çapı (cm): Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarında gövde çapı yönünden, Çeşit, TKDD uygulamaları ve ÇeşitxTKDD interaksyonunun %1 düzeyinde önemli olduğu Çizelge 1'de görülebilmektedir. Farklı pamuk çeşitlerinin gövde çapı değerleri, 2.63 cm (Stoneville-453) ile 3.10 cm (Deltaopal) arasında; farklı TKDD uygulamalarında gövde çapı değerleri ise 2.18 cm (%20) ile 3.80 cm (%80) arasında değişmiştir. %80 TKDD uygulamasının en yüksek gövde çapı değerine; %20 TKDD uygulamasının ise en düşük gövde çapı değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile gövde çapı özelliği arasında pozitif ve kuadratik bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. Tüm çeşitler dikkate alındığında $y = -0.0005x^2 + 0.0877x - 0.1741$ ($R^2 = 0.30$) değişim denkleminin elde edildiği, en yüksek gövde çapı değerinin elde edildiği TKDD değerinin, %87.70 olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Davies ve Zhang (1991), ve Naqvi (1995) kuraklık stresinin hormonal dengenin bozulmasına yol açtığını ve gövde -kök gelişiminin ters yönlü etkilediğini bildirmişlerdir.

Yaprak alanı indeksi (LAI): Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarına göre yaprak alan indeksi özelliği yönünden, Çeşit, TKDD uygulamaları ve yıl varyasyon

kaynaklarının birbirinden %1 düzeyinde önemli farklılık gösterdiği Çizelge 2’de görülebilmektedir. Farklı pamuk çeşitlerinin yaprak alan indeksi değerlerinin, 3.23 (Stoneville-453) ile 3.98 (GW-Teks) arasında değişim göstermiş; GW-Teks çeşidi en yüksek; Stoneville-453 çeşidi ise en düşük yaprak alan indeksi değerini almıştır. Farklı TKDD uygulamalarında yaprak alan indeksinin ise 2.08 (%20) ile 6.36 (%80) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Bütün çeşitlerde yaprak alan indeksi değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile yaprak alan indeksi özelliği arasında quatratik bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. TKDD ile yaprak alan indeksi arasında pozitif ikili ilişkinin ($r=+0.70$, $p<0.001$) saptanması bu sonucu desteklemektedir. Çeşitler dikkate alındığında $y=-0.0014x^2+0.2557x-6.0717$ ($R^2=0.60$) değişim denkleminin elde edildiği, en yüksek yaprak alan indeksi değerinin elde edildiği TKDD uygulamasının %91 olduğu; en yüksek yaprak alan indeksi değerinin ise 5.60 olduğu saptanmıştır (Şekil 4). Yaprak alan indeksi pamuk bitkisinin gelişimi ve fizyolojik dengesinin bir göstergesi olarak kuraklık stresinden olumsuz etkilendiği saptanmıştır (Radin ve ark., 1992). Gerek çeşitler arasında ve gerekse kuraklık stresi koşullarının yaprak alan indeksinde önemli farklılık oluşturması, bu özelliğin diğer stres çalışmalarında güven ile kullanılabilceğini ortaya koymaktadır.

Boy/nod oranı: Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, boy/nod oranı özelliği yönünden, Çeşit ve TKDD uygulamalarının %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Pamuk çeşitlerinin boy/nod oranı değerleri, 2.64 (GW-Teks) ile 3.01 (Stoneville-453) arasında değişim göstermiştir. TKDD uygulamalarının boy/nod oranı değerleri ise 2.04 (%20) ile 3.92 °C (%100) arasında belirlenmiştir. %100 TKDD uygulamasında en yüksek, %20 TKDD uygulamasından ise en düşük boy/nod oranı elde edilmiştir (Çizelge 2). Bütün çeşitlerde boy/nod oranı değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile boy/nod oranı özelliği arasında linear bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. TKDD ile boy/nod oranı arasında pozitif ikili ilişkinin ($r=+0.93$, $p<0.001$) saptanması, linear ilişkiyi desteklemektedir. Tüm çeşitler dikkate alındığında $y=0.0297x+0.9731$ ($R^2=0.88$) değişim denkleminin elde edildiği, Şekil 5’den görülebilmektedir. Pamuk bitkisi gelişiminde bitki boyu ve nod oluşumları, birbiri ile oldukça ilişkili iki gelişim unsurudur. Boy/nod oranındaki düşüş, bitki büyüme ve gelişimi ile benzerlik gösterdiği gibi, verim düşüşü ile benzerlik göstermiştir. Bulgularımız, Heitholt (1994), Kerby ve ark., (2010 ve Ekinci (2017) bulguları ile benzerlik göstermektedir. Kuraklığın varlığı ve şiddetinin belirlenmesinde boy/nod oranı parametresi rahatlıkla kullanılabilceği saptanmıştır.

