

Orta Anadolu Şartlarında Farklı Silaj Sorgum Genotiplerinde Su Stresinin Biyokütle Verimi ve Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Ramazan Çağatay ARICI^{1*} Mehmet Ali AVCI²

¹Bahri Dağdaş UTAEM, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

*** Sorumlu Yazar**

Tel.: -

rarici@yahoo.com

Yayın Bilgisi:

Geliş Tarihi: 01.06.2022

Kabul Tarihi: 10.08.2022

Anahtar kelimeler: İklim

değişikliği, kuraklık, su stresi, yem bitkileri

Keywords: Climate change,

drought, forage crops, water stress

Özet

Bu çalışma Konya şartlarında farklı sulama seviyelerinde silajlık sorgum genotiplerinin biyokütle verimi ve bazı tarımsal özellikleri ile sulama suyu kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla 2 yıl süreyle (2020-2021) yürütülmüştür. Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada üç sulama seviyesi ve (I₁:Tam, I₂:% 75 ve I₃:% 50) 23 adet silajlık sorgum genotipi kullanılmış olup, sulama seviyeleri ana parselleri, genotipler ise alt parselleri oluşturmuştur. Çalışmada iki yıllık ortalamalara göre en düşük ve yüksek değerler sırasıyla yeşil ot veriminde 5105 kg/da (I₃)-6467 kg/da (I₁), kuru ot veriminde 1537 kg/da (I₃)-1870 kg/da (I₁), bitki boyunda 212 cm (I₃)-261 cm (I₁), çiçeklenme gün sayısında 79.8 gün (I₁)-81.9 gün (I₃), klorofil içeriğinde 44.3 (I₃)- 46.8 (I₁), bitki örtüsü sıcaklığında 27.6 °C (I₁)- 30.8 °C (I₃)- protein oranında % 9.1 (I₃)- % 9.5 (I₂), protein veriminde 139 kg/da (I₃)- 175 kg/da (I₁), aralığında elde edilirken su stresi arttıkça sulama suyu kullanım etkinliği değerinde artış görülmüştür. Çalışmada kullanılan genotiplerde en düşük ve yüksek yeşil ot verimi sırasıyla I₃ sulama konusundaki 18 nolu genotip (3791 kg/da) ve I₁ konusundaki 6 nolu (8722 kg/da) genotipten elde edilmiştir.

Determination of Forage Yield and Some Quality Characteristics of Silage Sorghum Genotypes at Different Water Stress Levels

Abstract

This study was carried out for 2 years (2020-2021) to determine the biomass yield and some agricultural characteristics with irrigation water use efficiency of silage sorghum genotypes at different irrigation levels in Konya conditions. The study carried out according to the Randomized Complete Block Design arranged in split plots experimental design, 23 silage sorghum genotypes were used at three irrigation levels (I₁: Full irrigation; I₂: 75% of full irrigation; I₃: 50% of full irrigation) and irrigation levels formed the main plots and the genotypes formed the sub-plots. In the study, the lowest and highest values according to the two-year averages in fresh forage yield varied between 5105 kg da⁻¹ (I₃) - 6467 kg da⁻¹ (I₁), dry biomass yield between 1537 kg da⁻¹ (I₃)-1870 kg da⁻¹ (I₁), plant height between 212 cm (I₃) - 261 cm (I₁), days to flowering between 79.8 day (I₁)-81.9 day (I₃), chlorophyll value between 44.3 (I₃)- 46.8 (I₁), canopy temperature value between 27.6 °C (I₁)- 30.8 °C (I₃), protein ratio between % 9.1 (I₃)- % 9.5 (I₂), protein yield between 139 kg da⁻¹ (I₃)- 175 kg da⁻¹ (I₁), while the water stress increased, the irrigation water usage efficiency value also increased. The genotypes used in the study, the lowest and highest green forage yields were obtained from the genotypes 18 (3791 kg da⁻¹) for I₃ irrigation and 6 (8722 kg da⁻¹) for I₁ irrigation, respectively.

Giriş

Sorgum yüksek ve kaliteli ot verimine sahip olup, benzer bitkilere göre daha suyu daha az tüketen ve sorunlu alanlarda yetişebilen ve farklı ekolojilere uyum sağlayan bir C4 bitkisidir.

Dünyada artan nüfusla birlikte birçok ülkede başta kuraklık ve su kıtlığı olmak üzere, tarımsal üretimi ve gıdaya ulaşımı tehdit eden küresel iklim değişikliği önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel iklim değişikliği ile birlikte dünyanın birçok alanında oluşan sıcaklık ve yağış rejimindeki düzensizlikle birlikte bazı bölgelerde seller oluşurken önemli bir alanda da kuraklık ve su kıtlığı ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Birçok sektörün olumsuz etkilendiği kuraklıktan en fazla etkilenen sektör tarım alanları olup gelişmiş ülkelerde bile tarımsal üretimin temel sorunlarından birisidir. Dünyada, karasal iklimin yaklaşık % 16' sına tekabül eden 21-22 milyon km² alanın kurak ve yarı kurak bölgeler olduğu kabul edilmekte olup, su kaynaklarının ve yağışın yetersizliğinden kaynaklanan kuraklık sorununu çözmek ve tarımı daha sürdürülebilir duruma getirmek, kurağa daha toleranslı tarım ürünlerinin ve teknolojilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır (Kaplukan, 2013). Gıda ve diğer tarımsal ürünlerin üretimi için gerekli olan su, yerüstü tatlı su kaynakları ve yeraltı sularından çekilen suyun yaklaşık % 70' ine tekabül eden 3.100 milyar m³ 'üne denk gelmektedir. Su kaynakları randımanlı bir şekilde kullanılmaz ise, bu miktarın 2030 yılına kadar 4.500 milyar m³ e yükseleceği bildirilmektedir (WEF, 2011). Tarım alanı ve su kaynaklarında bir artış olmadığı öngörüldüğünde 2050 yılına kadar tarımsal üretimde kullanılan su tüketiminin % 70-90 oranında artması beklenmektedir.

İklim değişikliği ve kuraklığın dünya genelindeki olumsuz etkileri, ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında daha şiddetli bir etkiye sahip olması muhtemel bir durum olup, özellikle su kaynakları ve yağış rejimi üzerine olumsuz etkileri beklenmektedir.

Türkiye'nin yıllık yağış ortalaması 574 mm olup, bu değer bölgelere göre önemli farklılıklar göstermekte olup, özellikle tarla tarımının yoğun yapıldığı ve ülke tarım topraklarının önemli kısmını barındıran İç Anadolu (407 mm) ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde (532 mm) çok daha düşüktür (Anonim, 2020).

İklim değişikliğinin sonuçlarının olumsuz etkileyeceği bölgelerden birisi olarak kabul edilen Konya kapalı havzası su kaynakları bakımından çokta zengin olmayan ve sulamada yeraltı sularının yoğun kullanıldığı bir bölgedir. Bölgede yılda çekilen su miktarı yaklaşık 2.6 milyar m³ olmasına rağmen emniyetli su miktarı 1.8 milyar m³ olarak öngörülmektedir. Bu durum yağışlarında azalması

ile birlikte her yıl su açığının oluşmasına neden olmaktadır (Anonymous, 2009).

