



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**SORGUM x SUDANOTU ÇEŞİTLERİNDE FARKLI ANIZ
YÜKSEKLİKLERİNDEN BİÇİMİN OT VERİMİ VE KALİTESİNE
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURİ ERECEK

Tez Danışmanı

PROF. DR. AHMET GÖKKUŞ

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**SORGUM x SUDANOTU ÇEŞİTLERİNDE FARKLI ANIZ
YÜKSEKLİKLERİNDEN BİÇİMİN OT VERİMİ VE KALİTESİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURİ ERECEK

Tez Danışmanı
PROF. DR. AHMET GÖKKUŞ

ÇANAKKALE – 2023

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasının her aşamasında yardımlarını bir an olsun ergiemeyen danışman hocam saygıdeğer Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ'a, tezimin her aşamasında destek olan Dr. Öğr. Üyesi Fırat ALATÜRK'e, ve hayatımın her aşamasında hep yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Nuri ERECEK
Çanakkale, Ağustos 2023



ÖZET

SORGUM x SUDANOTU ÇEŞİTLERİNDE FARKLI ANIZ YÜKSEKLİKLERİNDEN BİÇİMİN OT VERİMİ VE KALİTESİNE ETKİLERİ

Nuri ERECEK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

17/08/2023, 45

Türkiye’de üretilen nitelikli kaba yemler ihtiyacın yarıya yakınına karşılamaaktadır. Özellikle yaz döneminde meraya çıkmayan hayvanların beslenmesinde nitelikli ve nispeten kurağa dayanıklı yem bitkilerinin üretimine gerek duyulmaktadır. Bunun için bu çalışmada sorgum sudanotu melezi (SSM) çeşitleri materyal olarak seçilmiştir. Denemde üç farklı SSM çeşidinin (Greengo, Hay Buster BMR ve Cattleman’s Choice) farklı anız yüksekliklerinden (5, 10 ve 15 cm) biçimlerinin ot verimi ve kalitesine etkileri belirlenmiştir. Araştırma 2019 ve 2020 yıllarında Çanakkale ili Kalafat köyünde yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, çeşit ve anız yükseklikleri olmak üzere iki faktör ele alınmıştır. Çalışmada yeşil ve kuru ot verimleri ile ham protein oranı ve verimi, ham kül, NDF, ADF, ADL ve sindirilebilir kuru madde oranları belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler JMP 13 (SW) paket programı ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucuna göre, anız yüksekliğinin artışına bağlı olarak SSM çeşitlerinin yeşil ve kuru ot verimleri azalmıştır. Ham protein oranı çeşitlere, ham protein verimi ise anız yüksekliklerine göre önemli farklılık göstermiştir. Ham kül, NDF, ADF ve ADL oranları ile sindirilebilir kuru madde oranı yıllara göre önemli değişiklik gösterirken, çeşitler ve anız yükseklikleri arasında önemli farklılık ortaya çıkmamıştır. Araştırmanın sonucuna göre, Çanakkale ve benzer ekolojilerde yaz döneminde kaba yem üretimi amacıyla yapılacak olan SSM yetiştiriciliğinde Cattleman’s Choice çeşidinin tercih edilmesi ve biçimin 5 cm anız kalacak şekilde yapılması uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sorgum x sudanotu melezi, Anız yüksekliği, Ot verimi, Ot kalitesi

ABSTRACT

EFFECTS OF STUBBLE HARVESTING HEIGHTS ON HAY YIELD AND QUALITY IN SORGHUM X SUDANGRASS VARIETIES

Nuri ERECEK

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Field Crops

Co-supervisor: Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

17/08/2023, 45

Quality roughage produced in Türkiye meets almost half of the need. It is necessary to produce quality and relatively drought-resistant forage crops, particularly, in the feeding of animals that do not go out to pasture in summer. Due to this reason, sorghum sudangrass hybrid (SSH) cultivars were chosen as material of this study. In the experiment, the effects of three different SSH cultivars namely Greengo, Hay Buster BMR and Cattleman's Choice harvested in terms of different stubble heights (5, cm 10 cm and 15 cm) on forage yield and quality were determined. Experiment was conducted in Kalafat village of Çanakkale province in 2019 and 2020. The experiment was established according to the randomized complete blocks design using 3 replications containing two factors such as varieties and stubble heights. Fresh and dry hay yields, crude protein ratio and yield, crude ash, NDF, ADF, ADL and digestible dry matter ratios were determined in this study. The data obtained from the research were evaluated with JMP 13 (SW) package program. According to the results of this study, fresh and dry hay yields of SSH varieties decreased due to the increase in stubble height. Crude protein ratio differed significantly according to cultivars and its yield showed significantly difference in terms of stubble heights. On the other hand, crude ash, NDF, ADF and ADL ratios and digestible dry matter contents showed significant differences in terms of years. While, non-significant differences were found between cultivars and stubble heights. Consequently, it would be appropriate to prefer the Cattleman's Choice variety in SSH cultivation to be carried out for the purpose of roughage production in Çanakkale and its similar ecologies during summer, and also harvest the crop at 5 cm of stubble heights.

Keywords: Sorghum x Sudangrass Hybrid, Stubble Height, Hay Yield, Hay Quality

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLOLAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

4

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL YÖNTEM

8

3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Deneme Alanın Özellikleri.....	8
3.1.2. Bitki Materyali.....	8
3.1.3. Toprak Özellikleri.....	9
3.1.4. İklim Özellikleri.....	9
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. İncelenen Özellikler.....	12
3.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi.....	13

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

	14
4.1. Yeşil Ot Verimi (kg/da).....	14
4.2. Kuru Ot Verimi (kg/da).....	15
4.3. Ham Protein Oranı (%).....	19
4.4. Ham Protein Verimi (kg/da).....	21
4.5. Ham Kül Oranı (%).....	23
4.6. NDF, ADF ve ADL Oranları (%).....	26
4.6.1. NDF Oranı (%).....	26
4.6.2. ADF oranı (%).....	28
4.6.3. ADL Oranı (%).....	29
4.7. Sindirilebilir Kuru Madde Oranı.....	32

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ ve ÖNERİLER

	35
KAYNAKÇA	36
ÖZGEÇMİŞ	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

kg	Kilogram
g	Gram
%	Yüzde oranı
NDF	Nötr deterjanda çözünmeyen lif
ADF	Asit deterjanda çözünmeyen lif
ADL	Asit deterjanda çözünmeyen lignin
da	Dekar
SSM	Sorgum-sudanotu melezi



TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Deneme alanına ait toprak özellikleri	9
Tablo 2	Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri	10
Tablo 3	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam yeşil ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları	14
Tablo 4	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre yeşil ot verimleri (kg/da)	15
Tablo 5	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam kuru ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları	16
Tablo 6	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre kuru ot verimleri (kg/da)	17
Tablo 7	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ham protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları	19
Tablo 8	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine ait ham protein oranları (%)	20
Tablo 9	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ham protein verimlerine ait varyans analizi sonuçları	21
Tablo 10	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ham protein verimleri (kg/da)	22
Tablo 11	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ham kül içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	24
Tablo 12	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ham kül içerikleri (%)	25
Tablo 13	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama NDF içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	26
Tablo 14	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre NDF içerikleri (%)	27
Tablo 15	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ADF içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	28
Tablo 16	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ADF içerikleri (%)	29
Tablo 17	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ADL içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	30
Tablo 18	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ADL içerikleri (%)	31

Tablo 19	SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sindirilebilir kuru madde oranlarına ait varyans analizi sonuçları	32
Tablo 20	SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre sindirilebilir kuru madde oranları (%)	33



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Deneme alanının genel görünümü	8
Şekil 2	Araştırmada tohum yatağı hazırlığı	11
Şekil 3	Araştırmada biçim sonrası kalan anızlar	12



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Ülkemizde çayır ve meralar 14,6 milyon hektar alan ile ülke yüzölçümünün %18,8'lik kısmını kaplamaktadır (TÜİK, 2022). Bu alanlar hayvan beslenmesinde önemli kaba yem kaynakları olup, buralardan üretilen kaba yem miktarının 13,2 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir (Hanoğlu Oral ve Gökkuş, 2021). Bununla birlikte ülkemizde büyük süt işletmeleri dışında hayvancılık genelde meraya dayalı olarak yapılmaktadır. Fakat çayır ve mera olarak tespit edilen ve kullanılan alanlarda erken ve ağır otlatma ve kısmen amaç dışı kullanım gibi sebepler, ot verimi ve kalitesi üzerinde olumsuz etkiye neden olmuştur (Gökkuş, 2020). Ayrıca serin iklim türlerinin hâkim olduğu ülkemiz meralarında ot üretimi ilkbahar ortası-yaz başı ile sonbaharda gerçekleşmekte, diğer zamanlarda ya çok yetersiz üretim olmakta ya da üretim durmaktadır. Bu sebeple sürekli kaba yem ihtiyacı olan çiftlik hayvanlarının bu ihtiyaçlarının giderilmesi için de nitelikli kaba yem üretimine gereksinim bulunmaktadır (Gökkuş, 1991; Demir ve İptaş, 1996; Altın vd., 2011a).

Tarla alanlarında üretilen yem bitkileri hem otlatma mevsiminde hem de barınak döneminde çiftlik hayvanlarının en temel yem kaynaklarıdır. Bu nedenle hayvancılığı ileri ülkelerde yem bitkilerinin ekiliş oranı toplam tarım alanı içerisinde %25'lere varmaktadır. Ülkemizde ise 2004 yılında %3,4 olan bu oran 2020 yılında %12,3 seviyesine yükselmiştir (Tan ve Yolcu, 2021). Buna rağmen nitelikli kaba yem açığı yeterince kapatılamamıştır (Alçıçek vd., 2010; Hanoğlu Oral ve Gökkuş, 2021).

Hayvancılık konusunda ilerlemiş ülkelerde en çok yetiştirilen yem bitkileri yonca ve silajlık mısırdır. Bu yem bitkileri diğerleri gibi tüketen hayvanların protein ihtiyaçlarını gidermektedir. Mısır silajlık olarak sindirimi ve depolanması oldukça kolay bir bitkidir. Ülkemizde 2022 yılı istatistiklerine göre, yoncanın yeşil ot üretimi yaklaşık 19 milyon ton, silaj ve hasıl mısırın üretimi de 29 milyon ton olmak üzere, toplam yem bitkileri üretiminin (63,4 milyon ton) %75'i karşılamaktadır (TÜİK, 2022). Ülkemizde henüz sorgum ve sudan otunun üretimi yetersiz olsa da son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda sürekli olarak bu bitkiler ile bunların melezlerinin önemine vurgu yapılmaktadır. Yürütülen araştırmalarda, SSM çeşitlerinin ortalama 2-4 ton/da kuru ot ile 8-14 ton/da yeşil ot verimi ve yüksek enerji oranı ile hayvan beslemede kaliteli kaba yem açığını karşılamakta önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Akbudak vd., 2004; Karataş ve Tansı, 2011; Salman ve Budak, 2015).

Sorgum buğdaygiller familyasında ait olup tropikal bir bitkidir. Yaz döneminde hayvanlara yeşil kaba yem imkânı sunmaktadır. Ot verimi ve otunun lezzetliliği üst seviyededir. Uzun boylu olması ve fazla kardeş oluşturmamasından dolayı ot verimleri yüksektir. Tane sorgumun sudan otu ile yapılan melezleri sonucu sorgum x sudan otu melezi ortaya çıkmıştır (Açıkgöz, 2001). Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) dünyada gıda ve endüstride kullanılan en önemli bitkilerin başında gelmektedir (Rooney ve Waniska, 2000). Bunun yanında insan ve hayvan beslenmesinde, yapı malzemesinde, lif ve çit kaynağı olarak kullanım alanları mevcuttur (Doggett, 1988; House, 1985). Üretilen sorgumun %35'i insan beslenmesinde kullanılmakta olup, geriye kalanı hayvan besleme, alkol üretiminde ve endüstride kullanılmaktadır (FAO, 1995; Awika ve Rooney, 2004). Afrika, Asya ve Latin Amerika'nın yarı kurak tropik bölgelerinde yaşayan 750 milyona yakın insanın beslenmesinde rol alan ana tahıl bitkisidir (CCCF, 2011).

