

Araştırma Makalesi

Bazı Sorgum Sudanotu Melezi Çeşitlerinin Farklı Biçim Uygulamalarındaki Agronomik Özellikleri ile Otunun Enerji Değerlerindeki Değişimlerin İncelenmesi

Münir Sadi Özsüer¹  Fırat Alatürk^{1*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: alaturf@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.07.2023

Kabul Tarihi: 01.08.2023

Öz

Bu çalışma sorgum sudanotu melezi (SSM) çeşitlerinde (Nutri Honey ve Nutrima) farklı hasat uygulamalarına bağlı olarak toprak üstü ve toprak altı biomass 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 (Nutri Honey ve Nutrima), alt parselleri ise biçim yükseklikleri (bitki boyu 30, 60, 90, 120, 150 cm olduğunda ve fizyolojik olum döneminde hasat) oluşturmuştur. Araştırmada yeşil ot verimi, yaprak ve sap oranları, kök miktarı, yaprak ve sap kısımlarına ait Toplam Sindirilebilir Besin Madde (TSBM), Metabolik Enerji (ME) ve Sindirilebilir Enerji (SE) değerleri incelenmiştir. Nutri Honey çeşidinin toplam yeşil ot üretimi (7323.0 kg da⁻¹) Nutrima'ya (7019.3 kg da⁻¹) göre daha yüksek olmuştur. Toplam yeşil ot verimleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak artmıştır. Bitkide büyümeye bağlı olarak yaprak oranları düşerken, sap oranlarında artışlar olmuştur. Bitkilerde boy uzaması ile kök üretimi arasında olumlu ilişki olduğu ve boy uzunluğu arttıkça üretilen kök miktarının da arttığı tespit edilmiştir. Yaprakların sindirilebilirliği ve enerji değerleri sap kısımlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmanın sonunda benzer ekolojilerde kaba yem kaynağı olarak her iki sorgum sudanotu melezi çeşitlerinin yetiştirilmesi ve 150 cm bitki boyuna ulaştıktan sonra hasat edilerek yetiştirme döneminde iki kere verim alınması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: sorgum sudanotu melezi, yeşil ot verimi, kök üretimi, net enerji, sap oranı, sindirilebilir enerji.

Investigation of the Variations in the Agronomic Characteristics of Certain Sorghum Sudangrass Hybrid Cultivars and the Energy Values of Forage in Terms of Different Harvesting Practices

Abstract

This study was carried out in the research area of Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture between the years 2020-2021 in order to determine the above- and belowground biomass production along with the energy contents of leaves and stalk in sorghum sudangrass hybrid (SSH) cultivars depending on different harvesting practices. The experiment has been established according to the randomized complete block design using 4 replications, where the main plots contained the cultivars of SSH namely, Nutri Honey and Nutrima, while the sub-plots represented the different harvesting heights (30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and the physiological maturity stage). Fresh forage yield, leaf and stalk ratios along with the number of root, TSBM, ME and SE values of leaf and stalk were examined during this study. The total fresh forage production of Nutri Honey (7323.0 kg/da) was higher than that of the Nutrima (7019.3 kg/da). Total fresh forage yield increased with the increase in crop height during the harvesting period. Leaf ratio decreased depending on the growth in sorghum crop, there was an increase in the stalk ratios of SSH cultivars. It has been determined that there was a positive relationship between the growth of crop height and root production. The digestibility and energy values of the leaves were found to be higher than the stem parts.

Consequently, it has been recommended to cultivate both of the sorghum sudangrass hybrid (SSH) cultivars as the forage source under similar ecological conditions, and harvest the crop when reach at the height of 150 cm for obtaining double amount of yield during the cultivation period of sorghum.

Keywords: sorghum sudangrass hybrid, fresh hay yield, root biomass, net energy, ratio of stalk, digestible energy.

Giriş

Sorgum selüloz, biyoyakıt, insan ve hayvan besleme gibi birçok alanda kullanılabilirdiği için dünyanın birçok yerinde en çok yetiştiriciliği yapılan beş bitkiden bir tanesidir. Bunun yanında gelişmiş kök sistemine sahip olduğu için kurak ve tuzlu koşullara dayanımı oldukça yüksektir (Tari ve ark., 2013). Sorgumun çevre şartlarına adaptasyonu ve bımass verimi diğer C4 bitkilerine nazaran daha yüksektir (Li ve ark., 2010). Sorgum sudanotu melezi (SSM) [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] çok az bakım işlemleri ile çok fazla bımass elde edilebilen bitki olarak bilinmektedir (Pedersen, 1996; Reddy ve ark., 2005). Sorgum su ve besin elementlerini (N-P-K) mısıra ve diğer tahıllara göre daha etkili kullanmaktadır (Bean ve ark., 2002; Yosef ve ark., 2009; Kaplan ve ark., 2019).

Türkiye’de 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 zorunluluğunda bulunmaktadır. Sorgum sudanotu melezi (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 ve ark., 2009).

SSM çeşitleri son yıllarda artan bir şekilde yeşil ot, kuru ot, silaj ve otlatma amacıyla kullanılmaktadır (Genç ve Baytekin, 2015). Genellikle 45-60 cm boylandığında hasat edilmesi veya otlatılması tavsiye edilmektedir (Undersander, 2003; Uzun ve Çiğdem, 2005). Bununla birlikte, otlatılarak değerlendirildiğinde yeniden gelişen genç sürgünleri otlayan hayvanlarda şişme ve bazen HCN kaynaklı zehirlenme sorunları ortaya çıkabilmektedir. SSM tarla ziraatı içerisinde hem yazlık ana ürün hem de ikinci ürün tarımında öncelikli olarak kullanılmaktadır. Küçük ve orta büyüklükteki aile işletmelerinde yaz boyunca yeşil ot ihtiyacının karşılanmasında kullanılan bu çeşitler, son yıllarda ticari olarak kaba yem üretimi amacıyla da yetiştirilmektedir. Yazlık ana ürün yetiştirme şartlarında 4-5 biçimle, ikinci ürün yetiştirme şartlarında ise 2-3 biçimle dekara 10-15 ton arasında yeşil ot verebilmektedir (İptaş ve ark., 2001; Salman ve Budak, 2015). Kullanım amacına bağlı olarak hasat zamanlarının belirlenmesine yönelik araştırmalar, özellikle otlatma yönetimine temel teşkil edecek çalışmalar son derece kısıtlıdır.

Bu araştırmada farklı sorgum sudanotu melezi çeşitlerinin farklı yükseklikte boya ulaştıktan sonra yapılan hasatlarda topraküstü ve toprakaltı canlı kütle miktarı ile yaprak ve sapların enerji içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmada materyal olarak iki adet sorgum sudanotu melezi çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). SSM çeşitleri ülkemizde yetiştirilen tescilli çeşitlerdendir.

