

**Atf İçin:** Gönülal E, Soylu S, 2021. Tam Sulama ve Su Stresi Koşullarında Sorgum x Sudan Otu Melezi Çeşitlerinin Gelişme Dönemleri İçin Gerekli Büyüme Gün Derece Değerlerinin Belirlenmesi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(2): 1550-1558.

**To Cite:** Gönülal E, Soylu S, 2021. Determination of Growing Degree Days Values Required for Growth Periods of Sorghum x Sudan Grass Hybrid Varieties under Full Irrigation and Water Stress Conditions. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(2): 1550-1558.

### Tam Sulama ve Su Stresi Koşullarında Sorgum x Sudan Otu Melezi Çeşitlerinin Gelişme Dönemleri İçin Gerekli Büyüme Gün Derece Değerlerinin Belirlenmesi

Erdal GÖNÜLAL<sup>1\*</sup>, Süleyman SOYLU<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu çalışma sorgum x sudan otu melezi (*Sorghum bicolor* L. x *Sorghum sudanense*) çeşitlerinin su stresi ve tam sulama şartlarında çiçeklenme gün sayısı, birinci ve ikinci biçim zamanı için ihtiyaç olan gün ve Growing degree days (GDD) değerlerinin belirlenmesi amacı ile 2017 ve 2018 yıllarında Konya ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülen çalışmada ana parselleri sulama konuları (S<sub>1</sub>: Tarla kapasitesine getirilecek şekilde sulama; S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub>'in % 50 si kadar sulama), alt parselleri ise sorgum x sudan otu melezi çeşitleri (Hayday, Tonka, Aneto, Greengo, Sugargraze II, Master BMR ve Forage King) oluşturmuştur. Çalışmada çiçeklenme zamanı için GDD değerleri 2017 ve 2018 yıllarında tam sulanan koşullarda (S<sub>1</sub>) sırasıyla 924 °C ve 988 °C olarak elde edilmiştir. Su stresi koşullarında (S<sub>2</sub>) ise GDD değerleri 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 1115.8 °C ve 1078.2 °C olarak elde edilmiştir. Birinci biçim için GDD değerleri tam sulanan koşullarda (S<sub>1</sub>) 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 1116.4 °C ve 1177.3 °C olarak elde edilmiştir. Su stresi (S<sub>2</sub>) koşullarında ise GDD değerleri 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 1265 °C ve 1255.5 °C olarak elde edilmiştir. Her iki yılda da çiçeklenme döneminde en düşük GDD değerleri Forage King çeşidinden (806.3-869.9 °C) elde edilmiştir. En yüksek GDD değerleri ise 2017 yılında Tonka çeşidinden (1110.7 °C) ve 2018 yılında Tonka, Greengo çeşitlerinden (1113.3 °C) elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokütle, iklim değişikliği, GDD, sorgum, su stresi

### Determination of Growing Degree Days Values Required for Growth Periods of Sorghum x Sudan Grass Hybrid Varieties under Full Irrigation and Water Stress Conditions

**ABSTRACT:** This study was conducted to determine number of flowering days under water stress and full irrigation conditions, the days required for the first and second cut time, and the GDD (Growing degree days) of sorghum x sudan grass hybrid varieties under Konya ecological conditions in 2017 and 2018 years. The study conducted in randomized blocks – split plots experimental design with 3 replications, the main parcels were irrigated (S<sub>1</sub>: Full irrigation; S<sub>2</sub>: Irrigation 50% of S<sub>1</sub>), and the sub plots were varieties (Hayday, Tonka, Aneto, Greengo, Sugargraze II, Master BMR, Forage King). In the study, the GDD values for flowering time were determined as 924 °C and 988 °C under full irrigated conditions (S<sub>1</sub>) in 2017 and 2018 years, respectively. While in water stress conditions (S<sub>2</sub>), the GDD values were determined as 1115.8 °C and 1078.2 °C in 2017 and 2018, respectively. For the first cutting, the GDD values were determined as 1116.4 °C and 1177.3 °C under full irrigated conditions (S<sub>1</sub>) in 2017 and 2018, respectively. In water stress (S<sub>2</sub>) conditions, the GDD values were determined as 1265 °C and 1255.5 °C in 2017 and 2018 years, respectively. In both years, the lowest GDD values were determined from Forage King variety (806.3-869.9 °C), in flowering period. While the highest GDD values were determined from Tonka variety (1110.7 °C) in 2017 and from Tonka, Greengo varieties (1113.3 °C) in 2018.

