



## Bazı Şeker Sorgum Çeşitlerinde Farklı Biçim Uygulamalarının Ot Verimi ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Elif Nur Sezgin<sup>1</sup> • Fırat Alatürk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 17100, Çanakkale, Türkiye, ensezgin25@hotmail.com, alaturkf@comu.edu.tr

✉ Corresponding Author: ensezgin25@hotmail.com

Please cite this paper as follows:

Sezgin, E. N., & Alatürk, F. (2023). Bazı Şeker Sorgum Çeşitlerinde Farklı Biçim Uygulamalarının Ot Verimi ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *Acta Natura et Scientia*, 4(2), 194-215. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2023.354.8>

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale Geçmişi

Geliş: 21. 07.2023

Düzeltilme: 27.10.2023

Kabul: 06.11.2023

Çevrimiçi Yayınlanma: 20.12.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Şeker sorgum

Ot verimi

Kök üretimi

Metabolik enerji

Yaprak oranı

Net enerji

### Ö Z E T

Bu çalışma şeker sorgum çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerine göre toprak üstü ve toprak altı biyomas üretimi ile yaprak ve sapların enerji içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 2020-2021 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulan çalışmada ana parselleri çeşitler (M81-E ve Topper-76), alt parselleri ise biçim yükseklikleri (bitki boyu 30, 60, 90, 120, 150 cm olduğunda ve fizyolojik olum döneminde hasat) oluşturmuştur. Çalışmada 30 cm yükseklikte hasat edilen parseller toplamda 5 kez, 60 cm 4 kez, 90 cm 3 kez, 120 cm 3 kez, 150 cm 2 kez ve fizyolojik olum döneminde ise bir kez biçilmiştir. Araştırmada bitkilerle ilgili olarak yeşil ot verimi, yaprak, sap ve salkım oranları, kök miktarı, yaprak ve sap kısımlarına ait TSBM, ME ve SE değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre toplam yeşil ot verimleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Çeşitlere göre M81-E çeşidinin yeşil ot üretimi Topper-76'ya göre daha yüksek olmuştur. Yaprak oranları bitki büyümesine bağlı olarak düşüş gösterirken, sap oranlarında artışlar gözlenmiştir. Bitkilerin ürettiği kök miktarları büyümeye bağlı olarak artmıştır. Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprak ve sapların enerji içeriklerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Genel olarak yaprakların enerji içerikleri sap kısımlarından daha yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmanın sonunda otlama ve kaba yem kaynağı açısından yetiştirilecek bu çeşitlerde ot verimi bakımından M81-E çeşidinin çok az farkla ön plana çıktığı fakat otun enerji içerikleri bakımından ise Topper-76 çeşidinin daha üstün olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla benzer ekolojilerde kaba yem kaynağı olarak her iki şeker sorgum çeşidinin de yetiştirilebileceği önerilmektedir.

# Effects of Different Harvesting Practices on Forage Yield and Quality Characteristics in some Sweet Sorghum Cultivars

## ARTICLE INFO

### Article History

### Article History

Received: 21.07.2023

Revised: 27.10.2023

Accepted: 06.11.2023

Available online: 20.12.2023

### Keywords:

Sweet sorghum

Hay yield

Root growth

Metabolic energy

Leaf ratio

Net energy

## A B S T R A C T

This study was carried out to determine the above-ground and subsoil biomass production and the energy content of leaves and stalks of sweet sorghum cultivars in terms of the different harvesting heights of the crop in the research area of the Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture in 2020-2021. The experiment was established according to a randomized complete block design using 4 replications, where the main plots represented the sweet sorghum cultivars (M81-E and Topper-76) while the sub-plots consisted of the harvesting heights (30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and the harvest at physiological maturity stage (PMS)). During the study, the experiment plots having the heights of 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and PMS stage were harvested 5 times, 4 times, 3 times, 3 times, 2 times and once, respectively. Yield of fresh hay, leaf and stalk ratios, number of roots, and the values of TSBM, ME and SE of the leaves and stalks were also examined in this study. According to the results obtained, the total yields of fresh forage increased depending on the increase in plant height. In the case of the sweet sorghum (SS) cultivars, the production of fresh forage of the M81-E cultivar was higher than Topper-76. There was an increase in the ratios of stalk, while a decline was observed in the ratios of leaves depending on crop growth. On the other hand, the number of roots produced by the crops increased depending on crop growth. There was a decrease in the energy content of leaves and stalks of the crop depending on the increase in crop height during harvest. Generally, the energy contents of the leaves were found to be higher than the stalks. Consequently, sweet sorghum cultivars are to be grown in the future in terms of grazing and roughage source, and the M81-E cultivar in terms of forage yield came to be the first with a little difference. However, it was found that the Topper-76 cultivar was superior in terms of the energy content of the crop. In conclusion, it is suggested that both SS cultivars can be grown as roughage sources under similar ecological conditions.

## GİRİŞ

Sorgum, tarihte "Verimli Hilal" olarak belirtilen Mezopotamya'da kültüre alınmıştır. Asurlular tarafından yetiştirildiğine dair kayıtlar bulunmaktadır (Ziggers, 2006). Kültüre alındığından bu yana Anadolu'da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Darı, koca darı, boynu eğri darı ve gılgıl isimleriyle anılmaktadır. Şemseddin Sâmî tarla kelimesinin darı kökenli olup, darı ekili yer anlamına geldiğini ifade etmektedir (Sâmî, 1901). Yerel sorgum genotipleri beyaz taneli olup, Diyarbakır ve Muğla illerinde halen yetiştirilmekte, ekmek ve boza yapımı ile kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanılmaktadır. Yine

bir sorgum türü olan süpürge darısı, batı bölgelerinde az da olsa üretilmekte ve süpürge yapımında değerlendirilmektedir (Sağlamtimur vd., 1989; Baytekin, 1990). Yüksek şeker içeriği sebebiyle şeker sorgum temelde etanol üretiminde yararlanılmasının yanında (Emeklier, 2014; Bayram & Turgut, 2015), yeşil ot, silaj ve pekmez yapımında da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Geçici kuraklıklara yüksek hoşgörü ve kuraklık şartları ortadan kalktıktan sonra da yeniden büyümeye devam etme yetenekleri nedeniyle sorgum "bitkiler âleminin devesi" olarak nitelendirilmektedir (Açıkgöz, 1991; Sanderson vd., 1992). Sorgumun

kurağa dayanıklılık yeteneği ve su kullanım etkinliğinin yüksek oluşu, küresel ısınma ve kuraklık senaryoları için dikkat çekicidir. Şeker sorgumun kuraklığa dayanıklı oluşu ve kısıtlı su kaynaklarında yüksek verim gücü, Türkiye’de enerji tarımı yanında, ot ve silaj üretimi için de önemli seçeneklerden biri olduğunu göstermektedir (Yücel vd., 2017). Şeker sorgum etanol verimi yüksek bitkiler arasında yer aldığından (Bayram & Turgut, 2015), bu bitki ile ilgili araştırmalarda da genellikle şeker ve etanol üretimi potansiyeli üzerinde durulmuştur.

Türkiye’de hayvancılık sektörü hızla değişmekte, et, süt ve süt ürünleri üretiminde büyükbaş hayvan yetiştiriciliği öne çıkmaktadır. Artan hayvan sayısı tarla ziraatı içinde daha fazla yem bitkileri yetiştiriciliğini zorunlu kılmaktadır. Gıda üretimi ile rekabete girmeden daha geniş alanlarda yem bitkileri yetiştiriciliği ile artan kaba yem ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Diğer yandan kısıtlı kaynakların daha etkin kullanılması ve kaliteli kaba yemin daha ucuza elde edilmesi zorunluluğu vardır. Şeker sorgum (ŞS) ve sorgum sudan otu melezinde (SSM) çeşitleri hızlı büyüme ve biçildikten sonra yeniden gelişme yetenekleriyle, hayvan beslemede önemli rol oynamaktadır. Yeşil ot, kuru ot, silaj ve paket ot (haylaj) olarak değerlendirildiği gibi, otlama amacıyla da kullanılmaktadır (Undersander, 2003; Avcıoğlu vd., 2009).

Biçim zamanı otun kalitesi yanında yeniden gelişme ve sonuçta verim gücünü doğrudan etkilemektedir. Kısa aralıklarla yapılan otlama veya biçimlerde kaliteli ot elde edilirken, yeniden büyüme için kullanılacak yeterli depo maddesi azaldığı ya da bulunmadığından, yeniden büyüme yavaşlar ve dolayısıyla ikinci ve daha sonraki biçimlerde verim düşer. Sowiński & Szydełko (2011) SSM’de biçim sayısının artmasıyla kardeş sayısının arttığını, buna karşın fotosentez alanının sürekli azalması nedeniyle kuru madde veriminin %50’ye varan oranlarda

azaldığını, en yüksek kuru madde veriminin tek biçimle elde edildiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde yoğun biçimlerde kuru madde veriminin azaldığına dair bazı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalar da bulunmaktadır (Lee, 2005; Uher vd., 2005). Erken hasatlarda yüksek kaliteli ot elde edilirken, hasat zamanı geciktikçe ot kabalaşmakta ve besleme değeri düşmektedir (Lang, 2001).