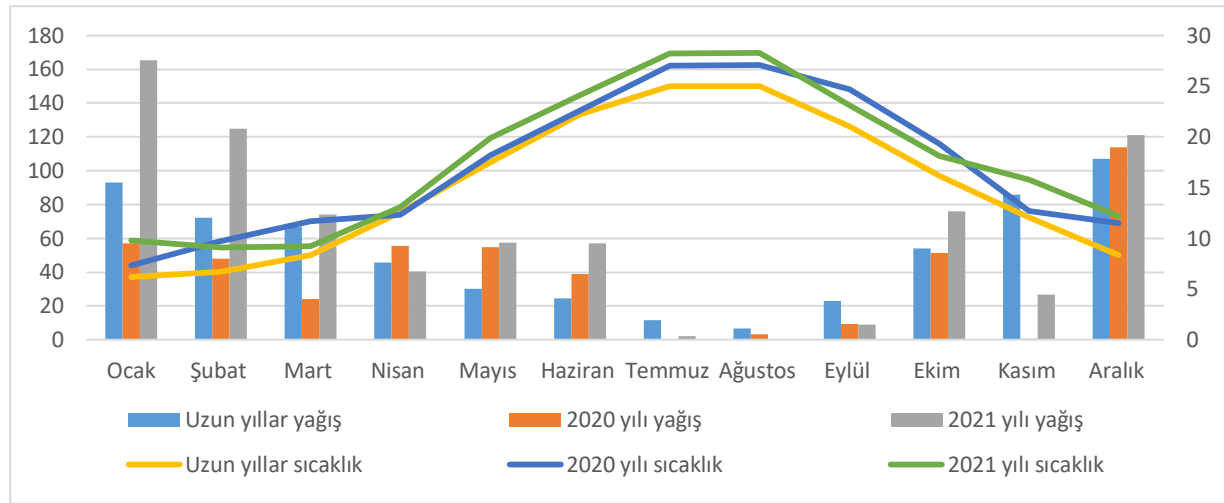
Table 1. Sorghum sudangrass hybrid cultivars and their properties used in the experiment
Çizelge 1. Araştırmada kullanılan sorgum sudanotu çeşitleri ve özellikleri

Tür	Çeşitler	İslahçı Kuruluş	Üretim Amacı	Olgunlaşma
Sorghum sudanotu melezi	Nutri Honey	Alfa Tohum	Ot ve otlatma	Orta erkenci
Sorghum sudanotu melezi	Nutrima	Royal Agrolife	Yeşil ot, silaj, otlatma	Geççi

İklim ve Toprak Özellikleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Çanakkale ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15,1 °C olarak verilmiştir. Deneme yıllarının ortalama sıcaklıkları 2020 yılında 17,0 °C ve 2021 yılında 17,6 °C olmak üzere uzun yıllar ortalamasının üzerinde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü 6 aylık dönemdeki (Mayıs başı-Ekim sonu) uzun yıllar ait toplam yağış miktarları 149,9 mm’dir.

Araştırmanın ilk yılında bu dönemlerde 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).



Şekil 1. Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri

Figure 1. Data regarding to climate of the years in which the experiment was established in Çanakkale.

Deneme alanın toprakları 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 (Çizelge 2).

Table 2. Soil properties of the research area

Çizelge 2. Deneme alanına ait toprak özellikleri

	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
Ortalama	67.7	7.39	89.3	8.50	1.87	2.83	80.80
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az

Denemenin Kurulması ve Uygulanması

Tohum ekimleri araştırmanın ilk yılında (2020) 16 Mayıs, ikinci yılında ise (2021) 5 Mayıs tarihlerinde yapılmıştır. Ekim öncesinde tav sulaması yapılmış, sonrasında derin bir şekilde pullukla sürülmüştür. Daha sonra 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) uygulanmıştır. Çıkıştan hemen sonra üst gübre olarak dekara 5 kg azot olacak şekilde amonyum sülfat verilmiştir (Avcıoğlu ve ark., 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 yükseklikleri oluşturmuştur. Sıra arası 35 cm sıra üzeri ise 8 cm olacak şekilde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir (Orak ve Kavdır, 1994; Baytekin ve Şilbir, 1996; Baytekin ve ark., 1996; Kızıl ve Tansı, 1997; Mahmood ve Honermeier, 2012). Parseller 5 m uzunluğunda ve 6 sıra olacak şekilde tanzim edilmiştir. 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 4 sırada gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan hasat alanı (4 m sıra boyu x 4 sıra x 0,35 m sıra arası) 5,6 m² 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 kağıtlarına konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Örnekler laboratuvarında sap ve yapraklarına ayrılmıştır. Araştırmada yeşil ot verimleri Lang (2001)'e, bitki başına kök üretimlerinin belirlenmesi Hu ve ark. (2018)'e, toplam sindirilebilir besin madde oranı (TSBM), metabolik enerji (ME) ve net enerji (NE) değerleri ise NRC (2001)'e göre yapılmıştır.

İstatistik Analizler

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

Bulgular ve Tartışma

Yeşil ot verimi

Araştırmanın tüm yıllarında Nutri Honey çeşidi daha fazla toprak üstü biomass üretmiştir. Biçim yüksekliklerinin artışı ile daha çok yeşil ot üretilmiştir. Bu artış biçim sayıları da dikkate alındığında en yüksek noktaya 150 cm'de ulaşmıştır. Buna göre 30 cm'den 150 cm'ye kadar olan biçim yüksekliklerinde ortalama yeşil ot verimleri ilk yıl 6602.5 kg da⁻¹'den 8720.5 kg da⁻¹'a, ikinci yıl 6200.5 kg da⁻¹'den 9088.5 kg da⁻¹'a, iki yıllık ortalama ise 6401.5 kg da⁻¹'den 8904.5 kg da⁻¹'a yükselmiştir.

Table 3. 2020, 2021 and two-year total fresh forage yields of SSH cultivars (kg da⁻¹)

