



## Sorgum × Sudanotu Melezi Çeşitlerinde Farklı Anız Yüksekliklerinden Biçimin Ot Verimi ve Kalitesine Etkileri

Nuri Erecek<sup>1</sup> • Ahmet Gökkuş<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, nurierecek@gmail.com, agokkus@yahoo.com, alaturkf@comu.edu.tr

✉ Corresponding Author: nurierecek@gmail.com

**Please cite this paper as follows:**

Erecek, N., Gökkuş, A., & Alatürk, F. (2023). Sorgum × Sudanotu Melezi Çeşitlerinde Farklı Anız Yüksekliklerinden Biçimin Ot Verimi ve Kalitesine Etkileri. *Acta Natura et Scientia*, 4(2), 172-185. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2023.354.6>

### MAKALE BİLGİSİ

*Makale Geçmişi*

Geliş: 22. 07.2023

Düzeltilme: 16.11.2023

Kabul: 20.11.2023

Çevrimiçi Yayınlanma: 13.12.2023

*Anahtar Kelimeler:*

Sorgum × sudanotu melezi

Ot verimi

Besleme değeri

Sindirilebilirlik

### Ö Z E T

Bu çalışma değişik anız yüksekliklerinde (5, 10 ve 15 cm) biçilen üç sorgum sudanotu melezi çeşidinin (Greengo, Hay Buster BMR ve Cattleman's Choice) ot verimleri ve kalitelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma 2019 ve 2020 yıllarında Çanakkale'nin Kalafat köyünde yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, çeşit ve anız yükseklikleri olmak üzere iki faktör ele alınmıştır. Çalışmada kuru ot ham protein verimleri yanında ham protein, nötral deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve sindirilebilir kuru madde oranları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre; kalan anız yüksekliğinin artışına bağlı olarak sorgum çeşitlerinin kuru ot verimleri azalmıştır. Ham protein oranı sadece çeşitlere, ham protein verimi ise sadece anız yüksekliklerine göre önemli farklılık göstermiştir. Otun NDF ve ADF oranları ile sindirilebilir kuru madde oranı yalnızca yıllara göre önemli değişiklik göstermiştir. Sonuç olarak, Çanakkale şartlarına benzer ekolojilerde yaz döneminde kaba yem üretimi amacıyla yapılacak olan sorgum sudanotu melezi yetiştiriciliğinde Cattleman's Choice çeşidinin tercih edilmesi ve hasadın 5 cm anız kalacak şekilde yapılması önerilmektedir.

# The Effects of Harvesting Heights at Different Stubble Heights on Forage Yield and Quality in Sorghum Sudangrass Hybrid Cultivars

## ARTICLE INFO

### Article History

#### Article History

Received: 22.07.2023

Revised: 16.11.2023

Accepted: 20.11.2023

Available online: 13.12.2023

### Keywords:

Sorghum × sudangrass hybrid cultivar

Forage yield

Nutrient value

Digestibility

## A B S T R A C T

This study was carried out to determine the forage yield and quality of three sorghum sudangrass hybrid cultivars (Greengo, Hay Buster BMR and Cattleman's Choice) harvested at different stubble heights (5, 10, and 15 cm). The research was conducted in Kalafat village of Çanakkale Province during 2019 and 2020. The experiment was established using a randomized complete block design with 3 replications. Cultivar and stubble heights were considered as two different factors. Crude protein, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and digestible dry matter ratios along with the yields of hay and crude protein determined in this study. The hay yield of sorghum cultivars decreased depending on the increase in remaining stubble heights. The crude protein ratio showed a difference only in terms of cultivars, but crude protein yield differed significantly only according to stubble heights. NDF and ADF ratios along with the digestible dry matter ratios changed significantly only between the years. According to the overall results of this study, the Cattleman's Choice cultivar and the cutting height of 5 cm could be recommended in sorghum × sudangrass hybrid cultivation for roughage production in summer under ecological conditions similar to Çanakkale province.

## GİRİŞ

Buğdaygiller familyasından tropikal bir bitki olan sorgum, genellikle yaz mevsiminde kuru ya da sulu şartlarda kaba yem üretimi için yetiştirilir. Uzun boylu olması ve kardeşlenmesinden dolayı ot verimi yüksektir ve otu lezzetlidir. Tane sorgumun sudanotu ile yapılan melezlemesi sonucu sorgum × sudanotu melezi (SSM) elde edilmiştir (Açıkgöz, 2001). Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) dünyada gıda ve endüstride kullanılan önemli bitkilerin başında gelmektedir (Rooney & Waniska, 2000). Gıda ve yem kaynağı olarak kullanımı yanında, yapı malzemesi, lif ve çit kaynağı olarak da kullanım alanları mevcuttur (House, 1985; Doggett, 1988). Üretilen sorgumun %35'i insan beslenmesinde, kalanı da hayvan beslemesi, alkol üretimi ve sanayide kullanılmaktadır (FAO, 1995; Awika & Rooney, 2004). Afrika, Asya ve Latin Amerika'nın yarı kurak tropik bölgelerinde yaşayan 750 milyona yakın insanın beslenmesinde yer alan ana tahıldır (CCCF, 2011). Dünyada 700'den fazla sorgum varyetesi tanımlanmıştır (Kangama & Rumei, 2005). Özellikle 400-600 mm yağış alan sıcak, yarı kurak alanlarda diğer tahıllara göre uyum yeteneği

üst seviyededir. Kurak dönemlerde terleme ile su kaybını azaltmak için yapraklarını kıvrımda, kuraklığın devamı halinde uyku durumuna geçmektedir. Buharlaştırma ile su kaybını en aza indirmek için yaprak yüzeyleri kalın mumsu kütiküle tabakası ile kaplıdır (Ramatoulaye vd., 2016).

