



Araştırma Makalesi

Katı Biyogaz Atığı Uygulamalarının Sorgum ve Sorgum x Sudanotu Melezi Bitkilerinde Yem Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Emre Kara, Mustafa Sürmen*, Hörünaz Erdoğan

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın

Geliş tarihi (Received): 17.09.2019

Kabul tarihi (Accepted): 18.10.2019

Anahtar kelimeler:

Biyogaz atığı, organik gübre, sorgum, yem kalitesi

Özet. Dünyada artış gösteren su sıkıntısı ve çevre kirliliği insanları üretim yaparken alternatif seçeneklere doğru yönlendirmektedir. Bu alternatiflerin özellikle çevreci ve sürdürülebilir olması hem bizi hem de doğayı daha sağlıklı kılacaktır. Bu kapsamda su kullanım etkinliği en yüksek düzeyde olan bitkilerden biri olan sorgum ve katı biyogaz fermentasyon atığı gübresi çalışmanın ana materyallerini oluşturmaktadır. Çalışmada sorgum bitkisinin (*Sorghum bicolor* L. Moench) Rox çeşidi kullanılırken sorgum-sudanotu melezinde (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf) Gözde-80 çeşidi kullanılmıştır. Çalışma 2018 yaz üretim sezonunda Aydın ekolojik koşullarında yürütülmüş ve 5 farklı katı biyogaz dozu (0, 500, 1000, 1500, 2000 kg da⁻¹) uygulaması dışında herhangi bir kimyasal gübreleme uygulanmamıştır. Araştırma 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup Nisan ayı içinde ekimi Ağustos ayında da biçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde kuru ot verimi, bitki boyu, yaprak sayısı, gibi verim ve verim öğelerinin yanında ham protein oranı, ADF, NDF ve ADL gibi kalite parametreleri de incelenmiştir. Bu ölçümlerin ardından ham protein verimi ve nispi yem değeri hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki bitkinin de gübre dozlarına tepkileri farklı olurken gübre uygulamalarının olumlu etkileri olduğu ancak belirli bir doz önerisinde bulunulamayacağı görülmektedir.

*Sorumlu yazar

mustafa.surmen@adu.edu.tr

The Effects of Solid Biogas Residue Applications on Forage Yield and Quality in Sorghum and Sorghum x Sudanese Hybrid Plants

Keywords:

Biogas residue, organic fertilizer, sorghum, forage quality

Abstract. The increasing water shortage and environmental pollution in the world directs people towards alternative options in agricultural production. These alternatives, especially environmental and sustainable, will make us and nature more healthy. In this context, sorghum plant which is one of the plants with highest water usage efficiency and solid biogas fermentation residue manure are the main materials of the study. Rox cultivar of sorghum plant (*Sorghum bicolor* L.) and Gözde-80 cultivar sorghum-sudanese hybrid (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf). was used in the study. The study was carried out in Aydın ecological conditions in the summer season of 2018 and no chemical fertilization was applied to the land except 5 different doses of solid biogas residue (0, 500, 1000, 1500, 2000 kg da⁻¹). The research was carried out with 3 replications. Seeds was sown in April and mowing was done in August. At the end of the study, yield and yield components such as hay yield, plant height, number of leaves, crude protein content, ADF, NDF and ADL quality parameters were measured. Following these measurements, crude protein yield and relative feed value calculations were performed. When the results were examined, it was revealed that the responses of both plants to fertilizer doses were different, however, a certain dose cannot be recommended.

GİRİŞ

Tarımsal üretimde kullanılan su miktarı giderek artmakta ve bu durum yakın zamanda su varlığı bakımından sıkıntılı bir sürece gireceğini işaret etmektedir. Bu tarımsal üretim sistemlerinde giderek azalan ürün çeşitliliği sebebiyle topraklar organik madde yönünden zayıflamakta ve her yıl yoğun kimyasal gübre kullanımını ortaya çıkarmaktadır. Her yıl uygulanan kimyasal gübreler yeraltı su kaynaklarına karışarak kirliliğe yol açmanın yanında toprak canlılığına da etki etmektedir (İsmaeil ve ark., 2012). Bu sebeple insanoğlu yakın gelecekte küresel iklim değişikliğine bağlı olarak sahip olduğu doğal kaynakların yok olmaması adına alternatif üretim sistemleri ve alternatif gübre kullanımı arayışına girmiştir.

