

## ***Kısıntılı Sulama Koşullarında Dallı Darı (*Panicum virgatum* L.) Çeşitlerinin Tane Verimi ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi***

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

<sup>1</sup>*Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya/TURKEY*  
<sup>2</sup>*Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Konya/TURKEY*

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1621-0892>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0420-5033>

\* Corresponding author (Sorumlu yazar): [erdalgonulal@hotmail.com](mailto:erdalgonulal@hotmail.com)

Received (Geliş tarihi): 12.06.2020 Accepted (Kabul tarihi): 29.07.2020

**ÖZ:** Konya Karapınar koşullarında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak üç yıl (2016-2018 yılı) süreyle yürütülen bu çalışmada; ana parsel olarak üç sulama konusu ( $S_1$ : Tam sulama, eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi;  $S_2$ :  $S_1$ 'in % 75' i kadar sulama;  $S_3$ :  $S_1$ 'in % 50' si kadar sulama) ve altı dallı darı çeşidi (Alamo, Kanlow, Shelter, Shawnee, Cave in rock ve Trailblazer) materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada su kısıtı bakımından ortalama birim alan tane verimi 15,4 kg/da ( $S_3$ )-51,6 kg/da ( $S_1$ ) arasında, bin tane ağırlığı 1,22 g ( $S_3$ )-1,41 g ( $S_1$ ) aralığında ve hasat indeksi 1,17 ( $S_3$ )- 2,52 ( $S_1$ ) aralığında belirlenmiştir. Araştırmada çeşitler açısından ortalama birim alan tane verimi 5,7 kg/da (Alamo)-52,7 kg/da (Cave in rock) aralığında, bin tane ağırlığı 0,82 g (Alamo)-1,66 g (Cave in rock) aralığında ve hasat indeksi %0,21 (Alamo)- %3,57 (Cave in rock) aralığında belirlenmiştir. Çalışma ile ova (lowland) ekotipindeki çeşitlerin düşük birim alan tane verimi, bin tane ağırlığı ve hasat indeksi değerine sahip olduğu; yayla (upland) ekotipindeki çeşitlerin ise, birim alan tane verimi ve tane iriliğinin daha fazla olduğu ve sulamanın incelenen parametreler üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dallı darı, *Panicum virgatum* L., bin tane ağırlığı, hasat indeksi, su kısıtlaması, birim alan tane verimi.

### ***Determining of Seed Yield and some Yield Characteristics of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Varieties under Water Deficits Conditions***

**ABSTRACT:** Experiments were conducted for three years (2016, 2017 and 2018) under ecological conditions of Konya-Karapınar region of Turkey in randomized blocks in split plots experimental design with 3 replications. Three irrigation treatments ( $S_1$ : Full-irrigation with no water deficit,  $S_2$ : 75% of  $S_1$  irrigation,  $S_3$ : 50% of  $S_1$  irrigation) were placed into main plots and six switchgrass cultivars (Alamo, Kanlow, Shelter, Shawnee, Cave in rock ve Trailblazer) were placed into the sub-plots. According to result of were obtained in terms of cultivars average seed yield were varied between 5.7 kg da<sup>-1</sup> (Alamo) - 52.7 kg da<sup>-1</sup> (Cave in rock), thousand-kernel weights between 0.82 g (Alamo) -1.66 g (Cave in rock) and harvest index between 0.21% (Alamo) – 3.57% (Cave in rock). In this study, it was determined that the varieties in lowland ecotype had low average seed yield, thousand-kernel weight and harvest index values, but the upland varieties had higher average seed yield and seed size and irrigation or water disability was effective factor on the parameters studied.

**Keywords:** Switchgrass, *Panicum virgatum* L., thousand-kernel weight, harvest index, water disability, average seed yield.

## **GİRİŞ**

Dallı darı çok yıllık (10-15 yıl), suyu etkin kullanan, marjinal alan ve kurak koşullarda biyokütle üretebilen, her yıl toprak işleme gerektirmeyerek,

toprak organik karbonunu artıran (David ve Ragauskas, 2010) ve erozyonu önleyen çevre dostu bir sıcak iklim tahıl bitkisidir. Düşük maliyetli silaj ve kuru ot olarak değerlendirilmesinin yanında,

yapay mera ıslahında da kullanılmakta ayrıca yüksek oranda biyoetanol üretme kapasitesine de sahiptir (Soylu ve ark., 2010).

Morfolojik karakterleri ve yetiştirme çevrelerine göre upland (yayla tipi) ve lowland (ova tipi) olmak üzere iki farklı ekotipi bulunmaktadır. Lowland ekotipindeki çeşitler genellikle daha boylu, sap kalınlığı ve ağırlığı fazla ve genel de enerji üretim amaçlı kullanılırken; upland tipler ise daha kısa boylu, çok kardeşlenen, ince-narin saplı ve genelde hayvan beslemesinde kullanılmaktadır (Hultquist ve ark., 1996).

Dallı darının çok sayıda tane vermesi, tanesinin ekimiyle üretilmesi, çok yıllık olması, soğuğa ve kurağa toleranslı olması ve geniş coğrafi marjinal alanlara adaptasyon yeteneğinden dolayı, Türkiye açısından alternatif bir bitki türü örneği teşkil etmektedir. Su kaynakları yeterli olmayan alanlarda üreteceği biyokütle ile hayvancılık açısından sürdürülebilir bir üretime olanak sağlaması ve sulu tarım alanları üzerindeki baskının azaltılması açısından önemli bir bitki olan dallı darı Kuzey Amerika kökenli olmasına rağmen, 2000'li yıllardan sonra Avrupa ülkeleri ve Türkiye'de yürütülen çalışmalarda olumlu sonuçlar vermiştir (Soylu ve ark., 2010).

Upland ve lowland olmak üzere iki ekotipi olan temel kromozom sayısı  $x=9$  olan dallı darıda ploidi seviyesi diploid ( $2n=2x=18$ ) ile duodecopoloid ( $2n=12x=108$ ) arasında değişmektedir. Yabancı döllenmiş dallı darıda lowland (ova) çeşitler tetraploid, upland çeşitler ise tetraploid ya da octaploid nadiren ise hexaploiddirler (Narasimhamoorthy ve ark., 2008; Casler, 2012).

