



Kısıntılı sulama ve potasyum gübrelemesinin, mısırdaki klorofil konsantrasyonu ve membran permeabilitesine etkisi¹

Meryem KUZUCU 

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kilis.

Sorumlu yazar: mkuzucu@kilis.edu.tr

Özet

Sera koşullarında saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışmada, su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı dozlarda verilen potasyum gübresinin, klorofil oluşumu, membran permeabilitesinin bitkiler üzerine etkileri incelenmiştir. Denemede bitkilere saksı kapasitesine göre belirlenen üç farklı düzeyde (S₁:%100 tam sulama, S₂:%75 sulama(%25 kısıntılı), S₃:%50 sulama(%50kısıntılı)) sulama suyu uygulanmış ve üç farklı düzeyde potasyum gübresi (K₁:0ppm K, K₂:100ppm K, K₃:200ppm K) verilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça bitki bünyesinde klorofil oluşumu azalmış, uygulanan potasyum miktarı arttıkça, klorofil konsantrasyonu artış göstermiştir. Klorofil-a miktarı değerlerinin 1058–985 mg/kg⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür. Klorofil-b miktarı değerlerinin 869–310 mg/kg⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek toplam klorofil verimi 1927mg/kg⁻¹ ile S₁K₂ konusunda belirlenmiştir. Membran permeabilitesi değeri, uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça artmış ve uygulanan potasyum miktarı arttıkça azalma göstermiştir. En yüksek membran permeabilitesi değeri % 48,4 ile S₃K₀ grubundan alınmıştır. Bu uygulamada hücre membranı en yüksek düzeyde zarar görmüştür. En düşük membran permeabilitesi değeri % 24,3 ile S₁K₂ konusundan elde edilmiştir. Çalışmada, potasyum gübrelemesinin su stresinin olumsuz etkilerini azaltabileceği sonucuna varılmıştır. Kuru koşullarda yapılan potasyum gübrelemesinin bitkide turgoru düzenleyerek, su kaybını ve solmayı önlediği ve kuraklığın etkilerini azalttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Potasyum, su stresi, membran geçirgenliği, klorofil konsantrasyonu, mısır.

Impacts of limited irrigation and potassium fertilization on chlorophyll formation and cell membrane permeability of corn

Abstract

The study was designed to carry out as pot experiment conducted to determine the impacts of different potassium fertilizer doses applied to corn grown under water stress on chlorophyll formation, cell membrane permeability. The experiment was designed as randomized blocks with three replications. In this research three different irrigation levels (S₁:%100 full irrigation, S₂:%75 (%25 limited irrigation), S₃:%50 (%50 limited irrigation)) of pot capacity with two different doses (K₁:0ppm K, K₂:100ppm K, K₃:200ppm K) were applied to corn plants. The chlorophyll formation decreased as irrigation water decreased and increased as potassium fertilizer applied increased. It was observed that the chlorophyll-a values has

¹ Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

changed between 1058–985 mg/kg⁻¹. The amount of chlorophyll-b varied has changed between 869-310 mg / kg⁻¹. The highest total chlorophyll yield was determined in S₁K₂ with 1927mg / kg⁻¹. Membrane permeability value increased as the amount of irrigation water applied decreased and it decreased as the amount of potassium applied increased. The highest membrane permeability value was obtained from S₃K₀ group with 48.4%. In this application, the cell membrane has damaged at the highest level. The lowest membrane permeability value was obtained from S₁K₂ subject with 24.3%. In this study, it was concluded that potassium fertilization can reduce the negative effects of water stress. It has been concluded that potassium fertilization in dry conditions regulates turgor in the plant, prevents dehydration and wilting, and reduces the effects of drought.

Keywords: Potassium, water stress, membrane permeability, chlorophyll concentration, corn.