Sorghum 2300 metreye kadar olan yüksekliklerde yetişebilmektedir. Yüksek tane verimi için ortalama hava sıcaklığının en az 25°C olması gerekmektedir (Ramatoulaye vd., 2016). Bitkinin toprak üstü kütlesi oldukça fazla olup, 6 metreye kadar boylanabilmektedir (Dicko vd., 2005). Kökleri derinlere inebilmekte ve fazla toprak altı kütlesi oluşturmaktadır. Yaprakları uzun ve geniştir. Tahıllar içerisinde fenolik bileşikler en zengin olan bitkidir ve bu oran %6'ya kadar ulaşabilmektedir (Beta vd., 2000; Awika & Rooney, 2004; Dicko vd., 2005). Çok çeşitli çevre şartlarına adaptasyonu üst seviyededir. Düzensiz yağış dağılımı ve yüksek hava sıcaklıklarındaki yüksek veriminden dolayı olağanüstü bitki olarak adlandırılmaktadır (Griebel vd., 2019). Yarı kurak alanlarda tuz toleransı, ozmos basıncını ayarlayarak su stresine dayanımı, hayvan

besleme için yüksek enerji içeriğine sahip kütle üretimi gibi karakteristik özellikleri vardır (Buso vd., 2011; Vanamala vd., 2018). Hayvancılık işletmelerinde yüksek besin değeri ve verime sahip yem üretmesinden dolayı yem maliyetlerini en aza indirecek alternatif bir yem bitkisi olma konumundadır (Griebel vd., 2019). Sorgum gelişmiş ülkelerde hayvansal üretimde yem kaynağı olarak kullanılırken, gelişmekte olan ülkelerde insan beslemesinde de kullanılmaktadır (Ribas, 2008). Et hayvancılığında, geviş getiren hayvanların rasyonunda önemli bir yer almaktadır (Jardim vd., 2020).

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. Ancak mevcut durumda bile tarla alanlarının %41,7’si kaba ve kesif yem üretimine tahsis edilmiş durumdadır (Gökkuş & Coşkun, 2023). 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 yem daha ucuz elde edilmesi zorunluluğu vardır. 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, otlatma amacıyla da kullanılmaktadır (Undersander, 2003; Avcıoğlu vd., 2009).

Biçim zamanı otun kalitesi yanında yeniden gelişme ve sonuçta verim gücünü doğrudan etkiler. Kısa aralıklarla yapılan otlatma 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 (Holt & Alston, 1968; Willms, 1991; Ansa & Garjila, 2019). 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 etmişlerdir. 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).

Bu çalışmada da bölgede üreticiler tarafından en çok tercih edilen üç farklı SSM çeşidinin (Greengo, Hay Buster BMR ve Cattleman’s Choice), üç farklı anız yüksekliklerinde hasat edilmesiyle ot verimi ve ot kalitelerindeki değişimleri belirlemek amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma 2019 ve 2020 yıllarında Çanakkale’nin güneybatısında yer alan ve merkeze 31 km uzaklıktaki Kalafat Köyünde çiftçi tarlasında yürütülmüştür. Deneme alanı hafif eğimli olup, sulu tarım için uygundur. Araştırmada bitki materyali olarak bölgede en çok yetiştirilen Greengo, Hay Buster BMR ve Cattleman’s Choice SSM çeşitleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitler yurtdışından ithal edilmiş olup, Çanakkale’nin Biga ilçesindeki özel sektörden temin edilmiştir.

Deneme alanından alınan toprak örneklerinin analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde (ÇOBİLTUM) yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, topraklar killi-tınlı bünyeye sahip olup, nötr karakterdedir. Orta kireçli, organik maddesi az, fosfor ve potasyum içerikleri yetersizdir (Tablo 1).

İklim özelliklerinde meteorolojik ölçümlerin yapıldığı Çanakkale merkezi esas alınmıştır. Çanakkale ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15,1°C olarak verilmiştir. Deneme yıllarının ortalama sıcaklıkları ise 2020 yılında 17,5°C ve 2021 yılında 17,0°C olmak üzere uzun yıllar ortalamasının üzerinde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü 6 aylık dönemdeki (mayıs başı-ekim sonu) uzun yıllara ait toplam yağış miktarları 150,2 mm’dir. Araştırmanın ilk yılında bu dönemlerde düşen yağış miktarı 127,2 mm iken, ikinci yılda 157,5 mm yağış düşmüştür (Tablo 2).

**Table 1.** Characteristics of the soils of experiment area**Tablo 1.** Deneme alanına ait toprakların özellikleri

Örnek	İşba (%)	pH	EC (mS/cm)	Kireç (%)	Organik madde (%)	P (kg/da)	K (kg/da)
1	70	7,52	0,86	8,69	1,92	2,90	80,0
	Killi-tınlı	Hafif alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
2	65	7,35	0,87	7,77	1,91	2,50	76,0
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az

**Table 2.** Data of rainfall and temperature for the experiment years and long years of Çanakkale**Tablo 2.** Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait yağış ve sıcaklık verileri

Aylar	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)		
	UY*	2019	2020	UY	2019	2020
Ocak	93,2	93,2	57,2	6,2	7,7	7,3
Şubat	72,2	68,4	48,0	6,7	7,2	9,7
Mart	66,9	64,5	24,3	8,3	10,8	11,7
Nisan	45,3	86,6	55,7	12,5	13,4	12,3
Mayıs	30,4	4,5	54,6	17,5	19,6	18,2
Haziran	24,2	56,8	38,8	22,2	25,8	22,6
Temmuz	11,6	19,6	0,1	25,0	26,7	27,0
Ağustos	6,6	10,5	3,2	25,0	27,5	27,1
Eylül	23,1	1,0	9,5	21,0	23,4	24,7
Ekim	54,3	34,8	51,3	16,1	19,4	19,3
Kasım	86,6	18,8	0,7	12,0	17,5	12,7
Aralık	107,7	47,2	113,8	8,3	11,2	11,5
<b>Toplam</b>	621,8	505,9	457,2	-	-	-
<b>Ortalama</b>	-	-	-	15,1	17,5	17,0

Not: UY: Uzun yıllar.

**Table 3.** Dry hay yields of SSM cultivars in terms of remaining stubble height (kg/da)**Tablo 3.** SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre kuru ot verimleri (kg/da)

Çeşit	Anız Yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
<b>2019</b>				
Greengo	2278,1	1747,7	1592,1	1872,7 B
Hay Buster BMR	2452,4	1877,9	1669,3	1999,9 B
Cattleman's Choice	2690,7	2335,7	2134,8	2387,1 A
<b>Ortalama</b>	2473,7 A	1987,1 B	1798,7 B	2086,5 A*
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0046, AY: 0,0005, Ç×AY: 0,9547			
<b>2020</b>				
Greengo	2091,9	1656,1	1518,9	1755,6
Hay Buster BMR	1979,3	1788,0	1343,2	1703,5
Cattleman's Choice	1726,3	1618,3	1518,9	1621,3
<b>Ortalama</b>	1932,5 A	1687,6 AB	1460,3 B	1693,5 B*
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,6881, AY: 0,0256, Ç×AY: 0,7024			
<b>Yıllar Ortalaması</b>				
Greengo	2185,0	1701,9	1555,5	1814,1
Hay Buster BMR	2215,9	1832,9	1506,3	1851,7
Cattleman's Choice	2208,5	1977,2	1826,8	2004,2
<b>Ortalama</b>	2203,1 A	1837,4 B	1629,5 B	1890,0
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,2590, AY: 0,0001, Ç×AY: 0,7878, Y: 0,0003			

Not: Ç: Çeşit, AY: Anız yüksekliği, Y: Yıl. \*: Yılların ortalamasını ifade etmektedir.

