

Diyarbakır koşullarında farklı tatlı sorgum çeşitlerinin biyokütle verimi ve silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi

Determination of biomass yield and silage quality characteristics of different sweet sorghum varieties in Diyarbakır condition

Suat KAPLAN¹ , Celal YÜCEL² , Muzaffer DENLİ³ 

¹Şırnak Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şırnak, Türkiye.

²Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şırnak, Türkiye.

³Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
Article history: Recieved / Geliş: 13.11.2024 Accepted / Kabul: 16.12.2024 Anahtar Kelimeler: Tatlı sorgum Verim Çeşit Silaj Kalite Keywords: Sweet sorghum Yield Cultivar Silage Quality ✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Celal YÜCEL celalyucel@sirnak.edu.tr Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.  	Bu araştırma, Diyarbakır koşullarında bazı tatlı sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> var. <i>saccharatum</i> (L.) Mohlenbr.) çeşitlerinin biyokütle verimi ile silaj kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Hasat, bitkinin salkımdaki tanelerin süt-hamur olum döneminde yapılmıştır. Araştırmada çeşitlere bağlı olarak, bitki boyunun 326.1-373.7 cm, sap kalınlığının 19.20-21.43 mm, bitkideki yaprak sayısının 13.55-14.40 adet, yaş ot (hasıl) veriminin 8785.7-11635.7 kg da⁻¹ ve kuru madde veriminin 2698.6-3496.5 kg da⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca önemli silaj kalite özelliklerinde pH değeri 4.18-4.59, HP oran %2.06-2.91, ham kül içeriği %7.55-9.43, ham selüloz oranı %24.40-31.04, nişasta içeriği %7.46-10.70, NDF %47.23-59.33, ADF içeriği %29.96-39.05, ADP oranı %0.38-0.86, sindirilebilir kuru madde oranı %58.74-65.76, kuru madde tüketimi %2.05-2.54, nispi yem değeri 94.1-129.6, net enerji laktasyon içeriği 1.34-1.46 Mkal kg⁻¹, Mg %0.27-0.36, Ca %1.09-1.20 ve P içeriği %0.19-0.21 arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak araştırma sonuçlarımız No91, M81E ve Topper-76 sorgum çeşitlerinin kuru madde verimi açısından, Roma ve Ramada çeşitlerinin ise silaj kalite özellikleri bakımından ilk sıralarda yer aldığını göstermiştir. ABSTRACT This research was carried out to determine the biomass yield and silage quality characteristics of certain sweet sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> var. <i>saccharatum</i> (L.) Mohlenbr.) varieties in Diyarbakır conditions. Plant material was harvested during the milk-dough maturation period of the grains in the panicle of the plant. In the research, although it varies depending on the varieties, the plant height was 326.1-373.7 cm, the stem thickness was 19.20-21.43 mm, the number of leaves was 13.55-14.40 number plant⁻¹, the biomass yield was 8785.7-11635.7 kg da⁻¹ and the dry matter yield was 2698.6-3496.5 kg da⁻¹. In addition, it was determined that pH varied between 4.18 and 4.59, CP content between 2.06 and 2.91%, crude ash between 7.55 and 9.43%, crude fiber between 24.40 and 31.04%, starch content between 7.46 and 10.70%, NDF between 47.23 and 59.33%, ADF between 29.96 and 39.05%, ADP between 0.38 and 0.86%, digestible dry matter ratio between 58.74 and 65.76%, dry matter intake between 2.05 and 2.54%, relative feed value between 94.1 and 129.6, and net energy lactation between 1.34 and 1.46 Mcal kg⁻¹, Mg between 0.27 and 0.36%, Ca between 1.09 and 1.20% and P between 0.19 and 0.21%. In conclusion, our results showed that the No91, M81E, and Topper-76 sorghum varieties stood out in terms of dry matter yield, while the Roma and Ramada varieties ranked highest in terms of silage quality characteristics.
Cite/Atıf	Kaplan, S., Yücel, C., & Denli, M. (2025). Diyarbakır koşullarında farklı tatlı sorgum çeşitlerinin biyokütle verimi ve silaj kalite özelliklerinin saptanması. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 30 (2), 277-292. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1583524

GİRİŞ

Tatlı sorgum, yem amaçlı olarak kullanımının yanısıra taneleri gıda ve enerji bitkisi olarak çok farklı kullanımı olan sıcak mevsim C4 buğdaygil bitkisidir. Tatlı sorgum, yüksek sıcaklığa ve kuraklığa toleransının yanısıra (Reddy & Sanjana, 2003), hızlı büyüme özelliğine sahip olması, sapında yüksek miktarda şeker içermesi ve bunun etanol amacıyla kullanılması (Yücel ve ark., 2022) ve biyokütle veriminin yüksek olması (İnal ve ark., 2021) gibi önemli avantajlara sahip bir türdür. Tatlı sorgum, uygun yetiştirilme şartlarında kısa sürede 400-500 cm boya ulaşmakta, dekara 4.5 ile 11.0 ton arasında biyokütle verimi (Dweikat, 2020) ve dekara 2.16 ile 6.29 ton arasında kuru madde verimi vermektedir (İnal ve ark., 2021). Ayrıca Çukurova Bölgesi ikinci ürün kısıtlı sulama koşullarında bile 3662 kg da⁻¹ hasıl verimi alındığı bildirilmektedir (Dündar ve ark., 2019). Sorgumun diğer bir avantajında, biçildikten sonra özellikle gübreleme uygulandığında yeniden büyüebilme yeteneğinde olmasıdır (Afzal ve ark., 2012). Sorgum melezleri, farklı biçim dönemlerinde tarımsal özelliklerinde değişiklikler gösterebilmekte, yeniden büyüme döneminde sap oranında artma ve salkım yüzdesinin azalması sonucunda bitkilerin besin değerinin de azalmasına neden olabilmektedir (Perazzo ve ark., 2017). Tatlı sorgum özsuğu sıkılarak etanol elde edilmekte (Jacques ve ark., 1999; Yücel ve ark., 2022), tüm bitki ile silaj yapılarak hayvan yemi olarak değerlendirilmekte (Yücel, 2020; Yücel & Erkan, 2020), saplarda özsuğu alındıktan sonra geriye kalan posa silaj yapılarak (Jafarina ve ark., 2005; Yücel ve ark., 2023) hayvan besleme de kullanılmakta, biyokütlesinde selülozik etanol elde edilmekte (Aksoy ve ark., 2023; Çelik ve ark., 2023) ve kuru maddesi pelet yapılarak (Dok ve ark., 2022) enerji amaçlı kullanılmaktadır.

Sorgum bitkisi silaj yapılacaksa en uygun biçim zamanının, salkımdaki tanelerin orta hamur döneminde, silajın sığırlara yedirilmesi durumunda biraz daha geç dönemde hasat edilmesi önerilmektedir (Undersander ve ark., 2003). Atış ve ark. (2012) yemlik sorgumun hasat zamanının, yüksek verim ve yem kalitesi açısından fizyolojik olgunlaşma aşamasının olduğunu, ancak lignin içeriğini artırmak içinde hamur olum aşamasında da hasat edilebileceğini bildirmektedirler.

Tatlı sorgum, sapsaplarında bulunan özsuğunda yüksek oranda suda çözünür karbonhidrat (SÇK) içermesinden dolayı yüksek enerji içeriğine sahip yemler grubunda yer almaktadır (Kaiser ve ark., 2004). Tatlı sorgum, birim alanda yüksek biyokütle verimi bakımından yemlik sorgum ile aynı olabilmekte, ancak tatlı sorgumun daha yüksek SÇK içeriğine sahip olması sebebiyle alternatif bir silaj bitkisi olduğu bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2015). Sorgum, silajlık mısır gibi yüksek biyokütle verimine sahip bir tür olup (Fribourg, 1995; Rooney ve ark., 2007; Yücel ve ark., 2015; Yücel ve ark., 2018), düşük tampon kapasitesi ve yüksek SÇK içeriği nedeniyle silaj için yaygın kullanılan tropikal bitkiler olduğu ifade edilmektedir (Stuart, 1984; McDonald ve ark., 1991). Sorgum silajı, mısır silajıyla karşılaştırıldığında sorgum silajı, daha düşük nişasta içeriğine ve nispeten daha yüksek şeker içeriğine sahip olması nedeniyle süt ineklerinde daha yüksek yem alımını sağlayabilmektedir (Broderick & Radloff, 2004). Tatlı sorgumun sahip olduğu yüksek şekerin, sindirimi ve yemin emilmesi daha kolay olmakta ve diyetteki çözünür şeker oranının artırılması ile süt ineklerinde asidoz riskini azaltmaktadır (Penner & Oba, 2009). Bu nedenle süt ineklerinin enerji kullanımı ve iştahı açısından bakıldığında sorgum silajının, mısır silajına göre daha iyi olabileceği düşünülmektedir. Mısır silajının yerine sorgum silajının verilmesi, süt verimini ve yağ miktarını arttırabilmekte, süt inekleri için sorgum silajının uygun olduğuna ve mısır silajının, %75 sorgum silajı ile değiştirilmesinin uygun olduğu da bildirilmektedir (Lv ve ark., 2023). Tatlı sorgum silajının, özellikle dünya çapında suyun kısıtlı olduğu bölgelerde süt sığırlarında süt üretimini desteklemek için kabul edilebilir bir yem maddesi olabileceği bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2024). Ayrıca, tatlı sorgum saf yetiştirilmesinin yanısıra Maş fasulyesi (Ertekin & Yılmaz, 2022) ve fasulye (Durul, 2016) gibi baklagillerle karşım olarak yetiştirilerek birim alandan daha yüksek kalitede yem elde edilmektedir. Sorgum ve mısırın birlikte silaj yapılması ile besin ve silaj fermantasyon kalitesini iyileştirmenin mümkün olacağı da bildirilmektedir (Esen ve ark., 2022).