Ülkemizde şeker sorgum çeşitlerinin adaptasyonu ile ilgili farklı bölgelerde çalışmalar yapılmış olmakla birlikte yetiştirme teknikleri, özellikle büyüme eğrilerinin çıkarılması, biçim yükseklikleri ve etanol üretimi dışında kullanım amaçlarına yönelik sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Şeker sorgumda biçim yüksekliklerinin etkileri üzerinde Türkiye’de yapılmış bir araştırmaya da rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, benzer büyüme ve gelişme ritmine sahip silaj sorgumla yapılan farklı hasat zamanlarının etkileri üzerinde önemli çalışmalar yürütülmüş ve bu araştırmaların büyük bir kısmında hasat zamanının gecikmesiyle birlikte yeşil ot ve kuru madde veriminin arttığı bildirilmiştir (İptaş & Avcıoğlu, 1997; Güçük & Baytekin, 1999a, 1999b). Dolayısıyla bu araştırma farklı biçim yüksekliklerine bağlı olarak şeker sorgum çeşitlerinin toprak üstü ve toprak altı biyomas üretimleri ile otunun enerji değerlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

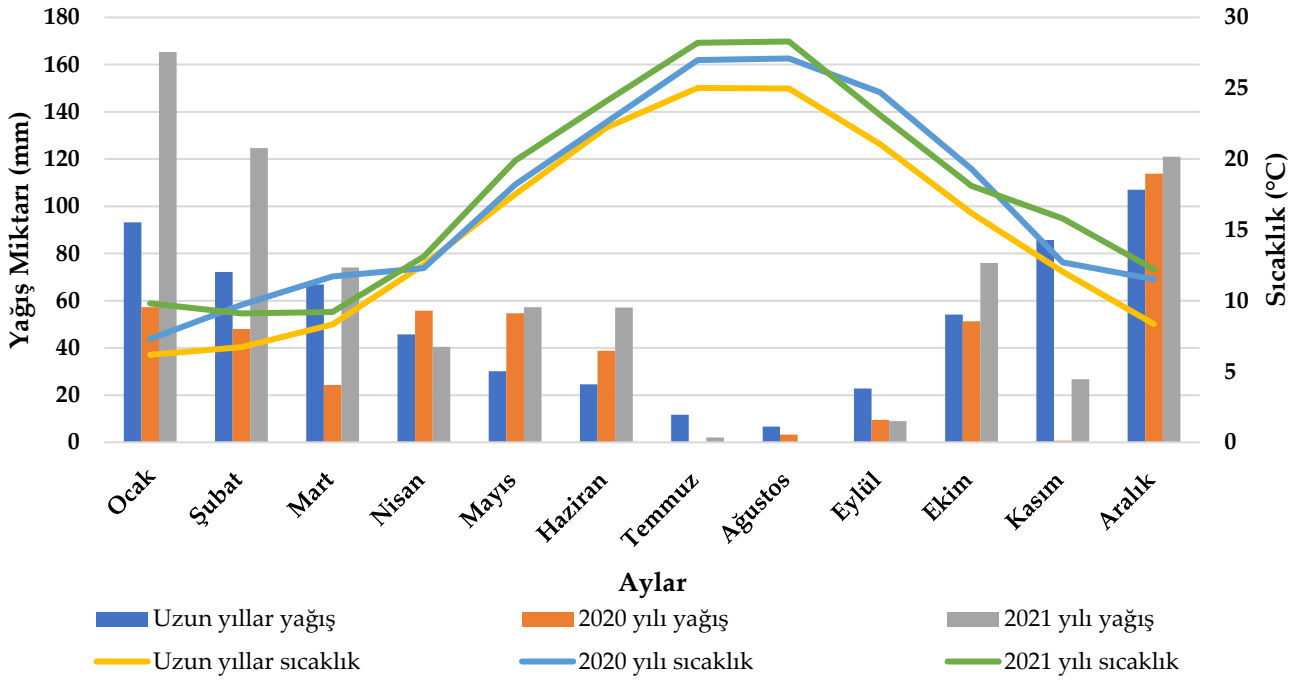
### Materyal

Araştırmada materyal olarak iki adet şeker sorgum çeşidi kullanılmıştır (Tablo 1). Şeker sorgum çeşitleri Nebraska Üniversitesinde geliştirilmiş ve ülkemizde Yücel vd. (2017) tarafından yürütülen araştırma sonucunda ümitvar olarak görülen çeşitler içerisinde yer almaktadır.

**Table 1.** Sweet sorghum cultivars and their properties used in the experiment

**Tablo 1.** Araştırmada kullanılan şeker sorgum çeşitleri ve özellikleri

Çeşitler	İslahçı Kuruluş	Üretim Amacı	Olgunlaşma
Topper-76	Nebraska Üniversitesi	Şurup, etanol	Orta geçici
M81-E	Nebraska Üniversitesi	Şurup, etanol, silaj	Geçici



**Figure 1.** Climatic data for the long-time and experiment periods observed in Çanakkale

**Şekil 1.** Çalışma dönemi ve uzun yıllara ait Çanakkale'de gözlenen iklim verileri

**Table 2.** Soil properties of the research area

**Tablo 2.** Deneme alanına ait toprak özellikleri

Örnekler	İşba (%)	pH	E.C. (mS/cm)	Kireç (%)	Organik madde (%)	P (kg/da)	K (kg/da)
Örnek 1	70	7,50	0,85	8,65	1,89	2,95	80,36
	Killi-tınlı	Hafif alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Örnek 2	65	7,35	0,88	7,69	1,95	2,45	75,69
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Örnek 3	68	7,31	0,95	9,16	1,78	3,10	86,35
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
<b>Ortalama</b>	<b>67,7</b>	<b>7,39</b>	<b>89,3</b>	<b>8,50</b>	<b>1,87</b>	<b>2,83</b>	<b>80,80</b>
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az

## İklim ve Toprak Özellikleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Çanakkale ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15,09°C olarak kaydedilmiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemdeki ortalama sıcaklıklar 2020 yılında 17,01°C ve 2021 yılında 17,58°C olmak üzere uzun yıllar ortalamasının üzerinde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü 6 aylık dönemdeki (Mayıs başı-Ekim sonu) uzun yıllara ait toplam yağış miktarları 149,9 mm'dir. Araştırmanın ilk yılında düşen yağış miktarı 157,5 mm iken, ikinci yılda ise 201,2 mm yağış düşmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü dönemlerde

düşen toplam yağış miktarları uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 1).

Deneme alanındaki topraklar killi-tınlı bünyeye sahip olup, toprak reaksiyonu açısından nötr karakterdedir. Topraklar orta kireçli, organik madde bakımından orta, fosfor içeriği orta ve potasyum bakımından noksan olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

## Denemenin Kurulması ve Uygulanması

Araştırmada iki yılda da denemeye başlamadan önce tohumlar temin edilmiş ve deneme yeri ayrılmıştır. Tohum ekimi araştırmanın ilk yılında

(2020) 16 Mayıs, ikinci yılında ise (2021) 5 Mayıs tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekim öncesinde tav sulaması yapılmış, sonrasında pullukla derin sürülmüştür. Akabinde kültivatör ve diskaro çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Derin sürümden önce dekara 10'ar kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde kompoze gübre (15-15-15) atılıp toprağa karıştırılmıştır. Çıkiştan hemen sonra üst gübre olarak dekara 5 kg azot olacak şekilde amonyum sülfat verilmiştir (Avcioğlu vd., 2009). Gübreleme öncesinde parsellerden toprak örnekleri alınıp analizleri yapılmıştır. Damla sulama yöntemi ile sulanan bitkilerde, sulamaya ekimden önce tav sulaması ile başlanmıştır. Sulama sıklığı hava sıcaklığı ve yağış durumuna göre ayarlanmıştır. Fakat genelde temmuz ve ağustos aylarında yaklaşık 7 gün ara ile sulama yapılmıştır. Deneme sürecinde çıkan yabancı otlar sıra üzerinde el ile yolunarak ve sıra arasında ise çapalanarak temizlenmiştir.

Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana parselleri çeşitler, alt parselleri biçim yüksekliği uygulamaları oluşturmuştur. Sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 8 cm olacak şekilde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir (Orak & Kavdır, 1994; Baytekin & Şilbir, 1996; Baytekin vd., 1996; Kızıl & Tansı, 1997; Mahmood & Honermeier, 2012). Parseller 5 m uzunluğunda hazırlanmış olup 4 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Parseller arasında boşluk bırakılmamış, bloklar arasında 1 m mesafe bırakılmıştır. Bitkiler planlanan biçim yüksekliklerine ulaştığında, orak ve biçim makinası ile 15 cm anız kalacak şekilde biçilmiştir. Bitki örnekleme dönemlerinde parsel başlarından 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmıştır. Parseller arasında boşluk bırakılmadığı için kenar sıralar da hasada dahil edilmiştir. Köklü bitki örneği için her parselin sağ tarafındaki 2 sıra kullanılmıştır. Dolayısıyla ot örnekleri için biçim 2 sırada gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan hasat alanı 5,6 m<sup>2</sup> (4 m sıra boyu × 2 sıra × 0,7 m sıra arası) olmuştur. Arazide biçilen ot örnekleri yaş ağırlıkları alınmak üzere hemen el kantarı ile tartılmıştır. Daha sonra bu yaş bitkilerden 1 kg'ın üzerinde olacak şekilde örnekler alınıp kese kâğıtlarına konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir.

