



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2024, 61 (1):87-102
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1361997>

Mızgın GÖLER¹

Mehmet Arif ÖZYAZICI^{2*}

¹ Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Merkez, Siirt, Türkiye

² Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Merkez, Siirt, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

arifozyazici@siirt.edu.tr

İkinci ürün olarak yetiştirilen bazı tatlı sorgum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] genotiplerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi*

Determination of yield and yield components of some sweet sorghum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] genotypes grown as a second crop

* Bu makale birinci Yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 17.09.2023

Accepted (Kabul Tarihi): 04.03.2024

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, tatlı sorgum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] genotiplerinin ikinci ürün koşullarında verim ve bazı verim öğeleri yönünden performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Araştırmada; Gülşeker, Sorge, Erdurmuş, Ulusoy, Uzun, M81-E, Tracy, Cowley, Smith ve USDA Tayvan genotipleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Tatlı sorgum genotiplerinde ot ve tane verimi ile bazı verim öğeleri ve ot kalite parametreleri incelenmiştir.

Araştırma Bulguları: İncelenen tüm özellikler yönünden genotipler arasında anlamlı ($p<0.01$) farklılıklar saptanmıştır. Genotiplere göre; bitki boyu 133.6-363.0 cm, yeşil ot verimi 2247-12029 kg/da, sap verimi 1809-10009 kg/da, kuru madde verimi 572.4-3346.7 kg/da, tane verimi 88.89-195.27 kg/da, ham protein (HP) oranı %11.27-13.81, HP verimi 64.7-462.1 kg/da, asit deterjanda çözünmeyen lif oranı %27.69-35.65 ve nötral deterjanda çözünmeyen lif oranı %51.45-65.61 arasında değişim göstermiştir.

Sonuç: Araştırma sonuçlarına göre, ot üretimi amacıyla Gülşeker ve USDA Tayvan, tane üretimi amacıyla da Uzun çeşidi önerilmektedir.

ABSTRACT

Objective: In this research is intended to be determined performances of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] genotypes in terms of yield and some yield components grown as a second crop.

Material and Methods: In the study, Gülşeker, Sorge, Erdurmuş, Ulusoy, Uzun, M81-E, Tracy, Cowley, Smith and USDA Taiwan genotypes were used as plant material. The field experiment was conducted according to the randomized complete blocks design with 3 replications. Forage and grain yield, some yield components and forage quality parameters were examined in sweet sorghum genotypes.

Results: The significant ($p<0.01$) differences were found between genotypes in terms of all examined characteristics. According to genotypes, plant height ranged from 133.6 to 363.0 cm, green herbage yield ranged from 2247 to 12029 kg/da, stem yield ranged from 1809 to 10009 kg/da, dry matter yield ranged from 572.4 to 3346.7 kg/da, grain yield ranged from 88.89 to 195.27 kg/da, crude protein (CP) content ranged from 11.27% to 13.81%, CP yield ranged from 64.7 to 462.1 kg/da, acid detergent fiber content ranged from 27.69% to 35.65%, and neutral detergent fiber content ranged from 51.45% to 65.61%.

Conclusion: Based on the results of the study, Gülşeker and USDA Taiwan genotypes for forage production while Uzun variety for grain production can be recommended genotypes.

Anahtar sözcükler: Genotip, ham protein oranı, ham protein verimi, kuru madde verimi, tatlı sorgum

Keywords: Genotype, crude protein ratio, crude protein yield, dry matter yield, sweet sorghum

GİRİŞ

Yeryüzünde, devam eden küresel değişim, birçok türde popülasyon azalmalarına yol açtığı gibi (Stauder et al., 2020), bazı bitkilerin de vejetasyon süresinde değişimlere neden olmaktadır. Ani sıcaklık değişimleri, bazı alanlardaki gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkları, yüksek sıcaklıklar ve buna bağlı olarak uzun süren kuraklık olayları ve biyotik etkileşimler gibi bir dizi faktörler bitki türlerinin gelişimini, performansını ve uyumunu olumsuz etkilemekte; bu durum, bitkilerin normal yaşam sürelerini değiştirmekte, hatta bazı durumlarda türlerin hayatta kalmasını doğrudan sınırlayabilmektedir. Bu anlamda şiddetli kuraklık, dünya çapında gıda ürünlerinin üretimine en çok zarar veren iklimsel faktörlerden birisi olup, ekilebilir alanların azalmasına neden olmaktadır (Farrant & Hilhorst, 2022). Küresel ölçekteki bu çevresel değişimler, tarımsal alanlarda aynı zamanda; ürün sistemlerini, bitki üretim desenlerini, ekim nöbeti sistemlerini de önemli ölçüde etkilemektedir. Bu değişim süreci kolay kolay durdurulamayacağı için dünya nüfusunun gıda güvenliğini tehlikeye atmama adına; iklim dostu tarım sistemlerinin geliştirilmesi, ihmal edilen veya yeterince kullanılmayan gıda kaynaklarının üretimini artırılmasına yönelik stratejilerin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de kurak ve yarı kurak alanlar, yağışa dayalı ürünlerin yetiştirildiği başlıca alanlardır. Büyük oranda tahıl-tahıl ya da tahıl-nadas sisteminin uygulandığı bu alanlar, birçok stratejik ürünlerin yetiştirilebildiği tarımsal üretim sisteminin sürdürülebilirliğine katkı sağlayan alanlardır. Bu alanlarda değerlendirilme potansiyeli yüksek olan ürünler arasında sorgum cinsi (*Sorghum* sp.) gelmektedir. Sorgum türleri, gıda dışı çeşitli kullanımlar için -özellikle enerji bitkisi olarak- ilgi gören çok amaçlı tahıllardır (Barbanti et al., 2006; Meki et al., 2013). Sorgum türleri kuraklığa ve sıcaklık stresine dayanıklıdır (Soudek et al., 2014). Sorgum, yüksek fotosentetik ve su kullanım verimliliği ile marjinal alanlarda büyümek için stresli ortamlara karşı yüksek tolerans özelliklerine sahip bir bitkidir (Pinnamaneni et al., 2022). Sorgum türleri; tatlı sorgum, tane sorgum ve yem sorgumu olarak sınıflandırılmaktadır (Almodares et al., 2008a). Tatlı sorgum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.], sadece gıda üretimi için değil (Anglani, 1998); aynı zamanda enerji (Pinnamaneni et al., 2022), yem (Fazaali et al., 2006) ve lif (Murray et al., 2008) üretimi için de önemli bir potansiyele sahiptir. Tatlı sorgum, kuraklığa (Tesso et al., 2005), tuzluluğa (Almodares et al., 2008b) dayanıklılık ve yüksek biyokütle verimi (Almodares & Hadi, 2009) gibi birçok iyi özelliklere sahiptir. Tane sorgumlar gibi tatlı sorgumda da tane verimi yüksektir (Almodares & Mostafafi, 2006). Ancak, tatlı sorgumun esas karakteri tanesinden değil, yüksek şeker içeriğine sahip olan sapından kaynaklanmaktadır. Gövdesinde fermente edilebilir şekerler biriktiren (Rutto et al., 2013) tatlı sorgumlar, genel olarak 5400-6900 kg/da arasında sap üretebilmektedir (Almodares et al., 2008c). Çok amaçlı kullanım olanağı bulunmasına rağmen, tatlı sorgum; esas olarak konsantre şurup, tane ve hayvanlar için kaba yem ve silaj üretimi amacıyla yetiştirilmektedir (Gnansounou et al., 2005). Bu itibarla tatlı sorgumlar, tipik olarak orta tane verimi, ancak yüksek biyokütle üretimi ile karakterize edilir (Pinnamaneni et al., 2022). Yüksek fotosentetik etkinliğe sahip bir C4 ürünü olan tatlı sorgumun (Almodares & Hadi, 2009) geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının, tarımsal üretimin ve hayvancılığın gelişiminde önemli rol oynayacağı vurgulanmaktadır (Fazaali et al., 2006).

Türkiye’de hayvancılık, tarım sektörünün önemli bir bileşeni durumundadır. Bu yönüyle özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye hayvancılığının bel kemiği konumundadır. Ancak, hayvansal üretim henüz istenilen düzeyde değildir. Hayvansal üretimin artırılması, hem kaliteli hem de yeterli miktarda yem sağlanmasıyla mümkün olmaktadır. Türkiye’de çiftlik hayvanlarının yaşam ve üretim payı için gereken kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanamadığı ve ortaya çıkan açığın yoğun tahıl samanı kullanılarak kapatılmaya çalışıldığı bilinmektedir (Acikbas & Özyazıcı, 2019; Yavuz vd., 2020). Kaba yem açığının yaklaşık 49 milyon ton olduğu Türkiye’de (Yavuz vd., 2020), yem kaynaklarının mevcut durumuna göre hem yeşil yemde hem de kuru yemde önemli açıklar olduğu bir gerçektir. Açığı kapatmada yeşil yem arzının yıllık bazda artışı, bu anlamda büyük önem taşımaktadır. Yeşil yem zincirinin artırılmasında, tahıl hasadından sonra ikinci ürün sisteminin yaygınlaştırılması ve bu sisteme uygun yem bitkileri tür ve çeşitlerinin

