

Tuğçe ÖZDOĞAN ÇAVDAR^{1a*}

Mahmut TEPECİK^{2a}

Hakan GEREN^{1b}

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Bölümü

^{1a}ORCID: 0000-0002-1545-4721

^{2a}ORCID: 0000-0001-6609-4538

^{1b}ORCID: 0000-0003-0426-1120

*Sorumlu yazar:

tugceozdogan1905@hotmail.com

DOI

[https://doi.org/10.46291/ISPECJASv
ol5iss2pp362-371](https://doi.org/10.46291/ISPECJASv
ol5iss2pp362-371)

Alınış (Received): 19/02/2021

Kabul Tarihi (Accepted): 25/03/2021

Anahtar Kelimeler

Poterium sanguisorba, çayır düğmesi,
kısıtlı sulama, kuru ot verimi, bitki
besin elementleri

Keywords

Poterium sanguisorba, burnet, deficit
irrigation, hay yield, plant nutrients

Erken Gelişme Döneminde Uygulanan Kısıtlı Suyun Çayır Düğmesi (*Poterium sanguisorba*)'nde Verim ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma

Özet

Bu çalışma, farklı sulama dozlarının çayır düğmesi (*Poterium sanguisorba*) (Bünyan 80 çeşidi) bitkisinde ot verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, 2019 yılının kış yetiştirme döneminde, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde, kontrollü iç ortam koşullarında saksı denemesi olarak gerçekleştirilmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen denemede beş farklı sulama dozu (tarla kapasitesinin (TK) %20-40-60-80-100) incelenmiştir. Çalışmada, bitki boyu, kuru ot verimi, kuru kök ağırlığı, ham protein oranı ve bitkideki; azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) elementlerinin analiz oranları gibi bazı özellikler incelenmiştir. Denemede, sulama dozlarının incelenen tüm özellikler üzerinde istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. En yüksek kuru ot verimi %80, en düşük kuru ot verimi ise %20 sulama uygulamasından elde edilmiştir. Su kıtlığı arttıkça bitki besin maddeleri ve ham protein konsantrasyonu azalmıştır.

A Preliminary Study on the Effect of Deficit Irrigation Application on the Yield and Some Yield Characteristics of Burnet (*Poterium sanguisorba*) in Early Growth Stage

Abstract

This study was conducted to examine the effect of different irrigation doses on the forage yield and some yield parameters of burnet (*Poterium sanguisorba*) (Bünyan 80 genotype). The experiment was carried out at Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, during the winter growth seasons of 2019 as a pot experiment grown under indoor. According to the randomized plot design with four replications, five different irrigation doses (Field capacity (FC) %20-40-60-80-100) were determined. Some parameters were evaluated in the study such as plant height, hay yield, root dry weight, crude protein content and in the plant; concentrations of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg). The effects of irrigation doses were significant on all characteristics tested as 1% statistically significant in the experiment. The highest hay yield was obtained by irrigation of FC-80%; the lowest yield was obtained by irrigation of FC-20%. As water scarcity increased, plant nutrients and crude protein concentration decreased.

GİRİŞ

Kuraklık stresi, tüm tarım sistemlerinin küresel olarak yaşanan en büyük sorunlarından biridir (Ekren ve ark., 2012). Bitki yetiştiriciliğinde sulama suyunun etkin kullanımı için iklim, toprak, bitki ve su etmenlerinin üretim süreci içerisinde bir bütün olduğu unutulmamalıdır (Seydoşoğlu, 2018; Ketten ve Değirmenci, 2020). Dünya çapında su kaynaklarının miktar ve niteliklerinde meydana gelen azalmalar nedeniyle kuraklık stresi bitki yetiştiriciliğinde her geçen gün önemli hale gelmekte ve ekonomik öneme sahip kültür bitkilerinin normal fizyolojik işlevlerinde değişikliklere sebep olmaktadır (Örs ve Ekinci, 2015). Bu fizyolojik değişimler, gelişimleri için fazla miktarda suya ihtiyaç duyan ve su noksanlığının çoğu zaman verim kayıplarına neden olduğu kültür bitkilerinde daha da fazla önem arz etmektedir. Pek çok araştırmacı bitkilerde görülen biyolojik stres ivmesindeki artışın çok çarpıcı olduğunu vurgulamışlardır (Williams ve ark., 2013; Öztürk, 2015). Kurağa dayanıklı bitkilerin bu strese adaptasyonunu sağlamak sorunun çözümüne uygun bir yaklaşım olabilir (Gür ve Şan, 2017). Kuraklık stresine dayanıklı bitki türlerinin belirlenmesi, tolerans mekanizmalarının açığa çıkarılması, kurağa dayanıklı bitki genetik kaynaklarının korunması ve aktarımına yönelik girişimler, kuraklığın yol açtığı zararları azaltmada etkin rol oynayabilir (Yıldırım ve Kodal, 1998).

