



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**BAZI ŞEKER SORGUM ÇEŞİTLERİNDE FARKLI BİÇİM
UYGULAMALARININ OT VERİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ELİF NUR SEZGİN

Tez Danışmanı

DR. ÖĞR. ÜYESİ FIRAT ALATÜRK

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ DALI

**BAZI ŞEKER SORGUM ÇEŞİTLERİNDE FARKLI BİÇİM
UYGULAMALARININ OT VERİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELİF NUR SEZGİN

Tez Danışmanı

DR. ÖĞR. ÜYESİ FIRAT ALATÜRK

Bu çalışma, TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
(TÜBİTAK) kurumu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 120-O-527

ÇANAKKALE - 2023

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada emeği geçen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Fırat ALATÜRK'e teşekkür ederim.

Elif Nur SEZGİN
anakkale, Ağustos 2023



ÖZET

BAZI ŞEKER SORGUM ÇEŞİTLERİNDE FARKLI BİÇİM UYGULAMALARININ OT VERİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Elif Nur SEZGİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fırat ALATÜRK

16/08/2023, 57

Bu çalışma şeker sorgum çeşitlerinin farklı gelişme dönemlerine göre toprak üstü ve toprak altı biomass üretimi ile yaprak ve sapların enerji değerlerinin belirlenmesi amacıyla 2020-2021 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulan araştırmada ana parselleri çeşitler (M81-E ve Topper-76), alt parselleri ise gelişme dönemleri (bitki boyu 30, 60, 90, 120, 150 cm olduğunda ve fizyolojik olum döneminde hasat) oluşturmuştur. Çalışmada 30 cm yükseklikte hasat edilen parseller toplamda 5 kez, 60 cm 4 kez, 90 cm 3 kez, 120 cm 3 kez, 150 cm 2 kez ve fizyolojik olum döneminde ise bir kez biçilmiştir. Araştırmada bitkilerle ilgili olarak yeşil ot verimi, yaprak, sap ve salkım oranları, kök miktarı, yaprak ve sap kısımlarına ait Toplam Sindirilebilir Besin maddeleri (TSBM), Metabolik Enerji (ME) ve Sindirilebilir Enerji (SE) değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre toplam yeşil ot verimleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Çeşitlere göre M81-E çeşidinin yeşil ot üretimi Topper-76'ya göre daha yüksek olmuştur. Yaprak oranları bitki büyümesine bağlı olarak düşüş gösterirken, sap oranlarında artışlar yaşanmıştır. Bitkilerin üretmiş olduğu kök miktarları büyümeye bağlı olarak artmıştır. Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprak ve sapların enerji değerlerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Genel olarak yaprakların enerji değerleri sap kısımlarından daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmanın sonunda otlatma ve kaba yem kaynağı açısından yetiştirilecek bu çeşitlerde ot verimi bakımından M81-E çeşidinin çok az farkla ön plana çıktığı fakat otun

enerji değerleri bakımından ise Topper-76 eşidinin daha üstün olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla benzer ekolojilerde kaba yem kaynağı olarak her iki Şeker sorgum çeşidinin de fizyolojik olum döneminde hasat edilerek yetiştirilebileceği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Şeker Sorgum, Ot Verimi, Kök Üretimi, Metabolik Enerji, Yaprak Oranı, Sindirilebilir Enerji.



ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT CUTTING APPLICATIONS ON GRASS YIELD AND QUALITY TRAITS IN SOME SWEET SORGHUM VARIETIES

Elif Nur SEZGİN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Field Crops

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fırat ALATÜRK

16/08/2023, 57

This study was carried out to determine the above and underground biomass production, and also the energy contents of leaves and stalks of sweet sorghum cultivars in terms of the different harvesting heights of crop in the research area of Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture in 2020-2021. The experiment was established according to randomized complete block design using 4 replications, where the main plots represented the sweet sorghum varieties (M81-E and Topper-76) while the sub-plots consisted of the harvesting heights (30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and the physiological maturity stage). During the study, the experiment plots having the heights of 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and physiological maturity stage (PMS) were harvested 5 times, 4 times, 3 times, 3 times, 2 times and once in a total, respectively. Yield of fresh hay, leaf, stalk and cluster ratios, root productions, and the values of total digestibility nutrients (TDN), metabolic energy (ME), digestibility energy (SE) of the leaves and stalks were also examined. According to the obtained results, the total yields of fresh forage increased with the increase in plant height. In case of the sweet sorghum cultivars, the production of fresh forage of M81-E cultivar was higher than that of Topper-76. There was an increase in the ratios of stalk and cluster, while a decline was observed in the ratios of leaf depending on crop growth. On the other hand, the number of roots produced by the crops increased depending on crop growth. There was a decrease in the energy content of leaves and stalks of the crop depending on the increase in crop height while harvested. Generally, the energy contents of the leaves were found to be higher than that of the stalks.

Consequently, sweet sorghum cultivars can be grown in future in terms of grazing and roughage source, and the M81-E cultivar in terms of forage yield came to be the first with a little difference. However, it was found that the Topper-76 cultivar was superior in terms of the energy content of the crop. In conclusion, it is suggested that the both sweet sorghum cultivars can be grown as roughage sources under similar ecological conditions.

Keywords: Sweet sorghum, Hay yield, Root growth, Metabolic energy, Leaf ratio, Net energy.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

5

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL YÖNTEM

10

3.1. Deneme Alanının Toprak Özellikleri.....	10
3.2. Deneme Alanının İklim Özellikleri.....	10
3.3. Denemede Kullanılan Bitki Materyali.....	12
3.3.1. Şeker Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench).....	12
3.4. Denemenin Kurulması ve Uygulanması.....	14
3.5. İncelenen Özellikler.....	15
3.5.1. Yeşil Ot Verimi (kg/da).....	15
3.5.2. Yaprak, Sap ve Salkım Oranları (%).....	16
3.5.3. Kök Miktarı (g/bitki).....	16
3.5.4. Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri.....	16
3.5.5. Enerji Değerleri.....	16

3.5.6. Verilerin Değerlendirilmesi.....	17
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI	
4.1. Yeşil Ot Verimi.....	18
4.2. Yaprak ve Sap Oranları.....	20
4.3. Kök Miktarı.....	25
4.4. Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri.....	27
4.5. Metabolik Enerji Değeri.....	31
4.6. Sindirilebilir Enerji Değeri.....	35
BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ ve ÖNERİLER	
KAYNAKÇA	42
ÖZGEÇMİŞ	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

ŞS	Şeker sorgum
YOY	Yeşil ot verimi
TSBM	Toplam sindirilebilir besin maddeleri
ME	Metabolik enerji
SE	Sindirilebilir enerji
kg	Kilogram
g	Gram
%	Yüzde
da	Dekar
m	Metre
cm	Santimetre
m ²	Metrekare

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Deneme alanına ait toprak özellikleri	11
Tablo 2	Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri	11
Tablo 3	Araştırmada kullanılan şeker sorgum çeşitleri ve özellikleri	12
Tablo 4	Şeker sorgum özsuyunun içeriği	14
Tablo 5	Şeker Sorgum çeşitlerinin yeşil ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları	18
Tablo 6	Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre yeşil ot verimleri (kg/da)	19
Tablo 7	Şeker Sorgum çeşitlerinin yaprak oranlarına ait varyans analizi sonuçları	21
Tablo 8	Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre yaprak oranları (%)	22
Tablo 9	Şeker Sorgum çeşitlerinin sap oranlarına ait varyans analizi sonuçları	23
Tablo 10	Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre sap oranları (%)	24
Tablo 11	Şeker Sorgum çeşitlerinin kök miktarlarına ait varyans analizi sonuçları	25
Tablo 12	Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre kök miktarları (g/bitki)	26
Tablo 13	Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının TSBM oranlarına ait varyans analizi sonuçları	27
Tablo 14	Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının gelişme dönemlerine TSBM oranları (%)	28
Tablo 15	Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının TSBM oranlarına ait varyans analizi sonuçları	29
Tablo 16	Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının gelişme dönemlerine göre TSBM oranları (%)	30
Tablo 17	Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının ME değerlerine ait varyans analizi sonuçları	31
Tablo 18	Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının gelişme dönemlerine göre ME değerleri (Mcal/kg KM)	32
Tablo 19	Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının ME değerlerine ait varyans analizi sonuçları	33
Tablo 20	Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının gelişme dönemlerine göre ME değerleri (Mcal/kg KM)	34
Tablo 21	Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının SE değerlerine ait varyans analizi sonuçları	35
Tablo 22	Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının gelişme dönemlerine göre SE değerleri (Mcal/kg KM)	36
Tablo 23	Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının SE değerlerine ait varyans analizi sonuçları	37

Tablo 24 Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının gelişme dönemlerine göre SE değerleri (Mcal/kg KM)



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Ülkemizde şeker sorgum çeşitlerinin adaptasyonu ile ilgili değişik bölgelerde çalışmalar yapılmış olup, yetiştirme teknikleri, özellikle büyüme eğrilerinin çıkarılması, biçim yükseklikleri ve etanol üretimi dışında kullanım amaçlarına yönelik sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Şeker sorgumunda biçim yüksekliklerinin etkileri üzerinde Türkiye’de yapılmış bir araştırmaya da rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, benzer büyüme ve gelişme ritmine sahip silaj sorgumla yapılan farklı hasat zamanlarının etkileri üzerinde önemli çalışmalar yürütülmüş ve bu araştırmaların büyük bir kısmında hasat zamanının gecikmesiyle birlikte yeşil ot ve kuru madde veriminin arttığı bildirilmiştir (İptaş ve Avcioğlu, 1997; Güçük ve Baytekin, 1999a,b).

Şeker sorgum ve çeşitleri C4 bitkileri olup, C3 bitkilerinden farklı fotosentez mekanizmaları ile daha fazla karbon özümleyebilmekte ve depolayabilmektedir (Leegood vd., 2000).

Sorgum, tarihte “Verimli Hilal” olarak belirtilen Mezopotamya’da kültüre alınmıştır. Asurlular tarafından yetiştirildiğine dair kayıtlar bulunmaktadır (Ziggers, 2006). Kültüre alındığından bu yana Anadolu’da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Darı, koca darı, boynu eğri darı ve gılgıl isimleriyle anılmaktadır. Şemseddin Sâmi tarla kelimesinin darı kökenli olup, darı ekili yer anlamına geldiğini ifade etmektedir (Sâmi, 1901). Yerel sorgum genotipleri beyaz taneli olup, Diyarbakır ve Muğla illerinde halen yetiştirilmekte, ekmek ve boza yapımı ile kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanılmaktadır. Yine bir sorgum türü olan süpürge darısı, batı bölgelerinde az da olsa üretilmekte ve süpürge yapımında değerlendirilmektedir (Sağlamtimur vd., 1989; Baytekin, 1990). Yüksek şeker içeriği sebebiyle şeker sorgum temelde etanol üretiminde yararlanılması yanında (Emeklier, 2014; Bayram ve Turgut, 2015), yeşil ot, silaj ve pekmez yapımında da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Geçici kuraklıklara yüksek hoşgörü ve kuraklık şartları ortadan kalktıktan sonra da yeniden büyümeye devam etme yetenekleri nedeniyle sorgum “bitkiler âleminin devesi” olarak nitelendirilir (Açıkgöz, 1991; Sanderson vd., 1992). Sorgumun kurağa dayanıklılık yeteneği ve su kullanım etkinliğinin yüksek oluşu, küresel ısınma ve kuraklık senaryoları için dikkat çekicidir.

Şeker sorgumun kurağa dayanıklı oluşu ve kısıtlı su kaynaklarında yüksek verim gücü, Türkiye’de enerji tarımı yanında, ot ve silaj üretimi için de önemli seçeneklerden biri olduğunu göstermektedir (Yücel vd., 2017). Şeker sorgum etanol verimi yüksek bitkiler arasında yer aldığından (Bayram ve Turgut, 2015), bu bitki ile ilgili araştırmalarda da genellikle şeker ve etanol üretimi potansiyeli üzerinde durulmuştur.

Türkiye’de hayvancılık sektörü hızla değişmekte, et, süt ve süt ürünleri üretiminde büyükbaş hayvan yetiştiriciliği öne çıkmaktadır. Artan hayvan sayısı tarla ziraatı içinde daha fazla yem bitkileri yetiştiriciliğini zorunlu kılmaktadır. Gıda üretimi ile rekabete girmeden daha geniş alanlarda yem bitkileri yetiştiriciliği ile artan kaba yem ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Diğer yandan kısıtlı kaynakların daha etkin kullanılması ve kaliteli kaba yemin daha ucuza elde edilmesi zorunluluğu vardır. Sorgum çeşitleri hızlı büyüme ve biçildikten sonra yeniden gelişme yetenekleriyle, hayvan beslemede önemli rol oynamaktadır. Yeşil ot, kuru ot, silaj ve paket ot (haylaj) olarak değerlendirildiği gibi, otlatma amacıyla da kullanılmaktadır (Undersander, 2003; Avcıoğlu vd., 2009).

Biçim zamanı otun kalitesi yanında yeniden gelişme ve sonuçta verim gücünü doğrudan etkiler. Kısa aralıklarla yapılan otlatma veya biçimlerde kaliteli ot elde edilirken, yeniden büyüme için kullanılacak yeterli depo maddesi azaldığı ya da bulunmadığından, yeniden büyüme yavaşlar ve dolayısıyla ikinci ve daha sonraki biçimlerde verim düşer. Sowiński ve Szydełko (2011) sorgum sudan otu melezinde biçim sayısının artmasıyla kardeş sayısının arttığını, buna karşın fotosentez alanının sürekli azalması nedeniyle kuru madde veriminin %50’ye varan oranlarda azaldığını, en yüksek kuru madde veriminin tek biçimle elde edildiğini tespit etmişlerdir. Yoğun biçimlerde kuru madde veriminin azaldığına dair benzer çalışmalar da bulunmaktadır (Lee, 2005; Uher vd., 2005). Erken hasatlarda yüksek kaliteli ot elde edilirken, hasat zamanı geciktikçe ot kabalaşmakta ve besleme değeri düşmektedir (Lang, 2001).

Bitkilerin büyüme seyirleri genetik karakterler yanında çevre faktörlerine (özellikle yağış ve sıcaklık gibi) bağlı olarak değişmektedir (Beadle, 1993; Jones, 1993). Biçim veya otlatma gibi kullanım faktörleri de bitkilerin normal büyüme seyirlerini değiştirerek, her koparılma sonrasında fotosentez alanındaki azalmaya bağlı olarak yeniden büyüme hızı ve miktarında farklılaşmaya neden olurlar. Koparılma yoğunlaştığında ise büyüme hızı ve miktarı azalır (Ferraro ve Oosterheld, 2002).

Meteorolojik değişkenler bir bitkinin gelişim sürecini etkileyen en önemli doğal etkenler olup (Keen, 1921), bu kapsamdaki çalışmalar zirai meteorolojik çalışmalar olarak adlandırılır (Asar vd., 2007). Hava ve toprağın sıcaklığı, nemi, yağışı, rüzgârı, buharlaşması ve güneşlenmesi gibi meteorolojik parametrelerin hepsi bitkinin ekiminden hasadına kadar tüm gelişim evrelerini doğrudan etkilemektedir (Vining, 1990; Asar vd., 2007). Bilhassa sıcaklık ve yağış, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri üzerinde çok önemli etkiye sahiptir. Sorgumda sıcaklık verimi etkileyen en önemli çevre faktörlerinin başında gelmektedir (Saeed ve Francis, 1984). Ayrıca toplam yağışın sorgum verimi üzerinde önemli ve olumlu etkisi söz konusudur. Aynı şekilde çiçeklenme dönemindeki nispi nem artışı da nihai verimi önemli düzeyde artırmaktadır (Adamu vd., 2011). Bu faktörlerin uygun seviyeleri bitki büyümesini ve buna bağlı olarak üretimi teşvik ederken, stres oluşturacak şekilde düşük ya da yüksek seviyeleri büyümeyi ve üretimi sınırlandırır (Neenu vd., 2013). Meteoroloji anlık ve kısa vadede olayları ifade ederken, iklim bir bölgedeki meteorolojik olayların uzun yıllar ortalaması, diğer bir deyişle genel meteorolojik davranışını ifade eder. Çalışmada iklim verileri olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Çanakkale Merkez İstasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Elde edilen veriler ile bitki gelişimi arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Meteorolojik veriler bitki ile ilgili tüm ölçümler ile bütünleşik olarak incelenmiştir.

