

## Yağışa Bağlı Kuru Şartlarda Dallı Darı (*Panicum virgatum* L.) Çeşitlerinin 4 ve 5.Yıllardaki Biyokütle Verimi ve Diğer Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi

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

<sup>1</sup>Bahri Dagdas International Agriculture Research Institute, 42010, Konya-Turkey, <sup>2</sup>Selcuk University Agricultural Faculty, Department of Field Crops, 42031, Konya-Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1621-0892>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0420-5033>

✉: [erdalgonulal@hotmail.com](mailto:erdalgonulal@hotmail.com)

### ÖZET

Bu çalışma Konya - Karapınar lokasyonunda yağışa bağlı sulamasız şartlarda çok yıllık bir bitki olan altı adet dallı darı çeşidinin plantasyondan sonraki 4. ve 5. yılına ait biyokütle verimi ve diğer özelliklerinin belirlenmesi amacıyla iki yıl süreyle (2018 ve 2019) yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada altı çeşit (Alamo, Shawnee, Kanlow, Shelter, Cave in rock ve Trailblazer) kullanılmıştır. Çalışmada iki yıllık verilere göre yeşil biyokütle verimi 734 kg da<sup>-1</sup> (Cave in rock)- 1499 kg da<sup>-1</sup> (Alamo), kuru biyokütle verimi 343 kg da<sup>-1</sup> (Cave in rock)- 774 kg da<sup>-1</sup> (Trailblazer), bitki boyu 47.8 cm (Cave in rock)- 70 cm (Alamo), metrede sap sayısı 229.8 adet (Cave in rock)- 448.5 adet (Trailblazer), sap ağırlığı 0.78 g (Trailblazer)- 1.24 g (Kanlow), klorofil içeriği % 29.6 (Shawnee)- % 44.3 (Kanlow), stomal iletkenlik 22.4 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Shawnee)- 34.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Alamo) mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ve bitki örtüsü sıcaklığı 37.7 °C (Kanlow) – 43.9 °C (Shawnee) aralığında belirlenmiştir. Çalışmada biyokütle verimlerinin beşinci yılda azaldığı ve Kanlow, Alamo, Trailblazer ile Shelter çeşitlerinin en yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 28.07.2020

Kabul Tarihi : 22.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Biyokütle  
Dallı darı  
Fizyolojik parametreler  
İklim değişikliği  
Kuraklık

## Determination of Biomass Yield and Other Agricultural Characteristics of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Varieties in Rainfed Conditions in 4th and 5th Years

### ABSTRACT

A two-year, 2018 (4<sup>th</sup>) and 2019 (5<sup>th</sup>), study was conducted to determine the biomass yield and other characteristics of six switchgrass varieties in Konya - Karapınar location under rainfed conditions. Six used varieties (Alamo, Shawnee, Kanlow, Shelter, Cave in rock and Trailblazer) were arranged in a randomized complete block design with three replications. Study results indicated that fresh biomass yield was 734 kg da<sup>-1</sup> for Cave in rock and 1499 kg da<sup>-1</sup> for Alamo cultivars. Dry biomass yield was 343 kg/da for Cave in rock and 774 kg/da for Trailblazer. Plant height were determined as 47.8 cm for Cave in rock and 70 cm for Alamo. Tiller number per meter were found as 229.8 in Cave in rock and 448.5 in Trailblazer. Additionally, tiller weight was 0.78 g for Trailblazer and 1.24 g for Kanlow cultivars. Also, chlorophyll content of Shawnee and Kanlow cultivars were 29.6% and 44.3%, respectively. Stoma conductivity was measured as 22.4 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> for Shawnee and 34.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> for Alamo and canopy temperature were determined between 37.7 °C for Kanlow and 43.9 °C for Shawnee. In the study, it was determined that the biomass yield decreased in the fifth year and the highest yield was obtained from four varieties including Kanlow, Alamo, Trailblazer and Shelter.

### Research Article

#### Article History

Received : 28.07.2020

Accepted : 22.09.2020

#### Keywords

Biomass yield  
Climate change  
Drought  
Physiological parameters  
Switchgrass

**Atıf Şekli:** Gönülal E, Soylu S 2021. Yağışa Bağlı Kuru Şartlarda Dallı Darı Çeşitlerinin 4 ve 5.Yıllardaki Biyokütle Verimi ve Diğer Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (3): 570-578. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.775043>.

**To Cite:** Gönülal E, Soylu S 2021. Determination of Biomass Yield and Other Agricultural Characteristics of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Varieties in Rainfed Conditions in 4th and 5th Years. KSU J. Agric Nat 24 (3): 570-578. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.775043>.