Ülkemiz doğal meralarında bulunan çayır düğmesi (*Poterium sanguisorba*) çok yıllık bir bitkidir. Uzun ömürlü, kışa ve kurağa dayanıklı otsu bir bitki olan çayır düğmesi, erken ilkbaharda büyümeye başlayıp, yeşilliğini kış aylarının ilk günlerine kadar koruyabilmektedir. Ülkemizin her tarafında kolayca yetişebilen bu bitkinin otu yaklaşık %11 ham protein içermektedir (Viano ve ark., 1999; Mülayim ve ark., 2009). Ayrıca çayır düğmesi, büyük ve küçükbaş hayvan yemi olarak kullanılmakta ve yaş otu yonca gibi şişkinlik yapmamaktadır (Sevimay, 1997).

Çayır düğmesi, toprak ıslahı ve erozyon önlemede örtü bitkisi ve mera alanlarında yangın tehlikesine karşı koruyucu bitki olma gibi özelliklere de sahiptir (Fryer, 2008).

Gülgiller (*Rosaceae*) familyasından olan çayır düğmesi ($2n=28$), kısa boylu (20-60 cm) iyi yetiştirme koşullarında boyu 120 cm'ye kadar ulaşabilen, 1000 tane ağırlığı 5-8 g, bitki başına kuru ot verimi 50-100 g olan bir bitki olarak bilinmektedir (Cronquist ve ark., 1997; Andrabi ve ark., 2012). Yetiştirme şartlarına göre 1-3.5 ton/da arası kuru ot verimi ve ayrıca sulu koşullarda yılda 5-11 kez biçim yapılarak 7-8 ton/da yeşil ot elde edilebildiği bildirilmiştir (Tansı ve Anlarsal, 1991).

Çayır düğmesi, pek çok araştırmacı tarafından kuraklığa dayanıklı ya da kurak alanlarda kullanılan bir bitki olarak tanımlanmaktadır (Wills ve ark., 1987; Douglas ve ark., 1990; Fryer, 2008). Bitkinin kuraklığa dayanıklılığının, uzun kazık kökleri sayesinde yüksek su depolama kapasitesini artırarak sağladığı belirtilmiştir (Buckland ve ark., 1997). Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak sürekli artış gösteren kuraklık sorunu ile mücadele edebilmek için gıda güvenliğinin korunması, artırılması sürdürülebilir ve yenilenebilir bir yaşamın devamlılığını sağlamak açısından çok önemlidir. Bitkiyle ilgili kısıtlı su uygulamalarına yönelik yoğun bir çalışmaya rastlanılmamış olması bizleri bu konunun araştırılmasına sevk etmiştir. Bu çalışma, çayır düğmesinde farklı sulama dozlarının ot verimi ve bazı verim özelliklerine olan etkilerini ve makro bitki besin elementleri düzeyini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma 2019-2020 yıllarının Kasım-Mart ayları arasında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün deneme laboratuvarında saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Saksı denemesi toprağının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Araştırma toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	
pH	5.83
Eriyebilir toplam tuz (%)	0.030
Kireç (%)	0.82
Kum (%)	80.20
Kil (%)	1.80
Mil (%)	18.0
Bünye	Tınlı kum
Organik Madde (%)	1.27
Toplam Azot (%)	0.092
Alınabilir fosfor (mg/kg)	1.14
Alınabilir potasyum (mg/kg)	40
Alınabilir kalsiyum (mg/kg)	1450

Çalışmada, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen "Bünyan-80" isimli çayır düğmesi (*Poterium sanguisorba*) genotipi kullanılmıştır. Denemede, 5 farklı sulama suyu dozu ele alınmış olup bunlardan ilki kontrol olarak adlandırılan tarla kapasitesinin %100 (TK-100) oranında olup diğer dozlar ise tarla kapasitesinin %80 (TK-80), %60 (TK-60), %40 (TK-40) ve %20 (TK-20) oranlarında uygulanan kısıtlı su dozları olarak adlandırılmıştır. Çalışma, basit faktöriyel tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Araştırmada, 5x4 = 20 adet saksı, 5 kg toprak içeren (2 mm'lik elekten geçirilmiş ve kurutma dolabında sterilize edilmiş toprak) plastik saksılar kullanılmıştır. Çayır düğmesi tohumları, her saksıya 5 adet olmak üzere (çıkışı garanti altına almak için) 5 Kasım 2019 tarihinde ekilmiştir. Her saksıya 10 kg/da azot (amonyum sülfat (%21 N), 6 kg/da fosfor (triple süper fosfat (%44-46 P₂O₅) ve 12 kg/da potasyum (potasyum sülfat (%50 K₂O) olacak şekilde uygulanmıştır (Tadayyon ve Nadeali, 2014). N'nin 1/2'si ile P ve K'un tamamı ekim ile birlikte ekilen tohumun 2-3 cm altına olacak şekilde uygulanmış ve azotun kalan yarısı ise bitkiler 3-4 yapraklı aşamaya ulaştığında uygulanmıştır. Çıkışlar başlayıp ilk yaprak görüldüğü anda her saksıda iki bitki bırakılarak diğerleri yok edilmiş ve kısıtlı su uygulamalarına başlanılmıştır (Geren ve ark., 2011).

