

Farklı Sulama Düzeyleri İle Yetiştirilen (*Capsicum Annuum* L. cv. Yalova Yağlık 28) Biberde Prolin Uygulamalarının Morfolojik Parametrelere Etkileri

Tolga Sarıyer¹, Canan Öztokat Kuzucu¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale
e-posta: tolgaq85@hotmail.com

Özet

Bu araştırma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama alanında, farklı sulama düzeyleri ve prolin uygulamalarının biberde (*Capsicum annuum* L. cv. Yalova Yağlık-28) morfolojik parametreler üzerine olan etkisini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Deneme; tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yapılmış, sulama seviyeleri için 3 farklı pan katsayısı kullanılmış (Kcp1: 0.5, Kcp2: 1, Kcp3: 1.5) ve her pan katsayısını kapsayacak şekilde kontrol grubu haricindeki bitkilere 3 farklı dönemde (fide dikiminden itibaren 20., 30. ve 40. günler) toplam 12 mM lık prolin uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda sulama seviyesi arttıkça bitki boyu, taç çapı, gövde çapı gibi morfolojik parametrelerde artış gözlenmiş, prolin uygulamalarının etkisi daha çok Kcp1: 0.5 düzeyindeki konuda görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Capsicum annuum* L., sulama, prolin

Effects of Proline Applications on Morphological Parameters in Pepper (*Capsicum annuum* L. cv. Yalova Yağlık 28) Grown Under Different Irrigation Levels

Abstract

This research conducted at research and practice field of Çanakkale 18 Mart University for determine to effects of different irrigation levels and proline applications on morphological parameters of Yalova Yağlık-28 (*Capsicum annuum* L. cv. Yalova Yağlık-28) pepper variety. This experiment was laid out in randomized complete block design with a split-plot design with 3 replications. Plants irrigated with 3 different pan coefficients for each irrigation levels (Kcp1: 0.5, Kcp2: 1, Kcp3: 1.5) and also 12 mM proline applied to all subjects at three different periods (20th, 30th and 40th days after planting of seedlings) except control group. As a result, morphological parameters as plant height, canopy width, stem diameter increased with rising of irrigation level and effect of proline applications was more obvious in Kcp=0.5 irrigation level.

Keywords: *Capsicum annuum* L., irrigation, proline

Giriş

Biber *Solanaceae* familyasının *Capsicum*, cinsine mensup ılık iklimlerde tek yıllık, tropik iklimlerde ise çok yıllık kültür bitkisi olarak bilinir. Biberler Bailey tarafından kiraz biberleri, konik biberler, kırmızı salkımlı biberler, uzun sivri biberler ve dolmalık biberler olarak sınıflandırılır. Çiçek yapısı erseliktir. Optimum sıcaklık isteği 20-25°C dir. Biber sudan hoşlandığı kadar kökleri fazla suya çok hassastır. Bu nedenle biberin ihtiyacı olan suyun yeterli ve düzenli olarak aksettirmeden verilmesi gerekir (Vural ve ark., 2000).

Krieg ve Sung (1986), su stresinin bitkide tek yaprak alanında azalma meydana getirmektense yeni yaprakların çıkışını azalttığını ve bitkinin tüm yapraklarının toplam alanında azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında

kuraklık stresi % 26'lık payıyla en büyük dilimi içermektedir. Bunu % 20 ile mineral stresi ve % 15 ile soğuk ve don stresi takip etmektedir. Bunların dışında kalan diğer tüm stresler % 29'luk bir pay almaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005; Blum, 1986).

Bitkilerin kurak koşullarda stomalarını kapatmaları ve CO₂'in alınamaması sonucunda CO₂ in indirgenmesinde rol alması gereken elektronlar, oksijen (O₂) ile etkileşime girerek, süperoksit (O₂⁻) gibi 'Aktif O₂ radikalleri' ni oluşturmaktadır (Öztekin, 2009).

Glisin betain ve prolin kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık, UV radyasyonu ve ağır metal stresi sonucunda bitkilerde biriken önemli bir organik bir ozmolittir. Stres koşullarında bitkilerde her iki bileşik de enzim, membran bütünlüğü ve ozmotik uyum sağlama konularında pozitif etkilerde bulunmaktadır (Ashraf, 2007).

Nanjo ve ark. (1999), prolinin D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) enzimi ile sentezlendiğini, prolinin osmotik düzenleme görevinin yanı sıra, hücre duvarının yapısal proteinlerinin önemli bir bileşeni olduğunu belirlemişlerdir.