Örnekler laboratuvarında sap, yaprak ve salkımlarına ayrılmıştır. Araştırmada yeşil ot verimleri Lang (2001)'e, bitki başına kök üretimlerinin belirlenmesi Hu vd. (2018)'e, toplam sindirilebilir besin madde oranı (TSBM) Morrison (2003)'e, metabolik enerji (ME), sindirilebilir enerji (SE) ve net enerji (NE) değerleri ise Anonim (2023)'e göre yapılmıştır.

### İstatistik Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin analizleri Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Tekniğine göre yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Verilerin istatistik analizlerinde SAS ve JMP 13 (SW) istatistik paket programları (SAS, 1999) kullanılmıştır.

## BULGULAR

### Yeşil Ot Verimi

Biçim yüksekliklerinin artışı ile daha çok yeşil ot üretilmiştir. Bu sebeple 30 cm'den fizyolojik oluma kadar olan biçim yüksekliklerinde ortalama yeşil ot verimleri düzenli ve önemli artış göstererek ilk yıl dekara 4299,3 kg'dan 9027,4 kg'a, ikinci yıl 4157,5 kg'dan 8897,3 kg'a, iki yıllık ortalama da 4193,4 kg'dan 8962,4 kg'a yükselmiştir. Araştırmanın ilk yılı ile iki yıllık ortalama sonuçlara göre M81-E çeşidi Topper-76'ya göre daha fazla yeşil ot üretmiştir. İlk yılda M81-E ve Topper-76 çeşitlerinin ortalama yeşil ot verimleri 7193,2 ve 6514,3 kg/da olurken, ikinci yılda sırasıyla 6464,6 ve 6632,7 kg/da olarak belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalara göre M81-E çeşidinin ortalama yeşil ot verimi 6828,9 kg/da iken bu değer Topper-76'da 6573,5 kg/da olarak hesaplanmıştır. Çeşitler ile biçim yükseklikleri birlikte ele alındığında, en yüksek yeşil ot verimleri denemenin iki yılında da fizyolojik olumda biçilen M81-E çeşidinde (ilk yıl 9717,2 kg/da, ikinci yıl 9140,8 kg/da) saptanmıştır. En düşük verimler de yine aynı çeşidin 30 cm boylandığında biçilen parsellerde 4228,5 ve 4082,3 kg/da olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılına ait yeşil ot verimleri (6853,8 kg/da) ikinci yıla (6548,6 kg/da) nazaran daha yüksek olmuştur (Tablo 3).

**Table 3.** Total fresh hay yields of sweet sorghum cultivars by years (kg/da)**Tablo 3.** Şeker sorgumun yıllara göre toplam yeşil ot verimleri (kg/da)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	4228,5 <sup>i</sup>	4230,1 <sup>i</sup>	4229,3 <sup>F</sup>
60 cm	5966,4 <sup>g</sup>	5827,5 <sup>gh</sup>	5896,9 <sup>E</sup>
90 cm	6822,2 <sup>f</sup>	5736,0 <sup>h</sup>	6279,1 <sup>D</sup>
120 cm	8520,8 <sup>b</sup>	7915,5 <sup>d</sup>	7471,7 <sup>C</sup>
150 cm	7904,1 <sup>d</sup>	7039,3 <sup>e</sup>	8218,2 <sup>B</sup>
Fiz. olum	9717,2 <sup>a</sup>	8337,6 <sup>c</sup>	9027,4 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	7193,2 <sup>A</sup>	6514,3 <sup>B</sup>	<b>6853,8<sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:**</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	4082,3 <sup>j</sup>	4232,7 <sup>i</sup>	4157,5 <sup>F</sup>
60 cm	5048,1 <sup>i</sup>	5937,5 <sup>h</sup>	5492,8 <sup>E</sup>
90 cm	6845,4 <sup>f</sup>	5858,6 <sup>h</sup>	6352,0 <sup>D</sup>
120 cm	7535,8 <sup>d</sup>	7971,6 <sup>c</sup>	7753,7 <sup>B</sup>
150 cm	6135,0 <sup>g</sup>	7141,9 <sup>e</sup>	6638,4 <sup>C</sup>
Fiz. olum	9140,8 <sup>a</sup>	8653,8 <sup>b</sup>	8897,3 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	6464,6 <sup>B</sup>	6632,7 <sup>A</sup>	<b>6548,6<sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:**</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	4155,4 <sup>h</sup>	4231,4 <sup>h</sup>	4193,4 <sup>F</sup>
60 cm	5507,3 <sup>g</sup>	5882,5 <sup>f</sup>	5694,9 <sup>E</sup>
90 cm	6833,8 <sup>e</sup>	5797,3 <sup>f</sup>	6315,5 <sup>D</sup>
120 cm	8028,3 <sup>c</sup>	7943,6 <sup>f</sup>	7985,9 <sup>B</sup>
150 cm	7019,5 <sup>d</sup>	7090,6 <sup>d</sup>	7055,1 <sup>C</sup>
Fiz. olum	9429,0 <sup>a</sup>	8495,7 <sup>b</sup>	8962,4 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	6828,9 <sup>A</sup>	6573,5 <sup>B</sup>	-
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:**, PY:öd</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).



## Yaprak ve Sap Oranları

Deneme yılları ve ortalamasında biçim yüksekliğinin artışına bağlı olarak yaprak oranları azalmıştır. Biçim yüksekliklerinin artışı ile bitkilerin ortalama yaprak oranları ilk yıl %70,8'den %13,4'e, ikinci yıl %63,2'den %10,6'ya ve iki yılın ortalamasında ise %67,0'dan %12,0'a düşmüştür. Çeşitlerin yaprak oranları arasında fark ilk yıl ve iki

yıllık sonuçlara göre önemli olmuştur. Araştırmanın ilk yılında M81-E çeşidinin yaprak oranı %44,18 iken bu değer Topper-76'da %39,46'ya düşmüştür. İki yıllık ortalamalarda ise %81-E çeşidinin yaprak oranı %42,36 iken bu oran Topper-76'da %39,03'e gerilemiştir. Çeşitlerin yaprak oranlarını yıllara göre değişimi önemsiz olup, %39,6-41,8 aralığında değerlere sahip olmuştur (Tablo 4).

**Table 4.** Mean leaf ratios of sweet sorghum cultivars by years (%)

**Tablo 4.** Şeker sorgumun yıllara göre ortalama yaprak oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	71,87	69,62	70,8 <sup>A</sup>
60 cm	59,96	54,89	57,4 <sup>B</sup>
90 cm	51,74	45,79	48,8 <sup>C</sup>
120 cm	37,92	30,80	34,4 <sup>D</sup>
150 cm	28,34	24,16	26,3 <sup>E</sup>
Fizyolojik olum	15,25	11,50	13,4 <sup>F</sup>
<b>Ortalama</b>	44,18 <sup>A</sup>	39,46 <sup>B</sup>	<b>41,8</b>
<b>Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇ×BY:öd</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	62,61	63,74	63,2 <sup>A</sup>
60 cm	53,27	57,89	55,6 <sup>B</sup>
90 cm	47,12	39,58	43,4 <sup>C</sup>
120 cm	41,35	34,77	38,1 <sup>C</sup>
150 cm	26,21	27,24	26,7 <sup>D</sup>
Fizyolojik olum	12,71	8,42	10,6 <sup>E</sup>
<b>Ortalama</b>	40,54	38,61	<b>39,6</b>
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	67,24	66,68	67,0 <sup>A</sup>
60 cm	56,61	56,39	56,5 <sup>B</sup>
90 cm	49,43	42,68	46,1 <sup>C</sup>
120 cm	39,63	32,79	36,2 <sup>D</sup>
150 cm	27,27	25,70	26,5 <sup>E</sup>
Fizyolojik olum	13,99	9,96	12,0 <sup>F</sup>
<b>Ortalama</b>	42,36 <sup>A</sup>	39,03 <sup>B</sup>	-
<b>Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇ×BY:öd, PY:öd</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Yaprak oranlarındaki değişimin aksine, sap oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile önemli düzeyde artmıştır. Çeşitlerin ortalaması olarak, denemenin ilk yılında sap oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile %28,9'dan %73,1'e, ikinci yılda %36,4'den %70,6'ya ve iki yılın ortalamasında %32,6'dan %71,9'a yükselmiştir. Ekilen sorgum

çeşitlerinin ortalama sap oranları birbirine yakın olmuştur. Nitekim 2020 yılında çeşitlere göre sap oranları %51,41-54,32, ikinci yılda %53,22-54,42 ve yıllar ortalamasında %52,32-54,37 arasında değişim göstermiştir. Bu değişim yıllara göre ise %52,9-53,8 aralığında gerçekleşmiştir (Tablo 5).