Deneme süresince saksılar günlük olarak tartılmış ve ilgili su seviyesinde tutulmuştur. Yetiştirme periyodu içerisinde görülen kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) zararını engellemek için akarisit (Abamectin ve Mikronize kükürt etken maddeli) uygulanmıştır.

Bitkiler çiçeklenme aşamasında (9 Mart 2020) toprak seviyesinden biçilerek hasat edilmiştir. Yapılan çalışmada incelenen özellikler şunlardır; bitki boyu (cm), toprak yüzeyinden bitkinin en uç noktasına kadar olan kısmı cetvelle ölçülmüştür. Kuru kök ağırlığı (g/saksı), bitkilerin tüm toprak altı aksamaları topraktan ayrılıp temizlenerek 65 °C'de iki gün kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılmış ve veriler kaydedilmiştir. Kuru ot verimi (g/saksı), toprak seviyesinden biçilen bitkiler, ön temizlikleri yapıp, çeşme ve saf su ile yıkanarak etüvde 65 °C de kurutulduktan sonra hassas teraziyle tartılarak verimleri saptanmış, ardından tüm bitkiler değirmende öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Bu bağlamda bitki örneklerinde bitki besin elementlerinden azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) elementleri belirlenmiştir. Bitki örneklerinde N analizi modifiye Kjeldahl yöntemine (Bremner, 1965)'e göre, P, K, Ca ve Mg ise yaş yakma (HNO₃:HClO₄; 4:1) sonrası elde edilen ekstraktta P, vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrik olarak (Lott ve ark., 1956), K ve Ca alev flame (alev) fotometre

ile Mg ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Sonuçlar kuru madde üzerinden saptanmıştır.

Çalışmamızdan elde edilen veriler, tek faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuş (Yurtsever, 1984) ve ortaya çıkan farklılıklar LSD testi (%1) ile gruplara ayrılarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bitki boyu

İstatistiki analiz sonuçları, bitki boyu üzerinde sulama dozlarının önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir (Çizelge 2). Çalışmamızda, bitki boylarının 11.6 cm ile 20.9 cm arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. En yüksek bitki boyu 20.9 cm ile TK-100 sulama dozu uygulanan bitkilerde kaydedilirken onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan TK-80, TK-60 ve TK-40 sulama dozları uygulamaları (sırasıyla, 19.9, 19.0, 18.6 cm) izlemiştir. En düşük bitki boyu ise 11.6 cm ile TK-20 sulama dozu uygulanan bitkilerde saptanmıştır. Araştırma bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, sulama dozu arttıkça bitki boyunun da yükseldiği ancak

TK-40'tan sonra olan sulama dozları arasında istatistiki açıdan önemli fark olmadığı belirlenmiştir. TK-20 sulama dozundaki bu durum su eksikliğinin erken etkilerinden birisi olan fotosentez oranındaki düşüş nedeni ile vejetatif büyümedeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Kurak koşulların olduğu ilk dönemlerde, bitki daha fazla suya ulaşabilmek için gövde uzamasını yavaşlatıp kök gelişimini teşvik ettiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Williams ve ark., 2013; Öztürk, 2015).

Ekren ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada *Ocimum basilicum* bitkisine, tarla kapasitesi I₁₀₀: %100 ve tarla kapasitesinin I₅₀: %50, I₇₅: %75 ve I₁₂₅: %125 oranlarında sulama dozları uygulanmış ve artan sulama dozları ile bitki boylarının da doğru orantılı bir şekilde yükseldiği vurgulanmıştır. Aydınsakir ve ark. (2013) iki farklı mısır genotipine, tarla kapasitesi I₁₀₀: %100 ve tarla kapasitesinin I₅₀: %50, I₇₅: %75, I₂₅: %25 ve hiç su uygulanmayan I₀: %0 sulama dozlarını uygulamış olup en uzun bitkilerin I₁₀₀: %100 ve en kısa bitkilerin de I₀: %0 dozlarında elde ettikleri sonuçlar ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 2. Farklı sulama dozlarının çayır düğmesinde verim ve bazı verim özelliklerine etkisi