Giriş

Ülkemizin yarı kurak iklim kuşağında bulunması nedeniyle, bitkilerin su ihtiyacı çoğunlukla yağışlarla karşılanamamaktadır. Günümüzde yaşanan iklim değişikliği ve küresel ısınmanın tarıma verdiği zararlı etkiler aşikârdır. Kuru tarım yapılan bölgelerimizde iklim değişikliği ile mücadelede kısıtlı bulunan suyun kontrollü ve faydalı bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir. Sulama suyunun gereğinden fazla uygulanması drenaj ve tuzluluk başta olmak üzere birçok soruna sebep olmaktadır. Kullanılabilir suyun yetersiz oluşu ve aşırı sulamaların zararları dikkate alınır ise kısıntılı sulama uygulamaları bir gereksinim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden açık kanal sulamaları yerine sulama suyunu kontrollü kullanmayı gerektiren sulama sistemleri uygulanmaktadır. Su kaynağının yeterli olmadığı durumlarda optimum verimi sağlamak için sulama düzeyi düşürülebilir, sulama sayısı azaltılabilir, sulama araklıları açılabilir (Tülücü,1985). Konya koşullarında nohudun optimum sulama zamanı ve seviyesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada nohudun çiçeklenme ve bakla dolum dönemleri dikkate alınarak tam ve kısıntılı sulama uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, Konya koşullarında nohudun “çiçeklenme ve bakla dolum” dönemlerinde eksiksiz olarak sulanması gerektiğini göstermiştir. Kısıtlı su kaynakları koşulunda, nohutta destek sulamanın bu iki dönemde de %50 kısıntılı uygulanması, verimde önemli bir artış sağlamıştır (Çıtak ve Topak, 2016). Pamuk bitkisinde yaprak su potansiyeli ve klorofil konsantrasyonu değerlerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışma, farklı sulama seviyelerinde (S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, S₀) 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma sonucuna göre S₁₀₀, S₇₅, S₅₀, ve S₀ deneme konularına sırasıyla 887mm, 654mm, 533mm ve 0 mm sulama suyu uygulanmıştır. Sulama öncesi klorofil değerleri; S₁₀₀:31.8-43.5; S₇₅:35.4-41.6; S₅₀:40-47; S₀:45.5-53.1 arasında bulunmuştur. Sulama sonrası klorofil değerleri ise: S₁₀₀:35.2-43.9; S₇₅:36.1-41; S₅₀:40.6-44.3; S₀:48.2-51.2 olarak bulunmuştur. Sulama konuları dikkate alındığında, yaprak su potansiyeli ve klorofil değerinin, su stresinin kontrolünde ve sulama programlanmasında kullanılabileceği bildirilmiştir (Yazdıç ve Değirmenci, 2018). Sulama programı, bir bitkinin sulama zamanı ve ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Sulama suyu uygulamasına karşı bitki verim duyarlılığının bilinmesi ekonomik sulama stratejilerinin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Bitkinin su açığı ve bunun bitkide yarattığı stres, evapotranspirasyon ve verim üzerine etkili olan su açığının bitkinin büyüme ve verimini etkileyişi, bitki türüne ve bitkinin büyüme dönemlerine göre farklılık gösterdiği çeşitli çalışmalar sonucunda bildirilmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1986). (Abdalla ve Abdelwahab, 1995), (Sangakkara ve ark., 1995) potasyum besin elementinin bitkide su seviyesinin yükselttiğini, hücreler arasında su moleküllerini tutarak, kurak ve olumsuz koşulları düzenlediğini bitki gövde ve köklerinde kuru madde verimini ve ürün verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Soğan bitkisine uygulanan amonyum gübresi ile membran permeabilitesi değeri %30, üre ile %27, karışık aminoasit ile %25 ve nitrat uygulamasıyla %27 olarak belirlenmiştir (İnal ve Tarakçıoğlu, 2001).