**Table 5.** Mean stalk ratios of sweet sorghum cultivars by years (%)

**Tablo 5.** Şeker sorgumun yıllara göre ortalama sap oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	27,86	29,90	28,9 <sup>E</sup>
60 cm	39,21	44,31	41,8 <sup>D</sup>
90 cm	46,97	52,82	50,0 <sup>C</sup>
120 cm	57,91	63,77	60,8 <sup>B</sup>
150 cm	62,28	63,09	62,7 <sup>B</sup>
Fizyolojik olum	74,24	72,01	73,1 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	51,41	54,32	52,9
<b>Önemlilik:</b> PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	37,02	35,83	36,4 <sup>D</sup>
60 cm	45,86	41,29	43,6 <sup>C</sup>
90 cm	51,62	59,21	55,4 <sup>B</sup>
120 cm	55,11	60,52	57,8 <sup>B</sup>
150 cm	61,04	57,14	59,1 <sup>B</sup>
Fizyolojik olum	68,67	72,52	70,6 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	53,22	54,42	53,8
<b>Önemlilik:</b> PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	32,44	32,87	32,6 <sup>E</sup>
60 cm	42,54	42,80	42,7 <sup>D</sup>
90 cm	49,30	56,02	52,7 <sup>C</sup>
120 cm	56,51	62,15	59,3 <sup>B</sup>
150 cm	61,66	60,12	60,9 <sup>B</sup>
Fizyolojik olum	71,46	72,26	71,9 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	52,32	54,37	-
<b>Önemlilik:</b> PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd, PY:öd			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).



## Kök Miktarı

Biçim yüksekliklerinin artışı ile ortalama kök kütlesi artmıştır. Dolayısıyla en yüksek kök üretimi fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 54,54, ikinci yıl 41,17 ve iki yıllık ortalama 47,85 g/bitki) belirlenmiştir. En az kök oluşturan bitkiler ise en sık biçilenler olmuştur. Buna göre, 30 cm'de biçilen bitkilerin ortalama kök ağırlığı ilk yıl 6,59 g/bitki, ikinci yıl 7,50 g/bitki ve yıllar ortalamasında

7,05 g/bitki olarak belirlenmiştir. Yıllar ve ortalamasında bitki başına en yüksek kök Topper-76 tarafından üretilmiştir. Biçimlerin ortalaması olarak Topper-76 çeşidinin kök ağırlıkları sırasıyla 21,53, 20,11 ve 20,82 g/bitki olarak ölçülmüştür. Buna karşılık M81-E çeşidi en az kök kütlesine sahip olmuştur (sırasıyla 20,54, 17,06 ve 18,80 g/bitki). Araştırmanın ilk yılında bitki başına ortalama kök miktarı 21,03 g/bitki iken, bu rakam ikinci yılda 18,58 g/bitkiye düşmüştür (Tablo 6).

**Table 6.** Mean root counts of sweet sorghum cultivars by years (g/plant)

**Tablo 6.** Şeker sorgumun yıllara göre ortalama kök miktarları (g/bitki)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	4,33 <sup>g</sup>	8,85 <sup>f</sup>	6,59 <sup>F</sup>
60 cm	10,12 <sup>f</sup>	12,00 <sup>e</sup>	11,06 <sup>E</sup>
90 cm	14,68 <sup>d</sup>	17,27 <sup>c</sup>	15,97 <sup>D</sup>
120 cm	17,39 <sup>c</sup>	17,81 <sup>c</sup>	17,60 <sup>C</sup>
150 cm	22,48 <sup>b</sup>	18,38 <sup>c</sup>	20,43 <sup>B</sup>
Fiz. olum	54,24 <sup>a</sup>	54,84 <sup>a</sup>	54,54 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	20,54 <sup>B</sup>	21,53 <sup>A</sup>	<b>21,03<sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:**</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	5,00	10,00	7,50 <sup>D</sup>
60 cm	9,33	11,67	10,50 <sup>D</sup>
90 cm	13,00	16,33	14,67 <sup>C</sup>
120 cm	16,00	18,00	17,00 <sup>C</sup>
150 cm	20,00	21,33	20,67 <sup>B</sup>
Fiz. olum	39,00	43,33	41,17 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	17,06 <sup>B</sup>	20,11 <sup>A</sup>	<b>18,58<sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:öd</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	4,67 <sup>ı</sup>	9,42 <sup>h</sup>	7,05 <sup>F</sup>
60 cm	9,73 <sup>gh</sup>	11,83 <sup>fg</sup>	10,78 <sup>E</sup>
90 cm	13,84 <sup>f</sup>	16,80 <sup>e</sup>	15,32 <sup>D</sup>
120 cm	16,70 <sup>e</sup>	17,91 <sup>de</sup>	17,30 <sup>C</sup>
150 cm	21,24 <sup>c</sup>	19,86 <sup>cd</sup>	20,55 <sup>B</sup>
Fiz. olum	46,62 <sup>b</sup>	49,09 <sup>a</sup>	47,85 <sup>A</sup>
<b>Ortalama</b>	18,80 <sup>B</sup>	20,82 <sup>A</sup>	-
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:**, PY:**</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

### Toplam Sindirilebilir Besin Madde (TSBM)

Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların TSBM oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek TSBM oranları 30 cm yüksekliğe ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (ilk yıl %57,959, ikinci yıl %57,897 ve iki yıllık ortalamalara göre %57,928) belirlenirken, en düşük ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra hasat

edilen bitkilerde (ilk yıl %57,509, ikinci yıl %55,746 ve iki yıllık ortalamalara göre %56,627) tespit edilmiştir. Topper-76 çeşidinin TSBM oranı araştırmanın tüm yıllarında M81-E'ye göre daha yüksek olmuştur. İki yıllık ortalamaya göre Topper-76'nın TSBM oranı %57,177 iken, M81-E çeşidinde %56,909'a düşmüştür. Bunun yanında araştırmanın ilk yılındaki TSBM oranı (%57,487) ikinci yıla (%56,599) göre daha yüksek olmuştur (Tablo 7).

**Table 7.** Mean TSBM ratios in the leaves of sweet sorghum cultivars by years(%)

**Tablo 7.** Şeker sorgumun yapraklarının yıllara göre ortalama TSBM oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	57,854	58,064	57,959
60 cm	57,970	57,684	57,827
90 cm	56,882	57,904	57,393
120 cm	56,899	57,461	57,180
150 cm	56,691	57,420	57,055
Fiz. olum	57,266	57,753	57,509
<b>Ortalama</b>	57,260	57,715	<b>57,487<sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:öd, PÇ×BY:öd</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	57,390	58,404	57,897 <sup>A</sup>
60 cm	56,875	56,779	56,827 <sup>B</sup>
90 cm	56,413	56,181	56,297 <sup>BC</sup>
120 cm	56,389	56,303	56,346 <sup>BC</sup>
150 cm	56,332	56,631	56,481 <sup>BC</sup>
Fiz. olum	55,946	55,545	55,746 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	56,558	56,641	<b>56,599<sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	57,622	58,234	57,928 <sup>A</sup>
60 cm	57,422	57,232	57,327 <sup>B</sup>
90 cm	56,647	57,043	56,845 <sup>BC</sup>
120 cm	56,644	56,882	56,763 <sup>C</sup>
150 cm	56,511	57,025	56,768 <sup>BC</sup>
Fiz. olum	56,606	56,649	56,627 <sup>BC</sup>
<b>Ortalama</b>	56,909	57,177	-
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd, PY:**</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Çalışmanın tüm yıllarında hasattaki bitki boyunun artışına bağlı olarak sapların TSBM oranlarında düşüşler olmuştur. En yüksek TSBM oranları 30 ve 60 cm boyda hasat edilen bitkilerin saplarında (2020 yılı %58,112-57,558, 2021 yılı %56,791-57,390 ve 2020-2021 yılı %57,451-57,474) belirlenirken, en düşük ise 120, 150 ve fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerde (2020 yılı %54,561-55,174, 2021 yılı %52,987-54,719 ve

2020-2021 yılı %54,081-54,663) tespit edilmiştir. Topper-76 çeşidinin sap kısımlarının TSBM oranı çalışmanın yürütüldüğü tüm yıllarda M81-E çeşidinden daha yüksek olmuştur. Ayrıca çalışmanın ilk yılına ait ortalama TSBM oranı (%56,100) ikinci yıla nazaran (%55,335) daha yüksek bulunmuştur (Tablo 8).

**Table 8.** Mean TSBM ratios in the stalks of sweet sorghum by years (%)

**Tablo 8.** Şeker sorgumun saplarının yıllara göre ortalama TSBM oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	57,735	58,488	58,112 <sup>A</sup>
60 cm	57,657	57,459	57,558 <sup>AB</sup>
90 cm	55,974	57,193	56,584 <sup>B</sup>
120 cm	53,375	55,838	54,607 <sup>C</sup>
150 cm	54,909	55,439	55,174 <sup>C</sup>
Fiz. olum	54,871	54,251	54,561 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	55,754 <sup>B</sup>	56,445 <sup>A</sup>	<b>56,100 <sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇ×BY: öd</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	55,985	57,596	56,791 <sup>AB</sup>
60 cm	56,486	58,294	57,390 <sup>A</sup>
90 cm	55,443	56,893	56,168 <sup>B</sup>
120 cm	54,763	54,676	54,719 <sup>C</sup>
150 cm	51,354	54,621	52,987 <sup>D</sup>
Fiz. olum	53,768	54,146	53,957 <sup>CD</sup>
<b>Ortalama</b>	54,633 <sup>B</sup>	56,037 <sup>A</sup>	<b>55,335 <sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY: öd</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	56,860	58,042	57,451 <sup>A</sup>
60 cm	57,071	57,876	57,474 <sup>A</sup>
90 cm	55,709	57,043	56,376 <sup>B</sup>
120 cm	54,069	55,257	54,663 <sup>C</sup>
150 cm	53,131	55,030	54,081 <sup>C</sup>
Fiz. olum	54,320	54,198	54,259 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	55,193 <sup>B</sup>	56,241 <sup>A</sup>	-
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY: öd, PY:**</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

### Metabolik Enerji Değeri

Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların ME değerleri araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda düşmüştür. Topper-76 çeşidinin ME

değerinin M81-E çeşidinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılına ait ME değeri 2,077 Mcal/kg KM iken, ikinci yılda bu değer 2,045 Mcal/kg KM olmuştur (Tablo 9).