Dallı darı ıslahı yetiştiriciliğinde ana odak, biyokütle veriminin artması olmasına rağmen, dallı darının ticari ve geniş olarak yayılımı için gerekli olan tane verim talebini karşılamak için bitki başına tane veriminin ve verim bileşenlerinin geliştirilmesi de çok önemlidir. Vogel (2000), yeni çeşitlerin tohum üretiminin beklenen talebi karşılamak için yeterli olmasını sağlamak amacıyla biyokütle ve hayvan yemi üretimi için geliştirilen

yeni çeşitlerin seçimi ve değerlendirilmesi sırasında tane verimine dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Dallı darı bitkisinin yeni alanlarda yaygınlaşması için en önemli konulardan biri de, gerekli tohumluğun bu alanlarda ekonomik olarak üretilebilmesidir.

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı marjinal alanlarda dallı darı bitkisi kendine has önemli özellikleri ile alternatif bir bitki olarak görülmektedir. Türkiye'nin birçok alanında yürütülen adaptasyon çalışmalarında olumlu sonuçlar veren bu bitkinin çoğaltılması ve geniş sahalara plantasyonu, taneyle çoğaltılabilmesi ile olanaklıdır. Tane verimini agronomik uygulamalar etkilemekte olup, bu çalışma ile Orta Anadolu koşullarında su kısıtı şartlarında; altı dallı darı çeşidinin üç yıllık birim alan tane verimi, bin tane ağırlığı ve birim alan hasat indeksi araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışma üç yıl süreyle (2016, 2017 ve 2018), Konya-Karapınar ( $37^{\circ} 41' 09.88''$  K ve  $33^{\circ} 30' 13.00''$  D coğrafi koordinatta) ekolojik koşullarında üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Deneme alanı kara iklimine sahip olup; yaz yağışları düşük, toplam yıllık yağış miktarı 300 mm'nin altında ve yağış dağılım rejimi düzensiz ve yağışların önemli kısmı kışın gerçekleşen bir agroekolojik zondur.

Çalışmanın yürütüldüğü koşullarda yağış miktarı uzun yıllar ortalaması olarak 291,2 mm olup, çalışmanın yürütüldüğü 2016, 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla; 286,2 mm, 249,6 mm ve 275,4 mm olarak gerçekleşmiştir. Dallı darının sulandığı ve gelişme gösterdiği Nisan- Eylül arası yağışlara bakıldığında uzun yıllar için 93,5 mm yağış gerçekleştiği görülmektedir. Araştırma sürecinde ise yağış miktarı; 2016 yılında 98,6 mm, 2017 yılında 117,8 mm ve 2018 yılında ise 103,3 mm olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın üç yılında da yetiştirme dönemindeki yağış miktarları uzun yıllar yağış ortalamasından daha fazla (93,5 mm) olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma alanının bazı iklim özellikleri (Anonim, 2018).  
Table 1. Some climatic properties of the experimental area (Anonim, 2018).

İklim özellikleri Climatic properties	Yıllar (Years)			
	2016	2017	2018	Long terms (1963-2018)
Ort.Sıc.(°C) (Average temp.)	12,3	11,7	12,3	12,0
Ort. minimum sıcaklık (°C) (Average min. temp.)	1,1	-0,7	-0,5	-3,9
Ort. maksimum sıcaklık (°C) (Average max. temp.)	26,9	24,7	26,9	26,1
Nisan-Eylül yağış (mm) (Apr.-Sept. precipitation)	98,6	117,8	103,3	93,5
Toplam yağış (mm) (Total precipitation)	286,2	249,6	275,4	291,2

Toprak özelliklerine bakıldığında deneme alanının özellikle 0-30 cm'lik katmanının kumsal yapıda olduğu, organik maddece fakir, kireç miktarı ve pH'ı yüksek ve tuz sorunu olmayan bir alan olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Çalışmada Amerika Birleşik Devletleri Tohum Gen Bankası ve yurtdışı özel kuruluşlardan daha önce temin edilen ikisi lowland ekotipinde (Alamo ve Kanlow) ve dördü upland ekotipinde (Shawnee, Shelter, Trailblazer ve Cave in rock) olmak üzere toplam altı dallı darı çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışmaya 2015 yılında dallı darının plantasyonu ile başlamıştır. Deneme alanına 2015 yılı Haziran ayında toprak hazırlığı yapıldıktan sonra, her parsel için toprak işleme anında 10 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 3 kg/da N hesabıyla taban gübre verilmiştir. Sıra arası 15 cm olacak şekilde çizel ile açılan sıralara ekim; 1 Temmuz 2015 tarihinde, 1 cm derinliğe 400 bitki/m<sup>2</sup> olacak şekilde elle yapılarak, toprak sıkıştırılmıştır (Soylu ve ark., 2010). Parsel büyüklüğü; 5 m uzunluk ve 1,8 m genişlik (6 sıra) olmak üzere 9 m<sup>2</sup>'lik alanlardan oluşmuştur. Biyokütle ve birim alanda tane hasadı, parsel başı ve sonundan 1 metre, kenarlardan ise 1 sıra parsel dışı olarak atılmış kalan, 3,6 m<sup>2</sup>den ölçüm ve gözlemler yapılmış, veriler dekara çevrilmiştir. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada; ana konu olarak üç sulama konusu (S<sub>1</sub>: Tam sulama, eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi; S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub>'in % 75' i kadar sulama; S<sub>3</sub>: S<sub>1</sub>'in % 50' si kadar sulama) alt konu olarak ise altı çeşit (Alamo, Kanlow, Shelter, Shawnee, Cave in rock ve Trailblazer) ile çalışılmıştır.

Tesis yılı olan 2015' te ekimle birlikte biçime kadar olan su ihtiyacını karşılamak üzere tüm konulara Temmuz – Eylül ayları arasında toplam 150 mm su verilmiştir. Tesis yılında 1 Kasım 2015 tarihinde yerden 15 cm yükseklikten ot biçimi

yapılarak parsellerdeki bitkilerin kışa girmesi sağlanmıştır. Su kısıtı konularının uygulanmaya başladığı ve verilerin alınmaya başladığı 2016 yılı Nisan ayından itibaren üç yıl boyunca yetiştirme döneminde topraktaki nem gravimetrik yöntemle izlenmiş ve 0-90 cm toprak derinliğindeki topraktaki faydalı suyun % 50-55'i kullanıldığında S<sub>1</sub> konusu tarla kapasitesine getirilecek şekilde damla sulama yapılmıştır. Sulama sisteminde 75' lik borular ve bundan çıkış yapılan 40 cm damlatıcı aralığı ve 2,0 l/h debisi olan 166 mm'lik basınç ayarlı damla sulama boruları kullanılmıştır. Her parselde 4 sıra lateralın döşendiği çalışmada parsellere verilen suyu belirlemek için su sayacı kullanılmıştır. Tam sulama (S<sub>1</sub>) konusuna verilecek sulama suyu miktarı deneme alanının hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası belirlendikten aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Kara, 2011).