Bununla birlikte bölgede yoğun bir hayvancılık yapılmakta olup, TÜİK (2017) verilerine göre bölge büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı açısından (küçükbaş sayısı ülke genelinin % 13'ü, büyükbaş sayısı ise % 5'i) ülkede ilk sıralarda yer almakta olup, kaba yem ihtiyacı da önemli oranda artmıştır. Bölgede önemli oranda mera olmasına rağmen bu meraların büyük kısmının vasfını kaybetmesi ve çok düşük ot verimine sahip olmasından dolayı kaba yem açığı oluşmakta ve bölgeye ülke içindeki başka bölgelerden yüksek maliyetle kaba yem transferi gerçekleşmektedir. Bununla birlikte bölgede üretilen kaba yemin önemli kısmı sulanan alanlarda üretilmekte olup, bu durum su kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Bölgenin hayvan potansiyeli, toprak ve iklim yapısı ile su kaynakları dikkate alınarak planlanacak sürdürülebilir bir tarımsal üretim için suyu etkin kullanan, kuraklığa toleranslı ve bu benzer amaçlı bitkilere göre daha fazla ve kaliteli biyokütle üretebilen ve su kaynakları üzerine baskıyı azaltan yeni yem bitkilerinin bölgede yaygınlaşması önem arz etmektedir. Bu açıdan bakıldığında sorgum bu bölge için önemli bir bitki olup, yüksek sıcaklık, sınırlı yağış ve toprak verimliliği düşük olan alanlarda adaptasyon kabiliyeti oldukça iyi olan sorgum bitkisi aynı zamanda ek sulamaya olumlu tepki gösterebilen bir bitki olarak öne çıkmaktadır (Wani ve ark., 2012).

Mısıra göre daha fazla kök biyokütlesine sahip olan (House, 1985) sorgum mısır ve diğer bitkilere göre suyu (House, 1985; Sanderson ve ark., 1992; Howell ve ark., 2008) ve besin elementlerini (N, P, K) daha etkili kullanarak daha fazla biyokütle üretmektedir (Kimbrough, 1990; Bean ve ark., 2002).

Silajlık sorgum hayvancılıkta özellikle kurak dönemlerde stabil durumuna geçebilmesi, yüksek sıcaklık ve kuraklara daha çok dayanabilmesi, biçimden sonra yeniden hızlı bir şekilde büyüebilmesi, zararlı ve hastalıklara daha fazla dayanıklı olması nedeniyle de mısıra alternatif olarak kullanılacak bir bitki olarak ön plana çıkmaktadır.

Konya ekolojik şartlarında 2020 ve 2021 yetiştirme dönemlerinde iki yıl süre ile yürütülen bu çalışma ile ülkemizde önemli bir tarım alanına sahip olan ve su kaynakları ve yağışın yeterli olmadığı Konya Kapalı Havzası ve benzer bölgelerinde su kaynaklarını daha etkin kullanan kurak koşullara benzer bitkilere göre daha iyi tolerans gösterebilen sorgum bitkisinde yurt dışından temin edilen silajlık sorgum genotiplerinin farklı su stresi seviyelerindeki yeşil ve kuru ot verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Çalışma 2020 ve 2021 yıllarında Konya

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü sahasında (37° 86' 03.41" K ve 32° 55' 63.64" D) yürütülmüştür. Çalışma alanı karasal iklim özelliklerinde, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Bölge 320 mm uzun yıllar yağış ortalamasına sahip olup, yağış rejimi düzensizdir. Yağışın önemli kısmı kış aylarında düşmektedir.

Çalışma yıllarında sorgumun yetiştirme dönemi olan Mayıs-Ağustos arası yağış miktarı 2020 yılında 74.3 mm olurken, 2021 yılında ise

34.6 mm olarak gerçekleşmiştir. Bölgenin uzun yıllar Mayıs-Ağustos arası yağış miktarı 82.4 mm olmuştur (Çizelge 1).

Çalışmanın yürütüldüğü alan killi-tınlı yapıda bir bünyeye sahip olup, organik maddesi % 2.3, pH 7.4 olup, kireç miktarı ise % 23.5 olarak belirlenmiştir. Tuz sorunu olmayan çalışma alanına ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Çalışmada USDA'dan temin edilen 20 silajlık sorgum genotipi ve 3 şahit çeşit olmak

Çizelge 1. Deneme alanına ait yağış ve sıcaklık değerleri

Yıl	AYLAR	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Ort./Top.
Uzun Yıllar 1929-2020	Ort.Sic. (°C)	15.9	20.1	23.5	23.3	20.7
	Mak.Sic.(°C)	22.4	26.7	36.6	30.2	29.0
	Min.Sic.(°C)	8.6	12.6	15.9	15.6	13.2
	Yağış (mm)	43.4	25.7	7.0	6.3	82.4
2020	Ort.Sic. (°C)	16.2	20.3	25.5	23.8	21.5
	Mak.Sic.(°C)	34.5	34.4	36.2	36.3	35.4
	Min.Sic.(°C)	0.3	5.8	11.5	8.3	6.5
	Yağış (mm)	41.7	20.1	7.5	5.0	74.3
2021	Ort.Sic. (°C)	18.3	19.0	24.0	24.0	21.3
	Mak.Sic.(°C)	33.4	31.9	38.2	37.2	35.2
	Min.Sic.(°C)	0.7	4.0	9.1	10.9	6.2
	Yağış (mm)	7.0	19.5	0.1	8.0	34.6

Çizelge 2. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye	TK (%)	SN (%)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	pH	EC (dSm ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
0-30	7.42	22.8	19.1	SCL	26	17	1.22	7.6	0.80	34.4	2.69	14.5	113
30-60	16	21	63	C	24.5	12.6	1.30	8.2	0.45	44.1	0.71	5.7	26
60-90	16.0	21	63.3	C	28	15.4	1.22	8.2	0.44	29.4	0.6	2.6	24

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan genotipler

Sıra No	USDA Accession	Ülke
1	PI 155519	South Africa
2	PI 181081	Sudan
3	PI 501080	Tanzania
4	PI 501083	Tanzania
5	PI 501106	Turkey
6	PI 552851	Taiwan
7	PI 560351	Mexico,Sonora
8	PI 560355	İndia
9	PI 591005	Mexico
10	PI 599917	Ethiopia
11	PI 599933	Ethiopia
12	PI 601833	Ethiopia
13	PI 601858	Ethiopia
14	PI 601914	Ethiopia
15	PI 601925	Ethiopia
16	PI 602830	Ethiopia
17	PI 602844	Ethiopia
18	PI 602851	Ethiopia
19	PI 602852	Ethiopia
20	PI 602859	Ethiopia
21	Rox	Türkiye
22	E.Sumac	Türkiye
23	Nes	Türkiye

Her iki deneme yılında da ilk toprak hazırlığı kulaklı pullukla yapıldıktan sonra ekimden önce ikileme işlemi yapılmış ve tarla ekime hazır hale getirilmiştir. Toprak hazırlığı ile birlikte analiz sonuçları dikkate alınarak dekara 10 kg fosfor ve 4 kg azot verilmiştir. Azotlu gübrenin kalan kısmı damla sulama sistemiyle parçalar halinde verilerek 15 kg/da tamamlanmıştır. Ekim işlemi altı sıra olacak şekilde deneme mibzeri ile ilk yıl 05 Mayıs, 2021 yılında ise 6 Mayıs tarihinde 45 cm sıra arası ve 5 cm sıra üzeri ekim normunda yapılmıştır. Parsel alanı 5 m uzunluk x 2.7 m genişlik olmak üzere toplam 13.5 m² olarak tasarlanmıştır. Hasat yanlardan ve sıra uçlarından kenar tesirleri atılarak hamur olum döneminde ortadaki sıralar motorlu tırpan ile biçilerek yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi mekanik ve kimyasal olarak yapılmıştır.

Çalışmada basınç ayarlı damla sulama sistemi kullanılmış olup, her sıraya bir lateral olacak şekilde 2 l/h debiye sahip ve 30 cm damlatıcı aralığı olan borularla sulama

uygulanmıştır. Çalışmada sorgumun etkili kök derinliği olan 0-90 cm derinlikte toprak nemi gravimetrik yöntemle göre takip edilerek uygulanacak sulama suyu miktarları hesaplanmıştır.