**Table 9.** Mean average ME ratios in the leaves of sweet sorghum by years (Mcal/Kg KM)

**Tablo 9.** Şeker sorgumun yapraklarının yıllara göre ortalama ME oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	2,090	2,098	2,094
60 cm	2,095	2,084	2,089
90 cm	2,055	2,092	2,074
120 cm	2,056	2,076	2,066
150 cm	2,048	2,075	2,062
Fiz. olum	2,069	2,087	2,078
<b>Ortalama</b>	2,069	2,085	<b>2,077<sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:öd, PÇ×BY:öd</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	2,074	2,110	2,092 <sup>A</sup>
60 cm	2,055	2,052	2,053 <sup>B</sup>
90 cm	2,038	2,030	2,034 <sup>BC</sup>
120 cm	2,037	2,034	2,036 <sup>BC</sup>
150 cm	2,035	2,046	2,041 <sup>BC</sup>
Fiz. olum	2,021	2,007	2,014 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	2,044	2,047	<b>2,045<sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	2,082	2,104	2,093 <sup>A</sup>
60 cm	2,075	2,068	2,071 <sup>B</sup>
90 cm	2,047	2,061	2,054 <sup>BC</sup>
120 cm	2,047	2,055	2,051 <sup>C</sup>
150 cm	2,042	2,060	2,052 <sup>BC</sup>
Fiz. olum	2,045	2,047	2,046 <sup>BC</sup>
<b>Ortalama</b>	2,056	2,066	-
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:**, PÇ×BY:öd, PY:**</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Çeşitlerin saplarına ait ME değerleri araştırmanın tüm yıllarında önemli değişim göstermiş ve Topper-76 ön plana çıkmıştır. Topper-76 çeşidinin ilk yıl ME değeri 2,039 Mcal/kg KM, ikinci yıl 2,025 Mcal/kg KM iki yıllık ortalama ise 2,032 Mcal/kg KM olurken, bu değerler M81-E çeşidinde sırasıyla 2,015 Mcal/kg KM, 1,974 Mcal/kg KM ve 1,994 Mcal/kg KM olmuştur. İlk yıla ait ME değeri (2,027 Mcal/kg KM) ikinci yıla göre

(1,999 Mcal/kg KM) daha yüksek olmuştur. Biçimde bitki boyunun artışına bağlı olarak sapların ME değerleri düşmüştür. En yüksek ME değerleri araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda 30 ve 60 cm'de biçilen bitkilerde belirlenirken, en düşük değerler ise 120 cm, 150 cm ve fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir (Tablo 10).

**Table 10.** Mean ME ratios in the stalks of sweet sorghum by years (Mcal/Kg KM)

**Tablo 10.** Şeker sorgumun saplarının yıllara göre ortalama ME oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	2,086	2,113	2,100 <sup>A</sup>
60 cm	2,083	2,076	2,080 <sup>AB</sup>
90 cm	2,022	2,066	2,044 <sup>B</sup>
120 cm	1,929	2,018	1,973 <sup>C</sup>
150 cm	1,984	2,003	1,994 <sup>C</sup>
Fiz. olum	1,983	1,960	1,971 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	2,015 <sup>B</sup>	2,039 <sup>A</sup>	<b>2,027 <sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇ×BY: öd</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	2,023	2,081	2,052 <sup>AB</sup>
60 cm	2,041	2,106	2,074 <sup>A</sup>
90 cm	2,003	2,056	2,029 <sup>B</sup>
120 cm	1,979	1,976	1,977 <sup>C</sup>
150 cm	1,856	1,974	1,915 <sup>D</sup>
Fiz. olum	1,943	1,956	1,950 <sup>CD</sup>
<b>Ortalama</b>	1,974 <sup>B</sup>	2,025 <sup>A</sup>	<b>1,999 <sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY: öd</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	2,054	2,097	2,076 <sup>A</sup>
60 cm	2,062	2,091	2,077 <sup>A</sup>
90 cm	2,013	2,061	2,037 <sup>B</sup>
120 cm	1,954	1,997	1,975 <sup>C</sup>
150 cm	1,920	1,988	1,954 <sup>C</sup>
Fiz. olum	1,963	1,958	1,961 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	1,994 <sup>B</sup>	2,032 <sup>A</sup>	-
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY: öd, PY:**</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

### Sindirilebilir Enerji Değeri

Çalışmanın tüm yıllarında biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların SE değerlerinde düşüş olmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlara göre de biçimdeki bitki boyunun artışına

bağlı olarak yaprakların SE değerleri düşmüştür. Ayrıca Topper-76 çeşidinin SE değeri M81-E çeşidinden daha yüksektir. Yıllara göre ise araştırmanın ilk yılına ait SE değerleri (2,535 Mcal/kg KM) ikinci yıldan (2,496 Mcal/kg KM) daha yüksek bulunmuştur (Tablo 11).

**Table 11.** Mean SE ratios in the leaves of sweet sorghum by years (Mcal/Kg KM)

**Tablo 11.** Şeker sorgumun yapraklarının yıllara göre ortalama SE oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	2,551	2,560	2,555
60 cm	2,556	2,543	2,550
90 cm	2,508	2,553	2,530
120 cm	2,509	2,534	2,521
150 cm	2,500	2,532	2,516
Fiz. olum	2,525	2,546	2,536
<b>Ortalama</b>	2,525	2,545	<b>2,535<sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik:</b> PÇ: <sup>öd</sup> , PBY: <sup>öd</sup> , PÇ×BY: <sup>öd</sup>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	2,530	2,575	2,553 <sup>A</sup>
60 cm	2,508	2,503	2,506 <sup>B</sup>
90 cm	2,487	2,477	2,482 <sup>BC</sup>
120 cm	2,486	2,482	2,484 <sup>BC</sup>
150 cm	2,484	2,497	2,490 <sup>BC</sup>
Fiz. olum	2,467	2,449	2,458 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	2,494	2,497	<b>2,496<sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik:</b> PÇ: <sup>öd</sup> , PBY: <sup>**</sup> , PÇ×BY: <sup>öd</sup>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	2,541	2,568	2,554 <sup>A</sup>
60 cm	2,532	2,523	2,528 <sup>B</sup>
90 cm	2,498	2,515	2,506 <sup>BC</sup>
120 cm	2,497	2,508	2,503 <sup>C</sup>
150 cm	2,492	2,514	2,504 <sup>BC</sup>
Fiz. olum	2,496	2,498	2,498 <sup>BC</sup>
<b>Ortalama</b>	2,509	2,521	-
<b>Önemlilik:</b> PÇ: <sup>öd</sup> , PBY: <sup>**</sup> , PÇ×BY: <sup>öd</sup> , PY: <sup>öd</sup>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).



Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak sapların SE değerlerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek SE değerleri 30 cm yüksekliğe ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 2,562 Mcal/kg KM, ikinci yıl 2,504 Mcal/kg KM ve iki yıllık ortalamalara göre 2,533 Mcal/kg KM) belirlenirken, en düşük ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 2,406 Mcal/kg KM, ikinci yıl 2,379 Mcal/kg KM ve iki yıllık ortalamalara

göre 2,392 Mcal/kg KM) tespit edilmiştir. Topper-76 çeşidinin SE değeri araştırmanın tüm yıllarında M81-E'ye göre daha yüksek olmuştur. İki yıllık ortalamalara göre Topper-76'nın SE değeri 2,480 Mcal/kg KM iken, bu değer M81-E çeşidinde 2,434 Mcal/kg KM'e düşmüştür. Bunun yanında araştırmanın ilk yılındaki SE değeri (2,473 Mcal/kg KM) ikinci yıla (2,440 Mcal/kg KM) göre daha yüksek olmuştur (Tablo 12).