Bu çalışma, tatlı sorgumun M81E, Roma, Ramada, Topper 76 çeşitlerinin yanısıra ve No91 hattının, Diyarbakır ikinci ürün koşullarında hasıl verimi ve önemli silaj kalite özelliklerinin saptanması için sürdürülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada, tatlı sorgumun (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Roma, Ramada, Topper 76, M81E çeşitleri ve No91 (USDA, Tayvan) hattı bitki materyali olarak yer almışlardır. Söz konusu materyaller, TÜBİTAK 114O945 nolu projeden temin edilmiştir. Çukurova ve GAP koşullarında yürütülen çalışmalarda; M81E çeşinin ve No91 hattının diğer çeşitlere göre daha geç olgunlaştığı, bitki boyu yüksek, yaş ve kuru ot veriminin yüksek ve yem kalite özelliklerinin diğer çeşitlere göre düşük; Roma, Ramada, Topper 76 çeşitlerinde geçci, bitki boyu ve biyokütle verimlerinin diğer çeşitlere göre daha düşük ve bazı yem kalite özelliklerin ise daha iyi olduğu bildirilmiştir (Yücel ve ark., 2018).

Araştırma yerinin bazı toprak ve iklim özellikleri

Çalışmanın sürdürüldüğü alanda 0-15 ve 15-30 cm gibi farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinin; pH'nın 7.6 ile 7.8 arasında, toplam tuz içeriğinin %0.01 ile 0.02, N içeriğinin %0.10 ile 0.20, organik karbonun %0.60 ile 0.80, fosforun 6 ile 8 mg kg⁻¹ arasında, kireç içeriğinin %10 ile 12 arasında, kum içeriğinin %10 ile 15, silt içeriğinin %35 ile 40 ve kil içeriğinin ise %45 ile 50 aralığında olduğu ve toprak yapısının killi-tın (CL) olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2020a).

Araştırmanın yürütüldüğü döneme ait ortalama sıcaklığın 25.8 ile 30.7 °C arasında değiştiği, Temmuz ve Ağustos aylarına ait ortalama sıcaklığın ise sırasıyla 30.7 °C ve 30.6 °C olduğu ve Haziran-Ekim dönemindeki ortalama sıcaklığının 26.02 °C olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Haziran-ekim dönemine ait ortalama nispi nem oranının %22.0 ile 44.0 arasında olduğu ve nispi nemin ekim ayında yüksek, Temmuz ve Ağustos aylarında ise daha düşük olduğu görülmektedir. Çizelge 1'de görüleceği üzere, vejetasyon süresindeki toplam yağış miktarının 69 mm olduğu ve yağışın büyük çoğunluğunda (44 mm) bitkilerin hasat olgunluğuna denk geldiği, ekim ayında tespit edilmiştir (Anonim, 2020b).

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü Diyarbakır iline ait iklim değerleri

Table 1. Climatic values Diyarbakır province, where the research was conducted

İklim Parametreleri	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ort./Toplam
Ort. Sıcaklık (°C)	25.8	30.7	30.6	25.1	17.9	26.02
Ort. Minimum Sıcaklık (°C)	18.0	22.5	22.4	17.6	11.9	18.48
Ort. Maksimum Sıcaklık (°C)	32.6	37.6	37.8	32.4	24.5	32.98
Yağış (mm)	10.0	1.0	1.0	8.0	49.0	69.00
Nispi Nem (%)	30.0	22.0	22.0	27.0	44.0	29.0
Yağmurlu Günler (g.)	2.0	0.0	0.0	1.0	5.0	3.5

Metod

Bu araştırma, Diyarbakır Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Alanında, Haziran 2020'de, tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak sürdürülmüştür. Ekimler, her parsel (çeşit) 4 sıra, 70 x 10 cm sıra arası ve sıra arası üzeri olacak şekilde elle yapılmıştır. Ekim işleminden önce dekara saf 5 kg N ve P₂O₅ ve bitkiler 40-50 cm olduğunda dekara saf 5 kg üre formunda N uygulanmıştır. Yetiştirme süresince ihtiyaç olduğu zamanda sulama yapılmış, yabancı ot mücadelesi mekanik olarak yapılmış ve belli sürelerde de çapalama işlemleri yapılmıştır. Hasat, her çeşitin salkımlardaki tanelerin süt-hamur olum dönemine denk geldiği (Yücel ve ark., 2018) ekim ayının ilk haftasında yapılmıştır. Hasatta her parseldeki 4 sıranın ortadaki 2 sırası biçilerek yaş ağırlık belirlenmiştir. Biçilen her parselde tesadüfi olarak seçilen salkımlı 5'er bitkide bitkisel özellikler belirlendikten sonra, aynı bitkilerle silaj yapılmıştır. Araştırmada önemli bitkisel özelliklerden bitki boyu, sap kalınlığı, bitkide yaprak sayısı, yaş ve kuru ot

verimi gibi özellikler; Anonim (2010) ve Yücel ve ark. (2018) tarafından uygulanan yöntemlere göre belirlenmiştir. Ayrıca, her parselde alınan 0.5-1.0 kg yaş bitki materyali 15-20 cm uzunluğunda olacak şekilde kurutma dolabında 65 °C'de ağırlığı sabitleşinceye kadar kurutulup kuru ot ağırlıkları belirlenmiş ve bu oranların yaş ot verimi ile çarpımında ise kuru madde verimleri hesaplanmıştır.

Yem kalite analizleri

Her parselde alınmış olan bitkiler 3-5 cm uzunluğunda küçültüldükten sonra, 3 kg kapasiteli plastik bidonlarda silaj yapılmış ve 60 gün süre ile oda koşullarında muhafaza edilmiştir. Fermantasyonun tamamlandığı 60 günlük süre sonucunda açılan her kapta alınmış olan 10 g silaj numunesi 100 ml ye tamamlanacak şekilde saf su ilave edilmiş ve 10 dakika çalkalama süresi sonunda süzükler alınarak dijital pH-metre ile pH değerleri belirlenmiştir. Ayrıca açılan silajlarda; alınan 100 g yaş numune, 65 °C'de ağırlığı sabitleşinceye kadar kurutulan silaj örnekleri, 1-2 mm eleklerle sahip değirmende öğütülmüş ve kalite analizlerine hazırlanmıştır.

Silaj örneklerin ham protein oranının (HP) tespitinde Kjeldahl metodu kullanılmıştır (Kjeldahl, 1883). Ham protein oranı $N \times 6.25$ formülü ile belirlenmiştir (AOAC, 1990). Silajların ham selüloz içeriği, önce yemin belli konsantrasyonlardaki asit ve sonra ise alkali ile kaynatılıp ve daha sonrada asetonla yıkanarak kurutulması ve yakılması sonucunda belirlenmiştir. Yemlerin nişasta içeriğinin tayininde, TS ISO 6493 standardına göre iki aşamalı olarak yapılmıştır (Anonim, 2004).

Yemlerin %NDF ve %ADF analizleri Van Soest ve ark. (1991) belirlemiş olduğu metodlarla ANKOM lif analiz cihazı ile saptanmıştır (Ankom, 2004). Silaj kalite analizleri, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni bölümünde yapılmıştır. Sindirilebilir kuru madde oranı (SKMO), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri (NYD), Schroeder (1994)'in önerdiği formüle göre belirlenmiştir.

$$SKMO = 88.9 - (0.779 \times \% ADF) \quad (1)$$

$$KMT = 120 / \%NDF \quad (2)$$

$$NYD = (\% SKMO \times \% KMT) / 1.29 \quad (3)$$

Sorgum silajı için net enerji laktasyon (NEL) ($Mcal\ kg^{-1}$) $= 1.892 - (0.0141 \times ADF)$ formülünden hesaplanmıştır (Anonim, 2018).