Çalışmada üç sulama uygulaması çalışılmış olup, tam sulama (I₁) konusunda deneme alanının hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası belirlendikten sonra 0-90 cm etkili kök derinliğindeki faydalı suyun % 50'sinin tüketildiğinde eşitlik 1'ye göre eksilen su tarla kapasitesine tamamlanmıştır (Kara, 2011).

$$dn = \frac{(TK - MN) \times D}{100} \quad (1)$$

Eşitlikte 1'de;

dn = Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı (mm),

TK = Tarla kapasitesi (hacim %' si olarak), MN = Faydalı su kapasitesinin % 40'ı i tüketildiğinde

dallı darı etkili kök derinliğindeki mevcut nem (Hacim %' si olarak),

D = Etkili kök derinliği (mm)

% 75 sulama konusunda (I_2) I_1 konusuna uygulanacak sulama suyunun % 75'i, % 50 sulama konusunda (I_3) ise I_1 konusuna uygulanacak sulama suyunun % 50'si kadar sulama suyu verilmiştir. Çalışmada ekimden sonra üniform bir çıkış bir çıkış ve toprak nemi tarla kapasitesine getirmek için bütün parsellere ilk yıl 50 mm, ikinci yıl ise 40 mm sulama suyu uygulanmış olup, toplamda 2020 yılında I_1 konusuna 466 mm, I_2 konusuna 362 mm ve I_3 konusuna ise 258 mm, 2021 yılında ise I_1 konusuna 471 mm, I_2 konusuna 364 mm ve I_3 konusuna ise 255 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada ana parselleri sulama seviyeleri, alt parselleri ise genotipler oluşturmuştur.

Çalışmada yeşil ot verimi, kuru ot verimi, bitki boyu, çiçeklenme gün sayısı, klorofil oranı, bitki örtüsü sıcaklığı, protein oranı, protein verimi ve sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) özellikleri incelenmiş olup çalışmada verim ve verim unsurlarına ait gözlemler Mülâyim ve ark. (2009), na göre ve protein analizi ise Soylu ve ark. (2010)' a göre saptanmıştır. Sulama suyu kullanım etkinliği ise Howell ve ark. (1990) tarafından belirtilen eşitlik (Eşitlik 2) kullanılarak belirlenmiştir.

$$IWUE = Y/I \quad (2)$$

Eşitlik 2'de;

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/da/mm),

Y: Kuru biyokütle verimi (kg/da), I: Sulama suyu miktarı (mm), ifade etmektedir.

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar JMP 11.1 istatistik paketiyle varyans analiz yapılmış konular arasındaki gruplandırılmalar LSD testine göre yapılmıştır (JMP 11.1, 2013).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yeşil ve kuru ot verimi (kg/da)

Çalışmada her iki yılda da azalan sulama suyu miktarı ile birlikte yeşil ve kuru ot veriminde azalma olmuştur. İki yıllık ortalamalara göre en düşük ve yüksek yeşil ot verimi sırasıyla I_3 (5105 kg/da) ve I_1 (6467) konularından alınırken en düşük ve yüksek kuru ot değerleride benzer şekilde I_3 (1537 kg/da) ve I_1 (1870 kg/da) sulama konularından gerçekleşmiştir. Çeşit ortalamaları açısından en yüksek yeşil ot verimi 22 numaralı genotipten (7150 kg/da), en düşük verim ise 18 numaralı genotipten (4026 kg/da) elde edilirken, kuru ot verimi açısından en yüksek ve düşük değerler sırasıyla 22 nolu (2045 kg/da) ve 18 nolu (1112 kg/da) genotiplerden elde edilmiştir. Yeşil ot verimi açısından su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde I_1 konusunda en yüksek ve düşük değerler 6 (8722 kg/da) ve 18 nolu (4393 kg/da) genotiplerden, I_2 konusunda 22 (7622 kg/da) ve 18 (3894 kg/da) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla olduğu I_3 konusunda ise en yüksek değer 15 nolu genotipten (5986 kg/da), en düşük değer ise 19 nolu genotipten (3788 kg/da) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Kuru ot verimi açısından bakıldığında en yüksek ve düşük değerler I_1 konusunda 22 (2045 kg/da) ve 18 (1112 kg/da) nolu genotiplerden, I_2 konusunda 17 (2096 kg/da) ve 18 (1105 kg/da) nolu genotiplerden ve I_3 konusunda ise 6 (1867 kg/da) ve 19 (1037 kg/da) nolu genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4). Dahmardeh ve ark. (2015) yarı kurak iklim şartlarında silajlık sorgum bitkisine su tüketimlerinin % 80, % 60 ve % 40'ı oranında sulama yaptıkları çalışmada su stresinin yaş ve kuru ot verimini azalttığını su kullanım etkinliğini ise artırdığını bildirmişlerdir.

Daha önceki çalışmalarda Aydınşakir ve ark. (2018) sorgum da 5 farklı sulama konusunda (%100 - %75 - %50 - %25 - %0) yaş ot verimini 4442 - 9926 kg/da, kuru ot verimini 744 - 2107 kg/da aralığında, bildirirken, Keten ve Değirmenci (2020) yaş ot verimini 3200-6000 kg/da olarak, Özmen (2017)'i se yeşil ot verimini 4003-11812 kg/da, kuru ot verimini 534-2560 kg/da, aralığında bildirmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen yeşil ve kuru ot verimleri önceki çalışmalar ile uyumluluk göstermekte olup, farklılıkların çevre ve genotipten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen yeşil ve kuru ot verimine ait değerler (kg/da)

