

Kısıtlı Su ve Jel Uygulamalarının Yemlik Bakla (*Vicia faba var. minor L.*)'da Verim ve Bazı Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkileri

Tuğçe EKMEKÇİ Hakan GEREN

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bornova-İzmir/TURKEY

Geliş tarihi (Received): 26.06.2012

ÖZ: Bu araştırma, 2010 yılında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün Bornova Araştırma serasında, kısıtlı su ve jel uygulamalarının yemlik baklada (*Vicia faba var. minor L.*) kuru madde verimi ve bazı fizyolojik özellikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Saksı denemesi şeklinde yürütülen denemede dört farklı su dozu (faydalı suyun %30-%50-%70 ve %90'ı) ile altı değişik jel dozu (0-6-12-18-24-30 kg/da) uygulaması incelenmiştir. Çalışmada; nodül sayısı, nodül kuru ağırlığı, kök ağırlığı, yaprak alan indeksi ve hücre geçirgenliği gibi özellikler incelenmiştir. Sonuçlar; denemede kullanılan jel maddesinin yemlik bakla bitkisinin büyüme ve gelişmesi üzerinde fitotoksik bir etkisinin bulunmadığını, sulama dozları ve jel uygulamalarının kuru madde verimi ve diğer fizyolojik özellikler üzerinde önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. En yüksek kuru madde verimi %70 sulama konusunda ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında, en düşük kuru madde verimi ise %30 sulama konusunda ve 24 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir. Çalışmada, %50 sulama konusunda 6 kg/da'dan sonra artan jel dozlarının yaprak hücre geçirgenliğini artırdığı da saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kısıtlı su, jel uygulamaları, yemlik bakla, kuru madde verimi, yaprak alan indeksi, hücre geçirgenliği

Effect of Deficed Irrigation and Gel Applications on the Yield and Some Physiological Characteristics of Horse Bean (*Vicia faba var. minor L.*)

ABSTRACT: This study was conducted to determine the effect of limited water and gel applications on dry matter yield and some physiological characteristics of horse bean (*Vicia faba var. minor L.*) under glasshouse conditions in Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in Bornova in 2010. Four different irrigation rates (30%-50%-70% and 90% of available water) and six different gel doses (0-60-120-180-240-300 kg ha⁻¹) applications were tested in the pot experiment. Traits tested in the experiment were dry matter yield, number of nodule and dry weight, root weight, leaf area index and membrane integrity. Results indicated that there was not any phytotoxic effect of gel on the growth and development of horse bean, and irrigation rates and gel applications affected significantly dry matter yields of horse bean. The highest dry matter yields were obtained by irrigation of 70% and 60 kg ha⁻¹ gel treatment, the lowest yields were obtained by irrigation of 30% and 240 kg ha⁻¹ gel treatment. Increased gel levels above 60 kg ha⁻¹ decreased leaf membrane integrity in 50% of irrigation rate.

Key words: Deficit irrigation, gel applications, horse bean, dry matter yield, leaf area index, membrane integrity.

GİRİŞ

Kuraklık, bir bölgenin nem miktarındaki geçici dengesizliğin o bölgedeki su kıtlığı ile ilişkisi olup, herhangi bir zamanda herhangi bir yerde meydana

gelebilir. Kuraklık, yeryüzünde oluşan birçok tabii afetin başında yer almaktadır. Ülkemizde kuraklık hep olmuştur, ilk defa tanışılan bir husus değildir. Ortalama 6 yılda bir orta, 18 yılda bir şiddetli

olmak üzere meteorolojik anlamda kuraklık yaşanmaktadır. Kuraklık, genellikle yavaş gelişir ve uzun bir süre devam eder. Atmosferik tehlikeler içerisinde tahmini en zor, etkileri en geniş olandır. Kuraklık, su kaynaklarını etkileyerek içme, kullanma ve sanayi için su temininde ve hidroelektrik enerji üretiminde olumsuzluklara sebep olmaktadır. Uzun süreli kuru hava bitki, orman ve su kaynaklarında azalmaya sebep olmaktadır. Bu yüzden ciddi çevre, ekonomi ve sosyal problemler ortaya çıkabilir (Özlu, 2007). Kısacası, Türkiye’de küresel ısınma nedeniyle yağışın azalacağı sıcaklığın ve dolayısıyla kuraklığın artmasına bağlı olarak arazi kullanım şeklinin ve tarım yöntemleri ile su kaynaklarının kullanımı ve su niteliğinin değişeceği bildirilmektedir (Kanber ve ark., 2010).

Kuraklığın tarla bitkileri üzerinde birçok etkisi vardır. Örneğin, buğdayda başak oluşumu dönemindeki kuraklık stresi başaktaki tane sayısının azalmasına neden olurken, çiçeklenmeden sonraki kuraklık tanedeki ağırlık artışını sınırlamaktadır. Buğday yetiştirilen bölgelerde kuraklıktan kaçmak için en uygun yaklaşım, o bölgeye daha iyi adapte olmuş kuraklığa dayanıklı ve yüksek verimli genotipleri tercih etmektir. Ayrıca, buğdaya oranla daha erken olgunlaşan arpa yetiştiriciliği de kuraklıktan sakınmak için önerilmektedir (Ertuğrul ve ark., 2001). Kuraklık stresine dayanıklı bitki türlerinin belirlenmesi, tolerans mekanizmalarının açıklığa kavuşturulması, kurağa dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması ve aktarımına yönelik araştırmalar, kuraklığın yol açtığı zararları azaltmada etkin rol oynayabilir (Yıldırım ve Kodal, 1998). Bitkilerin kurak koşullarda yetiştirilmesini kolaylaştıracak bir takım önlemler bulunmaktadır. Bunlar, topraktaki suyun tutulmasını sağlayan organik madde miktarının artırılması, damla sulama yönteminin uygulanması (Yılmaz ve ark., 2005), ekim zamanının iyi ayarlanması, sıra arası mesafesinin artırılması başka bir ifadeyle birim alandaki bitki sayısının azaltılması (Ceylan, 1994) ve toprağa bazı kimyasal maddelerin uygulanmasıdır. Son yıllarda polimer yapılı bazı kimyasal maddeler toprağa uygulanarak bitkilerin