Mineral madde analizleri için örnekler, TS 3606'da belirtilen kuru yakma metodu yöntemine göre kül fırınında 500-550 °C'ye kadar yakılmış ve elde edilen küller nitrik asit çözeltisi ile çözündürülmüştür. 1 N nitrik asit çözeltisi ile de 100 ml'lik plastik şişelere kantitatif olarak aktarılmış ve örneklerin Ca, Mg ve P konsantrasyonları, Dicle Üniversitesi Merkez Laboratuvarında Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazı (Thermo Solaar AAS Spectrometry, Type M6 MK2, UK) ile farklı dalga boylarında ölçülmüştür.

Araştırmada elde edilen verilerin analizleri, SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde varyans analizi (General Linear Model) Anova yöntemi, ortalamalar arasında görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Tukey's testi kullanılmıştır ($P < 0.05$).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ot verimi ve verim ile ilişki bitkisel özellikler

Araştırmada saptanan hasıl verimi ve verimle ilişkili özelliklerin varyans analizleri sonucunda sorgum çeşitlerinin yalnızca bitki boyu bakımından istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Bitki boyu (cm): Çeşitlerin bitki boyu ortalamaları 326.1 ile 373.7 cm arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu No91 hattında saptanırken, en düşük bitki boyu ise Ramada çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Ayrıca, Ramada çeşidi hariç, diğer çeşitlerin bitki boyu bakımından istatistiki olarak aynı grupta ve ilk sıralarda yer aldıkları görülmektedir (Çizelge 2). Tatlı sorgum bitki boyunun Konya koşullarında 199 ile 226 cm arasında değiştiği (Acar & Akgün, 2009), Çukurova koşullarında 216.1-450.5 cm arasında değiştiği (Yücel ve ark., 2018) ve Hindistan koşullarında 93-440 cm arasında değiştiği (Subramanian, 2013) bildirilmektedir. Çalışmada elde edilen bitki boyu ortalamalarının, Konya koşullarında yürütülen çalışma hariç, diğer çalışmalarda elde edilen ortalamalar arasında yer aldığı görülmektedir. Bu durum, yetiştirme koşullarındaki toplam sıcaklık kadar, yetiştirme teknikleri ve araştırmada yer alan genotiplerin farklı olmasından da kaynaklanmış olabilir.

Sap kalınlığı (mm): Çeşitlerin sap kalınlığının 19.20 ile 21.43 mm arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 2). Önceki çalışmalarda elde edilen sap kalınlığının; Yücel ve ark. (2018) Çukurova koşullarında çeşitlere göre 18.53-28.73 mm arasında değiştiğini, Turhollow (1994) sap kalınlığının 45 mm den daha fazla olduğunu, Subramanian (2013) sap kalınlığının 8-27 mm arasında değiştiğini bildirmektedir. Sap kalınlığının bitki boyuna paralel olarak değiştiği, bitki boyu yüksek olan genotiplerin genelde sap kalınlıklarında yüksek olabilmektedir. Ayrıca genotiplere göre değişmekle birlikte bitkinin yetiştirildiği ekolojilerdeki iklim parametreleri de sap kalınlığı üzerine önemli etkide bulunmaktadır.

Bitkide yaprak sayısı (adet): Bitki başına yaprak sayısının çeşitlere göre 13.55-14.40 adet arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 2). Bitkide yaprak sayısının fazla olması yem kalitesi açısından istenilen bitkisel özelliklerinin başında gelmektedir. Buğdaygillerde yaprakların, saplara göre daha fazla HP içerdiği ve sindirilebilir oranın yüksek olduğu bilinmektedir. Tatlı sorgum genotiplerinin sap/yaprak oranının GAP ve Çukurova koşullarında sırasıyla 6.52 ile 13.90; 4.88-14.69 arasında değiştiği rapor edilmektedir (Yücel ve ark., 2018). Acar ve Akgün (2009) Konya koşullarında bitkideki yaprak sayısının 9.2 ile 9.7 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Grassi ve ark. (2002) hasat olgunluğundaki tatlı sorgum bitkisinin yaklaşık olarak %75' inin sap olduğu ve %10'ununda yaprak olduğunu bildirilmektedirler.

Hasıl verimi (kg da⁻¹): Çeşitlerin hasıl (yaş ot) verimlerin 8785.7-11635.7 kg da⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. M81E, No91 ve Topper 76 çeşitlerin diğer çeşitlerden daha yüksek verimli oldukları ve birim alandan yaklaşık olarak 11 tonun üzerinde yaş ot verimine sahip oldukları belirlenmiştir. Bitki boyu uzun olan çeşitlerin, genelde biyokütle verimlerinin de yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Yücel ve ark. (2018) tarafından da benzer sonuçlar verilmektedir. Hasıl verim ile çiçeklenme süresi ve bitki boyu arasında (İyanar ve ark., 2010), bitki boyu ile hasıl ve kuru ot verimi arasında da önemli ve pozitif ilişkilerin olduğu bir çok çalışmada da vurgulanmıştır (Ali ve ark., 2008; Murray ve ark., 2009; Vendruscolo ve ark., 2016). Korpos ve ark. (2008) Macaristan koşullarında tatlı sorgumun hasıl veriminin dekara 8-10 ton olduğunu, Yücel ve ark. (2018) tatlı sorgum çeşitlerinin hasıl veriminin GAP koşullarında dekara 13.9 ile 22.5 ton arasında ve Çukurova koşullarında ise dekara 7.18 ile 24.6 ton arasında değiştiğini, Acar ve Akgün (2009) Konya koşullarında hasıl verimin dekara 7.20-8.08 ton aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Kuru madde verimi (kg da⁻¹): Çeşitlerin dekara kuru madde verimlerin 2698.6-3496.5 kg da⁻¹ aralığında olduğu belirlenmiştir. Yaş ot verimlerinde olduğu gibi M81E, No91 ve Topper 76 çeşitlerin diğer çeşitlerden daha yüksek verime sahip oldukları ve birim alandan yaklaşık olarak 3.3 tonun üzerinde kuru madde verimine sahip oldukları belirlenmiştir. Yaş ot verimi ve bitki boyu yüksek olan çeşitlerin genelde kuru madde verimlerinin de yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Yaş ot verimi ile kuru ot verimi arasında olumlu ve önemli ilişkinin olduğu bildirilmektedir (Audilakshmi ve ark., 2010; İyanar ve ark., 2010; Keskin ve ark., 2018; Yücel ve ark., 2018). GAP koşullarında kuru madde veriminin 3654.7 ile 6628.6 kg da⁻¹ arasında ve Çukurova koşullarında 2159 ile 6290 kg da⁻¹ arasında değiştiği

rapor edilmiştir (Yücel ve ark., 2018). Ayrıca, önceki çalışmalarda kuru ot veriminin dekara 2.53-3.08 ton arasında değiştiği bildirilmektedir (Turgut ve ark., 2005; Bellmer ve ark., 2010; Ekefre ve ark., 2017; Perazzo ve ark., 2017). Rosa ve ark. (2022) Brezilya koşullarında farklı tatlı sorgum çeşitlerinin KM veriminin 10.26-24.53 t ha⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlar.

Araştırmada saptanan yaş ve kuru ot verimlerinin önceki çalışmalarda elde edilen bazı çalışmalarla benzerlik gösterdiği ve bazı çalışmalardan ise farklı oldukları görülmektedir. Önceki çalışmalarda görüleceği üzere bu farklılıkların, çalışmalarda kullanılan materyallerin farklı olması, yetiştirme tekniklerinin (sulama, gübreleme ve ekim sıklığı gibi) farklı olmasının yanı sıra, özellikle toplam sıcaklık değerlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Tatlı Sorgum çeşitlerinin verim ve verimle ilişkili saptanan özellikleri

Table 2. Yield and yield-related characteristics of Sweet Sorghum varieties

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)	Sap Kalınlığı (mm)	Bitkide Yaprak Sayısı (adet)	Hasıl Verim (kg da ⁻¹)	Kuru Madde Verimi (kg da ⁻¹)
M81E	351.9 ^{ab+}	19.20	13.70	10971.4	3323.2
Ramada	326.1 ^b	21.16	13.85	9142.9	2861.9
Roma	347.6 ^{ab}	20.02	13.55	8785.7	2698.6
No91	373.7 ^a	21.26	14.40	11635.7	3496.5
Topper 76	339.1 ^{ab}	21.43	13.60	11271.4	3324.0
OSH	5.53	0.32	0.19	430.9	112.1
P	0.07	0.10	0.7	0.10	0.10

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05), OSH: Ortalama Standart Hata

Silaj kalite özellikleri

Silaj kalite özelliklerinden pH, HP, HS, nişasta içeriği, NDF, ADF, ADP, SKM oranı, KMT, NYD ve NE içeriği bakımında araştırmada yer alan çeşitler arasında istatiki olarak önemli farklılıklar saptanmıştır.

pH: Çeşitlerin pH değerlerinin 4.18-4.59 arasında değiştiği, M81E çeşidi hariç diğer çeşitlerin istatistiki olarak aynı grupta ve ilk sıralarda yer aldığı belirlenmiştir. Yücel ve Erkan (2020) tatlı sorgum çeşitlerin silaj pH değerinin 3.29 ile 4.15 arasında değiştiğini, Junior ve ark. (2015) sorgum silajının pH'sının 3.60-3.68 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Sorgum silajının, pH 3.9 seviyelerine ancak 7 gün sonra ulaştığını, 2-4 hafta arasında stabil olabileceği bildirilmektedir (Rodriguez ve ark., 1999). Yemlik sorgum çeşitlerinin, mısra göre daha fazla su içeriğindeyken silaj yapıldığında, daha fazla asetik asit konsantrasyonuna sahip olduğu bildirilmektedir (Contreras-Govea ve ark., 2010). Yemlik sorgum silajının, mısır silajı ile benzer şekilde fermente olabileceği ve pH 4'ün altında kaldığı bildirilmektedir (Filya, 2003; Contreras-Govea ve ark., 2010).