Sorgum bitkisi yüksek verimli, hızlı büyüyen, kurak şartlarda bile verimli su kullanma kabiliyeti nedeniyle birçok bölgede yetiştirilen besleyici bir buğdaygildir (Sanchez ve ark., 2002; Fribourg, 2005; Salman ve Budak, 2015; Brauer ve Baumhardt, 2016). Bu yönüyle yakın gelecekte ortaya çıkabilecek su kısıtlığında mısıra alternatif bir bitki olma özelliği taşımaktadır. Ancak bir buğdaygil olması ve birden fazla biçime sahip olması sebebiyle topraktan yoğun miktarda azotu çekmesi, yoğun gübre kullanımını beraberinde getirecektir. Bu sebeple sürdürülebilir bir üretim amacıyla alternatif değerlendirilebilecek gübreler arasında organik gübreler gelmektedir. Bu gübreler arasında son yıllarda revaçta olan katı biyogaz fermentasyon atığının özellikle AB ülkelerinde üretiminin artış gösterdiği görülmektedir (Islam ve ark., 2010; Insam ve ark., 2015; Rozylo ve ark., 2015; Risberg ve ark., 2017). Bu bakımdan da ülkemizde biyogaz ve biyokütle santrallerinin sayısı 82'ye ulaşmış olup (Enerji Atlası, 2019) bu tesislerin tümünde çıkan atık maddeler tarımsal üretimde kullanılsa da özellikle biyogaz santrallerinden arta kalan hayvansal atıklar tarımsal üretim faaliyetlerinde kullanılabilir.

Katı biyogaz fermentasyon atığı, hem ucuz hem de organik özellik taşıyan ikincil bir üründür. Makro ve mikro besin elementleri açısından zengin olmasının yanı sıra amino asitler, vitaminler, enzimler, zararlı maddeler ve hastalıkları inhibe eden maddeler ya da faktörler bakımından da zengindir (Wu-Di, 2002; Islam ve ark., 2010; Albuquerque ve ark., 2012). Bu artıkların gübre olarak kullanılması toprağa N, P, K sağlar ve toprağın yapısını iyileştirir (Stinner ve ark., 2008; Arthurson, 2009; Fouda ve ark., 2013; Nkoa, 2014; Wentzel ve Joergensen, 2016).

Bu çalışma yakın gelecekte karşımıza çıkabilecek olan su kıtlığı ve çevresel problemlere önlem amacıyla organik gübre kullanımının Aydın ili ekolojik koşullarında silajlık sorgum bitkisi yetiştiriciliğini de verim ve kalite etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