kurak koşullarda yetiştirilebilmesi söz konusu olmaktadır. Bu kimyasal maddelerden biri de silika jellerdir. Silika jel, bitkiler için besin olan potasyum hidroksit ve amonyum ile etkisiz kılınmış bir poliakrilamittir. Temel olarak potasyum tabanlı bir polimerdir. Su ile temas ettiği zaman, bu jeller hızlı bir şekilde şişerler, suyu ve suda çözünen besinleri absorbe ederek kendi hacimlerinin yaklaşık 100 katı kadar bir jel oluştururlar. Silika jel, sağlığa zararlı hiçbir madde içermemektedir. Doğaya zarar vermez ve geri dönüşümlüdür (Anonim, 2011). Hiroshi ve ark. (1999) tarımsal uygulamalarda silika jel uygulamalarının bitkilerde sürekli ve hızlı bir büyümeye neden olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, silika jel maddesinin fide kalitesi ve tohum yatağı toprağının pH derecesine olumlu etkilerinin olduğunu, fide bozulmasını engellediğini ve fidelerin N alınımını değiştirdiğini de ifade etmişlerdir. Bu çalışma, farklı sulama dozları ve değişik dozda jel uygulamalarının, yemlik baklada verim ve bazı fizyolojik özelliklere olan etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) Tarla Bitkileri Bölümü’nün Bornova Araştırma serasında, 2010 Ekim 2011 Mart ayları arasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprak, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Toprak Analiz Laboratuvarları’nda fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları toprağın %80,2 kum, %18,0 tın, %1,8 kil içerdiğini, bünyesinin tınlı-kumlu, pH: 5,83, tuz: <%0,03, organik madde: %2,27, toplam N: %0,092, faydalı P: 2,54 ppm, K: 40 ppm, Ca: 1300 ppm ve tarla kapasitesinin %31.0 düzeyinde olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre, toprak özellikleri bakımından yemlik bakla yetiştiriciliğini kısıtlayan bir durum söz konusu olmadığı göstermiştir.

Araştırmada, kullanılan Hollanda orijinli yemlik bakla (*Vicia faba* var. *minor* L.) tohumları EÜZF Tarla Bitkileri Bölümü’nden sağlanmıştır. Denemede kullanılan jeller ticari bir firmadan temin edilmiştir.

Metot

Çalışmada iki faktör ele alınmıştır. Bunlar; ana parselde sulama dozları [faydalı suyun %30, %50, %70'i ve %90'ı (kontrol)] ve alt parselde jel dozları [0 kg/da (kontrol), 6 kg/da, 12 kg/da, 18 kg/da, 24 kg/da ve 30 kg/da]'dır. Çalışma, iki faktörlü bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir.

Bitkilere faydalı suyun %90'ı seviyesinde verilen doz kontrol konusu olarak, faydalı suyun %70, %50 ve %30 seviyesinde sulanan konular ise stres konuları olarak ifade edilmiştir (Kırnak ve Demirtaş, 2002).

İki mm'lik elekten geçirilen toprak, her birine 4 kg olacak şekilde plastik saksılara doldurulmuştur. Bu işlem tamamlandıktan sonra incelenecek jel dozları (6-12-18-24-30 kg/da) saksı toprağına karıştırılmıştır. Jellerle birlikte her saksıya dekara 3 kg hesabıyla N (amonyum nitrat), 8 kg P₂O₅ (TSP) ve 6 kg K₂O (potasyum sülfat) uygulanmıştır. 18.10.2010 tarihinde her saksıya 5 adet bakla tohumu (çıkışı garanti altına almak için) ekilmiş ve tüm saksılara bir kez olmak üzere faydalı suyun %100'ü verilmiştir. Deneme süresince bitkiler söz konusu stresi simgeleyen su seviyelerinde tutulmuş ve sulamalar iki günde bir, çeşme suyu ile yapılmıştır. Sabah saatlerinde saksıların tartılmasıyla birlikte her bir konu için eksilen nem belirlenmiş ve bitkiler tarafından tüketilen su hesaplanmıştır. Ekimden 25 gün sonra her saksıda bir bitki kalacak şekilde tekleme işlemi yapılmıştır.

Denemenin ilerleyen aşamalarında, bitkilerin dik kalmalarını sağlamak amacıyla saksıdaki bitkiler, saksının merkezine dikilen tahta çubuklara bağlanmıştır. Bitkiler çiçeklenme aşamasında toprak seviyesinden biçilerek hasat edilmiştir.

İncelenen özellikler

Hasat gün sayısı: Bitkilerin ekiminden hasada kadar geçen süre saptanmıştır. Kuru madde (KM) verimi (g/bitki): Hasat edilen bitkilerin yaş ağırlığı saptandıktan sonra örnekler 105°C'de kurutulmuş ve KM verimleri hesaplanmıştır (Geren ve Alan, 2005).

Nodül sayısı (adet/bitki): Her bir saksıdaki bitkinin kökleri yıkandıktan sonra nodülleri sayılmıştır (Emiroğlu ve ark., 1986).

Nodül kuru ağırlığı (g/bitki): Nodüllerin 105°C'de 24 saat süreyle etüvde kurutulmasıyla saptanmıştır (Sepetoğlu ve Çadircı, 1989).

Yaş kök ağırlığı (g/bitki): Hasat edilen bitkinin kökleri dikkatli bir şekilde suyla yıkandıktan sonra 2 saat bekletilmiş ve ardından tartılmıştır (Okkaoglu, 2010).

Kök uzunluğu (cm): Yıkanan köklerin boyları ölçülmüştür (Çavuşoğlu ve ark., 2008).

Yaprak alan indeksi: Hasat edilen bitkilerin yaprakları bisturi ile dikkatli bir şekilde ayrıldıktan sonra HP scanjet 3970 ile taranmış ve "FLACHE" alan hesaplama programı yardımıyla alanları saptanmış, bu değer, saksı üst alanı olan 295.4 cm²'ye bölünerek yaprak alan indeksleri hesaplanmıştır (Pamuk, 2003; Alderfasi ve Alghamdi, 2010).

Yaprak hücre geçirgenliği (µS/cm): Her bitkinin 3 yaprakçığından 1 cm²'lik daireler kesilerek Mannitol çözeltisinin içerisine konulmuş ve 24 saat sonra geçirgenliği EC-metre ile saptanmıştır (Poljakoff-Mayber ve Gale, 1975).

Elde edilen veriler, varyans analizine tabi tutulmuş, önemli olan farklılıklar LSD testi ile gruplandırılmış ve her çizelgenin alt bölümünde bu değerler sunulmuştur (Steel ve Torrie, 1980). İnteraksiyonun önemli çıktığı özelliklerde su (sütun içinde küçük harf) ve jel (satır içinde büyük harf) dozlarının etkileri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hasat gün sayısı: İstatistiki analiz sonuçları, hasat gün sayısı üzerine sulama dozu (SD) ve jel dozu (JD) ile sulama dozu x jel dozu interaksiyonunun (SD x JD) önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Çizelge 1 irdelendiğinde, rakamsal olarak en erken hasat zamanına 61 gün ile %30 sulama konusu ve 30 kg/da jel uygulamasında, rakamsal olarak en geç hasat zamanına da 129 gün ile %90 sulama konusu ve 30 kg/da jel uygulamasında ulaşılmıştır.

Araştırma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde; su dozu arttıkça bitkilerin hasat aşamasına ulaştıkları gün sayısının da arttığı saptanmıştır. Bir başka ifadeyle, kurak stresi arttıkça, faydalı suyun %90'dan %30'a doğru azaltılması durumunda, bitkilerin çiçeklenme sürelerinin kısaldığı saptanmıştır. Jel dozu artırıldığında; örneğin, 0 kg/da'dan 6 kg/da'a yükseldikçe hasat gün sayısının arttığı ancak ilerleyen jel dozlarında hasat gün sayısının azaldığı belirlenmiştir.