**Table 4.** Crude protein ratios of SSM cultivars in terms of remaining stubble height (%)**Tablo 4.** SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ham protein oranları (%)

Çeşit	Anız Yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
<b>2019</b>				
Greengo	13,73	12,69	12,02	12,81A
Hay Buster BMR	10,79	11,57	10,38	10,91 B
Cattleman's Choice	11,24	9,72	8,07	9,68 B
<b>Ortalama</b>	11,92	11,33	10,16	11,13
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0036, AY: 0,1033, Ç×AY: 0,6325			
<b>2020</b>				
Greengo	12,25	11,92	11,54	11,90
Hay Buster BMR	11,51	12,37	11,64	11,84
Cattleman's Choice	12,51	11,16	10,78	11,49
<b>Ortalama</b>	12,09	11,82	11,32	11,74
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,8214, AY: 0,5617, Ç×AY: 0,7586			
<b>Yıllar Ortalaması</b>				
Greengo	12,99	12,31	11,78	12,36 A
Hay Buster BMR	11,15	11,97	11,01	11,38 AB
Cattleman's Choice	11,88	10,44	9,43	10,58 B
<b>Ortalama</b>	12,00	11,57	10,74	11,44
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0140, AY: 0,0967, Ç×AY: 0,4703, Y: 0,2047			

Not: Ç: Çeşit, AY: Anız yüksekliği, Y: Yıl. \*: Yılların ortalamasını ifade etmektedir.

**Table 5.** Crude protein yields of SSM cultivars in terms of remaining stubble height (kg/da)**Tablo 5.** SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ham protein verimleri (kg/da)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
<b>2019</b>				
Greengo	316,5	227,4	198,9	247,6
Hay Buster BMR	263,4	214,3	179,8	219,2
Cattleman's Choice	303,6	227,0	173,5	234,7
<b>Ortalama</b>	294,5 A	222,9 B	184,1 B	233,8 A*
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,5343, AY: 0,0015, Ç×AY: 0,9293			
<b>2020</b>				
Greengo	256,3	196,0	172,3	208,2
Hay Buster BMR	230,1	219,7	160,1	203,3
Cattleman's Choice	217,2	176,5	162,6	185,4
<b>Ortalama</b>	234,5 A	197,4 AB	165,0 B	199,0 B*
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,4528, AY: 0,0065, Ç×AY: 0,7624			
<b>Yıllar Ortalaması</b>				
Greengo	286,4	211,7	185,6	227,9
Hay Buster BMR	246,7	217,0	170,0	211,2
Cattleman's Choice	260,4	201,8	168,1	210,1
<b>Ortalama</b>	264,5 A	210,1 B	174,5 B	216,4
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,5517, AY: 0,0001, Ç×AY: 0,8993, Y: 0,0235			

Not: Ç: Çeşit, AY: Anız yüksekliği, Y: Yıl. \*: Yılların ortalamasını ifade etmektedir.



Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, çeşit ve anız yükseklikleri (5, 10 ve 15 cm) olmak üzere iki faktör ele alınmıştır. Buna göre deneme toplam 27 parselden (3 çeşit × 3 anız yüksekliği × 3 tekerrür) meydana gelmiştir. Parseller 4 sıradan oluşmuş, sıra arası 35 cm ve süre üzeri de 5 cm olacak şekilde tanzim edilmiştir. Buna göre parsel alanı 25,2 m<sup>2</sup> (6 m × 4,2 m) ve toplam parsel alanı ise 226,8 m<sup>2</sup> (3 çeşit × 3 tekerrür × 25,2 m<sup>2</sup>) olarak kurulmuştur. Fakat gerekli mekanizasyon işlemlerinin yapılabilmesi için deneme alanı 300 m<sup>2</sup> olarak düzenlenmiştir. Deneme alanı ilk önce pullukla derin sürülmüş, daha sonra tohum yatağının hazırlanması için sırasıyla kültivatör ve tırmık ile işlenmiştir. Tohumlar toprak sıcaklığı yaklaşık 15°C'ye ulaştığında araştırmanın birinci yılında 6 Mayıs, ikinci yılında ise 13 Mayıs tarihinde elle ekilmiştir. Araştırmada bitkiler 70 cm boya ulaştığında üç farklı anız yüksekliğinden biçilmiştir. Her iki yılda da toplamda ikişer biçim yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesinde çapa kullanılmıştır. Bitkiler damla sulama yöntemi ile yaklaşık haftada bir kez olacak şekilde sulanmıştır.

Ot verimini belirlemek için parsellerin kenar tesirleri (kenarlardan birer sıra, başlardan 50'şer cm) çıkarıldıktan sonra kalan kısım (2,25 m<sup>2</sup>) biçilmiş ve hemen tartılmıştır. Biçilen yaş ot örneklerinden 1 kg örnek alınmış ve önce havada, daha sonra 65°C'ye ayarlı fırında 48 saat kurutulup tartılmıştır. Tartım sonuçlarından kuru ot verimleri hesaplanmıştır (Altın & Gökkuş, 1988). Ham protein oranı AOAC (1990)'ye göre Kjeldahl yöntemi ile bulunmuştur. Ham protein verimi kuru ot verimi ile ham protein oranı çarpılarak hesaplanmıştır. Nötral deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lif (ADF) oranları Van Soest vd. (1991) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiş, sindirilebilir kuru madde oranı da Oddy vd. (1983)'ne göre hesaplanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler tesadüf blokları deneme deseninde varyans analizi tekniğine göre JMP 13 (SW) paket programı ile değerlendirilmiş ve ortalamalar AÖF Çoklu Karşılaştırma Testiyle karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR

### Kuru Ot Verimi

Araştırmanın ilk yılına ait kuru ot verimleri çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim gösterirken, çeşit×biçim yüksekliği etkileşimi önemsiz olmuştur. İkinci yıl ve iki yıllık ortalama da ise sadece biçim yüksekliklerine göre önemli farklılık bulunmuştur. Yıllara göre kuru ot verimindeki farklılık da önemli olmuştur. Denemenin ilk yılında ortalama en yüksek kuru ot verimi 2387,1 kg/da ile Cattleman's Choice çeşidinde belirlenmiştir. Diğer çeşitler arasındaki verim farklılığı önemsiz düzeyde kalmıştır. İkinci yılda çeşitlerin kuru ot verimleri birbirlerine yakın olmuş (1621,3-1755,6 kg/da), aynı durum yıllar ortalamasında da 1814,1-2004,2 kg/da olmak üzere ortaya çıkmıştır (Tablo 3).