Ana kök uzunluğu (cm): Çalışmada kullanılan pamuk çeşitlerinin, farklı TKDD uygulamalarına göre ana kök uzunluğu özelliği yönünden, çeşit, TKDD ve Yıl varyasyon kaynakları %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Farklı pamuk çeşitlerinin ana kök uzunluğu değerleri, 40.25 cm (GW-Teks) ile 43.52 cm (Stoneville-453) arasında değişim göstermiştir. TKDD uygulamalarının ana kök uzunluğu değerleri ise 31.15 cm (%100) ile 49.59 cm (%20) arasında saptanmıştır. GW-Teks ve Deltaopal çeşitleri en kısa; Stoneville-453 çeşidi ise en uzun grupta yer almıştır. %20 TKDD uygulaması, en yüksek; %100 TKDD uygulaması ise en düşük ana kök uzunluğu grubunu oluşturmuştur (Çizelge 1). Bütün çeşitlerde ana kök uzunluğu değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği, her 3 pamuk çeşidinde de TKDD uygulamaları ile ana kök uzunluğu arasında linear bir ilişkinin, var olduğu saptanmıştır. TKDD uygulamaları ile ana kök uzunluğu özelliği arasında negatif ikili ilişki ($r=-0.90$, $p<0.001$) saptanması, linear ilişkiyi destekler niteliktedir. Tüm çeşitler dikkate alındığında $y=-0.3042x+60.802$ ($R^2=0.81$) değişim denklemi elde edilmiştir (Şekil 6).

Pamuk bitkisinin ana kök gelişimi bitkinin kurak koşullarda toprak nemine ulaşabilmesi için daha hızlı geliştiğinin göstergesidir (Kaçar, 2007). İlk sulama suyunun geciktirilmesi ile bitkinin ana kök gelişiminin arttığı belirlenmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz bulgular, Quisenberry ve ark., (1982), Benedict (1984), Ramamoorthy ve ark., (2017), Niu ve ark., (2018), Singh ve ark., (2018), Bat ve ark., (2019), Hasan ve ark., (2019) ve Chen ve ark., (2019) kök morfolojisi ve büyüme potansiyelinin, su stresi koşullarında önemli bir faktör olduğu konusundaki bulgularının destekler niteliktedir.

Pamuk kütlü verimi (kg/da): Çalışmada kullanılan pamuk çeşitleri ve farklı TKDD uygulamaları kütlü pamuk verimi yönünden %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı pamuk çeşitlerinin kütlü verimleri, 301.42 kg/da (GW-Teks) ile 335.71 kg/da (Stoneville-453) arasında meydana gelmiştir. TKDD uygulamaları pamuk kütlü verimleri ise 146.04 kg/da (%20) ile 506.38 kg/da (%80) arasında değişim göstermiştir. Stoneville-453 çeşidi (335.71 kg/da) pamuk kütlü verimi yönünden en yüksek grupta yer alırken, GW-Teks (301.42 kg/da) ve Deltaopal (316.16 kg/da) çeşitleri daha düşük grupta yer