Sorgum ve sudanotu çeşitlerinin yem bitkisi olarak giderek artan önemine karşılık, bu bitkiler parçalandığında hidrosiyamik asit (HCN), başka bir ifadeyle purisik asit oluşturan ve bir siyanogenik glikozit olan dhurrin adlı bir bileşik ihtiva ederler. Purisik asit hücrelerin oksijen kullanımını engeller ve hayvanı oksijen eksikliğinden ölüme kadar götürebilir (Robson, 2007). HCN sudanotunda düşük seviyede olup, hayvanlarda nadiren zehirlenmeye yol açar. Buna karşılık sorgum yüksek seviyelerde ve sorgum sudan otu melezi ise orta düzeyde HCN içerir. Ancak çeşitlere göre de önemli farklılıklar gösterir. Dhurrin genç bitkilerde çok fazladır. Bu sebeple genelde bitkilerin 45-50 cm boya ulaşmadan otlatılması önerilmez (Lang, 2001; Undersander, 2003).

Yem bitkiler hayvan beslenmesinde çok büyük bir önem taşımaktadır. Yem bitkilerinin hem yazlık hem de kışık olarak yetiştirilen türleri bulunmaktadır. Yazlık yem bitkileri hem küçükbaş hem de büyükbaş hayvanlar tarafından daha fazla tercih edilmektedir. Ülkemizde yem bitkilerinin kalite ve verimi hakkında çok sayıda çalışmalar yürütülmüştür. Bir çalışmada yem bitkilerinin fiyatlandırılması ve kalite değerlendirilmesi açısından farklılıklar ortaya çıkartılması amacı için fikirler sunulmuştur. Türkiye'de yaklaşık

olarak 2,1 milyon ha'lık alanda yem bitkileri üretiminin yapıldığı ifade edilmektedir (Özkan, 2020). 1995 yılında özel sektörün yem bitkileri tohumluk ihtiyaçlarının karşılanmasında toplam payı %10 civarındayken, 2011 yılında ise %54 olarak kaydedilmiştir (GTHB, 2013). Dünyada çok fazla bitki türü yem bitkisi olarak kullanılmaktadır. Bölgelere göre yem bitkilerinin çeşidi, ekim zamanı, hasat zamanı ve yetiştirilme alanlarında değişiklikler olabilmektedir (Anonim, 2015).

Sonuç olarak, bu tez çalışması farklı gelişme dönemlerine bağlı olarak şeker sorgum çeşitlerinin toprak üstü ve toprak altı biomas üretimleri ile otunun enerji değerlerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.



İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yazları kurak geçen Akdeniz ikliminin hâkim olduğu ülkelerde hayvanlara yeşil kaba yem sunmak oldukça zordur. Fakat sorgum sudan otu ve şeker sorgum ile bu açığı kapatmak mümkündür (Donchev vd., 2016, Bazitov, 2020). Dolayısıyla bu alanlarda şeker sorgum ve sorgum sudan otu kasım sonuna kadar yeşil kaba yem imkanı sağlamaktadır (Shehu vd., 1999; Slanev vd., 2015). Sorgum sudan otu kurak koşullara daha dayanıklıdır ve yağışın yetersiz olduğu alanlarda mısırdan daha fazla ot üretebilmektedir. (Lenobles ve Feyt, 1983; Moyer vd., 2004, Kikindonov vd., 2008; Slanev ve Enchev, 2014). Şeker sorgumun ise küresel ısınma ve aşırı kurak koşullarda kuru madde üretimi oldukça yüksek seviyelerdedir. Üretmiş olduğu yeşil ot, kuru ot ve silajının besleme değerleri oldukça yüksektir (Kalton, 1988). Hem hayvan besleme hem de biyoenerji amacıyla kullanılabilir (Rooney, 2000; Donchev vd., 2018). Şeker sorgum silajının sindirilebilirliği mısır silajına göre düşük olmasına karşın süt verimine olan etkisi aynıdır (Tsukov, 1991). Nitekim Bulgaristan’da “Endje 1”, “Vercors” ve “Super Sweet” sorgum sudan otu çeşitleri ile “Zaharna metla” ve “Shumensko sladko” şeker sorgum çeşitlerinin besin madde içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 2017-2018 yıllarında çalışma yürütülmüştür. Yapılan bu çalışmanın sonucuna göre en yüksek yeşil ot verimi 59,5 t/ha ile “Shumensko sladko” şeker sorgum çeşidinde, en yüksek kuru madde verimi ise 20,8 t/ha ile “Endje 1” sorgum sudan otu çeşidinde belirlenmiştir. Çeşitlerin kimyasal kompozisyon içerikleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Çeşitlerin fosfor içerikleri %0.369-0.696, ham yağ içerikleri %1.28-2.39, Ca içerikleri %0.889-1.572, ham protein içerikleri %6.05-9.00, ham lif içerikleri %32.64-39.26 ve mineral madde içerikleri %8.17-9.61 arasında değişmiştir. Sonuç olarak tüm çeşitlerinin ot verimlerinin yeterli düzeyde olduğu fakat otun besin madde içerikleri bakımından “Endje 1” ve “Shumensko sladko” çeşitlerinin üstün performans gösterdiği ortaya çıkmıştır (Enchev, 2021).

Sorgum türleri için kuraklık, eğim ve tuza tolerans bitkinin önemini artıran özelliklerdir. Bunun yanında sorgum türleri organik tarımda yabancı ot baskısından kurtulma, ekim nöbeti ve örtü altı bitkisi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca hayvan beslemede, tohum amaçlı ve biyoyakıt olarak kullanımı da bu bitkiyi öne çıkarmaktadır (Moyer vd., 2003). Bununla beraber diğer çok yıllık buğdaygil yem bitkileri ile karşılaştırıldığında kurak koşullarda daha yüksek verime sahiptir (Chamble vd., 1995). Sorgum türlerinin karakteristik

özelliği toprak üstü aksamalarında chordein alkaloit (yaklaşık olarak %0.07) ve durin glikozit iğermesidir (C₁₄H₁₇O₇N) (Kunc vd., 1995; Eric vd., 2004; Sunaga vd., 2005). Aynı araştırmacılar kuru madde bazında 1000 ppm hidrosiyamik asit birikiminin hücelere oksijen iletimini engellediği için hayvanlarda ölümlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim Bulgaristan'da 2017-2019 yılları arasında farklı yerel sorgum popölasyonlarının farklı gelişme dönemlerine ve yüksekliklerine bağlı olarak glikozit iğeriklerindeki değişimler incelenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre incelenen yerel popölasyonların bitki boyu 40 cm ve üzeri olduğunda hayvancılık açısından herhangi bir zehirlenme etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (Golubinova ve Marinov-Serafimov, 2022).

Mısır silajı, özellikle süt üretimi üzerine kurulan hayvancılık işletmelerinde oldukça önemli bir kaba yemdir. Mısırdan daha fazla ürün alabilmek için suyun ve gerekli besin maddelerinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir (Howell vd., 2008; Kiziloglu vd., 2009). Bundan dolayı kurak ve yarı kurak alanlarda kurulan hayvancılık işletmelerinde yazın kaba yem ihtiyacının karşılanması bakımından sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu alanlarda kaba yem ihtiyacının kapatılmasında mısırın yerini sorgum sudan otu *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf almaktadır. Sorgum mısıra kıyasla kurak koşullara daha dayanıklıdır ve, daha küçük yaprak alanına sahip olması, kök başına daha fazla ikincil kök geliştirmesinden dolayı mısırın yarısı kadar transpirasyon yapmaktadır (Hussain vd., 1991; Merrill vd., 2007; Marsalis vd., 2010; Sowiński ve Szydełko, 2011). Bütün bu özelliklerinden dolayı kurak ve yarı kurak alanlarda hayvancılığın kaba yem ihtiyaçlarının karşılanmasında en uygun yazlık buğdaygil yem bitkisi olarak yerini almıştır. Ancak sorgum yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasındaki en büyük engel yeterli miktarda ve kalitede tohum bulunmamasıdır (Awad vd., 2013). Bitkinin verimine iklim, toprak ve yetiştiricilik uygulamaları etki etmektedir. Yetiştiricilik uygulamaları iğerinde gübreleme, ekim zamanı, ekim normu, biçim sayısı ve sıklığı bulunmaktadır. Biçim sayısının artışı kardeşlenme ve sürgün sayısını artırdığı için kaba yem amaçlı yapılan yetiştiricilikte olumlu etkiye sahip olabilir. Fakat tohum için yapılan üretim modelinde biçim sayısı arttıkça birim alandan elde edilen tohum verimlerinde düşüşler gözlenmiştir (Sowiński ve Szydełko, 2011). Farklı biçim sayısının sorgumda tohum verimine olan etkilerini belirlemek amacıyla 2010-2011 yıllarında Mısır'da yürütölen araştırmada hiç biçilmeyen ve 1 kez biçilen parseller karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucuna göre hiç biçilmeyen parsellerin tohum verimlerinin 1 kez biçilen parsellere göre %50-74 arasında arttığı tespit edilmiştir (Awad vd., 2013).

Sorgum kurak ve yarı kurak alanlarda faaliyet gösteren süt işletmelerinde silaj için iyi bir alternatif yem bitkisidir. Bitkinin kısıtlı su (Jahanzad vd., 2013) ve yüksek sıcaklıklara (Peacock, 1982) toleransı yüksek, toprak tuzluluğuna toleransı (Saberi vd., 2011) ise orta derecededir. Bu çevre koşulları altında mısıra göre birim alanda daha fazla kuru madde üretebilme yeteneğine sahiptir (Singh ve Singh, 1995; Pedersen, 1996). Lignin içeriğinin yüksek olmasından dolayı (%9,1) silajın sindirilebilir NDF içeriği de düşük seviyelerde kalmaktadır (Grant vd., 1995; Miron vd., 2007). Dolayısıyla biçim yüksekliğinin artırılması ile bitkinin lignin içeriğini daha düşük seviyelere çekmek mümkündür. Nitekim *Sorgum alnum*'da yapılan çalışmada biçim yüksekliğinin 15 cm'den 45 cm'ye çıkarılması lignin içeriğini %7,7'den %6,4'e düşürmüştür (Elizondo-Salazar, 2017). Bitkinin hasat yüksekliğinin artışına bağlı olarak silajın besin madde kompozisyonunda olumlu yükselişler gözlenmektedir. Bu bağlamda Meksika'da 2018 yılında *Sorgum bicolor*'da bitkisinde farklı biçim yüksekliklerinde bitkiler hasat edilerek silajın kuru maddesi düşürmeden besin madde içeriklerini tespit edip en uygun biçim yüksekliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bitkiler 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 cm yükseklikten biçilip silaj yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre kuru madde verimleri 40 cm ve üzeri hasatlarda düşmeye başlamıştır. Silajın NDF, ADF ve ADL oranları biçim yüksekliklerinin artışlarına bağlı olarak düşerken, sindirilebilir besin madde miktarı ile net enerji laktasyon değeri artış göstermiştir. Silaj için en uygun pH, 30 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Sonuç olarak *Sorgum bicolor* bitkisinin silaj amaçlı yetiştiriciliğinde en uygun hasat yüksekliğinin 20-40 cm arası olduğu tespit edilmiştir (Granados-Niño, 2021).

Hayvancılık işletmelerinin birçoğu yaz ortasından sonuna kadar kaliteli kaba yem sıkıntısı yaşamaktadır. Sorgum sudan otu ve sorgum sudan otu melezleri ise çok amaçlı yetiştiriciliği yapılan bitki türleridir. Üreticiler yaz dönemindeki silaj, otlama, yeşil ve kuru ot ihtiyaçlarını yazlık tek yıllık buğdaygillerle karşılamaktadırlar. Yaz döneminde çok yıllık bitkiler elverişsiz dönemde verim ve kalite anlamında sorun yarattığı için üreticiler bu dönemde tek yıllık yazlık buğdaygil yem bitkilerini programa dahil etmektedirler (Beuerlein vd., 1968; Bhatt, 1995; Creel ve Fribourg, 1981; Fribourg, 1995; Shehu vd., 1999). Sorgum çeşitlerinde çevre faktörleri, farklı hasat uygulamaları ve azotlu gübre uygulamaları kuru madde verimi ile kimyasal kompozisyon üzerine etkilidir (İptaş ve Brohi, 2003). Farklı hasat uygulamalarının kuru madde verimlerine olan etkileri birçok çalışmada ortaya konmuştur (Beuerlein vd., 1968, Clapp ve Chamblee, 1970; Escalada ve Plucknett, 1977; Creel ve Fribourg, 1981; Sharma ve Rathim, 1985). Genel olarak daha sık hasat ile daha kısa anız

yüksekliği kuru madde verimini yükseltmektedir (İptaş ve Brohi, 2003). Yapılan çalışmalara göre anız yüksekliğinin düşmesine bağlı olarak kardeşlenme ve yem veriminin arttığı gözlenmiştir (Burger ve Hittle, 1967; Bebawi, 1988). Buna göre 1995-1996 yıllarında Tokat'ta yürütölen araştırmada farklı biçim sayısı (1, 2 ve 3 kez biçim) ve anız yüksekliklerinin (7 cm, 14 cm ve 21 cm) sorgum sudan otu *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf ve sorgum sudan otu melezinin *Sorghum bicolor* (L.) Moench ot verimi ve kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre biçim sayısı ve anız yüksekliğinin artışına bağlı olarak kuru madde verimlerinde düşüşler gözlenmiştir. Biçim sayısı ve anız yüksekliğinde meydana gelen değişimler otun ham protein içeriğinde istatistiki olarak önemli değişimlere yol açmamıştır. En yüksek kuru madde verimleri 7 ve 14 cm yükseklikten bir kez biçilen parsellerde tespit edilmiştir (İptaş ve Brohi, 2003).

Brezilya'nın güney bölgesi gibi subtropikal bölgelerde yaz döneminde kuraklığa bağlı olarak bitkisel üretimde ciddi verim kayıpları yaşanmaktadır (Gomes vd., 2015). Dolayısıyla bu bölgelerde yaşayan insanlar bitkisel üretimde sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı *Pennisetum americanum* (L.), *Sorghum bicolor* ve *Sorghum sudanense* gibi adaptasyon kabiliyetleri yüksek olan bitkilerin yetiştirilmesine yönelmişlerdir (Zegada-Lızarazu vd., 2012). Brezilya'da 2015-2016 yıllarında *Pennisetum americanum* (L.), *Sorghum bicolor* ve *Sorghum sudanense* türlerinin farklı biçim ve anız yüksekliklerinin otun verim ve kalite değerlerine olan etkileri araştırılmıştır. Biçim yüksekliği olarak 50 cm ve 85 cm, anız yüksekliği olarak ise 20 cm ve 10 cm olarak belirlenmiştir. Biçim yüksekliği ile anız yüksekliğine bağlı olarak ot verimlerinde ve besin madde kompozisyonlarında değişimler gözlenmemiştir (Comasseto vd., 2020).