**Keywords:** Biomass, climate change, GDD, sorghum, water stress

<sup>1</sup> Erdal GÖNÜLAL ([Orcid ID: 0000-0002-1621-0892](https://orcid.org/0000-0002-1621-0892)), Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup> Süleyman SOYLU ([Orcid ID: 0000-0002-0420-5033](https://orcid.org/0000-0002-0420-5033)), Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Erdal GÖNÜLAL, e-mail: erdalgonulal@hotmail.com

## GİRİŞ

Sorgum sıcak iklim tahılları içerisinde su stresine toleransı ve marjinal alanlarda daha iyi verim potansiyeli ile dünyada ve Türkiye’de su kaynaklarının yeterli olmadığı kurak ve yarı kurak alanlar için mısır alternatif bir bitki olma potansiyeline sahiptir. Günümüzde de etkileri görülmeye başlayan ve 2050 yılına kadar özellikle su kaynakları üzerine olumsuz etkilerinin çok şiddetli olacağı öngörülen iklim değişikliği sürdürülebilir tarımı tehdit eden en önemli konulardan birisidir (Giannakopoulos ve ark., 2005). İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin özellikle kurak ve yarı kurak alanlardaki tarımsal üretimi daha da zorlaştırması beklenmekte olup, yeni araştırmalarda iklim değişikliğine uyum ile ilgili çalışmaların artırılması gerekmektedir. İklim değişikliğine uyum kapsamında su kaynakları açısından yetersiz olan ve yağış miktarı az olan bölgelerde hayvancılık işletmelerinin ihtiyacı olan silaj ve diğer kaba yemlerin su tüketimi daha az olan ve su stresine dayanıklı sorgum ve sorgum x sudan otu melezleri ile karşılanması ve bu bitkilerin bu bölgelerdeki adaptasyon ve yaygınlaştırılması ile ilgili çalışmaların artırılması önemli bir konudur. Su tüketimi benzer amaçla kullanılan mısır bitkisine göre daha az olan ve başta su stresi olmak üzere birçok abiyotik stres faktörlerine daha dayanıklı olan ve marjinal alanlarda düşük maliyetle yetişebilen (Sanchez ve ark., 2002; Li ve ark., 2010) sorgum ve melezleri yem kalitesi olarak ta mısır bitkisine benzer özelliklere sahiptir.

Yoğun ve kılcal bir kök yapısına sahip olması, yaprak ve saplarının mumsu tabaka ile kaplı olma özelliği ile daha az su kaybeden sorgum ve sorgum x sudan otu melezleri belli bir kuraklık stresi yaşadktan sonra yeniden su verildiği takdirde durgunluktan çok kolay çıkabilmekte ve hızla büyümeye devam edebilmektedir (Acar ve ark., 2002). Orta Anadolu bölgesinde halihazırda hayvancılık için gerekli olan silaj üretimi büyük oranda mısır bitkisinden karşılanmakta olup, alternatif bir bitki olarak sorgum ve sorgum x sudan otu melezleri bölgede yeni yaygınlaşmaya başlamış ve özellikle yeni sorgum x sudan otu melezi çeşitleri yüksek biyokütle verimi potansiyeli ile dikkat çekmektedir. Bölgede sorgum x sudan otu melezleri çeşitlerinin ana ve ikinci ürün olarak yetişebilme ve adaptasyon durumlarının belirlenmesi önemli bir konudur.

Bir bitki tür ve çeşidinin bir bölgeye adaptasyonu ve yaygınlaşmasında bitki büyüme gün derece değeri en güvenli sonuçlardan birisi olup, o bölgenin minimum ve maksimum sıcaklık değeri ile bitki için kullanılan temel değerinin bilinmesi ile bu değer hesaplanabilmektedir. Sorgum x sudan otu melezi ve mısır gibi sıcak iklim tahıllarının gerek verim gerekse o bölgede yetiştirilebilme potansiyelini belirleyen en önemli husus bölgenin iklim koşullarıdır. Yeterli besin maddesi, toprak nemi ve ışık olan ortamlarda sıcaklık bitki gelişmesini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Hava sıcaklığı kolayca ölçülebilen ve büyümenin tahmininde kullanılabilen bir faktör olup, tahıllarda gelişme dönemleri için gerekli olan termal zamanın belirlenmesinde büyüme gün derecesi (GDD) sıkça kullanılabilen bir parametredir. GDD özellikle çeşit belirlenmesi, ekim zamanının ayarlanması, hastalık ve zararlıların tahmini ve erken uyarı sistemi kurulması, gelişme döneminde uygulanacak işlemlerin programlanması ve gelişme dönemlerinin belirlenmesinde kullanılmakta olup, vejetasyon süresi kısa ya da sıcaklık toplamı düşük olan bir bölge için ya da ikinci ürün yetiştiriciliği için düşük GDD ihtiyacı olan çeşitler belirlenmelidir (Young ve ark., 2000; Soler ve ark., 2005). Herhangi bir gün için GDD değeri hesaplanırken o güne ait ortalama sıcaklıktan temel sıcaklığın çıkarılması yeterli olup, bir bölge için GDD hesaplamasında o bölgedeki meteoroloji kayıtları kullanılabilir (Keser ve Ekingen, 1994). Sorgum ve sorgum x sudan otu melezlerinde gelişme ve biyokütle verimi genetik özellikler yanında birçok çevresel faktörün de etkisindedir. Sıcaklık ve özelliklede toplam sıcaklık değerleri en önemli faktörlerden birisi olup, bütün yetiştirme şartları yerinde bile olsa hatta ilave sulama bile yapılsa 38 °C üzerindeki sıcaklıkta bitki büyümesi durmakta ve gelişme durmakta hatta gerilemektedir (Aldrich ve

ark., 1982). Birçok araştırmacı sıcak iklim tahıllarında temel değeri olarak 10 °C yi kabul etmiş ve maksimum değeri mısır için 30 °C, sorgum için ise 38 °C olarak belirlenmiştir (Rocatelli ve ark., 2012; Waite, 2016). Dünyada sorgum ve sorgum x sudan otu melezlerinde bitki büyüme gün derece ile ilgili çalışmalarda GDD değerleri çeşit, ekim zamanı ve ekolojilere göre % 50 çiçeklenme dönemi için 750 - 1582 °C arasında, silaj için hasatın yapıldığı hamur olum döneminde ise 875-2310 °C arasında değişmiştir (Gerik ve ark.,2003; Larson ve ark., 2018).