Ham protein oranı (%): Araştırmada yer alan çeşitlerin HP oranları %2.06-2.91 arasında değiştiği Ramada, Roma çeşitleri ve No91 hattının HP bakımından ilk sıralarda yer aldığı ve istatistiki olarak aynı grupta olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Yücel ve Erkan (2020) aynı çeşitlerin yer aldığı ve Çukurova koşullarında yürütmüş oldukları araştırmada, silajların HP oranının %4.08 ile %5.22 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Tatlı sorgum kuru otunun HP içeriğinin çeşitlere göre değişmekle birlikte Çukurova ikinci ürün koşullarında %3.66 ve 5.43 arasında (İnal ve ark., 2021), GAP ikinci ürün koşullarında kuru otun ham protein içeriğinin %4.20 5.90 arasında değiştiği (Öktem ve ark., 2021) bildirilmiştir. Yücel ve ark. (2023) tatlı sorgumun sıkılmış saplarla (posa) yapılan silajların HP içeriğinin 29.79 -50.84 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklı ekolojilerde ve çeşitlerle yürütülen diğer çalışmalarda HP içeriğinin %4.10 ile %8.17'si arasında yer aldığı bildirilmektedir (Rodrigues ve ark., 2006; Teixeira ve ark., 2014; Junior ve ark., 2015; Durul, 2016). Diğer taraftan tatlı sorgum çeşitlerinin HP içeriğinin Brezilya koşullarında 35.2-57.8 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini (Rosa ve ark., 2022), Kazakistan koşullarında %5.07-6.74 arasında değiştiğini

bildirmişlerdir (Bogapov ve ark., 2024). Bazı tane sorgum çeşitlerinin HP oranının %4.6-7.0 arasında değiştiği bildirilmiştir (Lema ve ark., 2001). Tatlı sorgum çeşitlerinde gözlenen daha düşük HP seviyelerinin, salkımların yüksek ve düşük oranlarından kaynaklandığı bildirilmektedir (Neto ve ark., 2017). Önceki çalışmalarda saptanan HP değerlerinin, araştırmada elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar, araştırmanın yürütüldüğü o yıldaki iklim ve yetiştirme koşullarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Ham kül içeriği (%): Çeşitlerin ham kül (HK) içeriğinin %7.55-9.43 arasında değiştiği, M81E ve No91 genotiplerinin HK içeriklerinin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu çeşitler, muhtemelen daha yüksek sap oranına sahip olmaları nedeniyle daha düşük kül içeriğine sahip olmuşlardır. Sorgumun bitki saplarının daha az kül ve silica içerdiği (Elseed ve ark., 2007), yaprakların HK içeriğinin ($82 \text{ g kg}^{-1} \text{ KM}$) saplardan ($50 \text{ g kg}^{-1} \text{ KM}$) daha yüksek olduğu (Mont ve ark., 2008) bildirilmektedir. Madibela ve ark. (2002) tatlı sorgumda HK içeriğinin çeşitlere göre 69.4 ile $91.5 \text{ g kg}^{-1} \text{ KM}$ arasında değiştiği, yapraklarda ($115 \text{ g kg}^{-1} \text{ KM}$) saplardan ($60.2 \text{ g kg}^{-1} \text{ KM}$) daha yüksek HK içeriğinin olduğunu bildirmişlerdir. Tane sorgum çeşitleri ile yapılan silajların HK içeriğinin %4.6 ile %7.0 arasında yer aldığı bildirilmektedir (Lema ve ark., 2001). Yücel ve Erkan (2020) Çukurova koşullarında tatlı sorgum çeşitlerinin silaj ham kül içeriğinin %5.97-7.04 arasında değiştiğini saptamışlardır. Öktem ve ark. (2021) GAP ikinci ürün kuşullarında kuru otun ham kül içeriğinin %4.44-6.90 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ham kül içeriğinin Kazakistan koşullarında %4.66-6.12 arasında (Bogapov ve ark., 2024), Endonezya koşullarında %8.25 ve 9.11 arasında değiştiği (Harmini ve ark., 2022) bildirilmektedir. Çalışmada belirlenen HK içeriklerinin, önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzer oldukları da görülmektedir.

Ham selüloz içeriği (%): Araştırmada yer alan çeşitlerin ham selüloz (HS) oranlarının %24.40-31.04 arasında değiştiği, M81E ve No91 genotiplerin ham selüloz içeriklerinin diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Yemin hücre çeperi bileşenleri olan NDF, ADF ve ADL içerikleri, yemdeki hücre duvarı içeriğini göstermekte ve yemin sindirim oranını belirleyen önemli göstergeler olduğu bilinmektedir. Ayrıca yemin lif içeriği çeşitlere göre değişmekte birlikte, bitkinin yaprak/sap oranıyla da ilişkili olabileceği (Norman ve ark., 2013), lignin oranı ne kadar düşüğe, ADF fraksiyonunun da o kadar sindirilebilirliği ve yemin enerji değeri de o oranda yüksek olmaktadır (Fulgueira ve ark., 2007; Bean ve ark., 2009). Önceki çalışmalarda sorgumun ham selüloz içeriğinin %20.90-30.57 arasında değiştiği bildirilmiştir (Lema ve ark., 2001; Harmini ve ark., 2022; Bogapov ve ark., 2024) bildirilmektedir. Çalışmada HS içeriği ile ilişkilere elde edilen değerlerin, önceki çalışmalarla benzer olduğu görülmektedir.

Nişasta (%): Tatlı sorgum çeşitlerinin nişasta değerlerinin %7.46-10.70 arasında değiştiği en düşük nişasta değerinin M81E çeşidinde saptandığını ve diğer çeşitlerin ise istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Zhang ve ark. (2024) silajların KM bazında nişasta içeriklerinin mısır silajında %12.87, tatlı sorgumda %6.87 ve yemlik sorgumunda %6.76 olduğunu, tatlı sorgum silajındaki şekerin, gerekli oranda nişasta içeriğini sağlayabileceğini varsaymaktadırlar. Broderick ve Radloff (2004) sorgum silajı, mısır silajıyla karşılaştırıldığında sorgum silajı daha düşük nişasta içeriğine sahip olduğu, ancak nispeten daha yüksek şeker içeriğine sahip olması ve süt ineklerinde daha yüksek yem alımına sahip olabileceğini bildirmektedir. Penner ve Oba (2009) şekerin sindirimi ve emilmesinin daha kolay olması ve diyetdeki çözünür şeker oranının arttırılması ile süt ineklerinde asidoz riskini azaltabileceğini bildirmiştir.

Nötral deterjanda çözünmeyen lif (%): Tatlı sorgum çeşitlerin NDF değerleri %47.23-59.33 arasında değişmiştir. En yüksek NDF değer M81E çeşidinde tespit edilirken, söz konusu çeşidi No91 hattı izlemiştir. NDF değerinin diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Tane sorgum çeşitlerin silaj NDF değerlerinin %54.1-60.3 arasında değiştiğini (Lema ve ark., 2001), tatlı sorgumda farklı çeşit ve lokasyonlarda yürütülen çalışmalarda NDF değerinin %32.6-64.9 arasında değiştiği bildirilmektedir (Gomes ve ark., 2006; Machado ve ark., 2012; Mahmood ve ark., 2013; Durul, 2016; Teixeira ve ark., 2014; Neto ve ark., 2017). Ülkemizin farklı koşullarda tatlı sorgum çeşitleri ile yürütülen bazı çalışmalarda NDF içeriğinin; Çukurova koşullarında %39.11-43.10 arasında değiştiği (Yücel & Erkan, 2020), ayrıca tatlı sorgum çeşitlerinin kuru otunun NDF içeriğinin GAP ikinci ürün kuşullarında %43.11-56.4

arasında (Öktem ve ark., 2021), Çukurova ikinci ürün koşullarında %41.78-52.42 arasında değiştiği (İnal ve ark., 2021) bildirilmektedir. Tatlı sorgum posası ile yapılan silajların NDF içeriğinin Şanlıurfa koşullarında 473 ile 653 g kg⁻¹ KM aralığında olduğu (Taş ve ark., 2021), Adana koşullarında 525 ile 695 g kg⁻¹ KM aralığında olduğu (Yücel ve ark., 2023) belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen NDF değerlerinin önceki çalışmalarda belirlenen değerler arasında yer aldıkları saptanmıştır.