**Table 12.** Mean SE ratios in the stalks of sweet sorghum by years (Mcal/Kg KM)

**Tablo 12.** Şeker sorgumun saplarının yıllara göre ortalama SE oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>			
30 cm	2,546	2,578	2,562 <sup>A</sup>
60 cm	2,542	2,533	2,538 <sup>AB</sup>
90 cm	2,468	2,522	2,495 <sup>B</sup>
120 cm	2,353	2,462	2,408 <sup>C</sup>
150 cm	2,421	2,444	2,433 <sup>C</sup>
Fiz. olum	2,419	2,392	2,406 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	2,458 <sup>B</sup>	2,489 <sup>A</sup>	<b>2,473 <sup>A</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇ×BY:öd</b>			
<b>2021 yılı</b>			
30 cm	2,468	2,539	2,504 <sup>AB</sup>
60 cm	2,491	2,570	2,530 <sup>A</sup>
90 cm	2,445	2,508	2,477 <sup>B</sup>
120 cm	2,415	2,411	2,413 <sup>C</sup>
150 cm	2,264	2,408	2,336 <sup>D</sup>
Fiz. olum	2,371	2,387	2,379 <sup>CD</sup>
<b>Ortalama</b>	2,409 <sup>B</sup>	2,471 <sup>A</sup>	<b>2,440 <sup>B</sup></b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:öd</b>			
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>			
30 cm	2,507	2,559	2,533 <sup>A</sup>
60 cm	2,516	2,552	2,534 <sup>A</sup>
90 cm	2,456	2,515	2,486 <sup>B</sup>
120 cm	2,384	2,436	2,410 <sup>C</sup>
150 cm	2,343	2,427	2,385 <sup>C</sup>
Fiz. olum	2,395	2,390	2,392 <sup>C</sup>
<b>Ortalama</b>	2,434 <sup>B</sup>	2,480 <sup>A</sup>	-
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇ×BY:öd, PY:**</b>			

**Not:** \* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

## TARTIŞMA

Bitkiler önce yavaş, sonra hızlı, gelişmenin sonuna doğru ise yeniden yavaş büyürler (Altın vd., 2011). Büyümenin başlangıcında fotosentez dokusu az olduğu için buna bağlı olarak özümleme ürünlerinin üretimi de az olmaktadır. Fakat büyüme ilerledikçe fotosentez dokusu da artıp daha fazla organik kütle üretilmektedir. Vejetatif büyüme generatif döneme kadar sürekli artış halindedir. Generatif dönem ile birlikte fotosentez ürünleri vejetatif dokular (kök, dal, yaprak) yerine, generatif organlara taşınmaktadır (Altın vd., 2011). Bu da gelişmenin bu aşamasında ot verimindeki artışı sınırlandırmaktadır (Larcher, 1995, Chattha vd., 2017). Bu sebeple denemede 30 cm biçim yüksekliğinden itibaren fizyolojik oluma kadar yapılan biçimlerde ot verimleri düzenli ve sürekli olarak artmıştır. Ülkemizde sorgum ile yürütülen denemelerde değişik verim değerleri elde edilmiştir. Örneğin, Aydınoglu & Çakmakçı (2018) ortalama yeşil ot veriminin 4600-8188 kg/da ve kuru ot veriminin de 1187-2037 kg/da arasında değiştiğini belirtmiştir. Bingöl'de 13 farklı sorgum çeşidi ile yapılan çalışmada çeşitlerin ortalama yeşil ot verimleri 7323,4 kg/da ve ortalama kuru ot verimleri 1308,0 kg/da olarak raporlanmıştır (Özmen, 2017). Farklı bölgelerde yapılan diğer çalışmalarda ise ortalama yeşil ot verimleri Şanlıurfa'da 10.000-11.000 kg/da (Tansı vd., 1991), Çanakkale'de 2288,8-4716,6 kg/da (Küçüksemerci & Baytekin, 2017), Aydın'da ortalama 6730 kg/da (Sürmen & Kara, 2022), 4650-6260 kg/da (Çelik & Türk., 2021) olarak tespit edilmiştir. Ortalama kuru ot verimleri ise 1308,0 kg/da (Özmen, 2017), 609,5-1183 kg/da (Tosunoğlu, 2014), 1654 kg/da (Çeçen vd., 2005), 810-2110 kg/da (Kara vd., 2019), 1350-2840 kg/da (Kır & Dursun Şahan, 2019) ve 1480 kg/da (Sürmen & Kara, 2022) arasında değişim göstermiştir.

Çeşitler farklı genetik yapıya sahip olduklarından, belirli bir yetiştirme ortamında çevre faktörlerine karşı farklı tepkiler verebilecekleri için ot üretimlerinin de farklı olması beklenen bir durumdur. Nitekim bu çalışmada da çeşitler arasında bu farklılık ortaya çıkmıştır. Şeker sorgumun Topper-76 çeşidi diğerlerinden önemli ölçüde daha az ot verimine sahip olmuştur.

Biçimdeki bitki boylarının artışına bağlı olarak şeker sorgum çeşitlerinin yaprak oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. Bu değişim çeşitlere göre önemsiz düzeyde kalmıştır. Bunun aksine bitkide büyümeye bağlı olarak bitkinin sap oranlarında artışlar kaydedilmiştir. Kısaca büyümeye bağlı olarak yaprak oranı azalırken, sap oranları artmıştır. Bunun temel nedeni büyüme başlangıcında bitkinin toplam biyomasında yaprak oranı fazladır. Fakat büyümenin ilerlemesine bağlı olarak saplarda meydana gelen uzama sap kısmının bitkideki oranını arttırmıştır. Generatif döneme geçiş ile birlikte ise salkım oranlarında artışlar olmuş ve bu fizyolojik olum döneminde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bitkilerin büyümeye bağlı olarak toprak üstü kütlesi de arttığı için bu kütleyi taşıyacak daha sağlam gövde oluşturması zorunludur. Bu da hücre çeperi maddelerinden selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi yapısal karbonhidratların artışı ile sağlanmaktadır. Bu yüzden sapsız bitkinin gelişmesini takiben giderek daha kalın ve sağlam bir yapı kazanırlar. Bu da bitki gelişimi ilerledikçe toplam bitki kütlesi içerisinde yaprak oranında azalma, sap oranlarında ise artışlara sebep olmuştur (Kılınç, 2022). Çanakkale'de buğday ile ilgili yapılan çalışmada başak/salkım oluşturma döneminden süt olum dönemine doğru ilerledikçe yaprak/sap oranında düzenli düşüş görüldüğü tespit edilmiştir (Kılınç, 2022). Yapılan bir diğer çalışmada buğdayın çiçeklenmeden süt olum dönemi biçimlerine kadar yaprak/gövde oranının %0,197'den %0,146'ya düştüğü saptanmıştır (Taş, 2010). Başka bir çalışmada ise 53 adet sorgum hattı ve 4 adet farklı sorgum çeşitlerinin ortalama yaprak oranları %60-80 ve sap oranlarının ise %20-40 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Erdurmuş vd., 2021).

Kök bitkisel üretimde temel rol oynamaktadır. Bitkiye su ve besin elementi sağlamaktadır. Bunun yanında bitkinin toprağa tutunması için destek görevi görmektedir. Metabolizma olaylarında görev almaktadır. Bitkinin büyümesini ve işleyişini kontrol eden hormonal dengeye de katkıda bulunmaktadır (Willigen & Van Noordwijk, 1987; Toure vd., 2018). Bir bitkinin vejetasyon dönemindeki köklerin büyüme hızları çevre koşulları ile bitki büyüme ve gelişiminin genetik programına uygun olarak değişim göstermektedir. Toprak üstü aksamın gelişimi toprak

altı kök gelişimi ile doğru orantılıdır (Blaha, 2019). Bitkide büyümeye bağlı olarak kök gelişimi sürekli artış göstermektedir (Brown, 1984). Nitekim yapmış olduğumuz çalışmada da bitkilerde hasat zamanındaki boy artışına bağlı olarak bitki başına kök miktarlarında artışlar olmuştur. Bununla beraber çeşitlere göre ortalama kök miktarlarında da farklı miktarlarda kök üretmişlerdir. Bu durum çeşitler arasındaki genetik farklılıklarından kaynaklanmaktadır (O'Toole & Bland, 1987; Gregory, 1994; Kujira vd., 1994; Marschner, 1998; Fageria, 2009; Fageria & Moreira, 2011).

Bitkilerde büyümeye bağlı olarak içeriklerindeki enerji değerlerinde düşüşler olduğu gözlenmiştir. Bunun iki temel nedeni olduğu düşünülmektedir. Bunlardan ilki bitkilerin büyüme başlangıcında fotosentez ile üretmiş oldukları besin madde içeriklerinin fazla olmasıdır. Nitekim bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak sindirilebilirlik ve enerji değerleri düşüş göstermektedir (Romero vd., 1976). Bir diğer nedeni ise büyüme bağlı olarak yaprakların oranlarının düşmesi, sap oranlarının artmasıdır. Nitekim yaprakların besin madde kapsamı sap kısımlarına nazaran daha fazladır. Yaprakların protein, vitamin ve mineral madde içerikleri saplara göre daha yüksek iken, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ vd., 1999). Bitkilerin fotosentez kapasiteleri genç dönemlerde daha fazla, yaşlı dönemlerde ise daha düşüktür. Çünkü genç dönemlerde yaprak oranları daha yüksektir. Yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve köklere nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriğine sahiptir (Poorter vd., 1990). Bitkinin fotosentez kapasitesine yaprağın pozisyonu, bitkinin yaşı ve çevresel faktörler (sıcaklık, yağış, gün ışığı, besin) gibi birçok faktör etki etmektedir (Constable & Rawson, 1980; Bhagsari, 1988; Lieth & Pasion, 1990; Rodriguez-Montero, 1997; Aighewi & Ekanayake, 2004; Hgaza vd., 2009). Yapılan benzer çalışmalarda da biçim devrelerinin ilerlemesine bağlı olarak yaprak ve saplara ham protein oranlarında düşüşler tespit edilmiştir (Jung vd., 1964; Worker & Marble, 1968; Wedin, 1970; Worker, 1973; Okuyucu, 1980; Kallah vd., 1999; Keskin vd., 2005; Karataş & Tansı, 2011). Çeşitlerin yaprak ve sap kısımlarının enerji içeriklerinin önemli değişim göstermesi ise

genetik olarak farklı olmalarından kaynaklanmaktadır (Manga & Acar, 1988; Beadle, 1993; Khan vd., 2006; Kering vd., 2011; Özyazıcı & Açıkbay, 2019).