Bu çalışmada yarı kurak bir iklime sahip olan ve su kaynaklarınca çok zengin olmayan ve önümüzdeki 30 yılda iklim değişikliğinin etkilerinden Türkiye’de en fazla etkilenmesi muhtemel alanlar içinde öngörülen ve Türkiye’nin en fazla büyükbaş hayvan varlığına sahip Konya ilinde önemli bir potansiyele sahip olan sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinin ana ürün olarak yetiştirilme durumlarına ışık tutmak amacıyla normal ve su stresi şartlarında önemli gelişme dönemleri için gerekli olan gün ve GDD değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Konya Karapınar ekolojik şartlarında 2017 ve 2018 yıllarında iki yıl süre ile yürütülen çalışmada ülkemizde tescilli veya üretim izinli özel şirketlerden temin edilen yedi adet sorgum x sudan otu melezi çeşidi (Hayday, Tonka, Aneto, Greengo, Sugargraze II, Master BMR ve Forage King) materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma 7 çeşit ve iki yetiştirme koşulu (normal ve su stresi koşulları) ve üç tekerrürlü olarak tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüş olup, ana parselleri sulama konuları, alt parselleri ise çeşitler oluşturmuştur. Çalışma 2 yetiştirme ortamı x 7 sorgum x sudan otu melezi çeşidi x 3 tekerrür olmak üzere toplam 42 parselden oluşmuştur. Ekim işlemi her iki yılda da 45 cm sıra arası ve 5 cm sıra üzeri ekim normunda (Salman ve Budak, 2015) yapılmış, çalışmada ekimle birlikte analiz sonuçlarına göre fosfor 8 kg/da’ a tamamlanmış ve yetiştirme dönemi boyunca toplam 20 kg azot damla sulama sistemi ile parçalar halinde verilmiştir (Yüksel, 2005). Ekim işlemi 2017 yılında 9 Mayıs, 2018 yılında ise 13 Mayıs tarihinde elle yapılmıştır. Çıkışlar 2017 yılında 22 Mayıs tarihinde, 2018 yılında ise 24 Mayıs tarihinde gerçekleşmiştir. Her bir parselin 5 metre uzunluğunda ve 6 sıradan oluştuğu çalışmada toplam parsel alanı ekimde 13.5 m<sup>2</sup> hasatta ise kenar tesirleri atıldıktan sonra 7.2 m<sup>2</sup>’den oluşmuştur.

Çalışmada ana konu olan su stresi konularından kontrol konusu (Normal koşullar) S<sub>1</sub> uygulamasında etkili kök derinliği olan 0-90 cm toprak nemi gravimetrik yöntemle göre takip edilmiş ve eksilen su tarla kapasitesine (TK) gelecek şekilde basınç ayarlı damla sulama sistemi ile sulama yapılmıştır. Su stresi uygulaması olan (Stres koşulları) S<sub>2</sub> konusunda ise S<sub>1</sub> konusuna uygulanan suyun yarısı verilmiştir. Verilen suların sayaçla ölçüldüğü çalışmada S<sub>1</sub> konusuna birinci biçime kadar 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 634 ve 650 mm sulama suyu verilirken, su stresi uygulaması olan S<sub>2</sub> konusunda ise yıllara göre sırasıyla 317 ve 325 mm sulama suyu verilmiştir. Su stresi konusundaki (S<sub>2</sub>) çeşitlerde tek biçim yapılmış, ikinci biçim yapılamamıştır. S<sub>1</sub> konusunda ise ikinci biçim her iki yılda sonbahar donları dikkate alınarak 2017 yılında 10 Ekim, 2018 yılında ise 8 Ekim tarihinde yapılarak GDD değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada birinci biçim salkımdaki daneler hamur olum döneminde iken (Lyons ve ark., 2019) yapılmış, çiçeklenme zamanı olarak da parseldeki bitkilerin %50 sinin çiçeklendiği dönem baz alınarak bu dönemlere ait GGD değerleri her çeşit için her bir güne ait minimum ve maksimum sıcaklık değerleri Rocatelli ve ark. (2012) ile Waite (2016) ‘nın bildirdiği formül ve eşik değerlere göre aşağıdaki Eşitlik 1’ e göre hesaplanmıştır. Bu araştırmacılara göre sorgumda 10/38 eşik değerler olarak alınmıştır.

$$GDD: \sum [ [(T_{max} + T_{min}) / 2] - T_{eşik} ] \quad (1)$$

Eşitlik 1’de;

GDD: Büyüme gün derece

$T_{max}$ : Güne ait en yüksek sıcaklık değeri (Maksimum sıcaklık 38 °C’nin üzerinde olursa formüle 38 °C yazılmıştır).