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

Eşitlikte;

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

TK = Tarla kapasitesi (hacim %' si olarak),

MN = Faydalı su kapasitesinin %50-55' i tüketildiğinde dallı darı etkili kök derinliğindeki mevcut nem (hacim %' si olarak),

D = Etkili kök derinliği (mm)

Su kısıtı konularında ise S<sub>1</sub> konusuna göre kısıntı hesap edilmiştir. 2016 yılında damla sulama ile 12 sulama, 2017 ve 2018 yılında ise 11 sulama yapılmıştır. Tam sulama konusuna (S<sub>1</sub>) 2016 yılında 480 mm, 2017 yılında 436 mm ve 2018 yılında ise 450 mm sulama suyu verilmiştir. S<sub>2</sub> (2016 yılı : 360 mm, 2017 yılı: 327 mm, 2018 yılı 338 mm) ve S<sub>3</sub> ( 2016 yılı: 240 mm, 2017 yılı: 218 mm, 2018 yılı: 225 mm) konularına ise oranlarına göre kısıtlamaya gidilerek sulama yapılmıştır. Çalışmada her üç yılda da Mayıs ayında dekara 15 kg saf azot verilmiştir (Soylu ve ark., 2010).

Çizelge 2. Araştırma alanının bazı toprak özellikleri (Anonim, 2017).

Table 2. Some soil properties of the experimental area (Anonim, 2017).

Derinlik (cm) (Depth) (cm)	Kum (%) Sand (%)	Silt (%)	Kil (%) Clay (%)	Bünye Structure	TK (%)	SN (%)	Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> ) Volume weight (g/cm <sup>3</sup> )	pH	EC (dSm <sup>-1</sup> )	Kireç (%) Lime (%)	Organik madde (%) Organic matter (%)	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	301	20,3	49,6	C	24,5	12,6	1,3	8,1	0,45	28,7	1,1	5,7	26
60-90	160	24,4	59,6	C	28	15,4	1,22	8,2	0,44	29,4	0,6	2,6	24

Çalışmada ilk yıl bitkiler 17 Nisan, 2017 yılında 21 Nisan ve 2018 yılında ise 15 Nisan tarihinde uyanmaya başlamış ve üç yıl içinde çeşitlerin çiçeklenme tarihleri belirlenmiştir (Çizelge 3). Parsellerde biyokütle ve tane hasadı 2016 yılında 1 Kasım, 2017 yılında 30 Ekim, 2018 yılında ise 3 Kasım tarihinde, her parselde kenar tesirleri atıldıktan sonra elle yapılmıştır. Her parselde salkımlar kesilip harmanlanmış ve temizlenmiştir.

Hasat indeksi her parselden elde edilen tane veriminin biyolojik verime bölünmesi ile belirlenmiştir. (Turan, 2008). Bin tane ağırlığı 4 adet 100 tanenin sayılıp tartılarak ortalamasının alınmasıyla (Soylu ve ark., 2010) hesaplanmış, hasat indeksi ise Sarı ve Ünay (2015)'in uyguladığı yöntemle göre hesap edilmiştir. Sonuçlarının değerlendirilmesinde ve ortalamaların karşılaştırmasında istatistiksel analiz ve LSD testi uygulanmıştır (Steel ve Torrie, 1980). Çalışmadan elde edilen veriler JMP 11.2.1 (Anonymous, 2007) paket istatistik programı kullanılmıştır. Konular arasındaki farklılıklar ve gruplandırılmalar LSD testine göre belirlenmiştir (Steel ve Torrie, 1980).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Tam sulama ve su kısıtlılığı koşullarında dallı darının tane verimi, bin tane ağırlığı ve hasat indeksi özelliklerinin incelendiği çalışmaya ait varyans analiz tablosu Çizelge 4'te verilmiştir. Homojenliği kontrol edilip yıl birleştirmesi yapılan çalışmada; su ve çeşit konuları arasındaki farklar, incelenen bütün parametreler için istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

## Birim alan tane verimi

Konya- Karapınar koşullarında üç yıl süreyle yürütülen çalışmada tane verimine ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiş olup, denemenin ilk yılı olan 2016 yılına (21,5 kg/da) göre 2017 yılı (38,9 kg/da) ve 2018 yılında (39,9 kg/da) tane veriminde artış olmuştur. Çalışmada su kısıtlılığı tane verimini olumsuz etkilemiştir. Tam su konusunda tane verimi 51,6 kg/da olurken, % 50 su kısıtı uygulanan S<sub>3</sub> konusunda en düşük tane verimi 15,4 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çok yıllık bir bitki olan dallı darıda yıl ilerledikçe verim ve verim ögeleri artmakta (Sharma ve ark., 2003; Soylu ve ark., 2010), buna paralel olarak birim alandaki tane verimi de artmaktadır. Su kısıtlılığı dallı darıda biyokütle verimini olumsuz etkilediği gibi, özellikle çiçeklenmenin de gecikmesine neden olmuştur (Çizelge 3) ve generatif dönemin geç başlaması ve kısalması da etkilemiştir. Çiçeklenmeden sonra tane oluşması için yeterli zamanın kalmaması; çiçeklenme oranının azalmasına ve ayrıca çiçeklenme dönemindeki su stresi, döllenme ve tane veriminin olumsuz etkilemesine neden olmuştur.