Sulama Dozu	Bitki boyu (cm)	Kuru ot verimi (g/saksı)	Kuru kök ağırlığı (g/saksı)	Ham protein oranı (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
TK-20	11.6 b	1.47 c	0.71 c	10.3 d	1.65 d	0.19 d	1.70 c	1.38 c	0.43 c
TK-40	18.6 a	5.21 b	6.93 ab	10.8 d	1.72 d	0.21bc	1.77 c	1.40 c	0.46 bc
TK-60	19.0 a	7.31 ab	9.55 ab	11.5 c	1.85 c	0.21 bc	1.94 b	1.44 bc	0.51 bc
TK-80	19.9 a	8.04 a	9.79 a	13.0 b	2.07 b	0.23 b	2.04 b	1.53 b	0.54 b
TK-100	20.9 a	6.36 ab	6.62 b	14.0 a	2.25 a	0.26 a	2.24 a	1.68 a	0.66 a
Ortalama	18.0	5.68	6.72	11.9	1.91	0.22	1.94	1.48	0.52
LSD (0.01)	3.9	2.33	3.16	0.67	0.11	0.02	0.12	0.09	0.08

Kuru ot verimi

Analiz sonuçları, kuru ot verimi üzerinde sulama dozlarının önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. En yüksek kuru ot verimi 8.04 g/saksı ile TK-80 sulama dozu uygulanan saksılarda saptanırken, en düşük kuru ot verimi 1.47 g/saksı ile TK-20 sulama dozu uygulanan saksılarda

belirlenmiştir. Çalışmamızda kuru ot verimi, sulama dozu seviyeleri TK-20'den TK-80'e doğru gidildikçe önemli derecede bir artış göstermiştir. TK-100 sulama dozuna gelindiğinde kuru ot veriminde rakamsal olarak bir azalış gerçekleşmiş ancak TK-60, TK-80 ve TK-100 sulama dozları istatistiki olarak aynı grupta yer

almıştır. Kuraklık stresinin bitkilerdeki hasarı özellikle yapraklardaki su oranının düşmesi ile stomaların kapanması ve bunun bağlı olarak yaprak sıcaklığının artması ile membran sistemlerinin zarar görmesiyle oluşan sıralı şekilde devam eden hücre ölümleridir. Bu şekilde yaşamlarına devam etmeye çalışan bitkilerin, kuraklık stresi olmadan yetişen bitkilere göre daha düşük bir ot üretimine sahip olma eğilimindedirler (Farooq ve ark., 2009; Dolferus, 2014). Tritikale bitkisinde değişik sulama dozları (TK-50, TK-75 ve TK-100) üzerinde çalışan Geren ve ark. (2011), en yüksek kuru madde verimini TK-75 sulama dozundan elde etmişlerdir. Salemi ve ark. (2011) tarafından mısır bitkisinde kurak koşullarda yapılan bir tarla çalışmasında kontrol (bölgedeki üretici uygulamaları ile aynı zamanda ve dozda), %100, %80 ve %60 sulama dozları uygulanmıştır. Araştırmacılar, tane verimi (kontrol:927, %100:945, %80:925, %60:837 kg/da) açısından %60 sulama dozu hariç diğer dozlar arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Yonca bitkisinde, sınırlı sulama dozları uygulanarak yapılan bir çalışmada %100, %75 ve %50 sulama dozları uygulanmış olup araştırmacılar en yüksek yem veriminin %100 sulama dozu ile 835 kg/da, %75 sulama dozu ile 697 kg/da ve %50 sulama dozu ile 592 kg/da olduğunu saptamışlardır (Jafarian ve ark., 2016).

Kuru kök ağırlığı

Yapılan istatistiki analiz sonuçları, kuru kök ağırlığı üzerinde sulama dozlarının önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Rakamsal olarak en yüksek kuru kök ağırlığı 9.79 g/saksı ile TK-80, en düşük kuru kök ağırlığı ise 0.71 g/saksı ile TK-20 sulama dozu uygulamasında belirlenmiştir. Ayrıca sulama dozu arttıkça, bir başka ifadeyle TK-20'den TK-80'e doğru gidildikçe kuru kök ağırlığının arttığı (0.71, 6.93, 9.55, 9.79, 6.62 g/saksı) ancak TK-100 dozuna gelindiğinde bir azalma olduğu ve ayrıca TK-40, TK-60 ve TK-80 sulama dozlarının istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır. Bitkilerde yaşanan

su stresi, sürgün ve kök meristemlerindeki hücre bölünmesini ve hücre genişlemesini durdurarak bitkilerin hem hacimsel hem de kütleli olarak büyümesini azaltmaktadır. Bu durum su noksanlığı stresinden kaynaklı fotosentez seviyesinin düşmesi ile doğrudan ilgilidir (Anjum ve ark., 2011).