Tarımda yetiştiriciliği yapılan sorgumlar Avrupa sorgum, sudan otu, şeker sorgum şeklinde alt sınıflara ayrılmıştır (Berenji ve Dahlberg, 2004). Dünyada 700'den fazla sorgum varyetesi tanımlanmıştır (Kangama ve Rumei, 2005). Sorgum C₄ bitki gurubunda yer almaktadır. Özellikle 400-600 mm yağış alan sıcak, yarı kurak alanlarda diğer tahıllara göre uyum yeteneği üst seviyededir. Kurak dönemlerde terleme ile su kaybını azaltmak için yapraklarını kıvrırmaktadır. Kuraklık devam ettiği durumlarda ölüm yerine, uyku durumuna geçmektedir. Buharlaşıma ile su kaybını en aza indirmek için yaprak yüzeyleri mumsu kütiküle tabakası ile kaplıdır (Ramatoulaye vd., 2016).

Sorgum sıcak bölgelerde dağılım göstermekte olup, 2300 metreye kadar yetişebilmektedir. Sorgumdan yüksek tane verimi almak için ortalama hava sıcaklığının en az 25°C olması gerekmektedir (Ramatoulaye vd., 2016). Bitkinin toprak üstü kütlesi oldukça yüksek olup, 6 metreye kadar boylanabilmektedir (Dickove vd., 2005). Kökleri derinlere kadar inebilmekte ve çok fazla toprak altı kütlesi oluşturmaktadır. Yaprakları uzun (0,3-1,4 m) ve geniştir (1-13 cm). Fenolik bileşikler bakımından tahıllar içerisinde en zengin olan bitkidir ve bu oran %6'ya kadar ulaşabilmektedir (Beta vd., 2000; Awika ve Rooney., 2004; Dicko vd., 2005).

Sorgumun çok çeşitli çevre şartlarına adaptasyonu üst seviyededir. Düzensiz yağış dağılımı ve yüksek hava sıcaklıklarındaki yüksek veriminden dolayı olağanüstü bitki olarak adlandırılmaktadır (Griebel vd., 2019). Sorgum yarı kurak alanlarda tuz toleransı, ozmotik

basıncını ayarlayarak su stresine dayanımı, hayvan besleme için yüksek enerji içeriğine ve kütle üretimine sahip karakteristik özellikleri mevcuttur (Vanamala vd., 2018).

Sorgum hayvancılık işletmelerinde yüksek besin değeri ve verime sahip yem üretmesinden dolayı yem maliyetlerini en aza indirecek alternatif bir yem bitkisi olma konumundadır (Griebel vd., 2019). Yaz döneminde uygun koşullar altında yapılan yetiştiriciliklerde hektara yaklaşık olarak 10 tonun üzerinde verim vermektedir (Jardim vd., 2020). Sorgum gelişmiş ülkelerde hayvansal üretimde yem kaynağı olarak kullanılırken, gelişmekte olan ülkelerde insan beslemesinde de kullanılmaktadır (Ribas, 2008). Et hayvancılığı sektöründe, midesi dört odadan oluşan ruminant hayvanların, diyetinde önemli bir yer almaktadır (Jardim vd., 2020). Çin, Hindistan, ABD, İran, İtalya ve İspanya gibi ülkelerde biyoyakıt üretimde ve bu alandaki projelerde önemli yer tutmaktadır (Almodares vd., 2008).

Dolayısıyla bu çalışmada, bölgede üreticiler tarafından en çok tercih edilen üç farklı sorgum sudan otu melezi çeşidinin (Greengo, Hay Buster BMR ve Catlemans), üç farklı anız yüksekliklerinde hasat edilmesiyle ot verimi ve ot kalitelerindeki değişimleri belirlemek amaçlanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sorgum kurak ve yarı kurak alanlarda konuşlanmış mandıralarda silaj için iyi bir alternatif yem bitkisidir. Bitkinin kısıtlı suya (Jahanzad vd., 2013) ve yüksek sıcaklıklara (Peacock, 1982) toleransı yüksek, toprak tuzluluğuna toleransı ise orta (Saber vd., 2011) 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 seviyelerdedir (Grant vd., 1995; Miron vd., 2007). Biçim yüksekliğinin artırılması ile lignin oranını daha düşük seviyelere çekmek mümkündür. Nitekim *Sorghum alnum*'da biçim yüksekliğinin 15 cm'den 45 cm'ye çıkarılması ile ot verimi azalmış, lignin içeriği de %7,7'den %6,4'e indirmiştir (Elizondo-Salazar, 2017). Bitkinin hasat yüksekliğinin artışına bağlı olarak silajın besin madde kompozisyonunda olumlu yükselişler gözlenmektedir. Bu bağlamda Meksika'da 2018 yılında *Sorghum bicolor* ile yürütülen araştırmada, farklı biçim yüksekliklerinde hasat edilerek silajın kuru maddesini düşürmeden en uygun biçim yüksekliğini belirlemek amaçlanmıştır. Yürütülen araştırmada 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 başlamış, NDF, ADF ve ADL oranları biçim yüksekliklerinin artışlarına bağlı olarak düşerken, sindirilebilir besin madde miktarı ile laktasyon dönemi net enerji değerleri artmıştır. Silaj için en uygun pH 30 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Sonuç olarak, *Sorghum bicolor* bitkisinin silaj amaçlı yetiştiriciliğinde en uygun hasat yüksekliğinin 20-40 cm arası olduğu vurgulanmıştır (Granados-Niño, 2021).

Hayvancılık yapan işletmelerin birçoğu yaz ortasından sonuna kadar kaliteli kaba yem sıkıntısı yaşamaktadır. Sorgum ve sudan otu ile SSM çok yönlü ve çok amaçlı yetiştiriciliği yapılan türlerdir. Üreticiler yaz dönemindeki silaj, otlama, yeşil ve kuru ot ihtiyaçlarını yazlık tek yıllık buğdaygillerle doldurmaktadırlar. Yaz döneminde çok yıllık bitkiler elverişsiz dönemde verim ve kalite anlamında sorun yarattığı için, bu dönemde yıllık yazlık buğdaygil yem bitkilerini programa dahil etmektedirler (Fribourg, 1995; Shehu vd., 1999).

Beuerlein (1967) tarafından SSM ile yürütülen tez çalışmasında, ekim zamanı (10 Mayıs ve 20 Haziran) ile biçim sayısı (olgunlaşma zamanında biçim ile bitkiler her 75 cm boylandığında 1, 2, 3 veya 4 kez biçim) faktör olarak değerlendirilmiştir. Her biçimde 15 cm anız bırakılmıştır. Araştırma sonucunda, (a) biçimlerin kuru madde üretiminin mevsimsel dağılımını etkilediği, (b) biçim sayısının artması ile kuru madde üretiminin azaldığı ve (c) ekim tarihi ve biçim uygulamalarının yönetimi ile aylara göre kuru madde üretiminin değişebildiği vurgulanmıştır.