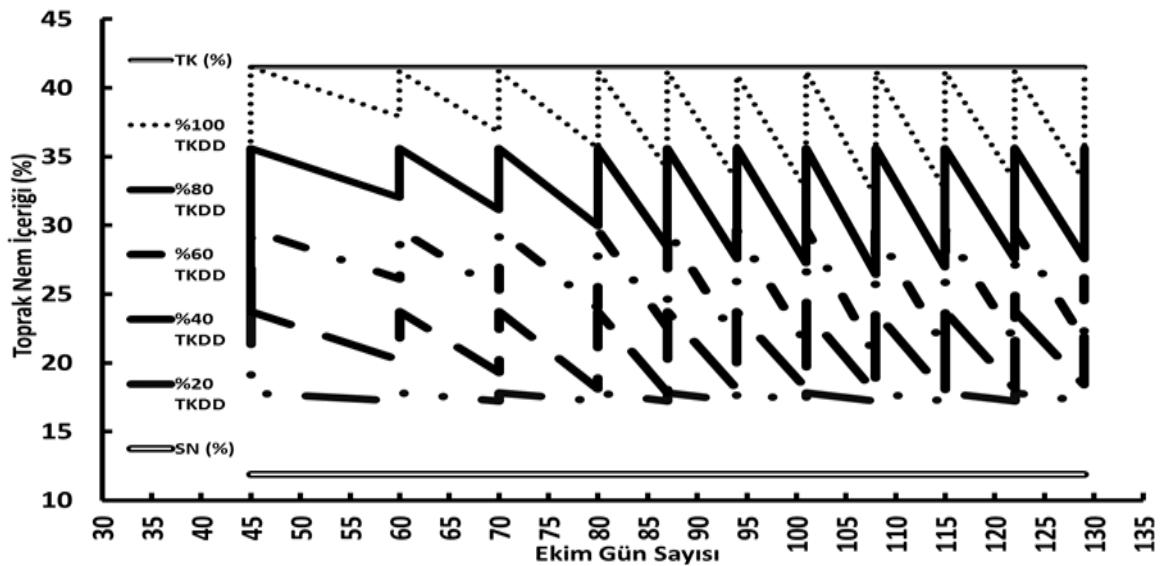
almıştır. %80 TKDD uygulaması (506.38 kg/da) en yüksek pamuk kütlü veriminin elde edildiği grubu, %20 (146.04 kg/da) ve %40 TKDD uygulamaları (164.02 kg/da) ise en düşük pamuk kütlü veriminin elde edildiği grubu oluşturmuştur (Çizelge 2).

Bütün çeşitlerde pamuk kütlü verim değerlerinin farklı TKDD uygulamalarından oldukça etkilendiği ve her 3 pamuk çeşidinde TKDD uygulamaları ile pamuk kütlü verim özelliği arasında kuadratik bir ilişkinin, var olduğu görülmektedir. TKDD ile pamuk kütlü verim özelliği arasında pozitif ikili ilişki ($r=+0.84$, $p<0.001$) saptanması kuadratik ilişkiyi desteklemektedir. Çeşitlerin tamamı dikkate alındığında $y=-0.1472x^2+25.739x-645.11$ ($R^2=0.91$) değişim denkleminin elde edildiği, en yüksek pamuk kütlü veriminin TKDD değerinin, %87 olduğu saptanmıştır (Şekil 7).

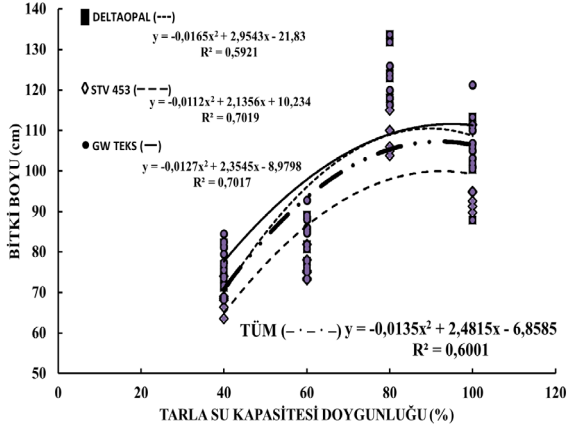
Pamuk bitkisi gelişiminde su oldukça önemli bir faktör olup, kuraklık (yetersiz toprak nemi) koşullarında, yaprak alan indeksinde (Gerik ve ark., 1996; Pettigrew, 2004; Awasthi ve ark., 2018); gelişim ve büyümesinde (Snowden ve ark., 2013; Wang ve ark., 2016; Ullah ve ark., 2017; Lei ve ark., 2018; İbrahim ve ark., 2019) verim ve verim unsurlarında ciddi bir şekilde düşümlere neden olmaktadır (Pettigrew, 2004; Hussein ve ark., 2011; Cave, 2013; Niu ve ark., 2018; Bahramloo ve Nasseri, 2019). Ayrıca, aşırı sulama (yüksek toprak nemi) koşullarında da bitki strese girerek gelişimini yavaşlatmaktadır. Bu durum, pamuğun gelişim ve büyümesinde, pamuk kütlü verimi ve verim öğelerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