Çizelge 3. SSM çeşitlerinin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık toplam yeşil ot verimleri (kg da⁻¹)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	
2020 yılı			
30 cm	6706.9 f	6498.0 g	6602.5 E
60 cm	7120.8 e	7706.3 c	7413.5 C
90 cm	7326.2 d	6732.9 f	7029.6 D
120 cm	8324.4 b	7016.0 e	7670.2 B
150 cm	8331.2 b	9109.8 a	8720.5 A
Fiz. olum	5720.4 h	5228.6 ı	5474.5 F
Ortalama	7255.0 A	7048.7 B	7151.9
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**			
2021 yılı			
30 cm	6354.5 g	6046.5 h	6200.5 E
60 cm	7418.4 d	7158.4 e	7288.4 C
90 cm	6739.5 f	6478.2 g	6608.9 D
120 cm	9344.4 a	7867.7 c	8606.0 B
150 cm	9132.6 b	9044.3 b	9088.5 A
Fiz. olum	5357.0 ı	5345.3 ı	5351.1 F
Ortalama	7391.1 A	6990.1 B	7190.6
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	6602.5 f	6200.5 g	6401.5 E
60 cm	7413.5 d	7288.4 d	7351.0 C
90 cm	7029.6 e	6608.9 f	6819.2 D
120 cm	7670.2 c	8606.0 b	8138.1 B
150 cm	8720.5 b	9088.5 a	8904.5 A
Fiz. olum	5474.5 h	5351.1 h	5412.8 F
Ortalama	7323.0 A	7019.3 B	-
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:^{öd}			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Çeşitler ile biçim yükseklikleri birlikte ele alındığında, en yüksek yeşil ot verimleri denemenin ilk yılında 9109.8 kg da⁻¹ ile Nutrima çeşidinin 150 cm'lik parsellerinde, ikinci yıl 9344.4 kg da⁻¹ ile Nutri Honey çeşidinin 120 cm'lik parsellerinde, iki yıllık ortalamalara göre ise 9088.5 kg da⁻¹ ile Nutrima çeşidinin 150 cm'lik parsellerinde tespit edilmiştir. En düşük verimler ise araştırmanın tüm yıllarında fizyolojik olum döneminde hasat edilen parsellerde gerçekleşmiştir. Araştırmanın ilk yılına ait yeşil ot verimleri (7151.9 kg da⁻¹) ikinci yıla (7190.6 kg da⁻¹) nazaran daha yüksek olmuştur (Çizelge 3).

Bitkiler önce yavaş, sonra hızlı, gelişmenin sonuna doğru ise yeniden yavaş büyürler (Altın ve ark., 2011). Vejetatif büyüme generatif döneme kadar sürekli artış halindedir. Generatif dönem ile birlikte fotosentez ürünleri vejetatif dokular (kök, dal, yaprak) yerine, generatif organlara taşınmaktadır (Altın ve ark., 2011). Bu da gelişmenin bu aşamasında ot verimindeki artışı sınırlandırmaktadır (Larcher, 1995, Chattha ve ark., 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 ve Çakmakçı (2018) ortalama yeşil ot verimini 4600-8188 kg da⁻¹ arasında değiştiğini belirtmiştir. Bingöl'de 13 farklı sorgum çeşidi ile yapılan çalışmada çeşitlerin ortalama yeşil ot verimleri 7323.4 kg da⁻¹ olarak raporlanmıştır (Özmen, 2017). Farklı bölgelerde yapılan diğer çalışmalarda ise ortalama yeşil ot verimleri Şanlıurfa'da 10.000-11.000 kg da⁻¹ (Tansı ve ark., 1991), Aydın'da ortalama 6730 kg da⁻¹ (Sürmen ve Kara, 2022), 4650-6260 kg da⁻¹ (Çelik ve Türk., 2021) arasında değerler tespit edilmiştir.

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.

Yaprak ve Sap Oranları

Table 4. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf of SSH cultivars (%)

Çizelge 4. SSM çeşitlerinin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	62.34	63.78	63.06 A
60 cm	55.82	53.22	54.52 B
90 cm	47.61	48.13	47.87 C
120 cm	35.40	35.71	35.55 D
150 cm	21.36	29.19	25.27 E
Fizyolojik olum	15.19	11.44	13.31 F
Ortalama	39.62	40.25	39.93
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
2020 yılı			
30 cm	64.09	65.37	64.73 A
60 cm	56.76	56.14	56.45 B
90 cm	42.21	41.10	41.65 C
120 cm	35.68	34.70	35.19 D
150 cm	26.77	27.49	27.13 D
Fizyolojik olum	9.17	8.42	8.79 E
Ortalama	39.11	38.87	38.96
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	63.21	64.58	63.89 A
60 cm	56.29	54.68	55.49 B
90 cm	44.91	44.62	44.76 C
120 cm	35.54	35.21	35.37 D
150 cm	24.06	28.34	26.20 E
Fizyolojik olum	12.18	9.93	11.05 F
Ortalama	39.37	39.56	-
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd} , PY: ^{öd}			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Araştırmada bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprak oranları azalmıştır. Biçim yüksekliklerinin artışı ile bitkilerin ortalama yaprak oranları ilk yıl %63.06'dan %13.31'e, ikinci yıl %64.73'den %8.79'a ve iki yılın ortalamasında ise %63.89'dan %11.05'e düşmüştür. Çeşitlerin yaprak oranlarında araştırmanın tüm yıllarında Nutri Honey çeşidinde %39.11-39.62, Nutrima çeşidinde ise %38.87-40.25 arasında değerlere sahip olmuştur. Yıllara göre yaprak oranları %38.96-39.93 aralığında değerlere sahip olmuştur (Çizelge 4).

Yaprak oranlarındaki değişimin aksine, sap oranları bitkilerde büyümeye bağlı olarak artış göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında sap oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile %36.56'dan %64.54'e, ikinci yılda %34.86'dan %73.40'a ve iki yılın ortalamasında %35.73'den %61.23'e yükselmiştir (Çizelge 5).

Table 5. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk of SSH cultivars (%)

Çizelge 5. SSM çeşitlerinin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	37.42	35.77	36.56 D
60 cm	43.60	45.99	44.80 C
90 cm	51.30	50.69	50.99 B
120 cm	61.26	63.13	62.19 A
150 cm	65.51	63.56	64.54 A
Fizyolojik olum	50.74	66.50	58.62 AB
Ortalama	51.64	54.27	52.96
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
2021 yılı			
30 cm	35.61	34.12	34.86 D
60 cm	42.63	42.96	42.79 C
90 cm	56.64	57.67	57.15 B
120 cm	59.48	59.54	59.51 B
150 cm	58.47	57.37	57.92 B
Fizyolojik olum	73.52	73.27	73.40 A
Ortalama	54.39	54.16	54.27
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	36.51	34.95	35.73 D
60 cm	43.11	44.47	43.79 C
90 cm	53.97	54.18	54.07 B
120 cm	60.37	61.33	60.85 A
150 cm	61.99	60.47	61.23 A
Fizyolojik olum	62.13	69.88	66.01 A
Ortalama	53.01	54.21	-
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd} , PY: ^{öd}			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Sorgum sudanotu çeşitlerinin yaprak oranları bitki boyunun artışına bağlı olarak düşerken, sap oranları ise artış göstermiştir. Bitkide gelişimin ilerlemesine bağlı olarak saplarda meydana gelen uzama ve generatif dokuların oluşumu nedeniyle bitkinin yaprak oranı azalırken sap oranı artış göstermiştir. Çanakkale'de Buğday ile ilgili yapılan araştırmada başak/salkım oluşturma döneminden süt olum dönemine doğru ilerledikçe yaprak/sap oranında düzenli düşüş görüldüğü tespit edilmiştir (Kılınç, 2022). Yapılan bir diğer çalışmada Taş (2010) buğdayın çiçeklenmeden süt olum dönemi biçimlerine kadar yaprak/gövde oranı %0.197'den % 0.146'ya düştüğü saptamıştır (Taş, 2010). Yapılan bir diğer çalışmada 53 adet sorgum hattı ve 4 adet ise farklı sorgum çeşitlerinin ortalama yaprak oranları %60-80 ve sap oranlarının ise %20-40 arasında değiştiği görülmüştür (Erdurmuş ve ark., 2021).