## GİRİŞ

Tarımsal üretim birçok faktörden etkilenen bir sektör olup, iklim değişikliği bu faktörlerden en önemlilerinden birisidir. Gelişen sanayi, artan nüfus ve motorlu taşıtlar ile birlikte fosil yakıtların kullanımındaki artış sera gazı salınımını artırmış ve bu durum küresel ısınmaya neden olmuştur. Küresel ısınma ile birlikte açığa çıkan en olumsuz etkilerden biriside su kaynakları üzerine olan etkidir. Bu etkinin 2050 ve sonrasında özellikle Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında daha şiddetli olacağı ve Akdeniz, Ege ve Orta Anadolu havzalarının kuraklık sorunu ile karşı karşıya kalabileceği öngörülmektedir (Giannakopoulos ve ark., 2005; Yürekli ve Anlı, 2008). Türkiye'de tarım alanlarının %10'una yakınına teşkil eden, bitkisel ve hayvansal üretim rakamları ile önemli bir tarımsal üretim merkezi olan Konya havzası da kuraklık riskinden en fazla etkilenmesi beklenen bir bölgedir. Havza Türkiye ortalamasına göre çok daha düşük olan 300 mm civarında yıllık yağışa sahip olup, bu yağışında önemli kısmı kış aylarında düşmektedir. Bölgede hayvancılık son 20 yılda verilen desteklemeler ile önemli oranda artmış ve Türkiye'de hayvan varlığı bakımından ilk üç sırada yer almaktadır. Bölgedeki kaba yem kaynaklarından meralar ot verimi açısından çok zayıf durumda olup, bir kısmı ise mera vasfını kaybetmiştir. Bölgede özellikle büyükbaş hayvancılık için kaba yem ihtiyacı önemli oranda yeraltı su kaynaklarından faydalanılarak sulu tarım alanlarından karşılanmaktadır. Bu durum yeraltı su kaynakları üzerinde önemli baskı oluşmasına ve su kaynaklarında azalmaya neden olmaktadır. Tarımsal potansiyeli, su kaynakları ve iklim özellikleri dikkate alındığında havzada sürdürülebilir bir tarımsal üretim için iklim değişikliği senaryoları ve su kaynakları dikkate alınarak su tüketimi daha az olan ya da sulama yapılmadan yağışa bağlı koşullarda yetişebilen ve biyokütle üretebilen bitkilerin bölgeye adaptasyonu ve yaygınlaştırılması önemli bir konudur. Bu amaçla Türkiye'de ilk olarak Soylu ve ark. (2010) tarafından Konya ekolojik şartlarında adaptasyon çalışmalarına başlanan dallı darı (*Panicum virgatum L.*) bitkisi bölge şartlarına adaptasyon sağlamıştır. Kuru şartlarda benzer bitkilere göre daha fazla biyokütle üretebilen, iyi yem değerine sahip, biyoetanol kaynağı olarak kullanılabilen, toprak kalitesini artıran ve erozyonu önleyen çok yıllık (10-15 yıl) bir C4 bitkisi olan dallı darı düşük üretim maliyetine sahiptir ve marjinal alanlarda yetişebilmektedir. Suyu etkin kullanan, yağışa bağlı kuru şartlarda biyokütle üretebilen, toprağın organik karbon içeriğini artırarak (David ve Ragauskas, 2010) toprak erozyonunu önleyen bir bitki olan dallı darı benzer bitkilere göre daha düşük maliyetlerle kuru ot ve silaj olarak kullanılmasına ek

olarak, erozyonla mücadelede, mera ıslahında, çayır mera tesisinde ve etanol üretiminde kullanılabilir çok yönlü ve düşük maliyetli bir bitkidir (Ma ve ark., 2000).

Yetiştigi çevre ve morfolojisine göre iki ekotipi mevcuttur. Tetraploid ploidi seviyesine ( $2n:4x:36$ ) sahip lowland ekotipleri uzun boylu kalın saplı olup, daha çok enerji amaçlı kullanılırken iken, octaploid ( $2n=8x=72$ ), ve tetraploid ploidi seviyesindeki upland ekotipler ise daha ince saplı ve kısa boylu olup, hayvan beslenmesinde daha yoğun olarak kullanılmaktadır Mitchell ve Schmer, 2012 ; Casler, 2012).

Kökene Kuzey Amerika olan dallı darı bitkisi geniş adaptasyon kabiliyeti, soğuk ve kurağa dayanımı ile özellikle kurak alanlarda önemli bir biyokütle kaynağı olabilmeye potansiyelinde olup, ilk tesisi yılında verimi düşük olan özellikle ikinci yıldan sonra verim potansiyeli artan bir bitkidir (Soylu ve ark., 2010). Türkiye'de yürütülen çalışmalarda özellikle kuru şartlarda dallı darının ilk yıllarına ait veriler belirlenmiş olup, çok yıllık olan bu bitkinin uzun yıllardaki verilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışma da Konya Karapınar lokasyonunda yağışa bağlı sulamasız koşullarda dallı darının 4 ve 5. yıllarına ait biyokütle verimi, verim öğeleri ile bazı fizyolojik parametreler incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

Çalışma Konya-Karapınar ekolojik koşullarında ( $37^{\circ} 41' 10.88''$  K ve  $33^{\circ} 30' 13.07''$  D) 2015 yılında tesis edilen dallı darı plantasyonuna ait 4. ve 5. yıllardaki biyokütle verimi ve diğer özelliklerini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile (2018 ve 2019) yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü Konya ili Karapınar ilçesi karasal bir iklime sahip olup, Türkiye'de en az yağışın görüldüğü bir alandır. Yağış ortalaması uzun yıllara göre 291.2 mm olan çalışma alanında yağışların önemli kısmı kış aylarında ve de önemli kısmı dallı darının yetişme dönemi dışında gerçekleşmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü ve gözlemlerin alındığı 2018 ve 2019 yıllarında toplam yağış ve dallı darının gelişmeye başladığı tarih ile biçim tarihi arasındaki (Nisan-Temmuz) yağış miktarı sırasıyla 2018 yılında 286.7 mm ve 85.4 mm, 2019 yılında ise 268.8 mm ve 53.6 mm olarak gerçekleşmiştir. Sıcaklık verileri açısından uzun yıllara göre en düşük sıcaklık değeri Şubat ayında ( $-15.9^{\circ}\text{C}$ ) kaydedilirken, çalışma yılları olan 2018 yılında  $-19.2^{\circ}\text{C}$  ile Ocak ayında, 2019 yılında ise  $-16.1^{\circ}\text{C}$  ile yine Ocak ayında ölçülmüştür. Çalışmada her iki yılda da en düşük sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasından daha yüksek olmuştur. Bu durum çalışmadaki çeşitlerin ekstrem soğuk koşullarına dayanımının kontrolü için iyi bir ortam oluşturmuştur. Çalışma alanı toprağı organik maddece fakir (% 0.8-1.3), kireç miktarı (% 28.6-33.6) ve pH değeri (7.9-8.2) yüksek ve tuz sıkıntısı olmayan

bir alan olup, fiziksel olarak üst 0-30 cm katmanı kumlu yapıda ve hacim ağırlığı  $1.36 \text{ g cm}^{-3}$  olan, daha derindeki katmanlar ise killi yapıda ve infiltrasyon hızı  $10 \text{ mm h}^{-1}$  olan bir topraktır (Çizelge 1). Çalışmada

kullanılan iki adedi lowland (Kanlow ve Alamo) ve dört adedi upland ekotipinde (Shelter, Cave in rock, Shawnee ve Trailblazer) olmak üzere toplam altı dallı darı çeşidi yurtdışı özel firmalardan temin edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanına ait bazı toprak özellikleri  
Table 1. Some soil properties of the experimental area.