Stres çoğunlukla bitkinin üzerinde olumsuz etki oluşturan dışsal bir etmen olarak tanımlanmaktadır. Su kıtlığı, bitkide su içeriğinin en yüksek olduğu durumda, en yüksek su miktarının altındaki doku yada hücrenin herhangi bir su içeriği olarak ifade edilir. Yaprak alanının azaltılması su kıtlığı altında geliştirilen adaptasyonlardan ilkidir (Taiz ve Zeiger, 2008).

Su stresi toleransları farklı olan aşılınmış biber çeşitlerinin (*Capsicum annuum* L. cv. Zarina and Josefina) su stresi koşullarındaki yaprak biyomasi ve bazı antioksidant enzim aktivitelerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada kuraklığa tolerant Zarina çeşidinin kalem olarak kullanılması antioksidant enzim aktivitesini artırmış, kuraklığa hassas Josefina çeşidinin kalem olarak kullanılması ile antioksidant enzim aktivitesi daha az bulunmuş ve oksidatif stresi artırmıştır (Sánchez-Rodríguez et. Al., 2012).

Sankar ve ark. (2007), beş farklı bamyada çeşidinde, kuraklığa bağlı stres uygulamasında; gövde uzunluğu, toplam yaprak alanı, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve prolin oksidaz aktivitesinde azalma, prolin içeriği ve gama-glutamil kinaz miktarında artış belirlemişlerdir.

Binbir ve Baş (2010), bazı yerel biber (*Capsicum annuum* L.) populasyonlarının karakterizasyonunu belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada, bitki yüksekliğinin biber aksesyonlarının %55.17'sinde 25-45 cm, %44.83'ünde 46-65 cm olduğunu; gövde çapının 1-1.5 cm arasında; taç genişliğinin 26.9-40.8 cm arasında değiştiğini; charlston, sivri ve yağlık biberlerde büyümenin diğer populasyonlardan daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Nkansah ve ark. (2011), iki farklı ekolojik bölgede on biber hattı ve bir yerel biber çeşidini yetiştirmişler, bitki boyunun Savan bölgesinde 45 - 61.6 cm arasında, orman bölgesinde 56.47 - 79.60 cm arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Su kısıtı bitkilerde bitki boyu, yaprak alanı (Kaya ve Daşgan, 2013), yaprak genişlemesini (Ball ve ark., 1994; McMichael ve Heskeith, 1982) azaltmaktadır.

Uygun çözünen maddelerin birikimi, hücre osmolaritesinde artmaya neden olmakta böylece su girişini sağlayıp su çıkışını engelleyebilmektedir. Bu durum hücre genişlemesi için gereken turgoru sağlamaktadır (Kavi Kishor ve ark., 2005).

Sulanan ve sulanmayan koşullarda, nohut bitkisinde gelişme seyrinin belirlendiği çalışmada, en yüksek yaprak alanı indeksi değeri bakla doldurma aşamasında elde edilmiş, bu dönemdeki sulanan ve sulanmayan koşullar arasındaki yaprak alanı indeksi değerleri arasındaki fark en fazla olmuş, sulanan koşullarda yaprak alanı indeksine ait değerler daha yüksek bulunmuştur (Kayan ve ark., 2014).

Tuz stresine tolerans seviyesi farklı domates genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı özelliklerinde meydana gelen değişimlerin incelendiği çalışmada, kuraklık stresi ile yaprak alanı tüm genotiplerde azalma göstermiştir (Kıran ve ark., 2014).

Turner ve ark. (1986), sulama ile yaprak alanının arttığını, bunun yanında yaprak su potansiyelinde ve bağlı su içeriğinde azalmanın, yaprak alanında herhangi bir artışı bitki su içeriği normale dönene kadar engellediğini gözlemlemişlerdir.

Bu çalışma, Çanakkale bölgesinde önemli bir ihracat ürünü olarak kullanılan Yalova Yağlık 28 biber çeşidinde (*Capsicum annuum* L. cv. Yalova Yağlık 28) farklı sulama seviyesi ve prolin uygulamalarının incelenen morfolojik parametrelere etkisini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında yürütülmüştür. Denemeye başlamadan önce arazinin genelini temsil edecek şekilde 0-20 cm derinlikten toprak örneği alınmış ve gübreleme programı buna göre yapılmıştır. Araştırmada bitkisel materyal olarak Yalova Yağlık-28 biber çeşidi (*Capsicum annuum* L. cv. Yalova Yağlık 28) fideleri kullanılmıştır.