Sorgum sudan otu çeşitleri kurak ve yarı kurak alanlarda; kuraklığa daha dayanıklı olması, farklı dönemlerde birden fazla biçim ve otlatma yapılabilmesi, yeşil ot, kuru ot ve silaj olarak kullanılabilmesi ve üretmiş olduğu toplam biomass miktarından dolayı mısırdan daha fazla tercih edilmektedir (Acar vd., 2003). Bu amaçla Konya'da 2003 yılında yürütölen araştırmada farklı biçim dönemlerine göre sorgum sudan otu melezi çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal özellikler araştırılmıştır. Bitkiler 150 cm, 200-250 cm boylandığında, çiçeklenme başlangıcında ve tam çiçeklenmede ikişer kez biçilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre bitki gelişiminin ilerlemesine bağlı olarak m²'deki sap sayısı ve yaprak oranında düşüşler olurken, yaprak sayısı, bitki boyu, kuru madde oranı, sap oranı, yeşil ve

kuru ot verimlerinde artışlar olmuştur. En uygun biçim zamanının bitkiler 250 cm boya ulaştığında yapılan hasat olduğu belirlenmiştir (Akbudak vd., 2004).

Türkiye’de hayvan beslemeye ilişkin sorunların başında kaba yem üretiminin yetersizliği ve bu yemlerin büyük bir bölümünün düşük kaliteli olması gelmektedir (Hanoğlu Oral, 2022). Kaba yem kaynakları içerisinde çayır ve meralarımız amacına uygun olmayan kullanımları sonucu verim güçlerini kaybetmişlerdir. Özellikle son 50 yılda çayır ve mera alanlarımızda %70’e varan düşüşler gerçekleşmiştir. Bu azalmanın nedenlerinden biri tarımsal mekanizasyonun gelişmesine bağlı olarak mera alanlarının tarım arazilerine dönüştürülmesidir (Salman ve Budak, 2015). Bir diğer neden ise yaklaşık olarak 1,5 milyon hektara yakın alan orman içi meraların ağaçlandırma faaliyetlerine dahil edilerek orman sınırlarına dahil edilmesidir (Balabanlı vd., 2006). Hayvancılık için gerekli olan kaliteli kaba yemin temini için mera alanlarının ıslahı ve yönetim ilkelerine uygun kullanılması ve tarım alanlarında yem bitkileri ekim alanlarının artırılması gerekmektedir. Yaz vejetasyonunun elverdiği bölgelerde ikinci ürün yem bitkisi yetiştiriciliği kolaylıkla y mümkündür. Bu bitkilerin başında da sorgum çeşitleri gelmektedir. Sorgum ve sorgum x sudan otu melezi bitkilerin kuraklığa ve yüksek sıcaklıklara daha dayanıklı olması, birden fazla biçim ve otlatma olanağı sağlaması, besleme değerinin mısıra yakın değerlere sahip olması, birim alanda daha fazla verim vermesi ve birim alandan daha fazla sindirilebilir besin maddesi üretmesi gibi nedenlerden dolayı benzer ekolojilerde önemi artmaktadır (Çiğdem ve Uzun, 2006). Sorgum çeşitleri yazın sıcak dönemlerinde hayvan için kaliteli ve besleyici yem kaynağı sunmaktadır (Heath vd., 1985). Birim alanda mısıra göre daha verimli olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir (Açıkgöz, 1991). Bundan dolayı 2013 yılında İzmir’in Bayındır ve Ödemiş ilçelerinde farklı sorgum sudan otu melezi çeşitlerinin (Nutri Honey, Aneto, Greengo ve Gardavan) agronomik özelliklerini belirlemek amacıyla çalışma yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre her iki lokasyonda da yeşil ot ve kuru madde verimi açısından Greengo ve Garvadan çeşitlerinde en iyi sonuçlar elde edilirken, Nutri Honey çeşidi verim değerleri açısından beklenilenin altında kalmıştır (Salman ve Budak, 2015).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, farklı şeker sorgum çeşitlerinde farklı gelişme dönemleri uygulamalarına bağlı olarak toprak üstü ve toprak altı biomas üretimi ile otun enerji değerlerinin belirlenmesi amacıyla, 2020 ve 2021 yılları yazlık ana ürün yetiştirme mevsiminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür.

3.1. Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Deneme alanına ait toprak analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (ÇOBİLTUM) yaptırılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre deneme alanın toprakları killi-tınlı bünyeye sahip olup, toprak reaksiyonu açısından nötr karakterdedir. Toprakların orta kireçli, organik madde ve fosfor bakımından orta, potasyum bakımından ise noksan olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

3.2. Deneme Alanının İklim Özellikleri

Uzun yıllara ait yıllık ortalama toplam yağış 620,4 mm, aylık ortalama sıcaklık 15,09 °C'dir. Araştırmanın yürütüldüğü 2020 ve 2021 yıllarına ait yıllık ortalama toplam yağış miktarları 457,2 mm ve 753,3 mm olarak gerçekleşmiştir. Buna göre araştırmanın yürütüldüğü ilk yıl (2020) düşen yağış miktarı uzun yıllar (1937-2019) düşen yağış miktarının altında kalmıştır. Fakat çalışmanın ikinci yılında (2021) düşen yağış miktarı ise hem uzun yıllar hem de araştırmanın birinci yılında düşen yağış miktarının üzerinde gerçekleşmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Çanakkale ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15,09 °C olarak verilmiştir. Deneme yıllarının ortalama sıcaklıkları 2020 yılında 17,01 °C ve 2021 yılında 17,58 °C olmak üzere uzun yıllar ortalamasının üzerinde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü 6 aylık dönemdeki (Mayıs başı-Ekim sonu) uzun yıllara ait toplam yağış miktarı 149,9 mm'dir. Araştırmanın ilk yılında bu dönemlerde düşen yağış miktarı 157,5 mm, ikinci yılda ise 201,2 mm'dir. Araştırmanın yürütüldüğü dönemlerde düşen toplam yağış miktarları uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir. En yağışlı aylar Aralık,

Ocak ve Şubat ayları olurken, en kurak aylar ise Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları olmuştur. Yine bu dönemlerde uzun yıllara ait ortalama sıcaklık 21,16 °C olarak gerçekleşmiştir. Fakat araştırmanın birinci ve ikinci yılına ait ortalama sıcaklık değerleri (23,15 °C ve 23,62 °C) uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir (Tablo 2).

Tablo 1

Deneme alanına ait toprak özellikleri

	İşba (%)	pH	E.C. (mS/cm)	Kireç (%)	Organik madde (%)	P (kg/da)	K (kg/da)
Örnek 1	70	7,50	0,85	8,65	1,89	2,95	80,36
	Killi-tınlı	Hafif alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Örnek 2	65	7,35	0,88	7,69	1,95	2,45	75,69
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Örnek 3	68	7,31	0,95	9,16	1,78	3,10	86,35
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Ortalama	67,7	7,39	89,3	8,50	1,87	2,83	80,80
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az

Tablo 2

Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)		
	UY*	2020	2021	UY*	2020	2021
Ocak	93,2	57,2	165,3	6,18	7,30	9,80
Şubat	72,1	48,0	124,7	6,72	9,70	9,10
Mart	66,9	24,3	74,0	8,33	11,70	9,20
Nisan	45,7	55,7	40,4	12,54	12,30	13,10
Mayıs	30,1	54,6	57,3	17,51	18,20	19,90
Haziran	24,6	38,8	57,1	22,21	22,60	24,10
Temmuz	11,7	0,1	2,0	25,02	27,00	28,20
Ağustos	6,6	3,2	0,0	24,98	27,10	28,30
Eylül	22,8	9,5	8,9	21,05	24,70	23,10
Ekim	54,1	51,3	75,9	16,18	19,30	18,10
Kasım	85,7	0,7	26,7	12,05	12,70	15,80
Aralık	107,0	113,8	121,0	8,34	11,50	12,20
Top./Ort.	620,4	457,2	753,3	15,09	17,01	17,58

*UY: Uzun yıllar (1937 ile 2019 yılları arası 82 yıllık verileri kapsamaktadır).

3.3. Denemede Kullanılan Bitki Materyali

Araştırmada materyal olarak iki adet şeker sorgum çeşidi kullanılmıştır (Tablo 3). Şeker sorgum çeşitleri Nebraska Üniversitesinde geliştirilmiştir ve ülkemizde Yücel vd. (2017) tarafından yürütülen araştırma sonucunda ümitvar olarak görülen çeşitler içerisinde yer almaktadır.

Tablo 3

Araştırmada kullanılan şeker sorgum çeşitleri ve özellikleri

Çeşitler	İsrahçı Kuruluş	Üretim Amacı	Olgunlaşma
Topper-76	Nebraska Uni.	Şurup, etanol	Orta geçci
M81-E	Nebraska Uni.	Şurup, etanol, silaj	Geçci

3.3.1. Şeker Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Şeker sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yüksek şeker verimine sahip olup, aynı oranda hem çözünebilen (glikoz ve sükroz) hem de çözünemeyen (selüloz ve hemiselüloz) karbonhidratlar içerdiğinden dolayı biyoetanol için iyi bir substrat maddesine sahip olduğu kabul edilir (Gnansounou vd., 2005; Kim ve Day, 2011). Şeker sorgum buğdaygiller familyasına ait olup, bitki boyu 4 metreye kadar boylanabilmektedir. Diğer buğdaygiller gibi saçak kök sistemine sahip olup, uygun yetiştirme koşullarında yüksek oranda dal oluşturmaktadırlar. Kardeşlenme yeteneğine sahip olup, daha sonra her kardeşten bir kök geliştirmektedir (El Bassam, 2010; Dar vd., 2018).

Gövdesi kolay fermente olabilen yüksek oranda şeker içerdiğinden dolayı bitkinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Olgunlaşmış şeker sorgum ağırlık olarak yaklaşık %75 karnış, %10 yaprak, %10 kök ve %5 tohumdan oluşmaktadır (Kim ve Day, 2011). Şeker sorgumu C4 bitkisi olup, kurak koşullarda atmosferik karbondioksiti (CO₂) şekerle dönüştüren en verimli bitki olarak karşımıza çıkmaktadır (El Bassam, 2010). “Çölün şeker karnışı” veya “deve bitkisi” olarak tanımlanmaktadır (Sanderson vd., 1992).

Tropikal, subtropikal ve sıcak bölgelerde kolaylıkla yetişebilmesine rağmen, en uygun yetişme alanı dünyanın yarı tropik bölgeleridir (Borghini vd., 2013; Cosentino vd., 2012). Adaptasyon kabiliyeti oldukça yüksektir. Aşırı nemli koşullara dayanıklılığı mısır

dahil olmak üzere tahıllara göre daha yüksektir (Blum ve Sullivan, 1985). Sorgum, buğday, pirinç, mısır ve arpadan sonra insan beslenmesi açısından dünyadaki beşinci önemli tahıl bitkisidir (Cifuentes, 2014).

Şeker sorgumun, pH değeri 5,0-8,5 (Smith, 2000), orta-yüksek besleme özelliğine sahip ($N \geq 260$, $P \geq 12$ ve $K \geq 120$ kg/ha), ve ağır killi topraklardan hafif kumlu topraklara kadar çok çeşitli toprak koşullarına toleransı oldukça yüksektir. Mısır kadar etanol üretimi için toplam azotun %50'sinden daha azına ihtiyaç duyar (Anderson vd., 1995) ve kuru madde veriminde hiçbir fark olmaksızın toplam nitrojenin %62'sini giderebilir (Bean vd., 2008). En uygun toprak istekleri; organik madde $> \%0,6$, derinlik > 80 cm, kütle yoğunluğu $< 1,4$ Mg m^{-3} ve su tutma kapasitesi $>$ tarla kapasitesinin %50'sinin üzerinde olması gerekmektedir (El Bassam, 2010). Bitki 900-1500 m rakımda yetişmekte, 2500 rakımlarda bile ürün verebilmektedir. Vejetasyon süresi 120-150 gün arasındadır. Bitki 12-37 °C yetişebilirken, en uygun fotosentez sıcaklığı 32-34 °C, 10-14 saat gün uzunluğu ve %15-50 bağıl neme ihtiyaç duymaktadır (El Bassam, 2010). Mısıra kıyasla daha az su ihtiyacı bulunmaktadır (Olukoya vd., 2015). Şeker sorgum kısa gün bitkisi olmakla beraber çeşitlere göre gün uzunluğuna verilen tepkiler farklı göstermektedir (Almodares, 2000; Rezaie vd., 2005).

Bitki özsuyu şeker bakımından oldukça zengindir. Bileşiminde %43-58 çözünür (sükroz, glikoz ve fruktoz) ve %22,6-47,8 çözünmez (selüloz ve hemiselüloz) şekerler ihtiva etmektedir. Bununla beraber arabinoz, galaktoz, mannoz, sorboz ve ksiloz gibi diğer bazı şekerleri de içermektedir (Kaur vd., 2010). Özsuysundaki şeker içeriğine genetik, iklim ve toprak faktörleri etki etmektedir. Bitkinin şeker içeriğinin en yüksek olduğu (16–23°Brix) dönem çiçeklenme öncesi dönemdir. Bu bakımdan şeker amacıyla yetiştiricilikte bu dönemde hasat edilmesi önerilmekte, aksine hasadın gecikmesi durumunda şeker içeriğinde %20-25 oranında düşüşler olmaktadır (Amaducci vd., 2004). Şeker sorgum suyunun içeriği Tablo 4'te verilmiştir (Mamma vd., 1995). Şeker sorgum suyu Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu, K ve Na gibi mineraller açısından oldukça zengindir. Bitkinin saplarından su çıkarıldıktan sonra geriye küspesi kalmaktadır. Küspesi ise %35-50 selüloz, %20-30 hemiselüloz ve %15-25 lignin içermektedir (Mamma vd., 1995; Grassi vd., 2002). Küspenin %55 glukan (selüloz), %20 ksilan, %2 arabinan ve %1,5 kül içerdiği tespit edilmiştir (Claassen vd., 2004) (Tablo 4).

Tablo 4

Şeker sorgum özsuyunun içeriği

<i>Özellik</i>	<i>Değer</i>
<i>pH</i>	4,9–5,5
<i>Toplam şeker (g/L)</i>	173,02
<i>Brix (°Brix)</i>	10,5–20,7
<i>Sükroz (%)</i>	69–74
<i>İndirgeyici şeker</i>	(%) 5–19
<i>Nişasta (%)</i>	0,4–5,3
<i>Titre edilebilir asitlik</i>	3,6–4,8
<i>Akonitik asit (%)</i>	3,6–4,8
<i>Protein (%)</i>	0,9–1,3
<i>Fermente olabilir nitrogen(mg/L)</i>	626,38
<i>Amonyum iyonları (ppm)</i>	21,4
<i>Nitrit iyonları (ppm)</i>	4,4
<i>Toplam fosfor (ppm)</i>	20
<i>Toplam potasyum (ppm)</i>	1790
<i>Toplam sodyum (ppm)</i>	170
<i>Toplam sülfür (ppm)</i>	120
<i>Toplam kalsiyum (ppm)</i>	166
<i>Toplam magnezyum (ppm)</i>	194
<i>Toplam çinko (ppm)</i>	1,4
<i>Toplam demir (ppm)</i>	2
<i>Toplam mangan (ppm)</i>	3
<i>Toplam bakır (ppm)</i>	0,3

3.4. Denemenin Kurulması ve Uygulanması

Araştırmanın her iki yılında da denemeye başlamadan önce tohumlar temin edilmiş ve deneme yeri ayrılmıştır. Tohum ekimi araştırmanın ilk yılında (2020) 16 Mayıs, ikinci yılında ise (2021) 5 Mayıs tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekim öncesinde tav sulaması yapılmış, sonrasında pullukla derin sürülmüştür. Ardından kültivatör ve diskaro çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Derin sürümden önce dekara 10'ar kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde kompoze gübre (15-15-15) atılıp toprağa karıştırılmıştır. Çıkıştan hemen sonra üst gübre olarak dekara 5 kg azot olacak şekilde amonyum sülfat verilmiştir (Avcıoğlu vd., 2009). Gübreleme öncesinde parsellerden toprak örnekleri alınıp analizleri yapılmıştır. Damla sulama yöntemi ile sulanan bitkilerde, sulamaya ekimden önce tav sulaması ile başlanmıştır. Sulama sıklığı hava sıcaklığı ve yağış durumuna göre ayarlanmış, ancak temmuz ve ağustos aylarında yaklaşık 7 gün ara ile sulama yapılmıştır. Deneme sürecinde

çıkan yabancı otlar sıra üzerinde el ile yolunarak, sıra arasında ise çapalanarak temizlenmiştir.

Bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrülü kurulan denemede ana parselleri çeşitler, alt parselleri ise gelişme dönemi uygulamaları oluşturmuştur. Sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 8 cm olacak şekilde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir (Orak ve Kavdır, 1994; Baytekin ve Şılbır, 1996; Baytekin vd., 1996; Kızıl ve Tansı, 1997; Mahmood ve Honermeier, 2012). Parseller 5 m uzunluğunda ve 4 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Parseller arasında boşluk bırakılmamış, bloklar arasında 1 m mesafe bırakılmıştır. Bitkiler planlanan gelişme dönemlerine ulaştığında, orak ve biçim makinası ile 15 cm anız kalacak şekilde biçilmiştir. Bitki örnekleme dönemlerinde parsel başlarından 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmıştır. Parseller arasında boşluk bırakılmadığı için kenar sıralar da hasada dahil edilmiştir. Köklü bitki örneği için her parselin sağ tarafındaki 2 sıra kullanılmıştır. Dolayısıyla ot örnekleri için biçim 2 sırada gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan hasat alanı (4 m sıra boyu x 2 sıra x 0,7 m sıra arası) 5,6 m² olmuştur. Arazide biçilen ot örnekleri yaş ağırlıkları alınmak üzere hemen el kantarı ile tartılmıştır. Daha sonra bu yaş bitkilerden 1 kg'ın üzerinde olacak şekilde örnekler alınıp kese kâğıtlarına konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Örnekler laboratuvarında sap, yaprak ve salkımlarına ayrılmıştır.

3.5. İncelenen Özellikler

3.5.1. Yeşil Ot verimi (kg/da)

Bitki örnekleme dönemlerinde parsel başlarından 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmıştır. Parseller arasında boşluk bırakılmadığı için kenar sıralar da hasada dahil edilmiştir. Bitkiler planlanan gelişme dönemlerine ulaştığında, yukarıda belirtilen 5,6 m²'lik hasat alanı orakla veya proje kapsamında alınan biçim makinası ile 15 cm anız kalacak şekilde biçilip hemen tartılmıştır (Lang, 2001). Elde edilen değerler kg/da olarak parsel verimlerine çevrilmiştir.

3.5.2. Yaprak, Sap ve Salkım Oranları (%)

Gelişme dönemlerine göre yapılan her hasattan sonra kuru madde oranını belirlemek için alınan yaklaşık 1 kg yeşil bitki örneği ile köklü bitki örnekleri kese kâğıtlarına konup laboratuvara getirilerek yaprak, sap ve salkım (oluşmuş ise) kısımlarına ayrılıp hem yeşil hem de kurutularak tartılmıştır. Tartım değerleri toplam ağırlığa bölünüp 100 ile çarpılmak suretiyle yaprak, sap ve salkım oranları tespit edilmiştir.

3.5.3. Kök Miktarı (g/bitki)

Kök kütlesinin ölçümü için ot hasadıyla beraber örnekleme için ayrılan bitki sıralarından, her seferinde sıra üzerindeki beşer bitki kökleri ile birlikte sökülüştür. Sökümde iki sıranın ve iki bitkinin ortasından 30 cm derinliğinde kökler dikkatlice (dağılmadan) bel küreği ile toprakları ile birlikte çıkarılmış ve kökleri deneme alanı yanındaki su kanalında yıkanarak yaş ağırlıkları belirlemek için hemen tartılmıştır (Hu vd., 2018). Sonrasında önce havada daha sonra da fırında 60°C'de 48 saat kurutulup tartılmış ve sonuçlar bitki başına kök kütlesi (g/bitki) olarak kaydedilmiştir.

3.5.4. Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri

Asit deterjan lif (ADF) değerinden faydalanılarak elde edilen toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM) NRC (2001)'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{TSBM (\%)} = 83,33 - 0,795 * \% \text{ ADF}$$

3.5.5. Enerji Değerleri

Anız örneklerinde metabolik enerji (ME) ve sindirilebilir enerji (SE) değerleri NRC (2001)'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{ME (Mcal/Kg KM)} = 3,01 - 0,0287 * \% \text{ ADF}$$

$$\text{SE (Mcal/kg KM)} = 0,04409 * \% \text{ TSBM}$$

3.5.6. Verilerin Değerlendirilmesi

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



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Yeşil Ot Verimi

Yeşil ot verimleri araştırmanın tüm yıllarında çeşitlere, gelişme dönemlerine ve çeşit* gelişme dönemi etkileşimine göre istatistiki olarak önemlilik göstermiştir. Aynı şekilde yılların ortalama yeşil ot verimleri arasındaki fark da önemli bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5

Şeker Sorgum çeşitlerinin yeşil ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	1676155**
Hata-1	2	-	-	15568
Çeşit (Ç)	1	4147841**	254329**	1173994**
Y*Ç	1	-	-	3228176**
Hata-2	2	-	-	11987
Gelişme Dönemi (GD)	5	906115560**	83083914**	172069318**
Y*GD	5	-	-	1626156**
Ç*GD	5	2177293**	4588321**	5138699**
Y*Ç*GD	5	-	-	1626915**
Hata	22/44 ⁺	221594	196105	-
Genel	35/71 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Gelişme dönemlerinin artışı ile daha çok yeşil ot üretilmiştir. Bu sebeple 30 cm'den fizyolojik oluma kadar olan biçim yüksekliklerinde ortalama yeşil ot verimleri düzenli ve önemli artış göstererek ilk yıl dekara 4229,3 kg'dan 9027,4 kg'a, ikinci yıl 4157,5 kg'dan 8897,3 kg'a, iki yıllık ortalama da 4193,4 kg'dan 8962,4 kg'a yükselmiştir.

Araştırmanın ilk yılı ile iki yıllık ortalama sonuçlara göre M81-E çeşidi Topper-76'ya göre daha fazla yeşil ot üretmiştir. İlk yılda M81-E ve Topper-76 çeşitlerinin ortalama yeşil ot verimleri 7193,2 ve 6514,3 kg/da olurken, ikinci yılda aynı sıra ile 6464,6 ve 6632,7 kg/da olarak belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalara göre M81-E çeşidinin ortalama yeşil ot verimi 6828,9 kg/da iken bu değer Topper-76'da 6573,5 kg/da olarak belirlenmiştir.

Çeşitler ile gelişme dönemleri birlikte ele alındığında, en yüksek yeşil ot verimleri denemenin iki yılında da fizyolojik olumda biçilen M81-E çeşidinde (ilk yıl 9717,2 kg/da,

ikinci yıl 9140,8 kg/da) saptanmıştır. En düşük verimler de yine aynı çeşidin 30 cm boylandığında biçilen parsellerde 4228,5 ve 4082,3 kg/da olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılına ait yeşil ot verimleri (6853,8 kg/da) ikinci yıla (6548,6 kg/da) nazaran daha yüksek olmuştur (Tablo 6).

Tablo 6

Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre yeşil ot verimleri (kg/da)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	4228,5 ı	4230,1 ı	4229,3 F
60 cm	5966,4 g	5827,5 gh	5896,9 E
90 cm	6822,2 f	5736,0 h	6279,1 D
120 cm	8520,8 b	7915,5 d	7471,7 C
150 cm	7904,1 d	7039,3 e	8218,2 B
Fiz. olum	9717,2 a	8337,6 c	9027,4 A
Ortalama	7193,2 A	6514,3 B	6853,8 A
2021 yılı			
30 cm	4082,3 j	4232,7 j	4157,5 F
60 cm	5048,1 ı	5937,5 h	5492,8 E
90 cm	6845,4 f	5858,6 h	6352,0 D
120 cm	7535,8 d	7971,6 c	7753,7 B
150 cm	6135,0 g	7141,9 e	6638,4 C
Fiz. olum	9140,8 a	8653,8 b	8897,3 A
Ortalama	6464,6 B	6632,7 A	6548,6 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	4155,4 h	4231,4 h	4193,4 F
60 cm	5507,3 g	5882,5 f	5694,9 E
90 cm	6833,8 e	5797,3 f	6315,5 D
120 cm	8028,3 c	7943,6 f	7985,9 B
150 cm	7019,5 d	7090,6 d	7055,1 C
Fiz. olum	9429,0 a	8495,7 b	8962,4 A
Ortalama	6828,9 A	6573,5 B	-

Bitkiler önce yavaş, sonra hızlı, gelişmenin sonuna doğru ise yeniden yavaş büyürler (Altın vd., 2011a). Büyümenin başlangıcında fotosentez dokusu az olduğu için buna bağlı olarak özümleme ürünlerinin üretimi de az olmaktadır. Fakat büyüme ilerledikçe fotosentez dokusu da artıp daha fazla organik kütle üretilmektedir. Vejetatif büyüme generatif döneme kadar sürekli artış halindedir. Generatif dönem ile birlikte fotosentez ürünleri vejetatif dokular (kök, dal, yaprak) yerine, generatif organlara taşınmaktadır (Altın vd., 2011a). Bu da gelişmenin bu aşamasında ot verimindeki artışı sınırlandırmaktadır (Larcher, 1995, Chattha vd., 2017). Bu sebeple denemede 30 cm biçim yüksekliğinden itibaren fizyolojik oluma kadar yapılan biçimlerde ot verimleri düzenli ve sürekli olarak artmıştır. Ülkemizde

sorgum ile yürütülen denemelerde değişik verim değerleri elde edilmiştir. Örneğin, Aydınoğlu ve Çakmakçı (2018) ortalama yeşil ot veriminin 4600-8188 kg/da ve kuru ot veriminin de 1187-2037 kg/da arasında değiştiğini belirtmiştir. Bingöl'de 13 farklı sorgum çeşidi ile yapılan çalışmada çeşitlerin ortalama yeşil ot verimleri 7323,4 kg/da ve ortalama kuru ot verimler 1308,0 kg/da olarak bildirilmiştir (Özmen, 2017). Farklı bölgelerde yapılan diğer çalışmalarda ise ortalama yeşil ot verimleri Şanlıurfa'da 10.000-11.000 kg/da (Tansı vd., 1991), Çanakkale'de 2288,8-4716,6 kg/da (Semerci ve Baytekin, 2017), Aydın'da ortalama 6730 kg/da (Sürmen ve Kara, 2022), 4650-6260 kg/da (Çelik ve Türk., 2021) olarak tespit edilmiştir. Ortalama kuru ot verimleri ise 1308,0 kg/da (Özmen, 2017), 609,5-1183 kg/da (Tosunoğlu, 2014), 1654 kg/da (Çeçen vd., 2005), 810-2110 kg/da (Kara vd., 2019), 1350-2840 kg/da (Kır ve Şahan., 2019) ve 1480 kg/da (Sürmen ve Kara, 2022) arasında değişim göstermiştir.

Çeşitler farklı genetik yapıya sahip olduklarından, belirli bir yetiştirme ortamında çevre faktörlerine karşı farklı tepkiler verebilecekleri için ot üretimlerinin de farklı olması beklenen bir durumdur. Nitekim bu çalışmada da çeşitler arasında bu farklılık ortaya çıkmıştır. Şeker sorgumun Topper-76 çeşidi diğer çeşitten önemli ölçüde daha az ot verimine sahip olmuştur.

4.2. Yaprak ve Sap Oranları

Yaprak oranı: Araştırmada yaprak oranlarındaki değişim araştırmanın ilk yılı ile iki yıllık ortalama değerlere göre çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre önemli oranda değişim gösterirken, çalışmanın ikinci yılında ise sadece gelişme dönemlerine göre istatistiksel olarak önemlilik arz etmiştir (Tablo 7).

Tablo 7

Şeker Sorgum çeşitlerinin yaprak oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	277,519
Hata-1	3	-	-	147,507
Çeşit (Ç)	1	613,318*	102,859	609,257*
Y*Ç	1	-	-	106,920
Hata-2	3	-	-	95,048
Gelişme Dönemi (GD)	5	44645,453**	32255,693**	75756,059**
Y*GD	5	-	-	1145,087
Ç*GD	5	107,940	778,812	606,945
Y*Ç*GD	5	-	-	279,807
Hata	129/258 ⁺	17777,625	11243,829	29825,05
Genel	143/287 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Deneme yılları ve yıllar ortalamasında gelişme dönemlerinin artışına bağlı olarak yaprak oranları azalmıştır. Gelişme döneminin ilerlemesi ile bitkilerin ortalama yaprak oranları ilk yıl %70,8'den %13,4'e, ikinci yıl %63,2'den %10,6'ya ve iki yılın ortalamasında ise %67,0'dan %12,0'a düşmüştür. Çeşitlerin yaprak oranları arasında fark ilk yıl ve iki yıllık sonuçlara göre önemli olmuştur. Araştırmanın ilk yılında M81-E çeşidinin yaprak oranı %44,18 iken bu değer Topper-76'da %39,46'ya düşmüştür. İki yıllık ortalamalarda ise M81-E çeşidinin yaprak oranı %42,36 iken bu oran Topper-76'da %39,03'e düşmüştür. Çeşitlerin yaprak oranlarının yıllara göre değişimi önemsiz olup, %39,6-41,8 aralığında değerlere sahip olmuştur (Tablo 8).

Tablo 8

Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre yaprak oranları (%)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	71,87	69,62	70,8 A
60 cm	59,96	54,89	57,4 B
90 cm	51,74	45,79	48,8 C
120 cm	37,92	30,80	34,4 D
150 cm	28,34	24,16	26,3 E
Fizyolojik olum	15,25	11,50	13,4 F
Ortalama	44,18 A	39,46 B	41,8
2020 yılı			
30 cm	62,61	63,74	63,2 A
60 cm	53,27	57,89	55,6 B
90 cm	47,12	39,58	43,4 C
120 cm	41,35	34,77	38,1 C
150 cm	26,21	27,24	26,7 D
Fizyolojik olum	12,71	8,42	10,6 E
Ortalama	40,54	38,61	39,6
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	67,24	66,68	67,0 A
60 cm	56,61	56,39	56,5 B
90 cm	49,43	42,68	46,1 C
120 cm	39,63	32,79	36,2 D
150 cm	27,27	25,70	26,5 E
Fizyolojik olum	13,99	9,96	12,0 F
Ortalama	42,36 A	39,03 B	-

Sap oranı: Bitkilerin sap oranları yıllar arası ve ortalamasında sadece gelişme dönemlerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 9).