Geren ve Geren (2015) tarafından kinoa bitkisine 5 farklı sulama dozu (TK-20, TK-40, TK-60, TK-80 ve TK-100) uygulanmış ve TK-20 uygulamasında 8.5 g/bitki olan kuru kök ağırlığının, TK-40, TK-60 uygulamalarında sırasıyla 12.3 ve 21.5 g/bitkiye yükseldiği ancak TK-80 ve TK-100 uygulamalarında (sırasıyla, 17.8 ve 16.3 g/bitki) TK-20 dozuna göre artış olsa da belirli bir miktar azalma tespit edilmiştir. Özduven (2016), yazlık kabak bitkisinde %50 ve %100 sulama dozları ile yürüttüğü bir çalışmada, %100 sulama yapılan bitkilerin kuru kök ağırlıklarının 5.44 g ve %50 sulama yapılan bitkilerin kuru kök ağırlıklarının 8.77 g olarak belirttikleri çalışma ile elde edilen sonuçlar benzerlik göstermiştir.

Ham protein oranı

Çayır düğmesinde HP oranı sulama suyu miktarına göre farklılık göstermiş istatistiki olarak %1 önem düzeyinde etkili olmuştur. En yüksek HP oranı %14.0 ile TK-100 uygulamasında belirlenirken, en düşük HP oranı ise %10.3 ile TK-20 ve %10.8 ile TK-40 uygulamalarında saptanmıştır. Erol (1998)'in %10.5-13.2, İpek ve Sevimay (2002)'in %11.73-16.64 ve Kaplan ve ark. (2014)'ün %6.7-20.7 olarak belirttiği çayır düğmesi HP oranı değerleriyle benzerlik göstermektedir. Geze (2013) tarafından birinci biçim için HP oranı %14.5, ikinci biçim için %15.0 ve üçüncü biçim için %17.9 değerlerine göre farklılık göstermiştir.

Azot

Yaprak N içeriği sulama seviyesindeki azalmaya paralel olarak önemli düzeyde azalmış ve sulama suyu miktarına göre farklılık göstermiş istatistiki olarak %1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Bitkilerdeki toplam N %1.65-2.25 aralığında değişim göstermiş, uygulamalara

göre en yüksek toplam N değeri %2.25 TK-100 uygulamasında belirlenirken en düşük ise %1.65 ile TK-20 uygulamasında belirlenmiştir. Uzun bir kuraklık dönemi yaşayan topraklarda, azot hareketliliği su eksikliği yaşayan toprak tarafından kısıtlanmaktadır (DaMatta ve ark., 2002). Kuraklık stresine bağlı olarak bitkilerdeki N oranının azalma eğilimi gösterdiği birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Ruiz-Lozano ve Azcon 1996; Silveira ve ark., 2001). Bir buğdaygil yem bitkisi olan dev kralotu (*Pennisetum hybridum*)'da farklı su seviyelerinin (TK-100, TK-80, TK-60 ve TK-40) azot içeriğine etkisini inceleyen Geren ve ark. (2014), su seviyeleri azaldıkça azot içeriklerinin sırasıyla %1.58, %1.52, %1.10 ve %0.90'a oranında düştüğünü bildirmişlerdir. Kuraklık koşulları altında, azalan transpirasyon hızı, köklerden sürgünlere N taşınmasını azalttığı, böylece N alımını sınırladığı belirtilmiştir (Tanguilig ve ark., 1987).

Fosfor

Uygulamaların P üzerine etkisi istatistiki olarak % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Fosfor miktarı %0.19-0.26 olarak hesaplanmıştır. En düşük P %0.19 ile TK-20 uygulamasında, en yüksek P %0.26 ile TK-100 uygulamasında belirlenmiştir. Su kısıntısının azalmasına bağlı olarak P artış göstermiştir. Jin ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada kuraklık stresinin soya bitkisinde tanede P birikimi ve taşınımını azaltırken, köklerdeki azot oranı ve tanedeki HP oranını arttırdığını bildirmişlerdir. Ektiren ve Değirmenci (2018), kısıtlı su uygulamaları (S₁₀₀ (tarla kapasitesi tamamı), S₇₅, S₅₀, S₀) ile ilgili yürüttükleri bir çalışmada pamuk bitkisinin P oranlarının artan sulama dozları (S₀'dan S₁₀₀'e gidildikçe %26 artış) ile yükseldiğini bildirmişlerdir.

Potasyum

Potasyum elementi uygulamalara göre farklılık göstermiş ve istatistiki olarak %1 önem düzeyinde etkili olmuştur. TK-100 uygulamasında K %2.24 ile en yüksek, TK-20 uygulamasında %1.70 ile en düşük

değeri almıştır. Bitkilerde stoma açma mekanizmasının K⁺ konsantrasyonu tarafından yönetildiği bilinmekte olup kuraklık stresi şiddetli hale geldiğinde stomaların genellikle kapanmasının bitkideki K oranının azalmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Larcher, 2006; Taiz ve Zeiger 2006; Mahouachi, 2007; Turan ve ark., 2020). Kuraklık süresi ve etkisinin artmasıyla birlikte, K konsantrasyonunun azaldığı belirtilmiştir (McWilliams, 2003). Çalışmamızda su seviyesi azaldıkça bitki bünyesindeki K içeriklerinin de düşmesi, bulgularımızın yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olduğunu göstermektedir.