Derinlik (cm) (Depth cm)	Kum(Sand %)	Silt (%)	Kil (Clay %)	Bünye (Structure)	TK(Field capacity %)	SN (Wilting point %)	Hacim ağı. (Volume weight $\text{g/cm}^3$ )	pH	EC ( $\text{dSm}^{-1}$ )	Kireç-(Lime %)	Organik mad.(Organic matter %)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )
0-30	58.3	22.6	19.1	SCL	20.1	9.7	1.36	7.9	0.43	33.6	1.3	14.7	35
30-60	30.1	20.3	49.7	C	24.6	12.7	1.25	8.2	0.46	28.6	1.1	5.8	26
60-90	16.1	24.4	59.6	C	28	15.5	1.23	8.2	0.44	29.4	0.8	2.9	25

Çalışmanın yürütüldüğü ve ölçümlerin alındığı dallı darı çeşitlerinin olduğu alan 2015 yılında tesis edilmiştir. 1 Temmuz 2015 tarihinde 15 cm sıra arası mesafesinde çizelle açılan sıralara 1 cm ekim derinliğinde metrekaareye 400 bitki hesabına göre (Soylu ve ark., 2010) çimlenme ve dormansi özelliklerine göre hazırlanan tohumlar kumla çoğaltılarak elle ekim yapılmış ve toprak sıkıştırılmıştır. 1.5 m genişlik (10 sıra) ve 5 metre uzunluğunda olmak üzere toplam  $7.5 \text{ m}^2$  'den oluşan her parsel biçimde parsel başı ve sonundan 1 metre ve kenarlardan iki sıra kenar tesiri düşüldükten sonra  $2.7 \text{ m}^2$  den oluşmuştur. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak yürütülen çalışma toplam 18 parselden (6 çeşit x 3 tekerrür) oluşmuştur. Çok yıllık bir bitki olan dallı darıda tesis yılından sonraki 2016 ve 2017 yıllarında deneme parsellerinde sulama yapılmamış yabancı ota karşı ilaçlama yapılmış, her iki yılda Mayıs ayı içerisinde  $5 \text{ kg N}$  uygulanmıştır. Bu yıllarda hasat bitkilerin yeşil aksamının kurummasından önceki dönemde 15 cm yükseklikten yapılarak kışa girmeleri sağlanmıştır. Çalışmada her iki yılda da (2018 ve 2019) sulama yapılmamış olup, Mayıs ayında dekara üre formunda  $5 \text{ kg N}$  uygulaması yapılmıştır (Soylu ve ark., 2010). Bitkiler 2018 yılında 18 Nisanda, 2019 yılında ise 20 Nisan tarihinde uyanmaya başlamıştır. Biyokütle hasatları için sulu alanlar ya da yağışın yeterli olduğu alanlar için biçim zamanı olarak dallı darının çiçeklenmesinden bir hafta sonra yapılması önerilirken, yağışa bağlı kuru koşullarda çalışmada her iki yılda çiçeklenme olmadığından hasat tarihi olarak bitkilerin kurumadan yeşil aksamının en fazla olduğu ve yem değerinin düşmediği dönemlerde yapılmıştır (Soylu ve ark., 2010). Bu kapsamda biyokütle hasadı 2018 yılında 14 Temmuz da, 2019 yılında ise 17 Temmuz tarihinde kenar tesirleri dikkate alınarak motorlu tırpanla yapılmış ve tartım yapılarak yeşil biyokütle verimi belirlenmiştir. 500 gram yeşil örnek etüvde  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  'de 24 saat kurutularak kuru madde oranı ve kuru biyokütle verimi

hesaplanmıştır.

Çalışmada biçimden hemen önce bitki boyu, metrede sap sayısı, sap ağırlığı ölçümleri Soylu ve ark. (2010)' nün yöntemlerine göre, klorofil içeriği, Fischer (2001)' e göre spadmetre cihazı ile, stoma iletkenliği ise Bahar ve ark. (2003)' nün yöntemlerine göre porometre cihazı ile beş bitkide ve 4 tekrarlı olarak ve bitki örtüsü sıcaklığı ise Jackson ve ark., (1981)' nin yöntemlerine göre infrared termometre ile 12:00 - 14:00 saat aralığında her parselde güney ve kuzeyden olmak üzere ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Çalışma sonucu elde edilen verilerin JMP 11.2.1 paket programına göre varyans analizi yapılmış ve konular arasındaki farklılıklar ve gruplandırmalar LSD testine göre yapılmıştır (JMP, 2014).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Konya Karapınar şartlarında 2018 ve 2019 yıllarında iki yıl süreyle yürütülen çalışmada kuru şartlarda dallı darı çeşitlerinin 4 ve 5. yıllarına ait biyokütle verimi ve diğer tarımsal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada iki yıla ait sonuçlara göre varyans analizi sonucunda çeşitler arasındaki farklılık biyokütle verimi başta olmak üzere incelenen bütün parametreler için  $P < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

### Yeşil ve Kuru Biyokütle Verimi

Kuru şartlarda altı darı çeşidinin 4 ve 5. yıllarına ait yeşil ve kuru biyokütle verimleri Çizelge 3'te verilmiş olup, çizelgeye göre istatistiki olarak önemli olmasa bile 2018 yılındaki yeşil biyokütle veriminin ( $1264 \text{ kg da}^{-1}$ ) 2019 yılı veriminden ( $1208 \text{ kg da}^{-1}$ ) daha fazla olduğu görülmüştür.

Benzer şekilde kuru biyokütle veriminde de 2018 yılı verimi daha fazla olmuş ve yıllar farklı gruplarda yer almıştır. Dalli darıda ilk tesis yılında verim düşük olmakta bunu takip eden yıllarda ise verimde artış olmaktadır. Bununla birlikte dallı darıda özellikle kuru şartlarda verimi belirleyen en önemli unsur

zamanında gerçekleşen yağış miktarıdır (Soylu ve ark., 2010). Çalışmada bitkilerin uyanmaya başladığı Nisan ayı ile hasatın yapıldığı Temmuz ayı arasındaki yağışlara bakıldığında 2018 yılındaki yağışın (85.4

mm) daha fazla olduğu ve özellikle Mayıs ile haziran aylarındaki yağış miktarının 2019 yılından fazla olmasının verimin daha iyi olmasını sağladığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Konya – Karapınar ekolojik şartlarında kuru koşullar altında dört dallı darı çeşidinden elde edilen çeşitli özelliklere ait varyans analizi