Sulamalar; deneme alanına yerleştirilmiş olan A sınıfı buharlaşma kabından derinlik ölçer ile ölçülen yağışlı buharlaşma değerlerinin sırasıyla Kcp1= %50'si, Kcp2= %100'ü, Kcp3= %150'si uygulanacak şekilde ve tek sulama aralığı (3 günlük aralık) dikkate alınarak damla sulama sistemi ile sabit basınçlı lateral borular (4

lt/sa) kullanılarak (Yıldırım, 1996)'a göre yapılmıştır.

Araştırmada bitkiler, her pan katsayısını kapsayacak şekilde; birinci gruptaki bitkilere fide dikiminden itibaren ilk uygulama 20. günde olmak üzere 10 gün ara ile üç uygulama, ikinci gruptaki bitkilere fide dikiminden itibaren 30. günde olmak üzere tek uygulama ve üçüncü gruptaki bitkilere fide dikiminden itibaren 40. günde olmak üzere tek uygulama şeklinde prolin uygulaması yapılanlar olarak 3 gruba ayrılmıştır.

Tüm gruplardaki bitkilere toplam 12 mM'lik prolin uygulaması yapraktan püskürtme şeklinde yapılmıştır. Birinci gruptaki bitkilere toplam doz 3 eşit parçaya bölünerek fide dikiminden itibaren 20., 30. ve 40. günlerde, 2. ve 3. gruptaki bitkilere ise toplam doz tek seferde sırasıyla 30. ve 40. günlerde püskürtme şeklinde verilmiştir.

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü yapılmış olan denemede her konuda 5 sıra ve her sırada 7 bitki kullanılmış böylece her bir konuda 35 bitki yer almıştır. Araştırma (35*12*3) 1260 bitki ve 36 parselden oluşmuştur. Analiz ve ölçümler üç tekerrürün her birinde kenar tesir olarak bırakılan 20 bitkinin ortasındaki 15 bitkiden rastgele seçilen 10 bitkide yapılmıştır. Deneme planı 3 ayrı bloğa ayrılmış ve her blokta her konunun birinci tekerrürü yer almıştır.

Denemede istatistiksel analizlerin yapılmasında SAS.9.1.3. Portable bilgisayar paket programı kullanılmış ve verilerin ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmıştır.

Araştırma Konuları

- 1- Kcp1:0.5, Prolin uygulanmamış
- 2- Kcp1:0.5, 4mM (20.günde) + 4Mm (30.günde) + 4mM (40.günde)
- 3- Kcp1:0.5, 12mM (30.günde)
- 4- Kcp1:0.5, 12mM (40.günde)
- 5- Kcp2:1, Prolin uygulanmamış
- 6- Kcp2:1, 4mM (20.günde) + 4mM (30.günde) + 4mM (40.günde)
- 7- Kcp2:1, 12mM (30. günde)
- 8- Kcp2:1, 12mM (40. günde)
- 9- Kcp3:1.5, Prolin uygulanmamış
- 10- Kcp3:1.5, 4mM (20.günde) + 4Mm (30.günde) + 4mM (40.günde)
- 11- Kcp3:1.5, 12mM (30.günde)
- 12- Kcp3:1.5, 12mM (40.günde)

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Bitki Boyu (cm)

Vejetasyon periyodu sonunda her tekerrürde bulunan her bir bitkinin boyu cetvel yardımı ile ölçülerek belirlenmiştir.

Taç Çapı (cm)

Vejetasyon periyodu sonunda her tekerrürde bulunan her bir bitkinin taç çapı cetvel yardımı ile belirlenmiştir.

Gövde Çapı (mm)

Vejetasyon periyodu sonunda her tekerrürde bulunan her bir bitkinin kök boğazı kısmından 0.01 hassasiyetli kumpas ile çap genişliği ölçülerek belirlenmiştir.

Bitki Başına Yaprak Alanı (m²)

Vejetasyon periyodu sonunda rastgele sökülen iki bitkiden, yaprak alanı ölçme programı (Leaf area measurement programme) kullanılarak ortalama olarak belirlenmiştir.