Asit deterjanda çözünmeyen lif oranı (%): Araştırmada kullanılan çeşitlerin ADF değerlerinin %29.56-39.05 arasında değiştiği, M81E ve No91 çeşitlerinin ADF içeriğinin, diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tane sorgum çeşitleri ile yapılan silajların ADF değerlerinin %29.5-35.1 arasında değiştiği bildirilmiştir (Lema ve ark., 2001). Madibela ve ark. (2002) tatlı sorgumda ADF içeriğinin 260.0-324.4 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmektedirler. Teixeira ve ark. (2014) ADF değerlerin silajlık sorgumda %36.41 ile 38.87 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tatlı sorgum kuru otunun ADF içeriğinin Çukurova ikinci ürün koşullarında %29.14-37.72 arasında değiştiği (İnal ve ark., 2021) ve GAP koşullarında %27.84-36.30 arasında değiştiğini (Öktem ve ark., 2021) bildirmişlerdir. Tatlı sorgumun sıkılmış sapları ile yapılan silajların ADF içeriğinin Şanlıurfa koşullarında 273.3-431.6 g kg⁻¹ KM aralığında (Taş ve ark. (2021) ve Adana koşullarında 351.2-486.8 g kg⁻¹ KM aralığında olduğu (Yücel ve ark., 2023) rapor edilmiştir. Çalışmada belirlenen ADF değerlerinin önceki çalışmalarda saptanan ADF değerleri arasında yer aldığı saptanmıştır.

Asit deterjanda çözünmeyen protein oranı (%): Araştırmada yer alan çeşitlerin asit deterjanda çözünmeyen protein oranı (ADP) değerlerinin %0.38-0.86 arasında değiştiği, M81E ve No91 genotiplerinin ADP içeriklerinin, diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı çeşitlerin NDF, ADF ve HS içerikleri bakımından da benzer sonuçlara sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3). Bazı buğdaygil yem bitkilerinde ADP değerlerinin %0.08-0.63 arasında değiştiği bildirilmiştir (Başbağ ve ark., 2018).

Çizelge 3. Sorgum çeşitlerinin pH, ham protein, ham kül ve ham selüloz, Nişasta, NDF, ADF ve ADP değerleri

Table 3. pH, crude protein, crude ash, crude fiber, pH, starch, NDF, ADF and ADP values of sorghum varieties

Çeşitler	pH	Ham Protein (%)	Ham Kül (%)	Ham selüloz (%)	Nişasta (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADP (%)
M81E	4.18 ^{b+}	2.40 ^{bc+}	9.43	31.04 ^{a+}	7.46 ^{b+}	59.33 ^{a+}	39.05 ^{a+}	0.86 ^{a+}
Ramada	4.57 ^a	2.79 ^{ab}	8.54	24.40 ^b	9.35 ^{ab}	47.23 ^b	29.96 ^b	0.38 ^b
Roma	4.52 ^a	2.91 ^a	9.13	24.45 ^b	10.70 ^a	49.58 ^{ab}	31.54 ^b	0.50 ^b
No91	4.58 ^a	2.91 ^a	7.55	27.59 ^{ab}	9.01 ^{ab}	55.77 ^{ab}	35.29 ^{ab}	0.65 ^{ab}
Topper 76	4.59 ^a	2.06 ^c	8.78	24.97 ^b	8.91 ^{ab}	51.10 ^{ab}	33.03 ^b	0.45 ^b
OSH	0.03	0.09	0.24	0.72	0.36	1.36	0.90	0.049
P	0.001	0.001	0.12	0.002	0.06	0.015	0.002	0.002

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05), OSH: Ortalama Standart Hata

Sindirilebilir kuru madde oranı (%): Tatlı sorgum çeşitlerinin SKM oranlarının %58.74-65.76 arasında değiştiği, M81E çeşidi hariç diğer çeşitlerin SKM oranının %61'in üzerinde olduğu ve istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları saptanmıştır (Çizelge 4). Tatlı sorgum çeşitlerinin saplarındaki şeker içeriğinin, diğer sorgum türlerine göre fazla olması, yemin sindirilebilirliğini ve kalitesini artırdığı bildirilmektedir (Poehlman, 1994; Blümmel ve ark., 2009). Yapılan önceki çalışmalarda, sorgum silajının sindirilebilirliğinin %57.02-66.30 arasında değiştiği bildirilmiştir (Junior ve ark., 2015; Karthikeyan ve ark., 2017). Ayrıca Yücel ve Erkan (2020) Çukurova koşullarında tatlı sorgum silajların sindirilebilir KM oranının %67.34-69.89 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Öktem ve ark. (2021) GAP ikinci ürün koşullarında tatlı sorgum kuru otunun SKM oranının %60.62-67.21 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada yer

alan çeşitlerden elde edilen SKM oranı değerlerinin, önceki çalışmalarda saptanan SKM oranı değerleriyle benzer oldukları da görülmektedir.

Kuru madde tüketimi (%): Tatlı sorgum çeşitlerin KMT %2.05 ile 2.54 aralığında değiştiği; Ramada, Roma ve Topper 76 çeşitlerin daha yüksek KMT değerlerine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Silajın fermentasyon kalitesinin, ruminantlarda yem alımını, besin kullanımını ve süt üretimi üzerine önemli etki de bulunduğu bildirilmektedir (Huhtanen ve ark., 2002). Kuru madde tüketimi, hayvanın performansı ve hücre duvarı bileşenleri için kritik bir öneme sahip olduğu ve bildirilmektedir (Jung & Allen, 1995; NRC, 2001). Farklı lokasyonlarda yürütülen çalışmalarda; Karthikeyan ve ark. (2017) sorgumda KMT içeriğinin %1.67 ile %2.20 arasında değiştiğini, Yücel ve Erkan (2020) Çukurova koşullarında aynı çeşitlerle yürütmüş oldukları çalışmada silajların KMT'nin %2.81-3.11 arasında değiştiğini saptamışlardır. Diğer taraftan Öktem ve ark. (2021) GAP ikinci ürün kuşullarında tatlı sorgum çeşitlerinin kuru otunda saptanan KMT içeriklerinin %2.14 ile 2.85 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçların, Yücel ve Erkan (2020) çalışmasında elde edilen değerlerden daha düşük ve diğer çalışmalarla benzer oldukları görülmektedir.

Nispi yem değeri: Araştırmada kullanılan çeşitlerin nispi yem değerlerinin (NYD) 94.1-129.6 arasında değiştiği, M81E ve No91 çeşitleri hariç, diğer çeşitlerin nispi yem değerlerinin 116'ın üzerinde olduğu ve istatisti olarak da aynı grupta yer aldıkları görülmektedir (Çizelge 4). Nispi yem değeri yüksek olan çeşitlerin, SKM oranı ve KMT ortalamalarının da yüksek olduğu görülmektedir. Sonuç olarak NYD, SKM oranı ve KMT değerlerinden hesaplandığı için, söz konusu özelliklerin yüksek olması NYD değerlerinin de yüksek çıkmasını sağlamaktadır. Yücel ve Erkan (2020) Çukurova koşullarında aynı çeşitlerle yürütmüş oldukları çalışmada silajların NYD 148.3-168.4 arasında değiştiğini saptamışlardır. Tatlı sorgum çeşitleri ile yürütülen çalışmalarda kuru otun NYD, GAP ikinci ürün kuşullarında 101-149 arasında değiştiğini (Öktem ve ark. (2021), Çukurova ikinci ürün kuşullarında 111.3-148 arasında değiştiğini (İnal ve ark., 2021) bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen NYD sonuçlarının, önceki araştırmalarda elde edilen sonuçlardan daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, araştırmanın yürütüldüğü ekolojik koşulların farklı olması ile açıklanabilir.