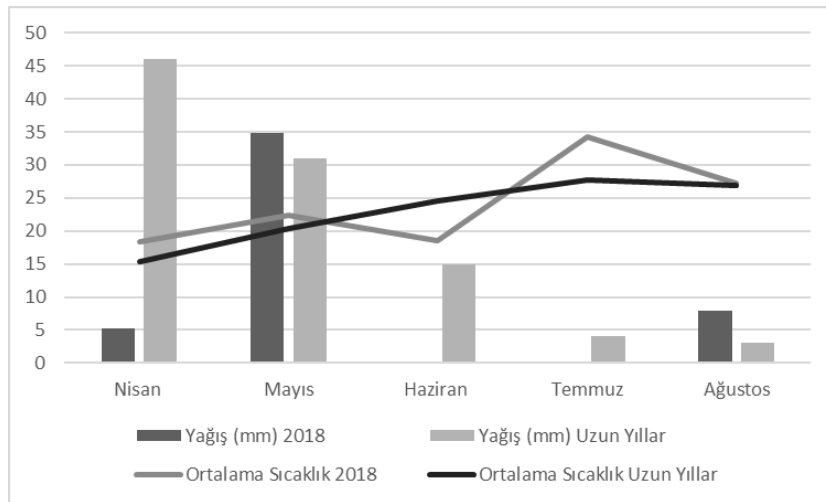
Araştırma 2018 yılı yaz üretim sezonunda Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve deneme çiftliği arazilerinde yürütülmüştür. Denemede tohumluk materyali olarak sorgum (*Sorghum bicolor* L.) bitkisi için Rox çeşidi; sorgum-sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf.) için Gözde-80 çeşidi tercih edilmiştir. Organik gübre kaynağı olarak değerlendirilen katı biyogaz atığı Efeler Biyogaz Tesisi'nden temin edilmiş olup 5 farklı doz (0, 500, 1000, 1500, 2000 kg da⁻¹) halinde parsellere uygulanmıştır. Araştırma her bir parsel 2.8x5m (14 m²) ve 4 sıra olacak şekilde 3 tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme deseninde tasarlanmıştır. Deneme alanına ait toprak analizlerine göre topraktaki organik madde düşük çıkmışken kumlu bir tekstüre sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Deneme tarlasının toprak analiz sonuçları.

Table 1. Soil analysis results of trial field.

Toprak tekstürü (%)			pH	Organik madde	P	K
Kum	Mil	Kil		(%)	(ppm)	(ppm)
72.0	16.7	11.3	8.4	1.2	21	176

İklim verileri incelendiğinde denemenin yürütüldüğü yıla ait aylık yağış verilerinde dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Ayrıca üretim dönemindeki toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamalarına göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında sıcaklık ortalamaları incelendiğinde denemenin yürütüldüğü yıl Temmuz ayında sıcaklık ortalamasının uzun yıllara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 1. Denemenin yürütüldüğü alanın 2018 ve uzun yıllar ortalamalarına (Anonim, 2019) ait yağış ve ortalama sıcaklık verileri. *Figure 1. Rainfall and average temperature data of 2018 and long years averages (Climate-Data, 2019).*

Araştırmada kullanılan organik gübre materyalinin azot içeriğinin %1.42, P₂O₅ içeriğinin %2.33, K₂O içeriğinin %0.60 ve organik madde miktarının da %91.18 olduğu yapılan analizler ile belirlenmiştir. Araştırmada organik gübre uygulamaları toprağa ekim öncesinde uygulanmış ve freze ile toprağa karışması sağlanmıştır. Gübreleme uygulamalarının ardından 25 Nisan tarihinde ekim işlemi mibzer ile gerçekleştirilmiştir. Denemede sulama işlemi bitkilerin su isteğine bağlı olarak 3 defa salma sulama ile gerçekleştirilmiştir. Hasat işlemleri tanelerin hamur olum döneminde bir kere gerçekleştirilmiştir. Hasat 15 Ağustos tarihinde her parselde kenar tesirleri atıldıktan sonra tüm parseller biçilerek yapılmıştır. Her parselde biçim işlemlerinin ardından yaş ot verimi elde edilmiştir. Her parselden alınan 4 adet 500'er gr örnek 70 °C de 48 saat etüvde kurutulmuştur (Cook ve Stubbendieck, 1986). Kurutma işleminin ardından kuru ot verimi hesaplanmış ve örnekler 2 mm büyüklükteki eleklerle sahip öğütme değirmeninde kimyasal analizler için öğütülmüştür. Kalite parametrelerini incelemek amacıyla yapılan kimyasal analizlerde ANKOM lif ölçüm cihazını kullanarak Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF, %), Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF, %) ve Asit Deterjanda çözünmeyen lignin (ADL, %) oranları belirlenmiştir (Van Soest ve ark., 1991). Dumas yöntemi kullanarak azot tayini yapılmış ve bulunan azot 6.25 ile çarpılarak ham protein oranı (%) belirlenmiştir (AOAC, 1990). Yapılan ölçümlerin ardından kuru ot verimi ile oranlama yaparak ham protein verimi (kg da⁻¹) hesaplanmış ve Horrocks ve Vallentine, (1999) 'in belirttiği olduğu formül yardımıyla nispi yem değeri hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerin SAS istatistik paket programı ile varyans analizleri yapılmış ve LSD çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır (SAS, 1998).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada beş farklı katı biyogaz dozunun sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinin yem verim ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sorgumun kuru ot veriminin sorgum x sudanotu mezeline göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Gübre dozları açısından en yüksek verim her iki bitkide farklı çıkmış olup sorgumda en yüksek kuru ot verimi 1500 kg da⁻¹ gübre uygulamasında 2105.92 kg da⁻¹ ile tespit edilmiştir. Bunu sorgum bitkisinde 2000 kg da⁻¹ gübre uygulaması takip etmiştir. Genel olarak gübre dozu arttıkça verimin arttığı görülürken özellikle 2000 kg da⁻¹ gübre uygulamasının verimde düşüşe yol açtığı tespit edilmiştir (Çizelge 2.). Salman ve Budak, (2015) yaptığı çalışmada kuru ot verimini 2988-5210 kg da⁻¹ arasında değiştiğini ifade ederken yapılan çalışmadan daha yüksek sonuçlar elde etmişlerdir. Bu yüksek sonuçların sebeplerinin farklı ekolojik ve farklı gübreden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanında İptaş ve ark. (2001), Çeçen ve ark. (2005), Keskin ve ark. (2005), Nazlı ve ark. (2014), Alaca ve Özaslan Parlak, (2017) yaptıkları çalışmalarda çalışmaya benzer sonuçlar ortaya koymuşlardır.

