



## Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Bitkisinde Biçim Devresinin Hasıl Verimi ve Bazı Verim Ögelerine Etkisi\*

Bilal AYDINOĞLU, Sadık ÇAKMAKÇI\*\*

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 04.04.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 25.05.2018

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

[orcid.org/0000-0003-4021-6167](https://orcid.org/0000-0003-4021-6167) [orcid.org/0000-0002-3173-9639](https://orcid.org/0000-0002-3173-9639)

\*\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: cakmakci@akdeniz.edu.tr

**Özet:** Bu çalışma biçim devresinin ve farklı lokasyonların sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] bitkisinin hasıl verimi ve bazı verim ögelerine etkilerini incelemek amacıyla Antalya’da yürütülmüştür. Tarla denemeleri iki yetiştirme sezonunda, toprak özellikleri farklı olan Aksu ve Kampüs lokasyonlarında tesadüf blokları deneme desenine uygun şekilde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sorgum bitkileri her iki lokasyonda salkım başlangıcı, tam salkım, süt olum, hamur olum ve tam olum dönemi olmak üzere beş farklı devrede biçilmiştir. Çalışmada; bitki boyu, yaprak oranı, salkım oranı, gövde oranı, hasıl verimi, kuru madde oranı ve kuru madde verimi belirlenmiştir. Çalışma sonuçları; biçim devresinin incelenen tüm özellikleri, lokasyonun ise gövde oranı dışında diğer tüm özellikleri istatistikî anlamda önemli derecede etkilediğini ortaya koymuştur. En yüksek hasıl verimleri her iki lokasyonda da hamur olum devresinden elde edilmiştir. Tüm biçim devrelerinde Aksu lokasyonundan elde edilen hasıl verimleri Kampüs lokasyonundan daha yüksek olmuştur. Toplamda elde edilen sonuçlar bu çalışmanın yürütüldüğü koşullarda sorgumun hamur olum devresinde biçilmesinin uygun olduğunu; sorgum üretimi için Aksu lokasyonunun Kampüs lokasyonundan daha elverişli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, burada sunulan sonuçlar belirli bir ekolojide sorgumdan yüksek verim elde etmek için arazi seçiminin de çok önemli olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biçim dönemi, bitki boyu, kuru madde verimi, lokasyon

## Effect of Cutting Stage on Herbage Yield and Related Traits of Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Plant Grown in Different Locations

**Abstract:** The study was conducted to investigate the effects of cutting stages and different locations on fresh herbage yield and related traits of sorghum in Antalya. Field trials were established according to randomized complete block design with three replications in two locations (Aksu and Kampüs) with different soil properties for two growing seasons. Sorghum plants were harvested at five different cutting stages namely, panicle initiation, panicle emergence, milk, dough, and full-maturity stage. Plant height, leaf-stalk-stem ratio, fresh herbage yield, dry matter ratio and yield were determined in conducted study. Results of the study indicated that cutting stage significantly affected all investigated traits, and the effect of location significantly affected all traits except stem ratio. The highest fresh herbage yields were determined at dough maturity stage in both locations. Fresh herbage yield in Aksu location was higher than Kampüs location for all cutting stages. The results in total suggested that, under the conditions this study was carried out, sorghum could be cut at dough maturity stage and Aksu location was more suitable for sorghum production than Kampüs location. The results presented here also demonstrated that land selection was also very important in order to obtain a high yield from sorghum in certain ecology.

**Keywords:** Cutting stage, plant height, dry matter yield, location

\*: Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü “Farklı Biçim Dönemlerinin Sorgumun (*Sorghum bicolor* L. Moench) Hasıl Verimi ve Kimyasal Kompozisyonu Üzerine Etkileri” isimli Doktora Tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Türkiye yaklaşık 14 milyon hektar çayır-mera alanı, büyük baş hayvan birimi cinsinden yaklaşık 14 milyon hayvan varlığı ve 80 milyon nüfusu ile hayvansal üretim ve tüketimi yönünden büyük bir potansiyele sahiptir (Anonim, 2001, 2017, 2018). Türkiye’de günlük kişi başına tüketilen hayvansal protein miktarı bilimsel olarak önerilen asgari sınırların altında kalmaktadır (Yurdakul ve ark., 1989; Aslangiray ve ark., 1991; Özen, 1991; Açıkgoz, 1995; Avcioğlu ve ark., 1998). Özellikle, sahip olduğu büyüme ve gelişme çağındaki 0-19 yaş grubu çocuk ve genç nüfus göz önüne alındığında, sağlıklı nesillerin yetişmesi için günlük olarak yeterli miktar ve kalitede hayvansal protein tüketimi, Türkiye açısından oldukça önemli bir konudur.

Türkiye’de hayvansal üretimin tarımı gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde olmasının başlıca nedeni, verim düşüklüğüdür (Özen, 1991). Mevcut hayvan varlığını besleyebilecek yeterli miktar ve kalitede yem materyalinin olmaması ve özellikle var olan kaba yem açığı, hayvansal verimin düşük olmasının da en önemli sebeplerinden birisidir. Bu nedenle, Türkiye’de hayvansal üretimi arttırmak için öncelikle kaliteli kaba yem sorununun çözülmesi gerekmektedir (Aslangiray ve ark., 1991; Ayan ve ark., 1997; Avcioğlu ve ark., 1998; Akdeniz ve ark., 2003; Turan ve Altuner, 2014; Turan ve ark., 2015). Ülkesel olarak kaba yem üretimini arttırmak için, kaba yem üretim kaynakları olan çayır-mer’aların korunması ve ıslah edilmesi, tarım arazileri içerisinde yem bitkileri ekiliş miktarlarının artırılması ve birim alan verimi yüksek tür/çeşit yetiştirilmesine öncelik verilmesi gerekmektedir.

Dünyada tarımı gelişmiş ülkelerde hayvancılık işletmelerinin genelinde, silaja dayalı bir besleme uygulanmaktadır. Bu anlamda dünyada yaygın yetiştirilen silajlık bitkilerin başında mısır (*Zea mays* L.) ve sorgum (*Sorghum* sp.) türleri gelmektedir. Öte yandan, tanelerinin gıda sanayisinde ham madde olarak ve kanatlıların beslenmesinde enerji yemi olarak yoğun şekilde kullanılması nedeniyle mısır sorgumdan daha pahalıdır. Bununla birlikte; kuraklık ve sıcaklık stresine, hastalık ve zararlılara karşı mısır bitkisine göre daha toleranslı olması, sorgum yetiştiriciliğinde avantajlı bir durum olarak görülmektedir (Fageria ve ark., 1997; Olufayo ve ark., 1997; Aydın ve ark., 1999; Mastrotrilli ve ark., 1999; Amzallag ve Seligmann, 2000; Getachew ve ark., 2016). Bu nedenle, yem bitkisi tarımında, özellikle silaj yapımında sorgumun kullanımı her geçen gün artmaktadır (Açıkgoz ve ark., 2003).