Holt ve Alston (1968), yürüttükleri denemede iki SSM'ni 1 m genişliğinde sıralar halinde ekmişler ve üç gelişme aşamasında (biçim sıklığı) ve üç anız yüksekliğinde biçmişlerdir. Denemede uç ve sekonder meristemlerin biçimdeki konumu ve kökeni ile yeniden büyüme şekli, verim ve toplam büyüme incelenmiştir. En iyi yem verimi daha az sıklıkta biçim ve daha kısa anız yükseklikleri ile elde edilmiştir. Anızda kalan birincil büyüme taslaklarının sayısı, anız yüksekliği arttıkça ve daha erken hasat aşamalarıyla artmıştır. İkinci biçimden sonra kalan ikincil meristemlerin sayısı hem anız yüksekliğinin artmasıyla hem de daha sonraki hasat aşamalarında yükselmiştir. Kısa anız bırakılan bitkiler daha çok kardeşlenirken, anız yüksekliği ve olgunluğun sonraki aşamalarında yukarıdan kardeşlenme artmıştır. Sonuçlar, en yüksek ot verimi elde etmek için bitkilerin biçimler arasında tamamen toparlanmalarını sağlayacak kadar uzun süre büyümelerine izin verilmesi gerektiğini göstermiştir.

SSM çeşitlerinde çevre faktörleri, farklı hasat ve azotlu gübre uygulamaları kuru madde verimi ile kimyasal kompozisyonları üzerine önemli etkiler göstermektedir (İptaş ve Brohi, 2003). Farklı hasat uygulamalarının kuru madde verimlerine olan etkileri birçok çalışma ile ortaya çıkarılmıştır (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). Örneğin 1995-1996 yıllarında Tokat'ta yürütülen çalışmada, farklı biçim sayısı (1, 2 ve 3 biçim) ve anız yüksekliklerinin (7, 14 ve 21 cm) SSM'nin ot verimi ve kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Yapılan araştırmanın sonunda biçim sayısının ve anız yüksekliklerinin artışları kuru madde verimlerini düşürdüğü ortaya çıkmıştır. Biçim sayısı ve anız yüksekliğinde meydana gelen değişimler otun ham protein içeriğinde istatistiki olarak

önemli değişimlere yol açmamıştır. Kuru madde verimleri en fazla 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 sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı *Pennisetum americanum*, *Sorghum bicolor* ve *Sorghum sudanense* gibi adaptasyon kabiliyetleri yüksek olan bitkilerin yetiştirilmesine yönelmişlerdir (Zegada-Lizarazu vd., 2012). Bu sebeple Brezilya'da 2015-2016 yıllarında *P. americanum*, *S. bicolor* ve *S. sudanense* bitkilerinin iki farklı biçim ve anız yüksekliklerine göre otun verim ve kalite değerlerine olan etkilerini araştırmışlardır. İlk uygulamada bitkiler 50 cm yükseklikten biçilmiş ve 20 cm anız bırakılmış, ikincisinde 85 cm yükseklikten biçilmiş ve 10 cm anız bırakılmıştır. Biçim yüksekliği uygulamaları ne biçim başına ne de toplam ot verimini etkilemiştir. *S. sudanense* 50:20 uygulamasında *P. americana* ve *S. bicolor*'dan daha az biçilmiştir. 85:10 biçimi, 50:20 biçimine kıyasla sap oranını ve yaprak:sap oranını artırmış ve yaprak oranını azaltmıştır. 50:20 yönetimi otun lif ve organik madde içeriğini düşürmüştür ve otun ham protein ve toplam sindirilebilir besin içeriğini artırmıştır. *S. bicolor* artan yaprak oranı nedeniyle daha fazla besleyici değer sergilemiştir. Sonuç olarak, 50:20 uygulamasının biçim sayısını artırdığı ve otun besin değerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Comasseto vd., 2020).

Baytekin (1987) Çukurova ekolojik şartlarında farklı sorgum sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) çeşitlerinde biçim yüksekliklerine göre verim ve bazı özelliklerdeki değişimleri araştırmıştır. Yürütülen bu araştırmanın neticesinde biçim yüksekliği arttıkça yeşil ot verimlerinin azaldığı ortaya çıkmıştır. Kuru ot verimleri ise biçim yüksekliklerinden etkilenmemiştir.

Dursun Şahan (2017) Kırşehir koşullarında bazı sorgum ve SSM çeşitlerinin (Jumbo, Teide, Aneto, Gözde 80, Greengo, Early Sumac, Sugar Graze, Rox, Gardavan,) ekolojik koşullara göre verim performanslarını belirlemek için yürüttükleri çalışmada, Jumbo ve Aneto çeşitlerinin daha iyi özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Çelik (2018) Banaz koşullarında SSM çeşitlerinin agronomik ve ot kalite özelliklerini tespit etmek amacıyla 6 farklı SSM çeşit (Aneto, Rox, Sugar Graser II, Green Go, Nutrihoney) kullanmıştır. Yapılan çalışma neticesinde ot verimi ve kalitesi açısından Green Go ve Aneto çeşitlerinin daha iyi performans sergilediğini tespit etmiştir.

Tekin (2018) Siirt ekolojik şartlarında bazı sorgum, sudan otu, SSM ve mısır çeşitlerinin çeşitli performans değerlerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada en uygun çeşidin Rox sorgum çeşidi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanının Özellikleri

Çalışma 2019 ve 2020 yıllarında Çanakkale'nin güneybatısında yer alan ve merkeze 31 km uzaklıktaki Kalafat köyünde çiftçi tarlasında yürütülmüştür (Şekil 1). Deneme alanı hafif eğimli olup, sulu tarım için uygundur.



Şekil 1. Deneme alanının genel görünümü

3.1.2. Bitki Materyali

Araştırmada bitki materyali olarak bölgede en çok yetiştirilen Greengo, Hay Buster BMR ve Cattleman's Choice sorgum x sudanotu melezi (SSM) çeşitleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitler yurtdışından ithal edilmiş olup, Çanakkale'nin Biga ilçesindeki bir özel sektörden temin edilmiştir.