Tatar ve ark. (2002), farklı su dozlarının (%50 ve %100) buğday bitkisinin hasat zamanını etkilemediğini, her iki su dozunda da bitkinin eşit sürelerde hasat olgunluğuna ulaştığını saptamışlardır. Bu çalışmada artan su dozları, hasat zamanının uzamasına neden olduğundan bulgularımız, Tatar ve ark. (2002)'nin sonuçlarıyla çelişmektedir.

Denemenin %30 sulama konusunda, jel dozları yükseldikçe hasat zamanının kısaldığı dikkati çekmektedir. Bu durum ilk bakışta ters olarak algılansa da, jel dozu yükseldikçe jellerin bitki köklerinden suyu daha fazla çekmesi nedeniyle, hiç jel uygulanmayan (kontrol) saksılara göre, bu bitkileri daha çok su stresine maruz bıraktığı akla gelmektedir. Nitekim Geren ve ark. (2011), kurak koşullarda jel uygulamalarının, uygulama yapılmayanlara göre olumsuz sonuç verdiğini bildirmeleri bulgularımızı desteklemektedir.

Denememizin %90 sulama konusunda, jel dozu yükseldikçe bitkilerin çiçeklenmeleri gecikmiş yani hasada ulaşma gün sayıları artmıştır. Bu uygulamada bitkilerin su sıkıntısı çekmemesi nedeniyle çiçeklenmelerinin diğer uygulamalara göre geciktiği anlaşılmaktadır. Nitekim Ceylan (1994)'ın, su sıkıntısı çekmeyen bitkilerin, su sıkıntısı çekenlere göre daha geç sürede oluma ulaştığını belirtmesi, bulgularımızı desteklemektedir.

Kuru madde verimi: İstatistiki analiz sonuçları, kuru madde (KM) verimi üzerine sulama dozu ve jel dozu ile sulama dozu x jel dozu interaksiyonunun önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Çizelge 1 incelendiğinde, rakamsal

olarak en yüksek KM verimi 17,5 g/bitki ile %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel uygulamasında, rakamsal olarak en düşük KM verimi ise 5,2 g/bitki ile %30 sulama konusu ve 24 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir.

Çalışmada artan su dozunun KM verimini arttırdığı saptanmıştır. Başka bir ifadeyle, kurak stresinin KM verimini azalttığı belirlenmiştir. Jel dozlarında ise; 0 kg/da'dan 6 kg/da'a geçişte KM veriminin arttığı, 6 kg/da'dan sonra artan jel dozlarının ise KM verimini azalttığı saptanmıştır. En yüksek KM verimi %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir. Orta ve ark. (1997), domateste en yüksek verimi faydalı suyun %50'si, Maya (2007) pamukta %70'i, Geren ve ark. (2011) tritikalede %75'inde elde etmişlerdir. Gençoğlan ve Yazar (1999), Çukurova koşullarında ana ürün mısır tane veriminin %60'tan daha düşük dozlardaki su uygulamalarında önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Bunlara ek olarak, pek çok araştırmacının (Kadayıfçı ve Yıldırım, 2000; Çakmak, 2001; Biber ve Kara, 2006; Güneş ve Aktaş, 2008), bitkilerin su ihtiyacının eksik karşılanması durumunda verimin azaldığını bildirmeleri, bulgularımızı desteklemektedir. Denememizde kurak koşulları temsil eden %30 sulama konusunda, jel dozları yükseldikçe KM veriminin azaldığı saptanmıştır. Jellerin bitki köklerinden suyu geri çekmesi nedeniyle, jel dozları arttıkça bitkiden çekilen su miktarının da artması ve bitkinin şiddetli su stresine maruz kalması sonucu KM verimlerinde azalmalar kaydedilmiştir. Belirtilen sulama konusunda en yüksek KM verimi jel uygulaması yapılmayan (kontrol) saksılardan elde edilmiştir. Nitekim Geren ve ark. (2011), %50 sulama konusunda 0 kg/da jel uygulamasından 6 kg/da'a yükseldikçe KM veriminin yükseldiğini, ancak bu dozdan 24 kg/da'a doğru gidildikçe verimin düştüğünü bildirmeleri, bulgularımızı desteklemektedir. Denememizin, faydalı suyun tamamına yakını simgeleyen %90 sulama konusunda, jel dozu yükseldikçe KM veriminin azaldığı saptanmıştır. Bu uygulamada artan jel dozlarının KM içeriği ve hasıl veriminde düşüşe neden olması KM veriminde de azalmalar meydana getirmiştir. Nitekim Geren ve ark. (2011) tritikale

bitkisinde %100 sulama konusunda, 0 kg/da'dan 12 kg/da jel uygulamasına kadar KM verimlerinin arttığını, ancak söz konusu dozdan 24 kg/da jel uygulamasına kadar da verimlerin düştüğünü bildirmişlerdir. Çizelge 1'de, %50 sulama konusunu gösteren kısım incelendiğinde, 6 kg/da jel verilen saksılardaki KM veriminin, jel uygulanmayan (kontrol) saksılara göre yüksek olduğu, ancak söz konusu dozdan sonra yükselen jel uygulamalarında ise KM veriminin tekrar düşme gösterdiği dikkati çekmiştir. Bu bulgu, kontrollü şartlarda sınırlı jel uygulamasının ümitvar sonuçlar verebileceğini göstermiştir. Zira söz konusu sulama konusunda jel miktarının yükselmesi, %30 sulama konusunda değinilen olumsuz koşulları oluşturduğundan çok dikkatli bir şekilde kullanılması gerektiği sonucunu akla getirmektedir. Çalışmada, %70 sulama konusunda da benzer sonuçlar saptanmış olup, en yüksek KM verimini 6 kg/da jel dozu sağlamıştır. Nitekim Geren ve ark. (2011) tritikalede %75 sulama konusunda 6 kg/da jel uygulamasından sonra artan jel dozlarının KM verimini düşürdüğünü, Hiroshi ve ark. (1999)'nın da, çeltik bitkisinde jel uygulamasının KM verimini olumlu yönde etkilediğini bildirmeleri, bulgularımızı desteklemektedir.

Nodül sayısı: İstatistiki analiz sonuçları, nodül sayısı üzerine sulama dozu ve jel dozu ile sulama dozu x jel dozu interaksyonunun önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Çizelge 1 irdelendiğinde, rakamsal olarak en yüksek nodül sayısına 323 adet/bitki ile %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında, rakamsal olarak en düşük nodül sayısına da 74 adet/bitki ile %30 sulama konusu ve 30 kg/da jel dozu uygulamasında ulaşılmıştır.

Çalışmada %90 sulama konusuna kadar nodül sayısının arttığı, ancak %90 sulama konusunda nodül sayısının düştüğü saptanmıştır. Diğer bir ifadeyle, kurak stresi nodül oluşumunu sekteye uğratmıştır. Jel dozlarının artması ise su dozunun aksine nodül sayısını azaltmıştır. En yüksek nodül sayısı %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir.