(Kuzucu, 2019), kuru koşullarda organik gübrelenmenin, bitkide verim artışı sağladığı ve aynı zamanda toprağın fiziksel koşullarını iyileştirdiği ve organik madde miktarını artırdığını bildirmiştir. Biber bitkisine Azot uygulaması malç ve su stresinin değerlendirildiği çalışmada, su stresinin membran permeabilitesini arttırdığı, bitki toprak üstü aksamında N, P, K, Ca ve Mg içeriğini azalttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, malç uygulamaları ile verim ve klorofil konsantrasyonu olumlu etkilenmiş ve su kullanım etkinliği kontrol konusuna göre %12 artmıştır (Kırnak ve ark., 2003).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde su be besin elementlerinin kısıntılı oluşu verimi büyük ölçüde etkilemektedir. Özellikle Potasyum bitki bünyesindeki fizyolojik etkilerinden dolayı bitkilerin dayanıklılığını artırdığı bilinmektedir. Ayrıca bitkilerde yaşamsal faaliyetlerde metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda görev alır ve ürün miktarı ile kalitesini artırır. Bu çalışmada potasyum gübresi ve sulama suyu uygulamasıyla mısır bitkisinde klorofil konsantrasyonu ve membran permeabilitesine olan etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama serasında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmaları ise Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü laboratuvarı ve Ziraat Fakültesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak RX-788 hibrit at dişi mısır çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada, RX-788 hibrit mısır tohumu, sulama sistemi, gübre materyali olarak; triple süper fosfat, amonyum nitrat ve potasyum sülfat gübreleri materyal olarak kullanılmıştır. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi araştırma alanından, 0-20 cm derinlikten alınan toprağın bazı analiz sonuçları; pH'sı 7.89, %0.080 tuz, % 1.22 organik madde, tekstürü; % 30.7 kireç, % 21 kum, % 58 kil, % 21 silt içeren killi toprak olduğu belirlenmiştir. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre, 2 konulu ve 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. 10 litre kapasiteli saksılar 1:1 oranında karıştırılmış olan toprak ve kum materyali ile doldurulmuştur. 1'e 1'lik saksılar tarla kapasitesine getirilmiştir. Sulama %100(tam sulama) kapasite, %75(%25 kısıntılı sulama) kapasite ve %50(%50kısıntılı sulama) kapasite olarak belirlenmiştir. Gübreleme konuları; kontrol, 100ppm K uygulaması, 200ppm K uygulaması olarak belirlenmiştir. Denemede yer alan 27 adet saksı 3'er grup oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir grupta yer alan 9 adet saksıya kendileri için belirlenen kapasiteye göre sulama suyu uygulanmıştır, Ekimle birlikte mısır tohumlarının çimlenmesi için, her saksıya 100 ppm triple süper fosfat ve 100 ppm amonyum nitrat gübresi eşit bir şekilde verilmiştir. Her saksıya 5'er adet mısır tohumu ekilmiş ve ilk gerçek yapraklar oluşuktan sonra en iyi gelişen üç bitki bırakılmış ve diğer ikisi ise seyreltilmiştir. Bitkilerde yeterli kök sistemi ve toprak üstü aksamı oluşuktan sonra, yaklaşık olarak ekimden iki hafta sonra deneme uygulamaları başlatılmıştır. Saksılar iki günde bir tartılarak, her bir gruptan eksilen sulama suyu miktarı kendi kapasitesine göre, eklenerek tamamlanmıştır. Bitkilerin homojen şartlarda geliştirilmesi amacıyla, her gün aynı saatte saksılar belirli bir sıra izleyerek yerleri değiştirilmiştir. Bu işlemler hasada kadar olan sürede düzenli olarak gerçekleştirilmiştir.

-Klorofil tayini (mg/kg): Her bitkiden alınan 1g bitki örneği % 90'lık asetonla muamele edildikten sonra spektrofotometrede 645, 663 ve 750 nm dalga boyu kullanılarak okunmuş ve okunan değerler,

Klorofil a: $1.64 \times (A663) - 2.16 \times (A645)$,

Klorofil b: $20.97 \times (A645) - 3.94 \times (A663)$ formüllerine göre hesaplanmıştır. (Strain ve Svec, 1966).