Greengo; Amerikan menşeli bir çeşit olup, tek yıllık, yazlık ve erkencidir. Ekimden 45-50 gün sonra hasat olgunluğuna gelmektedir. Bitki boyu 250-280 cm'ye kadar ulaşabilmekte, ot kalitesi oldukça fazla olup, özellikle protein oranı yüksek ve selüloz oranı ise düşüktür (Anonim, 2023a).

Cattleman's Choice; yine Amerikan menşelidir. Tek yıllık ve yazlık yem bitkisidir. Hem kuru ot hem de otlatma amacıyla kullanımı uygundur. Otlatma ve biçimden sonra yeniden büyümesi oldukça hızlı olup, süt sığırcılığı yapılan işletmelerde rahatlıkla kullanılabilir (Anonim, 2023b).

Hay Buster BMR; Amerika kökenli olup, tek yıllık ve yazlık bir yem bitkisidir. Yeşil ot, kuru ot ve silaj olarak kullanılabilir. Ekimden 40-45 gün sonra ilk biçime gelebilir. Birden fazla biçime uygundur (Anonim 2023c).

3.1.3. Toprak Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü alanın toprak analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (ÇOBİLTUM) yaptırılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, topraklar killi-tınlı ve nötr karakterde, orta kireçli, organik maddesi az, fosfor ve potasyum içerikleri yetersizdir (Tablo 1).

Tablo 1
Deneme alanına ait toprakların özellikleri

	İşba (%)	pH	E.C. (mS/cm)	Kireç (%)	Organik madde (%)	P (kg/da)	K (kg/da)
Örnek 1	70	7,52	0,86	8,69	1,92	2,90	80,0
	Killi-tınlı	Hafif alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Örnek 2	65	7,35	0,87	7,77	1,91	2,50	76,0
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az

3.1.4. İklim Özellikleri

İklim özelliklerinde meteorolojik ölçümlerin yapıldığı Çanakkale ili esas alınmıştır. Çanakkale ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15,1°C olarak verilmiştir. Deneme yıllarının ortalama sıcaklıkları ise 2020 yılında 17,5°C ve 2021 yılında 17,0°C olmak üzere uzun yıllar ortalamasının üzerinde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü 6 aylık dönemdeki (mayıs başı-

ekim sonu) uzun yıllara ait toplam yağış miktarları 150,2 mm'dir. Araştırmanın ilk yılında bu dönemlerde düşen yağış miktarı 127,2 mm iken, ikinci yılda 157,5 mm yağış düşmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü dönemlerdeki toplam yağış miktarları ilk yıl uzun yılların altında kalırken, ikinci yıl ise üzerinde gerçekleşmiştir. En yağışlı aylar aralık, ocak ve şubat olurken, bitkilerin yetiştirildiği temmuz, ağustos ve eylül ayları en kurak geçen aylardır. Yine bu dönemlerde uzun yıllara ait ortalama sıcaklık 21,1°C olarak ölçülmüştür. Fakat araştırmanın birinci (23,7°C) ve ikinci yılına (23,2°C) ait ortalama sıcaklıklar uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir (Tablo 2).

Tablo 2

Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)		
	UY*	2019	2020	UY	2019	2020
Ocak	93,2	93,2	57,2	6,2	7,7	7,3
Şubat	72,2	68,4	48,0	6,7	7,2	9,7
Mart	66,9	64,5	24,3	8,3	10,8	11,7
Nisan	45,3	86,6	55,7	12,5	13,4	12,3
Mayıs	30,4	4,5	54,6	17,5	19,6	18,2
Haziran	24,2	56,8	38,8	22,2	25,8	22,6
Temmuz	11,6	19,6	0,1	25,0	26,7	27,0
Ağustos	6,6	10,5	3,2	25,0	27,5	27,1
Eylül	23,1	1,0	9,5	21,0	23,4	24,7
Ekim	54,3	34,8	51,3	16,1	19,4	19,3
Kasım	86,6	18,8	0,7	12,0	17,5	12,7
Aralık	107,7	47,2	113,8	8,3	11,2	11,5
Toplam	621,8	505,9	457,2	-	-	-
Ortalama	-	-	-	15,1	17,5	17,0

*UY: Uzun yıllar (1937-2018 yılları arası 81 yıllık verileri kapsamaktadır).

3.2. Yöntem

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, çeşit (Greengo, Hay Buster BMR, Cattleman's Choice) ve anız yükseklikleri (5, 10 ve 15 cm) olmak üzere iki faktör ele alınmıştır. Buna göre deneme toplam 27 parselden (3 çeşit x 3 anız yüksekliği x 3 tekerrür) meydana gelmiştir. Deneme parselleri 25,2 m² (6 m x 4,2 m)

boyutlarında, toplam parsel alanı ise 226,8 m² (3 çeşit x 3 tekerrür x 25,2 m²) olarak kurulmuştur. Fakat gerekli mekanizasyon işlemlerinin yapılabilmesi için deneme alanı 300 m² olarak düzenlenmiştir. Deneme alanı ilk önce pullukla derin sürülmüş, daha sonra tohum yatağının hazırlanması için sırasıyla kültivatör ve tırmık ile işlenmiştir (Şekil 2). Bitkilerin ekimi toprak sıcaklığı yaklaşık 15°C'ye ulaştığında araştırmanın birinci yılında 6 Mayıs, ikinci yılında ise 13 Mayıs tarihinde elle yapılmıştır.



Şekil 2. Araştırmada tohum yatağı hazırlığı

Araştırmada bitkiler 70 cm boya ulaştığında üç farklı anız yüksekliğinden biçilmiştir (Şekil 3). İki yıllık süreçte bu şekilde bölge iklim şartlarına bağlı olarak ortalama iki ya da üç biçim alınabilmektedir. Parseller 4 sıradan oluşmuş, sıra arası 35 cm, süre üzeri ise 5 cm olacak şekilde tanzim edilmiştir. Sıra aralarında çıkan yabancı otlar çapa ile uzaklaştırılmıştır. Bitkiler damla sulama yöntemi ile yaklaşık olarak haftada bir kez olmak üzere sulanmıştır. Her iki yılda da toplamda ikişer biçim yapılmıştır.