Tablo 9

Şeker Sorgum çeşitlerinin sap oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	49,888
Hata-1	3	-	-	156,208
Çeşit (Ç)	1	232,268	39,481	231,635
Y*Ç	1	-	-	40,114
Hata-2	3	-	-	135,364
Gelişme Dönemi (GD)	5	28195,193**	15477,962**	42284,230**
Y*GD	5	-	-	1388,925**
Ç*GD	5	202,682	780,320	629,808
Y*Ç*GD	5	-	-	353,194
Hata	129/258 ⁺	16350,124	11678,925	28530,182
Genel	143/287 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Yaprak oranlarındaki değişimin aksine, sap oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile önemli düzeyde artmıştır. Çeşitlerin ortalaması olarak, denemenin ilk yılında sap oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile %28,9'dan %73,1'e, ikinci yılda %36,4'den %70,6'ya ve iki yılın ortalamasında %32,6'dan %71,9'a yükselmiştir. Çeşitlerin ortalama sap oranları birbirine yakın olmuştur. Nitekim 2020 yılında çeşitlere göre sap oranları %51,41-54,32, ikinci yılda %53,22-54,42 ve yıllar ortalamasında %52,32-54,37 arasında değişim göstermiştir. Bu değişim yıllara göre ise %52,9-53,8 aralığında gerçekleşmiştir (Tablo 10).

Tablo 10

Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre sap oranları (%)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	27,86	29,90	28,9 E
60 cm	39,21	44,31	41,8 D
90 cm	46,97	52,82	50,0 C
120 cm	57,91	63,77	60,8 B
150 cm	62,28	63,09	62,7 B
Fizyolojik olum	74,24	72,01	73,1 A
Ortalama	51,41	54,32	52,9
2021 yılı			
30 cm	37,02	35,83	36,4 D
60 cm	45,86	41,29	43,6 C
90 cm	51,62	59,21	55,4 B
120 cm	55,11	60,52	57,8 B
150 cm	61,04	57,14	59,1 B
Fizyolojik olum	68,67	72,52	70,6 A
Ortalama	53,22	54,42	53,8
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	32,44	32,87	32,6 E
60 cm	42,54	42,80	42,7 D
90 cm	49,30	56,02	52,7 C
120 cm	56,51	62,15	59,3 B
150 cm	61,66	60,12	60,9 B
Fizyolojik olum	71,46	72,26	71,9 A
Ortalama	52,32	54,37	-

Biçimdeki bitki boylarının artışına bağlı olarak şeker sorgum çeşitlerinin yaprak oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. Bunun yanında bitkide büyümeye bağlı olarak bitkinin sap oranlarında artışlar kaydedilmiştir. Kısaca büyümeye bağlı olarak yaprak oranı azalırken, sap oranları artmıştır. Bunun temel nedeni büyüme başlangıcında bitkinin toplam biomasında yaprak oranı fazladır. Fakat büyümenin ilerlemesine bağlı olarak saplarda meydana gelen uzama sap kısmının bitkideki oranını atışmıştır. Bitkilerde büyümeye bağlı olarak toprak üstü kütlesi de arttığı için bu kütleyi taşıyacak daha sağlam gövde oluşturmak zorundadır. Bu da hücre çeperi maddelerinden selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi yapısal karbonhidratların artışı ile sağlanmaktadır. Bu yüzden sapsız bitkinin gelişmesini takiben giderek daha kalın ve sağlam bir yapı kazanırlar. Bu da bitki gelişimi ilerledikçe toplam bitki kütlesi içerisinde yaprak oranında azalma, sap ve salkım oranlarında ise artışlara sebep olmuştur (Kılınç, 2022). Çeşitlere göre ise sadece salkım oranlarında farklılık ortaya çıkmış, bu fark ise çeşitlerin genetik farklılıklarından kaynaklanmıştır. Çanakkale’de buğday ile ilgili yapılan bir araştırmada başak/salkım oluşturma döneminden süt olum dönemine doğru

ilerledikçe yaprak/sap oranında düzenli düşüş görüldüğü tespit edilmiştir (Kılınç, 2022). Yapılan bir diğer çalışmada buğdayda çiçeklenme döneminden süt olum dönemi biçimlerine kadar yaprak/gövde oranının %0,197'den % 0,146'ya düştüğü saptanmıştır (Taş, 2010). Erdurmuş vd. (2021) tarafından yürütülen çalışmada 53 adet sorgum hattı ve 4 adet farklı sorgum çeşitinin ortalama yaprak oranları %60-80 ve sap oranlarının ise %20-40 arasında değiştiği belirtilmiştir.

4.3. Kök Miktarı

Bitki başına kök miktarları yıllara ve yılların ortalamalarında çeşitlere, gelişme dönemlerine ve çeşit* gelişme dönemlerine bağlı olarak önemli değişim göstermiştir. Sadece araştırmanın ikinci yılında çeşit* gelişme dönemi etkileşimlerine göre kök miktarları önemli değişim göstermemiştir (Tablo 11).

Tablo 11

Şeker Sorgum çeşitlerinin kök miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	108,044**
Hata-1	2	-	-	39,011**
Çeşit (Ç)	1	8,7469**	84,0278**	73,535**
Y*Ç	1	-	-	19,258**
Hata-2	2	-	-	2,564
Gelişme Dönemi (GD)	5	8810,9993**	4322,2500**	12694,899**
Y*GD	5	-	-	438,350**
Ç*GD	5	63,1386**	15,1389	62,424**
Y*Ç*GD	5	-	-	15,853
Hata	22/44 ⁺	16,4518	139,3333	188,421
Genel	35/71 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçim yüksekliklerinin artışı ile ortalama kök kütlesi artmıştır. Dolayısıyla en yüksek kök üretimi fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 54,54, ikinci yıl 41,17 ve iki yıllık ortalama 47,85 g/bitki) belirlenmiştir. En az kök oluşturan bitkiler ise en sık biçilenler olmuştur. Buna göre, 30 cm'de biçilen bitkilerin ortalama kök ağırlığı ilk yıl 6,59 g/bitki, ikinci yıl 7,50 g/bitki ve yıllar ortalamasında 7,05 g/bitki olarak belirlenmiştir. Yıllar ve

ortalamasında bitki başına en yüksek kök Topper-76 tarafından üretilmiştir. Biçimlerin ortalaması olarak Topper-76 çeşidinin kök ağırlıkları sırasıyla 21,53, 20,11 ve 20,82 g/bitki olarak ölçülmüştür. Buna karşılık M81-E çeşidi en az kök kütlesine sahip olmuştur (sırasıyla 20,54, 17,06 ve 18,80 g/bitki). Araştırmanın ilk yılında bitki başına ortalama kök miktarı 21,03 g/bitki iken, ikinci yılda 18,58 g/bitkiye düşmüştür (Tablo 12).

Tablo 12

Şeker Sorgum çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre kök miktarları (g/bitki)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	4,33 g	8,85 f	6,59 F
60 cm	10,12 f	12,00 e	11,06 E
90 cm	14,68 d	17,27 c	15,97 D
120 cm	17,39 c	17,81 c	17,60 C
150 cm	22,48 b	18,38 c	20,43 B
Fiz. olum	54,24 a	54,84 a	54,54 A
Ortalama	20,54 B	21,53 A	21,03 A
2021 yılı			
30 cm	5,00	10,00	7,50 D
60 cm	9,33	11,67	10,50 D
90 cm	13,00	16,33	14,67 C
120 cm	16,00	18,00	17,00 C
150 cm	20,00	21,33	20,67 B
Fiz. olum	39,00	43,33	41,17 A
Ortalama	17,06 B	20,11 A	18,58 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	4,67 ı	9,42 h	7,05 F
60 cm	9,73 gh	11,83 fg	10,78 E
90 cm	13,84 f	16,80 e	15,32 D
120 cm	16,70 e	17,91 de	17,30 C
150 cm	21,24 c	19,86 cd	20,55 B
Fiz. olum	46,62 b	49,09 a	47,85 A
Ortalama	18,80 B	20,82 A	-

Kök bitkisel üretimde temel rol oynar. Bitkiye su ve besin elementi sağlamaktadır. Bunun yanında bitkinin toprağa tutunması için destek görevi görmektedir. Metabolizma olaylarında görev almaktadır. Bitkinin büyümesini ve işleyişini kontrol eden hormonal dengeye katkıda bulunur (Willigen ve Van Noordwijk, 1987; Toure vd., 2018). Bir bitkinin vejetasyon döneminde köklerinin büyüme hızı çevre koşullarına, bitki büyüme ve gelişiminin genetik programına uygun olarak değişmektedir. Toprak üstü aksamın gelişimi toprak altı kök gelişimi ile doğru orantılıdır (Blaha, 2019). Bitkide büyümeye bağlı olarak kök gelişimi sürekli artış göstermektedir (Brown, 1984). Nitekim yapmış olduğumuz

çalışmada da bitkilerde hasat zamanındaki boy artışına bağlı olarak bitki başına kök miktarlarında artışlar olmuştur. Bununla beraber çeşitlere göre ortalama kök miktarlarında farklılıklar olmuştur. Bu farklılık çeşitler arasındaki genetik farklılıklardan kaynaklanmaktadır (O'Toole ve Bland, 1987; Gregory, 1994; Kujira vd., 1994; Marschner, 1998; Fageria. 2009; Fageria ve Moreira, 2011).

4.4. Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri

Şeker sorgum çeşitlerinin yapraklarına ait TSBM oranları araştırmanın ilk yılında uygulanan bütün faktörlere göre önemli değişim göstermezken, ikinci yıl gelişme dönemlerine, iki yıllık ortalamalara göre ise yıllara ve gelişme dönemlerine göre istatistiki olarak önemlilik göstermiştir (Tablo 13).

Tablo 13

Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının TSBM oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	43,413768**
Hata-1	3	-	-	9,498251
Çeşit (Ç)	1	5,680309	0,190265	3,974884
Y*Ç	1	-	-	1,895689
Hata-2	3	-	-	3,512139
Gelişme Dönemi (GD)	5	16,819546	69,247804**	69,762617**
Y*GD	5	-	-	16,304734
Ç*GD	5	7,007993	9,681788	6,578833
Y*Ç*GD	5	-	-	10,110948
Hata	129/258 ⁺	344,91627	324,58803	707,11292
Genel	143/287 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların TSBM oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek TSBM oranları 30 cm yüksekliğe ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (ilk yıl %57,959, ikinci yıl %57,897 ve iki yıllık ortalamalara göre %57,928) belirlenirken, en düşük ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (ilk yıl %57,509, ikinci yıl %55,746 ve iki yıllık ortalamalara göre %56,627) tespit edilmiştir. Topper-76 çeşidinin TSBM oranı araştırmanın tüm yıllarında M81-E'ye göre daha yüksek olmuştur. İki yıllık ortalamaya göre Topper-76'nın TSBM oranı %57,177 iken,

M81-E çeşidinde %56,909'a düşmüştür. Bunun yanında araştırmanın ilk yılındaki TSBM oranı (%57,487) ikinci yıla (%56,599) göre daha yüksek olmuştur (Tablo 14).

Tablo 14

Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının gelişme dönemlerine TSBM oranları (%)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	57,854	58,064	57,959
60 cm	57,970	57,684	57,827
90 cm	56,882	57,904	57,393
120 cm	56,899	57,461	57,180
150 cm	56,691	57,420	57,055
Fiz. olum	57,266	57,753	57,509
Ortalama	57,260	57,715	57,487 A
2021 yılı			
30 cm	57,390	58,404	57,897 A
60 cm	56,875	56,779	56,827 B
90 cm	56,413	56,181	56,297 BC
120 cm	56,389	56,303	56,346 BC
150 cm	56,332	56,631	56,481 BC
Fiz. olum	55,946	55,545	55,746 C
Ortalama	56,558	56,641	56,599 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	57,622	58,234	57,928 A
60 cm	57,422	57,232	57,327 B
90 cm	56,647	57,043	56,845 BC
120 cm	56,644	56,882	56,763 C
150 cm	56,511	57,025	56,768 BC
Fiz. olum	56,606	56,649	56,627 BC
Ortalama	56,909	57,177	-

Şeker sorgum çeşitlerinin sap kısımlarının TSBM oranları araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda da çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre önemli değişim göstermiş, iki yıllık ortalamalara göre ise yıllara, çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre de önemli oranda değişmiştir (Tablo 15).

Tablo 15

Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının TSBM oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	32,10149**
Hata-1	3	-	-	14,60190
Çeşit (Ç)	1	13,14688*	54,25244**	60,40641**
Y*Ç	1	-	-	6,99291
Hata-2	3	-	-	12,06957
Gelişme Dönemi (GD)	5	281,79858**	303,88259**	546,89551**
Y*GD	5	-	-	38,78565*
Ç*GD	5	29,96772	30,96103	13,27280
Y*Ç*GD	5	-	-	47,65595**
Hata	129/258 ⁺	772,23589	778,06865	1588,8032
Genel	143/287 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Çalışmanın tüm yıllarında hasattaki bitki boyunun artışına bağlı olarak sapların TSBM oranlarında düşüşler olmuştur. En yüksek TSBM oranları 30 ve 60 cm boyda hasat edilen bitkilerin saplarında (2020 yılı %58,112-57,558, 2021 yılı %56,791-57,390 ve 2020-2021 yılı %57,451-57,474) belirlenirken, en düşük ise 120, 150 ve fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerde (2020 yılı %54,561-55,174, 2021 yılı %52,987-54,719 ve 2020-2021 yılı %54,081-54,663) tespit edilmiştir. Topper-76 çeşidinin sap kısımlarının TSBM oranı çalışmanın yürütüldüğü tüm yıllarda M81-E çeşidinden daha yüksek olmuştur. Ayrıca çalışmanın ilk yılına ait ortalama TSBM oranı (%56,100) ikinci yıla nazaran (%55,335) daha yüksek bulunmuştur (Tablo 16).

Tablo 16

Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının gelişme dönemlerine göre TSBM oranları (%)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	57,735	58,488	58,112 A
60 cm	57,657	57,459	57,558 AB
90 cm	55,974	57,193	56,584 B
120 cm	53,375	55,838	54,607 C
150 cm	54,909	55,439	55,174 C
Fiz. olum	54,871	54,251	54,561 C
Ortalama	55,754 B	56,445 A	56,100 A
2021 yılı			
30 cm	55,985	57,596	56,791 AB
60 cm	56,486	58,294	57,390 A
90 cm	55,443	56,893	56,168 B
120 cm	54,763	54,676	54,719 C
150 cm	51,354	54,621	52,987 D
Fiz. olum	53,768	54,146	53,957 CD
Ortalama	54,633 B	56,037 A	55,335 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	56,860	58,042	57,451 A
60 cm	57,071	57,876	57,474 A
90 cm	55,709	57,043	56,376 B
120 cm	54,069	55,257	54,663 C
150 cm	53,131	55,030	54,081 C
Fiz. olum	54,320	54,198	54,259 C
Ortalama	55,193 B	56,241 A	-

4.5. Metabolik Enerji Değeri

Şeker sorgum çeşitlerinin yapraklarına ait ME değerleri araştırmanın ikinci yılında sadece gelişme dönemlerine, iki yıllık ortalamalara göre ise yıllara ve gelişme dönemlerine göre önemli oranda değişim göstermiştir (Tablo 17).

Tablo 17

Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının ME değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,05657923**
Hata-1	3	-	-	0,01237865
Çeşit (Ç)	1	0,00740289	0,00024796	0,00518029
Y*Ç	1	-	-	0,00247057
Hata-2	3	-	-	0,00457721
Gelişme Dönemi (GD)	5	0,02192016	0,09024758**	0,09091851**
Y*GD	5	-	-	0,02124923
Ç*GD	5	0,00913320	0,01261784	0,00857390
Y*Ç*GD	5	-	-	0,01317715
Hata	129/258 ⁺	0,44951399	0,42302111	0,92154874
Genel	143/287 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların ME değerleri araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda düşmüştür. Topper-76 çeşidinin ME değerinin M81-E çeşidinden daha yüksek olduğu ortaya belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılına ait ME değeri 2,077 Mcal/kg KM iken, ikinci yılda bu değer 2,045 Mcal/kg KM olmuştur (Tablo 18).