4. Sonuç

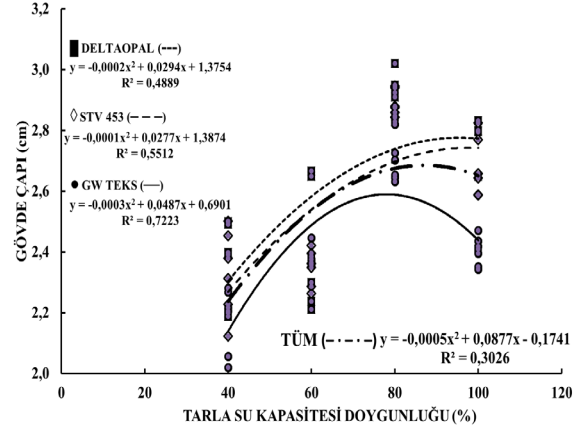
Kuraklık stresinin diğer birçok bitkide olduğu gibi pamuk bitkisinde de incelenen özellikler yönünden olumsuz etkileri belirlenmiş, kuraklık stres koşulları ile bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi özellikleri arasında kuadratik; ana kök uzunluğu, boy/nod oranı özellikleri arasında ise linear bir ilişkinin var olduğu saptanmıştır. Kuraklık stresi koşulları ile ana kök uzunluğu özelliği arasında negatif korelasyon; bitki boyu, boy/nod oranı, gövde çapı, yaprak alan indeksi özellikleri arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. En uygun TKDD değerinin bitki boyu özelliği için %84, gövde çapı, özelliği için %87, yaprak alan indeksi özelliği için, %91 olduğu sonuçlarına varılmıştır. Genotiplerin kuraklık stresi koşullarında performanslarının belirlenmesine yönelik olarak yapılacak çalışmalarda ana kök uzunluğu, boy/nod oranı, gövde çapı, yaprak alan indeksi parametrelerinin önemli ve pratik olması nedeniyle kullanımının önerildiği, kurak koşullarda, verim ve verim unsurlarında ciddi düşümler meydana gelirken aşırı sulama koşullarında da bitki strese girerek gelişimini yavaşlatmakta ve kütlü verimi ve verim unsurlarında düşümler oluşturmaktadır.



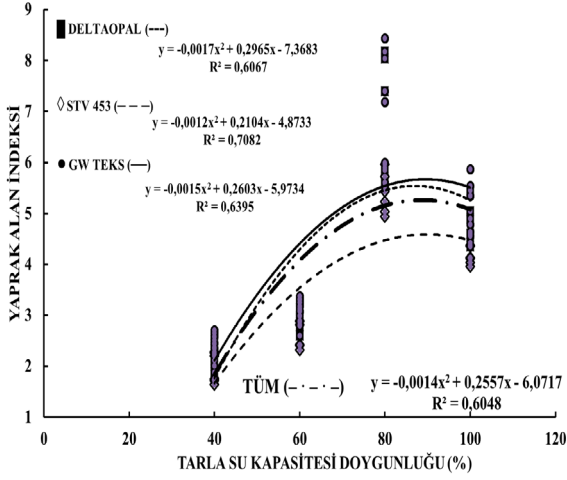
Şekil 1. Sulama öncesi ve sulama sonrası toprak nem değişimleri.



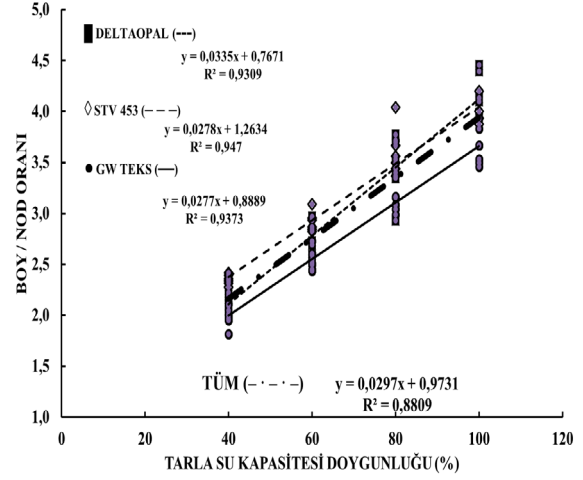
Şekil 2. TKDD'lere göre bitki boyu değişimi.