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dünya çapında ekim alanı ve üretim miktarı bakımından

tahıllar arasında buğday, çeltik, mısır ve arpanın arkasından beşinci sırada yer almaktadır (Fageria ve ark., 1997; Ayana ve Bekele, 2000). Günümüzde sorgum; tüm dünyaya yayılmış olup, yaklaşık 45 milyon hektar alanda yetiştirilmektedir (Anonymous, 2016). Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa’daki ülkelerde üretilen sorgumun tamamına yakını çiftlik hayvanlarına yem olarak verilirken; Asya ve Afrika’nın büyük bir kısmında ise, insanların tarafından tüketilen başlıca tahıl besini durumundadır (Fageria ve ark., 1997).

Yem bitkilerinde verim ve kalite; biçim zamanındaki olgunlaşma aşaması başta olmak üzere, toprak verimliliği, gübreleme, yetiştirme dönemindeki sıcaklıklar ve çeşit gibi faktörler tarafından etkilenmektedir (Ball ve ark., 2001; Holou ve Stevens, 2011; Özyazıcı ve ark., 2013; Sher ve ark., 2016; Chattha ve ark., 2017; Kaufman ve ark., 2017). Ayrıca, olgunlaşma aşamasına bağlı olarak bitki bünyesinde meydana gelen değişiklikler hayvanların yem tüketimini de etkilemektedir (Kılıç, 1986; Geren ve ark., 1998; Ball ve ark., 2001; Bruinenberg ve ark., 2002).

Silajlık sorgum ile yapılan çalışmalarda verim ve kalite yönünden uygun biçim zamanının süt olum veya hamur olum dönemleri olduğu kaydedilmektedir (Kılıç, 1986; Açıkgoz, 1995; Delciotti ve ark., 1998; Aydın ve ark., 1999; Çakmakçı ve ark., 1999; Filya, 2002). Ancak, tüm bitkilerde olduğu gibi sorgumda da verim ve kalite genotip x çevre interaksiyonundan önemli derecede etkilenmektedir (Tolk ve ark., 1997). Bu nedenle sorgumda; verim ve kalite ile ilgili çalışmaların, farklı yörelerde ve ekolojilerde yapılması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de var olan kaba yem sorunu ve çok uzak olmayan zamanlarda yaşanması kaçınılmaz olan su sıkıntısı göz önüne alındığında; hali hazırda yetiştirilen ve su tüketimi yüksek türlere alternatif olması ve üretim maliyetinin düşüklüğü gibi özelliklerinden dolayı sorgum önemli bir bitki olarak karşımıza çıkmakta ve mutlaka tarımsal olarak yetiştiricilerin istifadesine sunulması gerekmektedir.

Bu çalışma; Akdeniz ekolojik koşullarında, farklı lokasyonların ve farklı biçim devrelerinin sorgumun verim ve verimle ilgili bazı özellikler üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma; Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Arazisi (Kampüs) ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Aksu) deneme alanlarında olmak üzere, toprak özellikleri

bakımından farklı iki lokasyonda, 2001-2002 yetiştirme sezonlarında iki yıl süreyle yürütülmüştür.

Araştırmada bitki materyali olarak; bölgede yaygın şekilde ekimi yapılmakta olan ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan, Amerikan orijinli, *Sorghum bicolor* L. Moench türüne ait Rox çeşidi kullanılmıştır.

Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Her iki lokasyonun toprak bünyesi killi-tınlı, toprak reaksiyonu hafif alkali karakterde olup, tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Kireç içeriği yüksek olan araştırma topraklarının organik madde kapsamı az (Aksu) ve orta (Kampüs) düzeydedir. Diğer toprak özellikleri bakımından bitki yetiştiriciliği açısından olumsuz bir durum bulunmamaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)

Toprak özelliği	Değeri	
	Kampüs	Aksu
Kum, %	37	24
Kil, %	26	32
Silt, %	37	44
pH	8.12	7.81
Kireç, %	22.0	28.0
Elektriksel iletkenlik, mmhos cm <sup>-1</sup>	177	290
Organik madde, %	2.40	1.83
Alınabilir fosfor, ppm	13.14	30.01
Değişebilir K (me 100g <sup>-1</sup> )	0.62	0.83
Değişebilir Ca (me 100g <sup>-1</sup> )	13.57	12.70
Değişebilir Mg (me 100g <sup>-1</sup> )	0.52	2.20

Araştırmanın yürütüldüğü dönemlere ait iklim verileri Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'den de anlaşılacağı üzere; araştırmanın yürütüldüğü aylara ait sıcaklık ortalamaları uzun yıllar sıcaklık ortalamalarına yakın gerçekleşirken, yetiştirme sezonu boyunca düşen toplam yağış miktarı her iki yılda da uzun yıllar ortalamasından düşük olmuştur. Nispi nem değerleri uzun yıllar ortalamalarından yüksek seyretmiştir.

Araştırmada; salkım başlangıcı dönemi (SB), tam salkım dönemi (TS), süt olum dönemi (SO), hamur olum dönemi (HO) ve tam olum dönemi

(TO) olmak üzere beş farklı olgunlaşma dönemi (hasat zamanı) araştırma faktörü olarak ele alınmış ve buna göre her iki lokasyonda da denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parselde; sıra arası 70 cm olacak şekilde (Curt ve ark., 1998; Delciotti ve ark., 1998), 4 m uzunluğunda 10 adet sıra açılmış ve 1.5 kg da<sup>-1</sup> ekim normu uygulanmıştır (Aslangiray ve ark., 1991; Açıköz, 1995; Tolk ve ark., 1997; Açıköz ve ark., 2003). Parseller arasında 1.5 m, tekerrürler arasında 2 m mesafe bırakılmıştır.

Çalışmada; deneme parsellerine eşit olarak toplam 15 kg da<sup>-1</sup> N ve 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> düşecek şekilde diamonyum fosfat (DAP, % 18 N, % 46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), amonyum sülfat (AS, % 23 N) ve amonyum nitrat (AN, % 33 N) gübreleri uygulanmıştır. Araştırmada, uygulanan azotun yarısı ve fosforun tamamı ekimle birlikte (DAP ve AS olarak) verilmiş; azotun ikinci yarısı ise bitkiler 40-50 cm boylandığında (AN olarak) uygulanmıştır.