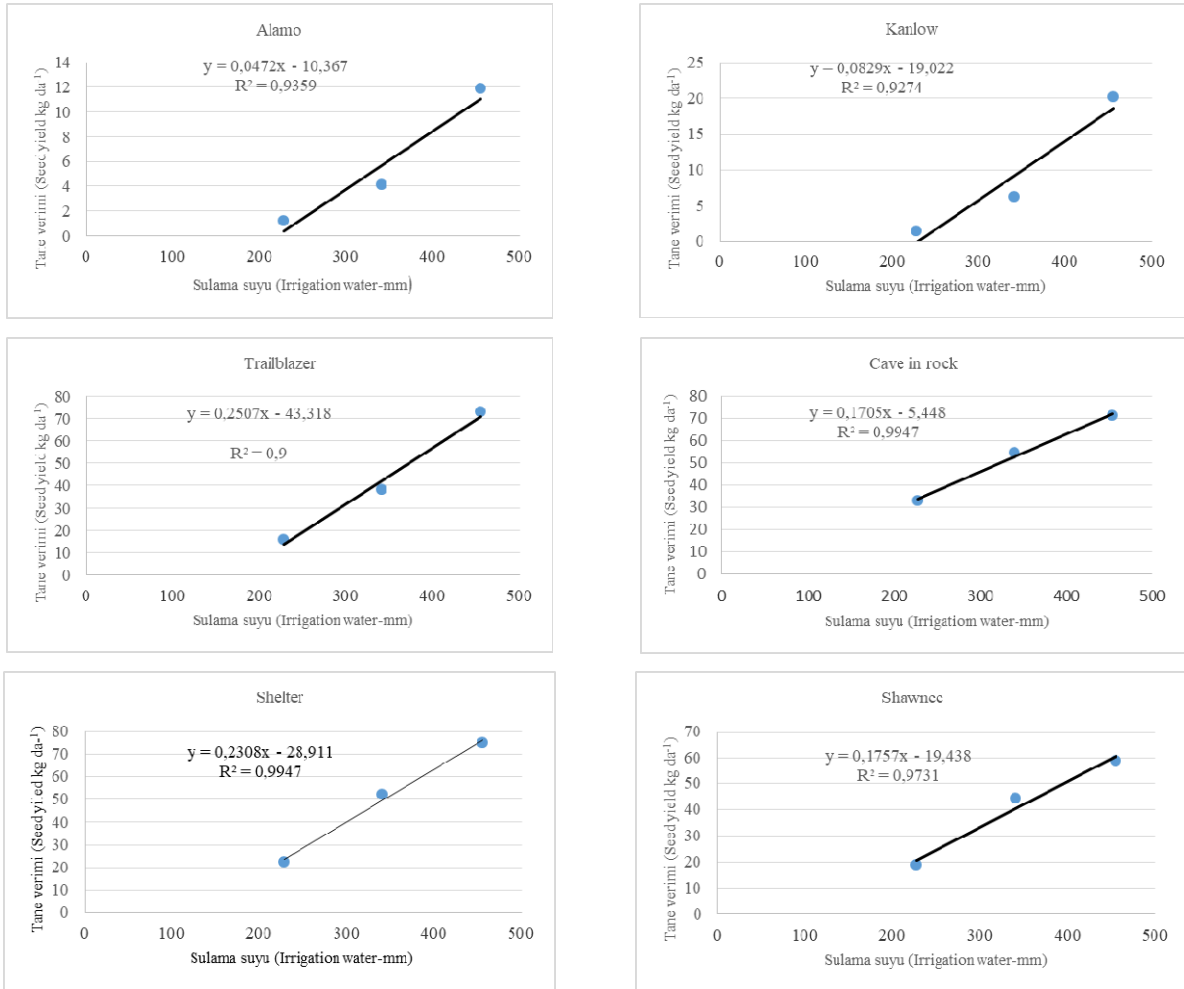
Çeşitler bazında lowland ekotipindeki Alamo (5,7 kg/da) ve Kanlow (9,3 kg/da) çeşitlerinin en düşük tane verimine sahip olduğu (Soylu ve ark., 2011) bu durumun Çizelge 3'te görüldüğü üzere bu çeşitlerin çiçeklenme zamanlarının upland çeşitlere göre çok daha geç olduğu, özellikle bu çeşitlerde su kısıtlılığı durumunda çiçeklenmenin daha geç olmasıyla, verimlerin daha da düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3 ve 5). Lowland ekotipindeki Kanlow ve Alamo çeşitlerinin tane

veriminin düşük olmasında bin tane ağırlıklarının da düşük olması etkili olmuştur (Çizelge 6).

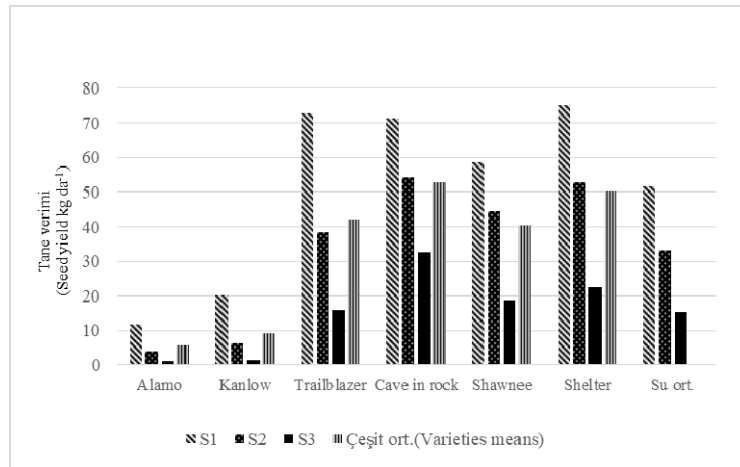
Şekil 1’de görüldüğü üzere yapılan regresyon analizinde bütün dallı darı çeşitlerinde sulama suyu miktarı ve tane verimi arasında doğrusal pozitif bir ilişki belirlenmiş olup artan sulama suyu miktarı ile birlikte birim alan tane verimi de artmıştır. Çeşit ortalamaları üzerinden çalışmada en yüksek tane verimi Cave in rock (52,7 kg/da) ile Shelter (50,1 kg/da) çeşitlerinden elde edilmiştir. Su x çeşit etkileşimi açısından en yüksek ve düşük tane verimi S<sub>1</sub> uygulamasında Shelter (75 kg/da) ile Alamo (11,9 kg/da) çeşitlerinden, S<sub>2</sub> konusunda Cave in rock (54,3 kg/da) ile Alamo (4,1 kg/da) çeşitlerinden, S<sub>3</sub> sulamasında ise Cave rock (32,6

kg/da) ile Alamo (1,2 kg/da) çeşitlerinden elde edilmiştir (Şekil 2).