Şekil 3. Araştırmada biçim sonrası kalan anızlar

3.2.1. İncelenen Özellikler

Araştırmada aşağıdaki özellikler incelenmiştir.

Yeşil Ot Verimi

Her parselin kenar tesirleri (kenarlardan birer sıra, başlardan 50'şer cm) çıkarıldıktan sonra kalan kısım ($2,25 \text{ m}^2$) belirlenen anız yükseklikleri esas alınarak biçilmiştir. Biçilen bitkiler arazide hemen tartılarak yaş ağırlıkları alınmış ve yeşil ot verimleri hesaplanmıştır.

Kuru Ot Verimi

Tarlada alınan örnekler önce açık havada daha sonra kurutma fırınında 70°C 'de 48 saat kurutularak (Altın ve Gökkuş, 1988) kuru ot verimleri elde edilmiştir.

Ham Protein Oranı

Bitkilerin kimyasal analizleri öncesinde örnekler 70°C’de 24 saat kurutulmuş ve bitki değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen ot örneklerinin ham protein oranları Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Ham Protein Verimi

Kuru ot verimleri ile ham protein oranları çarpılarak hesaplanmıştır.

Ham Kül Oranı

Kurutulup öğütülen ot örnekleri 3’er gram tartılarak 550°C’ye ayarlı fırında yakılmıştır. Daha sonra örnekler fırından çıkarılıp tartılmış ve toplam kül oranı elde edilmiştir (AOAC, 1990).

NDF, ADF ve ADL Oranları

NDF (Selüloz, Hemiselüloz ve Lignin), ADF (Selüloz ve Lignin) ve ADL (Lignin) oranları Van Soest vd. (1991)’na göre yapılmıştır.

Sindirilebilir Kuru Maddenin

Sindirilebilir kuru madde Oddy vd. (1983) tarafından geliştirilen aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Sindirilebilir KM (\%)} = (88,9 - (0,779 \times \%ADF))$$

3.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen sonuçlar tesadüf blokları deneme desenine göre JMP 13 (SW) paket programı ile değerlendirilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Yeşil Ot Verimi

Araştırmanın iki yılı ve ortalamasında yeşil ot verimleri anız yüksekliklerine göre önemli oranda değişim göstermiştir (P: 0,0003, 0,0113 ve 0,0001). Çeşitler arasındaki farklılık ise sadece ilk yılda önemli bulunmuştur (P: 0,0028). Yıllara göre yeşil ot verimlerinde önemli değişimler ortaya çıkmamıştır (P: 0,8757) (Tablo 3).

Tablo 3

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam yeşil ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	13020,0
Hata-1	2	-	-	5013088,0*
Çeşit (Ç)	2	4842305,1**	765491,2	2664443,0
Y*Ç	2	-	-	2943353,0*
Hata-2	4	-	-	2349186,0
Anız Yüksekliği (AY)	2	7754019,1**	6505436,7*	13428043,0**
Y*AY	2	-	-	831413,0
Ç*AY	4	254822,7	207121,4	295347,0
Y*Ç*AY	4	-	-	166598,0
Hata	16/30 ⁺	4475369,0	8655247,0	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Denemenin ilk yılında en yüksek yeşil ot verimi 4805,4 kg/da ile Cattleman's Choice çeşidinde belirlenirken, en az yeşil ot verimine (3808,8 kg/da) Greengo çeşidi sahip olmuştur. Biçimde bırakılan anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ot verimleri azalmıştır. Denemenin yürütüldüğü 2019 ve 2020 yılları ile iki yılın ortalamasında en yüksek yeşil ot verimleri (sırasıyla 4962,8, 4783,7 ve 4873,3 kg/da) 5 cm anız kalan parsellerde belirlenirken, en düşük verimler (aynı sıra ile 3708,4, 3601,1 ve 3654,8 kg/da) 15cm anız kalacak şekilde biçilen parsellerde tespit edilmiştir. Çeşitlerin ve anız yüksekliklerinin ortalaması olarak denemenin ilk yılında 4224,0 kg/da, ikinci yılında 4255,1 kg/da ve yıllar

ortalamasında 4239,6 kg/da yeşil ot üretilmiştir. Bu sonuçlar yıllar arasında önemli bir farklılığın olmadığını göstermektedir (Tablo 4).

Tablo 4

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre yeşil ot verimleri (kg/da)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	4608,3	3501,3	3316,7	3808,8 B
Hay Buster BMR	4913,5	3776,0	3484,0	4057,8 B
Cattleman'sChoice	5366,7	4725,0	4324,5	4805,4 A
Ortalama	4962,8 A	4000,8 B	3708,4 B	4224,0
2020				
Greengo	5008,8	4422,3	3883,3	4438,2
Hay Buster BMR	4549,0	4296,0	3250,0	4031,7
Cattleman'sChoice	4793,3	4422,7	3670,0	4295,3
Ortalama	4783,7 A	4380,3 A	3601,1 B	4255,1
Yıllar ortalaması				
Greengo	4808,6	3961,8	3600,0	4123,5
Hay Buster BMR	4731,3	4036,0	3367,0	4044,8
Cattleman'sChoice	5080,0	4573,8	3997,3	4550,4
Ortalama	4873,3 A	4190,6 B	3654,8 C	4239,6

4.2. Kuru Ot Verimi

Araştırmanın ilk yılına ait kuru ot verimleri çeşitlere (P: 0,0046) ve biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim gösterirken (P:0,0005), çeşit*biçim yüksekliği etkileşimi önemsiz düzeyde kalmıştır (P: 0,9547). İkinci yıl ve iki yıllık ortalama da ise sadece biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli farklılık bulunmuştur (P: 0,0001 ve P: 0,0007). Çeşitlere ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine

göre bu değişim önemsiz düzeyde kalmıştır. Yıllara göre kuru ot verimlerindeki farklılık istatistiki olarak önemli düzeyde olmuştur (P: 0,0003) (Tablo 5).

