

## İkinci Ürün Tatlı Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] 'un Şanlıurfa Koşullarında Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Cemile ADIYAMAN<sup>1</sup>, Erdal ERBİL<sup>1</sup>, Ayşegül EFENDİOĞLU ÇELİK<sup>2</sup>, Halil HATİPOĞLU<sup>1</sup>, Mine AKSOY<sup>2</sup>, Mustafa ACAR<sup>2</sup>, Mahmut DOK<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu çalışma, 2016-2017 yıllarında ikinci ürün olarak GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne bağlı Talat Demirören araştırma istasyonunda altı tatlı sorgum (Dale, M81-E, PHS 12-10, Urja, Top 76-6, Theis) çeşidinin bazı tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuş, parseller sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde beş sıralı olarak düzenlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; çeşitlerin ana sap çapları 22.53-28.83 mm, yeşil ot verimi dekara 10 633-16 172 kg arasında, yapraksız sap verimi dekara 9 117-13 413 kg arasında değişmiştir. Teknolojik özelliklerden, kuru madde oranı %19.1-26.1, özsu verimi, şeker verimi ve biyoetanol verimi sırasıyla 3 658-5 163 l da<sup>-1</sup>, 394-928 kg da<sup>-1</sup> ve 160-237 l da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tatlı sorgum çeşitlerinin farklı kullanılması amaçlandığında; yeşil ot verimi, özsu verimi, şeker verimi yönünden Urja, biyoetanol verimi bakımından ise M81 E çeşidi tavsiye edilen çeşitler olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyoetanol, biyokütle, tatlı sorgum, yeşil ot verimi

## Determination of Some Agricultural and Technological Characteristics of Second Product Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in Şanlıurfa Conditions

**ABSTRACT:** This study was carried out to determine some agricultural and technological characteristics of six varieties of sweet sorghums (Dale, M81-E, PHS 12-10, Urja, Top 76-6, Theis) as the second crop at the Talat Demiroren research station of the GAP Agricultural Research Institute in 2016-2017 years. The trial was set up in a randomized blocks trial design with four replications, parcels were arranged in five rows which are inter rows 70 cm and intra rows 20 cm. According to the research results; the main stem diameters of the cultivars ranged between 22.53-28.83 mm, green herbage yield per decare 10 633-16 172 kg, leafless stem yield per decare 9 117-13 413 kg. Among the technological properties, the dry matter ratio varied between 19.1-26.1%, sap yield, sugar yield and bioethanol yield ranged between 3 658-5 163 l da<sup>-1</sup>, 394-928 kg da<sup>-1</sup> and 160-237 l da<sup>-1</sup>, respectively. According to the research results, when different uses of sweet sorghum varieties are aimed; In terms of green grass yield, sap yield, sugar yield, Urja and M81 E type was recommended for bioethanol yield.

Keywords: Bioethanol, biomass, sweet sorghum, green herbage yield

<sup>1</sup> Cemile ADIYAMAN (Orcid ID: 0000-0003-0516-0014), Erdal ERBİL (Orcid ID: 0000-0001-6044-5165), Halil HATİPOĞLU (Orcid ID: 0000-0002-8456-2320), GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa Türkiye,

<sup>2</sup> Ayşegül EFENDİOĞLU ÇELİK (Orcid ID: 0000-0002-5679-5005), Mine AKSOY (Orcid ID: 0000-0002-3173-6577), Mustafa ACAR (Orcid ID: 0000-0003-3831-1894), Mahmut DOK (Orcid ID: 0000-0002-1558-7452) Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: erdal\_erbil@hotmail.com

## GİRİŞ

Graminea familyasına ait, anavatanı kuzey ve orta Afrika olarak bilinen Tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var (L.) Moench) güçlü kök yapısıyla her türlü iklim şartlarında yetiştirilen C4 bitkisidir. Yetiştirme süresi 3-4 aylık bir peryotta olduğunda ülkemizde daha çok ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir. Tatlı sorgum hem insan beslenmesinde hem de hayvan beslenmesinde kullanılan ekstem toprak ve iklim koşullarına adaptasyonu iyi biyokütle bitkisidir (Guiying ve ark., 2003; Köppen ve ark., 2009). Biyokütle doğrudan enerji kaynağı olarak ta kullanılabilen olup, katı, gaz ve sıvı forma dönüştürülerek yakıtla çevrilebilmektedir. Biyokütleden elde edilen enerjiye ise biyokütle enerjisi denir. (Karayılmazlar ve ark., 2011). Bitkiler, biyokütlelerini oluşturabilmeleri için yeterli miktarda güneş ışığına ve sıcaklığa ihtiyaç duyarlar. Türkiye, özellikle Şanlıurfa bu yönüyle tatlı sorgum tarımına uygun iklim kuşağında olduğu düşünülmektedir.

Tatlı sorgum, biyoetanol üretimi için en ümit verici olan türlerden biri olup, gelişmekte olan ülkelerde enerji tarımı için en çok araştırılan bitkiler arasındadır (Balat ve ark., 2008). Amerika, Brezilya, Çin, Hindistan, Etiyopya gibi ülkelerde yapılan tarımsal ve endüstriyel araştırmalarla yüksek biyokütle verimi ve sapında (% 10-22) içerdiği şeker oranı sayesinde biyoetanol üretiminde kullanılabilenliği belirlenmiştir. Ayrıca biyoetanol üretim aşamasının yan ürün olarak elde edilen CO<sub>2</sub> tıpta, yangın söndürme tüplerinde, gazlı içeceklerde ve kuru buz imalatında da faydalanılan bir bitkidir. Tatlı sorgumdan elde edilen hidrojen yakıt pillerinin üretim aşamasında önemli bir hammaddedir (Eren, 2011).