Table 2. Variance analysis of various characteristics obtained from switchgrass varieties under dry conditions in Konya - Karapınar ecological conditions

Kaynak (Variation)	SD	Kareler ortalaması (Means square)							
		YBV	KBV	BB	SS	SA	Kİ	Sİ	BÖS
Yıl (A) (Year)	1	28451.9	38756.5*	4	14965.4*	0.004	247.669	24.85*	1.55
Tek#[Yıl] (Rep#[Year])	4	8942.43	4406.61	29.47	661.11	0.040	102.261	0.51	7.92
Çeşit(B) (Variety)	5	883153*	231838*	555.84*	33298.4*	0.17*	202.491*	95.56*	33.03*
Yıl*Çeşit (Year*Variety)	5	3221.66	1961.67	2.67	2401.31*	0.005	51.2413	0.73	4.27
Hata (Error)	20	5579	3768.2	5.34	521.3	0.020	26.098	1.19	2.40
CV(%)		6.1	10.4	4.0	7.1	13.2	14.2	3.9	3.8

YBV: Yeşil biyokütle verimi (Fresh biomass yield), KBV:Kuru biyokütle verimi (Dry biomass yield), BB: Bitki boyu (Plant height), SS: Sap sayısı (Tiller number), SA: Sap ağırlığı (Tiller weight), Kİ:Klorofil içeriği (Chlorophyll content), Sİ: Stomal iletkenlik (Stoma conductivity), BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı (Canopy temperature)

\*:  $P<0.05$  seviyesinde önemli

(\*indicates significance at  $P<0.05$ )

Çizelge 3. Kuru koşullarda dallı darı çeşitlerinden elde edilen yeşil ve kuru biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>) ile bitki boyu (cm) değerleri

Table 3. Green and dry biomass yield (kg da<sup>-1</sup>) and plant height (cm) values obtained from switchgrass varieties in dry conditions

Çeşitler (Varieties)	Yeşil biyokütle verimi(kg da <sup>-1</sup> ) (Fresh biomass yield kg da <sup>-1</sup> )			Kuru biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> ) (Dry biomass yield kg da <sup>-1</sup> )			Bitki boyu(cm) (Plant height cm)		
	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)
Shelter	1402±22	1385±49	1394±35 b	777±35	663±21	720±28 a	50.7±2.3	50.7±2.4	50.7±2.1 c
Alamo	1556±33	1442±43	1499±38 a	765±41	672±15	719 ±26a	70.3±0.7	69.7±0.9	70.0±0.8a
Caveinrock	740±21	728±26	734±17 d	355±20	330±10	343±11 d	47.3±0.9	48.3±1.2	47.8±1.0 d
Shawnee	941±55	872±48	906±61 c	425±10	388±32	407±19 c	54.0±1.0	53.0±1.5	53.5±1.3 b
Kanlow	1527±24	1422±41	1475±29 ab	642±30	577±33	609±26 b	69.7±1.5	69.3±2.3	69.5±1.9 a
Trailblazer	1418±75	1398±46	1408± 59b	809±42	739±21	774±42 a	56.3±3.2	53.3±1.3	54.8±2.0 b
Ort.(Mean)	1264	1208	1236	629 a	562 b	595	58.1	57.4	57.7
Çeşit(Variety) LSD(0.05):89.6				Yıl (Year) LSD(0.05):61.2			Çeşit (Variety)LSD(0.05):2.8		
			Çeşit(Variety) LSD(0.05):73.7						

Çizelgedeki her bir veri üç tekrerrün ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir

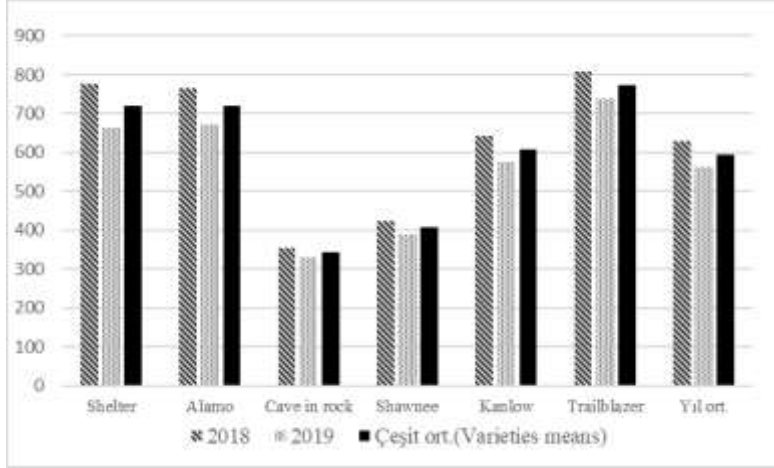
Çeşitler açısından incelendiğinde iki yıllık ortalamalara göre yeşil biyokütle verimi açısından lowland ekotipindeki Alamo (1499 kg da<sup>-1</sup>) ve Kanlow (1475 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri ile upland ekotipindeki Trailblazer çeşidi (1408 kg da<sup>-1</sup>) en fazla yeşil biyokütle verimine sahip olurken, en düşük verim ise 734 kg da<sup>-1</sup> ile Cave in rock çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Kuru biyokütle veriminde ise en yüksek değer Trailblazer çeşidinden (774 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiş, Shelter (720 kg da<sup>-1</sup>) ve Alamo (719 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri de aynı grupta yer alırken Kanlow çeşidi de 609 kg da<sup>-1</sup>

olan verimiyle ortalamanın üzerinde bir değere sahip olmuştur. Çalışmada en düşük kuru biyokütle verimi değerleri Cave in rock (343 kg da<sup>-1</sup>) ve Shawnee (407 kg da<sup>-1</sup>) çeşitlerinden elde edilmiştir (Şekil 1).

Geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip dallı darı ile ilgili farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda çoğu araştırmacı (Zhu ve ark., 2014; Çiçek, 2017) bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde lowland ekotipindeki çeşitlerin ve de özellikle Kanlow ve Alamo çeşitlerinin upland ekotiplere göre daha fazla biyokütle verimine sahip olduklarını bildirmiştir. Buna ilave olarak

Barney ve ark. (2009), Aimar ve ark.(2014) ve Liu ve ark. (2015) çalışmalarında su stresi yada kuru şartlarda lowland ekotiplerin veriminin daha iyi olduklarını bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarını destekleyen bu araştırmacıların yanında, bu çalışmada düşük verime sahip olan Cave in rock

çeşidinin yüksek performans gösterdiği önceki çalışmalarda (Geren ve ark., 2016) mevcut olup, toprak özellikleri, çevre şartları ile iklim ve yetiştirme tekniklerindeki farklılıkların (Nasso ve ark., 2015) bu sonucu oluşturduğu düşünülmektedir.