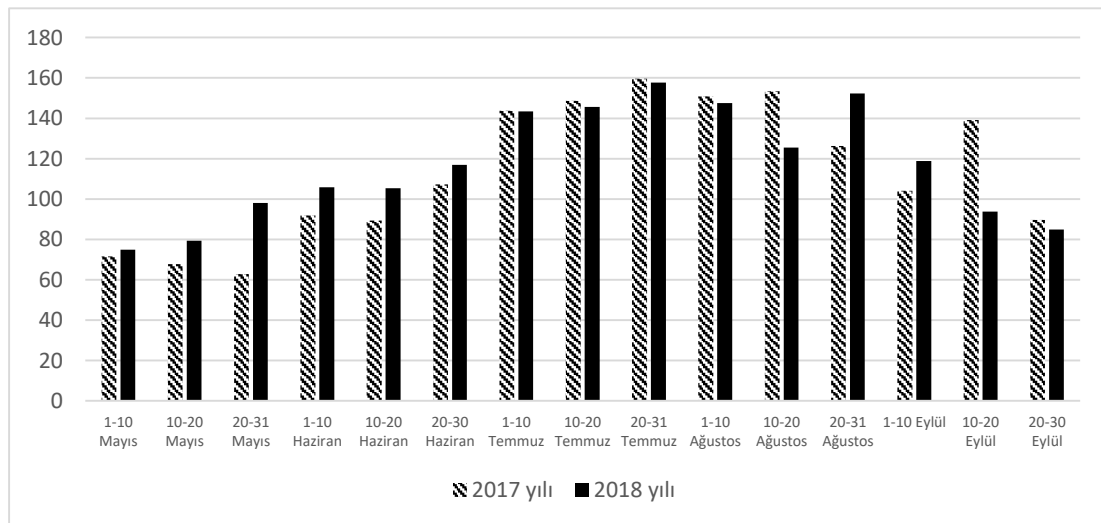
$T_{min}$ : Güne ait en düşük sıcaklık değeri (Minimum sıcaklık 10 °C’nin altında olursa formülde 10 °C olarak yazılmıştır).

$T_{eşik}$ : Sorgum için eşik sıcaklık değeri 10 °C’dir (Rocatelli ve ark., 2012; Waite, 2016) ifade etmektedir

Çalışma alanı karasal yapıda yarı kurak bir iklime sahip olup, toplam yağışı 300 mm altında olan ve bu yağışın önemli bir kısmı Kasım-Nisan ayları arasında düşen bir bölgedir. Çalışma yılları olan 2017 ve 2018 yıllarında toplam yağış sırasıyla 249.6 ve 286.7 mm olurken mayıs-eylül arası yağış ise 78 ve 83.5 mm arasında oluşmuştur. Uzun yıllar ortalamasına göre toplam yağış 291.2 mm olurken mayıs-eylül arası yağış miktarı 82.9 mm olmuştur. Her iki deneme yılında da uzun yıllar ortalamasından daha az yağış kaydedilmiştir. Çalışma alanının uzun yıllar ortalama sıcaklığı 11°C olurken bu değer 2017 yılında 11.7 °C ve 2018 yılında ise 12.2 °C olmuştur. Sorgum x sudan otu melezinin yetiştirme dönemi olan mayıs-eylül ayları incelendiğinde 2017 yılı mayıs ayının 2018 yılına göre daha serin geçtiği, ortalama sıcaklığın 2017 yılı mayıs ayında 15.6°C’den 2018 yılı mayıs ayında ise 17.6 °C olduğu görülmüştür. Mayıs- eylül ayları ortalama sıcaklık 2017 yılında 20.9 °C olurken, 2018 yılında ise 21.2 °C olmuştur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Deneme alanına ait bazı meteorolojik veriler (Anonim, 2018)

Aylar	Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül	
Meteorolojik veriler/Yıllar	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Ort. Sic. (°C)	15.6	17.6	19.5	20.9	24.6	24.4	23.9	23.3	20.7	19.7
Max. Sic. (°C)	22.6	25.5	26.9	29.4	32.7	32.2	31.5	31.8	30.4	27.6
Min. Sic. (°C)	8.6	9.6	12	12.3	16.5	16.6	16.4	14.9	11	11.8
Aylık top. yağış (mm)	42.2	32.3	18.4	28.4	4.6	13.8	11.6	0.8	1.2	8



**Şekil 1.** 2017 ve 2018 yılına ait sorgum x sudan otu melezi için hesap edilen onar günlük GDD değerleri (1 Mayıs-30 Eylül arası)

**Tam Sulama ve Su Stresi Koşullarında Sorgum x Sudan Otu Melezi Çeşitlerinin Gelişme Dönemleri İçin Gerekli Büyüme Gün Derece Değerlerinin Belirlenmesi**

Şekil 1’de çalışma yılları olan 2017 ve 2018 yıllarına ait sorgum x sudan otu melezi için kullanılan 10/38 °C eşik değerlerine göre hesaplanan onar günlük dilimler halinde 1 Mayıs-30 Eylül tarihleri arasındaki GDD değerleri verilmiş olup mayıs ve haziran ayı değerlerinin denemenin ikinci yılında daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışma alanı toprağına ait bilgiler Çizelge 2’ de verilmiştir. Buna göre deneme alanı toprağı organik maddece zayıf, kireç ve pH oranınca yüksek, tuz sorunu olmayan ve üst tabakası kumsal yapıdadır.