Denemede şiddetli su stresini temsil eden %30 sulama konusunda, jel dozları yükseldikçe nodül

sayısının azaldığı saptanmıştır. Bu durum, jel uygulamasının köklerden suyu çekerek bitkiyi kontrole göre daha fazla su stresine maruz bırakmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Azkan (2002), baklagil köklerinin gerek çok yüksek, gerekse çok düşük (solma noktasına yakın) nem seviyelerinde *Rhizobium* bakterilerinin zarar görmesi nedeniyle yeterli nodül sayısına ve büyüklüğüne ulaşamadığını bildirmiştir.

Çalışmanın %90 sulama konusunda, jel dozu 0 kg/da'dan 6 kg/da'a çıkarıldığında nodül sayısının yükseldiği, daha sonraki jel uygulamalarında ise düştüğü saptanmıştır. Nitekim Bordeleau ve ark. (1994) ile Azkan (2002), aşırı suyun *Rhizobium* bakterilerinin ölümüne yol açarak azot fiksasyonu üzerine olumsuz etki yaptığını ortaya koymuşlardır. Nodülün yüzeyinde suyun ince bir tabaka halinde bulunması oksijenin diffüzyonunu düşürmekte ve buna bağlı olarak azot fiksasyonunda önemli azalmalar meydana gelmektedir. Kök bölgesinden suyun uzaklaşmasının olduğu şartlarda karbondioksit oluşumunun artmasına bağlı olarak oluşan yüksek CO₂ konsantrasyonlarında nodül oluşumunun engellendiği tespit edilmiştir. Bulgularımız, Bordeleau ve ark. (1994) ile Azkan (2002)'nin sonuçlarıyla uyumludur, zira denememizde %90 sulama konusundan %30'a doğru gidildikçe nodül sayısı azalmaktadır. Ancak Azkan (2002) baklagil köklerinde en yüksek *Rhizobium* bakterisi popülasyonunun toprak rutubetinin toprağın toplam su tutma kapasitesinin %84'ü kadar olduğunda elde edildiğini bildirmesi, bulgularımızla kısmen çelişmektedir. Nitekim denememizde en yüksek nodül sayısı %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel uygulamasında belirlenmiştir. Boutraa ve Sanders (2001) fasulyede en yüksek nodül sayısına 217 adet/bitki ile %60 sulama konusunda, Abdel Wahap ve Abd-Alla (1995) ise baklada en yüksek nodül sayısına (120 adet/bitki) faydalı suyun %100'ünün karşılandığı koşulda ulaşmışlardır. Ramos ve ark. (1999), fasulye bitkisinde nodül sayısının %30 ve %50 sulama konularında önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Buna karşılık, Sinclair ve ark. (1988) soya fasulyesinde farklı su dozlarının nodül sayısı üzerine önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Nodül kuru ağırlığı: İstatistiki analiz sonuçları, nodül kuru ağırlığı üzerine sulama dozu ve jel dozu ile sulama dozu x jel dozu interaksyonunun önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Çizelge 1 irdelendiğinde, rakamsal olarak en yüksek nodül kuru ağırlığı 646,7 mg/bitki ile %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında, rakamsal olarak en düşük nodül kuru ağırlığı ise 67,3 mg/bitki ile %30 sulama konusu ve 30 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir.

Çalışmada %30 sulama konusundan %70'e kadar artan dozların nodül kuru ağırlığını olumlu yönde yükselttiği, ancak %90 sulama konusunda,

toprağın neredeyse tamamına yakını suyla doymuş olduğundan, nodül solunumunun azalarak nodül sayısını sınırladığı, dolayısıyla nodül yaş ve kuru ağırlıklarının düştüğü belirlenmiştir. Nitekim İşler (2009), düşük su potansiyelinin nodül sayısı ve ağırlıklarına paralel olarak N fiksasyonunu doğrudan etkilediğini, nodül solunumunu azalttığını, azotun nodüllerden dışarı taşınmasını yavaşlattığını ve dolaylı olarak asimilant üreten fotosentez birimlerinin bozulması nedeniyle azot fiksasyonunun düştüğünü bildirmiştir. Bulgularımız, İşler (2009)'in sonuçlarıyla uyum içerisindedir.

Çizelge 1. Değişik sulama dozları ile silika jel uygulamalarının yemlik baklada hasat gün sayısı, kuru madde verimi, nodül sayısı ve nodül kuru ağırlığı üzerine etkileri

Table 1. Effects of different irrigation and gel doses on harvest dates, dry matter yield, number of nodule, and nodule dry weights of horse bean.

JD	Sulama dozu (SD) Irrigation dose					Ort.	Sulama dozu (SD) Irrigation dose					Ort.
	%30	%50	%70	%90			%30	%50	%70	%90		
kg/da	Hasat gün sayısı Harvest date						Kuru madde verimi (g/bitki) Dry matter yield (g/plant)					
0	79aD	94aC	96cB	108eA	94	9,6aB	8,6bB	12,7cA	14,3aA	11,3		
6	78aD	92bC	96cB	120dA	97	7,7bD	14,4aB	17,5aA	10,1bC	12,4		
12	71bD	89cC	99bB	122cA	95	7,7bB	8,6bB	14,5bA	8,1cB	9,8		
18	68cD	88cC	100bB	122cA	95	7,3bB	7,5bB	9,5cA	6,7cB	7,8		
24	68cD	86dC	106aB	124bA	96	5,2cC	7,6bAB	9,2cA	6,5cBC	7,1		
30	61dD	80eC	107aB	129aA	94	5,4cB	7,9bA	7,8cA	6,5cAB	6,9		
Ort.	71	88	101	121	95	7,2	9,1	11,9	8,7	9,2		
LSD	(%5) SD: 0,67 JD: 0,821 SD×JD: 1,642						SD: 0,738 JD: 0,904 SD×JD: 1,809					
	Nodül sayısı (adet/bitki) Number of nodule						Nodül kuru ağırlığı (mg/bitki) Nodule dry weight (mg/plant)					
0	96aC	142aB	247bA	179abB	165,9	118,7aD	226,3aC	569,3bA	263,0abB	294,3		
6	85aD	134abC	323aA	185aB	181,8	94,3bD	222,7aC	646,7aA	280,3aB	311,0		
12	80aC	133abcB	226bcA	167abB	151,3	91,7bD	214,7aC	467,7cA	249,7bcB	255,9		
18	82aC	105abcC	210cA	151abB	136,8	88,7bcD	210,7aC	433,7dA	233,7cdB	241,7		
24	81aC	102bcC	199cA	147cB	132,3	69,7cD	179,3bC	418,7dA	226,7dB	223,6		
30	74aC	97cC	192cA	144cB	126,8	67,3cD	136,3cC	302,7eA	226,0dB	183,1		
Ort.	83,1	118,7	232,9	161,9	149,2	88,4	198,3	473,1	246,6	251,6		
LSD	(%5) SD: 14,725 JD: 18,034 SD×JD: 36,069						SD: 8,787 JD: 10,762 SD×JD: 21,525					

JD: Jel dozu (Gel dose), SD: Su dozu (irrigation dose), ÖD: Önemli değil (not significant), JD×SD: interaksyon (interaction), Ort: ortalama (mean).