Genotip (G)	Yeşil ot verimi (kg/da)					Kuru ot verimi (kg/da)				
	Sulama seviyesi (S)					Sulama seviyesi (S)				
	l ₁	l ₂	l ₃	Ort.	l ₁	l ₂	l ₃	Ort.		
1	6814 ^{e-h}	5667	4976 ^{l-u}	5819 ^{v-z+}	5819	1968 ^{f-i}	1750 ^{c-g}	1490 ^{f-p}	1736 ^{q-y}	f-i
2	5929 ^{l-p}	5044	4251 ^{u-}	5075 ^{z++}	5075	1804 ^l	1471 ^{g-p}	1176 ^{r-v}	1484 ^{xy}	k
3	6860 ^{d-g}	6124	5219 ^{h-m}	6068 ^{r-z}	6068	2013 ^{d-g}	1823 ^{c-e}	1528 ^{d-n}	1788 ^{q-u}	d-f
4	5515 ^{m-}	5303	5105 ^{p-x}	5308 ^{s-z}	5308	1557 ^{j-l}	1545 ^{p-t}	1520 ^{q-v}	1541 ^{q-u}	l-k
5	5947 ^{l-p}	5721	5115 ^{k-t}	5594 ^{s-z}	5594	1675 ^{h-j}	1645 ^{j-r}	1501 ^{j-s}	1607 ^{q-v}	h-i
6	8722 ^a	6552	5930 ^{f-i}	7068 ^{l-p}	7068	2393 ^{ab}	1857 ^a	1867 ^{d-l}	2039 ^{d-k}	a
7	7318 ^{b-e}	6156	5311 ^{h-m}	6261 ^{p-x}	6261	2019 ^{de}	1709 ^{c-e}	1554 ^{h-q}	1760 ^{o-t}	d-g
8	7721 ^{bc}	6040	5244 ^{l-n}	6335 ^{q-y}	6335	2336 ^{cd}	1640 ^{ab}	1524 ^{j-t}	1833 ^{q-u}	c-e
9	6881 ^{d-g}	5464	4883 ^{n-w}	5743 ^{w-z+}	5743	2023 ^{g-i}	1624 ^{c-f}	1431 ^{k-t}	1693 ^{s-w}	e-h
10	6404 ^{g-j}	5781	4715 ^{j-s}	5633 ^{x-z+}	5633	1865 ^{h-j}	1710 ^{d-j}	1456 ^{l-q}	1677 ^{r-v}	f-i
11	6347 ^{g-k}	5885	5436 ^{j-r}	5889 ⁿ	5889	1765 ^{e-h}	1648 ^{f-p}	1509 ^{j-s}	1641 ^{q-u}	f-i
12	7558 ^{bc}	6112	5687 ^{h-m}	6452 ^{l-v}	6452	2386 ^{cd}	1876 ^a	1731 ^{d-k}	1998 ^{l-q}	ab
13	6653 ^{f-h}	6242	5357 ^{g-l}	6169 ^{o-x}	6169	1915 ^{d-f}	1925 ^{c-l}	1710 ^{c-h}	1850 ^{l-q}	b-d
14	5968 ^{l-v}	5528	5058 ^{m-v}	5470 ^{t-z+}	5470	1707 ^{l-k}	1588 ^{h-q}	1514 ^{p-s}	1603 ^{q-u}	h-j
15	6837 ^{d-g}	6240	5986 ^{g-l}	6354 ^{l-o}	6354	2042 ^{cd}	1955 ^{c-e}	1851 ^{c-h}	1949 ^{d-m}	a-c
16	5809 ^{j-r}	5180	4546 ^{r-z}	5178 ^{z+}	5178	1764 ^{kl}	1511 ^{f-p}	1363 ^{q-u}	1546 ^{j-t}	g-i
17	7505 ^{b-d}	7204	5440 ^{c-f}	6716 ⁿ	6716	2026 ^{bc}	2096 ^{c-f}	1605 ^{cd}	1909 ^{k-t}	a-c
18	4393 ^{z++}	3894	3791 ^{z++}	4026 ^{z++}	4026	1171 ^m	1105 ^{xy}	1060 ^y	1112 ^{yz}	l
19	4571 ^{y-}	4187	3788 ^{z++}	4182 ^{z++}	4182	1276 ^m	1187 ^{u-y}	1037 ^{xy}	1167 ^{yz}	l
20	5538 ^{m-v}	5011	4223 ^{t-z+}	4924 ^{z++}	4924	1596 ^l	1500 ^{j-u}	1215 ^{q-v}	1437 ^{w-y}	jk
21	5641 ^{l-v}	4844	4294 ^{w-}	4926 ^{z++}	4926	1660 ^l	1474 ^{j-s}	1254 ^{q-v}	1463 ^{v-y}	jk
22	7928 ^b	7620	5903 ^{bc}	7150 ^{l-q}	7150	2419 ^a	2086 ^a	1629 ^{cd}	2045 ^{l-t}	a
23	7234 ^{c-d}	6462	5644 ^{f-j}	6447 ^{l-v}	6447	2125 ^{cd}	1908 ^{bc}	1620 ^{c-l}	1884 ^{j-t}	b-d
Ort.	6467 ^a	5748	5105 ^b	5773 ^c	5773	1870	1675 ^a	1537 ^b	1685 ^c	

Yeşil Ot; CV (0.01)=10.3%, LSD_{0.05} (G)=389.9, LSD_{0.05} (S)=119.1, LSD_{0.05} (S*G)=675.4

Kuru Ot; CV (0.01)=12.6%, LSD_{0.05} (G)=139.8, LSD_{0.05} (S)=51.1, LSD_{0.05} (S*G)=242.1

Bitki boyu ve çiçeklenme gün sayısı

Çalışmanın her iki yılında da azalan sulama suyu miktarı ile birlikte bitki boylarında azalma olduğu görülmüştür. İki yıllık ortalamalara göre en düşük ve yüksek bitki boyu sırasıyla l₃ (212 cm) ve l₁ (261 cm) sulama konularında gerçekleşmiştir. Çeşit ortalamaları açısından incelendiğinde en yüksek bitki boyu 15 numaralı genotipten (308 cm), en düşük bitki boyu ise 19 numaralı genotipten (128 cm) elde edilmiştir. Bitki boyu açısından su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde l₁ konusunda en yüksek ve düşük değerler 15 (338 cm) ve 19 nolu (143 cm) genotiplerden, l₂ konusunda 15 (305 cm) ve 19 (127 cm) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla olduğu l₃ konusunda ise en yüksek değer 15 nolu genotipten (281 cm), en düşük değer ise 19 nolu genotipten (115 cm) elde edilmiştir (Çizelge 5).

Su stresinin bitki boyunu azalttığı daha önceki araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Bibi ve ark.(2010), Abd El-Mageed ve ark. (2018) ve Gonulal (2020) sorgumda yürüttükleri çalışmada su stresi ile birlikte bitki boyunda

azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada iki yıllık ortalamalara göre en uzun ve kısa çiçeklenme gün sayısı sırasıyla l₃ (81.9 gün) ve l₁ (79.8 gün) sulama konularında gerçekleşmiştir. Genotip ortalamaları bakımından incelendiğinde en uzun çiçeklenme gün sayısı 12 numaralı genotipten (88.3 gün), en kısa çiçeklenme gün sayısı ise 10 numaralı genotipten (71.4 gün) elde edilmiştir. Çiçeklenme gün sayısı bakımından su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde l₁ konusunda en yüksek ve düşük değerler 12 (88.2) ve 10 nolu (67.5 gün) genotiplerden, l₂ konusunda 3 (88.5 gün) ve 4 (73.0 gün) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla olduğu l₃ konusunda ise en yüksek değer 3 nolu genotipten (89.5 gün), en düşük değer ise 4 nolu genotipten (69.8 gün) elde edilmiştir (Çizelge 5).

Gönülal (2020), sıcak iklim tahıllarının su stresi şartlarında geç çiçeklenme eğiliminde olduğunu bildirmiştir. (Aydınşakir ve ark. 2018; Batista ve ark. 2019) yaptıkları çalışmalarda su stresinin çiçeklenme gün sayısını artırdığını bildirmiş olup, benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 5. Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen bitki boyu ve çiçeklenme gün sayısına ait değerler