Şekil 1. Dalı darı çeşitlerinin kuru şartlarda 4.ve 5. Yıldaki kuru biyokütle verimleri (kg da<sup>-1</sup>)

Figure 1. Dry biomass yields of switchgrass varieties in dry conditions in the 4th and 5th years (kg da<sup>-1</sup>)

### Bitki Boyu

Çalışmada iki yıllık ortalama bitki boyu 57.7 cm olarak belirlenmiş olup, 2018 yılı boy ortalaması (58.1 cm) 2019 yılından (57.4 cm) daha fazla olmuştur (Çizelge 3). İki yıllık ortalamaya göre çeşitler arasındaki farklılıklar  $P \leq 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuş olup, biyokütle verimine benzer şekilde Alamo (70 cm) ve Kanlow (69.5) çeşitleri en yüksek değere, Cave in rock çeşidi (47.8 cm) ise en düşük bitki boyu değerine sahip olmuştur (Şekil 2b). Bitki boyu ile biyokütle verimi arasında pozitif bir ilişki görülmekte (Min ve ark., 2017) olup, yüksek biyokütle verimine sahip Alamo ve Kanlow çeşitlerinin bitki boyu değerleri de yüksek olmuştur. Daha önceki çalışmalarda genel anlamda upland ekotipindeki çeşitlerin lowland ekotipindeki çeşitlerden daha kısa boylu olduğu bildirilmiş (Soylu ve ark., 2010; Şeflek, 2010) çeşit bazında ise bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde Min ve ark. (2017) 22 çeşitte yürüttükleri çalışmada Kanlow ve Alamo çeşitlerinin Cave in rock çeşidinden daha fazla boya sahip olduğunu, Soylu ve ark. (2010) ise kuru şartlarda iki yıllık ortalamalara göre bitki boylarının çeşitlere göre 60-80 cm arasında olduğunu ve Kanlow çeşidinin upland ekotipindeki Shawnee ve Blackwell çeşitlerinden daha yüksek bitki boyu değerine sahip olduğunu bildirmiştir.

### Metrede Sap Sayısı

Çalışmada elde edilen sap sayısı ve sap ağırlığına ait elde edilen değerler Çizelge 4' de verilmiştir.

İki yıllık çalışmada ortalama metrede sap sayısı 319.8 adet olarak belirlenmiştir. 2019 yılında ki (305.8 adet) sap sayısında 2018 (333.8 adet) yılına göre azalma

meydana gelmiştir. Yağış miktarındaki azalma sap sayısını da olumsuz etkilemiştir (Soylu ve ark., 2010).

Çeşitler bazında önceki bir çok çalışma (Geren ve ark., 2016; Min ve ark., 2017) ile benzer şekilde bu çalışmada da lowland ekotipindeki çeşitlerin birim alanda upland çeşitlere göre daha az kardeş oluşturdukları görülmüş olup, en yüksek sap sayısı kuru biyokütle veriminin en fazla olduğu Trailblazer çeşidinden ( 448.5 adet) elde edilirken, en düşük değerler ise verimin en düşük olduğu Cave in rock çeşidinden (229.8 adet) elde edilmiştir (Şekil 2c). Bu durum upland ekotipindeki çeşitler için biyokütle verimi ile sap sayısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Biyokütle verimleri yüksek olmasına rağmen Kanlow ve Alamo çeşitleri deneme ortalamasından daha düşük değerler vermiştir (Çizelge 3 ve 4).

### Sap Ağırlığı

Biyokütle veriminin belirlenmesinde önemli bir parametre olan sap ağırlığı açısından deneme ortalaması 1.06 g olarak belirlenmiş olup, biyokütle verimi, bitki boyu, ve sap sayısında olduğu gibi yağışın daha fazla olduğu 2018 yılında (1.07 g) sap ağırlığı 2019 yılına (1.05 g) göre daha fazla olmuştur (Çizelge 4).

Çeşitler açısından bakıldığında iki yıllık ortalamalara göre Kanlow (1.24 g) ve Alamo (1.22 g) çeşitlerinin en yüksek değere sahip oldukları, birim alandaki sap sayısı fazla olan Trailblazer çeşidinin (0.78 g) ise en düşük sap ağırlığı değerine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 2). Biyokütle verimleri yüksek olan Alamo ve Kanlow çeşitleri için sap kalınlığı verimi etkileyen bir

parametre olarak ele alınırken, sap ağırlığı en az olmasına rağmen Trailblazer çeşidi de birim alandaki sap sayısının fazla olmasından dolayı yüksek biyokütle verimine sahip olmuştur.

Sap ağırlığı çeşit, yetiştirme çevresi, toprak yapısı ve iklim koşulları ile tarımsal uygulamalardan etkilenen bir özellik olup, daha önceki bir çok çalışmada farklı değerler elde edilse de genel olarak bu çalışmadan elde edilen sonuçları destekler şekilde lowland ekotipindeki çeşitlerin sap ağırlığı değerinin upland çeşitlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2010).

### Klorofil İçeriği

Çalışmada çeşitlere ait elde edilen fizyolojik parametrelere ait değerler Çizelge 5’de verilmiştir.

Bitkilerde fotosentez kapasitesi ve strese dayanımı belirleme amaçlı olarak kullanılan (Fischer, 2001) klorofil içeriği iki yıllık çalışmada ortalama % 35.8 olarak belirlenmiş olup, değerler çalışmanın ilk yılında % 38.4, ikinci yılında ise % 33.2 olmuştur (Çizelge 5).

Yağış miktarındaki azalma önceki çalışmalara benzer şekilde verim ve diğer parametrelerde olduğu gibi klorofil içeriğini de azaltmıştır (Ghimire ve Craven, 2011; Meyer ve ark.,2014).