Çizelge 2. Farklı dozlarda katı biyogaz atığı uygulanmış sorgum ve sorgum-sudanotu melezi bitkilerinin kuru ot verimi ortalamaları (kg da^{-1}).

Table 2. Average yields of sorghum and sorghum-sudanense hybrid plants with different doses of solid biogas residue (kg da^{-1}).

Bitkiler – Gübre Dozları (kg da^{-1})	Kuru Ot Verimi (kg/da)
S -0	812.50 h
S – 500	968.66 g
S- 1000	1348.48 d
S – 1500	2105.92 a
S -2000	1600.67 bc
SS - 0	1003.33 fg
SS – 500	1111.82 ef
SS – 1000	1701.58 b
SS – 1500	1558.50 c
SS – 2000	1133.92 e
Ort.	1334.53

S: Sorgum, SS: Sorgum-Sudanotu Melezi.

Sıralama istatistiki olarak p 0.01'e göre önemlidir. LSD: 115.57

Bitki boyu ortalamalarında göre en yüksek boy ortalamaları sorgum x sudanotu melezi ortalamalarından elde edilmiştir. Gübre dozlarında göre en yüksek bitki boyu sorgum x sudanotu mezinde 281.00 cm ile 2000 kg da^{-1} uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Sorgum bitkisinde 1500 kg da^{-1} gübre uygulaması ile birlikte diğer uygulama dozları aynı istatistiki grup içinde yer almışlardır. Sorgum ve Sorgum x Sudanotu melezi bitkileri arasında oluşan bu fark kullanılan çeşidin özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kuru ot verimi açısından sorgum bitkisinden daha yüksek sonuçların elde edilme sebepleri ise sorgumun daha fazla yaprak sayısına, daha yüksek gövde çapına ve farklı büyüklüklerde salkıma sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Keskin ve ark., (2005) yaptıkları araştırmada bitki boyu ortalamalarının $190\text{-}219 \text{ cm}$, Crawford ve ark., (2018) ortalamaların $139.51\text{-}173.25 \text{ cm}$ arasında değiştiğini ifade ederken, Salman ve Budak, (2015) bitki boyunun $262\text{-}345 \text{ cm}$ arasında değiştiğini ifade etmiştir. Ekolojik koşullar, üretim stratejileri ve çeşit özellikleri bitki boyları arasında geniş farklılıklar oluşturabilmektedir. Gövde çapı bakımından durum tersi olup en yüksek bitki boyları 1000 kg da^{-1} gübre dozlarındadır. Yaprak sayısı ortalamaları incelendiğinde en yüksek doz olan 2000 kg da^{-1} gübre uygulaması ile birlikte tüm uygulamaların sorgum bitkisinde aynı istatistiki grupta yer aldığı görülmektedir. Sorgum x sudanotu melezi bitkisindeki gübre uygulamalarından elde edilen sonuçlar ise sorgum bitkisine göre daha düşük çıkmıştır. (Çizelge 3.).