Tablo 18

Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının gelişme dönemlerine göre ME değerleri (Mcal/kg KM)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	2,090	2,098	2,094
60 cm	2,095	2,084	2,089
90 cm	2,055	2,092	2,074
120 cm	2,056	2,076	2,066
150 cm	2,048	2,075	2,062
Fiz. olum	2,069	2,087	2,078
Ortalama	2,069	2,085	2,077 A
2021 yılı			
30 cm	2,074	2,110	2,092 A
60 cm	2,055	2,052	2,053 B
90 cm	2,038	2,030	2,034 BC
120 cm	2,037	2,034	2,036 BC
150 cm	2,035	2,046	2,041 BC
Fiz. olum	2,021	2,007	2,014 C
Ortalama	2,044	2,047	2,045 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	2,082	2,104	2,093 A
60 cm	2,075	2,068	2,071 B
90 cm	2,047	2,061	2,054 BC
120 cm	2,047	2,055	2,051 C
150 cm	2,042	2,060	2,052 BC
Fiz. olum	2,045	2,047	2,046 BC
Ortalama	2,056	2,066	-

Şeker sorgum çeşitlerinin sap kısımlarına ait ME değerlerindeki değişim yapılan varyans değerlendirmesine göre araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre önemli, çeşit* gelişme dönemi etkileşimlerine göre ise önemsizdir. Yılların etkisi de önemli bulunmuştur (Tablo 19).

Tablo 19

Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının ME değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,04183644**
Hata-1	2	-	-	0,01903000
Çeşit (Ç)	1	0,01713375*	0,07070479**	0,07872499**
Y*Ç	1	-	-	0,00911355
Hata-2	2	-	-	0,01572974
Gelişme Dönemi (GD)	5	0,36725552**	0,39603663**	0,71274454**
Y*GD	5	-	-	0,05054761*
Ç*GD	5	0,03905559	0,04035013	0,01729785
Y*Ç*GD	5	-	-	0,06210787**
Hata	129/44 ⁺	1,0064206	1,0140222	2,0706164
Genel	143/71 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Çeşitlerin saplarına ait ME değerleri araştırmanın tüm yıllarında önemli değişim göstermiş ve Topper-76 ön plana çıkmıştır. Topper-76 çeşidinin ilk yıl ME değeri 2,039 Mcal/kg KM, ikinci yıl 2,025 Mcal/kg KM iki yıllık ortalama ise 2,032 Mcal/kg KM olurken, bu değerler M81-E çeşidinde sırasıyla 2,015 Mcal/kg KM, 1,974 Mcal/kg KM ve 1,994 Mcal/kg KM olmuştur. İlk yıla ait ME değeri (2,027 Mcal/kg KM) ikinci yıla göre (1,999 Mcal/kg KM) daha yüksek olmuştur. Biçimde bitki boyunun artışına bağlı olarak sapların ME değerleri düşmüştür. En yüksek ME değerleri araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda 30 ve 60 cm'de biçilen bitkilerde belirlenirken, en düşük değerler ise 120 cm, 150 cm ve fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir (Tablo 20).

Tablo 20.

Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının gelişme dönemlerine göre ME değerleri (Mcal/kg KM)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	2,086	2,113	2,100 A
60 cm	2,083	2,076	2,080 AB
90 cm	2,022	2,066	2,044 B
120 cm	1,929	2,018	1,973 C
150 cm	1,984	2,003	1,994 C
Fiz. olum	1,983	1,960	1,971 C
Ortalama	2,015 B	2,039 A	2,027 A
2021 yılı			
30 cm	2,023	2,081	2,052 AB
60 cm	2,041	2,106	2,074 A
90 cm	2,003	2,056	2,029 B
120 cm	1,979	1,976	1,977 C
150 cm	1,856	1,974	1,915 D
Fiz. olum	1,943	1,956	1,950 CD
Ortalama	1,974 B	2,025 A	1,999 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	2,054	2,097	2,076 A
60 cm	2,062	2,091	2,077 A
90 cm	2,013	2,061	2,037 B
120 cm	1,954	1,997	1,975 C
150 cm	1,920	1,988	1,954 C
Fiz. olum	1,963	1,958	1,961 C
Ortalama	1,994 B	2,032 A	-

4.6. Sindirilebilir Enerji Değeri

Şeker sorgum çeşitlerinin yapraklarına ait SE değerleri sadece araştırmanın ikinci yılında gelişim dönemlerine ve iki yıllık ortalamalara göre ise yıllara ve gelişme dönemlerine göre önemli oranda değişim göstermiştir (Tablo 21).

Tablo 21

Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının SE değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,8439324**
Hata-1	2	-	-	0,01846392
Çeşit (Ç)	1	0,01104211	0,00036986	0,00772689
Y*Ç	1	-	-	0,00368508
Hata-2	2	-	-	0,00682735
Gelişme Dönemi (GD)	5	0,03269599	0,13461275**	0,13561351**
Y*GD	5	-	-	0,03169523
Ç*GD	5	0,01362303	0,01882070	0,01278878
Y*Ç*GD	5	-	-	0,01965496
Hata	129/44 ⁺	0,67049242	0,63097580	1,3745767
Genel	143/71 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Çalışmanın tüm yıllarında biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların SE değerlerinde düşüş olmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlara göre de biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprakların SE değerleri düşmüştür. Ayrıca Topper-76 çeşidinin SE değeri M81-E çeşidinden daha yüksektir. Yıllara göre ise araştırmanın ilk yılına ait SE değerleri (2,535 Mcal/kg KM) ikinci yıldan (2,496 Mcal/kg KM) daha yüksek bulunmuştur (Tablo 22).

Tablo 22

Şeker Sorgum çeşitlerinin yapraklarının gelişme dönemlerine göre SE değerleri (Mcal/kg KM)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	2,551	2,560	2,555
60 cm	2,556	2,543	2,550
90 cm	2,508	2,553	2,530
120 cm	2,509	2,534	2,521
150 cm	2,500	2,532	2,516
Fiz. olum	2,525	2,546	2,536
Ortalama	2,525	2,545	2,535 A
2021 yılı			
30 cm	2,530	2,575	2,553 A
60 cm	2,508	2,503	2,506 B
90 cm	2,487	2,477	2,482 BC
120 cm	2,486	2,482	2,484 BC
150 cm	2,484	2,497	2,490 BC
Fiz. olum	2,467	2,449	2,458 C
Ortalama	2,494	2,497	2,496 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	2,541	2,568	2,554 A
60 cm	2,532	2,523	2,528 B
90 cm	2,498	2,515	2,506 BC
120 cm	2,497	2,508	2,503 C
150 cm	2,492	2,514	2,504 BC
Fiz. olum	2,496	2,498	2,498 BC
Ortalama	2,509	2,521	-

Şeker sorgum çeşitlerinin sap kısımlarına ait SE değerleri araştırmanın tüm yıllarında sadece çeşitlere ve gelişme dönemlerine göre, iki yıllık ortalamalara göre ise yıllara bağlı istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 23).

Tablo 23.

Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının SE değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,0624030**
Hata-1	2	-	-	0,0283850
Çeşit (Ç)	1	0,02555660*	0,10546285**	0,1174257**
Y*Ç	1	-	-	0,0135937
Hata-2	2	-	-	0,0234624
Gelişme Dönemi (GD)	5	0,54779617**	0,59072591**	1,0631256**
Y*GD	5	-	-	0,0753965*
Ç*GD	5	0,05825508	0,06018602	0,0258014
Y*Ç*GD	5	-	-	0,0926397**
Hata	129/258 ⁺	1,50111710	1,5125095	3,0885192
Genel	143/287 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir. +soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak sapların SE değerlerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Buna göre en yüksek SE değerleri 30 cm yüksekliğe ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 2,562 Mcal/kg KM, ikinci yıl 2,504 Mcal/kg KM ve iki yıllık ortalamalara göre (2,533 Mcal/kg KM) belirlenirken, en düşük ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 2,406 Mcal/kg KM, ikinci yıl 2,379 Mcal/kg KM ve iki yıllık ortalamalara göre 2,392 Mcal/kg KM) tespit edilmiştir. Topper-76 çeşidinin SE değeri araştırmanın tüm yıllarında M81-E'ye göre daha yüksek olmuştur. İki yıllık ortalamalara göre Topper-76'nın SE değeri 2,480 Mcal/kg KM iken, bu değer M81-E çeşidinde 2,434 Mcal/kg KM'e düşmüştür. Bunun yanında araştırmanın ilk yılındaki SE değeri (2,473 Mcal/kg KM) ikinci yıla (2,440 Mcal/kg KM) göre daha yüksek olmuştur (Tablo 24).

Tablo 24.

Şeker Sorgum çeşitlerinin saplarının gelişme dönemlerine göre SE değerleri (Mcal/kg KM)

Gelişme Dönemi	Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	M81-E	Topper-76	
2020 yılı			
30 cm	2,546	2,578	2,562 A
60 cm	2,542	2,533	2,538 AB
90 cm	2,468	2,522	2,495 B
120 cm	2,353	2,462	2,408 C
150 cm	2,421	2,444	2,433 C
Fiz. olum	2,419	2,392	2,406 C
Ortalama	2,458 B	2,489 A	2,473 A
2021 yılı			
30 cm	2,468	2,539	2,504 AB
60 cm	2,491	2,570	2,530 A
90 cm	2,445	2,508	2,477 B
120 cm	2,415	2,411	2,413 C
150 cm	2,264	2,408	2,336 D
Fiz. olum	2,371	2,387	2,379 CD
Ortalama	2,409 B	2,471 A	2,440 B
Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)			
30 cm	2,507	2,559	2,533 A
60 cm	2,516	2,552	2,534 A
90 cm	2,456	2,515	2,486 B
120 cm	2,384	2,436	2,410 C
150 cm	2,343	2,427	2,385 C
Fiz. olum	2,395	2,390	2,392 C
Ortalama	2,434 B	2,480 A	-

Bitkilerde büyümeye bağlı olarak enerji değerlerinde düşüşler olduğu gözlenmiştir. Bunun iki temel nedeni olduğu düşünülmektedir. Bunlardan ilki bitkilerin büyüme başlangıcında fotosentez ile üretmiş oldukları besin madde içeriklerinin fazla olmasıdır. Nitekim bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak sindirilebilirlik ve enerji değerleri düşüş göstermektedir (Romero vd., 1976). Bir diğer nedeni ise büyümeye bağlı olarak yaprakların oranlarının düşmesi, sap oranlarının artmasıdır. Nitekim yaprakların besin madde kapsamı sap kısımlarına nazaran daha fazladır. Yaprakların protein, vitamin ve mineral madde içerikleri saplara göre daha yüksek iken, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ vd., 1999). Bitkilerin fotosentez kapasiteleri genç dönemlerde daha fazla, yaşlı dönemlerde ise daha düşüktür. Çünkü genç dönemlerde yaprak oranları daha yüksektir. Yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve köklere nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriğine sahiptir (Poorter vd., 1990). Bitkinin fotosentez kapasitesine yaprağın pozisyonu, bitkinin yaşı ve çevresel faktörler (sıcaklık, yağış, gün ışığı, besin) birçok faktör etki etmektedir (Constable ve Rawson, 1980; Bhagsari, 1988; Lieth ve Pasian,

1990; Rodriguez-Montero, 1997; Aighewi ve Ekanayake, 2004; Hgaza vd., 2009). Yapılan benzer çalışmalarda da biçim devrelerinin ilerlemesine bağlı olarak yaprak ve sapların ham protein oranlarında dūřuřler tespit edilmiştir (Jung vd., 1964; Worker ve Marble 1968; Wedin, 1970; George ve Worker, 1973; Okuyucu, 1980; Kallah vd., 1999; Keskin vd., 2005; Karatař ve Tansı, 2011). Çeřitlerin yaprak ve sap kısımlarının enerji içeriklerinin önemli değişim gōstermesi ise genetik olarak farklı olmalarından kaynaklanmaktadır (Manga ve Acar, 1988; Beadle, 1993; Khan vd., 2006; Kering vd., 2011; Őzyazıcı ve Açıkbaş, 2019).



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması M81-E ve Topper-76 şeker sorgum çeşitlerinin farklı gelişme dönemlerine göre toprak üstü ve toprak altı bimoas üretimi ile yaprak ve sapların TSBM, ME, NEI ve SE değerlerini belirlemek amacıyla 2020 ve 2021 yıllarında yazlık ana ürün yetiştirme mevsiminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulan çalışmada, ana parselleri çeşitler (M81-E ve Topper-76), alt parselleri ise biçim yükseklikleri (bitki boyu 30, 60, 90, 120, 150 cm olduğunda ve fizyolojik olum döneminde hasat) oluşturmuştur. Çalışmada 30 cm yükseklikte hasat edilen parseller toplamda 5 kez, 60 cm 4 kez, 90 cm 3 kez, 120 cm 3 kez, 150 cm 2 kez ve fizyolojik olum döneminde ise bir kez biçilmiştir.

Araştırmada bitkilerle ilgili olarak yeşil ot verimi, yaprak, sap ve salkım oranları, kök miktarı, yaprak ve sap kısımlarına ait TSBM, ME, NEI ve SE değerleri incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

1. Toplam yeşil ot verimleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Bitkilerin 30 cm bitki boyuna sahipken üretmiş olduğu ot miktarı 4193,4 kg/da iken, fizyolojik olum döneminde 8962,4 kg/da'a yükselmiştir. Çeşitlere göre M81-E çeşidinin yeşil ot üretimi Topper-76'ya göre daha yüksek olmuştur.

2. Yaprak oranları bitki büyümesine bağlı olarak düşüş gösterirken, sap oranları artmıştır. Büyüme başlangıcında yaprak oranı %67,0, sap oranı %32,6 ve salkım oranı %0,39 iken, bu oranlar büyüme sonunda yaprakta %12,0'a düşmüş, sapta %71,9'a ve salkımda %16,18'e yükselmiştir.

3. Bitkilerin üretmiş olduğu kök miktarları büyümeyle bağlı olarak artmıştır. Büyüme başlangıcına göre büyüme sonunda bitkilerin üretmiş olduğu ortalama kök miktarları 7,05 g'dan 47,85 g'a yükselmiştir. Topper-76 çeşidinin toprak altı biomass üretimi 20,82 g/bitki iken M81-E çeşidinde 18,80 g/bitkiye düşmüştür.

4. Biçimde bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprak ve sapların enerji değerlerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Büyüme başlangıcı ile büyüme sonunda yaprakların TSBM oranı %2,24, ME değeri %2,24 ve SE değeri %2,19 azalmıştır. Sap kısmında ise büyüme

başlangıcı ile büyüme sonunda TSBM %5,55, ME %5,53 ve SE ise %5,56 oranlarında düşüş göstermiştir. Genel olarak yaprakların enerji değerleri sap kısımlarından daha yüksek bulunmuştur. Topper-76 çeşidinin yaprak ve saplarının enerji değerlerinin M81-E çeşidinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmanın sonunda hem otlatma amaçlı, hem de kaba yem kaynağı olarak yetiştirilecek bu çeşitlerde ot verimi bakımından M81-E çeşidinin enerji değeri bakımından ise Topper-76 çeşidinin daha üstün olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla benzer ekolojilerde kaba yem kaynağı olarak her iki şeker sorgum çeşidinin de fizyolojik olum döneminde hasat edilerek yetiştirilebileceği önerilmektedir.