Tablo 5

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam kuru ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	20856771,5**
Hata-1	2	-	-	1183334,2*
Çeşit (Ç)	2	1292195,2*	82568,0	364675,8
Y*Ç	2	-	-	1010087,4*
Hata-2	4	-	-	735979,8
Anız Yüksekliği (AY)	2	2183769,6*	1003749,0*	3035899,9**
Y*AY	2	-	-	151618,7
Ç*AY	4	54577,9	236950,6	223567,2
Y*Ç*AY	4	-	-	67961,3
Hata	16/30 ⁺	1349476,0	1726303,9	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Denemenin ilk yılında ortalama en yüksek kuru ot verimi 2387,1 kg/da ile Cattleman's Choice çeşidinde belirlenirken, bunu 1999,9 kg/da ile Hay Buster BMR ve 1872,7 kg/da ile de Greengo çeşitleri izlemiştir. İkinci yılda çeşitlerin kuru ot verimleri birbirlerine yakın olmuştur (1621,3-1755,6 kg/da). İki yılın ortalamasında da aynı önemsiz durum ortaya çıkmış ve çeşitlerin kuru verimleri 1814,1-2004,2 kg/da arasında yer almıştır (Tablo 6).

Deneme yılları ve ortalamasında biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ortalama kuru ot üretimleri de azalmıştır. İlk yılda en yüksek kuru ot verimi 2473,7 kg/da ile 5 cm yükseklikten biçilen parsellerde tespit edilirken, en düşük verim (1798,7 kg/da) 15 cm yükseklikten biçilen parsellerde belirlenmiştir. Biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak araştırmanın ikinci yılında da kuru ot verimlerinde düşüşler gerçekteşmiştir. Buna göre ortalama en yüksek kuru ot üretimi 1932,5 kg/da ile yine 5 cm yükseklikten hasat edilen parsellerde belirlenirken, bunu 1687,6 kg/da ile 10 cm ve 1460,3 kg/da ile de 15 cm yükseklikten hasat edilen parsellerin kuru ot verimleri izlemiştir. Doğal olarak iki yıllık ortalama da dipten (5 cm) biçilen parsellerin ortalama kuru ot verimi en yüksek (2203,1

kg/da), yüksekten (15 cm) biçilen parsellerin ortalama verimi ise en düşük (1629,5 kg/da) olmuştur (Tablo 6).

Tablo 6

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre kuru ot verimleri (kg/da)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	2278,1	1747,7	1592,1	1872,7 B
Hay Buster BMR	2452,4	1877,9	1669,3	1999,9 B
Cattleman'sChoice	2690,7	2335,7	2134,8	2387,1 A
Ortalama	2473,7 A	1987,1 B	1798,7 B	2086,5 A*
2020				
Greengo	2091,9	1656,1	1518,9	1755,6
Hay Buster BMR	1979,3	1788,0	1343,2	1703,5
Cattleman'sChoice	1726,3	1618,3	1518,9	1621,3
Ortalama	1932,5 A	1687,6 AB	1460,3 B	1693,5 B*
Yıllar ortalaması				
Greengo	2185,0	1701,9	1555,5	1814,1
Hay Buster BMR	2215,9	1832,9	1506,3	1851,7
Cattleman'sChoice	2208,5	1977,2	1826,8	2004,2
Ortalama	2203,1 A	1837,4 B	1629,5 B	1890,0

*Yıllar arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi, SSM çeşitlerinin yeşil ve kuru ot verimleri arasındaki farklılık sadece 2019 yılında önemli bulunmuş ve Cattleman's Choice çeşidi verim bakımından öne çıkmıştır. Bu durum bu çeşidin çevre ve yetiştirme şartlarına diğerlerinden daha iyi uyum sağladığını göstermektedir. SSM çeşitleri ile yürütülen birçok araştırmada ot verimleri arasında önemli farklılıklar kaydedilmiş (Balabanlı ve Türk, 2005; Keskin vd., 2005; Nazlı vd., 2013; Budak ve Kır, 2019) ve bu hususta çeşitlerin genetik yapıları önemli yer tutmuştur.

Biçimde bırakılan anız yüksekliğinin artışı ile ot verimleri azalmıştır. En yüksek ot verimi 5 cm anız kalacak şekilde biçilen parsellerden elde edilmiştir. Anızı 15 cm olan bitkilere göre 5 cm anız bırakılan parsellerde fazladan 10 cm'lik sürgün (gövde + yaprak) kısmı da hasat edilmektedir. Bitki örtülerinde hasat edilen kütlede boy artması ile toplam kütle veriminde de artış olmaktadır (Proulx, 2021). Bu sebeple dipten biçimlerde biçilen toplam kütle de artmaktadır. Anız yüksekliğinin ot verimi üzerine etkileri konusunda benzer bulgular arpa ile yürütülen bir araştırmada da ortaya konmuştur. Arpada en yüksek ot verimleri en kısa (5 cm) anız bırakılan uygulamada elde edilmiştir (Gökkuş vd., 2017). Sorgum sudan otunun Nutrima ve Nutri Honey çeşitleri ile şeker sorgumun M81-E ve Topper-76 çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerine göre ot verimlerindeki değişimlerin incelendiği başka bir çalışmada da yine biçim yükseklikleri arttıkça ot verimlerinin düştüğü bulgusuna ulaşılmıştır (Alatürk vd., 2022).

Bitkilerin büyüme dönemi, gelişme sürecinin uzunluğu (Koca ve Ereku, 2016) ve verimi (Ali, 2013) doğrudan iklim şartları tarafından etkilenir. Bu sebeple tarla denemelerinin en az iki yıllık olarak planlanması önerilir. Bu deneme de iki yıl yürütülmüş ve ot verimleri bakımından yıllar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Dolayısıyla bu durum özellikle bitkilerin büyüdüğü süreçte hava olaylarındaki değişimin yıllar arasında çok farklı olmamasından ileri gelmiştir.

4.3. Ham Protein Oranı

Yapılan varyans analizine göre sorgum çeşitlerine ait otun ham protein içerikleri araştırmanın ilk yılı ve yıllar ortalamasında sadece çeşitlere göre önemli oranda değişim göstermiştir (P:0,0036 ve 0,0140). Anız yükseklikleri ve çeşit*anız yüksekliği etkileşimleri gerek deneme yılları gerekse yıllar ortalamasında önemli olmamıştır. Ham protein oranlarında yıllar arasındaki farklılıkta önemsiz düzeyde kalmıştır (P:0,2047) (Tablo 7).