Kök Miktarı

Sorgum Sudanotu çeşitlerinde büyümeyle ilgili olarak ortalama kök üretimleri artmıştır. Dolayısıyla en yüksek kök üretimi fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 14.43, ikinci yıl 41.17 ve iki yıllık ortalama 15.57 g bitki⁻¹) belirlenmiştir. En düşük kök üretimleri ise 30 cm'de biçilen bitkilerde (ilk yıl 5.30 g bitki⁻¹, ikinci yıl 7.50 g bitki⁻¹ ve yıllar ortalamasında 5.07 g bitki⁻¹) belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda en yüksek kök verimi Nutrima çeşidinde tespit edilmiştir. Denemenin ilk yılında bitki başına ortalama kök miktarı 10.17 g bitki⁻¹ iken, bu rakam ikinci yılda 10.23 g bitki⁻¹'ye yükselmiştir (Çizelge 6).

Table 6. 2020, 2021 and two-year average numbers of root of SSH cultivars (g plant⁻¹)Çizelge 6. SSM çeşitlerinin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama kök miktarları (g bitki⁻¹)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
	2020 yılı		
30 cm	4.84 e	5.77 e	5.30 E
60 cm	7.78 d	9.80 c	8.79 D
90 cm	7.14 d	9.82 c	8.48 D
120 cm	11.05 b	11.77 b	11.41 C
150 cm	11.38 b	13.85 a	12.62 B
Fiz. olum	14.41 a	14.45 a	14.43 A
Ortalama	9.43 B	10.91 A	10.17
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:*			
	2021 yılı		
30 cm	4.70	5.00	7.50 D
60 cm	6.33	8.00	10.50 D
90 cm	7.50	10.00	14.67 C
120 cm	10.00	11.66	17.00 C
150 cm	12.33	14.00	20.67 B
Fiz. olum	16.33	17.00	41.17 A
Ortalama	9.53 B	10.94 A	10.23
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:^{öd}			
	İki yıllık ortalama (2020-2021)		
30 cm	4.77 g	5.38 g	5.07 E
60 cm	7.05 f	8.90 e	7.98 D
90 cm	7.32 f	9.91 d	8.61 D
120 cm	10.52 d	11.72 c	11.12 C
150 cm	11.85 c	13.92 b	12.89 B
Fiz. olum	15.37 a	15.72 a	15.55 A
Ortalama	9.48 B	10.92 A	-
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:*, PY:^{öd}			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Kök bitkide su ve besin elementi sağlamanın yanında, bitkinin toprağa tutunması için destek görevi görmektedir. Bunun yanında bitkinin büyümesini ve işleyişini kontrol eden hormonal dengeye katkıda bulunur (Willigen ve Noordwijk, 1987; Toure ve ark., 2018). Toprak üstü aksamın gelişimi toprak altı kök gelişimi ile doğru orantılıdır (Blaha, 2019). Bu sebeple bitkide büyümeyle ilgili olarak kök gelişimi sürekli artış göstermektedir (Brown, 1984). Nitekim yapılan bu çalışmada da bitkilerde büyümeyle ilgili olarak bitki başına kök miktarlarında artışlar olmuştur. Bununla beraber çeşitler farklı miktarlarda kök üretmişlerdir. Bu farklılık çeşitler arasındaki genetik olarak farklılıklarından kaynaklanmaktadır (O'Toole ve Bland, 1987; Gregory, 1994; Kujira ve ark., 1994; Marschner, 1998; Fageria, 2009; Fageria ve Moreira, 2011).

Toplam Sindirilebilir Besin Madde (TSBM)

Sorgum sudanotu çeşitlerinin yapraklarına ait TSBM oranları sadece araştırmanın tüm yıllarında çeşitlere ve gelişme dönemlerine, bunun yanında iki yıllık ortalama değerlerde ise yıllara istatistiki olarak önemlilik göstermiştir. Araştırmanın tüm yıllarında bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların TSBM içeriklerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek TSBM oranları 30 cm

yükseklığe ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde, en düşük değerler ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Nutri Honey çeşidinin TSBM içeriği araştırmanın tüm yıllarında Nutrima'ya göre daha yüksek olmuştur. Bunun yanında araştırmanın ilk yılındaki TSBM içeriği (%58,504) ikinci yıla (%56,473) göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 7).

Table 7. 2020, 2021 and two-year average ratios of TSBM in the leaves of SSH cultivars (%)

Çizelge 7. SSM çeşitlerinin yapraklarına ait 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama TSBM oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	60.045	58.528	59.286 A
60 cm	58.726	58.866	58.796 AB
90 cm	58.903	57.622	58.262 ABC
120 cm	58.162	57.336	57.749 BC
150 cm	58.120	56.893	57.506 C
Fiz. olum	60.776	58.067	59.421 A
Ortalama	59.122 A	57.886 B	58.504 A
Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
2021 yılı			
30 cm	58.072	57.490	57.781 A
60 cm	57.421	56.499	56.960 B
90 cm	57.864	55.691	56.778 BC
120 cm	57.570	55.480	56.525 BC
150 cm	56.325	55.703	56.014 C
Fiz. olum	54.766	54.793	54.780 D
Ortalama	57.003 A	55.943 B	56.473 B
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	59.058	58.009	58.534 A
60 cm	58.074	57.682	57.878 B
90 cm	58.384	56.657	57.520 BC
120 cm	57.866	56.408	57.137 C
150 cm	57.222	56.298	56.760 C
Fiz. olum	57.771	56.430	57.101 BC
Ortalama	58.062 A	56.914 B	-
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY: ^{öd} , PY:**			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Sorgum sudanotu çeşitlerinin sap kısımlarının TSBM içerikleri araştırmanın ilk yılında çeşitlere ve gelişme dönemlerine, ikinci yıl sadece gelişme dönemlerine, iki yıllık ortalamalara göre ise yıllara, çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre istatistik olarak önemli değişim göstermiştir. Çalışmanın tüm yıllarında hasattaki bitki boyunun artışına bağlı olarak sap kısımlarının TSBM oranlarında düşüşler olmuştur. En yüksek TSBM oranları 30 cm boydaki bitkilerin saplarında (2020 yılı %56,163, 2021 yılı %55,850 ve 2020-2021 yılı %56,006) belirlenirken, en düşük ise 120, 150 ve fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerde (2020 yılı %52,927-54,164, 2021 yılı %51,412-53,495 ve 2020-2021 yılı %52,788-53,416) tespit edilmiştir. Nutrima çeşidinin sap kısımlarının TSBM içeriği çalışmanın yürütüldüğü tüm yıllarda Nutri Honey çeşidinden daha yüksek olmuştur. Ayrıca çalışmanın ilk yılına ait ortalama TSBM değerleri (%54,447) ikinci yıla nazaran (%53,546) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 8).