KAYNAKÇA

- Akbolat, D. ve Barut, Z. B. (2001). “Anızlı ve anızsız toprak işlemenin yabancı ot gelişimine etkisi”. *Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 13-15 Eylül 2001, Şanlıurfa, s. 85-90.
- Acar, R., Akbudak, M., Sade, B. (2002). “Konya ekolojik şartlarında silajlık Sorgum-Sudan otu melezlerinin verimleri ile verimi etkileyen bazı özelliklerinin belirlenmesi”. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(29), 88-95.
- Açıkgöz, E. (1991). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Basımevi: Bursa.
- Adamu, A., Ati, F.O., Adebayo, A.A. (2011). “Effect of climate on the growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Wailo, Ganjuwa Local Government Area, Bauchi State”. *Research J. Environment and Earth Sci.*, 3(5), 469-472.
- Aighewi, B.A., Ekanayake, I.J. (2004). “In-situ chlorophyll fluorescence and related growth of Guinea yam at different ages”. *Tropical Sciences*, 44, 201-206.
- Akbudak, M.A., Sade, B., Acar, R. (2004). “Farklı biçim dönemlerinin ve azot uygulamalarının sorgum (*Sorghum bicolor* L.) x sudan otu (*Sorghum sudanense* L.) melezinde verim ve bazı özellikler üzerine etkileri”. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1,1-10.
- Almodares, A. (2000). “Sweet sorghum: An energy crop for dry and hot countries”. A. Almodares (ed.). in: *Proceedings of the first world conference and exhibition on biomass for energy and industry*. Sevilla, Spain.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. (2011a). *Çayır ve Mera Yönetimi (Cilt I)*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü: Ankara. 37.
- Amaducci, A., Monti, A., Venturi, G. (2004). Non-structural carbohydrates and fibre components in sweet and fibre sorghum as affected by low and normal input techniques, *In. Crops Prod.*, 20, 111–8.
- Anderson, I.C., Buxton, D.B., Hallam, A., Hunter, E. (1995). “Biomass production and ethanol potential from sweet sorghum, Leopold Center for Sustainable Agriculture 4”. Iowa State University: Ames, IA. p. 97–101.

- Anonim, (2015). Tarım Pusulası, (Erişim tarihi: 14.03.2022) <https://www.tarimpusulasi.com/makale/yem-bitkilerinin-onemi-25>.
- Asar, M., Yalçın, S., Yücel, G., Nadaroğlu, Y., Erciyes, H. (2007). Zirai Meteoroloji. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Raporu, Ocak 2007.
- Avcıoğlu, R., Geren, H., Kavut, Y.T. (2009). Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri. R.Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ (ed.) içinde *Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi*. (s:680-701) TKB TÜGEM: İzmir.
- Awad, Ahmed; Hafız, Salah; Hammada, Mohammed Sabry; El-Nouby, Azza; And El-Hendawy, Salah (2013). "Grain yield production of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) as influenced by cutting numbers, potassium rates, and intrarow spacing in a semiarid environment". *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: Vol. 37: No. 6, Article 1.
- Aydınoglu, B., Çakmakçı, S. (2018). "Farklı lokasyonlarda yetiştirilen sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) bitkisinde biçim devresinin hasıl verimi ve bazı verim öğelerine etkisi". *Turk. J. Agric. Res.*, 5(2), 167-175.
- Balabanlı, C., Albayrak, S., Türk, M., Yüksel, O. (2006). "4342 Sayılı mera kanunu uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları". *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 1,75-81.
- Başbağ, M., Özdemir, Ş., Gül, İ. (1999). "Diyarbakır koşullarında farklı sıra arası ve tohum miktarlarının sorgum-sudanotu melezinde yeşil ot verimi ile bazı verim komponentlerine etkisi üzerine bir araştırma". *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, Adana, Türkiye, Cilt: 3, 289-294.
- Bayram, G., Turgut, İ. (2015). "Biyometanol kaynağı olarak şeker darı (*Sorghum bicolor* ssp. *saccharatum*) üretimi ve önemi". *Uludağ Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 29(1), 147-155.
- Baytekin, H. (1990). Çukurova Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Tane ve Silaj Sorgum Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler ile Karakterler Arasındaki İlişkilerin Saptanması. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.

- Baytekin, H., Şılbır, Y. (1996). "Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen sudanotu ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimine etkisi". *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 376-383.
- Baytekin, H., Tansı, V., Sağlamtimur, T. (1996). "Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj sorgum çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimi ve bazı tarımsal karakterlere etkisi". *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 753-760.
- Bazitov, R. (2020). "Evapotranspiration in Sudan grass second culture grown under non-irrigated and optimal irrigated conditions". *Agricultural Science and Technology*, 12, 335-339.
- Beadle, C.L. (1993). "Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A Field and Laboratory Manual". D.O. Hall, J.M.O. Scurlock, R. Bolharnordenkampfh, R.C. Leegood and S.P. Long (eds.). In: *Growth Analysis*. (pp: 36-46). Chapman and Hall: London.
- Bean, B., Bronson, K.F., Schwartz, R., Malapati, A. (2008). "Nitrogen requirements of sorghums for biofuel feedstock production in the southern high plains". In: *proceedings of the great plains soil fertility conference*, Norcross, GA.
- Bebawi, F.F. (1988). "Forage sorghum production on a witchweed-infested soil in relation to cutting height and nitrogen". *Agron. J.*, 80, 537-540.
- Beuerlein, J.E., Fribourg, H.A., Bell, F. (1968). "Effect of environment and cutting on the regrowth of a sorghum × sudangrass hybrid". *Crop Sci.*, 8, 152-155.
- Bhagsari, A.S. (1988). "Photosynthesis and stomatal conductance of selected root crops as related to leaf age". *Crop Science*, 28, 902-906.
- Bhatt, R.K. (1995). "Light interception, leaf-area index and dry matter yield in fodder sorghum at different plant populations". *J. Agron. Crop Sci.*, 174, 287-290.
- Blaho, L. (2019). "Importance of root-shoot ratio for crops production". *Agron. Agri. Sci.*, 2, 12.

- Blum, A., Sullivan, C.Y. (1985). "The comparative drought resistance of landraces of sorghum and millet from dry and humid regions". *Ann. Bot.*, 57, 835–46.
- Borghi, E., Crusciol, C.A.C., Nascente, A.S., Sousa, V.V., Martins, P.O., Mateus, G.P., Costa, C. (2013). "Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time". *Eur. J. Agron.*, 51,130–9.
- Brown, R.H. (1984). "Growth of the green plant. In physiological basis of crop growth and development". M. B. Tesar (ed.).
- Burger, A.W., Hittle, C.N. (1967). "Yield protein, nitrate and prussic acid content of sudangrass, sudangrass hybrids, and pearl millets harvested at two cutting frequencies and two stubble heights". *Agron. J.*, 59, 259-262.
- Celik B, Turk M (2021). "The Determination of Forage Yield and Quality of Some Silage Sorghum Cultivars in Ecological Conditions of Uşak Province". *Turkish Journal of Range and Forage Science* 2(1): 1-7.
- Chamblee, D.S., Green, J.T., Burns, J.C. (1995). "Principle forages of North Carolina: adaptation, characteristics, management, and utilization". In: *Chamblee, D. S. and J. T. Green (eds.). Production and Utilization of Pastures and Forages in North Carolina. Technical Bulletin 305.*
- Chattha, M.U., Iqbal, A., Hassan, M.U., Chattha, M.B., Ishaque, W., Usman, M., Ullah, M.A. (2017). "Forage yield and quality of sweet sorghum as influenced by sowing methods and harvesting times". *Journal of Basic and Applied Sciences*, 13, 301-306.
- Cifuentes, R., Bressani, R., Rolz, C. (2014). "The potential of sweet sorghum as a source of ethanol and protein". *Energy Sustain Dev.*, 21, 13–9.
- Claassen, P.A.M., De Vrije, T., Budde, M.A.W. (2004). "Biological hydrogen production from sweet sorghum by thermophilic bacteria". In: *Proceedings of the 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection; Rome, Italy.*
- Clapp, J.G., Chamblee, D.S. (1970). "Influence of different defoliation systems on the regrowth of pearl millet, hybrid sudangrass, and two sorghum-sudangrass hybrids from terminal, axillary, and basal buds". *Agron. J.*, 10, 345-349.

- Comasseto, D.dos.S., Rodrigues, C.R., Dornelles, R.da.R., Faleiro, E.A., Pinto, A.G., Castagnara, D.D., Oaigen, R.P., Del Valle, T.A., Azevedo, E.B.de. (2020). "Effects of cutting height managements on yield and composition of different annual pastures". *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 21. DOI: 10.1590/s1519-99402121282020.
- Constable, G.A., Rawson, H.M. (1980). "Effect of leaf position, expansion and age on photosynthesis, transpiration and water use of cotton". *Australian Journal of Plant Physiology*, 7, 89-100.
- Cosentino, S.L., Mantineo, M., Testa, G. (2012). "Water and nitrogen balance of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* Moench (L.)) cv. Keller under semi-arid conditions". *Ind. Crops Prod.*, 36, 329-42.
- Creel, R.J., Fribourg, H.A. (1981). "Interactions between forage sorghum cultivars and defoliation management". *Agron. J.*, 73, 463-469.
- Çeçen, S., Öten, M., Erdurmuş, C. (2005). "Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum, sudan otu ve mısırın II. ürün olarak değerlendirilmesi". *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 337-341.
- Çiğdem, İ., Uzun, F. (2006). "Samsun ili taban alanlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı silajlık sorgum ve mısır çeşitleri üzerine bir araştırma". *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 14-19.
- Dar, R.A., Dar, E.A., Kaur, E., Phutela, G.U. (2018). "Sweet sorghum-a promising alternative feedstock for biofuel production". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(3), 4070-4090.
- Donchev, V., Kikindonov, T.Z., Mehmed, A. (2016). "Assessment of germination and initial temp of development of Sudangrass, Sorghum x Sudangrass hybrids and sweet sorghum forms, treated with polyethylene glycol as a model of water deficiency germination". *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 19, 100-111.
- Donchev, V., Kikindonov, Tz., Bazitov, R. (2018). "Assessment of field germination and initial temp of growth of Sudangrass, Sorghum x Sudangrass hybrids and sweet sorghum forms". *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21, 169-178.

- El Bassam N. (2010). Handbook of bio-energy crops: a complete reference to species, development and application. London, UK: Earthscan Ltd; 2010. [Dunstan House, 14a St Cross Street, London EC1N 8XA, UK].
- Elizondo-Salazar, J.A. (2017). "Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas". *Agron. Mesoam*, 28(2), 329-340.
- Emeklier, H.Y. (2014). "İç Anadolu Bölgesi'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve enerji bitkileri tarımı". *Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı*, 28-29 Nisan 2014, s:101-108.
- Enchev, S. (2021). "Productivity and feed quality of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) and sweet sorghum forms". *Agricultural Science and Technology*, 13(1), 57-62.
- Erdurmus, C., Erdal, S., Öten, M., Kiremitci, S., Uzun, B. (2021). "Investigation of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) genotypes for yield and yield components". *Maydica electronic publication-2021*, 66-M13.
- Eric, P., Dukic, D., Stanisavljevic, R. (2004). "Effect of plant height on HCN level in the forages of forage sorghum and sudan grass". *Acta Agriculturae Serbica*, 9, 349-354.
- Fageria, N.K. (2009). "The Use of Nutrients in Crop Plants". *CRC Press*, Boca Raton, FL.
- Fageria, N.K., Moreira, A. (2011). *The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants*. In Donald L. Sparks, editor: *Advances in Agronomy*, Vol. 110,: Academic Press: Burlington, 2011, pp. 251-331. ISBN: 978-0-12-385531-2.
- Ferraro, D.O., Oosterheld, M. (2002). "Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review". *OIKOS*, 98, 125-133.
- Fribourg, H.A. (1995). "Forages". R. F. Barnes, D. A. Miller and C. J. Nelson (eds), In: *Summer annual grasses*. (5th edn, pp. 463-471). Iowa State University Press: Ames, IA.
- Gnansounou E., Dauriat, A., Wyman, C.E. (2005). "Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China". *Bioresour Technol.*, 96,985–1002.

- Golubinova, I., Marinov-Serafimov, P. (2022). "Cyanogenic glycosides in broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* (Körn.)) according growth stage". *Bulg. J. Agric. Sci.*, 28(3), 425–429.
- Gomes, E.P., Rickli, M.E., Cecato, U., Vieira, C.V., Sapia, J.G., Sanches, A.C. (2015). "Yield of Tifton 85 grass under irrigation and nitrogen doses". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(4), 317-323.
- Granados-Niñoa, J.A., Reta-Sánchezb, D.G., Santana, O.I., Reyes-González, A., Ochoa-Martínez, E., Díaz, F., Sánchez-Duarte, Juan, I. (2021). "Effect of the cutting height of sorghum at harvest on forage yield and nutritional value of silage". *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 12(3), 958-968.
- Grant, R.J., Haddad, S.G., Moore, K.J., Pedersen, J.F. (1995). "Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows". *J. Dairy Sci.*, 78, 1970-1980.
- Grassi, G., Qiong, Z., Grassi, A., Fjallström, T., Helm, P. (2002). "Small-scale modern autonomous bio-energy complexes: development instrument for fighting Poverty and social exclusion in rural villages". In: *proceedings of the 12th European conference on biomass for energy, industry and climate change*, Amsterdam (The Netherlands), 17–21 June.
- Gregory, P.J. (1994). "Physiology and determination of crop yield". G. A. Peterson (ed.). In : *Root growth and activity*. (pp. 65–93). ASA, CSSA, and SSSA: Madison, WI.
- Güçük, T., Baytekin, H. (1999a). "Bozova sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj mısır silaj sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde hasat zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi". *GAP I. Tarım Kongresi, 26-28 Mayıs, Harran Üni. Ziraat Fak.*, 2. Cilt, Sayfa: 683-690, Şanlıurfa.
- Güçük, T., Baytekin, H. (1999b). "Bozova sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj mısır silaj sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde hasat zamanının verim ve bazı silaj özelliklerine etkisi". *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, 15-18 Kasım 1999, Adana.
- Heath, M.E., Barnes, R.F., Metcalfe, D.S. (1985). *Forages*. Iowa State University Press: Ames.

- Hgaza, V.K., Diby, L.N., Ake, S., Frossard, E. (2009). "Leaf growth and photosynthetic capacity as affected by leaf position, plant nutritional status and growth stage in *Dioscorea alata* L.". *Journal of Animal & Plant Sciences*, 5(2), 483-493.
- Howell, T.A., Evett, S.R., Tolk, J.A., Copeland, K.S., Colaizzi, P.D., Gowda, P. (2008). "Evapotranspiration of corn and forage sorghum for silage". In: *Proceedings of the Environmental and Water Resources Institute World Congress, 12-16 May 2008. Honolulu, Hawaii*.
- Hu, T., Sørensen, P., Wahlströma, E.M., Chirindab, N., Sharifa, B., Lia X., Olesen, J.E. (2018). "Root biomass in cereals, catch crops and weeds can be reliably estimated without considering aboveground biomass". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 251, 141-148.
- Hussain, A., Mohammad, D., Bhatti, M., Zahid, M. (1991). "Response of sudangrass to various levels of nitrogen in combination with phosphorus under rainfed conditions". *Pak. J. Agric. Res.*, 12, 158-164.
- İptaş, S., Avcioğlu, R. (1997). "Mısır, sorgum, sudanotu ve sorgum-sudanotu melez bitkilerinde farklı hasat devrelerinin silo yemi niteliğine etkileri". *Türkiye Birinci Silaj Kongresi, 16-19 Eylül 1997, U.Ü. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü, Bursa*, s. 42-51.
- İptaş, S., Brohi, A.R., & Aktaş, A. (2001). "Sorgum x sudanotu melezinde (*Sorghum vulgare* Pers. x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) azotlu gübreleme ve biçim yüksekliğinin verim ve kaliteye etkisi". *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7, 69-74.
- Jahanzad, E., Jorat, M., Moghadam, H., Sadeghpour, A., Chaichi, M.R., Dashtaki, M. (2013). "Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density". *Agric. Water Managen.*, 117, 62-69.
- Jones, M.B. 1993. Plant microclimate. *Photosynthesis and Production in a Changing Environment, a field and laboratory manual*. Hall, D.O., Scurlock, J.M.O., Bolhär-Nordenkamp, H.R., Leegood, R.C., Long, S.P (eds). Springer-Science+Business Media, B.V., 47-64.
- Jung, G.A., Lilly, B., Shih, S.C. Reid, R.L. (1964). "Studies with sudangrass". *Agro. Journal*, 56, 533-537.