Dallı darı ile ilgili çalışmalarda biyokütle ve diğer parametrelerle ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen, birim alan tane verimi ile ilgili daha az çalışmaya rastlanılmıştır. Farklı ekoloji ve çeşitlerde yürütülen bu çalışmalarda tane verimini Boe (2007), 15,6-46,0 kg/da, Das ve ark. (2009), 22,3-74,2 kg/da, Soylu ve ark. (2011) 21,0-83,0 kg/da arasında bulmuşlardır. Bu çalışmadan elde edilen tane verimlerine ait değerler önceki çalışma sonuçları ile önemli oranda benzerlik göstermekte olup farklılıkların çevre, genotip ve tarımsal uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 1. Su kısıtlaması koşullarında dallı darı çeşitlerinin su ve tane verimi arasındaki ilişki.  
Figure 1. Relationship between water and seed yield of switchgrass varieties in water deficit conditions.



Şekil 2. Dalılı darı çeşitlerinin farklı su kısıtlaması şartlarında (S1-S2-S3<sup>§</sup>) üç yıllık tane verimleri ortalaması (kg/da).  
Figure 2. Average of three-year seed yields switchgrass varieties under different water deficit (S1-S2-S3<sup>§</sup>) conditions (kg da<sup>-1</sup>).  
<sup>§</sup> [S<sub>1</sub>: Tam sulama, eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi; S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub>'in % 75' i kadar sulama; S<sub>3</sub>: S<sub>1</sub>'in % 50' si kadar sulama  
<sup>§</sup> (S<sub>1</sub>: Full-irrigation with no water deficit, S<sub>2</sub>: 75% of S<sub>1</sub> irrigation, S<sub>3</sub>: 50% of S<sub>1</sub> irrigation)].

Çizelge 3. Su kısıtlaması koşulları altında dalılı darı çeşitlerinin çiçeklenme tarihleri.  
Table 3. Flowering dates of switchgrass varieties under water deficit conditions.

Yıllar Years	Su kısıtı/Çeşit Water deficit/ Varieties	Alamo	Kanlow	Trailblazer	Cave in rock	Shawnee	Shelter
2016	S <sub>1</sub>	24 Ağ.	18 Ağ.	24 Tem.	21 Tem.	23 Tem.	21 Tem.
	S <sub>2</sub>	30 Ağ.	24 Ağ.	28 Tem.	24 Tem.	26 Tem.	24 Tem.
	S <sub>3</sub>	4 Ey.	29 Ağ.	4 Ağ.	28 Tem.	2 Ağ.	1 Ağ.
2017	S <sub>1</sub>	26 Ağ.	20 Ağ.	22 Tem.	20 Tem.	19 Tem.	19 Tem.
	S <sub>2</sub>	29 Ağ.	24 Ağ.	25 Tem.	22 Tem.	24 Tem.	24 Tem.
	S <sub>3</sub>	3 Ey.	29 Ağ.	30 Tem.	27 Tem.	29 Tem.	28 Tem.
2018	S <sub>1</sub>	30 Tem.	25 Tem.	6 Tem.	3 Tem.	3 Tem.	2 Tem.
	S <sub>2</sub>	14 Ağ.	2 Ağ.	9 Tem.	6 Tem.	5 Tem.	7 Tem.
	S <sub>3</sub>	30 Ağ.	18 Ağ.	18 Tem.	11 Tem.	12 Tem.	13 Tem.

S<sub>1</sub>: Tam sulama, eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi; S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub>'in % 75' i kadar sulama; S<sub>3</sub>: S<sub>1</sub>'in % 50' si kadar sulama.  
(S<sub>1</sub>: Full-irrigation with no water deficit, S<sub>2</sub>: 75% of S<sub>1</sub> irrigation, S<sub>3</sub>: 50% of S<sub>1</sub> irrigation).

Çizelge 4. Kısıntılı sulama koşulları altında dalılı darı çeşitlerinin çeşitli özelliklerine ait varyans analizi.  
Table 4. ANOVA for some agronomic traits of switchgrass varieties under water deficit conditions.

Varyasyon kaynakları Source of variation	DF	Kareler ortalaması (Mean square)		
		Tane verimi Seed yield	Bin tane ağ. Thousand-kernel weights	Hasat indeksi Harvest index
Yıl (A) Year	2	5786,9 *	0,120 *	27,27 *
Tek#[Yıl] Rep*(Year)	6	25,3	0,020	0,15
Su (B) Irrigation	2	17699,6 *	0,510 *	25,48 *
Yıl*Su (AxB) Year* Irr.	4	709,1 *	0,005	4,01 *
Hata-1 Error-1	12	10,6	0,010	0,15
Çeşit (C) Variety	5	11496,8 *	4,230 *	50,31 *
Yıl x Çeşit (AxC) Year*Variety	10	541,0 *	0,004	4,58 *
Su x Çeşit (BxC) Irr.*Varieties	10	819,6 *	0,3000 *	1,75 *
(AxBxC)	20	127,0 *	0,005	0,76 *
Hata-2 (Error-2)	90	7,3	0,007	0,12
CV (0,05)		8,1	6,1	18,1

\*: indicates significance at 0,05 respectively. CV: Coefficient of variation.

Çizelge 5. Kısıntılı sulama koşulları altında dallı darı çeşitlerinin üç yıllık tane verimine ait ortalama değerler (kg/da).  
Table 5. Average values of three years seed yield of switchgrass varieties under water deficit conditions (kg da<sup>-1</sup>).