Table 8. 2020, 2021 and two-year average ratios of TSBM in the stalks of SSH cultivars (%)

Çizelge 8. SSM çeşitlerinin saplarına ait 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama TSBM oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	55.759	56.566	56.163 A
60 cm	54.315	54.717	54.516 BC
90 cm	54.189	55.306	54.747 B
120 cm	53.785	54.544	54.164 BC
150 cm	52.909	55.419	54.164 BC
Fiz. olum	52.987	52.868	52.927 C
Ortalama	53.991 B	54.903 A	54.447 A
Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇxBY:ö^d			
2021 yılı			
30 cm	56.386	55.314	55.850 A
60 cm	54.816	54.855	54.835 B
90 cm	53.146	52.893	53.020 C
120 cm	52.114	53.219	52.667 C
150 cm	51.457	51.368	51.412 D
Fiz. olum	52.810	54.179	53.495 C
Ortalama	53.455	53.638	53.546 B
Önemlilik: PÇ:ö^d, PBY:**, PÇxBY:ö^d			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	56.073	55.940	56.006 A
60 cm	54.565	54.786	54.675 B
90 cm	53.667	54.100	53.883 C
120 cm	52.949	53.882	53.416 CD
150 cm	52.183	53.393	52.788 D
Fiz. olum	52.898	55.524	53.211 CD
Ortalama	53.723 B	54.271 A	-
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:ö^d, PY:**			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{ö^d} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Metabolik Enerji Değeri

Sorgum sudanotu çeşitlerinin yapraklarına ait metabolik enerji (ME) değerleri araştırmanın tüm yıllarında sadece çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre önemli değişim gösterirken, çeşit* gelişme dönemi etkileşimlerine göre ise bu değişim önemsiz düzeyde kalmıştır. Ayrıca yaprakların metabolik enerji içeriklerinin yıllara göre değişimleri istatistiki olarak önemli olmamıştır. Sorgum sudanotu çeşitlerinde büyümeye bağlı olarak yapraklarının ME içerikleri düşmüştür. En yüksek ME oranları 30 cm boya ulaştıktan sonra hasat edilen parsellerde tespit edilirken, en düşük değerler ise 120, 150 cm ve fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda Nutri Honey çeşidinin yapraklarına ait ME içerikleri Nutrima çeşidinden daha yüksek çıkmıştır. Bunun yanında araştırmanın ilk yılına ait ME oranı 2,114 Mcal/Kg KM iken, ikinci yılda bu değer 2,040 Mcal/Kg KM olmuştur (Çizelge 9).

Table 9. 2020, 2021 and two-year average ratios of ME regarding to the leaves of SSH cultivars (Mcal/Kg KM)
Çizelge 9. SSM çeşitlerinin yapraklarına ait 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama ME oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	2.169	2.115	2.142 A
60 cm	2.122	2.127	2.124 AB
90 cm	2.128	2.082	2.105 ABC
120 cm	2.101	2.072	2.087 BC
150 cm	2.100	2.056	2.078 C
Fiz. olum	2.196	2.098	2.147 A
Ortalama	2.136 A	2.091 B	2.114 A
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:^{öd}			
2021 yılı			
30 cm	2.098	2.077	2.088 A
60 cm	2.075	2.041	2.058 B
90 cm	2.091	2.012	2.051 BC
120 cm	2.080	2.005	2.042 BC
150 cm	2.035	2.013	2.024 C
Fiz. olum	1.979	1.980	1.979 D
Ortalama	2.060 A	2.021 B	2.040 B
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:^{öd}			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	2.134	2.096	2.115 A
60 cm	2.098	2.084	2.091 B
90 cm	2.109	2.047	2.078 BC
120 cm	2.091	2.038	2.064 C
150 cm	2.068	2.034	2.051 C
Fiz. olum	2.087	2.039	2.063 BC
Ortalama	2.098 A	2.056 B	-
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:^{öd}, PY:**			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Sorgum Sudanotu çeşitlerinin sap kısımlarına ait ME içerikleri yapılan varyans değerlendirmesine göre araştırmanın ilk yılında çeşitlere ve gelişme dönemlerine, ikinci yılda sadece gelişme dönemlerine, iki yıllık ortalamalarda ise yıllara, çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre önemli oranda değişim göstermiştir. Nutrima çeşidinin sapsızlarına ait ME içerikleri Nutri Honey çeşidinden daha yüksek bulunmuştur. Buna göre araştırmanın ilk yılında Nutrima'nın ME değeri 1,984 Mcal/Kg KM, iken, ikinci yıl 1,938 Mcal/Kg KM ve iki yıllık ortalama ise 1,961 Mcal/Kg KM olurken, bu değerler Nutri Honey çeşidinde sırasıyla 1,951 Mcal/Kg KM, 1,932 Mcal/Kg KM ve 1,941 Mcal/Kg KM olmuştur. Bitkilerde büyümeye bağlı olarak sapsızların ME içeriklerinde düşüşler gerçekleşmiştir. En yüksek ME içerikleri araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda 30 ve 60 cm'de biçilen bitkilerde olurken, en düşük değerler ise 120 cm, 150 cm ve fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir (Çizelge 10).

Table 10. 2020, 2021 and two-year average ratios of ME regarding to the stalks of SSH cultivars (Mcal/Kg KM)
Çizelge 10. SSM çeşitlerinin saplarına ait 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama ME oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	2.015	2.044	2.029 A
60 cm	1.963	1.977	1.970 BC
90 cm	1.958	1.998	1.978 B
120 cm	1.943	1.971	1.957 BC
150 cm	1.912	2.002	1.957 BC
Fiz. olum	1.915	1.910	1.912 C
Ortalama	1.951 B	1.984 A	1.967 A
Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
2021 yılı			
30 cm	2.037	1.999	2.018 A
60 cm	1.981	1.982	1.981 B
90 cm	1.920	1.911	1.916 C
120 cm	1.883	1.923	1.903 C
150 cm	1.859	1.856	1.858 D
Fiz. olum	1.908	1.958	1.933 C
Ortalama	1.932	1.938	1.935 B
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	2.026	2.021	2.024 A
60 cm	1.972	1.980	1.976 B
90 cm	1.939	1.955	1.947 C
120 cm	1.913	1.947	1.930 CD
150 cm	1.886	1.929	1.907 D
Fiz. olum	1.911	1.934	1.923 CD
Ortalama	1.941 B	1.961 A	-
Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇxBY: ^{öd} , PY:**			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Sindirilebilir Enerji Değeri