Çizelge 3. Farklı dozlarda katı biyogaz atığı uygulanmış sorgum ve sorgum-sudanotu melezi bitkilerinin bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı (adet) ortalamaları.

Table 3. Plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves (pieces) averages of sorghum and sorghum-sudanense hybrid plants with different doses of solid biogas residue.

Bitkiler – Gübre Dozları (kg da^{-1})	Bitki Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)*	Yaprak Sayısı (adet)
S -0	185.40 c	19.14 a	10.80 a
S – 500	182.87 c	18.66 ab	10.86 a
S- 1000	187.80 c	19.23 a	11.06 a
S – 1500	195.40 c	18.70 ab	10.86 a
S -2000	192.40 c	18.84 ab	11.20 a
SS - 0	270.93 ab	15.64 c	7.80 c
SS – 500	263.07 ab	15.54 c	7.86 c
SS – 1000	251.87 ab	16.69 bc	8.80 bc
SS – 1500	246.07 b	16.32 c	8.13 bc
SS – 2000	281.00 a	16.11 c	9.13 b
Ort.	225.68	17.48	9.65
	LSD: 30.76	LSD: 2.16	LSD: 1.25

S: Sorgum, SS: Sorgum-Sudanotu Melezi.

*Sıralamada Gövde çapı parametresi p 0.05'e göre önemliyken diğer parametreler p 0.01'e göre önemlidir.

Sorgum x sudanotu melezi bitkilerine uygulanan gübre dozlarının asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) ortalamalarının sorgum uygulamalarına göre daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir. En düşük ADL yüzdesinin sorgum x sudanotu melezi bitkisinin 1000 kg da⁻¹ gübre dozunda %5.09 ile olduğu belirlenmiştir. Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ortalamalarına göre en düşük değer gübre uygulanmamış sorgumdan elde edilirken sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde uygulamaların aynı istatistikî grupta yer aldığı görülmektedir. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ortalamalarına göre en düşük değer sorgum x sudanotu melezi bitkisinde 1500, 2000, 1000 kg da⁻¹ gübre uygulamalarından elde edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.). Öten ve ark., (2016) ADF'yi %33 bulurken NDF'yi %57 bulmuşlardır. Arslan ve ark., (2017) ise çalışmalarında ADF'nin %22 bulurken NDF'nin %43 bulunduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmanın bir gübre çalışması olması ve ekolojik koşullar farklı sonuçların ortaya çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. Farklı dozlarda katı biyogaz atığı uygulanmış sorgum ve sorgum-sudanotu melezi bitkilerinin ADL (%), NDF (%) ve ADF (%) ortalamaları.

Table 4. ADL (%), NDF (%) and ADF (%) averages of sorghum and sorghum-sudanense hybrid plants with different doses of solid biogas residue.

Bitkiler – Gübre Dozları (kg da ⁻¹)	ADL (%)	NDF (%)*	ADF (%)
S - 0	6.88 ac	44.89 c	32.93 ab
S – 500	6.39 ac	48.98 bc	28.67 bc
S- 1000	7.43 a	57.04 a	36.10 a
S – 1500	5.62 ac	47.55 bc	29.81 bc
S -2000	7.15 ab	50.83 b	32.34 ab
SS - 0	5.69 ac	47.21 bc	27.64 c
SS – 500	5.41 bc	48.84 bc	33.07 ab
SS – 1000	5.09 c	46.92 bc	27.54 c
SS – 1500	5.24 c	46.51 bc	26.31 c
SS – 2000	5.36 bc	47.00 bc	27.53 c
Ort.	6.03	48.58	30.19
	LSD: 1.85	LSD: 5.55	LSD: 4.57

S: Sorgum, SS: Sorgum-Sudanotu Melezi.