- **Membran permeabilitesi tayini (%)** : Her bitkiden, bir tane genç yaprak örneği alınarak 1cm büyüklüğünde parçalara ayrılmış ve saf su ile çalkalama cihazında, 25°C' de 24 saat çalkalanmıştır. Bu işlem sonucunda EC₁ değeri okunmuş ve örnekler 120°C' de olan etüve alınmış, burada 20 dakika bekledikten sonra, EC₂ değeri okunmuş ve verilen $\frac{EC_1}{EC_2} \times 100$ formülü ile membran permeabilitesi tespit edilmiştir. (Lutts ve ark.1996).

-Verilerin değerlendirilmesi

Bu çalışmada, incelenen özelliklere ait elde edilen rakamsal değerler Tesadüf Blokları Deneme desenine göre, TARİST istatistik paket programı kullanılarak analize tabi tutulmuştur. İstatistiksel yönden farklı olan ortalamalar LSD (%5) testine göre gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

1.1. Klorofil-a Miktarı (mg/kg)

Su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı düzeylerde uygulanan potasyum gübrelemesi sonucu elde edilen ortalama klorofil-a miktarına ilişkin Çizelge 1'den, klorofil a miktarı üzerine; sulama, gübreleme ve sulama gübreleme interaksiyonunun önemli olduğu anlaşılmaktadır. Klorofil a miktarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Klorofil-a miktarı değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Klorofil-a Miktarı Değerleri (mg/kg)		
	Sulama-I (tam sulama)	Sulama-II (%25kısıntılı sulama)	Sulama-III (%50 kısıntılı sulama)
Kontrol(0ppm K)	1018 a	1014 a	985 b
K ₁ (100ppm K)	1030 a	1027 ab	1022 b
K ₂ (200ppm K)	1058a	1041 b	1030 c

L.S.D. (%5): 6.277

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Çizelge 1'den klorofil-a miktarı değerlerinin 1058-985mg/kg arasında değiştiği, en yüksek ortalama klorofil-a miktarı 1058mg/kg ile S₁K₂ konusundan elde edildiği, en düşük miktarı ise, 985mg/kg ile S₃K₀ konusundan elde edilmiştir. Klorofil-a miktarı, en yüksek ortalama verimi %100 sulanan ve en yüksek doz K gübresi uygulanan(S₁K₂) konudan elde edilmiştir. Bununla birlikte su stresi oluşturmak amacıyla, %50 sulanan konudan ise en düşük verim elde edilmiştir. Su stresi koşulları S₃K₀ uygulaması klorofil-a oluşumunu %3.24, S₃K₁ konusunda %0.77 azaltmıştır. Su stresine maruz bırakılan S₃K₁ konusu, tam sulanan fakat potasyum gübresi uygulanmayan S₃K₀ konusuna göre %17 klorofil verimini artırmıştır. Burada kuru koşullarda K gübrelemesinin önemi ortaya çıkmıştır. Potasyumun bitkilerde fizyolojik olayları kontrol ederek, bu olaylara olumlu katkıda bulunan bir besin elementi olduğu bilinmektedir. Potasyumun bitkiler üzerine olan olumlu etkileri de incelenen klorofil a oluşumunda açıkça görülmüştür. Potasyum besin elementinin su kısıntısı uygulamalarında faydalı bir gübreleme olduğu bildirilmiştir Mengel ve Kirkby (1987), Sangakkara ve ark. (1995). Bu çalışmada su stresi koşullarının, klorofil oluşumunu azalttığı belirlenmiştir. Su stresi, tuz stresi ve çevre koşullarından kaynaklanan nedenlerden dolayı, bitkilerin klorofil konsantrasyonunun azaldığı belirtilmektedir Abdalla ve Abdelwahab (1995), Sangakkara ve ark.(1996).

1.2. Klorofil-b Miktarı (mg/kg)

Su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı düzeylerde uygulanan potasyum gübrelmesi sonucu elde edilen ortalama klorofil-b miktarına ilişkin Çizelge 2 'de görüldüğü gibi klorofil b miktarı üzerine sulama ve potasyum uygulamasının etkileri önemli bulunmuştur. Ayrıca sulama ve gübreleme arasındaki interaksiyonun da önemli bulunduğu görülmektedir. Klorofil b miktarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 2 'de görülmektedir.