Sorgum sudanotu çeşitlerinin yapraklarına ait sindirilebilir enerji (SE) değerleri araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda çeşitlere, gelişme dönemlerine ve yıllara göre önemli oranda değişim gösterirken, bu değişim çeşit* gelişme dönemi etkileşimlerinde önemsiz düzeyde kalmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda Nutri Honey çeşidinin yapraklarına ait SE değerleri Nutrima çeşidinden daha yüksek olmuştur. Buna göre Nutri Honey çeşidinin SE içerikleri yıllara göre sırasıyla 2,607 Mcal/kg KM, 2,513 Mcal/kg KM ve 2,560 Mcal/kg KM olurken, Nutrima çeşidinde bu değerler 2,552 Mcal/kg KM, 2,490 Mcal/kg KM ve 2,518 Mcal/kg KM olmuştur. Çalışma boyunca bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprakların SE içeriklerinde düşüşler yaşanmıştır. En yüksek SE değerleri 30 ve 60 cm boya ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde belirlenirken, en düşük değerler ise 120, 150 cm ve fizyolojik olum dönemine ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Bununla beraber araştırmanın ilk yılına ait SE değeri (2,579 Mcal/kg KM) ikinci yıla (2,490 Mcal/kg KM) nazaran daha yüksek olmuştur (Çizelge 11).

Table 11. 2020, 2021 and two-year average ratios of DE regarding to the leaves of SSH cultivars (Mcal/Kg KM)
Çizelge 11. SSM çeşitlerinin yapraklarına ait 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama SE oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	2.647	2.581	2.614 A
60 cm	2.589	2.595	2.592 AB
90 cm	2.597	2.541	2.569 ABC
120 cm	2.564	2.528	2.546 BC
150 cm	2.563	2.509	2.536 C
Fiz. olum	2.680	2.560	2.620 A
Ortalama	2.607 A	2.552 B	2.579 A
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
2021 yılı			
30 cm	2.560	2.535	2.548 A
60 cm	2.532	2.491	2.511 B
90 cm	2.551	2.455	2.503 BC
120 cm	2.538	2.446	2.492 BC
150 cm	2.483	2.456	2.497 C
Fiz. olum	2.415	2.416	2.415 D
Ortalama	2.513 A	2.467 B	2.490 B
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	2.604	2.558	2.581 A
60 cm	2.561	2.543	2.552 B
90 cm	2.574	2.498	2.536 BC
120 cm	2.551	2.487	2.519 C
150 cm	2.523	2.482	2.503 C
Fiz. olum	2.547	2.488	2.518 BC
Ortalama	2.560 A	2.509 B	-
Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY: ^{öd} , PY:**			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Sorgum sudanotu melezi çeşitlerinin sap kısımlarına ait SE değerleri araştırmanın ilk yılında çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre, ikinci yılında sadece gelişme dönemlerine ve iki yıllık ortalamalara göre ise yıllara, çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir. Bitki boyunun artışına bağlı olarak sapların SE içeriklerinde düşüşler yaşanmıştır. En yüksek SE oranları 30 cm yüksekliğe ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde belirlenirken, en düşük ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda Nutrima çeşidinin sap kısımlarına ait SE içerikleri Nutri Honey çeşidinden daha yüksek olmuştur. Bununla beraber çalışmanın ilk yılındaki SE içeriği (2,401 Mcal/kg KM) ikinci yıla (2,361 Mcal/kg KM) göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 12).

Table 12. 2020, 2021 and two-year average ratios of DE regarding to the stalks of SSH cultivars (Mcal/Kg KM)
Çizelge 12. SSM çeşitlerinin saplarına ait 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama SE oranları (Mcal/Kg KM)

Biçim Yüksekliği	Sorgum Sudanotu Melezi (SSM)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	
2020 yılı			
30 cm	2.458	2.494	2.476 A
60 cm	2.395	2.413	2.404 BC
90 cm	2.389	2.438	2.414 B
120 cm	2.371	2.405	2.388 BC
150 cm	2.333	2.443	2.388 BC
Fiz. olum	2.336	2.331	2.334 C
Ortalama	2.381 B	2.421 A	2.401 A
Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
2021 yılı			
30 cm	2.486	2.439	2.462 A
60 cm	2.417	2.419	2.418 B
90 cm	2.343	2.332	2.338 C
120 cm	2.298	2.346	2.322 C
150 cm	2.269	2.265	2.668 D
Fiz. olum	2.328	2.389	2.359 C
Ortalama	2.357	2.365	2.361 B
Önemlilik: PÇ: ^{öd} , PBY:**, PÇxBY: ^{öd}			
İki yıllık ortalama (2020-2021)			
30 cm	2.472	2.466	2.469 A
60 cm	2.406	2.416	2.411 B
90 cm	2.366	2.385	2.376 C
120 cm	2.335	2.376	2.355 CD
150 cm	2.301	2.354	2.327 D
Fiz. olum	2.332	2.360	2.346 CD
Ortalama	2.369 B	2.393 A	-
Önemlilik: PÇ:*, PBY:**, PÇxBY: ^{öd} , PY:**			

* %5, ** %1 düzeyinde önemli olduğunu, ^{öd} ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Bitkilerde olgunlaşmaya paralel olarak yaprak ve sap kısımlarındaki enerji değerlerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Bunun nedeni bitkilerin büyüme başlangıcında fotosentez ile üretilmiş oldukları besin madde içeriklerinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak sindirilebilirlik ve enerji değerleri düşüş göstermektedir (Romero ve ark., 1976). Bir diğer nedeni ise büyüme bağlı olarak yaprak 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 ve ark., 1999). Bitkilerin fotosentez kapasiteleri genç dönemlerde daha fazla, yaşlı dönemlerde ise daha düşüktür. Çünkü genç dönemlerde yaprak oranları daha yüksek ve yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve köklere nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriğine sahiptir (Poorter ve ark., 1990). Yapılan benzer çalışmalarda da biçim devrelerinin ilerlemesine bağlı olarak yaprak ve saplarda ham protein oranlarında düşüşler tespit edilmiştir (Jung ve ark., 1964; Worker ve Marble 1968; Wedin, 1970; Okuyucu, 1980; Kallah ve ark., 1999; Keskin ve ark., 2005; Karataş ve Tansı, 2011). Çeşitlerin yaprak ve sap kısımlarının enerji içeriklerinin önemli değişim göstermesi ise genetik olarak farklı olmalarından kaynaklanmaktadır (Manga ve Acar, 1988; Beadle, 1993; Khan ve ark., 2006; Kering ve ark., 2011; Özyazıcı ve Açıkbay, 2019).