Türkiye’de ve dünyada tatlı sorgumla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Geren ve ark., (2011), tarafından 2009 yılında Bornova koşullarında yürütülen çalışmada, ikinci ürün koşullarında tatlı sorgumun yöre şartlarına oldukça iyi adapte olduğu belirtilmiştir. Araştırmada; ortalama bitki boyunun 204 cm, kardeş sayısının 3.2 adet bitki<sup>-1</sup>, toplam yeşil ot veriminin 5600 kg da<sup>-1</sup>, tüm bitki kuru madde oranının % 28.4, özsu veriminin 1300 l da<sup>-1</sup>, şeker oranının % 11.9, şeker veriminin 156 kg da<sup>-1</sup> ve teorik etanol veriminin 83.1 l da<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir.

Bornova-İzmir koşullarında ikinci ürün olarak Keller adlı tatlı sorgum çeşidi ile yapılan beş farklı azot dozu gübre çalışmasında, en yüksek yeşil ot, tane, özsu, şeker ve etanol verimi 22.5 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasından elde edilmiştir. Bölge koşullarında, tatlı sorgum bitkisinden biri silajlık biçim, diğeri ot amacıyla iki biçimde toplam 6 t da<sup>-1</sup>’dan fazla biyokütle verimi ve bir biçimde de dekara 200 kg’dan fazla tane verimi alınmıştır. Tatlı sorgum bitkisi saplarının, mekanik olarak sıkıldıklarında dekara 2 tona yakın özsu verimi sağladığı, dekara 150 litreden fazla biyoetanol ve 287 kg şeker üretim kapasitesi bulunduğu, şeker oranının % 17.33 olduğu da saptanmıştır (Girgin, 2012).

Amerika’da Dale, Theis ve M 81E çeşitleri kullanarak yapılan çalışmada ekimden, 85, 99 ve 113 gün sonra alınan ölçümlere göre; bitki boyu değerleri 230-281 cm arasında değişmiş en yüksek bitki boyu 99 ve 113. günlerde ölçülmüştür. Sap çapları 17-22 mm ve şeker oranları % 9.4-14.9 arasında değişerek bu değerlerin en yüksek sonuçları 113. günden elde edilmiştir (Ekefre ve ark., 2017).

Şanlıurfa Türkiye’nin en sıcak illerindedir. Ortalama yıllık yağış 400-450 mm’dir. Sulama ile bu iklim koşullarına uygun bitkilerin yetiştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Tatlı sorgum hem toprak hem de iklim istekleri bakımında bölgeye uyum sağlaması beklenen türler arasındadır.

Bu çalışma ile; tatlı sorgum çeşitlerinin Şanlıurfa koşullarına adaptasyonu, biyoetanol üretimi, biyokütlenin enerji değeri, verim ve verimle ilişkili bazı tarımsal ve teknolojik özellikleri incelenerek biyoetanol verimi yüksek adaptasyon yeteneği iyi çeşitlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Şanlıurfa ilinde yer alan GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait Talat Demirören Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür.

Denemenin yürütüldüğü araştırma istasyonu, 36° 42' kuzey enlemi, 38° 58' doğu boylamında olup denizden yüksekliği 410 m'dir (Anonim, 2020).

Deneme, bölgede geniş yayılım alanına sahip ve araştırma istasyonunun tamamında yer alan Harran Toprak Serisinde yürütülmüştür. Bu seri toprakları, alüviyal ana materyalli, düz ve düze yakın eğimli, derin profilli topraklardır. Tipik kırmızı profilleri killi tekstürlü ve tüm profil çok kireçlidir. A,B,C horizonlu topraklar olup, pH 7.3 ile 7.8 arasında, organik madde içeriği düşük, katyon değişim kapasitesi yüksektir. Katyon değişim kapasitesi kil içeriğine bağlı olarak alt katmanlara doğru artmaktadır (Dinç ve ark. 1988). Ekim yapılan parselleri temsil edecek şekilde 0-30 cm derinliğinden alınan toprak numuneleri harmanlanmıştır. Elde edilen harman Tarım bakanlığınca akredite olan GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesindeki Toprak Laboratuvarında analiz edilmiştir. Analiz sonuçları çizelge 1.'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

Yıllar	Toprak Derinliği (cm)	Ec (ds m <sup>-1</sup> )	Kireç (%)	pH	Fosfor (kg da <sup>-1</sup> )	Potasyum (kg da <sup>-1</sup> )	Organik Madde	Suya Doy. (%)
2016	0-30	1.27	29.8	7.89	3.74	121.1	1.11	68
2017	0-30	1.13	28.9	7.65	4.68	119.4	1.37	71

Şanlıurfa karasal iklim bölgesine girmekle beraber, Akdeniz ikliminin etkisi görülmektedir. Yazları kurak ve sıcak, kışları ılık geçmektedir. Yaz mevsiminde çoğunlukla Basra alçak basınç merkezine yerleşmiş olan kurak ve sıcak tropikal hava kütesinin etkisinde kalmaktadır. Gündüz sıcaklığı 40 °C'nin üzerine çıkmaktadır. Bağlı nemin çok düşük oluşu buharlaşmayı arttırmaktadır. (Atalay ve Mortan, 2006). Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama iklim verileri çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Deneme yılları ve uzun yıllar ortalamalarına ait sıcaklık verileri (Anonim, 2018)

Aylar	-----2016-----		-----2017-----		Uzun Yıllar Ortalaması	
	Ort.Sıc. (°C)	Max.Sıc. (°C)	Ort.Sıc. (°C)	Max.Sıc. (°C)	Ort. Sıc. (°C)	Max. Sıc. (°C)
Ocak	5.1	15.3	4.9	14.6	5.5	21.6
Şubat	11.2	25.2	6.5	22.7	6.9	25.5
Mart	13.4	26.1	12.7	23.9	10.7	29.4
Nisan	20.1	33.0	16.6	32.3	16.1	36.4
Mayıs	23.2	36.3	22.7	36.5	22.1	40.3
Haziran	29.6	42.8	29.1	42.7	28.1	44.1
Temmuz	32.2	44.1	33.0	44.7	31.9	46.8
Ağustos	32.0	43.0	31.1	45.3	31.3	46.2
Eylül	25.4	38.8	27.5	40.8	26.8	42.1
Ekim	20.5	34.2	19.5	31.1	20.1	37.8
Kasım	11.3	25.6	12.5	26.2	12.8	30.8
Aralık	5.5	15.1	7.9	15.7	7.5	26.0

Denemenin arazi çalışmaları, Şanlıurfa ilinde yer alan GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait Talat Demirören Araştırma İstasyonu deneme alanında yürütülmüştür. Denemenin bütün laboratuvar analizleri ve biyokütle çalışmaları Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Enerji Tarımı Araştırma Merkezi Laboratuvarında yapılmıştır.