Kalsiyum

Kalsiyum elementi üzerine su uygulamalarının etkisi istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki bünyesindeki Ca konsantrasyonu %1.38-1.68 aralığında değişim göstermiştir. TK-100 uygulamasında Ca %1.68 ile en yüksek, TK-20 uygulamasında %1.38 ile en düşük değer saptanmıştır. Kuraklığın yaşandığı stres koşulları altında bitkilerin Ca birikiminin azalması P ve K iyonları ile de rekabete girmesinden kaynaklanmaktadır. Yeterli sulama yapılarak yetiştirilen mısır bitkisinde Ca, P ve K elementlerinin birikimleri sırasıyla; %91, %40 ve %71 oranlarında değişim göstermiştir (Jenne ve ark., 1958). Akdeniz iklimi koşullarında köpek dişi (*Cynodon dactylon*) bitkisinde yapılan bir çalışmada Ca oranının kurak koşullarda yükseldiği vurgulanmıştır (Utrillas ve ark., 1995). Buna karşılık Kılıçaslan ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ise azalan su seviyelerinin (%100, %80 ve %60) fasulye bitkisindeki Ca elementini önemli ölçüde azalttığı vurgulanmıştır.

Su azlığı terlemeyi yavaşlattığı için kuraklık Ca eksikliği belirtilerini artırdığı, bitki içindeki su hareketinin azalması ile gelişmekte olan yapraklara ve meyvelere taşınan Ca miktarı azalma eğilimi göstermektedir (Bradfield ve Guttridge, 1984). Mevcut çalışmada çayır düğmesinin maruz kaldığı su stresi arttıkça, bünyedeki

Ca yoğunluğunun azaldığı saptanmış olup, Ca için ana giriş bölgesi, epidermis hücre duvarlarının kök ucu bölgesidir. Kuraklık altında, kök büyümesini engelleyen herhangi bir faktör de Ca'un bitki tarafından alınımını azaltır (Kirkby ve Pilbeam, 1984).

Magnezyum

Magnezyum uygulamalara göre %1 düzeyinde farklılık göstermiş ve Mg içeriği %0.43-0.66 arasında saptanmıştır. TK-100 uygulamasında %0.66 ile en yüksek, TK-20 uygulamasında ise %0.43 ile en düşük değeri almıştır. Geze (2013) tarafından bizim zamanlarına göre Mg değerinin %0.23-0.27 aralığında belirttiği sonuçlardan, yüksek Mg değeri saptanmıştır. Merhaut (2007) bitki köklerinin normal gelişme dönemini sürdürmek için yeterli Mg absorbe edememesinin nedenini kısıtlı su koşulları altında fizyolojik olarak magnezyumun yarayışlı etkinliğinin azalmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Kılıçaslan ve ark. (2020) tarafından kuraklık stresinin fasulye bitkisindeki etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, azalan su seviyelerinin (%100, %80 ve %60) bitkinin yaprak, gövde ve kök kısımlarındaki magnezyum elementinin içeriğinin önemli oranda azaldığını belirtmiştir.

SONUÇ

Küresel iklim değişikliği ile kronik bir doğal afet haline gelmeye başlayan bitkilerdeki kuraklık stresi tarımsal üretimi etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bitkilerde kuraklığa dayanıklılık mekanizmalarının anlaşılması ve üretiminin sürdürülebilir olması kuraklık problemini çözmek için etkili bir yaklaşımı simgelemektedir. Çalışmamızda erken dönemde kısıtlı su (TK-100, TK-80, TK-60, TK-40 ve TK-20) uygulamasına maruz bırakılan çayır düğmesinde; kuraklık arttıkça bitki besin maddesi ve ham protein oranının azaldığı saptanmıştır. En yüksek kuru ot verimi TK-80 sulama uygulamasından elde edilmesine karşılık, TK-100, TK-80 ve TK-60 dozları arasında istatistiksel fark saptanmaması, daha detaylı

çalışmaların yapılması gerektiğini akla getirmektedir.

KAYNAKLAR

Andrabi, S.M., Rehman, W., Reshi, Z.A., Naqshi, A.R., Ganie, A.H. 2012. *Sanguisorba minor* Scop. (Rosaceae), a new addition to the Indian flora. Taiwania, 57(4): 410-412.

Anjum, S.A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C., Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6: 2026-2032.