Çizelge 2. Klorofil-b miktarı değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Klorofil-b Miktarı Değerleri mg/kg		
	Sulama-I (tam sulama)	Sulama-II (%25kısıntılı sulama)	Sulama-III (%50 kısıntılı sulama)
Kontrol	423a	362b	310c
K ₁	641 a	468 b	412 c
K ₂	869 a	842 b	804 c

LSD (%5): 1.717

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Çizelge 2'den klorofil-b miktarı değerlerinin 869 ile 310mg/kg arasında değiştiği görülmüştür. Araştırmada en yüksek ortalama klorofil b miktarı 869mg/kg ile S₁K₂ konusundan ve 842mg/kg ile S₂K₂ konusundan elde edilmiştir. En düşük klorofil b miktarı ise, 310mg/kg ile S₃K₀ grubundan elde edilmiştir. Klorofil oluşumu üzerine sulamanın önemli bir etkisi olmuştur. En yüksek Klorofil-b ortalama verimi %100 sulanan konudan elde edilmiştir. Bununla birlikte su stresine maruz bırakılan %50 sulanan konuda, su stresinin klorofil-b miktarı üzerine olan olumsuz etkilerinin, potasyum gübrelmesiyle azaltılabileceği, S₃K₂ konusundan elde edilen yüksek klorofil miktarı ile ortaya çıkarılmıştır. Su stresi kontrolde, verimi %26, K₁ konusunda %35 ve K₂ konusunda ise, %7 azaltmıştır. Su stresindeki K₂ konusu(S₃K₂) klorofil veriminde tam sulanan fakat potasyum gübresi uygulanmayan konuya (S₁K₀) göre %90 artış sağlamıştır. Su stresi, fotosentezi olumsuz yönde etkilemiş ve klorofil b oluşumunu azaltmıştır. Fotosentezin azalmasıyla, bitkilerin fizyolojik işlevlerinin bozulduğu ve klorofil oluşumunun azaldığı gözlenmiştir. Su stresi, tuz stresi ve çevre koşullarından kaynaklanan nedenlerden dolayı bitkilerin klorofil-b konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir Mengel ve Kirkby (1987), Abdalla ve Abdelwahab (1995). Potasyumun klorofil-b oluşumu üzerine olan olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir (Sangakkara ve ark., 1995), (Sangakkara ve ark.,1996).

3.3.Toplam Klorofil Miktarı (mg/kg)

Çizelge 3'te görüldüğü gibi toplam klorofil miktarı üzerine sulama ve gübreleme uygulamaları önemli bulunmuştur, sulama ve gübreleme arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur. Toplam klorofil miktarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar verilmiştir. Çizelge 3'ten görüldüğü gibi toplam klorofil miktarı değerlerinin 1296-1927mg/kg arasında değiştiği görülmüştür. Araştırmada en yüksek toplam klorofil verimleri 1927,6mg/kg ile S₁K₂ konusundan ve 1883,3mg/kg ile S₂K₂ konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 3. Toplam klorofil miktarı değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Toplam Klorofil Miktarı Değerleri mg/kg		
	Sulama-I (tam sulama)	Sulama-II (%25kısıntılı sulama)	Sulama-III (%50 kısıntılı sulama)
Kontrol	1441 a	1377 b	1296 c
K ₁	1671 a	1495 b	1434 c
K ₂	1927 a	1883 b	1834 c