geliştirilmesi önemli seçeneklerden birisidir. Tatlı sorgum yüksek verimliliği, besleyici değeri ve farklı tarımsal-ekolojik koşullara uyum sağlama yeteneği nedeniyle dünyanın birçok bölgesinde önemli bir yem bitkisidir (Mishra et al., 2017). Yeşil yem kaynağı olarak yüksek biyokütle üreten tatlı sorgum, silaj ve kuru ot eldesine de uygun olduğu için ot sıkıntısının yaşandığı mevsimlerde besleyici arzı da tamamlama gibi önemli bir avantaja sahiptir (Mishra et al., 2017). Hayvan sayısındaki artış ve buna bağlı olarak artan yem gereksinimi dikkate alındığında, yüksek yem verimi sağlayan tatlı sorgum genotiplerinin tanımlanmasına acil ihtiyaç vardır. Enerji tarımında geniş çapta kabul görmüş olan tatlı sorgumun, yem bitkisi olarak kullanımına ilişkin bilgiler ise oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, yeşil yem kaynağı olarak değerlendirilebilecek tatlı sorgum [*S. bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] genotiplerinin Mardin ili ikinci ürün koşullarında yem verimi ve kalitesi açısından performansının belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada, tarla denemesi; Mardin ili Kızıltepe ilçesi çiftçi arazisinde 2021 yılı ikinci ürün koşullarında yürütülmüştür. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Mardin ili; Diyarbakır, Şanlıurfa, Batman, Şırnak ve Suriye ile komşudur (MKTM, 2023). Araştırmanın yürütüldüğü Kızıltepe Ovası (Şekil 1), deniz seviyesinden ortalama 450 m yükseltide bulunmakta olup; kuzeyinde dağlık Mardin-Midyat eşiği ile sınırlanan ova, doğusunda bulunan Mardin Ovası ile batıdaki Ceylanpınar Ovası ve güneyde uzanan Suriye ovalarının ortasında kalmakta ve bu ovaların devamı niteliği göstermektedir (Çelik & Sönmez, 2013).



Şekil 1. Araştırma alanı lokasyon haritası.

Figure 1. Research area location map.

Mardin'de yazları kurak, Akdeniz yağış rejimi ve güney çöllerinin etkisi altında kalan bir kara iklimi görülür (MKTM, 2023). Yarı kurak iklim şartlarının hâkim olduğu, Türkiye ile Suriye arasındaki sınır noktasında bulunan Kızıltepe ilçesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Step İklimi'nin tipik özelliklerini taşımaktadır. Kızıltepe ilçesi, yaz aylarında, güneydeki çöl ikliminin etkisi altına girmekte; bu nedenle, sıcaklıklar genellikle 30°C'yi geçmektedir. Bu duruma bağlı olarak Kızıltepe'nin de içinde bulunduğu alan Türkiye'nin en kurak yörelerinden birini oluşturmaktadır (Çelik & Sönmez, 2013). Mardin iline ait araştırma yılı ve uzun yıllar bazı iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir (MGM, 2023). Çizelge 1 incelendiğinde; tatlı sorgumun vejetasyon süresince ortalama sıcaklık değeri 26.4°C iken, bu değer aynı dönemin uzun yıllar verilerinden bir miktar yüksek olduğu görülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü Haziran-Ekim döneminde sadece Ekim ayında 9.5 mm'lik yağış kaydedilirken, aynı dönemde uzun yıllar toplam yağış ortalaması 50.0 mm olarak saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Mardin ili uzun yıllar (1941-2021) ve araştırma dönemi (Haziran-Ekim 2021)'ne ait bazı meteorolojik veriler**Table 1.** Some meteorological data for Mardin province for long years (1941-2021) and the research period (June-October)

İklim parametreleri	Rasat yılları	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ortalama
Ortalama sıcaklık (°C)	1941-2021	25.6	29.8	29.6	25.3	18.6	25.8
	2021	26.9	31.3	31.0	24.8	19.7	26.4
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C)	1941-2021	30.6	35.0	34.7	30.1	22.9	30.7
	2021	37.8	41.3	39.4	34.8	30.0	36.7
Ortalama en düşük sıcaklık (°C)	1941-2021	20.3	24.5	24.7	20.8	14.7	21.0
	2021	15.9	22.3	23.4	13.4	10.6	17.1
Ortalama yağışlı gün sayısı	1941-2021	2.25	2.17	0.83	0.92	5.42	11.6
	2021	0	0	0	0	4	4
Aylık toplam yağış miktarı ortalaması (mm)	1941-2021	6.6	3.2	2.3	4.0	33.9	50.0
	2021	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	9.5
En yüksek sıcaklık (°C)	1941-2021	40.0	42.5	42.0	39.3	35.6	39.9
En düşük sıcaklık (°C)	1941-2021	0.6	11.8	12.8	8.0	-2.5	7.7

Araştırmanın yürütüldüğü deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, tatlı sorgum yetiştirilen topraklar killi tekstürlü, tuzsuz, hafif alkalın karakterde olup; kireç içeriği "orta kireçli", organik madde içerikleri "az", alınabilir fosfor (P) kapsamı "çok az" ve alınabilir potasyum (K) miktarı ise "yeterli" düzeydedir.

Çizelge 2. Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)***Table 2.** Some physical and chemical properties of research area soils (0-20 cm)*

Toprak özelliği	Birim	Değeri
Su ile doyunluk	%	73.3
pH		8.37
Elektriksel iletkenlik	dS/m	0.680
Kireç	%	6.4
Organik madde	%	1.64
Alınabilir P	kg P ₂ O ₅ /da	2.0
Alınabilir K	kg K ₂ O/da	69

* Analizler, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Araştırmada bitkisel materyal olarak; Gülşeker, Sorge, Erdurmuş, Ulusoy, Uzun, M81-E, Tracy, Cowley, Smith ve USDA Tayvan olmak üzere 10 adet tatlı sorgum [*S. bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] genotipi kullanılmıştır.

Yöntem

Tarla deneme tekniği ve uygulanan tarımsal işlemler

Deneme alanı ön bitkisi buğday olup, buğday hasadından sonra tarla pulluk ile derin sürülmüş, daha sonra diskaro ve tırmık çekilmek suretiyle ekime hazır hale getirilmiştir.

Araştırmada tarla denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Parsellerde sıra arası mesafe 70 cm, sıra üzeri 15 cm olacak şekilde 4 sıra halinde ekim yapılmış olup, parsel boyu 4 m tutulmuştur. Buna göre parsel ebadı 2.8 m x 4 m= 11.2 m² olmuştur. Parseller arasında 70 cm, bloklar arasında ise 2 m mesafe bırakılmış olup, toplam deneme alanı 34.3 m x 16 m= 548.8 m²dir.

Ekimden önce, toprak analizi sonuçlarına göre (Çizelge 2), her parsele homojen miktarda olacak şekilde; 7 kg/da saf P₂O₅ hesabıyla fosforlu gübre (Triple süper fosfat, % 43-44 P₂O₅)'nin tamamı ve

dekara 15 kg hesabıyla da azot (N)'lu gübre (Amonyum sülfat, % 21 N)'nin yarısı banda uygulanmıştır. Ekim işlemi; 22 Haziran 2021 tarihinde dekara 2-2.5 kg tohum hesabıyla (TTSM, 2010), ekim derinliği 2-3 cm (TTSM, 2010) olacak şekilde elle yapılmıştır. Bitkiler, 15-20 cm yüksekliğe ulaştığı dönemde (4 yapraklı olduğu dönem) birinci çapa ile birlikte tekleme ve aynı zamanda yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. İkinci çapa ve boğaz doldurma, bitkiler 40-50 cm boylandığında, 6-8 yapraklı olduğu dönemde yapılmış; boğaz doldurma işleminden önce, azotun kalan diğer yarısı da uygulanmıştır. Daha sonraki dönemlerde, yabancı ot durumu göz önünde bulundurularak çapa ile yabancı otlar kontrol altına alınmıştır. İklim ve toprak şartlarına göre bitkinin kritik gelişme dönemlerinde (özellikle, çiçeklenme öncesi ve salkım çıkışı gibi) damla sulama yöntemiyle sulama yapılmıştır. Bitkilerin hasadı, her bir genotipin olgunlaşma süresi dikkate alınarak yapılmıştır. Parsellerin yarısının ot, diğer yarısının ise tane için değerlendirildiği çalışmada; yeşil ot verimi için tatlı sorgum başaklarındaki tanelerin hamur oluma ulaştığı dönemde (Chavan et al., 2009), tane verimi için ise tanelerin fizyolojik olgunlaşma devresinde (TTSM, 2010) biçimler gerçekleştirilmiştir. Hasat sırasında, parsel başlarından 50'şer cm'lik kısımlar ve parsel kenarlarından da birer sıra kenar tesiri olarak atılarak 10 cm anız yüksekliği kalacak şekilde ortadaki 2 sıra biçilmiştir. Tane verimi için hasat edilen salkımlar (başaklar) gölge bir yerde, 3-5 gün kurutulduktan sonra elle harmanlanarak, taneler çıkarılmıştır.

İncelenen parametreler ve yöntemleri

Çalışmada, hasat sırasındaki gözlem ve bazı ölçümler, her parselin ortasındaki 2 sıradan tesadüfi olarak seçilen 10 bitki üzerinden yapılmıştır. Araştırmada; salkım çıkarma süresi, çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, sap kalınlığı, sap oranı, yaprak oranı, salkım oranı, yeşil ot verimi, sap verimi, kuru madde (KM) verimi, fizyolojik olgunlaşma süresi, yatma durumu [1-9 skalası: Yatma yok (1), %1-25 (3), %26-50 (5), %51-75 (7), %76-100 (9)], tane verimi ve bin tane ağırlığı değerleri TTSM (2010) ve Avcioglu (2018) tarafından bildirilen esaslar dâhilinde belirlenmiştir.