Yaprak alanı indeksi (LAI, m²/m²)

Bir bitki için ortalama m² yaprak alanı, m²'deki bitki sayısına göre hesaplanarak LAI değeri bulunmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma bulgularına ait veriler çizelge 1' de gösterilmektedir.

Yalova yağlık-28 biber bitkileri ile yaptığımız bu çalışmada incelenen yaprak alanı indeksi (LAI, m²/m²), bitki başına yaprak alanı (m²), gövde çapı (mm), taç çapı (mm), bitki boyu (mm) parametrelerinde kuraklık stresi ile birlikte azalma meydana gelmiş; prolin uygulamaları, 0.5 sulama seviyesinde kuraklık stresinin olumsuz etkisini azaltmış, diğer sulama seviyelerinde istatistiksel farklılık göstermemiştir.

Noreen ve ark. (2013), pamukta sulama ve osmoprotektant uygulamaları yapmışlar, çalışmada yaprak alanına osmoprotektantların etkisi önemli bulunurken, en fazla yaprak alanı salisilik asit uygulamasında elde edilmiş, bunu glisinbetain ve prolin izlemiştir.

Castrillo ve ark. (2011), iki domates çeşidinin yaprak rehidrasyonu sırasındaki yapısal, fizyolojik ve metabolik durumlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalarında, çalışmadaki iki su stresi seviyesinde, çeşitlerin yaprak alanı değerlerinde kontrol uygulamasına

göre önemli miktarda düşüş olduğunu belirlemişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2011), farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkilerini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada genotip bakımından değişen oranlarda olmakla birlikte kuraklık stresi ile bitki boyu, bitki çapı ve yaprak alanı parametreleri değerlerinde azalma belirlenmiştir.

Kuşvuran (2012), bamyada genotiplerinde kuraklık stresinin büyüme, iyon birikimi ve antioksidatif enzim miktarına etkisini araştırmış; kuraklık stresi ile Okr-47, Okr-112 genotipleri bitki boyu azalmasından en fazla etkilenirken; Okr-89 ve Okr-105 en az etkilenmişlerdir, kuraklık stresi ile bitki boyu, yaprak alanı, gövde çapı parametrelerinin değerleri bütün bamyada genotiplerinde azalma göstermiştir.

Sonuçlar

Sulama ve prolin interaksiyonunun bitki boyuna etkisine bakıldığında, sulama seviyesinin azalması ile birlikte bitki boyu azalmış (Kaya ve Daşgan, 2013; Kuşvuran ve ark., 2011; Kuşvuran, 2012), sulama seviyesinin Kcp=1.5 sulama seviyesinden Kcp=1 sulama seviyesine düşmesi ile bitki boyunda meydana gelen azalma, sulama seviyesinin Kcp=1 den Kcp=0.5 e düşmesi ile meydana gelen azalmaya göre daha düşük miktarda olmuştur. Kcp=1 ve Kcp=1.5 sulama seviyelerinde prolin uygulamaları ile bitki boyunda farklılık görülmemiş, Kcp=0.5 sulama seviyesinde prolin uygulamaları ile bitki boyu, uygulama dozu ve zamanları bakımından farklılık göstermemekle birlikte artış göstermiştir. Kcp=0.5 sulama seviyesindeki bitki boyu 39 cm iken Kcp=1.5 sulama seviyesinde bitki boyu 52 cm ye kadar çıkmıştır (Binbir ve Baş, 2010).

Sulama seviyesinin azalması ile bitkilerde gövde çapında azalma belirlenmiş (Kuşvuran ve ark., 2011; Kuşvuran, 2012), Kcp=0.5 sulama düzeyindeki prolin uygulamaları ile Kcp=1 sulama seviyesindeki değere ulaşamamakla birlikte su stresinin olumsuz etkileri azaltılmıştır.

Bitkilerde sulama seviyesi arttıkça taç çapı değerleri artmış, Kcp=0.5 sulama seviyesindeki prolin uygulamaları ile birlikte taç çapında artış görülmekle beraber uygulama dozu ve zamanlarının bu artışa etkisi benzer miktarlarda bulunmuştur.

Sulama seviyesi azaldıkça, su stresine bağlı olarak, yaprak alanı (Castrillo ve ark., 2011; Kıran ve ark., 2014) ve yaprak alanı indeksi (Noreen ve ark., 2013; Turner ve ark., 1986; Kayan ve ark., 2014) azalış göstermiş, Kcp=0.5 sulama seviyesindeki prolin uygulamaları su kısıtının olumsuz etkisi ile azalan yaprak alanının artmasında etkili olmuştur (Castrillo ve ark., 2011).