LS.D. (%5): 13.141

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

En düşük verim ise, 1296mg/kg ile S₃K₀ grubundan elde edilmiştir. Su stresi kontrolde, verimi %10, K₁ konusunda %14 ve K₂ konusunda ise, %4 azaltmıştır. Su stresindeki S₃K₂ konusu, tam sulanan fakat potasyum gübresi uygulanmayan S₁K₀ konusuna göre %27 verim artışı sağlamıştır. En yüksek toplam klorofil miktarı; ortalama verimi %100 sulanan konudan ve aynı zamanda 200ppm potasyum gübresi uygulanan konudan elde edilmiştir. Gübreleme ve sulamanın klorofil oluşumu üzerine ayrı ayrı etkileri olduğu gözlenmiştir. İncelenen bu konu, klorofil-a ve klorofil-b toplamından meydana geldiği için, elde edilen sonuçlar benzerlik göstermiştir. Dolayısıyla, su stresi fotosentez oluşumunu olumsuz etkilediği gibi, toplam klorofil oluşumunu da olumsuz etkilemiştir. Belirli oranlarda uygulanan su kısıntısı, tarımda su tasarrufu sağlarken, verimi de olumsuz etkilemediği sonuçlarına ulaşılmış çalışmalar bulunmaktadır. Çukurova koşullarında, toplam büyüme mevsimi boyunca farklı düzeylerdeki su kısıntısının I. ürün mısır tane verimine ve su kullanım randımanına etkilerini belirlemek amacıyla çalışma yürütülmüştür. Su kısıntısı üzerine yapılmış çalışmada, sulama konuları, her 10 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun, % 100 (I₁₀₀), % 80(I₈₀), % 60 (I₆₀), % 40(I₄₀), % 20(I₂₀), ve % 0'ı (I₀) uygulanmış ve I₁₀₀ deneme konusuna göre % 20 su kısıntısı uygulanan I₈₀ konusundan alınan verim, istatistiksel olarak I₁₀₀ konusundan farklı çıkmamıştır. Bu düzeyden sonra yapılan kısıntılar, verimde önemli azalmalara neden olmuştur (Gençoğlan ve Yazar, 1999).

3.4. Membran permeabilitesi (%)

Su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı düzeylerde uygulanan potasyum gübrelmesi sonucu elde edilen membran permeabilitesine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4 'te gösterilmiştir.

Çizelge 4'te görüldüğü gibi varyans analiz sonuçlarına göre membran permeabilitesi üzerine sulama ve potasyum uygulamasının etkileri önemli bulunmuştur. Ayrıca sulama ve gübreleme arasında interaksiyon da önemli bulunmuştur. Membran permeabilitesine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 5'te görülmektedir. Çizelge 5.'te görüldüğü gibi membran permeabilitesi değerleri üzerine sulama ve potasyum gübrelmesi arasında önemli fark bulunmuştur. Araştırmada en yüksek ortalama membran permeabilitesi değeri %48,4 ile S₃K₀ grubundan alınmıştır. Bu grupta hücre membranı en yüksek düzeyde zarar görmüştür. En düşük membran permeabilitesi değeri ise %24.3 ile S₁K₂ grubundan alınmıştır. Bu grupta ise sulama ve gübrelenin olumlu etkileri sonucunda hücre membranı zarar görmemiştir denilebilir.

Çizelge 4. Membran permeabilitesine ait varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynakları	S.D	Kareler Ortalaması	F Değeri	F (cetvel)	
				0.05	0.01
Tekerrür	2	0.238	0.278	3,630	6.230
Sulama	2	191,926	224.158**	3.630	6.230
Gübre	2	434.915	507.954**	3.630	6.230
A*B	4	24.648	28.788**		4,770
Hata	16	0.856			
Genel	26	52.556			

%D.K : 2.74

**%1 göre göre önemli

*%5 'e göre önemli

Çizelge 5. Membran permeabilitesine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Membran Permeabilitesine Ait Değerler (%)		
	Sulama-I	Sulama-II	Sulama-III
Kontrol	32.3c	41.6b	48.4a
K ₁	30.6c	34.3ab	39.5a
K ₂	24.3b	26.7b	29.6a