Net enerji laktasyon (Mkal kg⁻¹ KM): Tatlı sorgum çeşitlerinin NE ortalamaları %1.34-1.46 arasında değiştiği, NE bakımından M81E çeşidi hariç diğer çeşitlerin istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve ilk sıraları paylaştıkları görülmektedir (Çizelge 4). Tatlı sorgum çeşitlerinin içerdiği yüksek oranda suda çözülebilir karbonhidrat nedeniyle enerji içeriklerinde yüksek olabileceği bildirilmektedir (Kaiser ve ark., 2004). Cattani ve ark. (2017) sorgum silajlarının NE oranının 0.92-1.82 Mkal kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yücel ve Erkan (2020) tatlı sorgum çeşitlerin net enerji içeriklerinin Çukurova koşullarında 1.502 ile 1.548 Mkal kg⁻¹ KM arasında değiştiğini saptamışlardır. Öktem ve ark. (2021) GAP ikinci ürün kuşullarında sorgum kuru otunun net enerji içeriğinin 1.38-1.50 Mkal kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Mineral elementler (%): Araştırmada yer alan tatlı sorgum çeşitlerinin Mg değerlerinin %0.27-0.36 arasında, Ca değerlerinin %1.09-1.20 arasında, fosfor içeriğinin %0.19-0.21 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4). Sorgum çeşitleri ile yürütülen önceki çalışmalarda; Lema ve ark. (2001) tane sorgum çeşitleri ile yapılan silajların KM bazında Mg içeriğinin %0.13 ile 0.18 arasında, Ca içeriğinin %0.18 ile 0.36 arasında ve P içeriğinin %0.13 ile 0.41 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tatlı sorgumda Ca içeriğinin yapraklarda 5.5 g kg⁻¹ KM, saplarda 2.0 kg⁻¹ KM ve tüm bitkide 2.2 kg⁻¹ KM olduğu bildirilmektedir (Madibela ve ark., 2012). Bogapov ve ark. (2024) Kazakistan koşullarında tatlı sorgum genotiplerinin Ca içeriğini %0.31 ile 0.52 arasında ve P içeriğinin %0.28 ile 0.49 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Usman ve ark. (2021) Nijerya'da farklı Sorgum silajların Ca içeriğinin 3.35-3.44 g kg⁻¹ KM arasında, Mg içeriğinin 5.04-5.80 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Negro ve ark. (1999) tatlı sorgum posasının Ca içeriğinin %0.19, P içeriğinin %0.08 olduğunu saptamışlardır. Yücel ve ark. (2024) Çukurova koşullarında yürütülen çalışmada özsuğu alınmış tatlı sorgum sapsı (posa) ile yapılan silajların genotiplere bağlı olarak Ca değerlerinin %0.182 ile 0.234 arasında, Mg içeriğinin %0.144-0.190 arasında ve fosfor içeriğinin %0.133 ile 0.228 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kalsiyum, hayvanların iskelet ve diş yapıları için kritik bir mineral olarak kabul edilmektedir

(Kirchgeßner, 1985). Hayvanların beslenmesinde dengeli ve etkili sonuçlar elde edebilmek için yemlerde %0.31 oranında kalsiyum, %0.1 oranında magnezyum ve en az %0.21 fosfor bulunması tavsiye edilmektedir (Kidambi ve ark., 1989).

Çizelge 4. Tatlı sorgum çeşitlerinin SKM oranı, KMT, NYD, NE, Mg, Ca ve P değerleri

Table 4. DDM ratio, DMI, RFV, NE, Mg, Ca and P values of sweet sorghum varieties

Genotipler	SKMO (%)	KMT (%)	NYD	NE (Mkal/kg)	Mg (%)	Ca (%)	P (%)
M81E	58.74 ^{b+}	2.05 ^{c+}	94.1 ^{c+}	1.34 ^{b+}	0.27	1.17	0.19
Ramada	65.76 ^a	2.54 ^a	129.6 ^a	1.46 ^a	0.30	1.14	0.21
Roma	64.54 ^a	2.42 ^{ab}	121.2 ^{ab}	1.44 ^a	0.33	1.19	0.20
No91	61.65 ^{ab}	2.15 ^{bc}	103.1 ^{bc}	1.39 ^{ab}	0.33	1.20	0.19
Topper 76	63.39 ^a	2.35 ^{abc}	116.0 ^{abc}	1.42 ^a	0.36	1.09	0.19
OSH	0.05	0.05	3.6	0.01	0.01	0.02	0.003
P	0.002	0.004	0.002	0.002	0.119	0.793	0.117

⁺Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05), OSH: Ortalama Standart Hata

Sonuç olarak; Diyarbakır ikinci ürün koşullarında M81E, Roma, Ramada, Topper 76 ve No91 tatlı sorgum çeşitlerinin biyokütle verimi ve silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2020 yılında yürütülen çalışmada; No91, M81E ve Topper-76 çeşitlerinin dekara yaş ot ve kuru madde verimlerinin sırasıyla yaklaşık 11000 ve 3300 kg'ın üzerinde olduğu; Roma ve Ramada çeşitlerinin NYD 120'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Araştırma sonucunda biyokütle verimi bakımından No91, M81E ve Topper-76 çeşitlerinin, silaj kalite özellikleri bakımından ise Roma ve Ramada çeşitlerinin öne çıktıkları belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışma, Şırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (2020.FLTP.13.09.05) tarafından finansal olarak desteklenmiştir. Ayrıca tarla denemelerinin yürütülmesi ve yem kalite analizleri Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde yapılmıştır. Desteklerinden dolayı kurumlarımıza teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür. İkinci yazar birinci danışman, üçüncü yazar ise tez ikinci danışmadır.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

Acar, R., & Akgün, N. (2009). Şeker darısının (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *saccharatum*) yeşil ot verimi ve verim öğelerine farklı azot dozlarının etkisi. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim 2009, s. 637-640, Hatay.

- Afzal, M., Ahmad, A., & Ahmad, A.H. (2012). Effect of nitrogen on growth and yield of sorghum forage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv.) under three cuttings system. *Cercetari Agronomice In Moldova*, 45, 57-64. <https://doi.org/10.2478/v10298-012-0065-y>
- Aksoy, M., Çelik, A.E., M.Dok, M., Yücel, C., & Aydın, K. (2023). Çukurova koşullarında yetiştirilen tatlı sorgum genotiplerinin selülozik biyoetanol veriminin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 61-70. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1065433>
- Ali, M.L., Rajewski, J.F., Baenziger, P.S., Gill, K.S., Eskridge, K.M., & Dweikat I. (2008). Assessment of genetic diversity and relationship among a collection of US sweet sorghum germplasm by SSR markers. *Molecular Breeding*, 21, 497-509. <https://doi.org/10.1007/s11032-007-9149-z>
- Ankom Technology (2004). The ANKOM 200 Fiber Analyzer. Fairport, NY; 2004. Available:<http://www.ankom.com>
- Anonim (2004). TSE, Türk Standardları Enstitüsü. ISO 6493 TS No'lu Hayvan yemleri - Nişasta muhtevasının tayini-polarimetrik metot, (Erişim tarihi: 27.06.2020), <https://intweb.tse.org.tr/standard/TSISO6493>
- Anonim (2010). Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı, sorgum (*Sorghum spp.*), *Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü*. <http://www.ttsm.gov.tr/TR/belge/1-296/teknik-talimatlar.html>, Ankara, Son Erişim Tarihi:14.01.2020.
- Anonim (2018). SGS Agrifood Laboratories. Feed/forages calculations. http://www.agtest.com/articles/feed%20and%20forages%20calculations_new.pdf
- Anonim (2020a). Deneme alanı topraklarının bazı özellikleri. Dicle Ünivirsitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Labaratuarı Sonuçları.
- Anonim (2020b). Araştırmanın yürütüldüğü Diyarbakır ilinin aylara göre hava durumu ortalamaları. MGM Diyarbakır ili bazı iklim parametreleri. <https://www.mgm.gov.tr/>
- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC. USA, 66-88.
- Atis, I., Konuskan, O., Duru, M., Gozubenli, H., & Yilmaz, S. (2012). Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14, 879-886.
- Audilakshmi, S., Mall, A.K., Swarnalatha, M., & Seetharama, N. (2010). Inheritance of sugar concentration in stalk (brix), sucrose content, stalk and juice yield in sorghum. *Biomass Bioenergy*, 34, 813-820. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.01.025>
- Başbağ, M., Çağan, E., & Sayar, M.S. (2018). Bazı buğdaygil bitki türlerinin yem kalite değerlerinin belirlenmesi ve biplot analiz yöntemi ile özellikler arası ilişkilerin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27 (2), 92-101. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.501484>
- Bean, B., McCollum, T., Villarreal, B., Blumenthal, J., Robinson, J., Brandon, R., Buttrey, E., Van Meter, R., & Pietsch, D. (2009). Texas panhandle forage sorghum silage trial. AgriLife Research and Extension Center at Amarillo. Accessed May 1, 2012. <http://amarillo-tamu-edu.wpengiengine.netdna-cdn.com/files/2010/11/Forage-Sorghum-2009-Variety-Report-Final.pdf>
- Bellmer, D., Huhnke, R., Whiteley, R., & Godsey, C. (2010). The untapped potential of sweet sorghum as a bioenergy feedstock. *Biofuels*, 1 (4), 563-573, <https://doi.org/10.4155/bfs.10.34>
- Blümmel, M., Rao, S.S., Palaniswami, S., Shah, L., & Reddy, B.V.S. (2009). Evaluation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) used for bio-ethanol production in the context of optimizing whole plant utilization. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 9, 1-10.
- Bogapov, I., Memeshov, S., Kibalnik, O., & Sagalbekov, U. (2024). Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) genotypes assessment for food, fodder, and energy values in Northern Kazakhstan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56 (1), 156-167. <http://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.1.14>