Deneme yılları ve yılların ortalamasında bırakılan anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak kuru ot verimleri azalmıştır. İlk yılda en yüksek kuru ot verimi 2473,7 kg/da ile 5 cm yükseklikten biçilen parsellerde tespit edilirken, en düşük verim 1798,7 kg/da ile 15 cm yükseklikten biçilen parsellerde belirlenmiştir. Aynı değişim ikinci yıl ve iki yıllık ortalama da kaydedilmiştir (Tablo 3).

### Ham Protein Oranı

SSM çeşitlerine ait otun ham protein içerikleri araştırmanın ilk yılı ve yıllar ortalamasında çeşitlere göre önemli değişim gösterirken, anız yükseklikleri ve çeşit×anız yüksekliği etkileşimleri gerek deneme yılları gerekse yıllar ortalamasında önemli olmamıştır. Yıllar arasındaki farklılık da önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4).

Araştırmanın ilk yılında ortalama en yüksek ham protein oranına (%12,81) sahip ot Greengo çeşidinden hasat edilmiştir. Diğer iki çeşidin otları daha az ham protein içermişlerdir (Hay Buster BMR çeşidi %10,91 ve Cattleman's Choice %9,68). İkinci yılda SSM çeşitlerinin otunun ham protein oranları %11,49-11,90 arasında değişmiştir. İlk yılın verilerinden kaynaklı olarak, iki yılın ortalamasında çeşitlerin ham protein oranları arasında önemli farklılık görülmüştür. Bu farklılık Greengo (%12,36) ve Cattleman's Choice

(%10,58) çeşitlerinin protein oranlarından ileri gelmiştir. Çeşitlerin ortalaması olarak, biçimlerde bırakılan anız yüksekliklerine göre otun ham protein oranları 2019 yılında %10,16-11,92, 2020'de %11,32-12,09 ve yıllar ortalamasında %10,74-12,00 arasında yer almıştır (Tablo 4).

### Ham Protein Verimi

Araştırma yılları ve ortalamasında ham protein verimleri sadece anız yüksekliklerine göre önemli değişim gösterirken, çeşitler arasındaki farklılıklar ve çeşit×anız yüksekliği etkileşimleri önemsiz bulunmuştur. Yıllara göre çeşitlerin ham protein verimleri arasında önemli farklılık ortaya çıkmıştır. Çeşitlerin ortalama ham protein verimleri ilk yılda 219,2-247,6 kg/da, ikinci yılda 185,4-208,2 kg/da, iki yılın ortalamasında ise 210,1-227,9 kg/da arasında değişmiştir. Aralarındaki farklılık önemli olmamakla birlikte, her iki yılda da Greengo çeşidi diğerlerinden biraz daha yüksek ham protein verimine sahip olmuştur. Biçimdeki anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ham protein verimlerinde düzenli bir azalma görülmüştür. En dipten (5 cm) biçilen parsellerin ham protein verimleri ilk yıl 294,5 kg/da, ikinci yıl 234,5 kg/da ve yıllar ortalamasında ise 264,5 kg/da olmak üzere diğer anız yüksekliklerinden biçilen parsellerin ham protein verimlerinden yüksek bulunmuştur (Tablo 5).

### NDF ve ADF Oranları

Deneme yılları ve ortalamasında hasat edilen SSM otunun NDF oranlarının çeşitlere ve anız yüksekliklerine göre değişimi önemsiz olduğu gibi, bunların ikili etkileşimleri de önemsiz bulunmuştur. Çeşitlerin yıllara göre NDF içerikleri önemli değişim göstermiştir (Tablo 6).

Denemenin ilk yılında ortalama NDF oranları çeşitlere göre %58,85-64,44, anız yüksekliklerine göre ise %60,61-64,21 arasında değişmiştir. İkinci yılda anız yüksekliklerine göre ortalama NDF içerikleri %57,62-59,98 ve çeşitlere göre de %58,73-59,28 arasında değişim göstermiştir. İki yıllık ortalamada NDF oranları çeşitlere göre %58,85-61,86 ve anız yüksekliklerine göre %59,75-61,64 arasında yer almıştır (Tablo 6).

Yıllar ve ortalamasında SSM otunun ADF içerikleri çeşitlere, bırakılan anız yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre istatistiki olarak önemli farklılık göstermemiş, ancak yıllar arasındaki farklılık önemli olmuştur. Çeşitlere göre otun ADF içerikleri 2019 yılında ortalama %32,50-36,40, 2020 yılında %40,72-41,33 ve iki yılın ortalamasında %36,61-38,87 olarak tespit edilmiştir. Bırakılan anız yüksekliklerine göre ise 2019 ve 2020 yılları ile yıllar ortalamasında ADF oranları sırasıyla %33,90-35,76, %40,06-41,65 ve %36,97-38,38 arasında değişim göstermiştir (Tablo 7).

### Sindirilebilir Kuru Madde Oranı

Araştırmanın ilk yılında biçilen otun sindirilebilir kuru madde oranları sadece çeşitlere göre önemli değişim göstermiştir. İkinci yıl ve iki yıllık ortalamada ise sindirilebilir kuru madde oranları hem çeşitlere ve anız yüksekliklerine hem de bunlar arasındaki etkileşimlere göre önemsiz bulunmuştur. Yıllara göre sindirilebilir kuru madde oranları arasındaki farklılık ise önemli olmuştur (Tablo 8).