*Sıralamada NDF parametresi p 0.05'e göre önemliyken diğer parametreler p 0.01'e göre önemlidir.

Ham protein oranı incelendiğinde en yüksek oranın sorgum x sudanotu mezinde 2000 kg da⁻¹ gübre dozunda %14.42 ile olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda sorgum için de en yüksek oranın en yüksek dozda %12.83 ile olduğu tespit edilmesine rağmen diğer dozlarında aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Ham protein verimi kuru ot verimine bağlı değişmesinden dolayı en yüksek ham protein verimlerinin kuru ot verimine benzer olduğu ortaya çıkmaktadır. En yüksek ham protein verimi 1500 kg da⁻¹ gübre uygulamasında 218.70 kg da⁻¹ ile tespit edilirken sorgum x sudanotu mezinden yüksek verim 164.88 kg da⁻¹ ile 1000 kg da⁻¹ gübre uygulamasında olmuştur. Ham protein oranı açısından Salman ve Budak (2015), sonuçların %7.90-9.57 arasında değiştiğini ifade ederken İptaş ve ark., (2001) %12-15 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Alaca ve Özasan Parlak, (2017) yaptıkları çalışmada ham protein oranını %5.81 ve Arslan ve ark., (2017) %3.71 olarak bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmalar arasında sadece İptaş ve ark., (2001) in sonuçları benzer sonuçlar olduğu görülmektedir. Diğer çalışmaların farklı çeşitlerle, farklı gübre dozlarında ve farklı biçim zamanlarında yapılmasının bu oranları etkileyebileceği düşünülmektedir. Keskin ve ark., (2005) çalışmalarında ham protein veriminin 73.57 kg da⁻¹ olduğunu, Nazlı ve ark., (2014) bu verimin 78-137 kg da⁻¹ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Bu sonuçların denemeden elde edilen sonuçlardan düşük olduğu görülmektedir. Ham protein veriminin belirleyen unsurların kuru ot verimi ve ham protein oranı olması sebebiyle bunlardan herhangi birinin yüksek ve düşük olması ham protein verimini etkilemektedir. Nispi yem değerleri açısından herhangi bir istatistikî fark ortaya çıkmadığı gözlenmiştir. Genel olarak katı biyogaz atığı gübre uygulamaları kuru ot veriminde ve bazı verim bileşenlerinde olumlu etkiler yarattığı görülse de özellikle kalite açısından belirli bir doz ön plana çıkmamıştır. Bu sebeple nispi yem değerinde farklı sonuçlar ortaya çıkmışken uygulanan dozların etkileri bazı özelliklerde ön plana çıkmasından dolayı bu sonuçlar arasında herhangi bir istatistikî fark ortaya çıkmamıştır. (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı dozlarda katı biyogaz atığı uygulanmış sorgum ve sorgum-sudanotu melezi bitkilerinin ham protein oranı (%), ham protein verimi (kg da⁻¹) ve nispi yem değeri ortalamaları.

Table 5. The average of crude protein content (%), crude protein yield (kg da⁻¹) and relative feed value of sorghum and sorghum-sudanense hybrid plants with different doses of solid biogas residue were applied.

Bitkiler – Gübre Dozları (kg da ⁻¹)	Ham Protein Oranı (%)	Ham Protein Verimi (kg da ⁻¹)	Nispi Yem Değeri
S -0	12.45 b	108.04 cd	137.17
S – 500	12.41 b	126.67 bd	126.42
S- 1000	12.83 b	162.22 ac	114.70
S – 1500	12.48 b	218.70 a	129.44
S -2000	12.83 b	184.23 ab	117.38
SS - 0	12.00 b	110.49 cd	132.75
SS – 500	9.81 c	93.86 d	128.59
SS – 1000	12.14 b	164.88 ac	152.32
SS – 1500	10.46 c	145.33 bd	138.82
SS – 2000	14.42 a	120.32 cd	133.68
Ort.	12.18	143.47	131.12
	LSD: 1.23	LSD: 59.64	LSD: 30.40

S: Sorgum, SS: Sorgum-Sudanotu Melezi.