**Çizelge 2.** Araştırma yerinin bazı toprak özelliklerine ait analiz sonuçları

Derinlik	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye	TK (%)	SN (%)	Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	pH	EC (dSm <sup>-1</sup> )	Kireç (%)	Organik Madde	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)
0-30	58.1	22.8	19.1	SCL	20	9.6	1.37	7.8	0.42	33.5	1.3	14.5	33
30-60	30.1	20.3	49.6	C	24.5	12.6	1.30	8.1	0.45	28.7	1.1	5.7	26
60-90	16.0	24.4	59.6	C	28	15.4	1.22	8.2	0.44	29.4	0.6	2.6	24

Çalışma sonucu elde edilen çiçeklenme ve birinci biçime ait GDD değerleri tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre JMP 11.2.1 paket programı ile analizleri yapılmış ve gruplandırmalar %5 önem seviyesine göre LSD testine göre yapılmıştır (JMP, 2014).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

İki yıl süre ile Konya Karapınar şartlarında yedi adet sorgum x sudan otu melezi çeşidinin normal ve su stresi şartlarında çiçeklenme ve silaj amaçlı biçim için gerekli olan gün ve GDD değerlerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada yıllar ayrı olarak değerlendirilmiştir. Her iki yılda da çiçeklenme ve birinci biçim GDD değerleri için yetiştirme ortamı ve çeşitler arasındaki farklar %5 önem seviyesine göre önemli çıkarken, yetiştirme ortamı x çeşit interaksyonu önemsiz çıkmıştır. Bu durum aşağıda alt başlıklar halinde detaylı değerlendirilmiştir.

### Çiçeklenme Gün Sayısı ve GDD

Çalışmada her iki yılda da su stresi çiçeklenme için gerekli gün sayısı ve GDD değerini artırmıştır (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Normal ve stres koşullarında sorgum x sudan otu çeşitlerinde 2017 ve 2018 yıllarına ait % 50 çiçeklenme dönemi için elde edilen gün ve GDD değerleri

2017						2018					
Çeşit/Gün/GDD	S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		Çeşit	Çeşit/Gün/GDD	S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		Çeşit
	Gün	GDD (°C)	Gün	GDD (°C)			GDD Ort. (°C)	Gün	GDD (°C)	Gün	
Hayday	89	988.8	102	1194.0	1091.4 a	Hayday	86	1064.5	91	1124.1	1094.3 a
Tonka	90	1003.7	104	1217.7	1110.7 a	Tonka	87	1078.0	93	1148.5	1113.3 a
Forage King	73	763.2	79	849.3	806.3 c	Forage King	70	829.5	76	910.3	869.9 d
Aneto	87	961.7	100	1164.4	1063.1 a	Aneto	86	1064.5	91	1124.1	1094.3 a
Sugargraze II	76	806.7	90	1003.7	905.2 b	Sugargraze II	71	843.5	81	990.2	916.9 c
Master BMR	84	921.9	102	1194.0	1058.0 a	Master BMR	79	958.2	89	1101.7	1030.0 b
Greengo	91	1021.9	101	1187.7	1104.8 a	Greengo	87	1078.0	93	1148.5	1113.3 a
Ortalama	84	924.0 b	97	1115.8 a	1019.9	Ortalama	81	988.0 b	88	1078.2 a	1033.1

S<sub>1</sub>:TK tamamlama; S<sub>2</sub>:%50 sulama

CV: 4.6

LSD<sub>Su</sub>: 101.8; LSD<sub>Çeşit</sub>:56.9

Kareler ort. (Su): 386439 Kareler ort.(Çeşit):82677

S<sub>1</sub>:TK tamamlama; S<sub>2</sub>:%50 sulama

CV: 3.2

LSD<sub>Su</sub>: 24.9 LSD<sub>Çeşit</sub>: 40

Kareler ort.(Su) :85951 Kareler ort.(Çeşit):60224

Çeşitler açısından bakıldığında her iki deneme yılında da Forage King çeşidi en erkenci çeşit olurken, Tonka çeşidi ise en geç çiçeklenen çeşit olmuştur. Çalışmada her iki yılda da çiçeklenme için en düşük ve en yüksek GDD değerleri Tonka (1110.7 ve 1113.3 °C) ve Forage King (806.3 ve 869.9 °C) çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Sorgum bitkisi stres koşullarında büyümesini geçiçi olarak durdurmakta olup, şartlar iyileşince tekrar büyümeye devam etmekte ve stres koşullarında çiçeklenmenin uzamasının bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Birinci Biçim Gün Sayısı ve GDD

Çalışmada su stresi çiçeklenme zamanında olduğu gibi hamur olum döneminde yapılan birinci biçim zamanını da geciktirmiş ve GDD miktarı daha fazla olmuştur (Çizelge 4). Su stresinin biçim zamanını çalışmanın ilk yılında 12 gün ikinci yılında ise 6 gün uzattığı görülmüştür.