Araştırmanın ilk yılı (2001)'nda her iki lokasyonda Mayıs ayı ortasında (Kampüs, 17 Mayıs; Aksu, 21 Mayıs); ikinci yılı (2002)'nda ise Kampüs'te 21 Mayıs, Aksu'da 11 Haziran tarihlerinde ekim yapılmıştır. Çıkışlardan sonra, bitkiler 10-15 cm boylanınca, yaklaşık 10 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde (yaklaşık 16 adet bitki m<sup>-2</sup>) seyreltme yapılmış; seyreltme sırasında elle yabancı ot mücadelesi de gerçekleştirilmiştir. Bitkiler 40-50 cm boylandığında; azotun ikinci yarısının uygulanmasından sonra boğaz doldurma yapılmıştır. Yetiştirme sezonu boyunca, bitkiler de gözlemlenerek, iklim ve toprak şartlarına göre gerekli zamanlarda salma sulama yapılmak suretiyle bitkilerin su ihtiyacı giderilmiştir.

Beş farklı biçim devrelerinin (SB, TS, SO, HO ve TO) ele alındığı çalışmada, her iki lokasyonda biçilen sorgum bitkilerinde; bitki boyu (cm), hasıl verimi (kg da<sup>-1</sup>), kuru madde oranı (%) ve kuru madde verimi (kg da<sup>-1</sup>) ile toplam bitki kuru ağırlığı içerisinde yaprak oranı (%), salkım oranı (%) ve gövde oranları (%); Rego ve ark. (1998) tarafından bildirilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistiki analizleri, deneme desenine uygun olarak MSTAT-C bilgisayar programında yapılmıştır.

**Tablo 2.** Uzun yıllar (1981-2010) ve tarla denemelerinin yürütüldüğü dönemlere ait bazı iklim verileri\*

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Toplam yağış (mm)			Oransal nem (%)		
	1981-2010	2001	2002	1981-2010	2001	2002	1971-1997	2001	2002
Mayıs	20.5	21.7	21.0	32.2	62.0	9.9	67.7	61.0	73.5
Haziran	25.3	25.6	26.6	9.3	0.0	0.1	59.9	63.4	62.8
Temmuz	28.4	28.5	29.3	2.4	0.4	20.4	57.0	69.2	63.2
Ağustos	28.3	28.7	28.7	2.7	0.0	1.3	59.7	68.6	63.1
Eylül	25.1	25.6	24.2	14.4	2.0	5.5	59.9	67.7	69.9
Ekim	20.4	21.0	20.8	71.9	16.3	40.8	62.1	55.6	58.5

\*: Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Bitki boyu

Çalışmada bitki boyunun; yıl, biçim devresi, lokasyon faktörlerinden ve interaksyonlarından önemli derecede ( $p<0.01$ ) etkilendiği belirlenmiştir. İki yıllık araştırma sonuçlarına göre; bitki boyu bakımından her iki lokasyonda da, salkım başlangıcı (SB) devresinde hasat edilen bitkilerde en kısa bitki boyu değerleri ölçülürken (sırasıyla, 188.5 ve 204.6 cm), diğer biçim devrelerinde ise bitki boyu ortalamalarının tamamı istatistiksel olarak birinci grupta yer almış ve en uzun bitki boyu değerlerini oluşturmuştur (Tablo 3).

Bitki boyu bakımından lokasyonlar arasında da istatistiksel anlamda  $p<0.01$  düzeyinde önemli farklılık görülmüş, Kampüs alanında yetiştirilen sorgum bitkisinde Aksu alanına göre biçim devrelerinin ortalaması olarak daha düşük değerler (sırasıyla, 198.9 ve 233.9 cm) saptanmıştır (Tablo 3).

Bitki boyuna ilişkin veriler birlikte değerlendirildiğinde, bitki boyunun genellikle olgunlaşma aşamasının ilerlemesiyle birlikte salkım başlangıcından tam salkım devresine kadar önemli oranda arttığı; tam salkım devresinden tam oluma kadar geçen devrelerde ise önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Biçim devreleri arasında bitki boyu yönünden çok büyük farklılıkların görülmemesi; bitkinin generatif döneme geçmesi nedeniyle salkımlar tamamen çıktıktan sonra bitki boyunda önemli bir değişiklik meydana gelmemesinden kaynaklanmaktadır. Genellikle buğdaygillerde bitki boyu, oluşan boğum aralarının uzamasıyla artmakta, başak veya salkımda taneler gelişmeye başladığı zaman, bitki boyunun uzaması durmakta ve bu dönemden sonra herhangi bir artış meydana gelmemektedir (Larcher, 1995).

Yem bitkilerinde tarımında genellikle tüm bitki aksamından yararlanıldığı için, bitki boyu da önemli bir özellik olarak ele alınmaktadır. Birçok çalışmada, toplam ot verimi ile bitki boyu arasında önemli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Kipnis, 2001; Blümmel ve ark., 2003; Zerbini ve Thomas, 2003). Sorgum gibi yüksek verime sahip bitkilerde, normal yetiştirme koşullarında yüksek boylu bitkiler birim alandan daha fazla biyolojik verim sağlamaktadır. Ayrıca, gövde kısmı silaj yapımında önemli olan kolay fermente olabilir karbonhidratlar yönünden daha zengindir. Bu nedenlerle, kaba yem üretiminde, yetiştirilen yem bitkilerinin yüksek boylu olması, yatma problemi ve toplam yem içinde sindirilebilirliği düşük materyalin artması gibi bir takım olumsuzlukları da beraberinde getirmesine karşın, genellikle istenen bir kıstastır. Özellikle, sorgum ve mısırdaki silaj amaçlı çeşit elde etmek için

yapılan çalışmalarda, birim alan verimi yüksek uzun boylu genotiplerin ön plana çıktığı görülmektedir (Argillier ve ark., 1997).

Bu çalışmadan elde edilen bitki boyu sonuçları Aslangiray ve ark. (1991) ile Blümmel ve ark. (2003) tarafından bildirilen değerler ile uyumlu olmakla beraber, Bhale ve Borikar (1982)'ın bulgularından daha yüksektir.