Çeşitlerin klorofil içeriği iki yıllık ortalamalara göre incelendiğinde biyokütle verimi yüksek olan lowland ekotipindeki Kanlow (% 44.3) ve Alamo (% 41.7) çeşitlerinin en yüksek klorofil içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 3). En düşük değer ise kloroz semptomu görülen ve biyokütle verimi düşük olan upland ekotipindeki Shawnee çeşidi (% 29.6) ile biyokütle veriminin en düşük olduğu Cave in rock çeşidinden (% 31.8) elde edilmiştir (Çizelge 3 ve 5). Klorofil içeriği bitkilerin fotosentez kapasitesi ve stres şartlarındaki verimleri ile ilişkili bir özellik olup ıslah çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak çokça kullanılmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda yüksek biyokütle verimine sahip lowland çeşitlerin klorofil içeriklerinin de yüksek olması daha önceki çalışma sonuçları ile örtüşmektedir (Zhu ve ark.,2014).

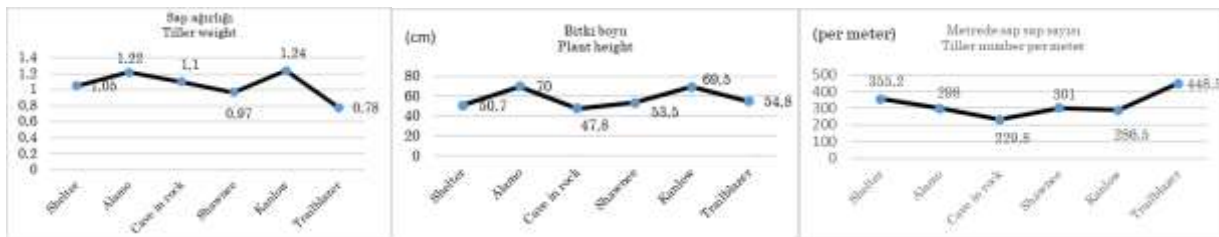
Dallı darı çeşitlerinde farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda klorofil içeriklerini Şeflek (2010) % 25.5 - 37.2 arasında, Ghimire ve Craven (2011) sulu koşullarda % 31.7, kuru koşullarda ise % 30.9 olarak ve Liatukas ve ark. (2015) ise çeşitlere göre % 33.5 - % 45.2 arasında bulmuşlardır. Önceki çalışmalardan elde edilen değerler bu çalışma sonuçları ile benzerlik göstermekte olup, farklılıklar çevre, çeşit ve yetiştirme tekniklerindeki farklılıktan meydana gelmiştir.

Çizelge 4. Kuru koşullarda dallı darı çeşitlerinden elde edilen metrede sap sayısı (adet) ve sap ağırlığı (g) değerleri  
Table 4. Tiller number per meter and single tiller weight (g) in obtained from switchgrass varieties in dry conditions.

Çeşitler (Varieties)	Metrede sap sayısı(adet) (Tiller number per meter)			Sap ağırlığı(g) (Tiller weight)		
	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)
Shelter	361.3±18.0 bc	349.0±16.0 cd	355.2±18.0 b	1.11±0.2	1.00±0.1	1.05±0.05 bc
Alamo	297±10.1 e-g	299.0±14.6 e-g	298.0±9.0 d	1.23±0.1	1.20±0.1	1.22±0.04 ab
Cave in rock	226.0±5.0 i	233.7±4.5 h1	229.8±5.0 e	1.13±0.2	1.07±0.1	1.10±0.11 a-c
Shawnee	318.7±23.9 d-f	283.3±4.4 fg	301.0±14.0 c	0.94±0.1	1.00±0.1	0.97±0.06 c
Kanlow	301.3±9.8 e-g	271.7±16.4 gh	286.5±13.0 d	1.25±0.1	1.23±0.1	1.24±0.05 a
Trailblazer	498.7±5.7 a	398.3±13.7 b	448.5 ±7.0 a	0.77±0.1	0.80±0.0	0.78± 0.06d
Ort.(Mean)	333.8 a	305.8 b	319.8	1.07	1.05	1.06

Yıl(year)	Çeşit(Variety)	Yıl*çeşit(Year*variety)	Çeşit(Variety)
LSD(0.05):23.7	LSD(0.05):27.4	LSD(0.05):38.8	LSD(0.05):0.16

Çizelgedeki değerler üç tekerrürün ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.



Şekil 2. Dallı darı çeşitlerinin kuru şartlarda iki yıl ortalamasına ait sap ağırlığı, bitki boyu ve sap sayısındaki değişimler

Figure 2. The variations in the single tiller weight, plant height and the number of tiller per meter of switchgrass varieties for two years in dry conditions.

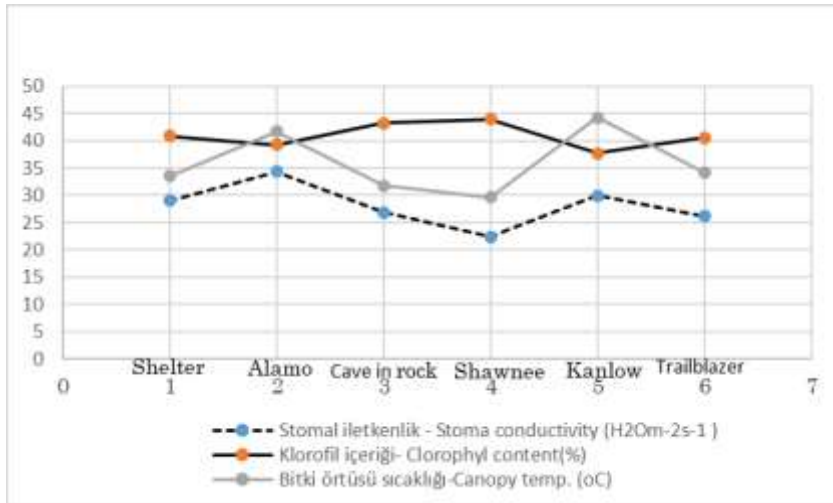
Çizelge 5. Kuru koşullarda dallı darı çeşitlerinden elde edilen bazı fizyolojik özelliklere ait değerler  
Table 5. Values of some physiological properties obtained from switchgrass varieties in dry conditions