Denemede Dale, Theis, M 81E, Top 76-6, PHS 12-10 ve Urja olmak üzere 6 farklı tatlı sorgum çeşidi kullanılmıştır. Dale, Top 76-6, PHS 12-10 ve Urja çeşitleri erkenci ve orta erkenci olup, şeker oranları % 15-17 arasında değişmektedir. Theis ve M 81E çeşitleri ise geç olgunlaşan, hastalık ve zararlılara dayanıklı olup şeker oranları %15-16 arasında değişmektedir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş, parseller sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm ve sıra uzunluğu 10 m ( $10 \times 0,7 \times 5 = 35 \text{ m}^2$ ) olacak şekilde beş sıralı olarak düzenlenmiştir. Ana ürün (buğday) hasadından hemen sonra goble diskaro ile toprakta oluşan kesekler parçalanmış ve toprak tapan ile düzeltilmiştir. Bu işlemlerden sonra parselasyon işlemi yapılmıştır. Yapılan toprak analizleri dikkate alınarak verilen gübre miktarı saf olarak  $15 \text{ kg da}^{-1}$  azot (N) ve  $8 \text{ kg da}^{-1}$  fosfora (P) tamamlanacak şekilde yapılmıştır. Fosforun tamamı ve azotun  $8 \text{ kg}'ı$  ekimden önce taban gübresi olarak (20-20-0) uygulanmış, bitkiler 35-40 cm boyuna geldiğinde ara çapa ile birlikte azotlu gübrenin kalan kısmı üst gübre (AS %21) olarak uygulanmıştır (Geren ve ark., 2011). Hasat işlemi her parselin kenarlarından birer sıra, sıra başı ve sonundan 1 m kenar tesiri bırakılarak geriye kalan ortadaki üç sıradan yapılmıştır. Saplarda şeker miktarının en çok olduğu dönemde (arazide refraktometre ile kuru madde miktarına bakılarak belirlenmiş), 5 cm anız yüksekliği bırakılarak biçim yapılmıştır (Tsuchihashi and Goto, 2004; Zhao ve ark., 2009; Davila-Gomez ve ark., 2011).

Ana sap çapı (mm): Bitkiler tohum bağladıktan sonra her parselden çeşidi temsil eden 10 adet bitki seçilmiş, bitkinin ana sap çapı yerden 30 cm yükseklikten kumpas ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır (Soleymani ve ark., 2013). Parseldeki bitki sayısı (adet): Hasattan önce her parselin ortasındaki üç sıradan salkım oluşturan bitki sayısı tespit edilip sayılmıştır. Yeşil ot verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Her parselin kenarlarından 1'er sıra, üst ve alt kısmından 1 m kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra hasat alanı olarak tanımlanan orta üç sıra hasat edilmiş ve hasat edilen bitkilerin tartılması ile belirlenmiştir. Biçim, 5 cm anız yüksekliği bırakılarak yapılmıştır. Elde edilen veriler birim alan verimine çevrilmiştir. Yapraksız sap verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Biçimden sonra elde edilen bitkilerin yaprak, sap ve başakları ayrılarak sapsiz bitkiler tartılmış ve dekara verime dönüştürülmüştür (Geren ve ark., 2011). Kuru madde oranı (%) ve kuru madde verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Biçimden sonra her parselden elde edilen bitkilerden 2-3 adedi bıçakla 1-2 cm boyunda parçalanmış, yeşil ot içerisinden tüm örneği temsil edecek şekilde  $0.5 \text{ kg}'lık$  örnekler alınıp kurutma dolabında 48 saat  $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuştur. Örnek daha sonra 24 saat desikatörde bekletilip tartılmış ve kuru madde oranı belirlenmiştir. Elde edilen kuru madde oranı, birim alan yeşil ot verimi ile çarpılarak birim alan kuru madde verimine çevrilmiştir. Özsu verimi ( $l \text{ da}^{-1}$ ): Bitkiler topluca hasat edilip bitkilerin yaprakları soyulduktan sonra çiçek salkımı kesilerek elde edilen bitkilerden yaklaşık  $5 \text{ kg}$  örnek alınıp preslenmiş ve sırası (özsuyu) çıkarılmıştır. Çıkan sıra dereceli ölçü silindiri ile ölçülmüş ve birim alan özsu verimi hesaplanmıştır. Elde edilen birim alan özsu miktarları dekardan elde edilen yapraksız sap verimiyle çarpılarak dekardan elde edilen özsu miktarına dönüştürülmüştür. Birim alanda şeker verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ ): Birim alan özsu verimi ve briks derecesinden (şeker oranından) hesaplamayla (briks derecesi x özsu verimi) birim alan şeker verimi,  $\text{kg da}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Ölçümü ve tartımı yapılan tüm agronomik özellikler Anonim, (2010)'a göre yapılmıştır. Biyoetanol verimi ( $l \text{ da}^{-1}$ ): Biyoetanol üretimi sorgum bitkisinin özsuyu kullanılarak, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Enerji Tarımı Araştırma Merkezi Laboratuvarında bulunan biyoetanol pilot tesisinde 3 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada şekerleştirme ünitesinde  $\alpha$ -amilaz ve glukoamilaz enzimleri kullanılarak özsuda bulunan şekerler fermente edilebilir şekere dönüştürülmüştür. İkinci aşamada numune fermantasyon ünitesine alınarak yaklaşık  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  de *Saccharomyces cerevisiae* mayası kullanılarak etil alkole dönüştürülmüş, son aşama olarak da destilasyon ünitesinde saflaştırma işlemi yapılarak etanol oranı yükseltilmiştir. Elde edilen etanolün

alkol yüzdesi Davila-Gomes ve ark., 2011 tarafından belirtilen yöntemle göre GC cihazı (FID dedektör, 1.5 mL dak<sup>-1</sup>. Helyum, 280 °C dedektör sıcaklığı, 1 µL enjeksiyon hacmi) kullanılarak belirlenmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Araştırmada 2016-2017 yıllarında elde edilen veriler JMP 7.1 istatistik paket programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve farkların önemli olması durumunda LSD testiyle gruplandırılarak değerlendirilmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Ana Sap Çapı (mm)