### TARTIŞMA

SSM çeşitlerinin kuru ot verimleri arasındaki farklılık sadece 2019 yılında önemli bulunmuş ve Cattleman's Choice çeşidi verim bakımından öne çıkmıştır. Bu durum bu çeşidin çevre ve yetiştirme şartlarına diğerlerinden daha iyi uyum sağladığını göstermektedir. SSM çeşitleri ile yürütülen birçok araştırmada ot verimleri arasında önemli farklılıklar kaydedilmiş (Balabanlı & Türk, 2005; Keskin vd., 2005; Nazlı vd., 2013; Budak & Kır, 2019) ve bu hususta çeşitlerin genetik yapıları önemli yer tutmuştur. Biçimde bırakılan anız yüksekliğinin artışı ile ot verimleri azalmıştır. En yüksek ot verimi 5 cm anız kalacak şekilde biçilen parsellerden elde edilmiştir. Anızı 15 cm olan bitkilere göre 5 cm anız bırakılan parsellerde fazladan 10 cm'lik sürgün (gövde + yaprak) kısmı da hasat edilmektedir. Bitki örtülerinde yüksekliğin artması ile toplam kütlede de artış olmaktadır (Proulx, 2021). Bu sebeple dipten biçimlerde biçilen toplam kütle de artmaktadır (Holt & Alston, 1968). Anız yüksekliğinin ot verimi üzerine etkileri konusunda benzer bulgular arpa ile yürütülen bir araştırmada da ortaya konmuştur. Arpada en yüksek ot verimleri en kısa (5 cm) anız bırakılan

uygulamada elde edilmiştir (Gökkuş vd., 2017). Sorgum sudan otu ve şeker sorgum çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerine göre ot verimlerindeki değişimlerin incelendiği başka bir çalışmada da yine biçim yükseklikleri arttıkça ot verimlerinin düştüğü bulgusuna ulaşılmıştır (Alatürk vd., 2022). Bitkilerin büyüme dönemi, gelişme sürecinin uzunluğu (Koca & Ereku, 2016) ve verimi (Ali, 2013) doğrudan iklim şartları tarafından etkilenir. Bu sebeple tarla denemelerinin en az iki yıllık olarak planlanması önerilmektedir. Bu deneme de iki yıl yürütülmüş ve ot verimleri bakımından yıllar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Dolayısıyla bu durumun özellikle bitkilerin büyüdüğü süreçte hava olaylarındaki değişimin yıllar arasında çok farklı olmamasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Bu çalışmada SSM çeşitlerinin deneme ortalaması olarak hesaplanan ham protein oranına ait %11,44 değeri, Özasan Parlak & Sevimay (2007) tarafından belirlenen 11,17'ye yakın, İptaş (1993), Aydın & Albayrak (1995), Büyükburç (1997), Yılmaz &

Sağlamtimur (1997), Çiğdem & Uzun (2006) ve Salman & Budak (2015) tarafından sırasıyla %6,2, 8,35, 8,5-10,2, 8,2, 6,07-1,10 ve 7,90-9,57 olarak ölçülen ham protein oranlarından daha yüksek ve Karataş (2011) tarafından %13,95-15,07 olarak tespit edilen orandan daha düşük bulunmuştur. Bu farklılıklar çeşit ve çevre farklılıklarından ileri gelmiştir. Çeşitlerin fizyolojik işlevleri (ham protein üretimleri) ve bunlar üzerindeki çevresel etkileri farklı olduğundan (Kang, 2002), ham protein oranında çeşitlere göre ortaya çıkan değişimin genetik farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum SSM çeşitlerinin ele alındığı birçok çalışmada (Nazlı vd., 2013; Salman & Budak, 2015) benzer şekilde ortaya konmuştur. Ham protein oranlarının anız yüksekliklerine göre önemli bir değişim göstermemesi, sapın dip kısmında protein oranının üst kısımlarına yakın olduğunu göstermektedir. Ot verimlerinde olduğu gibi, yıllara göre SSM çeşitlerinin ham protein oranlarında da önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Yılların iklim özelliklerinin yakın seyretmesi bu durumda etkili olmuştur.

**Table 6.** NDF contents of hay of SSM cultivars in terms of remaining stubble height (%)

**Tablo 6.** SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre otun NDF içerikleri (%)

Çeşit	Anız Yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
<b>2019</b>				
Greengo	58,70	62,71	55,15	58,85
Hay Buster BMR	66,08	62,13	65,12	64,44
Cattleman's Choice	63,34	67,80	61,53	64,23
<b>Ortalama</b>	62,71	64,21	60,61	62,51 <b>A*</b>
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0788, AY: 0,3983, Ç×AY: 0,4637			
<b>2020</b>				
Greengo	59,68	57,43	59,42	58,84
Hay Buster BMR	60,13	58,07	59,64	59,28
Cattleman's Choice	60,12	57,38	58,69	58,73
<b>Ortalama</b>	59,98	57,62	59,25	58,95 <b>B*</b>
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,6155, AY: 0,4114, Ç×AY: 0,9373			
<b>Yıllar Ortalaması</b>				
Greengo	58,70	62,62	61,20	58,85
Hay Buster BMR	60,74	60,90	63,27	61,86
Cattleman's Choice	57,10	62,07	60,06	61,51
<b>Ortalama</b>	60,84	61,64	59,75	
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0796, AY: 0,4179, Ç×AY: 0,6182, Y: 0,0040			

**Not:** Ç: Çeşit, AY: Anız yüksekliği, Y: Yıl. \*: Yılların ortalamasını ifade etmektedir.



**Table 7.** ADF contents of hay of SSM cultivars in terms of remaining stubble height (%)**Tablo 7.** SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre otun ADF içerikleri (%)

Çeşit	Anız Yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
<b>2019</b>				
Greengo	33,43	34,00	30,06	32,50
Hay Buster BMR	36,98	34,23	38,00	36,40
Cattleman's Choice	36,87	36,45	33,63	35,65
<b>Ortalama</b>	35,76	34,89	33,90	34,85 <b>B*</b>
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,1539, AY: 0,6604, Ç×AY: 0,5893			
<b>2020</b>				
Greengo	41,20	39,83	41,13	40,72
Hay Buster BMR	41,82	40,46	41,71	41,33
Cattleman's Choice	41,93	39,88	40,52	40,78
<b>Ortalama</b>	41,65	40,06	41,12	40,94 <b>A*</b>
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,3100, AY: 0,4712, Ç×AY: 0,7328			
<b>Yıllar Ortalaması</b>				
Greengo	36,98	37,80	35,05	36,61
Hay Buster BMR	39,09	38,30	39,21	38,87
Cattleman's Choice	39,04	39,04	36,63	38,24
<b>Ortalama</b>	38,37	38,38	36,97	37,91
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0917, AY: 0,7526, Ç×AY: 0,6135, Y: 0,0001			

**Not:** Ç: Çeşit, AY: Anız yüksekliği, Y: Yıl. \*: Yılların ortalamasını ifade etmektedir.

**Table 8.** Digestible dry matter ratios of SSM cultivars in terms of remaining stubble height (%)**Tablo 8.** SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre sindirilebilir kuru madde oranları (%)