Çeşitler (Varieties)	Stomal iletkenlik (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (Stoma conductivity)			Bitki örtüsü sıcaklığı (°C) (Canopy temperature)			Klorofil içeriği (%) (Chlorophyll content)		
	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)	2018	2019	Ort. (Mean)
Shelter	29.7±0.3	28.3±0.3	29.0±0.3 b	40.7±0.3	41.1±0.6	40.9±0.4 b	34.5±0.7	32.4±1.6	33.5±1.2 b
Alamo	35.5±1.1	33.1±1.0	34.3±1.0 a	38±1.1	40.3±1.1	39.2±1.1 bc	47.7±3.3	35.6±0.3	41.7±3.3 a
Caveinrock	27.3±0.7	26.5±0.7	26.9±0.7 c	42.5±1.1	43.9±1.6	43.2±1.3 a	33.5±2.2	30.2±2.8	31.8±0.8 b
Shawnee	23.0±0.2	21.9±0.3	22.4±0.1 d	45.0±1.8	42.8±1.5	43.9±1.3 a	31.2±1.4	28.0±0.6	29.6±0.9 b
Kanlow	31.2±0.5	28.6±0.5	29.9±0.5 b	37.1±0.7	38.4±0.4	37.7±0.3 c	50.6±3.5	38.0±1.7	44.3±3.9 a
Trailblazer	27.1±0.6	25.3±0.3	26.2±0.5 c	41±0.6	40.2±0.3	40.6±0.3 b	33.1±1.5	35.0±1.4	34.1±0.3 b
Ort. (Mean)	28.9 a	27.3 b	28.01	40.7	41.1	40.9	38.4	33.2	35.8

Yıl (Year) Çeşit(Variety)  
LSD(0.05):0.66 LSD(0.05):1.3

Çeşit(Variety) LSD(0.05):1.85 Çeşit(Variety) LSD(0.05):6.1

Çizelgedeki değerler üç tekerrürün ortalaması ± standart hata olarak verilmiştir.



Şekil 3. Kuru şartlarda dallı darı çeşitlerinde bazı fizyolojik parametrelerdeki değişimler

Figure 3. The variations in some physiological parameters in switchgrass varieties under dry conditions.

### Stomal İletkenlik

Çalışmada ortalama stomal iletkenlik değeri 28.01 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş olup, diğer parametrelerdeki gibi yağışın daha az olduğu 2019 yılında (27.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) daha az olmuştur (Çizelge 5). Toprakta yeteri nem bulunmaması durumunda bitkiler stomalarını kapatarak gaz alışverişini azaltmaktadır.

Barney ve ark. (2009), Hartman ve ark. (2012) ve Meyer ve ark. (2014) kurak koşullarda stomal iletkenliğinin azaldığı bildirmiş olup, bu çalışmada da yağışın daha az olduğu 2019 yılındaki stomal iletkenlik değerinin yağışın nispeten daha fazla olduğu 2018 yılına göre düşük olması yönüyle bu çalışmalarla örtüşmektedir. Çeşitler açısından bakıldığında iki yıllık ortalamalara göre en yüksek değer Alamo çeşidinden (34.3 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) elde edilirken, en düşük değer ise Shawnee çeşidinden (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Şekil 3). Çalışmadan elde edilen stomal iletkenlik değerleri Hartman ve ark. (2012), Meyer ve ark. (2014), Zhu ve

ark. (2014)'nın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

### Bitki Örtüsü Sıcaklığı

Birçok araştırmacının tarafından bitkinin su içeriğini tespit etme (Blum ve Ebercon, 1981), stres faktörlerine tepkinin belirlenmesi (Jackson ve ark., 1981), sulama zamanının belirlenmesi, (Evet ve ark., 1996) sıcaklığa toleransın ölçülmesi ve kuraklık şartlarına tepkinin belirlenmesi (Rashid ve ark., 1999) amacıyla kullanılan bitki örtüsü sıcaklığı diğer fizyolojik parametreler içinde verimle çok daha ilişkili ve ıslah çalışmalarında da çokça kullanılan bir özelliktir (Reynolds ve ark., 1999).

Birçok amaçla kullanılan bu özellikle ilgili çalışmada ortalama bitki örtüsü sıcaklığı değeri 40.9 °C olarak belirlenmiş olup, bu değer 2018 yılında 40.7 °C ve 2019 yılında ise 41.1 °C olmuştur (Çizelge 5). Bu durumun yağış ve dolayısı ile toprak nemindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada en yüksek ve en düşük bitki örtüsü sıcaklığı değeri sırasıyla Shawnee (43.9 °C) ile Kanlow (37.7 °C)

çeşitlerinden elde edilmiştir (Şekil 3). Kuru şartlarda oluşan su stresinde bitki örtüsü sıcaklığı daha düşük olan çeşitlerin kurağa daha dayanıklı olduğu ve bu şartlarda daha iyi verim verdiği ve verim ile bitki örtüsü sıcaklığı değeri arasında negatif bir ilişki olduğu bildirilmekte olup (Blum ve Ebercon, 1981) çalışmada biyokütle verimi yüksek olan çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklıklarının düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3 ve 5).

Konu ile ilgili daha önce yürütülen çalışmalardan Şeflek (2010), Konya koşullarında dört dallı darı çeşidinde yürüttüğü denemede Kanlow ve Alamo çeşitlerinin bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde en düşük bitki örtüsü sıcaklığı değerine sahip olduğunu bildirmiştir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Konya Karapınar şartlarında yağışa bağlı kuru koşullarda dallı darının 4 ve 5. yıllarına ait biyokütle verimi, verim öğeleri ile bazı fizyolojik parametrelerinin belirlenmesi amacıyla 2018 ve 2019 yıllarında yürütülen bu çalışma sonucunda bütün çeşitlerin canlılığını devam ettirerek biyokütle vermeye devam ettiği belirlenmiştir. Çalışmada lowland ekotipindeki Kanlow ve Alamo çeşitleri ile upland ekotipindeki Trailblazer çeşidinin en yüksek biyokütle verimine sahip olduğu, Shawnee ve Cave in rock çeşitlerinin ise en düşük biyokütle verimine sahip oldukları belirlenmiştir. Kuru şartlarda yağışın verim ve verim öğelerini belirleyen en önemli faktör olduğu, sap ağırlığı, metrede sap sayısı ve bitki boyu değerleri yüksek olan çeşitlerin biyokütle verimi açısından ön plana çıktığı ve yine fizyolojik parametreler açısından kuru koşullarda yüksek verime sahip çeşitlerin klorofil ve stomal iletkenlik değerinin yüksek, bitki örtüsü sıcaklık değerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar bu makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### KAYNAKLAR

Aimar D, Calafat M, Andrade AM, Carassay L, Bouteau F, Abdala G, Molas ML 2014. Drought Effects on The Early Development Stages of *Panicum virgatum* L.: Cultivar Differences. Biomass and Bioenergy, 66: 49-59.