#### 3.2. Yaprak, salkım ve gövde oranları

Bitki morfolojisi ve toplam materyal içinde morfolojik kısımların oranı besin içeriğini, yem tüketimini ve sindirilebilirliğini etkilemektedir (Cherney ve ark., 1990). Bu nedenle silaj amaçlı yetiştirilen sorgum bitkisinin morfolojik kısımlarının toplam ağırlık içindeki oranlarının bilinmesi önemlidir. Tablo 3 incelendiğinde yaprak oranının yıl ve yıl x lokasyon x biçim devresi interaksyonundan istatistiksel olarak  $p<0.05$  düzeyinde, diğer faktörler ve interaksyonlarından  $p<0.01$  düzeyinde etkilendiği görülmektedir. Salkım oranı çalışmada ele alınan tüm faktörler ve interaksyonlarından  $p<0.01$  düzeyinde önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Gövde oranı üzerinde lokasyonun etkisi önemsiz bulunurken, diğer faktörler ve tüm interaksyonların etkileri istatistiksel olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3).

İki lokasyon ortalamaları üzerinden biçim devreleri incelendiğinde, yaprak oranı ilk biçim devresi olan salkım başlangıcında en yüksek (% 18.4) değere sahipken, sonraki biçim devreleri süresince düzenli bir şekilde azalış göstermiştir ve tam olum devresinde en düşük değere (% 10.0) sahip olmuştur. İki yıllık ortalama değerler üzerinden lokasyon x biçim dönemi interaksyonuna baktığımızda, yaprak oranlarında her iki lokasyonda da salkım başlangıcı devresi en yüksek değere sahipken (Kampüs, % 19.6; Aksu, % 17.2), en düşük oranlar tam olum devresinden (Kampüs, % 9.6; Aksu, % 10.5) elde edilmiştir. Lokasyonlara ait yaprak oranı ortalamalarında Kampüs lokasyonu ortalaması (% 15.5) Aksu lokasyonu ortalamasından daha yüksek olmuştur (Tablo 3). Olgunlaşma aşaması ilerledikçe yaprak oranında görülen bu azalış bitkideki doğal yaşlanma sürecinin bir sonucudur. Sorgumda genellikle çiçeklenme aşamasından itibaren tabandaki eski yapraklarda yaşlanma başlar ve çıkıştan sonraki 80-85. günlerden itibaren hızlanır. Yaprak yaşlanması, doğal biyolojik yaşlanma sürecinin bir sonucu olarak gerçekleşmekle birlikte, su kıtlığı, besin eksikliği, gölgede kalma, böcek veya hastalık salgınları veya fizyolojik zararlar yaşlanmayı tetiklemektedir (Fageria ve ark., 1997).

**Tablo 3.** Biçim dönemleri ve deneme yerlerine ait bitki boyu değerleri ile yaprak, salkım ve gövde oranları<sup>1</sup>

Biçim dönemi	Bitki boyu (cm)			Yaprak oranı (%)		
	Kampüs	Aksu	Ortalama	Kampüs	Aksu	Ortalama
SB	188.5 c	204.6 b	196.6 B	19.6 a	17.2 b	18.4 A
TS	199.6 b	236.9 a	218.2 A	17.8 b	12.9 d	15.4 B
SO	201.4 b	242.1 a	221.7 A	15.1 c	14.7 c	14.9 C
HO	201.3 b	243.0 a	222.1 A	15.3 c	15.0 c	15.2 C
TO	203.9 b	242.7 a	223.3 A	9.6 e	10.5 e	10.0 D
Ortalama	198.9	233.9		15.5	14.1	
Önemlilik düzeyleri	Y: **, L: **, BD: **, YxL: **, YxBD: **, LXBD: öd, YxLxBD: **			Y: *, L: **, BD: **, YxL: **, YxBD: **, LXBD: **, YxLxBD: *		
DK, %	2.36			6.60		
	Salkım oranı (%)			Gövde oranı (%)		
	Kampüs	Aksu	Ortalama	Kampüs	Aksu	Ortalama
SB	7.4 f	10.0 e	8.7 E	73.0 b	72.9 b	72.9 B
TS	9.4 e	10.8 e	10.1 D	72.8 b	76.3 a	74.5 A
SO	17.5 c	15.0 d	16.2 C	67.4 d	70.4 c	68.9 C
HO	21.6 b	18.8 c	20.2 B	63.2 e	66.1 d	64.6 E
TO	17.9 c	27.3 a	22.6 A	72.4 b	62.3 e	67.3 D
Ortalama	14.8	16.4		69.7	69.6	
Önemlilik düzeyleri	Y: **, L: **, BD: **, YxL: **, YxBD: **, LXBD: **, YxLxBD: **			Y: **, L: öd, BD: **, YxL: **, YxBD: **, LXBD: **, YxLxBD: **		
DK, %	8.7			1.83		

<sup>1</sup>: Her bir özellik içerisinde aynı küçük harfleri taşıyan ortalamalar arasında ve aynı büyük harfleri taşıyan ortalamalar arasında istatistik olarak önemli farklılık yoktur, SB: Salkım başlangıcı dönemi, TS: Tam salkım dönemi, SO: Süt olum dönemi, HO: Hamur olum dönemi, TO: Tam olum dönemi, Y: Yıl, L: Lokasyonlar, BD: Biçim dönemi, DK: Değişim katsayısı, \*: p<0.05 düzeyinde farklılık, \*\*: p<0.01 düzeyinde farklılık, öd: Önemli değil

Salkım oranı, salkım başlangıcı devresinden (% 8.7) itibaren biçim devreleri ilerledikçe düzenli olarak artmış ve tam olum devresinde (% 22.6) en yüksek orana sahip olmuştur. Lokasyonlara ait farklı biçim devrelerine baktığımızda salkım oranlarının Kampüs'te % 7.4 ile % 21.6 arasında; Aksu'da % 10.0 ile % 27.3 arasında değiştiği görülmektedir. Her iki lokasyonda en düşük salkım oranları salkım başlangıcı devresinde belirlenirken, en yüksek oran Kampüs'te hamur olum devresinden, Aksu'da ise tam olum devresinden elde edilmiştir. Salkım oranında Kampüs ortalaması % 14.8, Aksu ortalaması % 16.4 olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Normal gelişim sürecinde çiçeklenme devresinden sonra tam olum devresine kadar geçen tane doldurma ve olgunlaşma periyodunda, bitkide depolanan fotosentez ürünlerinin taneye taşınması ve burada depolanması nedeniyle salkım ağırlığı sürekli artış göstermektedir. Ancak, hasat tam olumdan çok sonraya bırakılırsa aşırı kuruma ve kuş zararı gibi faktörler yüzünden salkım oranında da düşüşler meydana gelebilmektedir (Fageria ve ark., 1997).