Araştırmada ele alınan çeşitlerin ana sap çaplarına ait varyans analiz sonucu uygulanan LSD testine göre oluşan gruplar, birleştirilmiş varyans analiz sonucu oluşan gruplar ve varyasyon katsayısı (% Cv) değerleri Çizelge 3.'te verilmiştir. Yıllara ait tüm agronomik ölçümlere ait varyansların homojenliği Levene homojenlik testiyle test edilmiş olup, yapılan homojenlik testinde varyansların homojen olduğu görüldüğünde (*Sig. p>0.01*) veriler hem yıllar ayrı ayrı ve hem de birleşik varyans analizi şeklinde uygulanarak yorumlanmıştır.

Çizelge 3. incelendiğinde ana sap çapı bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar 2016 ve 2017 yılları ayrı ayrı ve yıllar birleştirilerek değerlendirildiğinde, varyans analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Farklı tatlı sorgum çeşitlerinde ana sap çaplarına ve parseldeki bitki sayısına ait 2016-2017 yılları ve birleştirilmiş analiz sonucu yapılan LSD testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Ana Sap Çapı(mm)			Parseldeki Bitki Sayısı (adet)		
	2016**	2017**	Birleşik**	2016**	2017*	Birleşik**
<b>Dale</b>	28.47 a	26.64 ab	27.55 a	345.15 f	331.98 b	337.90 d
<b>Theis</b>	23.03 b	22.03 c	22.53 c	364.28 e	363.00 ab	363.63 c
<b>M 81E</b>	25.00 b	25.09 b	25.04 b	403.43 d	376.20 ab	389.81 b
<b>Top 76-6</b>	24.63 b	25.56 b	25.09 b	432.23 c	402.60 a	417.41 a
<b>PHS 12-10</b>	24.91 b	25.00 b	24.95 b	477.68 a	346.50 b	412.08 a
<b>Urja</b>	28.89 a	28.78 a	28.83 a	462.15 b	343.20 b	402.67 ab
<b>LSD</b>	2.85	2.62	2.248	15.51	1.58	21.12
<b>Cv(%)</b>	7.33	6.18	6.81	2.48	7.84	5.34

\*: %5 önem seviyesine göre önemli

\*\* : %1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 3.'e göre 2016 ve 2017 ile iki yılın birleşik varyans analiz sonuçlarına göre Urja çeşidi 28.89-28.78-28.83 mm ve Dale çeşidi 28.47-26.64-27.55 mm ile en yüksek sap çapı değerlerine sahipken, Theis çeşidi ise 23.03-22.03-22.53 mm'lik değerlerle en düşük sonucu vermiştir. 2016 yılında en yüksek ana sap çapı Dale ve Urja çeşitlerinden elde edilmiş ve iki çeşit istatistiki açıdan aynı grubu paylaşmıştır. Benzer şekilde 2017 yılında da Dale ve Urja çeşitleri istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek değerlere ulaşmıştır. Seydoşoğlu ve Cengiz (2020), Siirt ilinde yapılan araştırmada silajlık mısır bitkisinin ana sap çapı ekim zamanlarına göre değişmekle birlikte 20.65 cm ile 26.40 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tsuchihashi ve Goto (2004), Wray, Keller ve Rio çeşitlerini kullandıkları çalışmalarında ekimden 36 gün sonra çeşitlerin sap çaplarının ortalama 18 mm olduğunu, olgunlaşmaya kadar bu değerlerin hemen hemen stabil kaldığını; Geren ve ark.. (2011), bir çeşit tatlı sorgum ile silaj üretimi amacıyla yürüttükleri çalışmada(süt olum döneminde) sap çapı değerinin 13.9-21.2 mm arasında değiştiğini bildirmektedirler. Değerlerimizin, araştırmacıların bulgularından yüksek çıkmasının nedeni, ölçümlerimizin hasatta yapılması ve çeşit özelliği ile ilişkilendirilmektedir. Tatlı sorgumun sap çapının

hem silaj üretimi hem de biyoetanol üretiminde yüksek olması istenir. Silaj üretiminde daha fazla yeşil ot üretimi, biyoetanol üretiminde ise şekerin sap kısmında depolanmasından dolayı ana sap çapının yüksek olması üretim açısından önemlidir.

### Parseldeki Bitki Sayısı (adet)

Çizelge 3. incelendiğinde çeşitlerin parseldeki bitki sayıları arasındaki farklılıkların her iki yılda ve yılların birleşik varyans analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli bulunduğu görülmektedir. 2016 yılında parseldeki bitki sayılarının 477.68-345.15 adet arasında değiştiği görülmektedir. İl yıl için, istatistiki açıdan en yüksek değer PHS 12-10 (477.68 adet) çeşidinde, en düşük değer ise Dale (345.15 adet) çeşidinde görülmektedir. 2017 yılında en yüksek parseldeki bitki sayısı istatistiki yönünden farksız olan Theis, M81E ve Top76-6 çeşitlerden elde edilirken, en düşük parseldeki bitki sayısı ise istatistiki yönünden aynı grubu paylaşan Dale, PHS 12-10 ve Urja çeşitlerinden elde edilmiştir. İki yılın birleşik varyans analiz sonuçlarına göre; araştırmada incelenen çeşitler arasında parselde en yüksek bitki sayısına sahip olan Top 76-6 (417.41 adet) çeşidi PHS 12-10 (412.08 adet) çeşidi ile aynı grupta yer almaktadır. Parselde en az bitki sayısına sahip olan çeşit ise Dale (337.90 adet) çeşidi olmuştur. Soleymani ve ark.. (2013), Rio ve Keller çeşitlerinde bitki sıklığının, bitki boyuna, sap çapına, yaş sap ağırlığına ve etanol verimine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da parseldeki bitki sayısı yeşil ot veriminde, yapraksız sap veriminde ve biyoetanol veriminde doğrudan etkili olmuştur.