Genotip (G)	Bitki boyu (cm)					Çiçeklenme gün sayısı (gün)				
	Sulama seviyesi (S)					Sulama seviyesi (S)				
	I ₁	I ₂	I ₃	Ort.	I ₁	I ₂	I ₃	Ort.		
1	290 ^{c-g}	269 ^{g-l}	224 ^{u-y}	261 ^{d-f}	261	85.3 ^{d-f}	84.0	85.7	85.0	c-e
2	242 ^{o-v}	168 ^{z+}	155 ^{z+}	188 ^{z+}	188	85.3 ^l	86.5	87.5	86.4	a-d
3	258 ^{j-p}	245 ^{n-u}	217 ^{x-z}	240 ^{x-z}	240	84.7 ^{h-j}	88.5	89.5	87.6	ab
4	266 ^{h-n}	234 ^{q-x}	226 ^{t-y}	242 ^{t-y}	242	67.5 ^{g-j}	73.0	69.8	70.1	h
5	267 ^{h-m}	247 ^{m-t}	216 ^{x-z}	243 ^{x-z}	243	79.3 ^{g-l}	79.0	79.5	79.3	f
6	296 ^{b-e}	269 ^{g-l}	242 ^{o-v}	269 ^{c-e}	269	77.0 ^{c-e}	76.7	77.2	76.9	g
7	251 ^{l-s}	234 ^{r-x}	217 ^{x-z}	234 ^{x-z}	234	77.3 ^{i-k}	75.7	77.3	76.8	g
8	277 ^{e-k}	241 ^{o-w}	229 ^{s-y}	249 ^{s-y}	249	79.2 ^{f-h}	78.2	82.0	79.8	f
9	169 ^{z+}	155 ^{z+}	146 ^{z+}	157 ^{z+}	157	85.0 ^m	87.3	87.3	86.6	a-c
10	257 ^{j-p}	234 ^{r-x}	222 ^{v-y}	237 ^{v-y}	237	67.5 ^{h-j}	75.2	71.7	71.4	h
11	284 ^{c-h}	256 ^{k-q}	219 ^{w-y}	253 ^{w-y}	253	73.8 ^{fg}	76.3	76.3	75.5	g
12	334 ^a	298 ^{b-e}	262 ^{i-o}	298 ^{i-o}	298	88.2 ^a	87.3	89.3	88.3	a
13	316 ^{ab}	271 ^{f-l}	244 ^{n-u}	277 ^{n-u}	277	78.8 ^{bc}	80.2	80.8	79.9	f
14	266 ^{h-n}	238 ^{p-x}	216 ^{x-z}	240 ^{x-z}	240	79.2 ^{h-j}	79.2	79.8	79.4	f
15	338 ^a	305 ^{bc}	281 ^{d-i}	308 ^{d-i}	308	78.8 ^a	80.2	81.5	80.2	f
16	300 ^{b-d}	296 ^{b-e}	258 ^{j-p}	285 ^{j-p}	285	79.2 ^b	79.3	78.8	79.1	f
17	279 ^{d-j}	259 ^{i-p}	233 ^{r-x}	257 ^{r-x}	257	78.5 ^{ef}	79.8	79.5	79.3	f
18	157 ^{z+}	141 ^{z+}	129 ^{z++}	142 ^{z++}	142	83.8 ⁿ	86.5	85.2	85.2	cd
19	143 ^{z+}	127 ^{z++}	115 ^{z++}	128 ^{z++}	128	86.0 ^o	88.0	89.0	87.7	ab
20	292 ^{c-f}	271 ^{f-l}	250 ^{l-s}	271 ^{l-s}	271	74.7 ^{cd}	75.2	75.7	75.2	g
21	218 ^{x-z}	189 ^{z+}	174 ^{z+}	194 ^{z+}	194	82.7 ^l	84.5	86.7	84.6	de
22	258 ^{j-p}	222 ^{v-y}	197 ^{z+}	225 ^{z+}	225	84.2 ^k	86.2	87.5	85.9	b-d
23	253 ^{l-r}	226 ^{t-y}	209 ^{y-z+}	229 ^{y-z+}	229	80.5 ^{jk}	83.7	85.3	83.2	e
Ort.	261 ^a	235 ^b	212 ^c	236 ^c	236	79.8 ^b	81.3 ^a	81.9 ^a	85.0 ^a	c-e

Bitki Boyu; CV (0.01)=8.2%, LSD_{0.05} (G)=12.7, LSD_{0.05} (S)=5.1, LSD_{0.05} (S*G)=22.1

Çiçeklenme Gün Sayısı; CV (0.01)=3.7%, LSD_{0.05} (G)=1.94, LSD_{0.05} (S)=0.74, LSD_{0.05} (S*G)=öd

Araştırmanın iki yıllık sonuçları incelendiği zaman tam sulama konusu olan I₁ konusunda yüksek klorofil içeriği elde edilmiştir. İki yıllık ortalamalara göre en düşük klorofil içeriği I₃ konusunda (44.3 SPAD), en yüksek klorofil içeriği I₁ konusunda (46.8 SPAD) olarak elde edilmiştir. Genotip ortalamaları açısından incelendiğinde en düşük klorofil içeriği 11 numaralı genotip (41.4 SPAD), en yüksek klorofil içeriği ise 19 numaralı genotipten (51.8 SPAD) elde edilmiştir.

Klorofil içeriği açısından su stresi x genotip etkileşimini incelendiğinde I₁ konusunda en düşük ve yüksek değerler 11 (41.7 SPAD) ve 9 nolu (51.2 SPAD) genotiplerden, I₂ konusunda 13 (39.4 SPAD) ve 19 (52.3 SPAD) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla uygulandığı I₃ konusunda ise en düşük değer 11 nolu genotipten (38.2 SPAD), en yüksek değer ise 2 nolu genotipten (49.3 SPAD) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Araştırma sonucuna göre su stresi uygulamasının klorofil içeriğini azalttığı görülmüştür. Birçok araştırmacı yaptıkları

çalışmada azalan sulama suyu ile klorofil içeriğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. (Azarinasrabad ve ark.,2016). Yolcu (2014) ise bu durumu su stresinin uygulanmadığı durumlarda bitkinin kök bölgesinde fazla nem bulundurmasına bağlı olarak topraktaki azotun bitkideki ksilem dokuları aracılığı ile yapraklara iletilmediğini ve burada klorofil içeriğinin artışına neden olduğunu bildirmiştir.

Araştırma sonuçları incelendiği zaman su stresinin uygulandığı I₃ sulama konusunda en yüksek bitki örtüsü sıcaklığı değeri elde edilmiştir. Bu değer I₃ konusunda 30.8 °C, tam sulama konusu olan I₁ konusunda ise 27.6 °C olarak tespit edilmiştir. Genotip ortalamaları açısından incelendiğinde en düşük bitki örtüsü sıcaklığı 4-16-20-23 numaralı genotiplerden (28.8 °C), en yüksek bitki örtüsü sıcaklığı ise 2-21 numaralı genotiplerden (29.6 °C) elde edilmiştir. Bitki örtüsü açısından su stresi x genotip etkileşimini incelendiğinde I₁ konusunda en düşük ve yüksek değerler 16 (27.0 °C) ve 9-14 nolu (28.5 °C) genotiplerden, I₂ konusunda 4-23 (28.3 °C) ve 8-

19-21 (30.0 °C) nolu genotiplerden elde edilirken, su stresinin en fazla uygulandığı I₃ konusunda ise en düşük değer 15 nolu genotipten (29.8 °C), en yüksek değer ise 2 nolu genotipten (32.0 °C) elde edilmiştir (Çizelge 6).

Bitki örtüsü sıcaklığı, topraktaki nem ve bitki bünyesinde bulunan su ile ilişkili bir parametre olup, bünyesinde fazla su ihtiva eden ve suyu etkin

kullanan genotiplerde bitki örtüsü sıcaklığının daha düşük ölçüldüğü diğer araştırmalarda olduğu gibi bu araştırmada da gözlemlenmiştir. Bitki örtüsü sıcaklığının kurak ve sıcak koşullarda verimle yüksek ilişkili olduğu (Rashid ve ark., 1999) ve buna bağlı olarak yapılacak seleksiyon için önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 6. Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen klorofil içeriği ve bitki örtüsü sıcaklığına ait değerler