Kuru madde verimini tespit etmek amacıyla kurutulan ot örnekleri (tüm bitki aksamı), her parsel için ayrı ayrı öğütülmüş ve analizlere hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerin ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranları; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda, NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy-Yakın Kızıl Ötesi Yansıması Spektroskopisi) cihazı ile #IC-0904FE kalibrasyon seti (WinISI, 2022) kullanılarak belirlenmiştir (Brogna et al., 2009). Tatlı sorgum genotiplerine ait belirlenen HP oranı değerlerinin dekara KM verimleri ile çarpılması sonucu, dekara HP verimleri bulunmuştur.

Kaba yemin hayvan tarafından tüketim potansiyeli ile sağlayacağı enerji değerinin tahminine yönelik bir indeks olan nispi yem değeri (NYD), Rohweder et al. (1978) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir. Bunun için öncelikle; Eşitlik 1 yardımıyla, sindirilebilir kuru madde (SKM, %); Eşitlik 2 ile kuru madde tüketimi (KMT, %) hesaplanmış; Eşitlik 3 yardımıyla da NYD saptanmıştır.

$$\text{SKM (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF}) \quad (1)$$

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

$$\text{NYD (\%)} = \% \text{ SKM} \times \% \text{ KMT} \times 0.775 \quad (3)$$

Tatlı sorgum genotiplerinin kuru otunda belirlenen HP, ADF, NDF ve NYD verilerine göre otun kalite sınıfının değerlendirilmesinde Rohweder et al. (1978) tarafından bildirilen sınıflandırma sistemi [(HP için: >%19= en üstün kaliteli, %17-19= çok iyi, %14-16= iyi, %11-13= orta, %8-10= kötü ve <%8= kabul edilemez), (ADF için: <%31= en üstün kaliteli, %31-35= çok iyi, %36-40= iyi, %41-42= orta, %43-45= kötü ve >%45= kabul edilemez), (NDF için: <%40= en üstün kaliteli, %40-46 çok iyi, %47-53= iyi, %54-60= orta, %61-65= kötü ve >%65= kabul edilemez), (NYD için: >151= en üstün kaliteli, 151-125= çok iyi, 124-103= iyi, 102-87= orta, 86-75= kötü ve <75= kabul edilemez)] kullanılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizi, JMP paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış; ortalamalar arasındaki farklılıklar, TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz & Açıkgöz, 2001). Çizelgelerde değerler ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bazı fenolojik ve morfolojik özellikler

Tatlı sorgum genotiplerine ait bazı fenolojik ve morfolojik parametrelere ait veriler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'te sonuçları verilen bu özellikler yönünden tatlı sorgum genotipleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Salkım çıkarma süresi

Araştırmada ele alınan genotiplerden Sorge çeşidinin 56.0 gün ile en kısa sürede salkım çıkaran çeşit olduğu, M81-E ve Cowley çeşitlerinin ise 69.0 gün ile en uzun sürede salkım çıkaran çeşitler olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Salkım çıkarma süresi genotipik bir özellik olmakla birlikte, çevre şartlarından da etkilenebilmektedir (Sönmez, 2020). Benzer bulgular Avcioğlu (2018) ve Öktem vd. (2021a) tarafından da rapor edilmiştir.

Çiçeklenme gün sayısı

Çiçeklenme süresinin en kısa olduğu genotip 64.0 gün ile Sorge ve Tracy çeşitleri olurken, en uzun çiçeklenme süresine sahip genotipler 79.0 gün ile M81-E ve Smith çeşitleri olmuştur (Çizelge 3). Tatlı sorgum çeşit ve hatları ile değişik ekolojilerde yapılan çalışmalarda, bu araştırma bulgularında olduğu gibi çiçeklenme gün sayısı yönünden genotipler arasında anlamlı farklılıkların olduğu, ürün sistemleri ve uygulanan bazı kültürel işlemlere göre genotiplerin çiçeklenme gün sayılarının 51.3-108.0 gün arasında değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir (Reddy et al., 2005; Girgin, 2012; Avcioğlu, 2018; Samarth et al., 2018; Kaplan, 2021; Öktem vd., 2021b). Çiçeklenme gün sayısı yönünden literatür ile oluşan farklılıklar, araştırmaların yürütüldüğü iklim (özellikle, sıcaklık ve yağış) ve toprak koşullarının farklılığı ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Tatlı sorgum genotiplerinin bazı fenolojik ve morfolojik özelliklerine ait sonuçlar*

Table 3. Results of some phenological and morphological characteristics of sweet sorghum genotypes*

Genotipler	Salkım çıkarma süresi (gün)	Çiçeklenme gün sayısı (gün)	Bitki boyu (cm)	Sap kalınlığı (mm)	Sap oranı (%)	Yaprak oranı (%)	Salkım oranı (%)
Gülşeker	62.0 \pm 0.00 ^b	74.0 \pm 0.00 ^b	350.7 \pm 1.30 ^a	28.43 \pm 2.24 ^a	83.2 \pm 0.51 ^a	10.5 \pm 0.55 ^c	6.3 \pm 0.40 ^c
Sorge	56.0 \pm 0.00 ^c	64.0 \pm 0.00 ^d	133.6 \pm 7.97 ^c	19.22 \pm 0.39 ^{cd}	80.5 \pm 0.73 ^a	12.1 \pm 1.39 ^{bc}	7.4 \pm 0.22 ^{bc}
Erdurmuş	60.0 \pm 1.00 ^{bc}	70.0 \pm 0.00 ^c	316.9 \pm 4.18 ^b	18.06 \pm 0.39 ^{cd}	81.4 \pm 0.99 ^a	12.3 \pm 0.54 ^{bc}	6.3 \pm 1.23 ^c
Ulusoy	61.7 \pm 1.45 ^b	76.3 \pm 0.67 ^{ab}	324.7 \pm 2.66 ^b	16.38 \pm 0.48 ^d	79.1 \pm 0.24 ^a	14.7 \pm 0.42 ^{ab}	6.2 \pm 0.37 ^c
Uzun	58.0 \pm 2.00 ^{bc}	76.0 \pm 1.00 ^{ab}	325.4 \pm 1.85 ^b	19.86 \pm 0.96 ^{cd}	72.2 \pm 1.75 ^b	16.0 \pm 1.25 ^a	11.7 \pm 1.78 ^a
M81-E	69.0 \pm 0.00 ^a	79.0 \pm 0.00 ^a	363.0 \pm 1.96 ^a	21.66 \pm 1.15 ^{bc}	78.6 \pm 1.05 ^a	12.4 \pm 1.26 ^{bc}	9.0 \pm 0.57 ^b
Tracy	58.0 \pm 2.00 ^{bc}	64.0 \pm 0.00 ^d	327.7 \pm 3.80 ^b	18.39 \pm 0.43 ^{cd}	81.1 \pm 0.55 ^a	11.3 \pm 0.76 ^c	7.6 \pm 0.20 ^{bc}
Cowley	69.0 \pm 0.00 ^a	70.0 \pm 0.00 ^c	320.5 \pm 8.66 ^b	20.59 \pm 0.29 ^{cd}	81.0 \pm 1.00 ^a	11.7 \pm 1.52 ^{bc}	7.3 \pm 0.28 ^{bc}
Smith	62.0 \pm 0.00 ^b	79.0 \pm 0.00 ^a	315.6 \pm 3.24 ^b	20.47 \pm 0.15 ^{cd}	79.6 \pm 0.66 ^a	12.0 \pm 1.01 ^{bc}	8.4 \pm 0.39 ^{bc}
USDA Tayvan	62.0 \pm 0.00 ^b	74.7 \pm 1.45 ^b	358.6 \pm 2.54 ^a	25.48 \pm 1.05 ^{ab}	79.7 \pm 0.32 ^a	12.5 \pm 0.25 ^{bc}	7.8 \pm 0.32 ^{bc}
Ortalama	61.8 \pm 0.81	72.7 \pm 0.99	313.7 \pm 11.62	20.86 \pm 0.68	79.7 \pm 0.57	12.6 \pm 0.32	7.8 \pm 0.31
F değeri	16.903**	82.772**	283.313**	14.552**	9.802**	7.271**	12.190**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir. ** $p < 0.01$ hata sınırları içerisinde önemlidir.

Bitki boyu

Araştırmada, en yüksek bitki boyu 363.0 cm ile M81-E çeşidinde elde edilirken, bunu istatistiki olarak aynı grupta yer alan USDA Tayvan (358.6 cm) ve Gülşeker (350.7 cm) genotipleri takip etmiştir.

Çalışmada, en düşük bitki boyu değeri ise ortalama 133.6 cm ile Sorge çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Çeşitler arasındaki genetik farklılık ile genotip ve çevre interaksyonunun, bitki boyunun değişkenlik göstermesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Tatlı sorgum genotipleri ile yapılan bazı çalışmalarda (Avcioğlu, 2018; Kaplan, 2021; Öktem vd., 2021b) da benzer bulgular elde edilmiştir.