- Kallah, M.S., Muhammad, I.R., Baba, M., Lawal, R. (1999). "The effect of maturity on the composition of hay and silage made from columbus grass (*Sorghum almum*)". *Tropical Grassland*, 33(1), 46–50.
- Kalton, R.R. 1988. "Overview of the forage sorghums". In *Proceeding of the 43 Annual Corn and Sorghum Research Conference* (ed. D.B. Wilkinson), American Seed Trade Association, Washington DC, pp. 1-12.
- Kara, E., Sürmen, M., Erdoğan, H. (2019). "Katı biyogaz atığı uygulamalarının sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde yem verimi ve kalitesi üzerine etkileri". *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2), 355-361.
- Karataş, Z., Tansı, V. (2011). "Çukurova koşullarında II. ürün olarak bazı sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinin biçim zamanının hasıl verim ve kalite unsurlarına etkileri üzerine bir araştırma". *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Derg.*, 26-3.
- Kaur, Y.R., Uppal, S.K., Sharma, P., Oberoi, H.S. 2010. "Chemical composition of sweet sorghum juice and its comparative potential of different fermentation processes for enhanced ethanol production". *Sugar Tech.*, 15(3), 305–10.
- Keen, B.A. (1921). *Agricultural Meteorology: The Effect of Weather on Crops*. Nature, Vol. 108, 300p.
- Kering, M.K., Guretzky, J., Funderburg, E., Mosali, J. (2011). "Effect of nitrogen fertilizer rate and harvest season on forage yield, quality, and macronutrient concentrations in midland Bermuda grass". *Commun Soil Sci Plant Anal.*, 42, 1958–1971.
- Keskin, B., Yılmaz, İ.H., Akdeniz, H. (2005). Sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf.) çeşitlerinde hasat zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 145-150.
- Khan, M.A., Iqbal, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Khan, M.S., Lee, W.S., Lee, H.J., Kim, H.S. (2006)." Urea treated corncobs ensiled with or without additives for buffaloes: ruminal characteristics, digestibility and nitrogen metabolism". *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19(5), 705-712.
- Kılınç, K. (2022). Farklı Biçim Zamanlarının Yulaf ve Tritikalenin Ot Verimi ve Kalitesine Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

- Kızıllı, S., Tansı, V. (1997). “Çukurova koşullarında ikinci ürün sezonunda yetiştirilen bazı tane ve silaj sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının verim üzerine olan etkileri”. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, Samsun, 472-476.
- Kikindonov, Tz., Slanev, K., Kikindonov, G. (2008). “Green mass productivity of sorghum origins”. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 11, 503-511.
- Kim, M., Day, D.F. (2011). “Composition of sugar cane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mills”. *J Ind. Microbiol Biotechnol.*, 38(7), 803-807.
- Kır H, Sahan BD (2019) “Yield and Quality Feature of Some Silage Sorghum and Sorghum-Sudangrass Hybrid Cultivars in Ecological Conditions of Kırşehir Province”. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(3): 388-395.
- Kızıloglu, F.M., Sahin, U., Kuslu, Y., Tunc, T. (2009). “Determining water– yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region”. *Irrig. Sci.*, 27, 129–137.
- Kujira, Y., Grove, J.H., Ronzelli, P. (1994). “Varietal differences of root systems in winter-wheat seedlings”. *Jpn. J. Crop Sci.*, 63, 524–530.
- Kunc, V., Latkovska, M., Krajinovic, M., Berenji, J.B. (1995). “Three year study on HCN content in forage sorghums and Sudan grasses”. *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 89, 53- 61.
- Küçüksemerci, O., Baytekin, H. (2017). “Çanakkale koşullarında yetiştirilen şeker sorgumda ekim sıklığının verim ve kalite özelliklerine etkisi”. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(1), 95–100.
- Lang, B. (2001). *Sudan/Sorghum Forage Management*. Iowa State Univ. Ext., Fact Sheet BL-50, 6p.
- Larcher, W. (1995). *Physiological Plant Ecology*. Berlin, Third Edt. Springer-Verlag.
- Lee, S.M. (2005). “Effect of the cultivation method and cutting time on the growth characteristics, dry matter yield and voluntary intake in sorghum*sudangrass hybrid”. *J. Kor. Soc. Grass. Sci.*, 25(1), 7-16.

- Leegood, R.C., Sharkey, T.D., von Caemmerer, S. (2000). *Photosynthesis: Physiology and Metabolism*. Kluwer Academic Publishers, 624p.
- Lenobles, S., Feyt, H. (1983). Sorghum forages. in: *Encyclopedie Techniques Agricoles Fasc: 2210*, pp. 1-32.
- Lieth, J.H. and C.C. Pasian, (1990). "A model for net photosynthesis of rose leaves as a function of photosynthetically active radiation, leaf temperature, and leaf age". *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(3):486-491.
- Mahmood, A., Honermeier, B. (2012). "Effect of row spacing and cultivar on biomass yield and quality of Sorghum bicolor L. Moench". *J. Für Kulturpflanzen*, 64(7), 250-257.
- Mamma, D., Christakopoulos, P., Koullas, D., Kekos, D., Macris, B.J., Koukios, E. (1995). "An alternative approach to the bioconversion of sweet sorghum carbohydrates to ethanol". *Biomass- Bioenergy*, 8, 99–103.
- Manga, İ., Acar, Z. (1988). *Yem Kültürünün Genel İlkeleri, Ders Notları*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No: 37, Samsun.
- Marsalis, M.A., Kirksey, R.E., Flynn, R., O'Neill, M.K., Lauriault, L.M., Place, M. (2010). *Corn and sorghum performance tests*. New Mexico State University, Las Cruces.
- Marschner, H. (1998). "Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition". *Field Crops. Res.*, 56, 203–207.
- Merrill, S.D., Tanaka, D.L., Krupinsky, J.M., Liebig, M.A., Hanson, J.D. (2007). "Soil water depletion and recharge under ten crop species and application to the principles of dynamic cropping systems". *Agron. J.*, 99, 931–938.
- Miron, J., Zuckerman, E., Adin, G., Solomon, R., Shoshani, E., Nikbachat, M., Nikbachat, M., Yosef, E., Zenou, A., Gershon Weinberg, Z., Chen, Y., Halachmi, I., Ben-Ghedalia, D. (2007). "Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows". *Anim. Feed Sci. Technol.*, 139, 23-39.
- Moyer, J.L., Fritz, J.O., Higgins, J.J. (2003). "Relationships among forage yield and quality factors of hay-tipe sorghum", *Online, Crops Management Research*, 2, doi:10.1094/CM2003-1209-01-RS.

- Moyer, J.L., Fritz, J.O., Higgins, J.J. (2004). "Trends in forage yield and nutritive value of hay-type sorghum sp". *Argonomy Journal*, 96, 1453-1358.
- Neenu, S., Biswas, A.K., Subba Rao, A. (2013). "Impact of climatic factors on crop production - A review". *Agri. Reviews*, 34(2), 97-106.
- NRC. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington, DC.
- O'Toole, J.C., Bland, W.L. (1987). "Genotypic variation in crop plant root systems". *Adv. Agron.*, 41, 91-145.
- Okuyucu, F. (1980). Değişik Biçim Zamanı ve Azot Dozlarının Farklı Sorgum Çeşitlerinde Gelişme, Büyüme Hızı ve Verim ile Diğer Bazı Karakterlere Etkileri Üzerine Araştırmalar. E.Ü.Z.F. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kürsüsü, Doçentlik Tezi. İzmir.
- Olukoya, I.A., Bellmer, D., Whiteley, J.R., Aichele, C.P. (2015). "Evaluation of the environmental impacts of ethanol production from sweet sorghum". *Energy Sustain. Dev.*, 24, 1-8.
- Orak, A., Kavdır, İ. (1994). "Çiftçi koşullarında yetiştirilen silajlık sorgumda (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) farklı tohumluk miktarı ve sıra arası açıklıklarının verim ve verim unsurlarına etkisi". *Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Derg.*, 3(1-2), 139-148.
- Özkan, U. (2020). "Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme". *Türk Ziraat Mühendisliği Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 29-43.
- Özmen, S. (2017). Bingöl Koşullarında Farklı Sorgum Türlerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S. (2019). "Kaba yemlerin fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriği ve hayvan beslemedeki önemleri". *ISPEC International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development-III*, December 20-22, Van, Turkey, s. 553-568.
- Peacock, J.M. (1982). Response and tolerance of sorghum to temperature stress. Sorghum in the Eighties. Proc. Int. Symp. Sorghum, Patancheru, India, 1981, 143-159.

- Pedersen, J.F. (1996). "Annual forages: New approaches for C-4 forages". in: *Progress in new crops*. Janick J. (ed). VA p:246-251, ASHS Press: Alexandria.
- Poorter, H., Remkes, C., Lambers, H. (1990). "Carbon and nitrogen economy of 24 wild species differing in relative growth rate". *Plant Physiol.*, 94, 621-627.
- Rezaie, A., Almodares, A., Amini, M., Khanghly, S. (2005). "The effect of milo photoperiodic to red light. In: Proceedings of the 1st national cograss on forage grass (Eds. A Rezaie, A Almodares, M Amini & S Khanghly)". *University of Tehran Agricultural and Natural Research, Karaj, Iran*.
- Robson, S. (2007). Prussic acid poisoning in livestock. *NSW Department of Primary Industries, Primefact 417*, 3p.
- Rodriguez-Montero, W. (1997). *Crop Physiology of the Greater Yam (Dioscorea alata)*. Ulrich E. Grauer., Stuttgart.
- Romero, A., Siebert, D. B. and Murray, R. M. (1976). „A Study on the effect of frequency of urea ingestion on the utilization of low quality roughage by steers". *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 16, 308-314.
- Rooney, L.W., Waniska, R.D. (2000). "Sorghum: Origin, History, Technology, and Production". CW. Smith, RA., Frederiksen (eds). In: *Sorghum food and industrial utilization*. (pp. 689-729). John Wiley & Sons Inc: New York.
- Saberi, A.R., Siti, A.H., Halim, R.A., Zharah, A.R. (2011). "Morphological responses of forage sorghums to salinity and irrigation frequency". *African J. Biotechnol.*, 10, 9647-9656.
- Saeed, M., Francis, C.A. (1984). "Yield stability in relation to maturity in grain sorghum". *Crop Sci.*, 23, 683-687.
- Sağlamtimur, T., Tansı, V., Baytekin, H. (1989). *Yembitkileri Yetiştirme. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Ders Kitabı, No: 74*.
- 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.
- Sâmi, Ş. (1901). *Kamus-ı Türki. İkdâm Matbaası, Dersaadet, İstanbul*.

- Sanderson, M.A., Jones, R.M., Ward, J., Wolfe, R. (1992). "Silage sorghum performance trial at Stephen Ville". Forage research in Texas. Report PR-5018. Texas Agricultural Experimental Station, Stephenville, USA.
- SAS, (1999). SAS V8 Online Manual, Cary, NC.
- Sharma, R.S., Rathim, G.S. (1985). "Influence of cutting managements on the fodder production of sorghum varieties". *JNKVV Res. J.*, 17, 276-279.
- Shehu, Y., Alhassan, W.S., Pal, W.R. (1999). "The effect of intercropping *Lablab purpureus* L. with sorghum on yield and chemical composition of fodder". *J. Agronomy Crop Sci.*, 183, 73-79.
- Singh, B.R., Singh, D.P. (1985). "Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation". *Field Crop Res.*, 42, 57-67.
- Slanev, K., Enchev, S. (2014). "Influence of variety and density on crop productivity of sorghum x Sudan grass hybrids in flowering stage". *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20, 182-185.
- Slanev, K., Volodin, A., Kikindobnov, Tz. (2015). "Testing of promising varieties of sorghum in terms of Northeastern Bulgaria and South Russia". *Plant Science, LII*, 37-41.
- Smith, C.W., Frederiksen, R.A. (2000). *Sorghum: origin, history, technology, and production*. John Wiley and Sons: New York.
- Sowiński, J., Szydełko, E. (2011). "Growth rate and yields of a sorghum-sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate". *Polish J. Agronomy*, 4, 23-28.
- Sunaga, Y., Harada, H., Hatanaka, T. (2005). "Varietal differences in nitrate nitrogen concentration of Sudangrass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)". *Grassland Science*, 51(2), 169-177.
- Sürmen, M., Kara., E. (2022). "Forage yield and quality performances of sorghum genotypes in mediterranean ecological conditions". *ADÜ Ziraat Derg*, 19(2), 331-339.
- Tansı, V., Ülger, A.C., Sağlamtimur, T., Baytekin, H., Okant, M., Kılınc, M. (1991). "Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 1. ve 2. ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum tür

ve çeşitlerinin saptanması üzerinde araştırmalar”. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 39 GAP Yayın No: 66, 44.*

Taş, N. (2010). “Sulu şartlarda yazlık ve güzlük ekilen fiğ+buğday karışımlarında en uygun karışım oranı ve biçim zamanının belirlenmesi. I. Ot verimi ve verim unsurları”. *Anadolu J. of AARI*, 20(2), 45-58.

Tosunoğlu, S. (2014). Yozgat şartlarında ana ve ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum, sudan otu ve sorgum sudan otu melez çeşitlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yozgat.

Toure, C.F.B., Diallo, A.G., Toure, A.O., Toure, A. (2018). “Study of the root system of local and improved sorghum cultivars grown in Mali”. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 7(3), 1-10.

Tsukov, Z. 1991. “Testing of sorghum hybrids intended for green mass and silage”. *Plant Science*, 27(3-6), 33-36.

Uher, D., Štafa, Z., Maćešić, D., Kaučić, D., Vukašinović, Z. (2005). “The effect of cutting regime on yield of sorghum in different climatic (vegetation) seasons”. *Mljekarstvo*, 55(1), 15-30.

Undersander, D. (2003). “Sorghums, Sudangrasses, and Sorghum-Sudan Hybrids”. *Focus Forage*, 5(5), 2p.

Vining, K.C. (1990). “Effects of weather on agricultural crops and livestock: An overview”. *Int. J. Environ. Studies*, 36(1-2), 27-39.

Wedin, W.F. (1970). “Digestible dry matter, crude protein and dry matter yields of grazing type sorghum, cultivars as affected by harvest frequency”. *Agro. Journal*, 62, 359–363.

Willigen, D., Noordwijk, V. (1987). *Roots, Plant production and nutrient use efficiency*. Book Publisher: Landbouww universiteit te Wageningen; 1987.

Worker, G.F.Jr., Marble, V.L. (1968). “Comparison of growth stages of sorghum forage types at yield and chemical composition”. *Agronomy Journal*, 60, 669-672.

Yücel, C., İlker, İ., Gündel, F., Yücel, D., Aktaş, A., Karaağaç, H.A., Hatipoğlu, R., Dweikat, İ. (2017). “Biyotanol üretiminde kullanılmış tatlı sorgum saplarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi”. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı), 144-148.

Ziggers, D. (2006). “Sorghum. The multipurposes grass”. *Feed Tech*, 5, 20–23.