Genotip (G)	Klorofil içeriği (SPAD)				Bitki örtüsü sıcaklığı (°C)				
	Sulama seviyesi (S)				Sulama seviyesi (S)				
	I ₁	I ₂	I ₃	Ort.	I ₁	I ₂	I ₃	Ort.	
1	48.2	45.2	42.8	45.4	e-j 27.5	29.8	31.2	29.5	
2	47.6	51.6	49.3	49.5	a-c 27.6	29.3	32.0	29.6	
3	45.8	44.9	41.7	44.1	h-l 27.7	29.5	30.6	29.3	
4	48.2	47.5	45.2	46.9	c-g 27.1	28.3	31.2	28.8	
5	45.5	43.2	45.4	44.7	g-j 27.5	29.4	30.3	29.1	
6	47.7	46.6	45.3	46.5	d-i 28.3	29.3	30.9	29.5	
7	45.6	42.5	44.9	44.3	g-k 27.4	29.0	30.9	29.1	
8	42.8	42.6	39.8	41.7	kl 27.9	30.0	30.7	29.5	
9	51.2	50.4	48.5	50.0	ab 28.5	28.9	30.7	29.3	
10	47.1	43.3	38.5	43.0	j-l 27.2	29.1	31.5	29.3	
11	41.7	44.4	38.2	41.4	l 27.6	29.0	31.2	29.2	
12	49.3	48.6	46.6	48.2	b-d 27.4	29.6	30.8	29.2	
13	44.8	39.4	40.4	41.5	l 28.2	29.3	30.7	29.4	
14	44.5	43.9	43.8	44.1	l-l 28.5	29.1	30.2	29.2	
15	49.7	46.9	45.9	47.5	b-f 27.1	29.8	29.8	28.9	
16	43.8	42.9	43.4	43.3	j-l 27.0	28.6	30.7	28.8	
17	46.7	47.3	42.9	45.7	d-j 27.3	29.5	29.9	28.9	
18	49.2	47.1	47.3	47.9	b-e 27.6	29.2	30.5	29.1	
19	51.3	52.3	51.8	51.8	a 27.4	30.0	31.2	29.5	
20	45.6	45.6	43.2	44.8	f-j 27.1	28.9	30.4	28.8	
21	47.2	48.5	44.2	46.6	d-i 27.2	30.0	31.5	29.6	
22	47.0	45.9	43.8	45.5	d-j 27.4	29.7	31.4	29.5	
23	45.1	48.3	47.2	46.9	c-h 27.5	28.3	30.5	28.8	
Ort.	46.8 ^a	46.0 ^{ab}	44.3 ^b	45.7	27.6 ^c	29.3 ^b	30.8 ^a	29.2	

Klorofil içeriği; CV (0.01)=9.2%, LSD_{0.05} (G)=2.76, LSD_{0.05} (S)=1.9, LSD_{0.05} (S*G)=öd

Bitki örtüsü sıcaklığı; CV (0.01)=3.7%, LSD_{0.05} (G)=öd, LSD_{0.05} (S)=0.85, LSD_{0.05} (S*G)=öd

Protein oranı ve protein verimi

Çalışmada genotiplerin protein oranı incelendiğinde, su stresinin uygulandığı I₃ sulama konusunda protein oranının daha düşük olduğu, iki yıllık ortalamalara göre en yüksek ve düşük protein oranı değerlerinin sırasıyla, I₂ sulama konusunda % 9.5, I₃ sulama konusunda ise % 9.1 olduğu belirlenmiştir. Genotip ortalamalarına bakıldığı zaman en yüksek protein oranı 2 nolu genotip (% 11.1), en düşük protein oranı ise 9 nolu genotipten (% 8.2) elde edilmiştir. Su stresi x genotip interaksyonu incelendiği zaman I₁ konusunda en yüksek ve düşük değerler sırasıyla 2-4 nolu (%

10.9) ve 19 nolu (% 8.2) genotiplerden, I₂ konusunda 2 nolu (% 11.3) ve 8 nolu (%7.6) genotiplerden, I₃ konusunda ise 2 nolu (%11.1) ve 1 nolu (% 7.1) genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 7).

Su stresinin protein oranı üzerine etkileri ile ilgili farklı görüşler mevcut olup, bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde Keten (2020), ile Khaton ve ark. (2016) artan suyla beraber protein değerinin arttığını bildirirken (Jahansouz vd., 2014), Uzun ve ark. (2017) ve Liu ve ark. (2013), su stresinde daha fazla protein içeriği olduğunu bildirmiştir. Sorgumda önceki yapılan çalışmalarda protein içeriklerini Liu ve ark. (2013) %10.14 ile

14.86; Saghafi ve ark. (2013) % 8.11 ile 10.48; Chakravarthi ve ark. (2017) % 5.29 ile 21.24; Canyigit ve Okant (2018) % 9.1 ile 13.1; Kır ve Şahan (2019) %7.3 ile 10.4 aralığında olduğunu bildirmiş olup, yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Çizelge 7).

Araştırma sonuçları protein verimi açısından incelendiğinde en yüksek protein verimi tam sulamanın uygulandığı I₁ sulama konusunda 175 kg/da, en düşük protein verimi ise su stresinin en fazla uygulandığı I₃ sulama konusunda 139 kg/da olarak gerçekleşmiştir. İki yılın genotip ortalamalarına bakıldığı zaman, en yüksek protein verimi 22 nolu genotip (220 kg/da), en düşük protein verimi ise 19 nolu genotipten (107 kg/da) elde

edilmiştir. Su stresi x genotip interaksyonu incelendiğinde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla, I₁ sulama konusunda 22 nolu (263 kg/da) ve 18 nolu (102 kg/da), I₂ sulama konusunda 22 nolu (234 kg/da) ve 18 nolu (101 kg/da), I₃ sulama konusunda ise 17 nolu (170 kg/da) ve 1 nolu (102 kg/da) genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 7).

Sorgumda önceden yapılan çalışmada protein verimini Kır ve Şahan (2019) 80-280 kg/da aralığında bulmuş olup, yapılan çalışmayla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Carmi ve ark. (2005) sorgumda yaptıkları çalışmada su kısıntısının protein verimini azalttığını bildirmişlerdir ki, çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 7. Çalışmadan farklı su streslerinde sorgum genotiplerinden elde edilen protein oranı ve protein verimine ait değerler

Genotip (G)	Protein oranı (%)					Protein verimi (kg/da)				
	Sulama seviyesi (S)					Sulama seviyesi (S)				
	I ₁	I ₂	I ₃	Ort.	I ₁	I ₂	I ₃	Ort.		
1	9.2	q-y 9.7	j-q 7.1	z++ 8.7	jk 181	f-l 155	m- 102	z+ 146	fg	
2	10.9	a-d 11.3	a 11.1	a-c 11.1	a 192	d-h 165	i-r 123	z- 160	c-f	
3	9.3	o-v 9.6	j-q 10.0	f-l 9.7	de 189	e-i 160	k-v 168	h-o 172	bc	
4	10.9	a-d 9.9	g-o 10.3	d-h 10.4	c 169	g-o 147	n-z 161	k-u 159	c-f	
5	9.4	n-u 9.8	h-p 9.5	m-t 9.6	d-f 159	k-v 162	j-s 141	q- 154	e-g	
6	8.8	w- 9.1	r-z 8.3	z+ 8.7	jk 209	b-e 167	h-p 155	l-w 177	b	
7	9.2	q-y 8.7	y- 8.4	z+ 8.8	ij 182	f-k 149	n-y 135	u- 155	ef	
8	8.4	z+ 7.6	z++ 8.7	x-z+ 8.3	l 194	d-g 124	y- 131	w- 150	e-g	
9	8.4	z+ 7.8	z++ 8.4	z+ 8.2	l 172	g-n 126	y- 120	z+ 139	g	
10	9.0	s-z 10.6	c-f 9.6	k-r 9.7	d 165	i-r 181	f-l 140	r-z+ 162	c-e	
11	10.0	g-m 10.7	b-e 10.1	e-j 10.3	c 177	g-m 165	i-r 167	h-q 170	b-d	
12	9.6	k-r 8.7	y- 8.9	u-z+ 9.0	hi 230	bc 155	m- 161	j-u 182	b	
13	9.3	p-w 7.7	z++ 7.9	z++ 8.3	l 183	f-k 153	m-x 135	v- 157	d-f	
14	9.5	m-t 9.9	g-n 8.9	s-z+ 9.5	d-f 152	m-x 167	h-q 137	s- 152	e-g	
15	10.0	f-l 9.5	m-s 8.7	y-z+ 9.4	e-g 206	c-f 186	e-j 161	j-t 185	b	
16	8.7	y- 9.7	i-q 8.9	u-z+ 9.1	g-i 136	t-z+ 162	j-s 142	p- 146	fg	
17	8.5	z+ 10.0	f-l 9.5	l-s 9.3	f-h 164	i-r 216	b-d 170	g-o 184	b	
18	8.9	t-z+ 9.0	s- 8.6	z-z+ 8.8	ij 102	z+ 101	z+ 123	z- 109	h	
19	8.2	z++ 9.5	m-t 10.3	e-l 9.3	f-h 106	z+ 109	z+ 108	z+ 107	h	
20	9.8	i-q 10.2	e-j 8.8	v-z+ 9.6	d-f 146	o-z 167	h-q 105	z+ 139	g	
21	10.0	g-m 10.4	d-g 10.1	f-k 10.2	c 161	j-t 155	m- 128	x- 148	e-g	
22	10.8	a-d 11.2	ab 10.2	e-j 10.7	b 263	a 234	b 164	i-r 220	a	
23	9.3	p-x 7.9	z++ 8.0	z++ 8.4	kl 191	d-h 152	m-x 130	w- 158	c-f	
Ort.	9.4	a 9.5	a 9.1	b 9.3	175	a 159	b 139	c 157.8		