Aydinsakir, K., Erdal, S., Büyüktaş, D., Baştuğ, R., Toker, R. 2013. The influence of regular deficit irrigation applications on water use, yield, and quality components of two corn (*Zea mays* L.) genotypes. Agricultural Water Management, 128: 65-71.

Bradfield, E.G., Guttridge, C.G. 1984. Effects of high humidity and nutrient solution concentration on the Ca content of tomato fruit. Scientia Hort. 22: 207-217.

Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen', in C. A. Black (Ed.) Methods of Soil Analysis Part 2, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA. 1149-1178.

Buckland, S.M., Grime, J.P., Hodgson, J.G., Thompson, K. 1997. A comparison of plant responses to the extreme drought of 1995 in northern England. Journal of Ecology, 85: 875-883.

Cronquist, A., Holmgren, N., Holmgren, P. 1997. Intermountain flora, vascular plants of the intermountain West, U.S.A. Volume 3 part A Subclass Rosidae (except Fabales). The New York Botanical Garden. 446 p.

DaMatta, F., Loos, R.A., Silva, E.A., Loureiro, M.E., Ducatti, C. 2002. Effects of soil water deficit and nitrogen nutrition on water relations and photosynthesis of pot-grown *Coffea canephora* Pierra. Trees, 16: 555-558.

Dolferus, R. 2014. To grow or not to grow: A stressful decision for plants. Plant Science, 2229: 247-261.

Douglas, G.B., Robertson, A.G., Chu, A.C.P., Gordon, I.L. 1990. Establishment and growth of sheep's burnet in the lower North Island of New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 33(3): 385-394.

Ekren, S., Sönmez, Ç., Özçakal, E., Kurttas, Y.S.K., Bayram, E., Gürgülü, H. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural Water Management*, 109: 155-161.

Ektiren, Y., Değirmenci, H. 2018. Kısıntılı sulama uygulamalarının pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) yaprak bitki besin elementlerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5): 691-698.

Erol, T. 1998. Farklı biçim devrelerinin çayır düğmesinde (*Sanguisorba minor* Scop.) yem verimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 185-212.

Fryer, J.L. 2008. *Sanguisorba minor*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Available from: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/forb/sanmin/all.html>

Geren, H., Geren, H. 2015. A preliminary study on the effect of different irrigation water levels on the grain yield and related characteristics of quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. 26th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, Sarajevo, (Sarajevo, Bosnia And Herzegovina), 269-272.

Geren, H., Simic, A., 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, 1: 235-238.

Geren, H., Simic, A., Kavut, Y.T., Avcioğlu, R. 2014. Effect of deficit irrigation on the biomass yield and related characteristics of Giant King Grass *Pennisetum hybridum*. 25th International Scientific Expert Congress on Agriculture and Food Industry, 25-27 September, İzmir, p:124.

Geze, M. 2013. Yozgat koşullarında yapay mera tesisinde kullanılacak uygun yem bitkileri karışımlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gür, İ., Şan, B. 2017. Su stresinin armut yetiştiriciliğinde kullanılan anaçlarda morfolojik değişimler üzerinde etkileri. *Meyve Bilimi Dergisi*, 4(1): 17-22.

İpek, A., Sevimay, C.S. 2002. Çayır düğmesi (*Sanguisorba minor* Scop.)'nde azotlu gübrelemenin yem verimine ve verim özelliklerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 8(4): 274-279.

Jafarian, S., Chaichi, M.R., Moradighaderijani, M. 2016. Effects of surfactant and limited irrigation on forage yield and quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 10(1): 76-80.

Jenne, E., Rhoades, H., Yien, C., Howe, O. 1958. Change in nutrient element accumulation by corn with depletion of soil moisture. *Agronomy Journal*, 50: 71-80.

Jin, J., Wang, G., Liu, X., Pan, X., Herbert, S.J., Tang, C. 2006. Interaction between phosphorus nutrition and drought on grain yield, and assimilation of phosphorus and nitrogen in two soybean cultivars differing in protein concentration in grains. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1433-1449.

Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, 2. Basım, Ankara, 912s.

Kaplan, M., Kamalak, A., Kasra, A.A., Güven, İ. 2014. Effect of maturity stages on potential nutritive value, methane production and condensed tannin content of *Sanguisorba minor* Hay. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 20(3): 445-449.

Keten, M., Değirmenci, H. 2020. Farklı sulama seviyeleri altında yetiştirilen ikinci ürün silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin yaprak su potansiyellerinin karşılaştırılması. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 4(4): 865-874.

Kılıçaslan, S.C., Yıldırım, E., Ekinci, M., Kul, R. 2020. Kuraklık stresinin fasulyede bitki gelişimi, bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 36(2): 264-273.

Kirkby, E.A., Pilbeam, D.J. 1984. Calcium as a plant nutrient. Plant Cell Environ 7:397-405.