Tatlı sorgum genotipleri ile ikinci ürün koşullarında yürütülen çalışmalarda bitki boyu değerlerinin, örneğin; Bornova'da azot dozlarına göre 198.1-225.7 cm (Girgin, 2012), Şanlıurfa'da 252.3-340.8 cm (Avcioğlu, 2018), Çukurova'da M81-E çeşidinde farklı su düzeylerine göre 268.7-368.3 cm (Dündar vd., 2020), Diyarbakır'da 326.1-373.7 cm (Kaplan, 2021) arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmada ele alınan genotiplere ait bitki boyu değerlerinin, literatürdeki bu değişim aralığı sınırları içerisinde olduğu söylenebilir.

Sap kalınlığı

Çalışmada, en kalın sap 28.43 mm ile Gülşeker çeşidinde tespit edilirken, bu çeşit ile USDA Tayvan genotipi (25.48 mm) arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. En düşük değer ise 16.38 mm sap kalınlığı ile Ulusoy çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 3). Sap kalınlığı, kültürel uygulamalara bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, genel olarak bitkilerin genetik özelliğinin bir sonucu olarak şekillenmektedir (İptaş & Acar, 2003; Yılmaz vd., 2007). Tatlı sorgum ile yapılan çok sayıda çalışmalarda (Adıyaman vd., 2020; Öktem vd., 2021b; Yönter vd., 2022) da sap kalınlığının genotiplere göre değişkenlik gösterdiği ifade edilmiştir. Literatürde tatlı sorgum genotiplerinin sap çapı değerleri 19.15-28.83 mm arasında değişmiştir (Avcioğlu, 2018; Adıyaman vd., 2020; Dündar vd., 2020; Kaplan, 2021; Öktem vd., 2021b).

Sap oranı

Sap oranı yönünden anlamlı farklılık, Uzun çeşidi ile diğer genotipler arasında gerçekleşmiştir. Uzun çeşidinin sap oranı %72.2 ile en düşük olarak saptanırken, diğer tüm çeşitlerin sap oranı değerleri istatistiki açıdan birinci grubu oluşturmuş ve değerler %78.6-83.2 arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 3). Sap oranı yönünden çeşitler arasındaki farklılığa; Avcioğlu (2018), Öktem vd. (2021b) ve Yönter vd. (2022) tarafından da işaret edilmiştir. Sap oranı yüksek olduğunda, lignin ve selüloz gibi hücre duvarı bileşenlerinin oranı arttığından SKM miktarı azalmaktadır. Bu nedenle yem bitkilerinde kaba yem kalitesi açısından sap oranının düşük olması istenir (Budak & Budak, 2014; Öktem vd., 2021b). Gülşeker, Sorge, Erdurmuş, Tracy ve Cowley çeşitlerinin sap oranı değerleri araştırma ortalamasının üzerinde iken, diğer genotipler %79.7'ye eşit veya altında bulunmuştur (Çizelge 3).

Yaprak oranı

Yapraklar önemli bir fotosentetik organ olup, yaprak oranı yem kalitesinin önemli göstergelerinden birisidir. Yaprakların saplara kıyasla kalitesi daha yüksektir (Budak & Budak, 2014); bu nedenle, yem kalitesi bakımından yaprak oranının yüksek olması istenmektedir (Öktem vd., 2021b). Araştırma sonucunda en yüksek yaprak oranı %16.0 ile Uzun çeşidinde belirlenirken, bunu %14.7 ile Ulusoy çeşidi takip etmiş; Tracy (%11.3) ve Gülşeker (%10.5) çeşitleri en düşük yaprak oranına sahip çeşitler olmuşlardır (Çizelge 3). Yaprak oranı yönünden çeşitler arasındaki değişkenlik diğer bazı araştırmalarda (Avcioğlu, 2018; Öktem vd., 2021b; Yönter vd., 2022) da rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra; Öktem vd. (2021b), araştırmaya konu olan örneğin M81-E çeşidinde yaprak oranını %13.1, Smith çeşidinde %11.3, Tracy çeşidinde %6.6 ve Gülşeker çeşidinde %9.2 olarak belirlemişlerdir. Tatlı sorgum genotipleri ile yapılan diğer araştırmalarda yaprak oranının %6.23-29.92 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Girgin, 2012; Avcioğlu, 2018; Öktem vd., 2021b). Araştırmada elde edilen veriler, literatürdeki bu değişim aralığı içerisinde yer almaktadır.

Salkım oranı

Araştırma sonucunda en yüksek salkım oranı %11.7 ile Uzun çeşidinde, en düşük salkım oranı ise Gülşeker (%6.3), Erdurmuş (%6.3) ve Ulusoy (%6.2) çeşitlerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3). Salkım

oranının çeşitlere göre önemli oranda değişkenlik gösterdiği, sorgum türlerinde yapılan bazı araştırmalarda (Avcıoğlu, 2018; Öktem vd., 2021b) da bildirilmiştir. Tatlı sorgum genotiplerinin salkım oranını; Avcıoğlu (2018) %4.40-10.31 ve Öktem vd. (2021b) %1.70 (Gülşeker)-7.65 (M81-E) arasında tespit etmişlerdir. Araştırmada belirlenen salkım oranı değerlerinin önceki çalışmalarla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Salkım uzunluğu, salkım yan dal sayısı, salkımda tane sayısı ve salkımda tane ağırlığı gibi morfolojik yapılar salkım oranını etkileyen en önemli bileşenlerdir. Dolayısıyla adı geçen bu özelliklerin farklılığı, genotipler arasındaki salkım oranının değişkenlik göstermesinde etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra, Öktem vd. (2021b) genellikle salkım şekli ve büyüklüğünün genotipik faktörlerden kaynaklandığını bildirmektedirler. Tanelerin protein, karbonhidrat ve mineral madde içeriği genellikle diğer bitki aksamalarına göre yüksek olduğundan, yem içerisinde salkım oranının ve buna bağlı olarak tane oranının yüksek olması yem kalitesi açısından istenilen bir durumdur (Öktem vd., 2021b).

Ot ve tane verimi ile ilgili özellikler

Tatlı sorgum genotiplerine ait ot ve tane verimine ait bazı veriler Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'teki özellikler yönünden tatlı sorgum genotipleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Yeşil ot verimi

Kızıltepe Ovası ikinci ürün koşullarında, en yüksek yeşil ot verimi Gülşeker (12029 kg/da) çeşidinde belirlenirken; bu çeşit ile USDA Tayvan (10657 kg/da), M81-E (10437 kg/da) ve Cowley (9921 kg/da) genotiplerinin yeşil ot verimleri arasındaki farklılık istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Çalışmada, en düşük yeşil ot verimi 2247 kg/da ile Sorge çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4).

Yeşil ot verimine en etkili parametrelerin bitki boyu, sap kalınlığı ve sap oranı olduğu söylenebilir. Nitekim bu parametrelerin yüksek olduğu genotiplerden daha yüksek yeşil ot verimi elde edilmiştir. Özellikle Gülşeker çeşidinin her üç özellik yönünden de oldukça önde olduğu görülmüştür. Tatlı sorgum genotipleri arasındaki yeşil ot verimi farklılıklarının anlamlı olduğunu bildiren araştırmacılar, yeşil ot veriminin; Avcıoğlu (2018) 9284-18401 kg/da, Adıyaman vd. (2020) 10633-16172 kg/da ve Öktem vd. (2021b) 7714-16381 kg/da arasında değişkenlik gösterdiğini rapor etmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçların literatürdeki bu verilerden farklılıkları; genotip, iklim ve toprak farklılıkları ile açıklanabilir.

Çizelge 4. Tatlı sorgum genotiplerinin verim ve bazı verim unsurlarına ait sonuçlar*

Table 4. Results of yield and some yield components of sweet sorghum genotypes*

Genotipler	Yeşil ot verimi (kg/da)	Sap verimi (kg/da)	Kuru madde verimi (kg/da)	Fizyolojik olgunlaşma süresi (gün)	Yatma durumu (1-9)	Tane verimi (kg/da)	Bin tane ağırlığı (g)
Gülşeker	12029±252 ^a	10009±205 ^a	3346.7±60.0 ^a	106.0±0.00 ^c	1.00±0.00 ^c	153.47±7.12 ^{abc}	24.08±0.36 ^{abc}
Sorge	2247±34 ^f	1809±30 ^e	572.4±17.3 ^d	96.0±0.00 ^d	1.00±0.00 ^c	88.89±8.10 ^d	16.50±1.38 ^e
Erdurmuş	4063±124 ^{ef}	3312±138 ^{de}	1370.4±58.9 ^c	104.0±1.00 ^c	1.00±0.00 ^c	118.96±30.08 ^{cd}	22.33±0.58 ^{bc}
Ulusoy	6905±138 ^{cd}	5464±103 ^c	2008.1±92.8 ^{bc}	119.7±2.03 ^{ab}	1.00±0.00 ^c	116.13±10.62 ^{cd}	16.83±0.08 ^{de}
Uzun	5437±379 ^{cd}	3925±272 ^{cd}	1780.3±297.3 ^c	116.0±0.00 ^b	2.33±0.67 ^{bc}	195.27±38.57 ^a	27.25±1.23 ^a
M81-E	10437±507 ^{ab}	8209±435 ^b	2799.1±118.7 ^a	120.0±0.00 ^{ab}	1.00±0.00 ^c	184.66±12.93 ^{ab}	26.50±1.38 ^a
Tracy	8968±884 ^{bc}	7262±663 ^b	2802.6±485.7 ^a	116.0±0.00 ^b	3.67±0.67 ^{ab}	149.95±5.61 ^{abc}	22.33±0.08 ^{bc}
Cowley	9921±678 ^{ab}	8033±521 ^b	2867.3±377.1 ^a	119.7±2.03 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	138.44±26.48 ^{bcd}	20.58±0.30 ^{cd}
Smith	9762±238 ^b	7776±252 ^b	2700.3±70.5 ^{ab}	120.0±0.00 ^{ab}	1.67±0.67 ^c	182.97±16.71 ^{ab}	25.42±0.79 ^{ab}
USDA Tayvan	10657±215 ^{ab}	8495±156 ^{ab}	2812.5±106.8 ^a	123.0±0.00 ^a	1.00±0.00 ^c	174.54±0.47 ^{ab}	24.77±0.23 ^{ab}
Ortalama	8042±578	6429±477	2306.0±154.1	114.0±1.59	1.87±0.27	150.33±37.32	22.66±0.69
F değeri	52.487**	58.494**	38.529**	78.856**	13.827**	10.639**	25.127**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir. ** $p < 0.01$ hata sınırları içerisinde önemlidir.