### Yeşil Ot Verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Çizelge 4.'e göre çeşitlerin yeşil ot verimleri arasındaki farklılıkların her iki yılda ve yılların birleşik varyans analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli bulunduğu görülmektedir. 2016 yılında en yüksek yeşil ot verimi 17740.3 kg da<sup>-1</sup> ile Urja çeşidinden en düşük değer ise 10969.9 kg da<sup>-1</sup> ile Dale çeşidinden elde edilmiştir. 2017 yılında en yüksek değer 16886.65 kg da<sup>-1</sup> ile Top 76-6 çeşidinden, en düşük değer ise 10123.67 kg da<sup>-1</sup> ile Dale çeşidinden elde edilmiştir. 2016 yılında Urja çeşidinin ana sap çapının ve parseldeki bitki sayısının fazla olması yeşil ot verimini artırmıştır. 2017 yılında ise Urja çeşidinin parseldeki bitki sayısı Top 76-6 çeşidine kıyasla daha azalmış bu durum yeşil ot verimini olumsuz etkilemiştir. Theis. M 81E ve Urja çeşitleri ise aynı grupta (14631.44. 14917.94. 14603.87 kg da<sup>-1</sup>) yer almaktadır. Birleştirilmiş analiz sonucunda yapılan LSD testinde Urja (16172.07 kg da<sup>-1</sup>) çeşidi en yüksek yeşil ot verimine ulaşırken, Dale (10633.45 kg da<sup>-1</sup>) çeşidi en düşük yeşil ot verimini vermiştir.

**Çizelge 4.** Farklı tatlı sorgum çeşitlerinde yeşil ot verimleri ve yapraksız sap verimlerine ait 2016-2017 yılları ve birleştirilmiş analiz sonucu yapılan LSD testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Yeşil Ot Verimi (kg da <sup>-1</sup> )			Yapraksız Sap Verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	2016**	2017**	Birleşik**	2016**	2017**	Birleşik**
Dale	10 969.9 e	10 123.67 c	10 633.45 d	9 386.1 d	8 849.10 c	9 117.60 e
Theis	12 432.6 de	14 631.44 b	13 532.03 c	10 147.2 cd	12 547.60 ab	11 347.40 cd
M 81E	14 997.6 b	14 917.94 b	14 957.76 b	11 312.8 bc	14 188.32 a	12 750.58 ab
Top 76-6	13 214.2 cd	16 886.65 a	15 050.44 b	11 354.9 bc	13 107.79 ab	12 231.38 bc
PHS 12-10	14 393.9 bc	11 174.09 c	12 783.98 c	12 616.5 b	8 761.08 c	10 688.77 d
Urja	17 740.3 a	14 603.87 b	16 172.07 a	15 186.3 a	11 640.21 b	13 413.24 a
LSD	1604.7	1428.20	979.56	1415.9	2107.58	1127.55
Cv(%)	7.62	6.17	6.92	8.05	10.6	9.52

\*: %5 önem seviyesine göre önemli

\*\* : %1 önem seviyesine göre önemli

Claassen ve ark., (2004), Yunanistan'da Keller sorgum çeşidi ile yaptıkları çalışmada 12600 kg da<sup>-1</sup> biyokütle elde edildiği; Almodares ve ark.. (2008), beş çeşit ve dört hat kullanarak yaptıkları çalışmada yeşil ot verimini 7400-7800 kg da<sup>-1</sup> olarak bulunduğu; Chavan ve ark.. (2009), 14 tatlı sorgum genotipinde biyokütle verimlerinin 3646-7488 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği; Geren ve ark.. (2011), bir çeşit tatlı sorgumun yeşil ot verimini 5600 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edildiği; Girgin (2012), İzmir koşullarında Keller çeşidinden 6841 kg da<sup>-1</sup> yeşil ot verimi alındığı bildirilmektedir. Elde edilen yeşil ot verimi değerleri ile yukarıda adı geçen araştırmacıların sonuçları arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bunun başlıca nedenleri, araştırmada kullanılan çeşitlerin, ekolojik koşulların ve toprak yapısının farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

### Yapraksız Sap Verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Çizelge 4.'e göre yapraksız sap verimleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki yılda ve birleşik varyans analiz sonuçlarına göre önemli bulunmuştur. 2016 yılında en yüksek yapraksız sap verimi 15186.3 kg da<sup>-1</sup> ile Urja çeşidinden, en düşük değer ise 9386.1 kg da<sup>-1</sup> ile Dale çeşidinden alınmıştır. 2017 yılında ise yapraksız sap verimleri 14188.32-8761.08 kg da<sup>-1</sup> (Top 76-6 ve PHS 12-10) arasında değişmiştir. Reddy ve ark.. (2005). Hindistan'da farklı tatlı sorgum çeşitlerinin kullanıldığı araştırmada sap verimlerinin 5200-4100 kg da<sup>-1</sup> olarak değiştiğini; Chavan ve ark., (2009), 14 tatlı sorgum genotipinde yapraksız sap verimlerinin 2276-4485 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği; Geren ve ark., (2011), bir çeşit tatlı sorgumun yapraksız sap veriminin 2150-2660 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği vurgulanmıştır. Çalışmamızın ve araştırmacıların yapraksız sap verim değerleri arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, tatlı sorgumun yapraksız sap veriminde; çeşit özelliğinin, yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak yapısının etkili olabileceği sonucuna varılmaktadır.