Yıllar (Years)	Su kısıntısı/Çeşitler Water deficit/ Varieties	Alamo	Kanlow	Trailblazer	Cave in rock	Shawnee	Shelter	Mean
2016	S <sub>1</sub>	8,3 s-u	12,3 rs	66 d-f	59,3 gh	44,9 k	66,4 d-f	42,9 c
	S <sub>2</sub>	4,3 u-x	4,6 u-w	20 p	20,5 op	28,1 n	36,3 lm	19 f
	S <sub>3</sub>	0,2 x	0,3 w-x	3 v-x	3,7 v-x	32 v-x	5,1 t-v	2,6 g
	Mean	4,3 l	5,7 kl	29,8 h	27,8 h <sub>1</sub>	25,4 ı	35,9 g	21,5 b
2017	S <sub>1</sub>	12,2 rs	15 qr	62,3 fg	69,3 cd	64,3 ef	73,7 bc	49,5 b
	S <sub>2</sub>	4,7 uv	5 t-v	47,9 jk	68,6 de	49,4 j	67,3 de	40,5 d
	S <sub>3</sub>	2,2 v-x	2 v-x	26,9 n	58,3 g-ı	33,4 m	38,1 l	26,8 e
	Mean	6,4 kl	7,3 k	45,7 f	65,4 a	49 de	59,7 b	38,9 a
2018	S <sub>1</sub>	15 qr	33,1 m	89,3 a	85,3 a	66,5 d-f	85 a	62,4 a
	S <sub>2</sub>	3,4 v-x	9,1 st	47 jk	73,9 b	55,2 h <sub>1</sub>	54,3 ı	40,5 d
	S <sub>3</sub>	1,3 v-x	2,1 v-x	17,7 pq	35,7 lm	19,4 p	24,7 no	16,8 f
	Mean	6,6 kl	14,8 j	51,3 d	65 a	47,1 ef	54,7 c	39,9 a
2016-18 Ort.(mean)	S <sub>1</sub>	11,9 k	20,2 h <sub>1</sub>	72,7 ab	71,3 b	58,6 c	75 a	51,6 a
	S <sub>2</sub>	4,1 l	6,2 l	38,3 f	54,3 d	44,3 e	52 d	33,3 b
	S <sub>3</sub>	1,2 m	1,4 m	15,8 j	32,6 g	18,7 ı	22,6 h	15,4 c
	Mean	5,7 f	9,3 e	42,3 c	52,7 a	40,5 d	50,1 b	
LSD (0,05)		A: 1,35	B: 1,38	C: 1,45	AxB: 2,34	AxC: 2,51	BxC: 2,5	AxBxC: 4,35
CV:%8,1								

S<sub>1</sub>: Tam sulama, eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi; S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub>'in % 75' i kadar sulama; S<sub>3</sub>: S<sub>1</sub>'in % 50' si kadar sulama.

(S<sub>1</sub>: Full-irrigation with no water deficit, S<sub>2</sub>: 75% of S<sub>1</sub> irrigation, S<sub>3</sub>: 50% of S<sub>1</sub> irrigation).

A =Yıl (Year), B= Su kısıtlaması uygulamaları (Water deficit), C= Çeşit (Varieties).

### Bin tane ağırlığı

Çalışmada tane verimine benzer şekilde ilk yıla göre ikinci ve üçüncü yılda bin tane ağırlığı artmış ve 2016 yılında 1,29 g olan bin tane ağırlığı, 2017 yılında 1,36 g ve 2018 yılında ise 1,34 g olmuştur. Su kısıtlaması çiçeklenme tarihini geciktirmiş (Çizelge 3) ve tane gelişimi için gerekli olan süre (generatif dönem) kısalarak, bin tane ağırlığını olumsuz şekilde etkilemiştir (Çizelge 6).

Çeşit ortalamaları üzerinden bakıldığında Soylu ve ark. (2011)'nin sonuçlarına benzer şekilde en düşük bin tane ağırlığı değerleri Alamo (0,81 g) ve Kanlow (0,82 g) çeşitlerinden elde edildiği, en yüksek değerler Cave in rock (1,65 g), Shawnee (1,57 g) ve Shelter (1,57 g) çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 6). İnteraksiyon açısından incelendiğinde Cave in rock, Shawnee ve Shelter çeşitlerinin tüm sulama uygulamalarında en yüksek değeri verdiği ve çeşitlerin bin tane değerlerinin 0,72 g (S<sub>3</sub> konusundaki Alamo çeşidi) ile 1,70 g (S<sub>1</sub> konusundaki Cave in rock çeşidi) arasında

oluştugu saptanmış olup bu değerler Boe (2007), Das ve ark. (2009), Soylu ve ark. (2011)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Önceki çalışma sonuçları ile bu çalışmadan elde edilen değerler arasındaki farklılıkların çevre, genotip ve yetiştirme tekniklerinden kaynaklanması olasıdır.

### Hasat indeksi

Çalışmada tane verimine benzer şekilde artan su kısıtlılığı ile birlikte hasat indeksi de azalmıştır. En yüksek değer tam su uygulamasından (% 2,52), en düşük değer ise % 50 su kısıtı konusundan (% 1,17) elde edilmiştir. Yıllara göre en yüksek değer 2017 yılında (% 2,67) elde edilirken, en düşük değer 2016 yılından (% 1,26) elde edilmiştir (Çizelge 7).

Çeşitler ortalaması incelendiğinde biyokütle verimi ve hasat indeksi arasında negatif bir ilişki olduğu (Das ve ark., 2009), tane verimi düşük, buna karşılık biyokütle verimi yüksek olan lowland ekotipindeki Alamo (%0,21) ve Kanlow (% 0,32)

çeşitlerinden en düşük hasat indeksi değeri belirlenmiştir. En yüksek değer ise tane veriminin en fazla olduğu Cave in rock çeşidinde (%3,57) saptanmıştır (Çizelge 5 ve 7). İnteraksiyon açısından bakıldığında çalışmada en yüksek ve düşük hasat indeksi değerleri S<sub>1</sub> konusunda Cave in rock (%4,20) ile Alamo (%0,39) çeşitlerinden, S<sub>2</sub> konusunda Cave in rock çeşidiyle (% 3,69) Alamo (% 0,18) çeşitlerinden, S<sub>3</sub> konusunda ise Cave rock (% 2,81) ile Alamo ve Kanlow (% 0,06) çeşitlerinde ölçülmüştür. (Çizelge 7.) Tane veriminin toplam biyolojik verime oranı olarak da tanımlanan hasat indeksi değerinin yüksek olması, biyoyakıt üretiminde istenmeyen bir durum olup (Houghton ve ark., 2006), biyoyakıt elde edilmesi

amaçlı dallı darı ıslahında, birim alanda tane veriminin bitkinin çoğaltılmasına yetecek kadar uygun oranda olması yeterlidir. Çalışmadaki biyoyakıt olarak kullanılan lowland ekotipindeki Kanlow ve Alamo çeşitlerine ait hasat indeksi değerleri söz konusu amaca uygun değerler vermiştir. Çalışma bulgularına benzer şekilde daha önceki çalışmada hasat indeksi değerini Boe (2007), % 1,57-3,52 olarak bulmuş ve Das ve ark. (2009) ise, tane verimi ve biyokütle arasında negatif bir ilişki olduğu, tane verimi ve hasat indeksi arasında ise pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge.6. Su kısıtlaması koşulları altında dallı darı çeşitlerinin üç yıllık bin tane ağırlığına ait ortalama değerler (g).