Çeşit	Anız Yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
<b>2019</b>				
Greengo	58,64	56,82	63,10	59,52 <b>A</b>
Hay Buster BMR	51,99	52,53	51,31	51,95 <b>B</b>
Cattleman's Choice	52,62	54,11	57,72	54,82 <b>C</b>
<b>Ortalama</b>	54,42	54,49	57,38	55,43 <b>A*</b>
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0155, AY: 0,3670, Ç×AY: 0,6889			
<b>2020</b>				
Greengo	40,77	45,69	45,17	43,87
Hay Buster BMR	40,84	46,48	45,12	44,15
Cattleman's Choice	38,33	45,80	46,06	43,40
<b>Ortalama</b>	39,98	46,00	45,45	43,71 <b>B*</b>
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,8625, AY: 0,1885, Ç×AY: 0,8354			
<b>Yıllar Ortalaması</b>				
Greengo	51,05	49,87	54,17	51,70
Hay Buster BMR	47,68	47,81	48,65	48,05
Cattleman's Choice	47,14	48,57	51,17	48,96
<b>Ortalama</b>	48,63	48,75	51,33	
<b>Önemlilik</b>	Ç: 0,0660, AY: 0,5286, Ç×AY: 0,8630, Y: 0,0001			

**Not:** Ç: Çeşit, AY: Anız yüksekliği, Y: Yıl. \*: Yılların ortalamasını ifade etmektedir.

Ham protein verimi kuru ot verimi ile otun ham protein oranının çarpımı ile hesaplanmaktadır. Dolayısıyla ham protein verimini kuru ot verimi ve ham protein oranındaki değişimler etkilemektedir. Denemede bırakılan anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ham protein verimleri azalmıştır. Bunun nedeni SSM çeşitlerinin kuru ot verimlerinin anız yüksekliklerinin artışlarına bağlı olarak ot verimlerindeki düşüş olmuştur. Zira ham protein oranları anız yüksekliklerine göre önemli değişim göstermemiştir (Tablo 4). Bu çalışmada ortalama ham protein verimleri 170-260 kg/da aralığında değerlere sahip olmuştur. Farklı sorgum çeşitleri ile yapılan çalışmalarda ortalama ham protein verimleri 96 kg/da (Aydın & Albayrak, 1995), 57 kg/da (Yılmaz & Sağlamtimur, 1997), 89-126 kg/da (Hoşaflioğlu, 1998) ve 136,6 kg/da (Yılmaz & Hoşaflioğlu, 2000) olarak verilmiştir.

SSM çeşitlerinin farklı anız yüksekliklerine göre hücre çeperi bileşenleri (NDF ve ADF) araştırma yıllarında önemli değişim göstermemiştir. Bu durum çeşitlerin gelişmelerinin eş zamanlı ve hücre çeperi yapılarının da birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Yapılan benzer çalışmalarda ortalama NDF oranları %57 (Güven, 2017), %58-61 (Nazlı, 2011) ve %63-74 (Akdeniz vd., 2003), ortalama ADF oranları da %36-45 (Akdeniz vd., 2003), %6-10 (Kaplan & Kızılsimşek, 2012) ve %30 (Güven, 2017) aralıklarında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, genelde bulunan değerlerle uyumludur. Bitkilerin büyüme dönemindeki ortalama sıcaklıklar hücre çeperi bileşenlerini etkilemektedir. Özellikle buğdaygillerde hava sıcaklıklarının yükselmesi ile birlikte NDF ve ADF gibi hücre çeperi maddelerinde artış yaşanmaktadır (Wilson vd., 1975; Deinum, 1976; Wilson, 1994). Bu çalışmada bitkilerde etkin büyümenin olduğu haziran-eylül arasında ortalama aylık sıcaklıklar iki yılda da birbirine yakın olmuştur (2019'da 25,9°C, 2020'de 25,4°C). Bu da yıllar arasında değişimi önemsiz kılmıştır.

Farklı SSM çeşitlerinin sindirilebilir kuru madde oranları sadece araştırmanın ilk yılında çeşitlere göre önemli düzeyde değişmiştir. Otun sindirilebilirliği üzerinde NDF ve ADF gibi hücre çeperi bileşenlerinin yanında ham protein gibi besin maddeleri de etkilidir. Hücre çeperini oluşturan yapısal karbonhidratların

artması sindirilebilirliği azaltırken (Oba & Allen, 1999; Mahyuddin, 2008; Spanghero & Zanfi, 2009), ham protein oranının yükselmesi sindirilebilmeyi artırmaktadır (Glover & Duthie, 1958; Ammar vd., 2005). Bu çalışmada da Greengo çeşidinde sindirilebilir kuru madde oranının yüksek olması hücre çeperi bileşenlerinden (NDF ve ADF) ileri gelmektedir. Bu çeşidin hücre çeperi bileşenleri düşük olduğu için otunun sindirilme oranı da yüksek bulunmuştur. Anız yüksekliklerindeki değişimin otun ham protein ve hücre çeperi bileşenlerinde önemli bir farklılık yaratmaması, sindirilebilirliği üzerinde de etkili olmamasına sebep olmuştur. Bu araştırmada ortalama sindirilebilir kuru madde oranları %43-59 arasında değişim göstermiştir. SSM çeşitleri ile yapılan çalışmalarda ortalama sindirilebilir kuru madde oranları %51-60 (Akdeniz vd., 2002) ve %52-67 (White & Bolsen, 1988; Sonon vd., 1991) arasında değişmek üzere bulunan değerlere yakın olmuştur.

## SONUÇ

Bu çalışma üç farklı sorgum sudan otu melezi çeşidinin (Greengo, Hay Buster BMR ve Cattleman's Choice), üç farklı anız yüksekliklerinde hasat edilmesiyle ot verimi ve ot kalitelerindeki değişimleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, çeşit ve anız yükseklikleri (5, 10 ve 15 cm) olmak üzere iki faktör ele alınmıştır. Yapılan çalışmanın sonucuna göre anız yüksekliğinin artışına bağlı olarak sorgum çeşitlerinin üretmiş oldukları kuru ot miktarları azalmıştır. Ham protein oranı sadece çeşitlere, ham protein verimi ise anız yüksekliklerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. Anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ham protein verimleri düşmüştür. Otun NDF ve ADF oranları ile sindirilebilir kuru madde oranı sadece yıllara göre önemli değişiklik göstermiştir.

Araştırmanın sonucuna göre, benzer ekolojilerde yaz döneminde kaba yem üretimi amacıyla yapılacak olan SSM yetiştiriciliğinde Cattleman's Choice çeşidinin tercih edilmesi ve bu yetiştiricilikte biçimin 5 cm anız kalacak şekilde yapılması uygun görülmüştür.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Nuri ERECEK'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

## Etik Standartlara Uygunluk

### Yazarların Katkısı

NE: Makalenin ilk taslağını yazmıştır. İstatistiksel analizleri gerçekleştirmiştir.