Sap verimi

En yüksek sap verimi Gülşeker (10009 kg/da) çeşidinde belirlenirken, bu çeşit ile USDA Tayvan (8495 kg/da) genotipinin sap verimi arasındaki farklılık istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Çalışmada, en düşük sap verimi 1809 kg/da ile Sorge çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Araştırma bulgularına benzer şekilde sap verimi yönünden genotipler arasında önemli farklılıklar gözlemleyen; Avcioglu (2018) sap veriminin genotiplere göre 7440-13950 kg/da, Adıyaman vd. (2020) 9117-13413 kg/da ve Öktem vd. (2021a) 5763-14433 kg/da arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir. Ek olarak, tatlı sorgum sap verimlerini; Tsuchihashi & Goto (2004), Java-Endonezya şartlarında 4790 ile 6593 kg/da, Reddy et al. (2005) ve Chavan et al. (2009) Hindistan koşullarında sırasıyla 4100-5200 ve 2276-4485 kg/da, Geren vd. (2011) ve Girgin (2012) Ege Bölgesi ikinci ürün koşullarında sırasıyla 2150-2660 ve 2320-2626 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Literatürdeki bu sonuçlar ile araştırma verileri arasındaki farklılıklar, çeşit özelliği ile yetiştirilen bölgenin iklim ve toprak özelliklerinin farklılığı ile açıklanabilir.

Kuru madde verimi

Araştırmada, en yüksek KM verimi istatistiki olarak aynı grupta yer alan; Gülşeker (3346.7 kg/da), Cowley (2867.3 kg/da), USDA Tayvan (2812.5 kg/da), Tracy (2802.6 kg/da) ve M81-E (2799.1 kg/da) genotiplerinde belirlenmiş olup, bu genotiplere ait KM verimi ile Smith (2700.3 kg/da) çeşidinin verimleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz çıkmıştır. Çalışmada, en düşük KM verimi ise 572.4 kg/da ile yeşil ot veriminde olduğu gibi Sorge çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Kuru madde verimi yönünden çeşitler arasındaki bu farklılık, genotiplerin iklim ve toprak şartlarına gösterdikleri uyum farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tatlı darı ile yapılan bazı çalışmalarda da KM verimi yönünden çeşitler arasındaki anlamlı farklılıklara vurgu yapılmıştır (Avcioglu, 2018; Adıyaman vd., 2020; Öktem vd., 2021b; Yöner vd., 2022). Literatürdeki bu çalışmalarda, Şanlıurfa ikinci ürün koşullarında, KM verimini; Avcioglu (2018) UNL-hybrid-4 (8456.3 kg/da) çeşidinden, Adıyaman vd. (2020) ilk yıl en yüksek değerin 4529.7 kg/da ile Urja çeşidinden, ikinci yıl ise Theis (3989.9 kg/da), Top 76-6 (3827.8 kg/da), M81-E (3595.5 kg/da) ve Urja (3569.8 kg/da) çeşitlerinden elde etmişlerdir. Buna karşılık Kaplan (2021), KM verimi bakımından tatlı darı çeşitleri arasında önemli farklılıkların saptanmadığını, çeşitlerin KM verimlerinin 2698.6-3496.5 kg/da arasında değişkenlik gösterdiğini ve rakamsal olarak en yüksek miktarın No91 (USDA Tayvan) genotipinden elde edildiğini rapor etmiştir.

Genel olarak yeşil ot verimi ve bitki boyu yüksek olan, buna karşılık salkım oranı düşük olan genotiplerin KM verimlerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum; Gülşeker, M81-E ve USDA Tayvan genotiplerinde oldukça belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Tatlı darı çeşitleri ile farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda KM verimlerinin 763.0-8456.3 kg/da arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Girgin, 2012; Khaled, 2013; Hiroshi et al., 2015; Avcioglu, 2018; Geren vd., 2019; Adıyaman vd., 2020; Kaplan, 2021; Öktem vd., 2021b). Çalışmada elde edilen KM verimlerinin literatürde belirtilen bu değişim aralığı içerisinde olduğu görülmüştür. Kuru madde verimleri yönünden literatürdeki sonuçlardan farklılık ise, araştırmaların; farklı ekolojik koşullarda ve farklı genotiplerle yapılmış olması ile açıklanabilir.

Fizyolojik olgunlaşma süresi

Çizelge 4'teki sonuçlar incelendiğinde; en kısa fizyolojik olgunlaşma süresi değeri 96.0 gün ile Sorge, en uzun fizyolojik olgunlaşma süresinin ise 123.0 gün ile USDA Tayvan genotipinde tespit edilmiştir. Fizyolojik olgunlaşma süresinin uzun olması, fotosentezin artışına bağlı olarak daha fazla KM ve besin maddelerinin bitkide birikmesine neden olmaktadır. Bu durum, özellikle tane verimini etkilemektedir.

Fizyolojik olgunlaşma süresi bakımından tatlı sorgum genotipleri arasında anlamlı farklılıkların tespit edildiği bazı çalışmalarda, fizyolojik olgunlaşma süresi örneğin; Şanlıurfa ikinci ürün koşullarında 94.25 ile 121.00 gün (Avcioglu, 2018) ve Harran Ovası ana ürün koşullarında 128 ile 168 gün (Öktem vd., 2021a)

arasında değişim göstermiştir. Çalışmada belirlenen tatlı sorgum genotiplerinin fizyolojik olgunlaşma sürelerinin, literatürdeki ikinci ürün koşullarında yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir.

Yatma Durumu

Yapılan gözlemlerde; Cowley çeşidinde fizyolojik olumdan sonra, parseldeki bitkilerin %26-50 arasında değişen oranlarda yatma görülmüştür. Tracy ve Uzun çeşitlerinde bu oranın %1-25 arasında değişkenlik gösterdiği, ele alınan diğer çeşitlerde ise yatma durumunun söz konusu olmadığı gözlemlenmiştir. Nitekim yapılan istatistiki analizlerde de anlamlı farklılık, Cowley, Tracy ve Uzun çeşitleri ile diğer genotipler arasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Tatlı sorgum (Avcioğlu, 2018) ve sorgum türleri (Özge vd., 2022) ile yapılan bazı araştırmalarda da yatma durumu yönünden genotipler arasındaki önemli farklılıklara vurgu yapılmıştır. Kaba yem amacıyla değerlendirilebilecek bitkilerde yatma, genel olarak istenmeyen bir durumdur. Yatma, besin maddeleri ve suyun bitkiler tarafından kullanımını etkilemekte; yem bitkilerinde önemli oranda verim ve kalite kayıplarına yol açabilmektedir. Yatma, aynı zamanda; tanesi de değerlendirilen ürünlerde önemli oranda tane kayıplarına da yol açmaktadır.

Tane verimi

Kızıltepe Ovası ikinci ürün koşullarında en yüksek tane verimi 195.27 kg/da ile Uzun çeşidinde belirlenirken; bu çeşit ile M81-E (184.66 kg/da), Smith (182.97 kg/da), USDA Tayvan (174.54 kg/da), Gülşeker (153.47 kg/da) ve Tracy (149.95 kg/da) genotipleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmada, en düşük tane verimi ise 88.89 kg/da ile Sorge çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Tane verimi yönünden genotipler arasındaki bu farklılık; genetik faktörler yanında, genotiplerin iklim ve toprak şartlarına gösterdikleri uyum farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Salkım oranı (Çizelge 3) yüksek olan genotiplerin, genel olarak tane verimlerinin de yüksek olduğu görülmüştür. İncelenen genotipler arasında tane verimi yönünden büyük varyasyon görülmemesine rağmen, Sorge gibi bazı çeşitlerin salkımlarının ve tane boyutlarının küçük olması nedeniyle düşük tane verimleri elde edilmiştir (Çizelge 4).