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre toplam yeşil ot verimleri bitki boyunun artışına bağlı olarak yükselmiştir. Bitkilerin 30 cm bitki boyuna sahipken toplam yeşil ot üretimleri 6401,5 kg/da iken, bu rakam 150 cm'de 8904,5 kg/da' yükselmiştir. Çeşitlere göre Nutri Honey çeşidinin toplam yeşil ot üretimi (7323,0 kg/da) Nutrima'ya (7019,3 kg/da) göre daha yüksek olmuştur. Bitkide büyümeye bağlı olarak yaprak oranları düşerken, sap oranlarında artışlar olmuştur. Büyüme

başlangıcında yaprak oranları %63,89, sap oranı %35,73 iken, bu rakamlar büyüme sonunda yaprakta %11,05'e düşmüş, sapta %66,01'e yükselmiştir. Bitkilerde olgunlaşmaya paralel olarak toprak altı biomas üretimlerinde artışlar yaşanmıştır. Büyüme başlangıcına göre büyüme sonunda bitkilerin üretmiş olduğu ortalama kök miktarları 5,07 g'dan 15,55 g'a yükselmiştir. Nutrima çeşidinde bitki başına kök üretimi 10,92 g/bitki iken, bu rakam Nutri Honey'de 9,48 g/bitki'ye düşmüştür. Bitkilerde büyümenin ilerlemesi ile yaprak ve sapsapların enerji içeriklerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Büyüme başlangıcı ile büyüme sonunda yaprakların TSBM oranı %2,44, ME oranı %2,45, SE oranları ise %2,44 azalmıştır. Bu değerler sap kısmında ise TSBM oranında %4,99, ME oranı %4,99 ve SE oranlarında ise %4,98 oranlarında düşüş göstermiştir. Genel olarak yaprakların enerji içerikleri sap kısımlarından daha yüksek bulunmuştur. Yaprakların TSBM içerikleri sapsaplara göre %6,07, ME içerikleri %6,06 ve SE içerikleri %6,07 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çeşitlere göre ise Nutri Honey çeşidinin yapraklarının enerji değerleri Nutrima çeşidinden yüksek olurken, Nutrima çeşidinin sap kısımlarına ait enerji değerleri ise Nutri honey çeşidinden daha yüksek olmuştur.

Yürütlen bu araştırmanın neticesinde otlatma ve kaba yem kaynağı olarak yetiştirilecek bu çeşitlerde ot verimi bakımından Nutri Honey çeşidi ön plana çıkmıştır. Fakat enerji değerleri açısından iki çeşitte benzerlik göstermiştir. Dolayısıyla benzer ekolojilerde kaba yem kaynağı olarak her iki sorgum sudanotu melezi çeşitlerinin yetiştirilmesi ve 150 cm bitki boyuna ulaştıktan ulaştıktan sonra hasat edilerek yetiştirme döneminde iki kere verim alınması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma "Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)" tarafından desteklenen 120-O-527 No'lu Projeden üretilmiştir. Ayrıca bu araştırma Münir Sadi ÖZSÜER'in Yüksek Lisans Tezinden oluşturulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Aighewi, B.A., Ekanayake, I.J., 2004. In-situ chlorophyll fluorescence and related growth of Guinea yam at different ages. *Tropical Sciences*. 44: 201-206.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011. Çayır ve Mera Yönetimi (Cilt I). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 376p.
- Avcıoğlu, R., Geren, H., Kavut, Y.T., 2009. Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi. *Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri*. Editörler: Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., TKB TÜGEM, İzmir, 680-701.
- Aydinoğlu, B., Çakmakçı, S., 2018. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) bitkisinde biçim devresinin hasıl verimi ve bazı verim öğelerine etkisi. *Turk. J. Agric. Res.* 5(2): 167-175.
- Başbağ, M., Özdemir, Ş., Gül, İ., 1999. Diyarbakır koşullarında farklı sıra arası ve tohum miktarlarının sorgum-sudanotu melezinde yeşil ot verimi ile bazı verim komponentlerine etkisi üzerine bir araştırma. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, Türkiye, Cilt: 3, 289-294.*
- Baytekin, H., Şılbir, Y., 1996. Harran ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen sudanotu ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimine etkisi. *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 376-383.*
- 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, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 753-760.*
- Beadle, C.L., 1993. Growth Analysis. In: Hall, D.O., Scurlock, J.M.O., Bolharnordenkampfh, R., Leegood, R.C. and Long, S.P., Eds., *Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A Field and Laboratory Manual*, Chapman and Hall, London, 36-46.
- Bean, B., Mccollum, T., Pietsch, D., Rowland, M., Porter, B., Vanmeter, R., 2002. Texas Panhandle Forage Sorghum Silage Trial. The Agriculture Program of Texas A&M University System. http://soilcrop.tamu.edu/publications/pubs/9104_65silage.pdf, (12.12.2023).
- Bhagsari, A.S., 1988. Photosynthesis and stomatal conductance of selected root crops as related to leaf age. *Crop Science*. 28: 902-906.
- Blaħa, L., 2019. Importance of root-shoot ratio for crops production. *Agron. Agri. Sci.* 2: 12.

- Brown, R.H., 1984. Growth of the green plant. In “Physiological Basis of Crop Growth and Development” (M. B. Tesar, Ed.), pp. 153–174. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, WI.
- Çeçen, S., Öten, M., Erdurmuş, C., 2005. Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum, sudan otu ve mısırın II. ürün olarak değerlendirilmesi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18(3): 337-341.
- Çelik, B., Turk, 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.
- 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.
- Erdurmuş, C., Erdal, S., Oten, M., Kiremitci, S., Uzun, B., 2021. Investigation of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) genotypes for yield and yield components. Maydica - CREA Journal. 66(2): 1-13.
- Fageria, N.K., 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Fageria, N.K., Moreira, A., 2011. The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants. In Donald L. Sparks, editor: Advances in Agronomy, Vol. 110, Burlington: Academic Press, 2011, pp. 251-331. ISBN: 978-0-12-385531-2.
- Genç, S., Baytekin, H., 2015. Tek yıllık bitkilerle oluşturulan yapay mera tesislerinde uygulanan otlatma sistemlerinin meranın verim özellikleri üzerine etkileri. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül 2015, Çanakkale, Poster Bildirileri, Cilt II, 3-7.
- Gregory, P.J., 1994. Root growth and activity. In “Physiology and Determination of Crop Yield” (G. A. Peterson, Ed.), pp. 65–93. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- 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., Wahlströma, E.M., Chirindab, N., Sharifa, B., Lia X., Olesen, J.E., 2018. Root biomass in cereals, catch crops and weeds can be reliably estimated without considering aboveground biomass. Agriculture, Ecosystems and Environment. 251: 141–148.
- İptaş, S., Brohi, A.R., Aktaş, A., 2001. Sorgum x sudanotu melezinde (*Sorghum vulgare* Pers. x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) azotlu gübreleme ve biçim yüksekliğinin verim ve kaliteye etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi. 7: 69-74.
- Jung, G.A., Lilly, B., Shih, S.C. Reid, R.L., 1964. Studies with sudangrass. Agro. Journal, 56, 533–537.
- 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.
- Kaplan, M., Kara, K., Unlukara, A., Kale, H., Buyukkilic Beyzi, S., Varol, I.S., Kizilsimsek, M., Kamalak, A., 2019. Water deficit and nitrogen affects yield and feed value of sorghum sudangrass silage. Agricultural Water Management. 218(218):30-36.
- 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. Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Derg.. 26-3.
- 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. Commun Soil Sci Plant Anal. 42: 1958–1971.
- 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., Lee, H.J., Kim, H.S., 2006. Urea treated corncobs ensiled with or without additives for buffaloes: ruminal characteristics, digestibility and nitrogen metabolism. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19(5): 705-712.
- Kılınç, K., 2022. Farklı Biçim Zamanlarının Yulaf ve Tritikalenin Ot Verimi ve Kalitesine Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 47.
- Kır, H., Şahan, B.D., 2019. 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.