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

FA: 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. (2001). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Vipaş A.Ş. Yayın No: 58.

Akdeniz, H., Karlı, M. A., Nursoy, H., & Yılmaz, İ. (2003). Bazı tane sorgum çeşitlerinin besin madde kompozisyonu ve sindirilebilir kuru madde veriminin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(6), 1349-1355.

Akdeniz, H., Yılmaz, İ. H., Keskin, B., & Arvas, Ö. (2002). The effects of different nitrogen levels on yield and yield components of some silage sorghum (*Sorghum vulgare* L.) varieties grown under irrigated conditions in Van-Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 7(2), 52-60.

Alatürk, F., Gökkuş, A., Baytekin, H., & Ali, B. (2022). Effects of different harvesting practices on the agronomic characteristics of some sweet sorghum and sorghum x sudangrass hybrid varieties. *4th. International Conference on Natural Sciences and Technologies (ICONAT-2022)*, Antalya, Türkiye. pp. 57.

Ali, M. (2013). *Climate Change Impacts on Plant Biomass Growth*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5370-9>

Altın, M., & Gökkuş, A. (1988). Erzurum sulu koşullarında bazı yem bitkileri ile bunların karışımlarının değişik ekim şekillerindeki kuru ot verimleri üzerinde bir araştırma. *Doğa Tarım ve Orman Dergisi*, 12(1), 24-36.

Ammar, H., López, S., González, J. S., & Ranilla, M. J. (2005). Relationship between chemical composition and in vitro digestibility of some Spanish browse plant species. In E. Molina Alcaide, H. Ben Salem, K. Biala & P. Morand-Fehr (Eds.), *Sustainable Grazing, Nutritional Utilization and Quality of Sheep and Goat Products* (pp. 327-332). CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 67.

Ansa, J. E. O., & Garjila, Y. A. (2019). Effect of cutting frequency on forage growth and yield in elephant grass in the southern rainforest of Nigeria. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 5(7), 1-5.

AOAC. (1990). *Official Method of Analysis* (15th Edition). Association of Official Analytical 12 Chemists, Washington, DC, USA, pp. 66-88.

Avcioğlu, R., Geren, H., & Kavut, Y. T. (2009). Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi. In R. Avcioğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ (Eds.), *Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri* (ss. 680-701). TKB TÜGEM.

Awika, J. M., & Rooney, L. W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential aspects on human health. *Phytochemistry*, 65(9), 1199-1221. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.04.001>

- Aydın, İ., & Albayrak, S. (1995). Samsun ekolojik şartlarında II. ürün olarak yetiştirilen bazı bitkilerin farklı biçim zamanlarında ot ve ham protein verimleri üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 71-81.
- Balabanlı, C., & Türk, M. (2005). Sorgum, Sudanotu melez ve çeşitlerinin Isparta koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 1-5.
- Beta, T., Rooney, L. W., Marovatsanga, L. T., & Taylor, J. R. N. (2000). Effect of chemical treatments on polyphenols and malt quality in sorghum. *Journal Cereal Science*, 31(3), 295-302. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0310>
- Budak, T., & Kır, H. (2019). Sıra aralıklarının sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinin verim ve kalite üzerine etkisi. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik*, 6(12), 49-58.
- Buso, W. H. D., Morgado, H. S., Silva, L. B., & França, A. F. S. (2011). Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. *PUBVET*, 5(23), 1145. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v5n23.1145>
- Büyükburç, U. (1997). Silage production possibility of *Sorghum vulgare*, *S. sudanense* and their hybrids on the second crop condition of Tokat-Turkey. XVIII. *International Grassland Congress*, Canada, Vol. 2, Session 19, 9-10.
- CCCF. (2011). *Working Paper on Sycotoxins in Sorghum*. Joint FAO / WHO Food Standards Codex Committee on Contaminants in Foods (CCCF).
- Çiğdem, İ., & Uzun, F. (2006). Samsun ili taban alanlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı silajlık sorgum ve mısır çeşitleri üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 14-19.
- Deinum, B. (1976). Effects of age, leaf number and temperature on cell wall and digestibility of maize. In: B. Gaillard (Ed.), *Carbohydrate Research in Plants and Animals* (pp. 29-41). Miscellaneous Papers 12, Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands.
- Dicko, M. H., Gruppen, H., Traore, A. S., van Berkel, W. J. H., & Voragen, A. G. J. (2005). Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum varieties. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2581-2588. <https://doi.org/10.1021/jf0501847>
- Doggett, H. (1988). *Sorghum* (2nd ed.) Longman Scientific & Technical.
- FAO. (1995). *Sorghum and Millet in Human Nutrition*. FAO Food and Nutrition Series No. 27, ISBN 92-5-103381-1.
- Glover, J., & Duthie, D. W. (1958). The nutritive ratio/crude-protein relationships in ruminant and non-ruminant digestion. *The Journal of Agricultural Science*, 50(2), 227-229. <https://doi.org/10.1017/S0021859600031075>
- Gökkuş, A., & Coşkun, E. (2023). Geleceğin Türkiye'sinde Doğal Çayır ve Meraların Önemi. *Acta Natura et Scientia*, 4(1), 58-67. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2023.353.06>
- Gökkuş, A., Birer, S., & Alatürk, F. (2017). Farklı anız yükseklikleri kalacak şekilde yapılan biçimlerin arpanın ot verimi ve kalitesine etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel Sayı), 121-125. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349008>
- Griebel, S., Webb, M. M., Campanella, O. H., Craig, B. A., Weil, C. F., & Tuinstra, M. R. (2019). The alkali spreading phenotype in Sorghum bicolor and its relationship to starch gelatinization. *Journal of Cereal Science*, 86, 41-47. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.01.002>
- Güven, Y. (2017). Biçim Sıklığı ve Yüksekliğinin Bursa Koşullarında Sorgum-Sudanotu Melezinin Verim ve Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma [Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi].
- Holt, E. C., & Alston, G. D. (1968). Response of sudangrass hybrids to cutting practices. *Agronomy Journal*, 60(3), 303-306. <https://doi.org/10.2134/agronj1968.00021962006000030017x>
- Hoşaflioğlu, İ. (1998). Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) ve sorgum×sudanotu (*Sorghum bicolor*-*Sorghum sudanense* Stapf.) melezi çeşitlerinin silaj amacıyla ikinci ürün olarak yetiştirme olanakları [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi].