Şanlıurfa ikinci ürün koşullarında Avcioğlu (2018), araştırma bulgularına benzer şekilde tane verimi yönünden çeşitler arasındaki önemli farklılığa vurgu yapmış; çeşitlerin tane verimlerinin 110.50-494.03 kg/da arasında değişkenlik gösterdiğini rapor etmiştir. Endonezya (Tsuchihashi & Goto, 2004), Hindistan (Reddy et al., 2005) ve Çin (Zhao et al., 2009)'de yapılan araştırmalarda tatlı sorgum çeşitlerinde tane verimlerinin 20-650 kg/da arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada, tane verimi yönünden elde edilen değerlerin önceki çalışmalarda belirlenen değerlerle benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Bin tane ağırlığı

En yüksek bin tane ağırlığı, Uzun (27.25 g) ve M81-E (26.50 g) çeşitlerinde saptanmış olup; bu çeşitler ile Smith (25.42 g), USDA Tayvan (24.77 g) ve Gülşeker (24.08 g) genotipleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmada, en düşük bin tane ağırlığı ise 16.50 g ile Sorge çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 4). Tatlı sorgum ve diğer sorgum türlerinde bin tane ağırlığı değerlerinin genotiplere göre değişkenlik gösterdiği bazı araştırmalarda (Öktem vd., 2021a; Özge vd., 2022) da bildirilmiştir. Tatlı sorgum bitkisiyle yapılan çalışmalarda bin tane ağırlığının 15.41-93.40 g arasında değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir (Tsuchihashi & Goto, 2004; Girgin, 2012; Samarth et al., 2018; Öktem vd., 2021a). Araştırmada tespit edilen bin tane ağırlığı değerleri literatürdeki bu değişim aralığı içerisinde yer almaktadır.

Ot kalitesi ile ilgili bazı özellikler

Tatlı sorgum genotiplerinin kuru maddesinde belirlenen ortalama HP, ADF ve NDF oranları ile otun HP verimi ve NYD sonuçları Çizelge 5'te sunulmuştur. Çizelge 5'teki özellikler yönünden tatlı sorgum genotipleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Ham protein oranı

En yüksek HP oranı, istatistiki olarak birinci grupta yer alan Gülşeker (%13.81) ve Uzun (%13.67) çeşitlerinde belirlenmiş; bu değerleri, %12.56 ile Erdurmuş ve %12.50 ile Ulusoy çeşitleri takip etmiştir. En düşük HP oranı ise %11.27-11.95 arasında değişen HP oranlarına sahip olan Sorge, M81-E, Tracy, Cowley, Smith ve USDA Tayvan genotiplerinde tespit edilmiştir (Çizelge 5). Genotipler arasındaki bu farklılığın, genetik özelliklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ham protein oranı yönünden, tatlı sorgum (Yücel vd., 2017; Geren vd., 2019; Oktem et al., 2021) ve diğer sorgum türleri (Bilen & Türk, 2021; Uygur Göçer & Karadağ, 2022) ile yapılan çalışmalarda da çeşitleri arasındaki anlamlı farklılıklar rapor edilmiştir. Oktem et al. (2021), Şanlıurfa ikinci ürün koşullarında, iki yıllık ortalama sonuçlara göre, tatlı sorgum genotiplerinin HP oranlarının %4.20 (Tracy)-5.90 arasında değiştiğini; Cowley, M81-E, Smith, USDA Tayvan ve Gülşeker genotiplerinin HP oranlarının sırasıyla %4.37, %4.87, %4.25, %5.00 ve %5.58 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada belirlenen HP oranı değerlerinin Oktem et al. (2021)'nin verilerinden yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun, uygulanan kültürel işlemler ile analiz yönteminin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yem kalitesini karakterize eden önemli kriterlerden birisi de HP oranı olup (Budaklı Carpıcı & Celık, 2014; Hu et al., 2021); Meen (2001), HP oranının yemin sindirilebilirliği üzerine etkisi olduğunu, genel olarak ruminantların ihtiyaçlarını karşılamak için yem rasyonlarında HP içeriğinin en az %7 düzeyinde olması gerektiğini vurgulamıştır. Araştırmada incelenen tatlı sorgum genotiplerinin HP içeriklerinin literatürde belirtilen bu sınır değerinin üzerinde olduğu; Rohweder et al. (1978) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre de, HP yönünden tatlı sorgum kuru otunun "orta" kalitede ota sahip olduğu söylenebilir.

Çizelge 5. Tatlı sorgum genotiplerinin ot kalitesi ile ilgili sonuçlar*

Table 5. Results on forage quality of sweet sorghum genotypes*

Genotipler	HP oranı (%)	HP verimi (kg/da)	ADF oranı (%)	NDF oranı (%)	NYD
Gülşeker	13.81±0.05 ^a	462.1±5.60 ^a	29.49±0.55 ^{bc}	57.18±0.27 ^c	107.2±0.39 ^{bc}
Sorge	11.30±0.48 ^b	64.7±5.38 ^f	35.65±1.04 ^a	65.61±1.35 ^a	86.7±2.50 ^g
Erdurmuş	12.56±0.12 ^{ab}	172.0±6.51 ^e	30.51±2.85 ^{bc}	52.53±0.68 ^d	115.3±1.96 ^{ab}
Ulusoy	12.50±0.35 ^{ab}	250.7±9.17 ^{cde}	34.39±1.38 ^a	61.86±0.43 ^{ab}	93.4±1.51 ^{fg}
Uzun	13.67±0.03 ^a	243.5±41.58 ^{de}	32.16±0.69 ^{ab}	58.12±1.05 ^{bc}	102.2±1.38 ^{cde}
M81-E	11.72±0.25 ^b	327.6±2.78 ^{bc}	30.43±0.31 ^{bc}	57.82±0.56 ^c	104.9±1.11 ^{cde}
Tracy	11.41±0.26 ^b	320.0±59.50 ^{bcd}	32.45±0.77 ^{ab}	60.59±0.97 ^{bc}	97.7±1.79 ^{def}
Cowley	11.68±0.26 ^b	334.4±39.55 ^b	32.76±1.46 ^{ab}	60.66±0.39 ^{bc}	97.2±1.63 ^{ef}
Smith	11.27±0.11 ^b	304.2±2.84 ^{bcd}	27.69±0.37 ^c	51.45±0.28 ^d	121.7±0.42 ^a
USDA Tayvan	11.95±0.18 ^b	336.2±19.00 ^b	30.20±0.67 ^{bc}	57.52±0.84 ^c	105.8±2.01 ^{cd}
Ortalama	12.19±0.18	281.6±19.38	31.57±2.51	58.34±0.83	103.2±10.18
F değeri	12.856**	42.492**	10.038**	28.724**	37.648**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir. ** p<0.01 hata sınırları içerisinde önemlidir.

Ham protein verimi

Çalışmada, en yüksek HP verimi 462.1 kg/da ile Gülşeker çeşidinde, en düşük HP verimi ise 64.7 kg/da ile Sorge çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 5). Kuru madde verimi ile HP oranının birlikte değerlendirilmesinin doğal bir sonucu olarak, yüksek KM verimi elde edilen genotiplerde genel olarak HP verimi de yüksek olmuştur. Sorgum türleri ile yapılan bazı çalışmalarda (Özmen, 2017; Bilen & Türk, 2021) da HP verimi yönünden çeşitler arasında anlamlı farklılıkların olduğu rapor edilmiştir.

Asit deterjanda çözünmeyen lif oranı

En yüksek ADF oranı, istatistiki olarak birinci grupta yer alan Sorge (%35.65) ve Ulusoy (%34.39) çeşitlerinde belirlenmiş; bu değerleri, %32.76 ile Cowley, %32.45 ile Tracy ve %32.16 ile Uzun çeşitleri

takip etmiştir. En düşük ADF oranı ise %27.69 ile Smith çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 5). Tatlı sorgum genotipleri ile yapılan bazı çalışmalarda (Yücel vd., 2017; Geren vd., 2019; Oktem et al., 2021; Öktem vd., 2021b) da, araştırma bulgularına benzer şekilde ADF oranı yönünden genotipler arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Genotiplere bağlı olarak, ADF oranının; tatlı sorgum silajlarında Yücel vd. (2017) %29.91-43.94, Geren vd. (2019) %31.9-37.9 ve Kaplan (2021) %29.96-39.05, tatlı sorgum kuru otunda ise Oktem et al. (2021) %27.84-36.30 ve Öktem vd. (2021b) %27.09-34.76 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada saptanan ADF oranlarının literatürdeki değişim sınırları içerisinde olduğu görülmüştür. Bitkilerin yapısal karbonhidratlar içerisinde yer alan, selüloz ve ligninden oluşan ADF oranı (Carlier et al., 2009), kaba yemlerde toplam sindirilebilir besin maddelerinin iyi bir göstergesi olup (Gürsoy & Macit, 2014); kaba yemlerde, ADF oranının düşük olması istenir (Van Soest, 1994; Stokes & Prostko, 1998). ADF içeriği yönünden tatlı sorgum genotiplerinin yem kalitesi değerlendirildiğinde, genotiplerin “en üstün kaliteli” ve “çok iyi” kalite standartlarında değişen yem ürettiği belirlenmiştir.