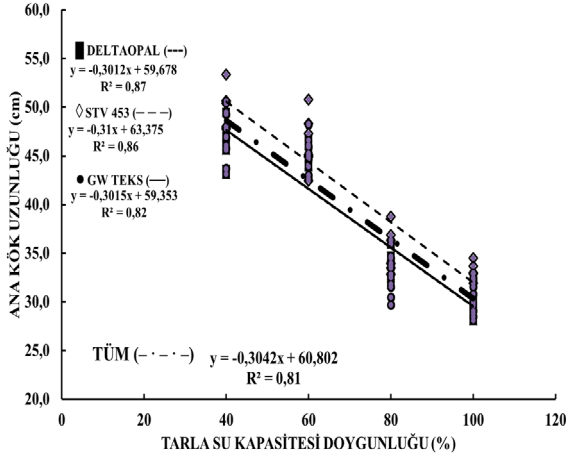
Şekil 3. TKDD'lere göre gövde çapı değişimi.



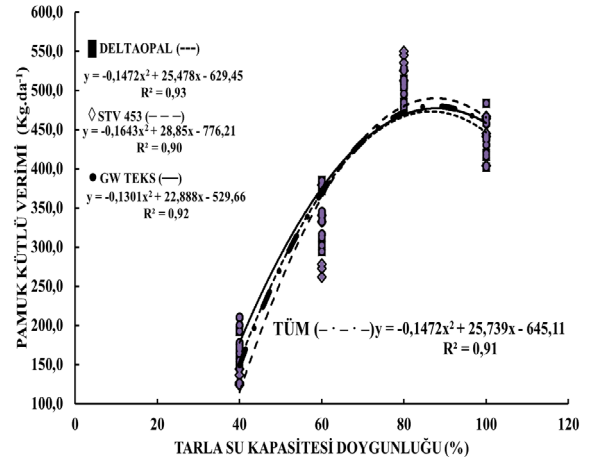
Şekil 4. TKDD'lere göre yaprak alan indeksi değişimi.



Şekil 5. TKDD'lere göre boy/nod oranı değişimi.



Şekil 6. TKDD'lere göre ana kök uzunluğu değişimi.



Şekil 7. TKDD'lere göre pamuk kütlü verimi değişimi.

Çizelge 1. Bitki boyu, gövde çapı ve ana kök uzunluğuna ilişkin ortalama değerler.

Çeşitler	TKDD (%)	Bitki Boyu (cm)	Gövde Çapı (cm)	Ana Kök Uzunluğu (cm)
----------	----------	-----------------	-----------------	-----------------------