Çalışmada, sulama seviyesinin azalması ile birlikte izlenen bitki boyu, taç çapı, yaprak alanı, yaprak alanı indeksi ve gövde çapı parametrelerinde azalma meydana gelmiştir. Kcp=0.5 sulama seviyesinde prolin uygulamaları ile bitkinin bitki boyu, yaprak alanı, yaprak alanı indeksi, taç çapı ve gövde çapı parametrelerinde büyüme gözlenirken Kcp=1 ve Kcp=1.5 sulama seviyelerinde prolin uygulamaları ile, incelenen parametrelerde istatistiksel farklılık görülmemiştir.

Kaynaklar

- Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany* 59 (2007) 206–216.
- Blum, A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2: 199-237.
- Ball, R.A., Oosterhuis, D.M., Maromoustakos, A., 1994. Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress. *Agron. J.* 86:788-795.
- Binbir, S., Baş, T., 2010. Bazı Yerel Biber(*Capsicum annum* L.) Populasyonlarının Karakterizasyonu. *Anadolu J. of Aarı.* 20(2):70 – 88. 2010 MARA.
- Castrillo, M., Rivas, M., Calcagno, A.M., 2011. Structural, physiological and metabolic integrated responses of two tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars during leaf rehydration. *Australian Journal of Crop Science* 5(6):695-701.
- Krieg, D.R., Sung, J.F.M., 1986. Source-sink relationships as affected by water stress during boll development. pp. 73-78. In: Mauney, J.R., Stewart, J.M.,(Eds.). *Cotton Physiology. Number One The Cotton Foundation Reference Book Series.*
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. The effect of drought on plants and tolerance mechanisms. *G.U. Journal of Science*, 18 (4): 723- 740.
- Kavi Kishor, P.B., Sangam, S., Amrutha, R.N., Sri Laxmi, P., Naidu, K.R., Rao, K R.S.S., Rao,

- S., Reddy, K.J., Theriappan, P., Sreenivasulu, N., 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Current Science*, 88(3): 433.
- Kaya, E., Daşgan, H.Y., 2013. Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2): 39-48.
- Kayan, N., Olgun, M., Kutlu, İ., Ayter, N.G., Gülmezoğlu, N., 2014. Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen nohut (*Cicer arietinum* L.)'un gelişme seyrinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 20: 387-398.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Tuz stresine tolerans seviyesi farklı domates genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı özelliklerinde meydana gelen değişimler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 31 (3):41-48.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., Abak, K. 2011. Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3): 209-219.
- Kuşvuran, Ş., 2012. Influence of drought stress on growth, ion accumulation and antioxidative enzymes in okra genotypes. *International J. Agriculture & Biology*., 14: 401-406.
- McMichael, B.L., Hesketh, J.D., 1982. Field investigations of the response of cotton to water deficits. *Field Crops Res.* 5: 319- 333.
- Nanjo, T., Kobayashi, M., Yoshiba, Y., Sanada, Y., Wada, K., Tsukaya, H., Kakubari, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., 1999. Biological functions of proline in morphogenesis and osmotolerance revealed in antisense transgenic *Arabidopsis Thaliana*. *The Plant Journal*, 18(2):185-193.
- Nkansah, G.O., Ayarna, A., Gbokie, T.J., 2011. Morphological and yield evaluation of some capsicum pepper lines in two agro-ecological zones of Ghana. *Journal of Agronomy* 10 (3): 84 – 91.
- Noreen, S., Athar, H.U.R., Ashraf, M., 2013. Interactive effects of watering regimes and exogenously applied osmoprotectants on earliness indices and leaf area index in cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) crop. *Pak. J. Bot.*, 45(6): 1873-1881.
- Öztekin, G.B., 2009. Aşılı domates bitkilerinde tuz stresine karşı anaçların etkisi. *Doktora Tezi*. Ege Üniversitesi, İzmir. 43-44.
- Sankar B., Jaleel C.A., Manivannan P., Kishorekumar A., Somasundaram R., Panneerselvam R., 2007. Drought-induced biochemical modifications and proline metabolism in (*Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench.). *Acta Bot. Croat.* 66(1): 43-56.
- Sánchez-Rodríguez E., Rubio-Wilhelmi M., Blasko B., Leyva, R., Romero, L., Manuel Ruiz, J., 2012. Antioxidant response resides in the shoot in reciprocal grafts of drought-tolerant and drought-sensitive cultivars in tomato under water stress. *Plant Science*, 188-189: 89-96 p.
- Taiz L., Zeiger E., 2008. *Bitki Fizyolojisi* (3. Baskıdan Çeviri). Palme Yayıncılık, Ankara. 591-593.
- Turner, N.C., Hearn, A.B., Begg, J.E., Constable, G.A., 1986. Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) physiological and morphological responses to water deficits and their relationship to yield. *Field Crops Res.*, 14:153-170.
- Vural H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. *Kültür Sebzeleri*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İZMİR, ISBN:975-97190-0-2, 293-306.
- Yıldırım, O., 1996. *Sulama Sistemleri 2. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü*. Ziraat Fakültesi. Ankara Üniversitesi. Yayın No: 1449, Ankara. 354s.