Larcher, W. 2006. Physiological Plant Ecology. 4rd ed. Rima, São Carlos, 550 pp.

Lott, W.L., Nery, J.P., Gall, J.R., Medcoff, J.C. 1956. Leaf analysis technique in coffee research, I.B.E.C. Research Institute Publishing, 9: 21-24.

Mahouachi, J. 2007. Growth and mineral nutrient content of developing fruit on banana plants (*Musa acuminata* AAA, 'Grand Nain') subjected to water stress and recovery. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 82: 839-844.

Merhaut, D.J. 2007. Magnesium. In: Barker AV, Pilbeam DJ (Eds) Handbook of Plant Nutrition (1st Edn), CRC Taylor and Francis, NY, pp 145-181.

McWilliams, D. 2003. Drought strategies for cotton, cooperative extension service circular 582, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University, USA

Mülayim, M., Acar, R., Demirbağ, N.Ş. 2009. Çayır düğmesi (*Sanguisorba minor*) buğdaygil ve diğer familyalardan yem bitkileri. Cilt III, T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, İzmir. S:757-764.

Örs, S., Ekinci, M. 2015. Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi. Derim, 32(2): 237-250.

Özdüven, F.F. 2016. Salisilik asit uygulamalarının farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen yazlık kabakta (*Cucurbita pepo* l.) bitki gelişimi ve verime

etkileri. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Öztürk, N.Z. 2015. Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(5): 307-315.

Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R. 1996. Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants. Agriculture, Ecosystems and Environment, 60: 175-181.

Salemi, H., Soom, M.A.M., Lee, T.S., Yusoff, M.K., Ahmad, Desa. 2011. Effects of deficit irrigation on water productivity and maize yields in arid regions of Iran. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, 34 (2): 207 – 216.

Sevimay, C.S. 1997. Çayır düğmesi (*Sanguisorba minor* Scop.) bitkisinin yem bitkileri tarımındaki önemi. Karınca Kooperatif Postası, 726: 18-20.

Seydoşoğlu, S. 2018. Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi. Türkiye Ormanlık Dergisi, 19(4): 368-373.

Silveira, J.A.G., Costa, R.C.L., Oliveira, J.T.A. 2001. Drought-induced effects and recovery of nitrate assimilation and nodule activity in cowpea plants inoculated with Bradyrhizobium spp. under moderate nitrate level. Brazilian Journal of Microbiology, 32: 187-194.

Tadayyon, A., Nadeali, H. 2014. Effect of drought stress on physiological characteristics of different Salad Burnet ecotypes under different irrigation regimes. Journal of Crops Improvement, 15(4): 79-94.

Taiz, L., Zeiger, E. 2006. Plant Physiology. 4th ed. Sinauer Associates, Massachusetts, 690 pp.

Tanguilig, V.C., Yambao, E.B., O'Toole, J.C., Dedatta, S.K. 1987. Water-stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient-uptake of rice, maize, and soybean. Plant Soil 103:155-168.

Tansı, V., Anlarsal, A.E. 1991. Güneydoğu Anadolu (GAP) bölgesinde küçük çayır düğmesi (*Poterium*

sanguisorba L.) bitkisinde en uygun biçim aralığının saptanması üzerinde bir araştırma. Türkiye 2. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, İzmir, s: 285-291.

Turan, N., Seydoşoğlu, S., Sevilmiş, U., Oluk, C.A. 2020. Determination of macronutrient contents of dry grass of some vetch species in different mixing ratios with barler. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 4(3): 597-608.

Utrillas, M.J., Alegre, L., Simon, E. 1995. Seasonal changes in production and nutrient content of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. subjected to water deficits. Plant and Soil, 175: 153-157.

Viano, J., Masotti, V., Gaydou, E.M. 1999. Nutritional value of Mediterranean sheep's burnet (*Sanguisorba minor* Ssp. *muricata*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 4645-4648.

Yıldırım, Y., Kodal, S. 1998. Effect of irrigation water on corn Ggain yield in

Ankara conditions . Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22(1): 65-70.

Yurtsever, N. 1984. Deneysel istatistik metotlar. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları No:121, Ankara.

Williams, A.P., Allen, C.D., Macalady, A.K., Griffin, D., Woodhouse, C.A., Meko, D.M., Swetnam, T.W., Rauscher, S.A., Seager, R., Grissino- Mayer, H.D., Dean, J.S., Cook, E.R., Gangodagamage, C., Cai, M., McDowell, N.G. 2013. Temperature as a potent driver of regional forest drought stress and tree mortality. Nature Climate Change, 3:292–297.

Wills, B.J., Sheppard, J.S., Begg, J.S.C. 1987. Evaluation of alternative dryland pasture plants and browse shrubs for soil conservation in drought-prone Otago grasslands. New Zealand Grassland Association, 48: 115-118.