		2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.		
Deltaopal	20%	70.00	70.83	70.42	2.35	2.18	2.27	gh	51.09	48.10	49.59	
	40%	73.46	76.98	75.22	2.64	2.56	2.60	fgh	47.07	44.59	45.83	
	60%	80.11	80.44	80.28	2.84	2.63	2.73	efg	46.27	44.02	45.14	
	80%	121.67	127.86	124.76	4.65	4.52	4.59	a	34.79	33.01	33.90	
	100%	102.82	104.05	103.43	3.38	3.23	3.30	bcd	29.97	29.02	29.50	
Stoneville-453	20%	64.33	64.91	64.62	2.15	2.03	2.09	h	51.80	50.01	50.90	
	40%	67.70	68.88	68.29	2.42	2.24	2.33	gh	51.82	49.20	50.51	
	60%	74.60	77.70	76.15	2.46	2.37	2.42	gh	48.12	45.62	46.87	
	80%	106.59	110.00	108.29	3.29	3.09	3.19	bcde	36.66	34.92	35.79	
	100%	93.68	97.90	95.79	3.19	3.07	3.13	cdef	34.16	32.91	33.54	
GW-Teks	20%	76.00	75.47	75.74	2.30	2.07	2.19	h	49.42	47.14	48.28	
	40%	79.45	82.74	81.09	3.00	2.92	2.96	def	47.36	45.08	46.22	
	60%	86.27	88.90	87.58	2.99	2.94	2.97	def	45.69	43.53	44.61	
	80%	120.11	118.67	119.39	3.83	3.43	3.63	bc	32.45	31.03	31.74	
	100%	107.27	108.49	107.88	3.78	3.62	3.70	b	30.15	30.68	30.41	
Deltaopal		89.61	92.03	90.82	b	3.17	3.02	3.10	a	41.84	39.75	40.79
Stoneville-453		81.38	83.88	82.63	c	2.70	2.56	2.63	b	44.51	42.53	43.52
GW-Teks		93.82	94.85	94.34	a	3.18	2.99	3.09	a	41.01	39.49	40.25
Ort.	20%	70.11	70.40	70.26	e	2.27	2.09	2.18	d	50.77	48.41	49.59
	40%	73.54	76.20	74.87	d	2.69	2.57	2.63	c	48.75	46.29	47.52
	60%	80.33	82.35	81.34	c	2.76	2.65	2.71	c	46.69	44.39	45.54
	80%	116.12	118.84	117.48	a	3.92	3.68	3.80	a	34.63	32.99	33.81
	100%	101.26	103.48	102.37	b	3.45	3.30	3.38	b	31.43	30.87	31.15
Ortalama		88.27	90.25	89.26		3.02	2.86	2.94		42.45	40.59	41.52

Ort.: Ortalama; TKDD: Tarla kapasitesi su doğunluk derecesi; cm: Santimetre; Aynı harfler aynı grupları göstermektedir.

Çizelge 2. Yaprak alanı indeksi, boy/nod oranı ve pamuk kütlü verimine ilişkin ortalama değerler

Çeşitler	TKDD (%)	Yaprak Alan İndeksi			Boy/Nod Oranı			Pamuk Kütlü Verimi (kg/da)				
		2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.		
Deltaopal	20%	2.33	1.82	2.08	2.06	2.02	2.04	gh	147.97	149.88	148.93	
	40%	2.44	2.01	2.22	2.16	2.20	2.18	fgh	155.75	171.69	163.72	
	60%	3.08	2.76	2.92	2.67	2.68	2.68	efg	303.06	378.39	340.73	
	80%	5.79	7.87	6.83	3.43	3.47	3.45	a	500.90	480.00	490.45	
	100%	4.46	5.13	4.80	4.06	4.26	4.16	bcd	440.05	433.89	436.97	
Stoneville-453	20%	2.14	1.54	1.84	2.24	2.16	2.20	h	172.03	164.04	168.04	
	40%	2.25	1.70	1.98	2.34	2.36	2.35	gh	185.13	207.02	196.08	
	60%	2.86	2.39	2.62	2.88	2.96	2.92	gh	337.52	333.35	335.44	
	80%	5.07	6.04	5.56	3.58	3.62	3.60	bcde	542.78	525.00	533.89	
	100%	4.07	4.26	4.17	4.00	3.96	3.98	cdef	447.64	442.62	445.13	
GW-Teks	20%	2.53	2.15	2.34	1.89	1.85	1.87	h	125.74	116.57	121.16	
	40%	2.65	2.35	2.50	1.99	1.97	1.98	def	133.33	131.21	132.27	
	60%	3.31	3.19	3.25	2.49	2.59	2.54	def	270.87	350.88	310.88	
	80%	5.71	7.68	6.69	3.12	3.26	3.19	bc	507.58	482.04	494.81	
	100%	4.66	5.59	5.12	3.55	3.67	3.61	b	457.33	438.63	447.98	
Deltaopal		3.62	3.92	3.77	b	2.87	2.93	2.90	b	309.55	322.77	316.16
Stoneville-453		3.28	3.19	3.23	c	3.00	3.01	3.01	a	337.02	334.41	335.71
GW-Teks		3.77	4.19	3.98	a	2.61	2.67	2.64	c	298.97	303.87	301.42
Ort.	20%	2.33	1.84	2.08	e	2.06	2.01	2.04	e	148.58	143.50	146.04
	40%	2.45	2.02	2.23	d	2.16	2.18	2.17	d	158.07	169.97	164.02
	60%	3.08	2.78	2.93	c	2.68	2.74	2.71	c	303.82	354.21	329.01
	80%	5.52	7.20	6.36	a	3.37	3.45	3.41	b	517.09	495.68	506.38
	100%	4.40	4.99	4.70	b	3.87	3.96	3.92	a	448.34	438.38	443.36
Ortalama		3.56	3.76	3.66		2.83	2.87	2.85		315.18	320.30	317.76