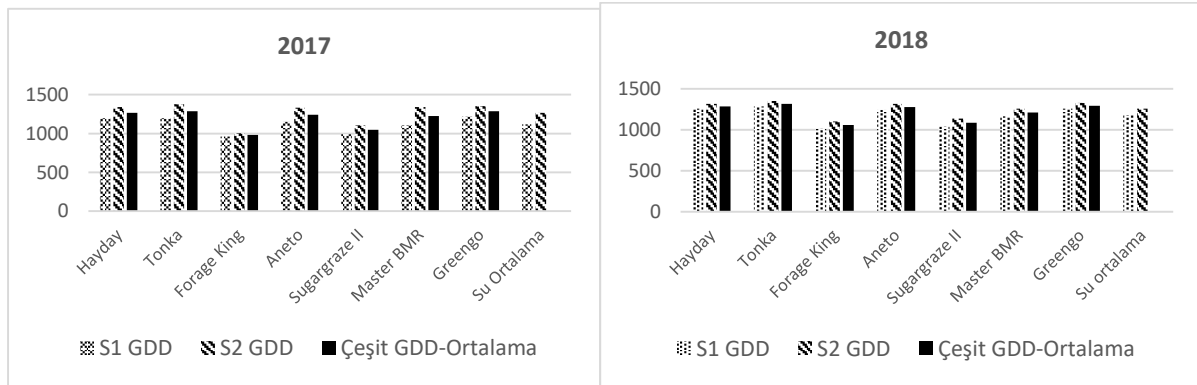
**Çizelge 4.** 2017 ve 2018 yıllarına ait birinci biçim dönemi için elde edilen gün ve GDD değerleri

	2017					2018					
	S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		Çeşit	S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		Çeşit	
Çeşit/Gün/GDD	Gün	GDD (°C)	Gün	GDD (°C)	GDD Ort. (°C)	Çeşit/Gün/GDD	Gün	GDD (°C)	Gün	GDD Ort. (°C)	
Hayday	102	1194.0	115	1341.5	1267.8 a	Hayday	101	1256.5	105	1313.1	1284.8 a
Tonka	102	1194.0	118	1377.0	1285.5 a	Tonka	103	1284.1	107	1339.8	1312.0 a
Forage King	87	961.7	90	1003.7	982.7 b	Forage King	82	1005.0	89	1101.7	1053.4 c
Aneto	99	1150.8	114	1331.2	1241.0 a	Aneto	100	1242.0	105	1313.1	1277.6 a
Sugargraze II	89	988.8	96	1107.3	1048.1 b	Sugargraze II	84	1036.2	92	1136.1	1086.2 c
Master BMR	96	1107.3	115	1341.5	1224.4 a	Master BMR	94	1161.1	101	1256.5	1208.8 b
Greengo	104	1218.2	116	1352.8	1285.5 a	Greengo	101	1256.5	106	1326.6	1291.6 a
Ortalama	97	1116.4 b	109	1265.0 a	1214.2	Ortalama	95	1177.3 b	101	1255.5 a	1216.4

CV: 4.7  
S<sub>1</sub>:TK tamamlama; S<sub>2</sub>:%50 sulama  
LSD Su: 117.3; LSD Çeşit: 66  
Kareler ort. (Su):232128 Kareler ort. (Çeşit):91152

CV: 3.3  
S<sub>1</sub>: TK tamamlama; S<sub>2</sub>:%50 sulama  
LSD su: 30.2; LSD Çeşit: 47.8  
Kareler ort. (Su):64288 ; Kareler ort. (Çeşit):66588

Çeşitler ortalama değerleri üzerinden incelendiğinde Forage King çeşidi en erkenci Tonka çeşidi ise en geççi çeşit olmuştur (Şekil 2). GDD değerleri 2017 yılında 982.7 °C (Forage King) ile 1285.5 °C (Tonka ve Greengo) aralığında, 2018 yılında ise 1053.4 °C (Forage King) ile 1312.0 °C (Tonka) aralığında değişmiştir (Çizelge 4).



**Şekil 2.** Normal ve stres koşullarında sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinde 2017 ve 2018 yıllarına ait I.biçim dönemi için elde edilen GDD değerleri

## İkinci Biçim İçin Gün Sayısı ve GDD

Çalışmada sadece eksik nemin TK tamamlandığı S<sub>1</sub> konusundaki çeşitlerde her iki yılda da sonbahar donları dikkate alınarak ikinci biçim yapılmış olup, su stresi uygulanan S<sub>2</sub> konusundaki çeşitlerde ise sadece tek biçim alınabilmektedir. Forage King çeşidi çalışmadaki en erkenci çeşit olup, birinci biçimden sonra ikinci biçime kadar en uzun süre ve GDD değerine (734.2 °C ve 731.3 °C) sahip olurken, geçici çeşitlerde ise en düşük değer 2017 yılında Greengo çeşidinden (478.2 °C), 2018 yılında ise Tonka çeşidinden (452.2 °C) elde edilmiştir (Çizelge5).