Nötral deterjanda çözünmeyen lif oranı

En düşük NDF oranı, istatistiki olarak aynı grupta yer alan Smith (%51.45) ve Erdurmuş (%52.53) çeşitlerinde belirlenmiş; bu değerleri, %57.18 ile Gülşeker, %57.52 ile USDA Tayvan ve %57.82 ile M81-E genotipleri takip etmiştir. En yüksek NDF oranı ise %65.61 ile Sorge çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 5). Yemlerin NDF konsantrasyonu üzerine, yetiştirildiği ortamın ekolojisi, uygulanan kültürel işlemler, tür ve çeşit farklılığı etkili olmaktadır. Tatlı sorgum genotipleri ile yapılan bazı çalışmalarda (Yücel vd., 2017; Kaplan, 2021; Oktem et al., 2021; Öktem vd., 2021b) da, araştırma bulgularına benzer şekilde NDF oranı yönünden genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Genotiplere bağlı olarak, NDF oranının; tatlı sorgum silajlarında Yücel vd. (2017) %41.62-62.47 ve Kaplan (2021) %47.23-59.33, tatlı sorgum kuru otunda ise Oktem et al. (2021) %43.11-56.49 ve Öktem vd. (2021b) %43.68-55.35 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada saptanan NDF oranı değerlerinin literatürdeki bu değerlerin bir miktar üzerinde olduğu görülmüştür. Mevcut çalışma ile önceki çalışmalar arasındaki bu farklılıklar üzerinde; çevresel faktörler, biçim zamanı, bitki çeşidi, analiz yöntemi gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Bitki hücre duvarının en önemli yapısal bileşeni olan ve selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan NDF (Lee et al., 2017; Skamarokhova et al., 2020), geniş getiren hayvanların yemi tüketimi ile ilişkili olup (Budak & Budak, 2014; Lemaire & Belanger, 2019), NDF oranının da kaba yemlerde düşük olması istenir. Yem kalite standardı dikkate alındığında, NDF içeriği yönünden tatlı sorgum genotiplerinin “iyi”, “orta” ve “kötü” kalite standartlarında değişen yem ürettiği belirlenmiştir.

Nispi yem değeri

Nispi yem değeri yönünden genotipler arasındaki değişim incelendiğinde; en yüksek NYD 121.7 ile Smith çeşidinde, en düşük NYD ise 86.7 ile Sorge çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 5). Genotiplerin ADF ve NDF oranı yönünden farklılık göstermesi, doğal olarak NYD sonuçlarını da aynı yönde etkilemiştir. Tatlı sorgum (Yücel vd., 2017; Kaplan, 2021; Oktem et al., 2021) ve diğer sorgum türleri ile (Tekin, 2018; Bilen & Türk, 2021; Wahyono et al., 2021; Khalilian et al., 2022) yapılan bazı çalışmalarda da NYD yönünden genotipler arasındaki anlamlı değişkenlikler ortaya konmuştur. Amerika Birleşik Devletleri’nde yonca bitkisinde kalite kontrolü için geliştirilen NYD indeksi sınıflaması, günümüzde kaba yemlerin pazarlanması ve kalitesinin belirlenmesinde bütün yem bitkileri için kullanılan önemli bir rehberdir (Gürsoy & Macit, 2017; Kesen & Geren, 2020). Rohweder et al. (1978) tarafından bildirilen bu skalaya göre, NYD yönünden, tatlı sorgumdan elde edilen yemlerin “kötü” ve “iyi” kalite sınıfında değişen yem grubuna girdiği anlaşılmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tatlı sorgum bitkisi, yüksek verimli kaliteli bir yeşil yem bitkisi olarak, ikinci ürün koşullarında yetiştirilmek suretiyle yarı kurak iklimde sahip Kızıltepe Ovası bitkisel üretim deseni içerisine dâhil edilebilir. Yörede, özellikle sezon dışı veya hayvan yeminin kıt olduğu dönemde genotiplerin yüksek besleyici

potansiyelleri nedeniyle, kuraklığa dayanıklı olan tatlı sorgumun ekimi teşvik edilmelidir. Bu itibarla; ot üretimi amacıyla birçok tarımsal özellikler yönünden öne çıkan Gülşeker ve USDA Tayvan genotipleri, tane üretimi amacıyla da Uzun çeşidi yöre koşullarında ekilebilecek genotipler olarak tavsiye edilebilir.

Veri Kullanılabilirliği

Çalışma ile ilgili tüm veriler makalenin içindedir.

Yazar Katkıları

Çalışmanın konsepti ve tasarımı; MAÖ, verilerin elde edilmesi; MG, verilerin analizi ve yorumlanması; MG, MAÖ, istatistiksel analiz; MAÖ, görselleştirme; MG, MAÖ, makalenin yazımı; MAÖ, makalenin eleştirel olarak gözden geçirilmesi ve revize edilmesi; MAÖ, makalenin yayınlanacak versiyonunun onaylanması; MG, MAÖ.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

Bu araştırma için etik kurula ihtiyaç olmadığını beyan ederiz.

Finansal Destek

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından finansal olarak desteklenmiştir (BAP, Proje No; 2022-SİÜFEB-003). Yazarlar finansal destek için teşekkür eder.

Makale Açıklaması

Bu makale Konu Editörü Prof. Dr. Fatma AYKUT TONK tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Acikbas, S. & M.A. Ozyazici, 2019. Buğday samanının yem değerinin belirlenmesi: Türkiye, Siirt ili örneği. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5 (12): 238-243.
- Açıkgöz, N. & N. Açıkgöz, 2001. Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11 (1): 135-147.
- Adıyaman, C., E. Erbil, A. Efendioğlu Çelik, H. Hatipoğlu, M. Aksoy, M. Acar & M. Dok, 2020. İkinci ürün tatlı sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]'un Şanlıurfa koşullarında bazı tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (4): 3084-3094.
- Almodares, A. & D.S.M. Mostafafi, 2006. Effects of planting date and time of nitrogen application on yield and sugar content of sweet sorghum. *Journal of Environmental Biology*, 27: 601-605.
- Almodares, A. & M.R. Hadi, 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (9): 772-780.
- Almodares, A., M.R. Hadi & H. Ahmadpour, 2008b. Sorghum stem yield and soluble carbohydrates under phenological stages and salinity levels. *African Journal of Biotechnology*, 7: 4051-4055.
- Almodares, A., R. Taheri & S. Adeli, 2008a. Categorization of sweet sorghum cultivars and lines as sweet, dual purpose and grain sorghum. *Journal of Tropical Agriculture*, 46: 62-63.
- Almodares, A., R. Taheri & S. Adeli, 2008c. Stalk yield and carbohydrate composition of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars and lines at different growth stages. *Malaysian Applied Biology*, 37 (1): 31-36.
- Anglani, C., 1998. Sorghum carbohydrates-a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52: 77-83.
- Avcıoğlu, E., 2018. Harran Ovası Koşullarında Bazı Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Genotiplerinin Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 60 s.

- Barbanti, L., S. Grandi, A. Vecchi & G. Venturi, 2006. Sweet and fibre sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), energy crops in the frame of environmental protection from excessive nitrogen loads. *European Journal of Agronomy*, 25: 30-39.
- Bilen, Y. & M. Türk, 2021. Banaz şartlarında ikinci ürün sorgum-sudanotu melezlerinin yetiştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 46-51.
- Brogna, N., M.T. Pacchioli, A. Immovilli, F. Ruozzi, R. Ward & A. Formigoni, 2009. The use of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and in vitro neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. *Italian Journal of Animal Science*, 8 (Suppl. 2): 271-273.
- Budak, F. & F. Budak, 2014. Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1: 1-6.
- Budaklı Carpıcı, E. & N. Celik, 2014. Forage yield and quality of common vetch mixtures with triticale and annual ryegrass. *Turkish Journal of Field Crops*, 19 (1): 66-69.
- Carrier, L., C. Van Waes, I. Rotar, M. Vlahova & R. Vidican, 2009. Forage quality evaluation. *Bulletin UASVM Agriculture*, 66 (1): 216-230.
- Çelik, M.A. & M.E. Sönmez, 2013. Kızıltepe ilçesinin tarımsal yapısındaki değişimlerin Modis NDVI verileri kullanılarak izlenmesi ve incelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27: 262-281.
- Chavan, U.D., J.V. Patil & M.S. Shinde, 2009. An assessment of sweet sorghum cultivars for ethanol production. *Sugar Technology*, 11 (4): 319-323.
- Dündar, M., C. Yücel, M. Ünlü & A. Oluk, 2020. Çukurova koşullarında farklı su düzeylerinin tatlı sorgumun biyokütle verimine ve yem kalitesine etkileri. *Derim*, 37 (1): 86-94.
- Farrant, J.M. & H. Hilhorst, 2022. Crops for dry environments. *Current Opinion in Biotechnology*, 74: 84-91.
- Fazaeli, H., H.A. Golmohammadi, A. Almodares, S. Mosharraf & A. Shaei, 2006. Comparing the performance of sorghum silage with maize silage in feedlot calves. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9: 2450-2455.
- Geren, H., B. Kır & Y.T. Kavut, 2019. Farklı biçim zamanlarının tatlı darı (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum*) çeşitleri üzerinde verim ve bazı yem kalite unsurlarına etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (2): 249-55.
- Geren, H., R. Avcıoğlu, Y.T. Kavut, Ç. Sakinoğlu Oruç & H. Öztarhan, 2011. "İkinci ürün olarak yetiştirilen şeker darısının (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *saccharatum*) verim ve verimle ilgili diğer bazı özellikleri üzerinde bir ön araştırma, 525-530". Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi (14-17 Haziran 2011, Samsun) Bildirileri.
- Girgin, V.Ç., 2012. Bornova Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'da Farklı Azot Dozlarının Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özelliklere Etkisi Üzerinde Araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bornova-İzmir*, 42 s.
- Gnansounou, E., A. Dauriat & C.E. Wyman, 2005. Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic tradeoffs in the context of north China. *Bioresource Technology*, 96 (9): 985-1002.
- Gürsoy, E. & M. Macit, 2014. Erzurum ili meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin in vitro gaz üretim değerlerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (3): 218-227.
- Gürsoy, E. & M. Macit, 2017. Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin nispi yem değerleri bakımından karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3): 309-317.
- Hiroshi, U., W. Takeshi, R. Karri, L.S. Kanwar, M. Subramanian, P.W. Suhas & I. Osamu, 2015. Dynamics of fertilizer nitrogen applied to sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the semi-arid tropics. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 49 (4): 409-418.
- Hu, Y., S. Kang, R. Ding & Q. Zhao, 2021. A crude protein and fiber model of alfalfa incorporating growth age under water and salt stress. *Agricultural Water Management*, 255: 107037.
- İptaş, S. & A.A. Acar, 2003. "Silajlık mısırdaki genotip ve sıra aralığının verim ve bazı agronomik özelliklere etkisi, 458-462". Türkiye V. Tarla Bitkileri Kongresi (13-17 Ekim 2003, Diyarbakır) Bildirileri.
- Kaplan, S., 2021. Diyarbakır Koşullarında Farklı Tatlı Sorgum Çeşitlerinin Biyokütle Verimi ve Silaj Kalite Özelliklerinin Saptanması. *Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şırnak*, 56 s.
- Kesen, Z. & H. Geren, 2020. Farklı biçim sıklıklarının dallı darı (*Panicum virgatum*)'da kuru madde verimi ve bazı yem kalite özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (1): 95-103.