- House, L. R. (1985). *A Guide to Sorghum Breeding* (2nd ed.). International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT).
- İptaş, S. (1993). Tokat yöresinde sorgum ve sorgum × sudanotu melezi çeşitlerinde yararlanma imkânları. *Tarla Bitkileri Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, Türkiye*, ss. 341-351.
- Jardim, A. M., Silva, G. İ. N., Biesdorf, E. M., Pinheiro, A. G., Silva, M. V., Araujo Júnior, G. N., Santos, A., Alves, H. K. M. N., Sa Souza, M., Morais, J. E. F., Alves, C. P., & Silva, T. G. F. (2020). Production potential of *Sorghum bicolor* (L.) Moench crop in the Brazilian semiarid: Review. *PUBVET*, 14(04), 1-13. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n4a550.1-13>
- Kang, M. S. (2002). Genotype-environment interaction: Progress and prospects. In M. S. Kang (Ed.), *Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding* (pp. 221-243). CABI Publishing.
- Kangama, C. O., & Rumei, X. (2005). Introduction of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) into China. *African Journal of Biotechnology*, 4(7), 575-579.
- Kaplan, M., & Kızılsimşek, M. (2012). Farklı tane sorgum (*Sorghum bicolor* L.) hat ve çeşitlerinin besleme değerlerinin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(1), 11-14.
- Karataş, Z. (2011). Çukurova Koşullarında II. Ürün Olarak Bazı Sorgum × Sudan Out Melezi Çeşitlerinin Biçim Zamanının Hasıl Verim ve Kalite Unsurlarına Etkileri Üzerine Bir Araştırma [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi].
- Keskin, B., Yılmaz, İ. H., & Akdeniz, H. (2005). Sorgum × Sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense* Mtapf.) çeşitlerinde hasat zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 145-150.
- Koca, Y. O., & Ereku, O. (2016). Changes of dry matter, biomass and relative growth rate with different phenological stages of corn. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.015>
- Lang, B. (2001). *Sudan/Sorghum Forage Management*. Iowa State Univ. Ext., Fact Sheet BL-50, 6p.
- Lee, S. M. (2005). Effect of the cultivation method and cutting time on the growth characteristics, dry matter yield and voluntary intake in sorghum × sudangrass hybrid. *Journal of the Korea Society of Grassland Science*, 25(1), 7-16.
- Mahyuddin, P. (2008). Relationship between chemical component and in vitro digestibility of tropical grasses. *HAYATI Journal of Biosciences*, 15(2), 85-89. <https://doi.org/10.4308/hjb.15.2.85>
- Nazlı, R. İ. (2011). Sorgum Sudanotu Melezi Tarımında Bazı Organik Atıkların Kullanım Olanakları [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi].
- Nazlı, R. İ., İnal, İ., Kuşvuran, A., Sezer, M. C., & Tansı, V. (2013). Çukurova koşullarında bazı sorgum × sudanotu melezi çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Türkiye*, ss. 521-526.
- Oba, M., & Allen, M. S. (1999). Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal Dairy Science*, 82(3), 589-596. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75271-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75271-9)
- Oddy, V. H., Robards, G. E., & Low, S. G. (1983). Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed. In G. E. Robards & R. G. Packham (Eds.), *Feed Information and Animal Production* (pp. 395-398). Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Özaslan Parlak, A., & Sevimay, C. S. (2007). Arpa ve buğday hasadından sonra bazı yem bitkilerinin ikinci ürün olarak yetiştirilme imkânları. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2), 101-107. [https://doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000000446](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000446)
- Proulx, R. (2021). On the general relationship between plant height and aboveground biomass of vegetation stands in contrasted ecosystems. *PLoS ONE*, 16(5), e0252080. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252080>



- Ramatoulaye, F., Mady, C., Fallou, S., Amadou, K., Cyril, D., & Massamba, D. (2016). Production and use sorghum: A literature review. *Journal Nutrition Health Food Science*, 4(1), 1-4. <https://doi.org/10.15226/jnhfs.2016.00157>
- Ribas, P. M. (2008). *Cultivation of Sorghum: Planting* (4th Ed.). Embrapa Milho e Sorgo.
- Rooney, L. W., & Waniska, R. D. (2000). Sorghum food and industrial utilization. In C. W. Smith, & R. A. Frederiksen (Eds.), *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production* (pp. 689-729). John Wiley & Sons Inc.
- Salman, A., & Budak, B. (2015). Farklı sorgum × sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense* Stapf.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 93-100.
- Sonon, R. N., Souzo, R., Pfaff, L., Dickerson, J. T., & Bolsen, K. K. (1991). Effects of maturity at harvest and cultivar on agronomic performance of forage sorghum and the nutritive value of selected sorghum silages. *Cattlemen's Day*, pp 1-5, Manhattan, KS.
- 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.
- Spanghero, M., & Zanfi, C. (2009). Impact of NDF content and digestibility of diets based on corn silage and alfalfa on intake and milk yield of dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 8(Suppl. 2), 337-339. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.337>
- 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. J., Smith, L. H., Kaminski, A. R., Kelling, K. A., Doll, J. D. (2003). Sorghum—Forage. In *Alternative Field Crop Manual*. Retrieved on July 15, 2023, from <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/forage.html>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vanamala, J. K. P., Massey, A. R., Pinnamaneni, S. R., Reddivari, L., & Reardon, K. F. (2018). Grain and sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) serves as a novel source of bioactive compounds for human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(17), 2867-2881. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1344186>
- White, J., & Bolsen, K. K. (1988). Influence of plant parts on in vitro dry matter disappearance of forage sorghum silages. *Cattlemen's Day*, pp. 83-89, Manhattan, KS.
- Willms, W. D. (1991). Cutting frequency and cutting height effects on rough fescue and Parry oat grass yields. *Journal of Range Management*, 44(1), 82-86. <http://dx.doi.org/10.2307/4002645>
- Wilson, J. R. (1994). Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. *The Journal of Agricultural Science*, 122(2), 173-182. <https://doi.org/10.1017/S0021859600087347>
- Wilson, J. R., & Taylor, A. O., & Dolby, G. R. (1975). Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 19(1), 41-46. <https://doi.org/10.1080/00288233.1976.10421044>
- Yılmaz, İ., & Hoşafloğlu, İ. (2000). Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) ve sorgum × sudan otu (*Sorghum bicolor* – *Sorghum sudanense* Stapf.) melezi çeşitlerinin silaj amacı ile ikinci ürün olarak yetiştirme olanakları. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 49-56.
- Yılmaz, Ş., & Sağlantı, T. (1997). Amik ovası koşullarında II. ürün olarak yetiştirilen sorgum × sudanotu (*Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense*) melez çeşidinde azot gübrelemesinin ve sıra arası mesafenin ot verimine ve kalitesine etkisi üzerine bir araştırma. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 87-100. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.715571>