**Çizelge 5.** Çalışmada 2017 ve 2018 yıllarına ait ikinci biçim için elde edilen GDD değerleri (°C)

Çeşit/GDD	2017		2018		2017-18 ort.(means)	
	Ekimden II. biçime kadar toplam GDD	I.biçimden II. biçime kadar olan toplam GDD	Ekimden II. biçime kadar toplam GDD	I.biçimden II. biçime kadar olan toplam GDD	Ekimden II. biçime kadar toplam GDD	I.biçimden II. biçime kadar olan toplam GDD
Hayday	1695.9	501.9	1736.3	479.8	1716.1	490.9
Tonka	1695.9	501.9	1736.3	452.2	1716.1	477.1
Forage King	1695.9	734.2	1736.3	731.3	1716.1	732.8
Aneto	1695.9	545.1	1736.3	494.3	1716.1	519.7
Sugargraze II	1695.9	707.1	1736.3	700.1	1716.1	703.6
Master BMR	1695.9	588.6	1736.3	575.2	1716.1	581.9
Greengo	1695.9	478.2	1736.3	479.8	1716.1	479.0
Ortalama	1695.9	579.6	1736	559.0	1716.1	569.3

Sıcak iklim tahılları içinde özellikle Sorgum bitkisi genel olarak su stresinde geç çiçeklenme göstermekte olup (Özcan, 2010; Gönülal ve Soylu, 2019), çalışmadaki %50 oranında bir su stresinde (S<sub>2</sub>) 2017 yılı mayıs ayının daha serin geçmesiyle S<sub>1</sub> konusuna göre göre 13 günlük bir gecikme olurken, 2018 yılında sıcaklıkların da etkisi ile bu fark daha az olmuştur (Çizelge 1 ve 3). Çalışmamız sonuçlarını destekler şekilde Moosavi ve ark. (2011) silaj sorgumunda sulama aralığının artması ile GDD değerinin arttığını, su stresi yaşanmayan sık sulamalarda ise GDD değerinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Dünyada ve Türkiye’de sorgum ve sorgum x sudan otu melezleri ile ilgili yürütülen çalışmalarda, Salman ve Budak (2015), Aneto ve Greengo çeşitlerinde çiçeklenme süresini 82-90 gün arasında, Mokhtarı (2014), Sugargraze II çeşidinde 83-85 gün arasında bulmuşlardır.

Türkiye’de sorgum x sudan otu melezi ile ilgili birçok çalışmaya rağmen GDD değeri ile ilgili çalışmaya rastlanılmamış olup, dünyada farklı ülkelerde yürütülen çalışmalarda Srivastava ve ark. (2010), 8 çeşitte yürüttükleri çalışmada %50 çiçeklenme zamanı için GDD değerini, 970-1300 °C arasında, Larson ve ark. (2018) farklı çeşitlerde % 50 çiçeklenmede zamanı için GDD değerini 1582 ile 2014 °C arasında bulmuşlardır.

Sorgum x sudan otu melezi biçim zamanına ait GDD değeri ile ilgili daha önceki çalışmalarda elde edilen değerler sonuçlarımıza büyük oranda benzerlik göstermekte olup, bu çalışmalarda Lyons ve ark. (2019) hasadın hamur olum döneminde yapılmasının en uygun dönem olduğunu ve bu döneme 1150 GDD değerinde ulaşıldığını, Wannasek ve ark. (2017), beş sorgum x sudan otu melezi çeşidinde üç yıl süre ile yürüttükleri çalışmada erkenci çeşitte biçime kadar olan GDD değerini 1100-1200 °C arasında, diğer çeşitlerde ise yıllara göre 1080-1400 °C arasında olduğunu, Rocatelia ve ark. (2012) ise iki yıllık çalışmada biçimin ekimden 14 hafta sonra yıllara göre 1503 °C ve 1590 °C arasında yapılmasının uygun olduğunu bildirmiştir. GDD değeri ile ilgili yürütülen çalışmalardan elde edilen değerlerin bazıları çalışmamız sonuçları ile benzerlik göstermekte olup, farklı değerlerin ise çeşit, ekoloji, ekim zamanı ve diğer tarımsal uygulamalardaki farklılıktan kaynaklandığını düşünülmektedir.

## SONUÇ

Orta Anadolu koşullarında sorgum x sudan otu melezleri için gerekli gün ve GDD değerlerinin belirlenmesi amacıyla iki yıl yürütülen çalışmada iki yılın ortalamasına göre çiçeklenme için gerekli GDD değeri 806.3 – 1113.3 °C aralığında, biçim için gerekli GDD değeri ise 982.7 – 1312 °C aralığında elde edilmiş olup, en erkenci çeşitlerin Forage King ve Sugargraze II, en geççi çeşitlerin ise Tonka ve Greengo çeşitleri olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada su stresinin sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinde çiçeklenme ve biçim zamanını geciktirerek biçim zamanını çalışmanın ilk yılında 12 gün ikinci yılında ise 6 gün uzattığı görülmüştür.

Silajlık mısır yetiştiriciliği için yeterli su kaynağı olmayan alanlarda üreticilerin su stresine şartlarına toleranslı olan ve daha az su ile önemli miktarda biyokütle üretme potansiyeline sahip sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinin hem tam sulu hem de su stresi koşullarında Orta Anadolu ve benzer şartlara sahip bölgelerde üretebilecekleri bu çalışma sonuçları ile belirlenmiştir.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazar Katkısı

Yazarlar denemenin yürütülmesi ve yazımı aşamasında eşit oranda katkı vermişlerdir.