## SONUÇ

Araştırmada bitkilerle ilgili olarak yeşil ot verimi, yaprak, sap ve salkım oranları, kök miktarı, yaprak ve sap kısımlarına ait TSBM, ME ve SE değerleri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre; toplam yeşil ot verimleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Bitkilerin 30 cm bitki boyuna sahipken üretmiş olduğu ot miktarı 4193,4 kg/da iken, fizyolojik olum döneminde 8962,4 kg/da'ya yükselmiştir. Çeşitlere göre M81-E çeşidinin yeşil ot üretimi Topper-76'ya göre daha yüksek olmuştur. Yaprak oranları bitki büyümesine bağlı olarak düşüş gösterirken, sap oranları artmıştır. Bitkilerin üretmiş olduğu kök miktarları büyümeye bağlı olarak artmıştır. Büyüme başlangıcına göre büyüme sonunda bitkilerin üretmiş olduğu ortalama kök miktarları 7,05 g'dan 47,85 g'a yükselmiştir. Biçimde bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprak ve saplara enerji değerlerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Büyüme başlangıcı ile büyüme sonunda yaprakların TSBM oranı %2,24, ME değeri %2,24 ve SE değeri %2,19 azalmıştır. Sap kısmında ise büyüme başlangıcı ile büyüme sonunda TSBM %5,55, ME %5,53 ve SE ise %5,56 oranlarında düşüş göstermiştir.

Yapılan çalışmanın sonunda hem otlatma amaçlı hem de kaba yem kaynağı olarak yetiştirilecek bu çeşitlerde ot verimi bakımından M81-E çeşidinin enerji değeri bakımından ise Topper-76 çeşidinin daha üstün olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla benzer ekolojilerde kaba yem kaynağı olarak her iki şeker sorgum çeşidinin de fizyolojik olum döneminde hasat edilerek yetiştirilebileceği önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma "Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)" tarafından desteklenen 120-O-527 nolu projeden tarafından desteklenmiştir. Ayrıca Elif Nur SEZGİN'in yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## Etik Standartlara Uygunluk

### Yazarların Katkısı

ENS: Makalenin ilk taslağını yazmıştır. İstatistiksel analizleri gerçekleştirmiştir.

FA: Çalışmayı tasarlamıştır. Makalenin ilk taslağını yazmıştır. İstatistiksel analizleri gerçekleştirmiştir.

Yazarlar metnin son halini okumuş ve onaylamıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazar bu çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

### Veri Kullanılabilirliği Bildirimi

Yazarlar, bu çalışmanın bulgularını destekleyen verilerin makale içinde mevcut olduğunu onaylamaktadır.

## KAYNAKLAR

Açıkgöz, E. (1991). *Yem bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Basımevi.

Aighewi, B. A., & Ekanayake, I. J. (2004). In-situ chlorophyll fluorescence and related growth of white Guinea yam at different ages. *Tropical Science*, 44(4), 201-206. <https://doi.org/10.1002/ts.169>

Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2011). *Çayır ve mera yönetimi 1. Cilt (Genel ilkeler)*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları.

Anonim. (2023). *Ruminant Yemlerinde Enerji Değerlerinin Ham besin Maddelerinden Hesaplanması*. Retrieved on May 21, 2023 from [www.muratgorgulu.com.tr](http://www.muratgorgulu.com.tr)

Avcioğlu, R., Geren, H., & Kavut, Y. T. (2009). Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi. In R. Avcioğlu, R. Hatipoğlu, & Y. Karadağ (Eds.), *Yem bitkileri buğdaygiller ve diğer familyalardan yem bitkileri* (pp. 680-701). TKB TÜGEM.

Aydinoğlu, B., & Çakmakçı, S. (2018). Farklı lokasyonlarda yetiştirilen sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] bitkisinde biçim devresinin hasıl verimi ve bazı verim öğelerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 167-175. <https://doi.org/10.19159/tutad.412588>

Başbağ, M., Gül, İ., & Saruhan, V. (1999). Diyarbakır koşullarında bazı tek yıllık baklagil ve buğdaygil karışımlarında farklı karışım oranlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, Türkiye.

Bayram, G., & Turgut, İ. (2015). Biyoetanol kaynağı olarak şeker darı (*Sorghum bicolor* ssp. *saccharatum*) üretimi ve önemi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 147-156.

Baytekin, H. (1990). *Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tane ve silaj sorgum çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal karakterler ile karakterler arasındaki ilişkilerin saptanması*. [Doctoral dissertation, Çukurova University].

Baytekin, H., & Şilbir, Y. (1996). Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen sudanotu ve sorgum-sudanotu melezi çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimine etkisi. *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi*, Türkiye.

Baytekin, H., Tansı, V., & Sağlamtimur, T. (1996). *Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj sorgum çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimi ve bazı tarımsal karakterlere etkisi*. *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi*, Türkiye.

Beadle, C. L. (1993). Growth analysis. In D. O. Hall, J. M. O. Scurlock, H. R. Bolhàr-Nordenkampf, R. C. Leegood, & S. P. Long (Eds.), *Photosynthesis and production in a changing environment: A field and laboratory manual* (pp. 36-46). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-1566-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-011-1566-7_3)

Bhagsari, A. S. (1988). Photosynthesis and stomatal conductance of selected root crops as related to leaf age. *Crop Science*, 28(6), 902-906. <https://doi.org/10.2135/cropsci1988.0011183X002800060005x>



- Bláha, L. (2019). Importance of root-shoot ratio for crops production. *HSOA Journal of Agronomy and Agricultural Science*, 2(2), 012. <https://doi.org/10.24966/AAS-8292/100012>
- Brown, R. H. (1984). Growth of the green plant. In M. B. Tesar (Ed.), *Physiological basis of crop growth and development* (pp. 153-174). American Society of Agronomy. <https://doi.org/10.2135/1984.physiologicalbasis.c6>
- Chattha, M. U., Iqbal, A., Hassan, M. U., Chattha, M. B., Ishaque, W., Usman, M., & Ullah, M. A. (2017). Forage yield and quality of sweet sorghum as influenced by sowing methods and harvesting times. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 13, 301-306.
- Constable, G. A., & Rawson, H. M. (1980). Effect of leaf position, expansion and age on photosynthesis, transpiration and water use of cotton. *Australian Journal of Plant Physiology*, 7, 89-100.
- Çeçen, S., Öten, M., & Erdurmuş, C. (2005). Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum, sudan otu ve mısırın II. ürün olarak değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 337-341.
- Çelik, B., & Türk, M. (2021). The determination of forage yield and quality of some silage sorghum cultivars in ecological conditions of Uşak province. *Turkish Journal of Range and Forage Science*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.51801/turkjrf.897275>
- De Willigen, P., & Van Noordwijk, M. (1987). *Roots, plant production and nutrient use efficiency* [Doctoral thesis, Wageningen Agricultural University].
- Emeklier, H. Y. (2014). *İç Anadolu Bölgesi'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve enerji bitkileri tarımı*. Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı, Samsun, Türkiye.
- Erdurmuş, C., Erdal, S., Öten, M., Kiremitçi, S., & Uzun, B. (2021). Investigation of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) genotypes for yield and yield components. *Maydica*, 66(2), M13.
- Fageria, N. K. (2009). *The use of nutrients in crop plants*. CRC Press.
- Fageria, N. K., & Moreira, A. (2011). The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. In D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 110, pp. 251-331). Academic Press.
- Gregory, P. J. (1994). Root growth and activity. In K. J. Boote, J. M. Bennett, T. R. Sinclair, & G. M. Paulsen (Eds.), *Physiology and determination of crop yield* (pp. 65-93). ASA, CSSA, and SSSA. <https://doi.org/10.2134/1994.physiologyanddetermination.c5>
- Güçük, T., & Baytekin, H. (1999a). Bozova sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj mısır silaj sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde hasat zamanının verim ve bazı silaj özelliklerine etkisi. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, Türkiye.
- Güçük, T., & Baytekin, H. (1999b). Bozova sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj mısır silaj sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde hasat zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi. *GAP I. Tarım Kongresi*, Türkiye.
- Hgaza, V. K., Diby, L. N., Ake, S., & Frossard, E. (2009). Leaf growth and photosynthetic capacity as affected by leaf position, plant nutritional status and growth stage in *Dioscorea alata* L. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 5(2), 483-493.
- Hu, T., Sørensen, P., Wahlström, E. M., Chirinda, N., Sharif, B., Li, X., & Olesen, J. E. (2018). Root biomass in cereals, catch crops and weeds can be reliably estimated without considering aboveground biomass. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 251, 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.024>
- İptaş, S., & Avcıoğlu, R. (1997). Mısır, sorgum, sudanotu ve sorgum-sudanotu melez bitkilerinde farklı hasat devrelerinin silo yemi niteliğine etkileri. *Türkiye Birinci Silaj Kongresi*, Türkiye.
- Jung, G. A., Lilly, B., Shih, S. C., & Reid, R. L. (1964). Studies with sudangrass. I. Effect of growth stage and level of nitrogen fertilizer upon yield of dry matter; estimated digestibility of energy, dry matter and protein; amino acid composition; and prussic acid potential.