- Khaled, M., 2013. Effect of different nitrogen levels on growth, productivity and bioethanol production of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. *Seed and Plant Production Journal*, 29 (4): 539-551.
- Khalilian, M.E., D. Habibi, F. Golzardi, F. Aghayari & A. Khazaei, 2022. Effect of maturity stage on yield, morphological characteristics, and feed value of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars. *Cereal Research Communications*, 50: 1095-1104.
- Lee, M.A., A.P. Davis, M.G. Chagunda & P. Manning, 2017. Forage quality declines with rising temperatures, with implications for livestock production and methane emissions. *Biogeosciences*, 14 (6): 1403-1417.
- Lemaire, G. & G. Belanger, 2019. Allometries in plants as drivers of forage nutritive value: a review. *Agriculture*, 10 (1): 5.
- Meen, A., 2001. Forage quality on the Arizona strip. *Rangelands*, 23 (1): 7-12.
- Meki, M.N., J.L. Snider, J.R. Kiniry, R.L. Raper & A.C. Rocateli, 2013. Energy sorghum biomass harvest thresholds and tillage effects on soil organic carbon and bulk density. *Industrial Crops and Products*, 43: 172-182.
- MGM, 2023. İllerimize ait genel istatistik verileri, Mardin. (Web sayfası: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=MARDIN>) (Erişim tarihi: Ocak 2023).
- Mishra, J.S., R. Kumar & S.S. Rao, 2017. Performance of sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars as a source of green fodder under varying levels of nitrogen in semi-arid tropical India. *Sugar Technology*, 19 (5): 532-538.
- MKTM, 2023. Coğrafya. (Web sayfası: <https://mardin.ktb.gov.tr/TR-56481/cografya.html>) (Erişim tarihi: Ocak 2023).
- Murray, S.C., W.L. Rooney, S.E. Mitchell, A. Sharma, P.E. Klein, J.E. Mullet & S. Kresovich, 2008. Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock: II. QTL for stem and leaf structural carbohydrates. *Crop Science*, 48: 2180-2193.
- Öktem, A., A.G. Öktem & D. Demir, 2021b. Geç olum süresine sahip bazı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin biyokütle verimi ve yem kalitesinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7 (2): 315-325.
- Oktem, A., C. Yücel & A.G. Oktem, 2021. Assesment of biochemical forage quality of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench ssp. *saccharatum*]. *Asian Journal of Chemical Sciences*, 9 (3): 1-9.
- Öktem, A., D. Demir & A.G. Öktem, 2021a. Geç olgunlaşma süresine sahip bazı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin tane verimi ve biyoyakıt öğelerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36 (3): 488-500.
- Özge, A., C. Yücel & T. Taş, 2022. GAP koşullarında bazı tane sorgum genotiplerinin verim potansiyellerinin saptanması. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (4): 708-718.
- Özmen, S., 2017. Bingöl Koşullarında Farklı Sorgum Türlerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Bingöl, 64 s.
- Pinnamaneni, S.R., A.K.G. Somanna, P. Ramu, J.K.P. Vanamala & R.K. Srivastava, 2022. Assessment of phenotypic and genotypic diversity in elite temperate and tropical sweet sorghum cultivars. *Sugar Technology*, 24 (6): 1670-1679.
- Reddy, B.V.S., S. Ramesh, P.S. Reddy, B. Ramaiah, P.M. Salimath & R. Kachapur, 2005. Sweet sorghum-a potential alternate raw material for bio-ethanol and bio-energy. *International Sorghum and Millets Newsletter*, 46: 79-86.
- Rohweder, D.A., R.F. Barnes & N. Jorgensen, 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47 (3): 747-759.
- Rutto, L.K., Y. Xu, M. Brandt, S. Ren & M.K. Kering, 2013. Juice, ethanol, and grain yield potential of five sweet sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) cultivars. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 3: 113-118.
- Samarth, A.G., D.R. More & I. Hashmg, 2018. Studies on physico-chemical properties and nutritional profile of sweet sorghum. *International Journal of Chemical Studies*, 6: 2.
- Skamarokhova, A.S., N.A. Yurina, N.A. Bedilo, D.A. Yurin & Y.N. Ashinov, 2020. "Evaluation of the air-dry mass of vetch-cereal grass mixtures according to their optimality in the ratio of neutral-detergent (NDF) and acid-detergent fiber (ADF), 1-7". *Topical Problems of Agriculture, Civil and Environmental Engineering (TPACEE 2020)*, E3S Web of Conferences, 224: p. 04030.
- Sönmez, A.C., 2020. Kışlık yulaf (*Avena sativa* L.) ıslah materyalinde biyolojik verim ve bazı fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (4): 3042-3051.

- Soudek, P., Š. Petrová, R. Vaňková, J. Song & T. Vaněk, 2014. Accumulation of heavy metals using *Sorghum* sp. *Chemosphere*, 104: 15-24.
- Staude, I.R., D.M. Waller, M. Bernhardt-Romeremann, A.D. Bjorkman, J. Brunet, P. De Frenne & L. Baeten, 2020. Replacements of small- by large-ranged species scale up to diversity loss in Europe's temperate forest biome. *Nature Ecology and Evolution*, 4: 802-808.
- Stokes, S.R. & E.P. Probst, 1998. Understanding forage quality analysis. Produced by AgriLife Communications & Marketing, The Texas A&M System (Web sayfası: <https://core.ac.uk/download/pdf/147131164.pdf>) (Erişim tarihi: Ağustos 2022).
- Tekin, S., 2018. Siirt İli İkinci Ürün Koşullarında Bazı Sorgum (*Sorghum bicolor* L.), Sudanotu [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf], Sorgum X Sudanotu Melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf) ve Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Verim ve Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Siirt, 59 s.
- Tesso, T.T., L.E. Claflin & M.R. Tuinstra, 2005. Analysis of stalk rot resistance and genetic diversity among drought tolerant sorghum genotypes. *Crop Science*, 45: 645-652.
- Tsuchihashi, N. & Y. Goto, 2004. Cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and determination of its harvest time to make use as the raw material for fermentation, practiced during rainy season in dry land of Indonesia. *Plant Production Science*, 7 (4): 442-448.
- TTSM, 2010. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı: sorgum (*Sorghum* spp.). (Web sitesi: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/S%C4%B1cak%20%C4%B0klim%20Tah%C4%B1lar%C4%B1/sorgum%20teknik%20talimat%C4%B1.pdf>) (Erişim tarihi: Mayıs 2021).
- Uygur Göçer, E. & Y. Karadağ, 2022. Tokat koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen sorgum (*Sorghum bicolor* L) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Agriculture*, 5 (1): 18-24.
- Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd Edition). Cornell University Press, Ithaca, 476pp.
- Wahyono, T., W.M. Indiratama & S. Human, 2021. White midrib (WMR) vs brown midrib (BMR) sorghum: perspective of nutrient value for ruminant forage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788 (1): 012164.
- WinISI, 2022. WinISI 4 calibration software: ground, expandable equation packages (Web sayfası: http://www.winisi.com/product_calibrations.htm) (Erişim tarihi: Haziran 2022).
- Yavuz, T., H. Kır & V. Gül, 2020. Türkiye'de kaba yem üretim potansiyelinin değerlendirilmesi: Kırşehir ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7 (3): 345-352.
- Yılmaz, Ş., M. Şanverdi & Ş. Kaya, 2007. "Silaj sorgumxsudanotu melezlerinde ekim zamanının silaj kalitesine etkisi, 289-292". Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi (25-27 Haziran 2007, Erzurum) Bildirileri.
- Yönter, F., S. Zere Taşkın & U. Bilgili, 2022. Effects of different nitrogen doses on forage yield of some sweet sorghum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenb.] varieties. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 36 (1): 119-128.
- Yücel, C., İ. İnal, F. Gündel, D. Yücel, A. Aktaş, H.A. Karaağaç, R. Hatipoğlu & İ. Dweikat, 2017. Biyoetanol üretiminde kullanılmış tatlı sorgum saplarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (Özel Sayı): 144-148.
- Zhao, Y.L., A. Dolat, Y. Steinberger, X. Wanga, A. Osman & G.H. Xie, 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Field Crops Research*, 111: 55-64.