Çizelge 1. Farklı sulama seviyesi ve prolin uygulamalarının morfolojik parametrelere etkileri

	Kcp1=0.5	Kcp2=1	Kcp3=1.5	PR Ortalama
	Bitki Boyu (cm)			
PR-	39 D	48 B	52 A	46.3 B
PR1	43.1 C	47.6 B	52.1 A	47.6 A
PR2	43.2 C	47.8 B	51.9 A	47.6 A
PR3	42.9 C	48.0 B	52.5 A	47.8 A
Kcp Ortalama	42.0 C	47.8 B	52.1 A	
	Yaprak Alanı (m ²)			
PR-	0.170 D	0.275 B	0.329 A	0.258 B
PR1	0.223 C	0.277 B	0.325 A	0.275 A
PR2	0.221 C	0.279 B	0.328 A	0.276 A
PR3	0.231 C	0.275 B	0.315 A	0.274 A
Kcp Ortalama	0.211 C	0.276 B	0.324 A	
	Yaprak Alanı İndeksi (m ² /m ²)			
PR-	0.429 D	0.695 B	0.831 A	0.652 B
PR1	0.563 C	0.699 B	0.821 A	0.695 A
PR2	0.558 C	0.704 B	0.828 A	0.696 A
PR3	0.584 C	0.694 B	0.797 A	0.691 A
Kcp Ortalama	0.533 C	0.698 B	0.819 A	
	Taç Çapı (cm)			
PR-	27.0 D	36.2 B	40.1 A	34.4 B
PR1	31.1 C	36.5 B	40.0 A	35.8 A
PR2	31.4 C	36.6 B	40.1 A	36.0 A
PR3	31.7 C	36.5 B	40.0 A	36.1 A
Kcp Ortalama	30.3 C	36.4 B	40.0 A	
	Gövde Çapı (mm)			
PR-	11.56 D	13.56 B	14.23 A	13.11 B
PR1	12.73 C	13.50 B	14.24 A	13.49 A
PR2	12.77 C	13.57 B	14.21 A	13.51 A
PR3	12.75 C	13.56 B	14.23 A	13.51 A
Kcp Ortalama	12.45 C	13.55 B	14.23 A	

PR-: Prolin uygulanmamış, PR1: Prolin 20. 30.40. günde uygulanmış; PR2: Prolin 30. günde uygulanmış; PR3: Prolin 40. günde uygulanmış; PR Ortalama: Ortalama prolin; Kcp1: 0.5 pan katsayılı sulama düzeyi; Kcp2: 1 pan katsayılı sulama düzeyi; Kcp3: 1.5 pan katsayılı sulama düzeyi; Kcp Ortalama: Ortalama sulama

Bitki Boyu (cm): PR×Kcp <0.01 LSD=2.6906 Kcp<0.01 LSD=2.8842 PR<0.05 LSD=1.0608	Taç Çapı (cm): PR×Kcp <0.01 LSD=3.0729 Kcp<0.01 LSD=2.8609 PR<0.05 LSD=1.2776
Yaprak Alanı (m ²): PR×Kcp <0.01 LSD=0.0349 Kcp<0.01 LSD=0.0325 PR<0.05 LSD=0.0145	Yaprak Alanı İndeksi (m ² /m ²): PR×Kcp <0.01 LSD=0.0882 Kcp<0.01 LSD=0.082 PR<0.05 LSD=0.0367
Gövde Çapı (mm): PR×Kcp <0.01 LSD=0.3656 Kcp<0.01 LSD=0.1904 PR<0.01 LSD=0.2294	