Biçim devreleri içerisinde en yüksek gövde oranı % 74.5 ile tam salkım devresinden, en düşük oran ise % 64.6 ile hamur olum devresinden elde edilmiştir. Tam salkım devresinden sonra gövde oranında eğilim azalma yönünde gerçekleşmiştir. Lokasyonlara ait biçim devresi ortalamalarında gövde oranı Kampüs'te % 63.2 ile % 73.0 arasında, Aksu'da % 62.3 ile % 76.3 arasında değişmiştir. Gövde oranında, biçim devrelerine ait lokasyon

ortalamalarına bakıldığında Kampüs ve Aksu lokasyonlarında sırasıyla % 69.7 ve % 69.6 ile birbirine çok yakın olduğu görülmektedir (Tablo 3).

İşkembeli çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılan yem bitkilerinde yaprak oranlarının yüksek olması istenmektedir. Çünkü yaprağın besin maddesi içeriği ve bu besin maddelerinin biyolojik yararlılığı diğer kısımlardan daha yüksektir. Ayrıca, yaprak oranı yüksek kaba yemler hayvanlar tarafından daha fazla sevilerek tüketilmektedir (Cherney ve ark., 1990; Açıkgoz, 1995). Ancak, diğer organlardan daha fazla suda eriyebilir karbonhidrat içermesi, ileri olgunlaşma aşamalarında bile iyi bir fermantasyon sağlayabilecek nem içeriğine sahip olması ve toplam verimi artırması gibi olumlu özellikleri nedeniyle, sorgum gibi bitkilerde sap oranı da silaj yapımında önemli bir ölçüttür. Silajın içerdiği tane oranı sıklıkla bir kalite ölçütü olarak kullanılmakta; genellikle protein oranı, enerji ve bazı mineral maddeler yönünden daha zengin olan tohumları kapsayan salkım gibi generatif organların toplam ağırlık içindeki oranının yüksek olması istenmektedir (McGinty, 1972). Bu çalışmada elde edilen yaprak, sap ve salkım oranları Cherney ve ark. (1990)'nın sonuçlarından farklılık gösterirken, Delciotti ve ark. (1998) ve Çakmakçı ve ark. (1999)'nın sonuçları ile uyumludur.

### 3.3. Hasıl verimi

Varyans analizi sonuçlarına göre, denemenin yürütüldüğü koşullarda sorgumun hasıl verimi yıl,

lokasyon, biçim devresi faktörlerinden ve lokasyon x biçim devresi dışında diğer faktör etkilerinden istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde; lokasyon x biçim devresi etkilerinden ise  $p < 0.05$  düzeyinde önemli derecede etkilendiği görülmektedir (Tablo 4).

Farklı biçim devrelerine ait hasıl verimleri Kampüs'te 4173-4920 kg da<sup>-1</sup> arasında; Aksu'da 6934-9056 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Her iki lokasyonda da en düşük hasıl verimleri salkım başlangıcı devrelerinden, en yüksek ise hamur olum devrelerinden elde edilmiştir. Hasıl verimleri salkım başlangıcından itibaren hamur olum devresine kadar sürekli artış göstermiş; önemli olmamakla birlikte hamur olum devresinden tam olum devresine geçişte bir miktar azalmıştır.

Salkım başlangıcından hamur olum devresine kadar, hem tanelerin oluşması ve giderek ağırlıklarının artması, hem de diğer bitki kısımlarında, özellikle gövdede, fotosentez ürünlerinin birikmesiyle hasıl veriminde artış meydana gelmektedir (Larcher, 1995, Chattha ve ark., 2017). Bu nedenle ilerleyen biçim devrelerinde verimin artması beklenen bir durumdur. Verimde, hamur olum devresinden sonra görülen düşüşlerin büyük kısmı yaprak kayıpları ile ona bağlı değişikliklerden, bitki bünyesindeki su oranının azalmasından ve kuş zararından ileri gelen tane kayıplarından kaynaklanmaktadır (Tolera ve ark., 1998; Açıkgöz ve ark., 2003).

Hasıl verimi yönünden lokasyonlar karşılaştırıldığında Aksu lokasyonunda hasıl veriminin (8188 kg da<sup>-1</sup>) Kampüs'ten (4600 kg da<sup>-1</sup>) önemli ölçüde yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4). İki lokasyon arasındaki verim farklılıkları başta toprak özellikleri olmak üzere diğer çevre koşullarındaki mikro değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Kampus deneme alanında

yüzeyle çok yakın olan ana kayanın traverten yapıda ve su tutma kapasitesinin çok düşük olması, kök gelişimini engelleyerek bitkinin su kullanımını olumsuz etkilemektedir. Sorgum bitkisinin verimi ile arazi kalitesi arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır (Mandal ve ark., 2001, Sauer ve ark., 2014). Bunun yanında verim, su, iklim özellikleri ve uygulanan kültürel işlemlerden de önemli derecede etkilenmektedir (Mascagni ve ark., 1991; Tolc ve ark., 1997; Muchow, 1998). Bu tip iyi drenajlı kırmızı topraklarda su depolama kapasitesinin genellikle düşük olması ve toprak derinliğinin köklenmeyi sınırlandırması nedeniyle, buralarda yetiştirilen sorgumların verimi çok düşük olmaktadır (Larcher, 1995; Tolc ve ark., 1997; Singh ve ark., 1998; Mandal ve ark., 2001). Bu çalışmadan elde edilen hasıl verimi ile ilgili sonuçlar Tansı (1989), Olufayo ve ark. (1997) ve Çakmakçı ve ark. (1999) sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

### 3.4. Kuru madde oranı

Çalışmada yıl x lokasyon ve yıl x biçim devresi etkilerinin hasıl kuru madde oranı üzerindeki etkileri önemsiz bulunurken; diğer faktörler ve etkilerinin etkisi istatistiksel anlamda  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 4). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de kuru madde oranı değerleri yönünden biçim devreleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Her iki lokasyonda en düşük kuru madde oranları salkım başlangıcı devresinde, en yüksek oranlar ise tam olum devresinde önemde tespit edilmiştir. Farklı biçim dönemleri için Kampüs ve Aksu deneme lokasyonlarında en düşük ve en yüksek kuru madde oranları sırasıyla % 19.9-% 33.0 ve % 18.6-% 31.7 olarak belirlenmiştir. Lokasyon kuru madde oranı ortalamalarında Kampüs ortalaması (% 25.6) Aksu ortalamasından (% 24.6) daha yüksek olmuştur (Tablo 4).