LSD.(%5): 2.207

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

Su stresi kontrol konusunda, membran permeabilitesini %49, K₁ konusunda %29 ve K₂ konusunda ise, %21 artırmıştır. Su stresindeki S₃K₀ konusu, tam sulanan S₁K₂ konusuna göre, membran permeabilitesi değeri %99 artış göstermiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, S₃K₀ konusunda membran permeabilitesi değeri yüksek bulunmuştur. Burada su stresi koşullarından dolayı hücre membran en yüksek düzeyde zarar görmüştür. Potasyum uygulanan konularda ise, membran permeabilitesi değeri daha düşük bulunmuştur. Su stresi uygulanan fakat aynı zamanda uygulanan potasyum düzeyi en yüksek olan konudan elde edilen membran permeabilitesi değerleri, tam sulanan ve K gübresi uygulanmayan, S₁K₀ konusundan daha düşük bulunmuştur. (Çakmak, 2003), tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır ve sorgum bitkilerine uygulanan bor dozunun artmasıyla birlikte, membran permeabilitesi, Na ve Cl konsantrasyonlarının da arttığı, bor uygulaması sonucunda, bitkilerde K konsantrasyonunda azalma görüldüğü belirlenmiştir. Bu çalışmada, potasyum elementinin su stresinin membran permeabilitesi üzerine yaptığı zararlı etkileri, azalttığı belirlenmiştir. Bitkilerin bazı durumlarda maruz kaldıkları su stresi, tuz stresi ve bazı elementlerin uygulanması sonucu, membran permeabilitesi değerinin arttığı tespit edilmiştir İnal ve Tarakçıoğlu (2001), Alpaslan ve Güneş (2001), Liang ve ark. (2001).

4. Sonuç ve Öneriler

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, bitkiler yeterli suyu temin edemediklerinden dolayı, yeterli düzeyde gelişip istenilen miktarda ürün veremezler. Su stresi, kurak ve yarı kurak bölgelerde

tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmada en yüksek klorofil-a miktarı %100 sulama ve 200ppm K uygulamasından elde edilmiştir. En düşük klorofil-a miktarı ise %50 sulama ve 0ppm K uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek hücre zarı geçirgenliği %50 sulama ve 0ppm K uygulamasından elde edilmiştir. En düşük hücre zarı geçirgenliği %100 sulama ve 200 ppm K uygulamasından elde edilmiştir.

Bu araştırmadan elde ettiğimiz bulgular sonucunda, kurak ve yarı kurak bölgeler ile su sıkıntısı yaşanan alanlarda, bitkinin yaşamsal faaliyetini sürdürebilmesi için toprak analizleri sonuçlarına göre belirlenecek miktarlarda, potasyum gübrelemesi önerilebilir. Bünyesinde yeteri kadar potasyuma sahip bitkiler su stresine karşı daha dayanıklıdır. Potasyum, su kullanımını düzenleyen bir bitki besin elementi olduğu için, kurak bölgelerde uygulanması önerilebilir, fakat bu uygulama için topraktaki mevcut potasyum miktarının da dikkate alınması unutulmamalıdır. Ayrıca, bitkiye verilen sulama suyundan, bitkinin çeşidi ve bölgenin iklim koşulları da dikkate alınarak, bitkinin yaşamsal fonksiyonları takip edilerek, belirli oranlarda kısıtlama yapılması önerilebilir. Su kaynaklarının korunması ve devamlılığının sağlanabilmesi amacıyla, kısıntılı sulama programlarının uygulanması ve su stresine dayanıklı çeşitlerin geliştirmesi ve bu çeşitlere uygun sulama olanaklarının belirlenmesi, bu bölgeler için büyük önem taşımaktadır. Bu uygulama ile daha fazla alanın sulama olanağı artacaktır. Aynı zamanda aşırı sulamalar ile meydana gelen, topraklarda tuzluluk, çoraklaşma ve erozyon gibi olumsuz etkiler, azaltılmış olacaktır.