* İnteraksyonun önemli çıktığı özelliklerde; su dozu: sütun içinde küçük harf ile ve jel dozu: satır içinde büyük harf ile belirtilmiştir (When intraction was significant; water doses in the column and jel doses in the line indicated smal and capital letters respectively).

Bordeleau ve Prevosi (1994) yaptığı araştırmada, aşırı suyun azot fiksasyonu üzerine olumsuz etki yaptığını ortaya koymuşlardır. Nodülün yüzeyinde suyun ince bir tabaka halinde bulunması oksijenin diffüzyonunu düşürmekte ve buna bağlı olarak N₂ fiksasyonunda önemli azalmalar meydana gelmektedir. Kök bölgesinden suyun uzaklaşmasının olduğu şartlarda karbondioksit oluşumunun artmasına bağlı olarak oluşan yüksek CO₂ konsantrasyonlarında nodül oluşumunun engellendiği tespit edilmiştir.

Boutraa ve Sanders (2001), fasulyede nodül kuru ağırlığı üzerine elverişli suyun %60 ile %90'ının aynı etkide bulunduğunu ve bu dozlarda en yüksek nodül kuru ağırlığını 130-160 mg/bitki olduğunu belirtirlerken, %30 sulama konusunda ağırlığın düştüğünü (~70 mg/bitki) bildirmişlerdir. Ramos ve ark. (1999), fasulye bitkisinde nodül kuru ağırlığının %30 ve %50 sulama konularında önemli derecede azaldığını, Sepetoğlu ve Çadircı (1989), mercimekte kuru nodül ağırlığının farklı uygulamalara göre 6,37-9,96 mg/bitki, Emiroğlu ve ark. (1986) ise soya fasulyesinde 210-277 mg/bitki arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yaş kök ağırlığı: İstatistiki analiz sonuçları, yaş kök ağırlığı üzerine sulama dozu ve jel dozu ile sulama dozu x jel dozu interaksiyonunun önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Çizelge 2 irdelendiğinde, rakamsal olarak en yüksek yaş kök ağırlığı 92,8 g/bitki ile %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında, rakamsal olarak en düşük yaş kök ağırlığı ise 7,5 g/bitki ile %30 sulama konusu ve 30 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir.

Araştırmamızda, %30 sulama konusundan %70'e kadar artan su dozunda yaş kök ağırlığının arttığı, %90 sulama konusunda ise azaldığı saptanmıştır. Bu durum, kurak stresinde bitki köklerinin gelişemediğini ve bu nedenle yaş kök ağırlığının azaldığını göstermektedir. Jel dozlarına bakıldığında ise, %30 ve %50 sulama konularında artan jel dozlarının yaş kök ağırlığını azalttığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle, kuraklık stresinde jellerin

bitkideki suyu kendi bünyelerine alarak, bitkiyi susuz bıraktığını ve kök gelişimini geriletliğini akla getirmektedir. Zira Geren ve ark. (2011), tritikalede sulama dozunun, elverişli suyun %75'ine kadar artırılması durumunda yaş kök veriminin yükseldiğini, %100 sulama konusunda ise bir miktar azaldığını ve dekara 12 kg jel uygulamasına kadar artan kök veriminin 12 kg/da uygulamasından sonra hızla azaldığını bildirmişlerdir.

Şiddetli su stresinin temsil edildiği %30 sulama konusunda, jel dozları yükseldikçe yaş kök ağırlığının azaldığı saptanmıştır. Kurak koşullarda jeller bitki bünyesindeki suyu emerek bitkilerin yeterli miktarda suyu bünyelerinde tutamamasına ve bu durum köklerin gelişiminin sekteye uğramasına neden olmaktadır. Nitekim Geren ve ark. (2011), kurak koşullarda jel uygulamalarının, uygulama yapılmayanlara göre olumsuz sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Yukarıdaki araştırmacıların sonuçları bulgularımızla uyum içerisinde.

Denememizin %90 sulama konusunda, jel dozu yükseldikçe yaş kök ağırlığı azalmıştır. Bu uygulamada toprakta fazla miktarda su bulunması nedeniyle köklerin asfeksi sonucu oksijensiz kalması ve gelişimlerinin olumsuz etkilenmesi nedeniyle kök ağırlığının da azaldığı düşünülmektedir. Nitekim Geren ve ark. (2011) artan jel dozlarının yaş kök verimini azalttığını, Hiroshi ve ark. (1999) ise, çeltik bitkisinde jel uygulamasının kök sayısı ve doğal olarak yaş kök ağırlığını olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Kök uzunluğu: İstatistiki analiz sonuçları, kök uzunluğu üzerine sulama dozu ve jel dozunun önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, sulama dozları arasında en yüksek kök uzunluğu ortalama değerine 47,9 cm ile %70, en düşük değere ise 28,3 cm ile %30 sulama konularında ulaşılmıştır. Jel dozları arasında ise rakamsal olarak en yüksek kök uzunluğu ortalama değeri 39,9 cm ile 6 kg/da jel dozu uygulamasında, rakamsal olarak en düşük kök uzunluğu değeri de 34,3 cm ile 30 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir.

Çizelge 2: Değişik sulama dozları ile silika jel uygulamalarının yemlik baklada yaş kök ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak alan indeksi ve yaprak hücre geçirgenliği üzerine etkileri.

Table 2: Effects of different irrigation and gel doses on fresh root weight, root length, leaf area index and leaf membrane integrity of horse bean.

JD*	Sulama dozu (SD)* Irrigation doses					Ort.	Sulama dozu (SD) Irrigation doses					Ort.
	%30	%50	%70	%90			%30	%50	%70	%90		
kg/da	Yaş kök ağırlığı (g/bitki) Fresh root weight (g/plant)						Kök uzunluğu (cm) Root length (cm)					
0	21,4aB	27,7aB	50,0bA	42,6bA	35,4	29,4	34,3	49,5	41,9	38,8ab		
6	18,6abC	26,3aC	92,8aA	43,1aB	45,2	29,2	32,3	55,0	43,1	39,9a		
12	16,3abD	25,8aC	47,6bA	37,4bcB	31,8	29,1	31,5	46,5	41,0	37,0bc		
18	15,4abD	24,7aC	47,6bA	37,1bcB	31,2	28,9	30,3	46,7	39,9	36,5bc		
24	13,6bcD	21,7aC	45,3bA	36,3bcB	29,2	27,6	30,2	45,2	38,6	35,4c		
30	7,5cD	21,5aC	43,6bA	34,7cB	26,9	25,6	29,9	44,8	36,7	34,3c		
Ort.	15,5	24,6	54,5	38,6	33,3	28,3d	31,4c	47,9a	40,2b	37,0		
LSD	(%)5	SD: 2,966	JD: 3,633	SD×JD: 7,266		SD: 2,145	JD: 2,627	SD×JD: ÖD				
	Yaprak alan indeksi Leaf area index						Yaprak hücre geçirgenliği (µS/cm) Leaf membrane integrity (µS/cm)					
0	3,68aD	4,59aC	7,20ba	5,66aB	5,28	66,7	56,7	43,3	23,3	47,5c		
6	3,50abD	4,55aC	7,73aA	5,36abB	5,28	76,7	56,7	50,0	13,3	49,2c		
12	3,28bcD	4,31abC	6,58cA	5,27bB	4,86	83,3	60,0	50,0	30,0	55,8b		
18	3,25bcD	4,06bcC	6,37cdA	4,82cB	4,63	84,3	60,0	50,0	30,0	56,1b		
24	2,99cdD	3,82cdC	6,33cdA	4,78cB	4,48	91,0	62,7	53,3	30,0	59,3ab		
30	2,87dD	3,70dC	6,07dA	4,61cB	4,31	96,7	66,7	56,7	36,7	64,2a		
Ort.	3,26	4,17	6,71	5,08	4,81	83,1a	60,4 b	50,6 c	27,2 d	55,3		
LSD	(%)5	SD:0,21	JD:0,18	SD×JD:0,35		SD: 4,003	JD: 4,903	SD×JD: ÖD				