## KAYNAKLAR

- Acar R, Akbudak MA, Sade B, 2002. Konya Ekolojik Şartlarında Sorgum x Sudan Otu Melezlerinin Verimleri ile Verimi Etkileyen Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16:88-95.
- Anonim 2018. Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Meteoroloji Verileri.
- Aldrich S.R, Scott W, Leng ER, 1982. Modern Corn Production A & L Publications, Illionis.
- Chelho DT, Dale RF, 1980. An Energy Crop Growth Variable and Temperature Function for Predicting Corn Growth and Development: Planting to Silking. Agronomy Journal, 72 :503-510.
- Emeklier HY, 1993. Sıcak İklim Tahılları (Tahıllar II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1296 Yardımcı Ders Kitabı, Ankara, 372.
- Gerik T, Bean BW, Vanderlip R, 2003. Sorghum growth and development. [https://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87184/pdf\\_1724.pdf?sequence=1](https://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87184/pdf_1724.pdf?sequence=1). Erişim tarihi:21.07.2020.
- Giannakopoulos C, Bindi M, Moriondo M, Tin T, 2005. Climate Change Impacts in the Mediterranean Resulting From A 2 °C Global Temperature Rise. A Report for WWF. <https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/medreportfinal8july05.pdf>. Erişim tarihi: 22.07.2020.
- Gönülal E, Soylu S, 2019. Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Farklı Fenolojik Dönemlerdeki Su Kısıntılarının Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6: 753–758.
- JMP, 2014. JMP® 11.2, Copyright © 2014, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Keser M, Ekingen H, 1994. Kışlık Buğdayda Dane Doldurma Süresi ve Oranı. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-26 Nisan 2020, İzmir.



- Larson KJ, Johnson JJ, Bartolo ME, Jones SM, Pettinger BT, Tanabe KJ, 2018. Sorghum hybrid performance trials in Eastern Colorado. Colorado State Univ. Agricultural Experiment Station Technical Report, 12-15. [https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/78785/TR\\_13-1.pdf?sequence=1](https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/78785/TR_13-1.pdf?sequence=1). Erişim tarihi: 22.07.2020.
- Li R, Zhang H, Zhou X, Guan Y, Yao F, Song G, Wang J, Zhang C, 2010. Genetic Diversity in Chinese Sorghum and Races Revealed by Chloroplast Simple Sequence Repeats. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57:1–15.
- Lyons SE, Ketterings QM, Godwin GS, Cherney JH, Cherney DJ, Meisinger JJ, Kilcer TF, 2019. Double-Cropping with Forage Sorghum and Forage Triticale in New York. *Agronomy Journal*, 6:3374-3382.
- Mokhtarı NEP, 2014. Sorghum Melezlerinde Tohumluğa Yapılan Ön Uygulamaların (Priming) Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. (PhD), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Moosavi SGR, Seghatoleslami MJ, Javadi H, Ansari-nia E, 2011. Effect of Irrigation Intervals and Planting Patterns on Yield and Qualitati Traits of Forage Sorghum. *Advances in Environmental, Biology*, 5(10):3363-3368.
- Rocatelia AC, Raperb RL, Balkcomc KS, Arriagac FJ, Bransbyd DI, 2012. Biomass Sorghum Production and Components under Different Irrigation/Tillage Systems for The Southeastern U.S. *Industrial Crops and Products*,36: 589-598.
- Salman A, Budak B, 2015. Farklı Sorgum X Sudanotu Melezi (*Sorghum bicolorx Sorghum sudanense* Stapf.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12:93- 100.
- Sanchez AC, Subudhi PK, Rosenow DT, Nguyen HT, 2002) Mapping Qtls Associated with Drought Resistance in Sorghum. *Journal of Plant Molekuler Biology*, 48:713–726.
- Soler CMT, Sentelhas PC, Hgoogenboom G, 2005. Thermal Time Forphenological Development of Our Maize Hybrids Grown Off-Season in A Subtropical Environment. *Journal of Agricultural Science*, 143:69–182.
- Srivastava A, Kumar SN, Aggarwal PK, 2010. Assessment on Vulnerability of Sorghum to Climate Change in India. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 138: 160–169.
- Waite J, 2016. Corn and Forage Sorghum Yield and Water Use in Western Kansas, Kansas State University, PhD Thesis (Printed).
- Wannasek L, Ortner M, Amon B, Amon T, 2017. Sorghum, a Sustainable Feed Stock for Biogas Production? Impact of Climate, Variety and Harvesting Time on Maturity and Biomass Yield. *Biomass and Bioenergy*, 106: 137 -145.
- Young JA, Vanceand GF, Zhang R, 2000. Climatic Patterns in the Big Horn Basin, Wyoming. University of Wyoming. Available at [www.uwyo.edu/ces/PUBS/B-1089.pdf](http://www.uwyo.edu/ces/PUBS/B-1089.pdf) 05/03/2004.
- Yüksel O, 2005. Sorghum x Sudanotu Melezinde Farklı Azot Dozu Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmış)Isparta, Türkiye.