Table 6. Average values of three years thousand-kernel weights of switchgrass varieties under water deficit conditions (g).

Yıllar Years	Su kısıtı/Çeşitler Water deficit/Varieties	Alamo	Kanlow	Trailblazer	Cave in rock	Shawnee	Shelter	Mean
2016	S <sub>1</sub>	0,85	0,83	1,68	1,63	1,57	1,58	1,36
	S <sub>2</sub>	0,79	0,81	1,49	1,58	1,52	1,57	1,29
	S <sub>3</sub>	0,71	0,68	1,17	1,52	1,41	1,46	1,16
	Mean	0,9	0,77	1,45	1,58	1,5	1,53	1,27 b
2017	S <sub>1</sub>	0,94	0,89	1,68	1,75	1,67	1,73	1,44
	S <sub>2</sub>	0,81	0,87	1,57	1,68	1,62	1,57	1,35
	S <sub>3</sub>	0,73	0,72	1,4	1,69	1,6	1,49	1,27
	Mean	0,82	0,83	1,55	1,71	1,63	1,6	1,36 a
2018	S <sub>1</sub>	0,92	0,9	1,7	1,72	1,67	1,7	1,43
	S <sub>2</sub>	0,82	0,88	1,58	1,7	1,63	1,58	1,37
	S <sub>3</sub>	0,73	0,8	1,3	1,57	1,48	1,5	1,23
	Mean	0,82	0,86	1,53	1,66	1,59	1,59	1,34 a
2016-18 (3 yıl ort.)	S <sub>1</sub>	0,90 <sub>1</sub>	0,87 <sub>ij</sub>	1,69 <sub>a</sub>	1,70 <sub>a</sub>	1,63 <sub>a-d</sub>	1,67 <sub>ab</sub>	1,41 <sub>a</sub>
	S <sub>2</sub>	0,81 <sub>jk</sub>	0,85 <sub>ij</sub>	1,55 <sub>e-g</sub>	1,65 <sub>a-c</sub>	1,59 <sub>c-e</sub>	1,57 <sub>d-f</sub>	1,34 <sub>b</sub>
	S <sub>3</sub>	0,72 <sub>l</sub>	0,73 <sub>kl</sub>	1,29 <sub>h</sub>	1,59 <sub>b-e</sub>	1,50 <sub>fg</sub>	1,48 <sub>g</sub>	1,22 <sub>c</sub>
	Mean	0,81 <sub>d</sub>	0,82 <sub>d</sub>	1,51 <sub>c</sub>	1,65 <sub>a</sub>	1,57 <sub>b</sub>	1,57 <sub>b</sub>	1,32
LSD(0,05) CV: % 6.1	A: 0,048	B: 0,049	C: 0,047	AxB: ns	AxC: ns	B*C: 0,08	AxBxC: ns	

S<sub>1</sub>: Tam sulama, eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi; S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub>'in % 75' i kadar sulama; S<sub>3</sub>: S<sub>1</sub>'in % 50' si kadar sulama.

(S<sub>1</sub>: Full-irrigation with no water deficit, S<sub>2</sub>: 75% of S<sub>1</sub> irrigation, S<sub>3</sub>: 50% of S<sub>1</sub> irrigation).

A =Yıl (Year), B= Su kısıtlaması uygulamaları (Water deficit), C= Çeşit (Varieties).



Çizelge 7. Su kısıtlaması koşulları altında dallı darı çeşitlerinin üç yıllık hasat indeksine ait ortalama değerler (%).  
Table 7. Average values of three years harvest index of switchgrass varieties under water deficit conditions (%).

Yıllar Years	Su kısıtı/Çeşitler Water deficit/Varieties	Alamo	Kanlow	Trailblazer	Cave in rock	Shawnee	Shelter	Ort. Mean
2016	S <sub>1</sub>	0,32 pq	0,50 o-q	3,21 ef	3,98 cd	2,65 gh	3,75 de	2,40 b
	S <sub>2</sub>	0,20 q	0,25 q	1,10 l-n	1,41 kl	2,01 ij	2,22 h-j	1,20 d
	S <sub>3</sub>	0,01 q	0,02 q	0,19 q	0,30 pq	0,25 q	0,35 pq	0,19 e
	Mean	0,18 j	0,25 j	1,50 ı	1,90 gh	1,63 hı	2,11 fg	1,26 c
2017	S <sub>1</sub>	0,46 o-q	0,55 n-q	2,81 fg	4,96 b	3,77 d	3,96 cd	2,75 a
	S <sub>2</sub>	0,20 q	0,21 q	2,83 fg	5,83 a	4,01 cd	4,36 c	2,90 a
	S <sub>3</sub>	0,11 q	0,09 q	1,67 jk	5,89 a	3,45 de	2,83 fg	2,34 b
	Mean	0,25 j	0,28 j	2,44 de	5,56 a	3,75 b	3,72 b	2,67 a
2018	S <sub>1</sub>	0,41 o-q	0,84 m-p	3,52 de	3,65 de	2,65 gh	3,48 de	2,42 b
	S <sub>2</sub>	0,13 q	0,31 pq	2,0 ij	3,84 cd	2,82 fg	2,68 f-h	1,97 c
	S <sub>3</sub>	0,06 q	0,08 q	0,92 l-o	2,25 hı	1,22 k-m	1,29 k-m	0,97 d
	Mean	0,20 j	0,41 j	2,15 e-g	3,25 c	2,23 d-f	2,48 d	1,79 b
2016-18 Ort.(Mean)	S <sub>1</sub>	0,39 hı	0,63 gh	3,18 c	4,20 a	3,01 cd	3,73 b	2,52 a
	S <sub>2</sub>	0,18 ij	0,26 ij	1,98 e	3,69 b	2,95 cd	3,08 cd	2,02 b
	S <sub>3</sub>	0,06 j	0,06 j	0,93 g	2,81 d	1,64 f	1,49 f	1,17 c
	Mean	0,21 e	0,32 e	2,03 d	3,57 a	2,53 c	2,77 b	1,91
LSD(0,05)	A: 0,16	B: 0,16	C: 0,19	AxB: 0,28	AxC: 0,32	BxC: 0,32	AxBxC:0,55	
C.V: % 18,1								

S<sub>1</sub>: Tam sulama, eksik nemin tarla kapasitesine getirilmesi; S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub>'in % 75' i kadar sulama; S<sub>3</sub>: S<sub>1</sub>'in % 50' si kadar sulama.