JD: Jel dozu (Gel dose), SD: Su dozu (irrigation dose), ÖD: Önemli değil (not significant), JD×SD: interaksiyon (interaction), Ort: ortalama (mean).

* İnteraksiyonun önemli çıktığı özelliklerde; su dozu: sütun içinde küçük harf ile ve jel dozu: satır içinde büyük harf ile belirtilmiştir (When intraction was significant; water doses in the column and jel doses in the line indicated smal and capital letters respectively).

Çalışmada %70 sulama konusuna kadar artan su dozlarının kökleri uzattığı saptanmıştır. Başka bir ifadeyle, kuraklık arttıkça kökler su stresi nedeniyle gelişemediği için kök uzunluğu da azalmıştır. Tarla koşullarındaki yonca ile çalışan Manga (1971), kök özelliklerinin, farklı sulama dozlarından etkilendiğini, aşırı su nedeniyle köklerin havasız kaldığını veya su noksanlığı nedeniyle topraktan bitki besin elementlerinin alınamayarak köklerin normal metabolik faaliyetlerini yerine getiremeyeceğini bildirmesi bulgularımızı desteklemektedir. Nitekim Geren ve ark. (2011), %75 sulama konusunda kök uzunluğunun %50 ve %100 konularına göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda, 6 kg/da jel uygulamasından sonraki artan dozda jel uygulamalarının kök uzunluğunu azalttığı belirlenmiştir. Bulgularımız, tritikalede kök uzunluğunun 12 kg/da jel uygulamasına kadar yükseldiğini daha sonraki artan jel uygulamalarında

kök uzunluğunun azaldığını bildiren Geren ve ark. (2011)'nin sonuçlarıyla çelişmektedir. Bunun nedeni bitkilerin jel uygulamalarına farklı tepkiler vermesi olarak yorumlanabilir.

Denememizdeki %30 sulama konusunda, jel dozları yükseldikçe kök uzunluğunun azaldığı saptanmıştır. Kurak koşullarda jeller bitki bünyesindeki suyu emerek bitkilerin yeterli miktarda suyu bünyelerinde tutamamasına ve bu durum köklerin gelişiminin sekteye uğramasına neden olmaktadır. Nitekim Geren ve ark. (2011), kurak koşullarda jel uygulamalarının, uygulama yapılmayanlara göre olumsuz sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Yukarıdaki araştırmacıların sonuçları bulgularımızla uyum içerisindedir.

%50 sulama konusundaki kök uzunluklarının %30 sulama konusuna göre biraz daha yüksek değerler içerdiği saptanmıştır. Ancak %30 sulama konusunda artan jel dozlarının da kök uzunluklarını azalttığı belirlenmiştir.

Yaprak alan indeksi: İstatistiki analiz sonuçları, yaprak alan indeksi üzerine sulama dozu ve jel dozu ile sulama dozu x jel dozu interaksyonunun önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, rakamsal olarak en yüksek indeks değeri 7,73 ile %70 sulama konusunda ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında, rakamsal olarak en düşük indeks değeri ise 2,87 ile %30 sulama konusu ve 30 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir.

Araştırma bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, %30 sulama konusundan %70'e kadar yaprak alan indeksinin arttığı, %90 sulama konusunda ise yaprak alan indeksinin azaldığı saptanmıştır. Diğer bir ifadeyle, kuraklığın şiddetlenmesi bitki boyunu ve dolayısıyla yaprak oluşumunu geriletliği için azalan yaprak sayısı ile orantılı olarak yaprak alan indeksinin de azalmasına neden olmuştur. Çizelge 2'de jellerin yaprak alan indeksi üzerindeki etkileri incelendiğinde, dekara 6 kg jel uygulamasından sonraki artan jel dozlarının yaprak alan indeksi üzerinde olumsuz etki yaparak değerleri düşürdüğü görülmüştür. En yüksek yaprak alan indeksi %70 sulama konusu ve 6 kg/da jel dozu uygulamasında elde edilmiştir. Karipçin (2009), yerli ve yabancı karpuz genotiplerine verilen su miktarı azaltıldığında yaprak alan indeksinin azaldığını belirtmiştir. Denemede %70 sulama konusundan %30'a doğru inildikçe yaprak alan indeksinin 6,71'den 3,26'ya düştüğü saptanmış olduğundan Karipçin (2009)'un sonuçları bulgularımızı desteklemektedir. Ayrıca, çilek bitkisiyle çalışan Liu ve ark. (2007), bitkilere faydalı suyun %20, %60 ve %100'ünü uygulamış olup, su dozu azaldıkça yaprak alan indeksinin kademeli olarak düştüğünü, ancak %20 ile %60 sulama konuları arasında önemli bir fark olmadığını da belirtmişlerdir. Kırnak ve ark. (2003), mısır bitkisinde yaprak alan indeksinin %100 ve %80 sulama konusundan (~4) %60 (2.4), %40 (1.5) ve %20 (0.8)'ye inildikçe azaldığını bildirmişlerdir. Maya (2007), pamuk bitkisinde yaprak alan indeksinin su stres düzeylerinden olumsuz etkilenecek tam sulama uygulamalarına göre çok gerilerde kaldığını ifade etmiştir.

Denememizde şiddetli su stresini simgeleyen %30 sulama konusunda, jel dozları yükseldikçe yaprak alan indeksinin azaldığı saptanmıştır. Bu durumu, jel dozu yükseldikçe, jellerin bitki köklerinden suyu daha fazla çekmesi nedeniyle, hiç jel uygulanmayan (kontrol) saksılara göre, bu bitkileri daha çok su stresine maruz bırakarak yaprak eni ve boyunun küçülmesine yol açtığı şekilde açıklamak olasıdır. Zira, kurak koşullara maruz kalan bitkilerin suyu daha etkili şekilde kullanması adına yaprak boyutlarını ufalttığı birçok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir (Avcıoğlu ve Gürel, 2000; Gökkuş, 2009). Nitekim Geren ve ark. (2011), kurak koşullarda jel uygulamalarının, uygulama yapılmayanlara göre olumsuz sonuç verdiğini bildirmeleri, bulgularımızı desteklemektedir.