**Tablo 4.** Biçim dönemleri ve deneme yerlerine ait hasıl verimi, kuru madde oranı ve kuru madde verimleri<sup>1</sup>

Biçim dönemi	Hasıl verimi (kg da <sup>-1</sup> )			Kuru madde oranı (%)			Kuru madde verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	Kampüs	Aksu	Ortalama	Kampüs	Aksu	Ortalama	Kampüs	Aksu	Ortalama
SB	4173 g	6934 d	5554 D	19.9 g	18.6 h	19.2 E	827 i	1280 f	1053 A
TS	4466 f	7724 c	6095 C	22.9 f	22.3 f	22.6 D	1025 h	1718 d	1372 D
SO	4573 f	8335 b	6454 B	25.2 d	24.5 e	24.8 C	1153 g	2036 c	1595 C
HO	4920 e	9056 a	6988 A	27.1 c	25.8 d	26.4 B	1331 f	2330 b	1831 B
TO	4867 e	8889 a	6878 A	33.0 a	31.7 b	32.3 A	1599 e	2822 a	2211 A
Ortalama	4600	8188		25.6	24.6		1187	2037	
ÖD	Y: **, L: **, BD: **, YxL: **, YxBD: **, LxBD: **, YxLxBD: **			Y: **, L: **, BD: **, YxL: öd, YxBD: öd, LxBD: **, YxLxBD: **			Y: **, L: **, BD: **, YxL: **, YxBD: **, LxBD: **, YxLxBD: **		
DK, %	2.26			2.32			3.06		

<sup>1</sup>: Her bir özellik içerisinde aynı küçük harfleri taşıyan ortalamalar arasında ve aynı büyük harfleri taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur, ÖD: Önemlilik düzeyi, SB: Salkım başlangıcı dönemi, TS: Tam salkım dönemi, SO: Süt olum dönemi, HO: Hamur olum dönemi, TO: Tam olum dönemi, Y: Yıl, L: Lokasyonlar, BD: Biçim dönemi, DK: Değişim katsayısı, \*:  $p < 0.05$  düzeyinde farklılık, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde farklılık, öd: Önemli değil

Yem bitkilerinin hasat zamanında içerdiği kuru madde oranı silolama işlemi üzerinde fermantasyonun seyri, birim hacimde depolanabilecek yem miktarı, hayvanların yapılan silajı yeme istekleri, kuru madde tüketimi gibi birçok unsur üzerinde önemli etkilere sahip olduğundan, yem üretiminde, özellikle silaj yapımında, üzerinde önemle durulan kalite özelliklerinden biridir (Phipps ve Wilkinson, 1985; Kılıç, 1986; Pasha ve ark., 1994; Ball ve ark., 2001; Johnson ve ark., 2002; Weinberg ve Ashbell, 2003). Kaliteli bir silaj elde etmek için kuru madde oranının % 30-40 arasında olması önerilmektedir (Kılıç, 1986).

Çalışmada elde edilen kuru madde içerikleri yukarıdaki bilgiler ışığında değerlendirildiğinde, salkım başlangıcı ve tam salkım devrelerinde elde edilen kuru madde içeriklerinin (% 19.2 ve % 22.6) silaj yapımı için yetersiz olduğu görülmektedir (Tablo 4). Süt ve hamur olum devrelerinin kuru madde içerikleri (% 24.82 ve % 26.42) iyi bir silaj elde edebilmek için önerilen kuru madde içeriğinden daha düşük olmakla birlikte, bir süre soldurulduktan sonra siloya doldurulabilecek durumdadır. Bu çalışmada belirlenen farklı biçim devrelerine ait kuru madde oranları, biçim zamanındaki olgunlaşma aşaması ile kuru madde oranı arasında ilişki bulunduğunu ve bitkinin olgunlaşma aşaması ilerledikçe kuru madde oranının arttığını bildiren birçok araştırma sonucu ile (Açıkgöz, 1995; Al-Rokayan ve ark., 1998; Crovetto ve ark., 1998; Tolera ve ark., 1998; Çakmakçı ve ark., 1999; Di Marco ve ark., 2002; Akdeniz ve ark., 2003; Habyarimana ve ark., 2004) benzerlik göstermektedir.

### 3.5. Kuru madde verimi

Sorgum hasılının kuru madde verimi denemede ele alınan tüm faktörler ve interaksiyonlarından önemli derecede ( $p<0.01$ ) etkilenmiştir. Tablo 4 incelendiğinde kuru madde verimi yönünden hem biçim devreleri, hem de lokasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Kuru madde verimi farklı biçim devreleri için Kampüs lokasyonunda  $827 \text{ kg da}^{-1}$  ile  $1599 \text{ kg da}^{-1}$  arasında değişmiş, en düşük ve en yüksek verim sırasıyla salkım başlangıcı ve tam olum devrelerinden elde edilmiştir. Aksu lokasyonunda ise en düşük kuru madde verimi  $1280 \text{ kg da}^{-1}$  ile salkım başlangıcı devresinde, en yüksek ise  $2822 \text{ kg da}^{-1}$  ile tam olum devresinde belirlenmiştir (Tablo 4). Lokasyon ortalamalarında Aksu lokasyonunda elde edilen kuru madde verimi ( $2037 \text{ kg da}^{-1}$ ) Kampüs lokasyonundan elde edilen kuru madde veriminden ( $1187 \text{ kg da}^{-1}$ ) önemli düzeyde daha yüksek olmuştur.

Çalışma sonunda elde edilen biçim devrelerine ait kuru madde verimi ortalamaları incelendiğinde, biçim devreleri boyunca olgunlaşma aşamasının ilerlemesiyle kuru madde veriminin doğrusala yakın bir şekilde arttığı görülmektedir. Kuru madde verimi, hasıl verimi ile kuru madde oranı değerlerinden hesaplandığı için biçim dönemleri ilerledikçe bu özelliklerde görülen değişimlere paralel bir artış göstermiştir. Birçok araştırmacı, bu çalışmada olduğu gibi, olgunlaşma aşamasının ilerlemesiyle yem bitkilerinde kuru madde veriminin arttığını belirtmektedir (Açıkgöz 1995; Çakmakçı ve ark., 1999). Bu çalışmada lokasyonlar arasındaki verim farklılıklarının olası nedenleri hasıl veriminde tartışılmıştır. Çalışmada elde edilen biçim devrelerine ait ortalama kuru madde verimi değerleri Powell ve ark., (1991) ve Blümmel ve ark., (2003)'ün bildirdikleri kuru madde verimleri ile benzerlik göstermektedir.