Bahar B, Barutçular C, Yağbasanlar T 2003. Yazlık Makarnalık Buğdayda Stoma İletkenliğinin Verim ve Verim Unsurlarıyla İlişkileri. 5. Tarla Bitkileri Kongresi 13-17 Ekim 2013, Diyarbakır

Barney JN, Mann JJ, Kayser GB, Blumwald E, Deynze AV, Ditomaso JM 2009. Tolerance of Switchgrass

to Extreme Soil Moisture Stress: Ecological Implications. Plant Science, 177: 24-732.

Blum A, Ebercon A 1981. Cell Membrane Stability As a Measure of Drought and Heat Tolerance in Wheat. Crop Science, 21: 43-47.

Casler MD 2012. Switchgrass Breeding, Genetics, and Genomics, in Switchgrass, a Valuable Biomass, Crop for Energy (ed. A. Monti). Springer, London, 29-53.

Çiçek F 2017. Dalli Darı Çeşitlerinin Farklı Gelişme Dönemleri için G.D.D İsteklerinin Tespiti ve Farklı Biçim Sıklıklarına Tepkisinin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 24-49.

David K, Ragauskas AJ 2010. Switchgrass As An Energy Crop for Biofuel Production: A Review of Its Ligno-cellulosic Chemical Properties. Energy & Environmental Science, 3: 1182-1190.

Evet SR, Howel TA, Schneider AD, Upchurch DR, Wanjura DF 1996. Canopy Temperature Based Automated Irrigation Control, Evaporation and Irrigation Scheduling, al, C. R. C. E. San Antonio: 207-213.

Fischer RA 2001. Selection Traits for Improving Yield Potential. Application of Physiology in Wheat Breeding, In, Eds, p. 148-159.

Geren H, Kavut YT, Topçu GD 2016. Bornova Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Farklı Dalli Darı Genotiplerinin Biyokütle Verimi ve Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Bir Ön Araştırma. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, 27-30 Eylül Samsun

Giannakopoulos C, Bindi M, Moriondo M, Tin T 2005. Climate Change Impacts in The Mediterranean Resulting Form A 2 °C Global Temperature Rise. A Report for WWF, 14-54.

Ghimire SR, Craven KD 2011. Enhancement of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Biomass Production under Drought Conditions by The Ectomycorrhizal Fungus. Applied and Environmental Microbiology, 77: 7063-7067.

Hartman JC, Jesse B, Nippert JB, Springer CJ 2012. Ecotypic Responses of Switchgrass to Altered Precipitation. Functional Plant Biology, 39: 126-136.

Jackson RD, Idso SBRJ, Pinter RJR 1981. Canopy Temperature As a Crop Water Stress Indicator. Water Resources Research, 17: 1133-1138.

JMP 2014. JMP® 11.2.1 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Liutukas Z, Lemežienė N, Butkutė B, Cesevičienė J, Dabkevičienė G 2015. Chlorophyll Values As a Measure of Genetic Variation of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Populations under Cool Temperate Climate Conditions. Zemdirbyste-Agriculture, 102: 159-166.

Liu Y, Zhang X, Tran H, Shan L, Kim J, Childs K, Ervin EH, Frazier T, Zhao B 2015. Assessment of



- Drought Tolerance of 49 Switchgrass Genotypes Using Physiological and Morphological Parameters. *Biotechnology for Biofuels*, 8 : 152.
- Ma Z, Wood CW, Bransby DI 2000. Soil Management Impacts on Soil Carbon Sequestration by Switchgrass. *Biomass and Bioenergy*, 18: 469-477.
- Meyer E, Aspinwall MJ, Lowry DB, Palacio-Mejía J, Logan TL, Fay PA, Juenger TE 2014. Integrating Transcriptional, Metabolomic, and Physiological Responses to Drought Stress and Recovery in Switchgrass. *BMC Genomics*, 15: 527-541.
- Mitchell R, Schmer M 2012. Switchgrass, Harvest and Storage. In: *Green Energy and Technology*, Eds, <University of Nebraska–Lincoln DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln, p. 113-127.
- Min D, Guragain YN, Prasad V, Vadlani PV, Lee J 2017. Effects of Different Genotypes of Switchgrass As a Bioenergy Crop on Yield Components and Bioconversion Potential. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 7: 27-35.
- Nasso NND, Lasorella MV, Roncucci N, Bonari E 2015. Soil Texture and Crop Management Affect Switchgrass Productivity in The Mediterranean. *Industrial Crops and Products*, 65: 21-26.
- Rashid A, Stark JC, Tanveer A, 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: 231-238.
- Reynolds M, Skovmand B, Trethowan R, Pfeiffer W 1999. Evaluating A Conceptual Model for Drought Tolerance. In: *In Molecular Approaches for The Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water-Limited Environments*, Eds: M. Ribaut, a. D. P., p. 49-53.
- Soylu S, Sade B, Ögüt H, Akınerdem F, Babaoğlu M, Ada R, Eryılmaz T, Öztürk Ö, Oğuz H 2010. Investigation of Agronomic Potential of Switchgrass As an Alternative Biofuel and Biomass Crop for Turkey. 18th European Biomass Conference, Lyon Fransa.
- Şeflek A 2010. Dallı darı (*Panicum virgatum* L.) Çeşitlerinin Verim, Bazı Morfolojik, Fenolojik ve Fizyolojik Özelliklerinin Tespiti. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 26-52.
- Yürekli K, Anlı AS 2008. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Karaman İli Kuraklığının Analizi. Konya Kapalı Havzası Yer Altı Suyu ve Kuraklık Konferansı 11-12 Eylül 2008, Konya
- Zhu Y, Fan X, Hou X, Wu J, Wang T 2014. Effect of Different Levels of Nitrogen Deficiency on Switchgrass Seedling Growth. *The Crop Journal*, 2: 223-234.