Protein oranı; CV (0.01)=5.2%, LSD_{0.05} (G)=0.32, LSD_{0.05} (S)=0.17, LSD_{0.05} (S*G)=0.56

Protein verimi; CV (0.01)=14.4%, LSD_{0.05} (G)=1.27, LSD_{0.05} (S)=0.64, LSD_{0.05} (S*G)=3.81

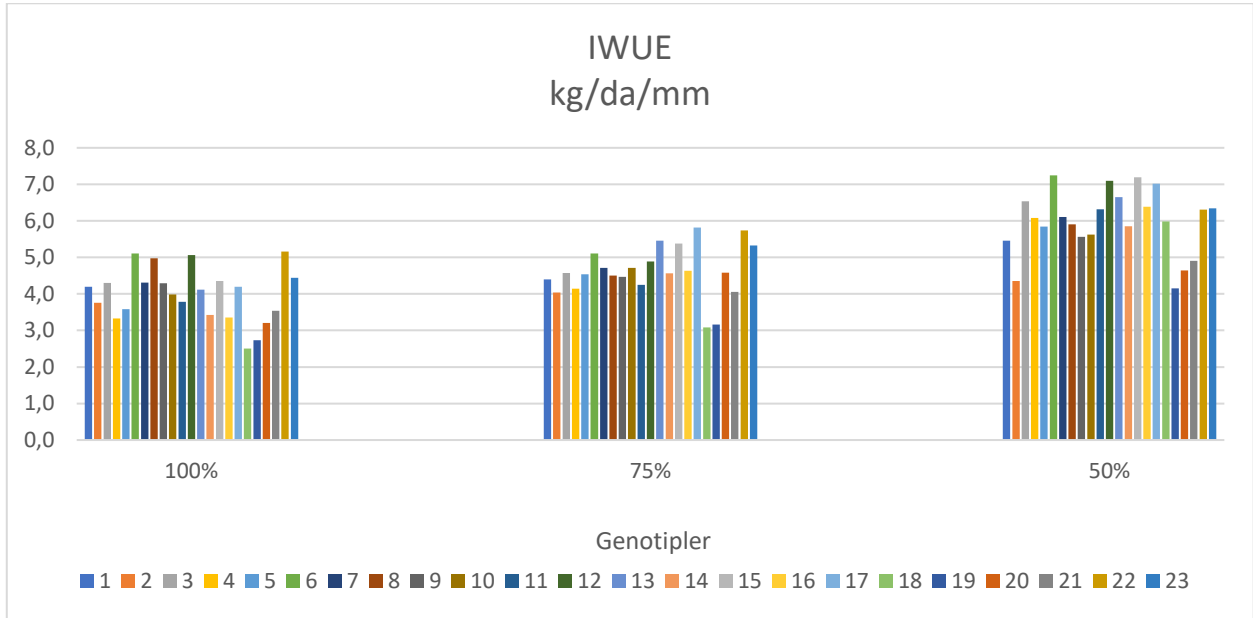
Sulama suyu kullanım etkinliği

Çalışmada su stresi konularında IWUE değeri artmış olup, en yüksek değer 6.0 kg/da/mm ile I₃ sulama konusunda, en düşük değer ise 4.0 kg/da/mm ile I₁ konusunda elde edilmiştir. Genotiplerin iki yıl ortalamalarına bakıldığı zaman en yüksek sulama suyu kullanım etkinliği 6 nolu genotip (5.8 kg/da/mm), en düşük sulama suyu kullanım etkinliği ise 19 nolu genotipten (3.3 kg/da/mm) elde edilmiştir. Su stresi x genotip interaksiyonları bakımından IWUE değerleri incelendiğinde en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla, I₁ sulama konusunda 6-12 nolu (5.1 kg/da/mm) ve 18 nolu (2.5 kg/da/mm), I₂ sulama

konusunda 17 nolu (5.8 kg/da/mm) ve 18 nolu (3.1 kg/da/mm), I₃ sulama konusunda ise 6-15 nolu (7.2 kg/da/mm) ve 19 nolu (4.1 kg/da/mm) genotiplerden elde edilmiştir (Şekil 1).

Sulama suyu kullanım etkinliği suyun kısıtlı olduğu alanlar için önemli bir parametre olup, bu bölgede suyu etkin kullanan ve birim suyla daha fazla kuru madde üretme kabiliyetine sahip bitki tür ve çeşitlerinin yetiştirilebilmesi için önemlidir (Gönülal ve ark. 2021). Aydınşakir ve ark. (2018) Antalya iklim koşullarında yürüttükleri çalışmada sulama suyu kullanım etkinliğini (IWUE) 4.4 - 8.4 kg/da/mm olarak bulmuşlardır. Araştırma ile elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Şekil 1: Farklı sulama uygulamalarındaki genotiplerin IWUE değerleri



Sonuç

Su kaynakları açısından hassas olan ve önemli oranda bir tarımsal alana sahip Konya ili şartlarında 2020 ve 2021 yıllarında iki yıl süre ile yürütülen bu çalışmada yurtdışı orjinli 20 adet genotip ve üç adet şahit çeşidinde farklı su stresleri uygulanmış ve yeşil ve kuru biyokütle verimi ile bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler ile kalite özellikleri incelenmiştir.

Çalışma sonuçlarına genel olarak bakıldığında bazı genotiplerin hem su stresi hemde tam sulama konularında daha iyi performans gösterdiği ve genel olarak sorgum bitkisinin su stresi şartlarında ot verimi ve kalite özellikleri bakımından iyi performans gösterdikleri sulama suyu kullanım etkinliklerinin yüksek olduğu ve özellikle etkin bazı genotiplerin ileride uygulanacak ıslah programlarında kaynak materyal olarak

kullanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Sorgum bitkisi kuraklığa tolerans özelliği başta olmak üzere birçok fizyolojik ve kalite parametresi açısından Konya kapalı havzası ve benzer bölgeler için ihtiyaç duyulan kaba yem ihtiyacının giderilmesinde mısır ve diğer bitkilere alternatif olabilecek bir bitki olup, özellikle büyükbaş hayvan işletmelerinin fazla olduğu ve iklim ve su kaynakları açısından hassas bölgelerde hızla yaygınlaştırılması önemli bir konudur.

Bu açıdan değerlendirildiğinde iklim değişikliğinin etkilerinin yoğun olarak görüldüğü Ülkemizde ve özellikle Konya havzası ve benzeri bölgelerde suya daha fazla ihtiyaç duyan mısır ve benzeri bitkilerin yerine sorgum bitkisinin yaygınlaştırılması ve uygulanacak destekleme çalışmalarında sorguma pozitif ayrımcılık yapılması önemlidir.