## 5. Sonuçlar

Yürütülen çalışma sonunda sorgumun hasıl veriminin ve verim öğelerinin bitkinin yetiştirildiği lokasyondan ve biçim devresinden önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki lokasyonda da sorgum bitkisinin hamur olum devresinde biçilmesinin uygun olduğu; lokasyonlar arasında ise Aksu lokasyonunun sorgum yetiştiriciliği için Kampüs lokasyonundan daha elverişli olduğu ortaya konmuştur.

Bu çalışmanın sonuçları, belirli bir ekolojide sorgum yetiştiriciliğinde yüksek verim için uygun biçim devresinin belirlenmesi yanında; uygun arazi seçiminin de çok önemli olduğunu göstermiştir. Ortaya konan bu sonuçlardan yararlanarak, sorgum yetiştirilen bölgelerde arazi seçimine dikkat edilmesi ve uygun devrede biçim yapılması daha yüksek verim alınmasına ve aynı zamanda üretim girdilerinin de daha etkin kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

## Teşekkür

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından "2001.01.0121.015" No'lu proje ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 1995. Yembitkileri. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 7-025-0210, Bursa.
- Açıkgöz, E., Turgut, İ., Filya, İ., 2003. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul.
- Akdeniz, H., Karlı, M.A., Nursoy, H., Yılmaz, İ., 2003. Bazı tane sorgum çeşitlerinin besin madde kompozisyonu ve sindirilebilir kuru madde veriminin

- belirlenmesi. *Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi*, 27(6): 1349-1355.
- Al-Rokayan, S.A., Naseer, Z., Chaudhry, S.M., 1998. Nutritional quality and digestibility of sorghum-broiler litter silages. *Animal Feed Science and Technology*, 75(1): 65-73.
- Amzallag, G.N., Seligmann, H., 2000. Plant to plant interactions during physiological adaptation to salinity in *Sorghum bicolor*. *Israel Journal of Plant Sciences*, 48(4): 247-254.
- Anonim, 2001. Genel Tarım Sayımı, Tarımsal İşletmeler (Hanehalkı) Anketi. (www.tuik.gov.tr/IcerikGetir.do?%3Fistab\_id%3D56), (Erişim tarihi: 12.05.2018).
- Anonim. 2017. Hayvansal Üretim İstatistikleri, Haziran 2017. (http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24656), (Erişim tarihi: 12.05.2018).
- Anonim. 2018. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2017. (http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27585), (Erişim tarihi: 12.05.2018).
- Anonymous, 2016. FAOSTAT Statistical Database. (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC), (Erişim tarihi: 12.05.2018).
- Argillier, O., Barriere, Y., Traineau, R., Emile, J.C., Hebert, Y., 1997. Genotype x environment interactions for digestibility traits in vivo measurements with standard sheep. *Plant Breeding*, 116(5): 423-427.
- Aslangiray, C., Tansı, V., Sağlamtimur, T., 1991. Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) ve sorgum (*Sorghum sp.*) tür ve çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre biyolojik üretimlerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Türkiye 2. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri Kongresi*, 28-31 Mayıs, İzmir, s. 369-378.
- Avcıoğlu, R., Soya, H., Geren, H., Cevheri, A.C., 1998. Ege Bölgesinde çayır-mer'aların durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi*, 7-11 Eylül, Aydın, s. 235-349.
- Ayan, İ., Acar, Z., Manga, İ., Özyazıcı, M.A., 1997. Samsun koşullarında engebeli ve yüzlek topraklarda sulanmaksızın bazı çok yıllık yembitkileri karışımlarının yetiştirilebilme olanakları üzerinde bir araştırma. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25 Eylül, Samsun, s. 386-390.
- Ayana, A., Bekele, E., 2000. Geographical patterns of morphological variation in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm from Ethiopia and Eritrea: quantitative characters. *Euphytica*, 115(2): 91-104.
- Aydın, G., Grant, R.J., O'Rear, J., 1999. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 82(10): 2127-2135.
- Ball, D.M., Collins, M., Lacefield, G.D., Martin, N.P., Mertens, D.A., Olson, K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J., Wolf, M.W., 2001. Understanding Forage Quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL.
- Bhale, N.L., Borikar, S.T., 1982. Male-sterile single crosses for hybrid seed production in grain sorghum. *Seed Science & Technology*, 10(3): 373-378.
- Blümmel, M., Zerbini, E., Reddy, B.V.S., Hash, C.T., Bidinger, F., Ravi, D., 2003. Improving the production and utilization of sorghum and pearl millet as livestock feed: Methodological problems and possible solutions. *Field Crops Research*, 84(1-2): 123-142.
- Bruinenberg, M.H., Valk, H., Korevaar, H., Struik, P.C., 2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from semi-natural grasslands: A Review. *Grass and Forage Science*, 57(3): 292-301.
- 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.
- Cherney, D.J.R., Mertens, D.R., Moore, J.E., 1990. Intake and digestibility by wethers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. *Journal of Animal Science*, 68(1): 4387-4399.
- Crovetto, G.M., Galassi, G., Rapetti, L., Sandrucci, A., Tamburini, A., 1998. Effect of the stage of maturity on the nutritive value of whole crop wheat silage. *Livestock Production Science*, 55(1): 21-32.
- Curt, M.D., Fernandez, J., Martine, M., 1998. Productivity and radiation use efficiency of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Cv. Keller in Central Spain. *Biomass and Bioenergy*, 14(2): 169-178.
- Çakmakçı, S., Gündüz, İ., Çeçen, S., Aydınoglu, B., Tüsüz, M.A., 1999. Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'un silajlık kullanımında farklı biçim devrelerinin verim ve kalite üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(3): 603-611.
- Di Marco, O.N., Aello, M.S., Nomdedeu, M., Van Houtte, S., 2002. Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). *Animal Feed Science and Technology*, 99(1-4): 37-43.
- Delciotti, I., Mambelli, S., Grandi, S., Venturi, G., 1998. Comparison of two sorghum genotypes for sugar and fiber production. *Industrial Crops and Products*, 7(2-3): 265-272.
- Fageria, N.H., Baligar, V.C., Jones, C.A., 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Second Edition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Filya, İ., 2002. Laktik asit bakterisi inokulantlarının mısır ve sorgum silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 26(4): 815-823.
- Geren, H., Kır, B., Ereku, O., Cevheri, A.C., 1998. Silaj yapımı ve kalitesini belirleme yöntemleri. *Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi*, 7-11 Eylül, Aydın, s. 272-279.
- Getachew, G., Putnam, D.H., De Ben, C.M., De Peters, E.J., 2016. Potential of sorghum as an alternative to corn forage. *American Journal of Plant Sciences*, 7: 1106-1121.
- Habyarimana, E., Bonardi, P., Laureti, D., Di Bari, V., Cosentino, S., Lorenzoni, C., 2004. Multilocational evaluation of biomass sorghum hybrids under two