(S<sub>1</sub>: Full-irrigation with no water deficit, S<sub>2</sub>: 75% of S<sub>1</sub> irrigation, S<sub>3</sub>: 50% of S<sub>1</sub> irrigation).

A =Yıl (Year), B= Su kısıtlaması uygulamaları (Water deficit), C= Çeşit (Varieties).

## SONUÇ

Marjinal ve su kısıtlılığı koşullarında, benzer bitkilere göre çok daha iyi performans gösteren Amerika'da yaygın olarak yetiştirilen ve 2000' li yıllardan sonra Avrupa ve Türkiye' de adaptasyon ve diğer çalışmalarını yürütülen dallı darı bitkisi özellikle kuru alanlar ve su kısıtlılığı olan alanlarda biyoyakıt, hayvan yemi, erozyonla mücadele ve çayır mera amenajmanında kullanılacak alternatif bir bitki olarak ön plana çıkmaktadır. Bu bitkinin yaygınlaşmasında en önemli konulardan biri de gerekli tohumluğun üretilmesidir. Türkiye'de bu bitki ile ilgili ilk çalışmalarının yapıldığı Konya

Bölgesinde üç yıl süreyle yürütülen bu çalışma ile bölgeye adapte olmuş lowland (ova) ve upland (yayla) ekotipindeki altı çeşidin sulu ve su kısıtlılığı koşullarındaki tane verimi ve diğer özellikleri incelenmiştir. Çalışmada özellikle hayvan beslemede kullanılan upland ekotipindeki çeşitlerin hem sulu, hem de su kısıtlılığı ortamlarında birim alandaki tane verimlerinin yüksek olduğu, çiçeklenme tarihlerinin ve çiçeklenmeden sonra kalan sürenin tanenin olgunlaşması için yeterli olduğu ve bu bitkinin tohumluklarının Orta Anadolu Bölgesi'nde ekonomik olarak üretilbileceği ortaya koyulmuştur.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonymous. 2007. JMP® 11.2, Copyright © 2007, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Anonim. 2017. Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Toprak Analiz Laboratuvarı.
- Anonim. 2018. Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü meteoroloji istasyonu verileri.
- Boe, A. 2007. Variation between two switchgrass cultivars for components of vegetative and seed biomass. *Crop Science* 47 (2): 636-642. Doi: 10.2135/cropsci2006.04.0260.
- Casler, M. D. 2012. Switchgrass Breeding, Genetics, and Genomics. Chapter 2, pp. 29-53. In: A. Monti (Ed.) *A Valuable Biomass Crop for Energy*. Doi: 10.1007/978-1-4471-2903-5. Springer-Verlag, London.

- Das, M. K., and C. M. Taliaferro. 2009. Genetic variability and interrelationships of seed yield and yield components in switchgrass. *Euphytica* 167: 95-105. Doi: 10.1007/s10681-008-9866-3.
- David, K. and A. J. Ragauskas. 2010. Switchgrass as an energy crop for biofuel production: A review of its ligno-cellulosic chemical properties. *Energy and Environmental Science* 3 (9): 1182-1190. Doi:10.1039/B926617H.
- Houghton, D., S. Weatherwax, and J. Ferrell. 2006. Breaking the bio-logical barriers to cellulosic ethanol: a joint research agenda. A research roadmap resulting from the biomass to biofuels workshop sponsored by US Dept of Energy. December 7-9, 2005, Rockville, p 57.
- Hultquist, S. J., K. P. Vogel, D. J. Lee, K. Arumuganathan, and S. Kaeppler. 1996. Chloroplast DNA and Nuclear DNA content variations among cultivars of switchgrass, *Panicum virgatum* L. *Crop Science* 36 (4): 1049-1052. Doi:10.2135/cropsci1996.0011183X003600040039x.
- Kara, M. 2011. Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Üniv. Basımevi s.45-65, Konya.
- Narasimhamoorthy, B., M. Saha, T. Swaller, and J. Bouton. 2008. Genetic diversity in switchgrass collections assessed by EST-SSR markers. *BioEnergy Res.* 1: 136-146. Doi: 10.1007/s12155-008-9011-0.
- Sarı, N. ve A. Ünay. 2015. Yulafta (*Avena sativa* L.) tane verimini etkileyen özelliklerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 24 (2): 115-123. Doi:10.21566/tbmaed.76925.
- Sharma, N., I. Piscioneri, and V. Pignatelli. 2003. An evaluation of biomass yield stability of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) cultivars. *Energy Conversion and Management* 44 (18): 2953-2958. Doi: 10.1016/S0196-8904(03)00049-9.
- Soylu, S., B. Sade, H. Öğüt, F. Akınerdem, M. Babaoğlu, R. Ada, T. Eryılmaz, Ö. Öztürk, and H. Oğuz. 2010. Investigation of agronomic potential of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative biofuel and biomass crop for Turkey, 18<sup>th</sup> European Biomass Conference Lyon, Fransa.
- Soylu, S., B. Sade ve A. Şeflek. 2011. Dalı darının tohum üretim kapasitesinin araştırılması. *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi Kitabı Cilt 2: 138-143, 14-17 Haziran, Samsun.*
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. Second Ed. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Turan, İ. 2008. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Buğday, Arpa Ve Triticale Çeşitlerinin Verim Ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri ABD, Kahramanmaraş.
- Vogel, K. P. 2000. Improving warm-season forage grasses using selection, breeding, and biotechnology. pp 83-106. *In: Moore K. J, and B. E. Anderson (Eds.) Native warm-season grasses: research trends and issues. Vol 30. CSSA Spec. Publ., Madison, WI.*