Denememizde faydalı suyun tamamına yakını simgeleyen %90 sulama konusunda, jel dozu yükseldikçe yaprak alan indeksleri azalmıştır. Bu azalışın, köklerin su içinde kalmasıyla ortaya çıkan oksijen yetersizliğinin (asfeksi) bitki gelişimini olumsuz etkilemesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Nitekim Alderfası ve Alghamdi (2010), %100 sulama konusunda bitki boyu ile yaprak sayısının dolayısıyla yaprak alan indeksinin de azaldığını bildirmişlerdir. Bulgularımız, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumludur. Çizelge 2'nin %50 sulama konusunu belirten kısmı incelendiğinde, artan jel dozlarının yaprak alan indeksini azalttığı da saptanmıştır.

Yaprak hücre geçirgenliği: İstatistiki analiz sonuçları, hücre geçirgenliği üzerine sulama dozu ve jel dozunun önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Çizelge 2 irdelendiğinde, sulama dozları bakımından en yüksek hücre geçirgenliği değeri 83,1 μ S/cm ile %30, en düşük hücre geçirgenliği değeri 27,2 μ S/cm ile %90 sulama konularında elde edilmiştir. Jel dozları bakımından rakamsal olarak en yüksek hücre geçirgenliği değerine 64,2 μ S/cm ile 30 kg/da jel dozu uygulamasında, rakamsal olarak en düşük ortalama değere ise 47,5 μ S/cm ile jel dozu uygulaması yapılmamış (kontrol) saksılarda ulaşılmıştır.

Araştırma bulgularımız genel olarak yorumlandığında, su stresi azaltıldıkça, yani %30'dan %90 sulama konusuna doğru yükseldikçe hücre geçirgenliği değerlerinin düştüğü saptanmıştır. Ancak bu düşüş, fizyolojik olarak olumlu bir sonucu simgelemekte olup, düşük hücre geçirgenliği değeri hücre duvarlarının zarar görmediğini ifade etmektedir (Avcıoğlu ve Gürel, 2000).

Hücre zarı geçirgenliğinin, hücre zarı dayanıklılığının azalması anlamına geldiği anımsandığında, faktörlerin ayrı ayrı etkileri açısından kuraklık stresi çekmeyen bitkilerin en dayanıklı (en az geçirgen) oldukları, kuraklık şiddeti arttıkça dayanıklılıklarının azaldığı görülmektedir. Ancak denememizde hücre geçirgenliğinin rakamsal değerlerinin değişim aralığı (13-96 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ve $\mu\text{S}/\text{cm}$ birimiyle ifade edilmesi, zar bozulmasının tolerans sınırları içerisinde bulunduğunu simgelemektedir (Kacar ve Katkat, 1999). El-Tayeb (2006), baklada; %40 sulama konusunda saptanan hücre geçirgenliğinin (%60-75), %90 sulama konusuna göre (%88-90) daha düşük olduğunu belirtmiştir. Bu sonuç bulgularımızla çelişirken, Zhi ve ark. (2008) *Euscaphis konishii* bitkisinde su stresi dereceli olarak arttığında hücre geçirgenliğinin azaldığını bildirmişlerdir. Bulgularımız, bu araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisinde.

SONUÇ

Bu çalışmada; denemede kullanılan jellerin yemlik baklanın büyüme ve gelişmesi üzerinde fitotoksik bir etkisinin olmadığı, sulama dozlarının kuru

madde verimi ve bazı fizyolojik özellikler üzerinde önemli etkilerinin olduğu, en yüksek kuru madde verimi ve yaprak alan indeksinin faydalı suyun %70'i ve 6 kg/da jel uygulamasında elde edildiği saptanmıştır. Kısıtlı su uygulamalarını temsil eden %30 ve %50 sulama konuları ile faydalı suyun tamamına yakını simgeleyen %90 sulama konusunda, artan jel dozlarının kuru madde verimi, yaprak alan indeksi ile diğer bazı fizyolojik özellikler üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı belirlenmiştir. Ancak denememizde %50 sulama konusunda, 6 kg/da jel uygulamasına kadar yükselen verimin bu dozdan itibaren düşüşe geçmesi, jellerin kuraklığa karşı dayanıklılığı arttırdığına yönelik bir sonuç vermiş olmasına karşılık, jellerin çok dikkatli kullanılmasının gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Zira, bu dozdan sonra jellerin bitki köklerinden suyu geri çektiği anlaşılmıştır. Bu tip uygulamaların saksılı fide veya süs bitkileri üretimi, fide yastıklarında fide üretimi, vb. kontrollü şartlarda yapılmasını akla getirmektedir. Laboratuvar koşullarında elde ettiğimiz bu sonuçların tarla çalışmalarıyla da desteklenmesi, özellikle daha detaylı jel dozlarında (3-6-9 kg/da gibi) ve ekonomik analizleri içerecek şekilde kapsamlı ve detaylı çalışmalarla araştırılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

TEŞEKKÜR

2011-ZRF-058 no'lu projemizin yürütülmesine maddi kaynak sağlayan Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na en içten teşekkürlerimizi sunarız.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Abdel Wahap, A.M. ve Abd-Alla, M.H., 1995, The Role of Potassium Fertilizer in Nodulation and Nitrogen Fixation of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Plants Under Drought Stres, *Biol. Fertil Soils*, 20:147-150.
- Alderfasi, A.A. and Alghamdi, S.S., 2010, Integrated Water Supply With Nutrient Requirements on Growth, Photosynthesis Productivity, Chemical Status and Seed Yield of Faba Bean, *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 3 (1): 08-17.
- Anonim, 2011, www.ecosorbal.com (erişim tarihi: 26.10.2011).

- Avcıoğlu, R. ve Gürel, A., 2000, Bitki Fizyolojisi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları:64/1, İzmir, 368s.
- Azkan, N., 2002, Yemelik Tane Baklagiller, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:40, 106s., Bursa.
- Biber, Ç. ve Kara, T., 2006, Mısır Bitkisinin Bitki Su Tüketimi ve Kısıtlı Sulama Uygulamaları, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi*, 21(1):140-146.
- Bordeleau, L.M. and Prevosi, D., 1994, Nodulation and Nitrogen Fixation In Extreme Environments. *Plant and Soil* 161:115-125.