Sıralamada yer alan parametreler p 0.01'e göre önemlidir.

SONUÇ

Doğal kaynaklar açısından sınırlı imkanlara sahip olduğumuz gezegenimizde bu imkanları etkin bir şekilde kullanmak sürdürülebilir bir üretim yapmamız açısından çok büyük önem arz etmektedir. Bundan dolayı özellikle yoğun su kullanımı olan tarımsal üretimde sorgum gibi su kullanım etkinliği yüksek ve kurak şartlara diğer bitkilerden daha fazla adapte olabilmiş bir bitkinin kullanımı önem taşımaktadır. Bunun yanında yoğun miktarda kullanımı bulunan kimyasal gübrenin yanı sıra organik özellik taşıyan katı biyogaz atığı gibi gübrenin kullanımı bu sürdürülebilirliğe katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bakımdan tek yıllık olarak yapılan bu çalışmada özellikle yapılan gübre uygulamalarının sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde bitki verim ve verim komponentlerine olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda dozlar arasında farklı sonuçlar ortaya çıksa da bu organik gübrenin tarımsal üretimde kullanılabilirliği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlara göre yapılacak çok yıllık başka çalışmalar doz bakımından daha net sonuçlar ortaya çıkarabilecektir.

TEŞEKKÜR

Katı biyogaz atığı gübresinin temini sebebiyle Efeler Biyogaz tesisi ve Ziraat Mühendisi Burak Alp KANTIK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Alaca, B., & Özasan-Parlak, A. (2017). Mısır, sorgum sudanotu melezi ile soya, börülce ve guarın karışık ekimlerinin silaj verimi ve kalitesine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 99-104.
- Albuquerque, J. A., De-la-Fuente, C., & Bernal, M. P. (2012). Chemical properties of anaerobic digestates affecting C and N dynamics in amended soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 160, 15-22.
- AOAC. (2003). *Official methods of analysis of AOAC International*. 17th Ed. 2nd Rev. Gaithersburg, MD, USA. Association of Analytical Communities.
- Arslan, M., Erdurmuş, C., Öten, M., Aydınoğlu, B., & Çakmakçı, S. (2017). Sorgum ve bazı bitkilerin ile farklı oranlarda karışımlarından hazırlanan silajların kalite özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 34-41.
- Arthurson, V. (2009). Closing the global energy and nutrient cycles through application of biogas residue to agricultural land-potential benefits and drawback. *Energies*, 2, 226-242.
- Brauer, D., & Baumhardt, R. L. (2016). Future Prospects for Sorghum as a Water-Saving Crop. In I. Ciampitti & V. Prasad (Eds.), *Sorghum: State of the Art and Future Perspectives*, (pp: 1-21). American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Inc.
- Climate-Data. (2019). Çakmar Mahallesi uzun yıllar iklim verileri. <http://en.climate-data.org/location/631889/>. Erişim tarihi: 1 Eylül 2019.