Kaynaklar

- Abdalla, M.H. and Abdelwahab, M.H. 1995. Response of Nitrogen Fixation, Nodule Activities and Growth of Potassium Supply in Water Stressed Broadbean. *Journal of Plant Nutrition* 18: 1391-1402.
- Alpaslan, M. ve Güneş, A. 2001. Interactive Effects of Boron Salinity Stress on the Growth Membrane Permeability and Mineral Composition of Tomato and Cucumber. *Plants. Journal of Plant and Soil*. 236: 123-128.
- Çakmak, İ. 2003. Response of Maize and Sorghum to Excess Boron and Salinity. *Journal of Biologia Plantar-Um*. 47 (2): 313-316.
- Çıtak, G. ve Topak R. 2016. Farklı Sulama Programları Uygulamasının Nohutta Verim ve Kaliteye Etkisi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 298-303.
- Doorenbos, J., and Kassam, A.H., 1986. Yield Response to Water. *FAO Irrigation and Drainage No: 33*.
- Gençoğlan, C. ve Yazar, A. 1999. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. *Journal of Agriculture and Forestry* 23 (1999) 233-241 © Tübitak
- İnal A. ve Tarakçıoğlu, C, 2001. Effects of Nitrogen Forms on Growth, Nitrate Accumulation Membrane Permeability and Nitrogen use Efficiency of Hydroponically Grown Bunch Onion under Boron Deficiency and Toxicity. *Journal of Plant Vol:24 (10): 1521-1534*.
- Kırnak, H. Kaya, C, Higgs, D, and Taş, İ. 2003, Responses of Drip Irrigated Bell Pepper to Water Stress and Different Nitrogen Levels with or without Mulch Cover. *Journal of Plant Nutrition*. 26 (2): 263-277.
- Kuzucu, M. 2019. Effects of Organic Fertilizer Application on Yield, Soil Organic Matter and Porosity on Kilis Oil Olive Variety under Arid Conditions. [Eurasian Journal of Forest Science](https://doi.org/10.31195/ejefjs.511098) 2019 7(1): 77-83. 10.31195/ejefjs.511098.

Liang, Y., Chaoguang, Y., and Honghao, S., 2001. Effects of on Growth and Mineral Composition of Barely Grown under Toxic Levels of Aluminium. *Journal of Plant Nutrition*. Vol:24 (2): 229-243.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1995. Changes in Plant Response to NaCl During Development of Rice (*Oryza Sativa* L.) Varieties Differing in Salinity Resistance. *J.Exp. Bot.* Vol:46. 1843-1852.

Mengel, K, and Kirkby, E.A. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. Intemational Potash Institute. Berne . Switzerland. 427-454.

Sangakkara U.R., Hartwig, U.A., and Nösberger, J. 1995. Growth and Nitrogenfixation of *Phaseolus Vulgaris* as Effected by Temperature, Soil Moisture and Fertilizer Potassium, Nuclear Techniques İn Soil Plant Studies For Sustainable Agriculture And Environmental Preservation International Atomic Energy Authority. Austria. 263-272.

Sangakkara, U.R., Hartwig, U.A. and Nösberger, J. 1996. Response of Root Branching and Shoot Water Potentials of French Beans to Soil Moisture and Fertilizer Potassium- *J. Agronomy and Crop Science*.Vol:177: 165-173.

Strain, H.H. and Svec, W.A., 1966. Extraction Separation, Estimation and Isolation of Chlorophylls. in: Vernon, L.P., And Seely, Gr., (Eds.), *The Chlorophylls*. Academic Press, New York, Pp. 21460

Tülücü, K. 1985. Tanımsal Sulamada Kısıntılı Sulama Uygulaması. Su Üretim Fonksiyonu Kavramı ve Kaynakların En İyi Kullanımı. *Doğa Bilim Dergisi*. 9 132-142.

Yazdıç, M. ve Değirmenci H. 2018. Pamukta Farklı Sulama Seviyelerinin Yaprak Su Potansiyeli ve Klorofil Değerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi Cilt 21, Sayı 4*. Sf: 511-519.

Dergiye başvuru tarihi: 07.04.2021

Yayınlanmaya kabul edilme tarihi: 22.06.2021