- Boutraa, T. and Sanders, F.E., 2001, Effects of interactions of moisture regime and nutrient addition on nodulation and carbon partitioning in two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *J.Agronomy & Crop Science*, 186:229-237.
- Ceylan, A., 1994, Tarla Tarımı (II. Basım), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:491, Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Bornova, İzmir, 520s.
- Çakmak, B., 2001, İçel İli İklim Koşullarında Turunçgil Sulama Planlaması, S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (28): 69-81, 2001, ISSN: 1300-5774.
- Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., Dönmez, S., Kaymaz, K., Özdemir, G., Özgörür, Z., Balcı, D., Aslan, B. ve Çakır, M., 2008, *Vicia faba* L. (Fabaceae) Kök Ucu Hücrelerinde Fenol Tarafından Teşvik Edilen Sitotoksistenin Belirlenmesi, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi) 3 (2) 139-148.
- El-Tayeb, M.A., 2006, Differential Response of Two *Vicia faba* Cultivars to Drought: Growth, Pigments, Lipid Peroxidation, Organic Solutes, Catalase and Peroxidase Activity, *Acta Agronomica Hungarica* 54(1):25-37.
- Emiroğlu, Ş.H., Sepetoğlu, H. ve Çengel, M., 1986, Soyannın İkinci Ürün Olarak Adaptasyonu ve Toprak Verimliliğine Etkisi Üzerinde Araştırmalar, DOĞA, 10(3):319-332.
- Ertuğrul, F., Öktem, H.A., Dudits, D. ve Yücel, M., 2001, Tuz ve Kuraklık Stresine Karşı Transgenik Buğday Çeşitlerinin Geliştirilmesi, 12. Biyoteknoloji Kongresi, 17-21 Eylül, 2001 Ayvalık-Balıkesir, s:67-71.
- Gençoğlan, C. ve Yazar, A., 1999, Kısımlı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri, *Tr. J. Of Agriculture and Forestry* 23(1999) 233-241 © TÜBİTAK.
- Geren, H., Simic, A. ve Ekmekçi, T., 2011, Değişik sulama dozları ile silika jel uygulamalarının tritikale (*Triticale*)'nin bazı agronomik özelliklerine etkisi, Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011, Bursa. (Basımda).
- Geren, H. ve Alan, Ö., 2005, Ödemiş Koşullarında Yetiştirilen Bazı Bakla (*Vicia faba* var. *major*) Çeşitlerinin Hasıl Verimi ve Diğer Bazı Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 42(1):59-66.
- Gökkuş, A., 2009, Yembitkileri Ekolojisi, Yembitkileri Tarımının Genel Özellikleri ve Nadas Alanlarında Yembitkileri Tarımı, Yembitkileri Ekolojisi ve Fizyolojisi, Bölüm 3.1, Cilt: I, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM, İzmir, s:65-93.
- Güneş, M. ve Aktaş, M., 2008, Su Stresinde Yetiştirilen Genç Mısır Bitkisinde Potasyum Uygulamasının Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2): 33-36.
- Hiroshi, F., Tsuyoshi, H., Katsushi, Y. and Ho, A., 1999, Effect of silica application to a nursery bed of rice on rooting ability and early growth of rice plants, *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 70(6):785-790.
- İşler, E., 2009, Farklı aşılama yöntemleri ile bakteriyel (*Bradyrhizobium japonicum*) aşılmasının soyada azot fiksasyonuna ve tane verimine etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 54s, Isparta.
- Kacar, B. ve Katkat, V., 1999, Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 144, Vipaş Yayın No:20, ISBN 975-564-084-3, s: 531, Bursa
- Kadayıfçı, A. ve Yıldırım, O., 2000, Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri, *Turk J Agric For* 24 (2000) 137-145 © TÜBİTAK.
- Kanber, R., Baştuğ, R., Büyüктаş, D., Ünlü, M. ve Kapur, B., 2010, Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara, s:83-118.
- Karipçin, M.Z., 2009, Yerli ve Yabancı Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Dr. Tezi, 259s., Çukurova.
- Kırnak, H. ve Demirtaş, M.N., 2002, Su Stresi Altında Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3), 265-270.
- Kırnak, H., Gençoğlan, C. ve Değirmenci, V., 2003, Harran Ovası Koşullarında Kısımlı Sulamanın II. Ürün Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(2), 117-123.
- Liu, F., Savic, S., Jensen, C.R., Shahnazari, A., Jacobsen, S.E., Stikic, R. and Andersen, M.N., 2007, Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation, *Scientia Horticulturae*, 111:128-132.
- Manga, İ., 1971, Değişik sulama rejimlerinin yoncaların kök ağırlığı, kökün kimyasal yapı ve yedek besin maddelerine kümülatif etkisi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 2(1):50-67.
- Maya, F., 2007, Farklı Su ve Gübre Sistemlerinde Pamuk Bitkisinde Yaprak Su Potansiyelinin Değişimi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 44s., Çukurova.
- Okkaloğlu, H., 2010, Mikoriza (*Mycorrhiza spp.*) ve Tuz Stresi İnteraksiyonunun Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinin Erken Gelişme Döneminde Büyüme ve Diğer Bazı Fizyolojik Özelliklerine Etkisi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Dr. Tezi, 87s., İzmir.
- Orta, A.H., Erdem, T., Erdem, Y. ve Cinkılıç, L., 1997, Sera Koşullarında Damla Yöntemiyle Sulanan Domates Bitkisinin Sulama Zamanının Planlanması, 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 5-8 Haziran 1997, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Kültürteknik Derneği, Kirazlıyayla-BURSA.

- Özlü, H., 2007, Kuraklık ve Su Yönetimi, İklim Değişimi ve Su Ekonomisi Paneli G.Ü. Bilim ve Teknoloji Stratejileri Araştırma ve Geliştirme Merkezi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Pamuk, G., 2003. II. ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkileri ve Ceres-Maize bitki büyüme modelinin bölge koşullarına uygunluğunun irdelenmesi üzerine bir araştırma, E.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, İzmir.
- Poljakoff-Mayber, A. and Gale, J., 1975, Plants in Saline Environments, Springer-Verlag, Berlin.
- Ramos, M. L. G., Gordon, A.J., Minchin, F.R., Sprent, J.I. and Parsons, R., 1999, Effects of Water Stres on Nodule Physiology and Biochemistry of a Drought Tolerant Cultivar of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Annals of Botany* 83:57-63.
- Sepetoğlu, H. ve Çadırcı, H.L., 1989, Mercimekte Çeşitli Gelişme Dönemlerinde Toprakta Kaldırılan Bazı Besin Elementleri, Büyüme ve Verim Arasındaki İlişkiler. *E.Ü. Z.F. Dergisi*, 26,3,181-197.
- Sinclair, T.R., Zimet, A.R. and Muchow, R.C., 1988, Changes in soybean nodule number and dry weight in response to drought, *Field Crops Research*, 18(2-3):197-202.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1980, Principles and Procedures of Statistics, Second Edition, Mc.Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- Tatar, D. ve Yazgan, S., 2002, Sıcaklık Artışı ve Farklı Su Uygulama Düzeylerinin Buğday Bitkisinin Gelişimi Üzerindeki Etkisinin Bitki Gelişimi Benzetim Modellenmesi İle Belirlenmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(4), 369-374.
- Yıldırım, Y.E. ve Kodal, S., 1998, Ankara Koşullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkisi, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22:65-70.
- Yılmaz, E., Dağdelen, N., Sezgin, F. ve Gürbüz, T., 2005, Aydın Koşullarında Farklı Sulama Yöntemleri ve Sulama Programlarının Pamukta Kütlü Kalitesi Üzerine Etkisi, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1):17-22.
- Zhi, L., Hu, S., Yu, L. and You, Q., 2008, Effects of waterlogging stress on growth and leaf physiological of *Euscaphis konishii* hayata seedlings, *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis* (Natural Sciences Edition), 2:279-282.