- stand densities and variable water supply in Italy. *Industrial Crops and Products*, 20(1): 3-9.
- Holou, R.A.Y., Stevens, G., 2012. Juice, sugar, and bagasse response of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. M81E) to N fertilization and soil type. *Global Change Biology Bioenergy*, 4(3): 302-310.
- Johnson, L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Robutti, J.L., Swift, M., 2002. Corn silage management I: Effects of hybrid, maturity and mechanical processing on chemical and physical characteristics. *Journal of Dairy Science*, 85(4): 833-853.
- Kaufman, R.C., Wilson, J.D., Bean, S.R., Xu, F., Shi, Y.C., 2017. Sorghum starch properties as affected by growing season, hybrid, and kernel maturity. *Journal of Cereal Science*, 74: 127-135.
- Kılıç, A., 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, Bornova-İzmir.
- Kipnis, T., 2001. Production of high quality forage sorghum under limited water supply. *Turkey-Israeli Workshop on Silage and By-Products for High Lactating Cows*, July 24-26, Bet Degan, Israel, s. 39-41.
- Larcher, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*. Third Edt. Springer-Verlag, Berlin.
- Mandal, D.K., Mandal, C., Velayutham, M., 2001. Development of a land quality index for sorghum in Indian Semi-arid Tropics (SAT). *Agricultural Systems*, 70(1): 335-350.
- Mascagni, H.J., Keisling, T.C., Sabbe, W.E., 1991. Nitrogen efficiency of grain sorghum grown on flat and raised seedbeds on poorly drained soil. *Journal of Plant Nutrition*, 14(10): 1119-1131.
- Mastrorilli, M., Katerji, N., Rana, G., 1999. Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. *European Journal of Agronomy*, 11(3-4): 207-215.
- McGinty, D.D., 1972. Sorghum in animal nutrition. In: C. Sullivan, N.G.P. Rao, L.R. House (Eds.), *Sorghum in Seventies*, Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, s. 465-485.
- Muchow, R.C., 1998. Nitrogen utilization efficiency in maize and grain sorghum. *Field Crops Research*, 56(1-2): 209-216.
- Olufayo, A.A., Ruele, P., Baldy, C., Aidaoui, A., 1997. Biomass of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) under variable water regime. *Biomass and Bioenergy*, 12(5): 383-386.
- Özen, N., 1991. Türkiye hayvancılığının sorunları ve bunların çözümü için öneriler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1): 141-154.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., Sağlam, M., 2013. Artvin ilinde yonca (*Medicago sativa* L.) tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(2): 225-238.
- Pasha, T.N., Prigge, E.C., Russell, R.W., Bryan, W.B., 1994. Influence of moisture content of forage diets on intake and digestion by sheep. *Journal of Animal Science*, 72(9): 2455-2463.
- Phipps, R., Wilkinson, M., 1985. *Maize Silage*. Chalcombe Publications, 13 High Woods Drive, Marlow Bottom, Marlow, Bucks SL73PU.
- Powell, J.M., Hons, F.M., McBee, G.G., 1991. Nutrient and carbohydrate partitioning in sorghum stover. *Agronomy Journal*, 83(6): 933-937.
- Rego, T.J., Monteith, J.L., Singh, P., Lee, K.K., Rao, V.N., Srirama, Y.V., 1998. Response to fertilizer nitrogen and water of post-rainy season sorghum on a vertisol. 1. Biomass and light interception. *Journal of Agricultural Science*, 131(4): 417-428.
- Sauer, S.M., Johnson, J.J., McMaster, G.S., Vigil, M.F., 2014. Agronomic factors affecting dryland grain sorghum maturity and production in Northeast Colorado. *Agronomy Journal*, 106(6): 2001-2012.
- Sher, A., Hassan, F.U., Ali, H., Hussain, M., Sattar, A., 2016. Enhancing forage quality through appropriate nitrogen dose, seed rate and harvest stage, in sorghum cultivars grown in Pakistan. *Grassland Science*, 63(1): 15-22.
- Singh, P., Monteith, J.L., Lee, K.K., Rego, T.J., Wani, S.P., 1998. Response to fertilizer nitrogen and water of post-rainy season sorghum on a vertisol. 2. Biomass and water extraction. *Journal of Agricultural Science*, 131(4): 429-438.
- Tansı, V., 1989. An investigation on the effect of the seeding rates on the yields of sudangrass and sorghum x sudangrass hybrids in Çukurova. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4: 25-37.
- Tolera, A., Sundstol, F., Said, A.N., 1998. The effect of stage of maturity on yield and quality of maize grain and stover. *Animal Feed Science and Technology*, 75(2): 157-168.
- Tolk, J.A., Howell, T.A., Steiner, J.L., Evett, S.R., 1997. Grain sorghum growth, water use, and yield in contrasting soils. *Agricultural Water Management*, 35(1-2): 29-42.
- Turan, N., Altuner, F., 2014. Van ilinde kaba yem üretim potansiyeli, sorunlar ve çözüm önerileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1): 91-97.
- Turan, N., Özyazıcı, M.A., Tantekin, G.Y., 2015. Siirt ilinde çayır mera alanlarından ve yem bitkilerinden elde edilen kaba yem üretim potansiyeli. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1): 69-75.
- Weinberg, Z.G., Ashbell, G., 2003. Engineering aspects of ensiling. *Biochemical Engineering Journal*, 13(2-3): 181-188.
- Yurdakul, O., Akdemir, Ş., Yeniçeri, C., 1989. Aşağı Seyhan Ovasında süt sığırcılığının yapısal değişimi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(5): 38-45.
- Zerbini, E., Thomas, D., 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in South Asia through genetic enhancement. *Field Crops Research*, 84(1-2): 3-15.