Ort.: Ortalama; TKDD: Tarla kapasitesi su doğunluk derecesi; kg/da: Kilogram/dekar; Aynı harfler aynı grupları göstermektedir.

Teşekkür

Bu makalede yer alan veriler, DÜBAP13-ZF-30 no'lu "Pamukta Su Stresinin Fizyolojik Bazı Parametreler ile İncelenmesi" konulu projeye ait Sonuç Raporu'nun bir bölümünden elde edilmiştir. Belirtilen projenin finansal desteğini (bütçesi) sağlayan DÜBAP'a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Anonim, (2015). *Meteoroloji 15. Bölge Müdürlüğü verileri*, Diyarbakır.
- Awasthi, A., Reddy, K.R., Saha, S. Jenkins, J.N., Stelly, D. M. (2018). Morph-physiological responses of cotton interspecific chromosome substitution lines to low temperature and drought stresses. *Euphytica* (2018) 214, 218.
- Bahramloo, R., Nasserli, A. (2019). Water Use Efficiency and Water Production Function of Corn under Full and Deficit Irrigation in a Cold Semi-arid Environment. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi Cilt 29, Sayı 2*, 213-224.
- Bat, M., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M. (2019). Kuraklık Stresi Altındaki Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)' da Deniz Yosununun Büyüme Parametreleri, Toplam Fenolik ve Antioksidan Madde Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi Cilt 29, Sayı 3*, 496-505.
- Benedict, C.R. (1984). *Physiology*. pp. 189-191. In R.J. Kohel and C.F. Lewis, eds. Cotton. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisc.
- Beyce, Ö., Madanoğlu K., & Ayla Ç. (1972). *Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsullerin Su İstihlakleri*. Merkez Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Yayınları Gn. Yayın No:15, Teknik yayın No:12 Ankara.
- Cave, J. (2013). *Cotton lint yield, fiber quality, and water-use efficiency as influenced by cultivar and irrigation level*. Master of Sciences, Texas Tech University, USA. P 192.
- Chen, E., Zhang, X., Yang, Z., Zhang, C., Wang, X., Ge, X., & Li, F. (2019). BR deficiency causes increased sensitivity to drought and yield penalty in cotton. *BMC Plant Biol* 19, 220.
- Davies, W. J., & Zhang, J. (1991). Root signal and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant mol. Biol.* 42, 55–76.
- Ekinci, R., Başbağ, S., Karademir, E., & Karademir, Ç. (2017). The effects of high temperature stress on some agronomic characters in cotton. *Pak. J. Bot.*, 49(2), 503-508,
- El-Zik, K. M., & Thaxton, P. M. (1989). *Genetic Improvement for Resistance to Pests and Stresses in Cotton. In Integrated Pest Management Systems and Cotton Production*. John Wiley and Sons. New York.
- Gerik, T.J., Faver, K.L., Thaxton, P.M., & El-Zik, K.M. (1996). Late-season water stress in cotton: I. Plant growth, water use, and yield. *Crop Sci* 36, 914–921.
- Hasan, M.M., Ma, F., Islam, F., Sajid, M., Prodhan, Z.H., Li, F., Shen, H., Chen, Y., & Wang, X. (2019). Comparative Transcriptomic Analysis of Biological Process and Key Pathway in Three Cotton (*Gossypium* spp.) Species Under Drought Stress, *Int. J. Mol. Sci.* 20, 2076;
- Heitholt, J.J. (1994). Canopy characteristics associated with deficient and excessive cotton plant population densities. *Crop Sci.* 34, 1291–1297.
- 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. *Exp. Agri.*, 9 (1), 121-128. Israel.
- Ibrahim, W., Zhu, Y., Chen, Y., Qiu, C., Zhu, S., & Wu, F. (2019). Genotypic differences in leaf secondary metabolism, plant hormones and yield under alone and combined stress of drought and salinity in cotton genotypes. *Physiol Plantarum*, 165, 343-355.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., & Reginato, R.J. (1977). Remote sensing of crop yields. *Science* 196, 19-25.
- Jackson, R.D. (1982). *Canopy Temperature and Crop Water Stress*. P 43-85. In: D. Hillel (ed). *Advances in irrigation*, vol. 1. Academic press, New York.
- Kaçar, M.M. (2007). *Farklı su ve gübre sistemlerinin pamuk bitkisinde su stres indeksinin değişiminin incelenmesi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi Adana.
- Kerby, T.A., Bourland, F.M., & Hake, K.D. (2010). Physiological rationales in plant monitoring and mapping. In *Physiology of Cotton*; Stewart, J.M., Oosterhuis, D., MHeitholt, J.J., Mauney, J.R., Eds.; Springer Science & Business Media: New York, NY, USA, 2010; pp. 304–317.