- Agronomy Journal*, 56(6), 533-537.  
<https://doi.org/10.2134/agronj1964.00021962005600060004x>
- Kallah, M. S., Muhammad, I. R., Baba, M., & Lawal, R. (1999). The effect of maturity on the composition of hay and silage made from columbus grass (*Sorghum almum*). *Tropical Grassland*, 33(1), 46–50.
- Kara, E., Sürmen, M., & Erdoğan, H. (2019). Katı biyogaz atığı uygulamalarının sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde yem verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2), 355-361.
- Karataş, Z., & Tansı, V. (2011). Çukurova koşullarında II. ürün olarak bazı sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinin biçim zamanının hasıl verim ve kalite unsurlarına etkileri üzerine bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(3), 107-117.
- Kering, M. K., Guretzky, J., Funderburg, E., & Mosali, J. (2011). Effect of nitrogen fertilizer rate and harvest season on forage yield, quality, and macronutrient concentrations in midland Bermuda grass. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42(16), 1958-1971.  
<https://doi.org/10.1080/00103624.2011.591470>
- Keskin, B., Yılmaz, İ. H., & Akdeniz, H. (2005). Sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf.) çeşitlerinde hasat zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 145-150.
- Khan, M. A., Iqbal, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Khan, M. S., Lee, W. S., & Kim, H. (2006). Urea treated corncobs ensiled with or without additives for buffaloes: Ruminant characteristics, digestibility and nitrogen metabolism. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.*, 19(5), 705–712.  
<https://doi.org/10.5713/ajas.2006.705>
- Kılınç, K. (2022). *Farklı biçim zamanlarının yulaf ve tritikalenin ot verimi ve kalitesine etkileri*. [Master's thesis, Çanakkale Onsekiz Mart University].
- Kır, H., & Dursun Şahan, B. (2019). *Kırşehir ekolojik koşullarında bazı silajlık sorgum ile sorgum-sudanotu melez çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi* [Yield and quality feature of some silage sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars in ecological conditions of Kırşehir province]. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3), 388-395.  
<https://doi.org/10.30910/turkjans.595170>
- Kızıl, S., & Tansı, V. (1997). Çukurova koşullarında ikinci ürün sezonunda yetiştirilen bazı tane ve silaj sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının verim üzerine olan etkileri. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, Türkiye.
- Kujira, Y., Grove, J. H., & Ronzelli Jr, P. (1994). Varietal differences of root systems in winter wheat seedlings. *Japanese Journal of Crop Science*, 63(3), 524-530.
- Küçüksemerci, O., & Baytekin, H. (2017). Çanakkale koşullarında yetiştirilen şeker sorgumunda ekim sıklığının verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 95-100.
- Lang, B. (2001). *Sudan/sorghum forage management*. Iowa State University Extension. Fact Sheet BL-50.
- Larcher, W. (1995). *Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups*. (3th, Ed.). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-87851-0>
- Lee, S. M. (2005). Effect of the cultivation method and cutting time on the growth characteristics, dry matter yield and voluntary intake in sorghum x sudangrass hybrid. *The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 25(1), 7-16.
- Lieth, J. H., & Pasian, C. C. (1990). A model for net photosynthesis of rose leaves as a function of photosynthetically active radiation, leaf temperature, and leaf age. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(3), 486-491.  
<https://doi.org/10.21273/jashs.115.3.486>
- Mahmood, A., & Honermeier, B. (2012). Effect of row spacing and cultivar on biomass yield and quality of *Sorghum bicolor* L. Moench. *Journal für Kulturpflanzen*, 64(7), 250–257.  
<https://doi.org/10.5073/JfK.2012.07.03>



- Manga, İ., & Acar, Z. (1988). *Yem kültürünün genel ilkeleri. Ders notları*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No: 37.
- Marschener, H. (1998). Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. *Field Crops Research*, 56(1), 203-207. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00131-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00131-7)
- Morrison, J. (2003). Hay and pasture management. In S. Barnhart & K. Johnson (Eds.), *Illinois Agronomy Handbook* (pp. 65-81). University of Illinois at Urbana-Champaign. College of Agricultural, Consumer & Environmental Sciences. Illinois Extension.
- O'Toole, J. C., & Bland, W. L. (1987). Genotypic variation in crop plant root systems. In N. C. Brady (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 41, pp. 91-145). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60803-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60803-2)
- Okuyucu, F. (1980). *Değişik biçim zamanı ve azot dozlarının farklı sorgum çeşitlerinde gelişme, büyüme hızı ve verim ile diğer bazı karakterlere etkileri üzerine araştırmalar*. [Doctoral dissertation, Ege University].
- Orak, A., & Kavdır, İ. (1994). Çiftçi koşullarında yetiştirilen silajlık sorgumda (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) farklı tohumluk miktarı ve sıra arası açıklıklarının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1-2), 139-148.
- Özmen, S. (2017). *Bingöl koşullarında farklı sorgum türlerinin ot verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi* [Master's thesis, Bingöl University].
- Özyazıcı, M. A., & Açıkbaş, S. (2019). Phosphorus, potassium, calcium and magnesium content of roughage and importance on animal nutrition. *ISPEC International Conference on Agriculture. Animal Science and Rural Development-III, Türkiye*.
- Poorter, H., Remkes, C., & Lambers, H. (1990). Carbon and nitrogen economy of 24 wild species differing in relative growth rate. *Plant physiology*, 94(2), 621-627. <https://doi.org/10.1104/pp.94.2.621>
- Rodríguez-Montero, W. (1997). *Crop physiology of the greater yam (Dioscorea alata L.)*. [Doctoral Dissertation, Hohenheim University].
- Romero, A., Siebert, B. D., & Murray, R. M. (1976). A study on the effect of frequency of urea ingestion on the utilization of low quality roughage by steers. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 16, 308-314.
- Sağlamtimur, T., Tansı, V., & Baytekin, H. (1989). *Yem bitkileri yetiştirme*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 74.
- Sâmi, Ş. (1901). *Kamus-ı türki*. İkdam Matbaası Dersaadet, İstanbul.
- Sanderson, M. A., Jones, R. M., Ward, J., & Wolfe, R. (1992). *Silage sorghum performance trial at Stephenville*. Forage Research in Texas. Report PR-5018. Texas Agriculture Experiment Station.
- SAS. (1999). *SAS V8 Online manual*. Cary, NC.
- Sowiński, J., & Szydełko, E. (2011). Growth rate and yields of a sorghum-sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate. *Polish Journal of Agronomy*, 4, 23-28.
- Sürmen, M., & Kara, E. (2022). Forage yield and quality performances of sorghum genotypes in Mediterranean ecological conditions. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 331-339. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.1193628>
- Tansı, V., Ülger, A. C., Sağlamtimur, T., Baytekin, H., Okant, M., & Kılınç, M. (1991). *Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 1. ve 2. ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum tür ve çeşitlerinin saptanması üzerinde araştırmalar*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 39, GAP Yayın No: 66.
- Taş, N. (2010). Sulu şartlarda yazlık ve güzlük ekilen fiğ+buğday karışımlarında en uygun karışım oranı ve biçim zamanının belirlenmesi I. Ot verimi ve verim unsurları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 45-58.
- Tosunoğlu, S. (2014). *Yozgat şartlarında ana ve ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum, sudan otu ve sorgum sudan otu melez çeşitlerinin belirlenmesi*. [Master's thesis, Bozok University].

- Toure, C. F. B., Diallo, A. G., Toure, A. O., & Toure, A. (2018). Study of the root system of local and improved sorghum cultivars grown in Mali. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 7(3), 1-10. <https://doi.org/10.9734/AJAAR/2018/42846>
- Uher, D., Štafa, Z., Maćešić, D., Kaučić, D., & Vukašinić, Z. (2005). The effect of cutting regime on yield of sorghum in different climatic (vegetation) seasons. *Mljekarstvo*, 55(1), 15-30.
- Undersander, D. (2003). Sorghums, sudangrasses, and sorghum-sudangrass hybrids. In *Focus on Forage* (Vol. 5, No. 5, pp. 2). University of Wisconsin Board of Regents.
- Wedin, W. F. (1970). Digestible dry matter, crude protein, and dry matter yields of grazing-type sorghum cultivars as affected by harvest frequency. *Agronomy Journal*, 62(3), 359-363. <https://doi.org/10.2134/agronj1970.00021962006200030015x>
- Worker Jr., G. F. (1973). Sudangrass and sudangrass hybrids responses to row spacing and plant maturity on yield and chemical composition. *Agronomy Journal*, 65(6), 975-977. <https://doi.org/10.2134/agronj1973.00021962006500060039x>
- Worker Jr., G. F., & Marble, V. L. (1968). Comparison of growth stages of sorghum forage types as to yield and chemical composition. *Agronomy Journal*, 60(6), 669-672. <https://doi.org/10.2134/agronj1968.00021962006000060026x>
- Yücel, C., İlker, İ., Gündel, F., Yücel, D., Aktaş, A., Karaağaç, H. A., Hatipoğlu, R., & Dweikat, İ. (2017). Biyoetanol üretiminde kullanılmış tatlı sorgum saplarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel Sayı), 144-148. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.354004>
- Ziggers, D. (2006). Sorghum-the multipurpose grass. *Feed Technology*, 5, 20-23.