- Broderick, G.A., & Radloff, W.J. (2004). Effect of molasses supplementation on the production of lactating dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage. *Journal of Dairy Science*, 87 (9), 2997-3009. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73431-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73431-1)
- Cattani, M., Guzzo, N., Mantovani, R., & Bailoni, L. (2017). Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition, and quality. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8, 15. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0146-8>
- Contreras-Govea, F.E., Marsalis, M.A., Lauriault, L.M., & Bean, B.W. (2010). Forage sorghum nutritive value: A review. *Online, Forage and Grazinglands*. <https://doi.org/10.1094/FG-2010-0125-01-RV>
- Çelik, E.A., Aksoy, M., Dok, M., Aydın, K., & Yücel, C. (2023). Farklı tatlı sorgum genotiplerinin Şanlıurfa ekolojik koşullarındaki lignoselülozik biyoetanol verimleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13 (4), 3064-3074. <https://doi.org/10.21597/jist.1274305>
- Dok, M., Aksoy, M., Efendioğlu Çelik, A., & Yücel, C. (2022). Farklı tatlı sorgum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] genotiplerinin posasından yapılan peletlerin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9 (3), 304-313. <https://doi.org/10.19159/tutad.1127371>
- Durul, G. (2016). Farklı biçim zamanlarının tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *saccharatum*) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris*) silaj karışımlarında bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, 72 s.
- Dündar, M., Unlü, M., & Yücel, C. (2019). Çukurova koşullarında farklı su düzeylerinin ikinci ürün tatlı sorgumun biyokütle ve biyoetanol verimine etkileri. *MKU Tarım Bilimleri Dergisi, Özel Sayı 24*, 211-221. <https://doi.org/10.16882/derim.2020.689049>
- Dweikat, I. (2020). Sorghum diversity paper, sweet energy crop article. <http://agronomy.unl.edu/sweetsorghum>. Erişim Tarihi:16 Ağustos 2020.
- Ekefre, D.E., Mahapatra, A.K., Latimore, M. Jr., Bellmer, D.D., Jena, U., Whitehead, G.J., & Williams, A.L. (2017). Evaluation of three cultivars of sweet sorghum as feedstocks for ethanol production in the Southeast United States. *Heliyon*, 3 (2), e00490. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00490>
- Elseed, A.M.A.F., Eldaim, N.I.N., & Amasaib, E.O. (2007). Chemical composition and in situ dry matter degradability of stover fractions of five sorghum varieties. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (10), 1141-1145.
- Ertekin, İ., & Yılmaz, Ş. (2022). The effects of sowing designs on forage yield and quality of sweet sorghum and mung bean mixtures under mediterranean conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 27 (2), 188-199. <https://doi.org/10.17557/tjfc.1077392>
- Esen, S., Okuyucu, B., Koç, F., & Özdüven, M.L. (2022). Determination of nutritional quality and aerobic stability of sorghum, maize, and sorghum-maize mixture silages. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 61-69. <https://doi.org/10.33462/jotaf.889657>
- Filya, İ. (2003). The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal Dairy Science*, 86 (11), 3575-3581. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73963-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73963-0)
- Fribourg, H.A. (1995). *Summer annual grasses*. p.463-472. In: Forages. v.1. An introduction to grassland agriculture. Barnes, R. F.; Miller, D. A. and Nelson, C. J., eds. Iowa State University Press, Ames, IA.
- Fulgueira, C., Amigot, S., Gaggiotti, M., Romero, L., & Basílico, J. (2007). Forage quality: Techniques for testing. *Fresh Produce*, 1, 121-131.
- Gomes, S.O., Pitombeira, J.B., Neiva, J.N.M., & Candidado, M.J.D. (2006). Agronomic behavior and forage composition of sorghum cultivars in the State of Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 37 (2), 221-227.

- Grassi, G., Qiong, Z., Grassi, A., Fjällström, T., & Helm, P. (2002). Small-scale modern autonomous bioenergy complexes: development instrument for fighting poverty and social exclusion in rural villages. Proceedings of the "12th European Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Change", Amsterdam (The Netherlands), 17-21 June.
- Harmini, H., Fanindi, A., Sutedi, E., Herdiawan, I., & Sajimin, S. (2022). Nutritional content, performance and ratooning ability of four sorghum genotypes. In: E3S Web of Conf. 335: 00020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233500020>
- Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J.I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkilä, T., & Nousiainen, J. (2002). Prediction on the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock Production Science*, 73, 111-130. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00279-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00279-2)
- Iyanar, K., Vijayakumar, G., & Fazlullah Khan, A.K. (2010). Correlation and path analysis in multicut fodder sorghum. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1 (4), 1006-1009.
- İnal, İ., Yücel, C., Yücel, D., & Hatipoğlu, R. (2021). Nutritive value and fodder potential of different sweet sorghum genotypes under Mediterranean conditions. *Turk Journal of Field Crops*, 26 (1), 1-7. <https://doi.org/10.17557/tjfc.943445>
- Jacques, K., Lyons, T.P., & Kelsall, D.R. (1999). The Alcohol Textbook. 3rd Eds. P.388. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2993570/mod_resource/content/1/The_Alcohol_Textbook-%204%20Ed.pdf
- Jafarinia, M., Almodares, A., & Khorvash, M. (2005). Using sweet sorghum bagasse in silo In: *Proceeding of the 2nd Congress of Using Renewable Sources and Agric. Wastes* (Eds. M Jafarinia, A Almodares & M Khorvash). Khorasan Azade University, Isfahan, Iran.
- Jung, H.G., & Allen, M.S. (1995). Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, 73, 2774-2790. <https://doi.org/10.2527/1995.7392774x>
- Junior, M.A.P.O., Retore, M., Manarelli, D.M., de Souza, F.B., Ledesma, L.L.M., & Orrico, A.C.A. (2015). Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50 (12), 1201-2007. <https://doi:10.1590/S0100-204X2015001200010>
- Kaiser, A.G., Plitz J.W., Burns H.M., & Griffiths, N.W. (2004). Successful silage. Dairy Australia NSW Department of Primary Industries, 468 p.
- Karthikeyan, B.J., Babu, C., & Amalraj, J.J. (2017). Nutritive value and fodder potential of different sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Cultivars. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (8), 898-911. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.112>
- Keskin, B., Akdeniz, H., Temel, S., & Eren, B. (2018). Determination of agricultural characteristics of some silage sorghum and Sudangrass varieties grown as second product. *Yüzüncü Yıl Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (4), 412-418. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.358318>
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., & Griggs, T.C. (1989). Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn, and K/(Ca + Mg) ratio among 3 wheatgrasses and sainfoin on the southern high plains. *Journal of Range Management*, 42, 316-322.
- Kirchgessner M. (1985). Hayvan Besleme, TÜBİTAK Fotoğraf Klişe Laboratuvarı ve Ofset Tesisleri, Ankara.
- Kjeldahl, J. (1883). Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. (New method for the determination of nitrogen in organic substances). *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22 (1), 366-383.
- Korpos, M.G., Feczak, J., & Reczey, K. (2008). Sweet sorghum juice and bagasse as a possible feedstock for bioethanol production. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry*, 36 (1-2), 43-48. <https://doi.org/10.1515/177>
- Lema, M., Felix, A., Salako, S., Cebert, E., & Bishnoi, U. (2001). Nutrient content and in vitro dry matter digestibility of silages made from various grain sorghum cultivars. *Journal of Applied Animal Research*, 19, 129-136. <https://doi.org/10.1080/09712119.2001.9706717>