- Lei, Z.Y., Han, J.M., Yi, X.P., Zhang, W. F., & Zhanget, Y.L. (2018). *Photosynthetica* 56, 1326.
- Monti, L.M. (1987). *Breeding Plants for Drought Resistance: the Problem and Its Relevance*. Pages 1–8 in L. Montand E. Porceddu, eds. *Drought resistance in plants. Physiological and genetic aspects*, CEC Publ. EUR 10700 EN. Luxembourg.
- Naqvi, S.S.M. (1995). *Plant/Crop Hormones Under Stress Ful Conditions*. In: Pessaraki, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Physiology*. New York, Basel, Hong Kong. Marcel Dekker, pp: 645-660.
- Niu, J., Zhang, S., Liu, S., Ma, H., Chen, J., Shen, Q., Ge, C., Zhang, X., Pang, C., & Zhao, X. (2018). The compensation effects of physiology and yield in cotton after drought stress, *Journal of Plant Physiology*, Volumes 224–225,
- Pettigrew, W.T. 2004. Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. *Crop Sci* 44, 1265–1272.
- Quisenberry, J. E., Roark, B., McMichael, & B. L. (1982). Use of transpiration decline curves to identify drought-tolerant cotton germplasm. *Crop. Sci.* 22, 918-922.
- Radin, J. W., Reaves, L. L., Mauney, J. R., & French, O. F. (1992). Yield enhancement in cotton by frequent irrigations during fruiting. *Agron. J.* 84, 551–557.
- Ramamoorthy, P.K., Lakshmanan, H.D., Upadhyaya, V., Vadez, & R.K., Varshney. (2017). *Root Traits Confer Grain Yield Advantages under Terminal Drought in Chickpea (Cicer Arietinum L.) Field Crops Res.*, 201 (2017), pp. 146-161
- Singh, B, Norvell, E, Wijewardana, C, Wallace, T, Chastain, D, Reddy, K.R. (2018). Assessing morphological characteristics of elite cotton lines from different breeding programmes for low temperature and drought tolerance. *J Agro Crop Sci.* 204, 467– 476.
- Snowden, C., Ritchie, G., Cave, J., Keeling, W., & Rajan, N. (2013). Multiple irrigation levels affect boll distribution, yield, and fiber micronaire in cotton. *Agron J* 105, 1536–1544.
- Tarakçıoğlu, I. (2008). *Organik Pamuk ve Tekstil Sanayi*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları Yayın No: 2008-7. İstanbul.
- Topcu, T., Yavuz, I., Bleda, E. A., & Altun, Z. (2012). Generation of a broad banduv continuum in high order harmonic generation by spatially in homogeneous fields. *Physical Review A*, 85(1), 013416.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). *Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri*, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Tüzüner, A. (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Ullah, A., Sun, H., Yang, X., & Zhang, X. (2017). Drought coping strategies in cotton: increased crop per drop. *Plant Biotech J* 15, 271–284.
- Wang, R., Ji, S., Zhang, P., Meng, Y., Wang, Y., Chen, B., & Zhou, Z. (2016). Drought effects on cotton yield and fiber quality on different fruiting branches. *Crop Sci* 56, 1265–1276.