**Çizelge 5.** Farklı tatlı sorgum çeşitlerinde kuru madde oranları ve kuru madde verimlerine ait 2016-2017 yılları ve birleştirilmiş analiz sonucu yapılan LSD testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Kuru Madde Oranı(%)			Kuru Madde Verimi (kg da <sup>-1</sup> )	
	2016*	2017**	Birleşik**	2016**	2017**
Dale	23.8 ab	19.9 bc	21.8 b	2 593.36 cd	1 985.96 b
Theis	21.0 abc	27.5 a	24.2 a	2 664.99 cd	3 989.85 a
M 81E	25.4 a	24.7 ab	25.0 a	3 843.26 b	3 595.45 a
Top 76-6	17.7 c	25.1 a	21.4 b	2 314.53 d	3 827.83 a
PHS 12-10	19.3 bc	19.0 c	19.1 c	2 770.37 c	1 815.64 b
Urja	25.5 a	26.8 a	26.1 a	4 529.74 a	3 569.75 a
LSD	5.1	5.0	2.1	1 000.3	1 228.16
Cv(%)	16.94	13.05	9.31	7.63	12.34

\*: %5 önem seviyesine göre önemli

\*\* : %1 önem seviyesine göre önemli

### Kuru Madde Oranı(%)

Çizelge 5. incelendiğinde kuru madde oranları bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar 2016 ve 2017 yıllarıyla birlikte, yılların birleşik varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kuru madde verimleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar 2016 ve 2017 yılları sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

2016 yılına ait kuru madde oranı en yüksek çeşitler istatistiki yönden aynı grupta yer alan Urja (% 25.5) ve M 81E (%25.4) çeşitlerinden, en düşük değer ise % 17.7 ile Top 76-6 çeşidinden elde edilmiştir.

2017 yılında ise en yüksek değer % 27.5 ile Theis çeşidinden, en düşük değer ise % 19.0 ile PHS 12-10 çeşidinden elde edilmiştir. İki yılın birleşik varyans analiz sonuçlarına göre; çeşitler arasında en yüksek kuru madde oranına sahip Urja (% 26.17) çeşidi, M 81E (% 25.09) ve Theis (% 24.25) çeşitleri ile aynı grupta yer almaktadır. PHS 12-10 (% 19.15) çeşidinin ise en düşük kuru madde oranına sahip olduğu görülmektedir. Geren ve ark.. (2011), bir çeşit tatlı sorgumda tüm bitki kuru madde oranını %28.4 olarak bildirmişlerdir.

### Kuru Madde Verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Çizelge 5.'e göre 2016 yılında kuru madde verimine bakıldığında en yüksek değer 4529.74 kg da<sup>-1</sup> ile Urja çeşidinden, en düşük değer olan 2314.53 kg da<sup>-1</sup> ise Top 76-6 çeşidinden alınmıştır. 2017 yılında 3989.85 kg da<sup>-1</sup>'lık verim ile Theis ilk sırada yer alırken. 1815.64 kg da<sup>-1</sup>'lık verimle PH 12-10 çeşidi son sırada yer almaktadır. Theis (3989.85 kg da<sup>-1</sup>), Top 76-6 (3827.83 kg da<sup>-1</sup>), M 81E(3595.45 kg da<sup>-1</sup>) ve Urja (3569.75 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri istatistiki olarak aynı grupta yer alırken, Dale (1985.96 kg da<sup>-1</sup>) ve PH 12-10 (1815.64 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri aynı grupta yer almaktadır. Beş hibrit tatlı sorgum çeşidi kullanılarak yürütülen çalışmada kuru madde verimi 1320-2710 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Zhao ve ark., 2009). Araştırmamızdaki kuru madde verimi değerlerinin araştırmacıların bulgularından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum çalışmamızda kullanılan çeşitlerin biyokütle oranlarının yüksek olması ile açıklanabilir.

**Çizelge 6.** Farklı tatlı sorgum çeşitlerinin özsu verimi ve şeker verimlerine ait 2016-2017 yılları ve birleştirilmiş analiz sonucu yapılan LSD testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Özsu Verimi(l da <sup>-1</sup> )			Şeker Verimi (kg da <sup>-1</sup> )	
	2016**	2017**	Birleşik**	2016**	2017**
Dale	3 410.98 c	3 234.85 c	3 658.76 b	506.14 d	394.24 c
Theis	4 497.68 b	4 347.83 ab	4 826.11 a	633.34 c	714.22 b
M 81E	4 912.53 b	3 868.15 bc	4 568.56 a	717.47 bc	764.76 ab
Top 76-6	4 827.37 b	4 878.63 a	4 767.06 a	742.39 bc	871.74 a
PHS 12-10	4 943.41 b	3 127.57 c	3 847.19 b	830.75 ab	448.62 c
Urja	6 614.84 a	4 856.52 a	5 163.93 a	928.68 a	502.48 c
LSD	731.2	792.41	602.89	114.4	130.51
CV(%)	9.97	11.78	13.20	10.44	12.58

\*: %5 önem seviyesine göre önemli

\*\* : %1 önem seviyesine göre önemli

### Özsu Verimi (l da<sup>-1</sup>)

Çizelge 6. incelendiğinde özsu verimleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar 2016 ve 2017 yıllarıyla birlikte, yılların birleşik varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2016 yılında özsu verimleri 6614.84-3410.98 l da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En yüksek özsu verimi Urja (6614.84 l da<sup>-1</sup>) çeşidinden, en düşük verim ise Dale (3410.98 l da<sup>-1</sup>) çeşidinden alınmıştır. Diğer dört çeşit özsu verimi bakımından aynı grupta yer almaktadır. 2017 yılına bakıldığında istatistiki yönden aynı gruba giren Top 76-6 ve Urja (4878.63-4856.52 l da<sup>-1</sup>) çeşitleri en yüksek özsu verimini verirken, en düşük değer 3127.57 l da<sup>-1</sup> ile PHS 12-10 çeşidinden elde edilmiştir. İki yılın birleşik varyans analiz sonuçlarına göre; en yüksek özsu verimi Urja (5163.93 l da<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiş ve Theis. Top 76-6 ve M 81E çeşitleri ile aynı istatistik gruba girmiştir. En düşük öz su verimi ise 3658.76 l da<sup>-1</sup> ile Dale çeşidinden elde edilmiş ve bu çeşit PHS 12-10 (3847.19 l da<sup>-1</sup>) çeşidi ile aynı grupta yer almıştır.