Kaynaklar

- Anonim, (2020). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, *Klimatoloji Şube Müdürlüğü Kalaba, Ankara, Türkiye*.
- Anonymous, (2009). Approved methodologies, www.leco.com/resources/approved_methods.
- Aydişakir, K., Dinç, N., Büyüктаş, D., Erdurmus, C. ve Bayram, E. (2018). Yüzealtı ve Yüzeüstü Damla Sulama Sistemiyle Sulanan Sorgumun Sulama Programının Oluşturulması, *TÜBİTAK Program Kodu: 1001 Proje No: 116 O 262*.
- Azarinasrabad, A., Mousavinik, S. M., Galavi, M., Beheshti, S. A. ve Sirousmehr, A., (2016). Evaluation of water stress on yield, its components and some physiological traits at different growth stages in grain sorghum genotypes, *Notulae Scientia Biologicae*, 8 (2), 204-210.
- Batista, P., Carvalho, A., Portugal, A., Bastos, E., Cardoso, M., Torres, L., Júlio, M. M. ve de Menezes, C., (2019). Selection of sorghum for drought tolerance in a semiarid environment, *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Bean, B., Mccollum, T., Pietsch, D., Rowland, M., Porter, B. ve Vanmeter, R., (2002). Texas Panhandle Forage Sorghum Silage Trial. The Agriculture Program of Texas A&M University System.
- Bibi, A., Sadaqat, H. A., Akram, H. M. ve Mohammed, M. I., (2010). Physiological markers for screening sorghum (*Sorghum bicolor*) germplasm under water stress condition, *Int. J. Agric. Biol*, 12 (3), 451-455.
- Canyığıt, M., Okant, M. (2018). Bitki Aktivatörünün Sorgum-Sudan Otu Melezi Farklı Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi, *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 2 (1), 1-9.
- Carmi, A., Umiel, N., Hagiladi, A., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D. ve Miron, J., (2005). Field performance and nutritive value of a new forage sorghum variety 'Pnina' recently developed in Israel, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85 (15), 2567-2573.
- Chakravarthi, M. K., Reddy, Y. R., Rao, K. S., Ravi, A., Punyakumari, B. ve Ekambaram, B., (2017). A study on nutritive value and chemical composition of sorghum fodder, *Int J Sci Environ Technol*, 6, 104-109.
- Dahmardeh, K., Rad, M. R. P., Rad, M. ve Hadzadeh, M., (2015). Effects of potassium rates and irrigation regimes on yield of forage sorghum in arid regions, *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6 (4), 207-212.
- Gonulal, E. (2020). Performance of sorghumx sudan grass hybrid (*Sorghum bicolor* L. x *Sorghum sudanense*) cultivars under water stress conditions of arid and semi-arid regions.
- Gonulal, E., Soylu, S. ve Sahin, M., (2021). Effects of Different Water Stress Levels on Biomass Yield and Agronomic Traits of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Cultivars Under Arid and Semi-Arid Conditions, *Turkish Journal of Field Crops*, 26 (1), 25-34.
- House, L., (1985). A guide to sorghum breeding. ICRISAT Patanchru, *AP India*.
- Howell, T., Evett, S., Tolk, J., Copeland, K., Colaizzi, P. ve Gowda, P., (2008). Evapotranspiration of corn and forage sorghum for silage, *World Environmental and Water Resources Congress 2008: Ahupua'a*, 1-14.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H. and Solomon, K.H. (1990). Crop yield response. "Management of farm irrigation systems, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon." Chap. 5. An ASAE Monograph, s. 93-116.
- Jahansouz, R.M., Afshar, R.K., Heidari, A., Hashemi, M. (2014). Evaluation of Yield and Quality of Sorghum and Millet as Alternative Forage Crops to Corn under Normal and Deficit Irrigation Regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, Volume 10 (10): 699-715.
- JMP 11.1, (2013). SAS Institute, Cary, NC, 1989 – 2007.
- Kapluhan, E. (2013). Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi, *Marmara Coğrafya Dergisi* (27).
- Kara, M. (2011). Sulama ve sulama tesisleri (II.Baskı), *Selçuk Üniversitesi Basımevi*, p.
- Keten, M. (2020). Kısıntılı sulama koşullarında bitki stres indeksleri kullanılarak silajlık mısır ve sorgum bitkilerinin su-verim ilişkilerinin belirlenmesi. Doktora tezi. Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Keten, M., Değirmenci, H. (2020). Farklı Sulama Seviyeleri Altında Yetiştirilen İkinci Ürün Silajlık Mısır ve Sorgum Bitkilerinin Yaprak Su Potansiyellerinin Karşılaştırılması, *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4 (4), 865-874.
- Khaton, M.A., Sagar, A., Tajkia, J.E., Islam, M.S.,Mahmud,M.S. and Hossain, A.K.M.Z. (2016). Effect of moisture stress on morphological and yield attributes of four sorghum varieties *Progressive Agriculture* 27 (3): 265-271.
- Kır, H., Şahan, B. D. (2019). Yield and Quality Feature of Some Silage Sorghum and Sorghum-Sudangrass Hybrid Cultivars in Ecological Conditions of Kırşehir Province.
- Kimbrough, E. L. (1990). Corn and Sorghum for Silage, Cooperative Extension Service, Mississippi State University, p.
- Liu, L., Maier, A., Klocke, N., Yan, S., Rogers, D., Tesso, T., Wang, D. (2013). Impact of Deficit Irrigation on Sorghum Physical and Chemical Properties and Ethanol Yield. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. Vol. 56(4): 1541-1549.
- Mülayim, M., Özköse, A., Işık, Ş. (2009). Konya koşullarında sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi, *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri*, 2, 627-630.
- Özmen, S. (2017). Bingöl Koşullarında Farklı Sorgum Türlerinin Ot Verimi Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, , *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 76s.
- Rashid, A., Stark, J., Tanveer, A. ve Mustafa, T., (1999). Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat, *Journal of agronomy and crop science*, 182 (4), 231-238.
- Saghafi, A., Zand, B., Nasri, M., Jaberighdam, M. (2013). Study of water use efficiency on yield and yield components on cultivars of corn, sorghum and millet in Varamin region, *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3 (23), 3395-3398.
- Sanderson, M., Jones, R., Ward, J., Wolfe, R. (1992). Silage sorghum performance trial at Stephenville [Forage Research in Texas, Report PR-5018],

- Stephenville: Texas Agricultural Experiment Station.
- Soylu, S., Sade, B., Ögüt, H., Akınerdem F., Babaoğlu, M., Ada, R., Eryılmaz, T., Öztürk, Ö., Oğuz, H. (2010). "Türkiye için Alternatif Bir Biyoyakıt ve silaj Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum virgatum* L.) Yetiştirilebilme Olanaklarının Araştırılması". TÜBİTAK, TOVAG-107 O 161 Sonuç Raporu.
- TÜİK, (2017). Türkiye İstatistik Kurumu.
- Uzun, F., Garipoğlu, A., Ocak, N. (2017). Water use efficiency, yield, and nutritional quality of maize and sorghum cultivars as influenced by irrigation in a shallow soil. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (3), 358-366
- Yolcu, R., (2014). Diyarbakır koşullarında damla sulama ile sulanan silajlık mısırdaki farklı sulama düzeylerinin ve farklı dönemlerde uygulanan azotlu gübrenin verim ve verim özelliklerine etkisi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*.
- Wani, P. S., Albrizio, R., Rao, N. V. (2012). Crop Yield response to Water: FAO Irrigation and Drainage, *Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Rome*, 66.
- WEF, (2011). (World Economic Forum)Global Risks 2011: Sixth Edition. Geneva, <http://riskreport.weforum.org/global-risks-2011.pdf>