- Cook, C. W. & Stubbendieck, J. (1986). *Range research: basic problems and techniques*. Society for Range Management Press, Colorado.
- Crawford, S. A., Shroff, J. C., & Pargi, S. B. (2018). Effect of nitrogen levels and cutting management on growth and yield of multicut forage sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] variety cofs-29. *International Journal of Agricultural Sciences*, 14(1), 118-122.
- Çeçen, S., Öten, M., & Erdurmuş, C. (2005). Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum (*Sorghum bicolor* L.), sudanotu (*Sorghum sudanense* Staph.) ve mısırın (*Zea mays* L.) ikinci ürün olarak değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 337-341.
- Enerji Atlası. 2019. Biyogaz, Biyokütle, Atık ısı ve Piroolitik Yağ Enerji Santralleri. <https://www.enerjiatlası.com/biyogaz/>. Erişim tarihi: 1 Mart 2019.
- Fribourg H. A. (1995). Summer annual grasses. In: R.F. Barnes Miller D.A. & Nelson C.J. (Eds), *Forages*, (pp: 463-471). 5ed. Iowa State University Press, Ames, IA.
- Fouda, S., Von-Tucher, S., Lichti, F., & Schmidhalter, U. (2013). Nitrogen availability of various biogas residues applied to ryegrass. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176, 572-584.
- Horrocks, R. D. & Vallentine, J. F. (1999). *Harvested Forages*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Insam, H., Gómez-Brandón, M., & Ascher, J. (2015). Manure-based biogas fermentation residues - friend or foe of soil fertility? *Soil Biology and Biochemistry*, 84, 1-14.
- İptaş, S., Brohi, A. S., & Aktaş, A. (2001). Sorgum x Sudanotu Melezinde (*Sorghum vulgare* Pers. x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) Azotlu Gübreleme ve Biçim Yüksekliğinin Verim ve Kaliteye Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(2), 69-74.
- İslam, R., Mohammad, S., Rahman, E., Rahman, M., Deog-Hwan, O. H., & Chang-Six R. A. (2010). The effects of biogas slurry on the production and quality of maize fodder. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34, 91-99.
- İsmail, F. M., Abusuwar A. O., & El-Naim, A. M. (2012). Influence of Chicken Manure on Growth and Yield of Forage Sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench.). *International Journal of Agriculture and Forestry*, 2(2), 56-60.
- Keskin, B., Yılmaz, İ. H., Akdeniz, H., (2005). Sorgum x Sudanotu Melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf.) Çeşitlerinde Hasat Zamanının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 145-150.
- Nazlı, R. İ., İnal, İ., Kuşvuran, A., & Tansı, V. (2014). Effects of different organic materials on forage production from sorghum x sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor* x *Sorghum bicolor* var. sudanense). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue 2*, 2075-2082.
- Nkoa, R. (2014). Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 473-492.
- Öten, M., Kiremitçi, S., & Çınar, O. (2016). Bazı yem bitkileri ve karışımlarıyla hazırlanan silajların silaj kalitelerinin farklı yöntemlerle belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 33-43.
- Risberg, K., Cederlund, H., Pell, M., Arthurson V., & Schnurer, A. (2017). Comparative characterization of digestate versus pig slurry and cow manure - Chemical composition and effects on soil microbial activity. *Waste Management*, 61, 529-538.
- Rózyło, K., Gawlik-Dziki, U., Swieca, M., Rózyło, R., & Pałys, E. (2015). Winter wheat fertilized with biogas residue and mining waste: yielding and the quality of grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 3454-3461.
- Salman, A., & Budak, B. (2015). Farklı Sorgum x Sudanotu Melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* stapf.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 93-100.
- Sanchez, A. C., Subudhi, P. K., Rosenow, D. T., & Nguyen, H. T. (2002). Mapping QTLs associated with drought resistance in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench.). *Journal of Plant Molecular Biologies*, 48, 713-726.
- SAS Institute. (1998). *INC SAS/STAT users' guide release 7.0*. Cary, NC, USA.
- Stinner, W., Moller, K., & Leithold, G. (2008). Effects of biogas digestion of clover/grass-leys, cover crops and crop residues on nitrogen cycle and crop yield in organic stockless farming systems. *European Journal of Agronomy*, 29, 125-134.
- Van-Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Wentzel, S. & Joergensen, R. G. (2016). Quantitative microbial indices in biogas and raw cattle slurries. *Engineering in Life Sciences*, 16, 231-237.
- Wu-Di, Z. (2002). *Utilizing Bases of Methane Fermentative Residues*. Kunming, China: Yunnan Science and Technology Press, China.