Tsuchihashi ve Goto (2004). Wray. Keller ve Rio çeşitlerini kullandıkları çalışmalarında özsu verimleri 2347-3296 l da<sup>-1</sup> olarak; Reddy ne ark., (2005). Hindistan'da farklı tatlı sorgum çeşitlerinin



kullanıldığı çalışmada 1210-1850 l da<sup>-1</sup> olarak; Girgin (2012), Keller çeşidinin özsu verimini 1158-1853 l da<sup>-1</sup> olarak; Chavan ve ark.. (2009), 14 tatlı sorgum genotipinde özsu verimleri 269-1137 l da<sup>-1</sup> olarak; Geren ve ark., (2011), bir çeşit tatlı sorgumun özsu verimi 1300 l/da olarak bulunduğu belirtilmektedir. Özsu verimi olarak oldukça iyi sonuçlar aldığımız çalışmamızda, elde edilen sonuçlar bazı araştırmacıların bulduğu değerlerden yüksek bazılarının ki ile uyum içerisindedir. Çalışmamızın ve araştırmacıların verim değerleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların; kullanılan çeşitlerin özelliklerinden, yetiştirildiği bölgelerin iklim ve toprak yapısının etkili olabileceği düşünülmektedir.

### Şeker Verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Araştırmada kullanılan Urja çeşidi en yüksek (928.68 kg da<sup>-1</sup>) şeker verimine ulaşırken, en düşük şeker verimi ise Dale (506.14 kg da<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir. Top 76-6 (742.39 kg da<sup>-1</sup>) ve M 81E (717.47 kg da<sup>-1</sup>) aynı istatistiki grupta yer alırken diğer çeşitler farklı gruplarda yer almıştır. 2017 yılına bakıldığında 871.74 kg da<sup>-1</sup> verimle Top 76-6 çeşidi en yüksek verime ulaşırken, en düşük verim PHS 12-10 ve Urja çeşitleri ile aynı istatistik grupta yer alan Dale (394.24 kg da<sup>-1</sup>) çeşidinden alınmıştır. Tsuchihashi ve Goto., (2004), Wray, Keller ve Rio çeşitlerini kullandıkları çalışmalarında şeker verimlerinin 286-401 kg/da; Reddy ve ark.. (2005), Hindistan'da farklı tatlı sorgum çeşitlerinin kullanıldığı araştırmada 240-290 kg/da; Almodares ve ark.. (2008), beş çeşit ve dört hattın kullanıldığı çalışmada 101-152 kg da<sup>-1</sup>; Zhao ve ark.. (2009), beş hibrit çeşitte şeker veriminin 410-740 kg da<sup>-1</sup>; Davila-Gomez ve ark. (2011), Rio. M81-E ve Della çeşitlerinin şeker verimlerinin 202-185 kg da<sup>-1</sup> olarak bulunduğu belirtilmektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların bazı araştırmacıların (Reddy ve ark. 2005; Almodares ve ark. 2007; Davila-Gomez ve ark., 2011) sonuçlarından yüksek, bazıları (Tsuchihashi ve Goto , 2004; Zhao ve ark., 2009) ile uyumlu çıktığı görülmektedir.

### Biyoetanol Verimi (l da<sup>-1</sup>)

Çizelge 7. incelendiğinde biyoetanol verimleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar 2016 ve 2017 yıllarında istatistiksel olarak önemsiz, yılların birleşik varyans analiz sonuçlarına göre ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki yılın birleşik varyans analiz sonuçlarına göre; en yüksek biyoetanol verimi M 81E (237.59 l da<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir. Urja (234.58 l da<sup>-1</sup>). Top 76-6 (225.62 l da<sup>-1</sup>) ve PHS 12-10 (213.80 l da<sup>-1</sup>) çeşitleri aynı istatistiki grupta yer almıştır. En düşük biyoetanol verimi ise Dale (160.10 l da<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir.

**Çizelge 7.** Farklı tatlı sorgum çeşitlerinde biyoetanol oranlarına ait 2016-2017 yılları ve birleşik analiz sonucu yapılan LSD testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Biyoetanol Verimi(l da <sup>-1</sup> )		
	2016	2017	Birleşik*
Dale	139.99	180.22	160.10 b
Theis	228.59	165.81	197.20 ab
M 81E	239.52	235.67	237.59 a
Top 76-6	195.49	255.76	225.62 a
PHS 12-10	209.28	218.33	213.80 a
Urja	223.62	245.55	234.58 a
LSD	Ö.D.	ÖD	49.08
CV(%)	22.88	22.56	22.72

\*: %5 önem seviyesine göre önemli

\*\* : %1 önem seviyesine göre önemli

Chavan ve ark., (2009), 14 tatlı sorgum genotipinde teorik biyoetanol veriminin 34-121 l/da arasında değiştiği; Zhao ve ark., (2009), beş hibrit çeşitte biyoetanol veriminin 94-113 l/da arasında değiştiği, Davila-Gomez ve ark., (2011), Rio, M81-E ve Della çeşitlerinin biyoetanol verimlerinin 92-

105 l/da arasında değiştiği, Geren ve ark. (2011), bir çeşit tatlı sorgumun teorik etanol verimi 83.1 l/da olarak elde edildiği vurgulanmıştır. Biyoetanol verimi bakımından da oldukça doyurucu bulguların elde edildiği çalışmamızda, söz konusu verim değerlerinin. bazı araştırmacıların (Chavan ve ark., 2009; Zhao ve ark., 2009; Davila-Gomez ve ark., 2011) sonuçlarından yüksek bulunduğu görülmektedir. Bu araştırmalarda biyoetanol verimi teorik olarak hesaplanmıştır. Ancak bizim çalışmamızda üretilen biyoetanol bir pilot tesis kullanılarak fermantasyon yolu ile elde edilmiştir.

## SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre, tatlı sorgum çeşitlerinin farklı kullanım amaçlarına göre; yeşil ot verimi, özsu verimi, şeker verimi yönünden Urja, biyoetanol verimi bakımından ise M81 E çeşidi tavsiye edilen çeşitler olmuşlardır. Tatlı sorgum çeşitleriyle ülkemizin tüm ekolojik bölgelerinde çalışmaların yapılarak enerji tarımına katkıda bulunacak çeşitlerin belirlenmesi özel önem arz etmektedir. GAP Bölgesinde yapılacak tatlı sorgum araştırmalarında Urja ne M81 E çeşitlerinin diğer agronomik çalışmalarla da (Sulama, gübreleme, ekim normu vb.) değerlendirilerek yapılacak yeni araştırmalarda bitki materyali olarak kullanılmasının bölge tarımına yeni koridorlar açacağı kanaatine varılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TAGEM'e bağlı GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından "TAGEM/TBAD/15/A04/P09/01" kodlu proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Almodares A, Taheri R, Adeli S, 2007. Inter-relationship Between Growth Analysis and Carbohydrate Contents of Sweet Sorghum Cultivars and Lines. *Journal of Environmental Biology*, 28(3): 527-531.
- Almodares A, Taheri R, Adeli S, 2008. Stalk Yield Carbohydrate Composition of Sweet Sorghum (*sorghum bicolor* (L.) Moench) Cultivars and Lines at Different Growth Stages. *Malaysia Applied Biology*, 37 (1): 31-36.
- Anonim, 2020. 2002 Su Yılı Hidrometeorolojik Rasat Verileri. Şanlıurfa- Harran Ovası. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim, 2010. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. Sorgum (*Sorghum spp.*). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil Ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. 1-13.
- Anonim, 2018. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=SANLIURFA>
- Atalay I, Mortan K, 2006. Türkiye Bölgesel Coğrafyası. İnkılap Kitabevi. 3. Baskı, s.585-620 Ankara-Türkiye.
- Chavan U.D, Patil J.V, Shinde M.S, 2009. An Assessment of Sweet Sorghum Cultivars for Ethanol Production. *Sugar Technology*, 11(4): 319-323.
- Claassen P.A.M, DE Vrije T, Budde M.A.W, 2004. Biological Hydrogen Production from Sweet Sorghum by Thermophilic Bacteria. 2nd World Conference on Biomass for Energy. Industry and Climate Protection. Rome. Italy. 10-14 May. 2004, 1522-1525.
- Balat M, Balat H, Öz C, 2008. Progress in Bioethanol Processing. *Progress in Energy and Combustion Science*. (34): 551-573.
- Davila-Gomez F.J, Chuck-Hernandez C, Perez-Carrillo E, Rooney W.L, Serna-Saldivar S.O, 2011. Evaluation of Bioethanol Production from Five Different Varieties of Sweet and Forage Sorghums (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Industrial Crops and Products*. (33): 611-616.
- Ekefre D.E, Mahapatra A.K, Latimore JR, Bellmer D.D, Jena. U, Whitehead G.J, Williams A.L, 2017. Evaluation of Three Cultivars of Sweet Sorghum as Feedstocks for Ethanol Production in the Southeast United States. *Heliyon*. doi: 10.1016/j.heliyon.2017. e00490.

- Eren. Ö, 2011. Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji ve Çevresel Etki Analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 1-196 (Basılmış).
- Geren H, Avcıoğlu R, Kavut Y.T, Sakinoğlu Oruç Ç, Öztarhan H, 2011. İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Şeker Darısının (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *Saccharatum*) Verim ve Verimle İlgili Diğer Bazı Özellikleri Üzerinde Bir Ön Araştırma. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi. Samsun. 2: 525-530. 14-17 Haziran 2011.
- Girgin V.Ç, 2012. Bornova Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Tatlı Sorgum(*Sorghum bicolor* L.)'da Farklı Azot Dozlarının Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özelliklere Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi. 1-42 (Basılmış).
- Guiying L, Weibin G, Hicks A, Chapman K.R, 2003. A Training Manual for Sweet Sorghum. FAO-TCP/CPR/0066. 1-73. <http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=172&page=-2> (Erişim: 31.10.2019).
- Karayılmazlar S, Saraçoğlu N, Çabuk Y, Kurt R, 2011. Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13 (19):63-75.
- Köppen S, Reinhard G, Gartner S, 2009. Assessment of Energy and Greenhouse Gas Inventories of Sweet Sorghum for First and Second Generation Bioethanol. Environment and Natural Resources Management series. 30. FAO. pp. 1-86. Rome.
- Reddy B.V.S, Ramesh S, Reddy P.S, Ramaiah B, Salimath P.M, Kachapur R, 2005. Sweet Sorghum a Potential Alternate Raw Material for Bio-ethanol and Bioenergy. International Sorghum and Millets Newsletter. (46): 79-86.
- Seydoşoğlu S, Cengiz R, 2020. İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Silajlık Mısır Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanları ile FAO Olum Gruplarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisinin Belirlenmesi. Euroasia Journal of Mathematics-Engineering Natural & Medical Sciences, (8):117-125.
- Soleymani A, Almodares A, Shahrajabian M.H, 2013. The Effect of Increase in Plant Density on Stem Yield. Sucrose Content and Ethanol Yield in Two Sweet Sorghum Cultivars. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4 (4):642-646.
- Tsuchihashi N, Goto Y, 2004. Cultivation of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and Determination of its Harvest Time to Make Use as the Raw Material for Fermentation. Practiced During Rainy Season in Dry Land of Indonesia. Plant Production Science. 7(4): 442-448.
- Zhao Y.L, Dolat A, Steinberger Y, Wanga X, Osman A, Xie G.H, 2009. Biomass Yield and Changes in Chemical Composition of Sweet Sorghum Cultivars Grown for Biofuel. Field Crops Research, (111): 55-64.