- Kızıllı, 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, Samsun, 472-476.
- Küçüksemerci, O., Baytekin, H., 2017. Çanak kale koşullarında yetiştirilen şeker sorgumunda ekim sıklığının verim ve kalite özelliklerine etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 4(1): 95-100.
- Kujira, Y., Grove, J.H., Ronzelli, P., 1994. Varietal differences of root systems in winter-wheat seedlings. Jpn. J. Crop Sci. 63: 524-530.
- Lang, B., 2001. Sudan/Sorghum Forage Management. Iowa State Univ. Ext., Fact Sheet BL-50, 6p.
- Larcher, W., 1995. Physiological Plant Ecology. Third Edt. Springer-Verlag, Berlin.
- Li, R., Zhang, H., Zhou, X., Guan, Y., Yao, F., Song, G., ... & Zhang, C., 2010. Genetic diversity in Chinese sorghum landraces revealed by chloroplast simple sequence repeats. Genetic Resources and Crop Evolution. 57: 1-15.
- 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. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(3): 486-491.
- Mahmood, A., Honermeier, B., 2012. Effect of row spacing and cultivar on biomass yield and quality of *Sorghum bicolor* L. Moench. J. Für Kulturpflanzen. 64(7): 250-257.
- Manga, İ., Acar, Z., 1988. Yem Kültürünün Genel İlkeleri. Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No: 37, Samsun.
- Marschner, H., 1998. Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. Field Crops. Res. 56: 203-207.
- Nayoung, C., Gamgon, K., Wonsang, P., Yonghyun, J., Yoon-ha, K., Chae-In, N., 2020. Additional N application and ecotype affect yield and quality of ratoon harvested sorghum x sudangrass hybrid for temperate regions. Biomass and Bioenergy. 160(2022): 106423.
- NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press: Washington, DC.
- O'Toole, J.C., Bland, W.L., 1987. Genotypic variation in crop plant root systems. Adv. Agron. 41: 91-145.
- Okuyucu, F., 1980. Değişik Biçim Zamanı ve Azot Dozlarının Farklı Sorgum Çeşitlerinde Gelişme, Büyüme Hızı ve Verim ile Diğer Bazı Karakterlere Etkileri Üzerine Araştırmalar. E.Ü.Z.F. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kürsüsü, (Doçentlik Tezi), İzmir.
- Orak, A., Kavdır, İ., 1994. Çiftçi koşullarında yetiştirilen silajlık sorgumunda (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) farklı tohumluk miktarı ve sıra arası açıklıklarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Derg. 3(1-2): 139-148.
- Özmen, S., 2017. Bingöl Koşullarında Farklı Sorgum Türlerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 63s.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaz, S., 2019. Kaba yemlerin fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriği ve hayvan beslemedeki önemleri. ISPEC International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development-III, December 20-22, Van, Turkey, s. 553-568.
- Pedersen, J.F., 1996. Annual forages: New approaches for C-4 forages.
- Poorter, H., Remkes, C., Lambers, H., 1990. Carbon and nitrogen economy of 24 wild species differing in relative growth rate. Plant Physiol. 94: 621-627.
- Reddy, B.V., Ramesh, S., Reddy, P.S., Ramaiah, B., Salimath, M., Kachapur, R., 2005. Sweet sorghum-a potential alternate raw material for bio-ethanol and bio-energy. International Sorghum and Millets Newsletter. 46: 79-86.
- Rodriguez-Montero, W., 1997. Crop Physiology of the Greater Yam (*Dioscorea alata*). Ulrich E. Grauer., Stuttgart.
- Romero, A., Siebert, D.B., Murray, R.M., 1976. A Study on the effect of frequency of urea ingestion on the utilization of low quality roughage by steers. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 16: 308-314.
- Salman, A., Budak, B., 2015. Farklı sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 12(2): 93-100.
- SAS, 1999. SAS V8 Online Manual, Cary, NC.
- Sürmen, M., Kara, E., 2022. Forage yield and quality performances of sorghum genotypes in mediterranean ecological conditions. ADÜ Ziraat Derg. 19(2): 331-339.
- Tansı, V., Ülger, A.C., Sağlantı, 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, 44.
- Tari, I., Laskay, G., Takács, Z., Poór, P., 2013. Response of sorghum to abiotic stresses: A review. Journal of agronomy and crop science. 199(4): 264-274.
- 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 J. of AARI. 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. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 75s.
- 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.
- Undersander, D., 2003. Sorghums, Sudangrasses, and Sorghum-Sudan Hybrids. *Focus on Forage*. 5(5): 2p.
- Uzun, F., Çiğdem, İ., 2005. Yemlik kocardarı ve kocardarı-sudan otu melezleri. *Ondokuz Mayıs Üni. Ziraat Fak. Derg.* 20(2): 66-72.
- Wedin, W.F., 1970. Digestible dry matter, crude protein and dry matter yields of grazing type sorghum, cultivars as affected by harvest frequency. *Agro. Journal*. 62: 359-363.
- Willigen, D., Noordwijk, V., 1987. Roots, Plant production and nutrient use efficiency. Book, Publisher: Landbouw universiteit te Wageningen; 1987.
- Worker, G.F.Jr., Marble, V.L., 1968. Comparison of growth stages of sorghum forage types at yield and chemical composition. *Agronomy Journal*. 60: 669-672.
- Yosef, E., Carmi, A., Nikbachat, M., Zenou, A., Umiel, N., Miron, J., 2009. Characteristics of tall versus short-type varieties of forage sorghum grown under two irrigation levels, for summer and subsequent fall harvests, and digestibility by sheep of their silages. *Animal Feed Science and Technology*. 152(1-2): 1-11.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC BY 4.0 International License.