- Lv, X., Chen, L., Zhou, C., Zhang, G., Xie, J., Kang, J., Tan, Z., Tang, S., Kong, Z., Liu, Z., & Du, Z. (2023). Application of different proportions of sweet sorghum silage as a substitute for corn silage in dairy cows. *Food Science & Nutrition*, 11, 3575-3587. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3347>
- Machado, L.C., Ferreira W.M., & Scpinello, C. (2012). Apparent digestibility of simplified and semi-simplified diets, with and without addition of enzymes, and nutritional value of fibrous sources for rabbits. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 1662-70. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000700015>
- Madibela, O.R., Boitumelo, W.S., Manthe, C., & Raditedu, I. (2002). Chemical composition and in vitro dry matter digestibility of local landraces of sweet sorghum in Botswana. *Livestock Research for Rural Development*, 14 (4).
- Mahmood, A., Ullah, H., Ijaz, M., Javaid, M.M., Shahzad, A.N., & Honermeier, B. (2013). Evaluation of sorghum hybrids for biomass and biogas production. *Australian Journal of Crop Science*, 7 (10), 1456-1462.
- McDonald, P., Henderson, A.R., & Heron, S. (1991). The biochemistry of silage. 2nd ed. Chalcombe Publications, Marlow, ISBN 0-948617-225, 340 p.
- Monti, A., Di Virgilio, N., & Gianpietro Venturi, G. (2008). Mineral composition and ash content of six major energy crops. *Biomass and Bioenergy*, 32 (3), 216-223. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.09.012>
- Murray, S.C., Rooney W.L., Martha T., Hamblin M.T., Sharon E., Mitchell S.E., & Kresovich, S. (2009). Sweet sorghum genetic diversity and association mapping for brix and height. *Plant Genom*, 2, 48-62. <https://doi.org/10.3835/plantgenome2008.10.0011>
- Negro, M.J., Solano, M.L., Ciri, P., & Carrasco, J. (1999). Composting of sweet sorghum bagasse with other wastes. *Bioresour Technology*, 67, 89-92. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00100-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00100-5)
- Neto, A.B., Pereira dos Reis, R.H., Cabral, L. da S., Abreu, J.G., Sousa, D.P., & Sousa, F.G. (2017). Nutritional value of sorghum silage of different purposes. *Ciência e Agrotecnologia*, 41 (3), 288-299. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542017413038516>
- Norman, H.C., Masters, D.G., & Barrett-Lennard, E.G. (2013). Halophytes as forages in saline landscapes: Interactions between plant genotype and environment change their feeding value to ruminants. *Environmental and Experimental Botany*, 92, 96-109. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.07.003>
- NRC, National Research Council (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Ed. National Academies Press, Washington, USA. <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>
- Oktem, A., Yucel, C., & Oktem, A.G. (2021). Assesment of biochemical forage quality of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench ssp. *Saccharatum*). *Asian Journal of Chemical Sciences*, 9 (3), 1-9. Article no.AJOCS.65405. <https://doi.org/10.9734/ajocs/2021/v9i319071>
- Penner, G.B., & Oba, M. (2009). Increasing dietary sugar concentration may improve dry matter intake, ruminal fermentation, and productivity of dairy cows in the postpartum phase of the transition period. *Journal of Dairy Science*, 92 (7), 3341-3353. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1977>
- Perazzo, A.F., Carvalho, G.G.P., Santos, E.M., Bezerra, H.F.C., Silva, T.C., Pereira, G.A., Ramos, R.C.S., & Rodrigues, J.A.S. (2017). Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1088. <https://doi:10.3389/fpls.2017.01088>
- Poehlman, J.M. (1994). Breeding sorghum and millet. In Breeding field crops, 3rd ed, ed. J.M. Poehlman, 508-541. Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press.
- Reddy, B.V.S., & Sanjana, R.P. (2003). Sweet sorghum: characteristics and potential. *International Sorghum and Millets Newsletter*, 44, 26-28.
- Rodrigues, F.O., França A.F. de S., Oliveira, R.de P., Oliveria, E.R. de., Rosa, B., Soares, T.V., & Mello, S.Q.S. (2006). Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetidos através doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, 7, 37-48. <https://doi.org/10.5216/cab.v7i1.389>

- Rodriguez, V.R., Cruz, C.T., Fernendiz, S.J.M., Roldon, C.T., Mendoza, C.A., Saucedo, C.G., & Tomasini, C.A. (1999). Use sugarcane bagasse pith as solid substrate for *P. chrysosporium* growth. *Folia Microbiology*, 44, 213-218. <https://doi.org/10.1007/BF02816245>
- Rooney, W.L., Blumenthal, J., Bean, B., & Mullet, J.E. (2007). Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 1, 147-157. <https://doi.org/10.1002/bbb.15>
- Rosa, M.A.B., Tardin, F.D., Souza, J.M.S., Santos, J.A.P., Macedo, T.F., Santos, J., Freitas, M.H., Todescatto, F., Parrella, R.A.C., Figueiredo, J.E.F., Behling Neto, A., & Pereira, D.H. (2022). Characterization of forage, sweet and biomass sorghum for agronomic performance and ensilability. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v21, e1239. <https://doi.org/10.18512/rbms2022v21e1239>
- Schroeder, J.W. (1994). Interpreting forage Analysis. Extension Dairy specialist (NDSU). AS-1080, North Dakota State University. <https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/9133/AS-1080-1994.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- SPSS (2018). PASW Statistics for Windows, v. 22.0, Statistical Package For The Social Sciences. Chicago, SPSS Inc.
- Stuart, P. (1984). *Summer forage crops for silage*. p.58-62. In: Silage in the 80's. Kempton, T. J., Kaiser, A. G.; and Trigg, T. E., Eds. University of New England Press, Armidale.
- Subramanian, S.K. (2013). Agronomical, physiological and biochemical approaches to characterize sweet sorghum genotypes for biofuel production. M.S.,Tamil Nadu Agricultural University, India, 2003. An abstract of a dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree, Doctor of Philosophy. Department of Agronomy College of Agriculture. Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Taş, T., Yucel, C., Gündel, F.D., Öktem, A., & Cetiner, I.H. (2021). Evaluation of sweet sorghum bagasse as an alternative feed resource for livestock in semi arid regions. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6 (2), 303-311. <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.50>
- Teixeira, A. de M., Junior, G. de O.R., Velasco, F.O., Júnior, W.G. de F., Rodriguez, N.M., Rodrigues, J.A.S., McAllister, T., & Gonçalves, L.C. (2014). Intake and digestibility of sorghum (*Sorghum bicolor*, L. Moench) silages with different tannin contents in sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43 (1), 14-19. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000100003>
- Turgut, I., Bilgili, U., Duman, A., & Acikgoz, E. (2005). Production of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) increases with increased plant densities and nitrogen fertilizer levels. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B*, 55 (3), 236-240. <https://doi.org/10.1080/09064710510029051>
- Turhollow, A. (1994). The economics of energy crop production. *Biomass and Bioenergy*, 6 (3), 229-241. [https://doi.org/10.1016/0961-9534\(94\)90077-9](https://doi.org/10.1016/0961-9534(94)90077-9)
- Undersander, D.J., Smith, L.H., Kaminski, A.R., Kelling, K.A., & Doll, J.D. (2003). *Sorghum forage*. In: Alternative Field Crop Manual, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension, <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/forage.html>
- Usman, S., Dele, P.A., & Jimoh, S.O. (2021). Physical, fermentative, and nutritional quality of silages made from three *Sorghum bicolor* varieties as affected by ensiling duration in Southwest Nigeria. *Tropical Animal Health and Production*, 53 (2), 239. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02657-8>
- Van Soest, P.J., Robertson J.D., & Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vendruscolo, T.P.S., Barelli, M.A.A., Castrillon, M.A.S., da Silva, R.S., de Oliveira, F.T., Corrêa, C.L., Zago, B.W., & Tardin, F.D. (2016). Correlation and path analysis of biomass sorghum production. *Genetics and Molecular Research*, 15 (4), gmr15049086. <https://doi.org/10.4238/gmr15049086>

- Yücel, C., Avcı, M., İnal, İ., & Akkaya, M.R. (2015). Mısır ve soyanın farklı karışım oranları ve biçim dönemlerinin ot verimi (hasıl) ve silaj kalitesine etkileri. TAGEM, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Sonuç Raporu, Proje NO: TAGEM/TA/11/01/005, Yayın No: 12.01DATAEM.F.F08.2015.01, 75 s.
- Yücel, C., Hatipoğlu, R., Dweikat, I., İnal, İ., Gündel, F., Yücel, H. vd. (2018). Farklı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin Çukurova ve GAP bölgelerinde biyo-etanol üretim potansiyellerinin saptanması. TUBITAK 1003 114O945 Nolu Proje Sonuç Raporu. 293 S.
- Yücel, C. (2020). Evaluation of sweet sorghum biomass as an alternative livestock feed. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 4 (1), 10-20. <https://doi.org/10.29329/ijiaar.2020.238.2>
- Yücel, C., & Erkan, M.E. (2020). Evaluation of forage yield and silage quality of sweet sorghum in the Eastern Mediterranean region. *Journal of Animal and Plant Science*, 20 (4) (August), 923-930. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.4.0108>
- Yücel, C., Yücel, D., Hatipoğlu, R., & Dweikat, İ. (2022). Research on the potential of some sweet sorghum genotypes as bioethanol source under Mediterranean conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46, 141-151. <https://doi.org/10.3906/tar-2104-51>
- Yücel, C., Hatipoğlu, R., Bilgin, F.D., & İnal, İ. (2023). Bagasse yield and quality traits of silage made from juice-extracted sweet sorghum stalks. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35 (4), 379-387. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2023.v35.i4.3017>. 2023-04-11
- Yücel, C., Yücel, H., & Oluk, C.A. (2024). Tatlı Sorgum Posası ile Yapılan Silajların Bazı Kalite Özellikleri. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9 (1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10612690>
- Zhang, S.J., Chaudhry, A.S., Osman, A., Shi, C.Q., Edwards, G.R., Dewhurst, R.J., & Cheng, L. (2015). Associative effects of ensiling mixtures of sweet sorghum and alfalfa on nutritive value, fermentation and methane characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 206, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.05.006>
- Zhang, S., Wang, J., Lu, S., Chaudhry, A.S., Tarla, D., Khanaki, H., Raja, I.H., & Shan, A. (2024). Effects of sweet and forage sorghum silages compared to maize silage without additional grain supplement on lactation performance and digestibility of lactating dairy cows. *Animals*, 14, 1702. <https://doi.org/10.3390/ani14111702>