Tablo 7

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ham protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	5,009127
Hata-1	2	-	-	25,665655*
Çeşit (Ç)	2	44,9810*	0,91426	28,5585*
Y*Ç	2	-	-	17,336805
Hata-2	4	-	-	9,535798
Anız Yüksekliği (AY)	2	14,4713	2,7454	14,9105
Y*AY	2	-	-	2,306235
Ç*AY	4	7,2127	4,2948	10,9129
Y*Ç*AY	4	-	-	0,594585
Hata	16/30 ⁺	44,1097	36,7239	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Araştırmanın ilk yılında ortalama en yüksek ham protein oranına (%12,81) sahip ot Greengo çeşidinden hasat edilmiştir. Diğer iki çeşidin otları önemli oranda daha az ham protein içermişlerdir (Hay Buster BMR çeşidi için %10,91 ve Cattleman's Choice çeşidi için %9,68). İkinci yılda deneme materyalini oluşturan SSM çeşitlerinin otunun ham protein oranları birbirine çok yakın değerlere sahip olmuştur. Çeşitlere göre ortalama ham protein içerikleri %11,49-11,90 arasında değişmiştir. İlk yılın verilerinden kaynaklı olarak, iki yılın ortalamasında çeşitlerin ham protein oranları arasında önemli farklılık görülmüştür. Bu farklılık Greengo (%12,36) ve Cattleman's Choice (%10,58) çeşitlerine ait protein değerlerinden ileri gelmiştir (Tablo 8).

Tablo 8

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine ait ham protein oranları (%)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	13,73	12,69	12,02	12,81A
Hay Buster BMR	10,79	11,57	10,38	10,91 B
Cattleman'sChoice	11,24	9,72	8,07	9,68 B
Ortalama	11,92	11,33	10,16	11,13
2020				
Greengo	12,25	11,92	11,54	11,90
Hay Buster BMR	11,51	12,37	11,64	11,84
Cattleman'sChoice	12,51	11,16	10,78	11,49
Ortalama	12,09	11,82	11,32	11,74
Yıllar ortalaması				
Greengo	12,99	12,31	11,78	12,36 A
Hay Buster BMR	11,15	11,97	11,01	11,38 AB
Cattleman's Choice	11,88	10,44	9,43	10,58 B
Ortalama	12,00	11,57	10,74	11,44

Çeşitlerin ortalaması olarak, biçimlerde bırakılan anız yüksekliklerine göre otun ham protein oranları arasında yıllar ve ortalamasında önemli bir değişim kaydedilmemiştir. 2019 yılında anız yüksekliklerine göre ortalama ham protein oranları %10,16-11,92, 2020'de %11,32-12,09 ve yıllar ortalamasında %10,74-12,00 arasında yer almıştır (Tablo 8).

Çeşitlerin genetik faktörlerin kontrolünde fizyolojik işlevleri (ham protein üretimleri) ve bunlar üzerindeki çevresel etkiler farklı olduğundan (Kang, 2002), ham protein oranında çeşitlere göre ortaya çıkan değişim genetik yapılarından kaynaklanmıştır. Bu durum SSM çeşitlerinin ele alındığı çok sayıda araştırmada (Nazlı vd., 2013; Salman ve Budak, 2015) benzer şekilde ortaya konmuştur.

Ham protein oranlarının anız yüksekliklerine göre önemli bir değişim göstermemesi, sapın dip kısmında da protein oranının üst kısımlarına yakın olduğunu göstermektedir.

Ot verimlerinde olduğu gibi, yıllara göre SSM çeşitlerinin ham protein oranlarında da önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Yılların iklim özelliklerinin yakın seyretmesi bu durumda da etkili olmuştur. Bu çalışmada SSM çeşitlerinin deneme ortalaması olarak hesaplanan ham protein oranına ait %11,44 değeri, Tcacenco vd. (1989) ve Özaslan Parlak ve Sevimay (2007) tarafından belirlenen %11,0 ve 11,17' ye yakın, İptaş (1993), Aydın ve Albayrak (1995), Büyükburç (1997), Yılmaz ve Sağlamtimur (1997), Çiğdem ve Uzun (2006) ve Salman ve Budak (2015) tarafından sırasıyla %6,2, 8,35, 8,5-10,2, 8,2, 6,07-1,10 ve 7,90-9,57 olarak ölçülen ham protein oranlarından daha yüksek olup ve Karataş ve Tansı (2011) tarafından %13,95-15,07 olarak tespit edilen orandan daha düşük bulunmuştur. Bu farklılıklar çeşit ve çevre faktörlerinin aynı olmamasından ileri gelmiştir.

4.4. Ham Protein Verimi

Araştırma yılları ve ortalamasında ham protein verimleri sadece biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim gösterirken (P: 0,0015), çeşitlere göre farklılıklar ve çeşit*anız yüksekliği etkileşimleri önemsiz bulunmuştur. Yıllara bağlı olarak çeşitlerin ham protein verimleri arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır (P: 0,0235) (Tablo 9).

Tablo 9

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ham protein verimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	16392,748*
Hata-1	2	-	-	45792,441*
Çeşit (Ç)	2	3651,923	2581,754	3576,395
Y*Ç	2	-	-	2657,282
Hata-2	4	-	-	6747,913
Anız Yüksekliği (AY)	2	56498,409*	21751,501*	73883,293*
Y*AY	2	-	-	4366,616
Ç*AY	4	2348,789	2865,862	3132,717
Y*Ç*AY	4	-	-	2081,934
Hata	16/30 ⁺	44809,990	24800,740	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Çeşitlere göre ortalama ham protein verimleri ilk yılda 219,2-247,6 kg/da, ikinci yılda 185,4-208,2 kg/da, iki yılın ortalamasında ise 210,1-227,9 kg/da arasında değişmiştir. Aralarındaki farklılık önemli olmamakla birlikte, her iki yılda da Greengo çeşidi diğerlerinden biraz daha yüksek ham protein verimine sahip olmuştur (Tablo 10).

Biçimde bırakılan anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ham protein verimlerinde düzenli bir azalma görülmüştür. Buna göre en dipten (5 cm) biçilen parsellerin ham protein verimleri ilk yıl 294,5 kg/da, ikinci yıl 234,5 kg/da ve yıllar ortalamasında ise 264,5 kg/da olmak üzere diğer anız yüksekliklerinden biçilen parsellerin ham protein verimlerinden yüksek bulunmuştur. Buna karşın, 15 cm anız kalacak şekilde biçilen parsellerin 2019, 2020 ve ortalamasında ham protein verimleri sırasıyla 184,1, 165,0 ve 174,5 kg/da olmak üzere en düşük değerlere rastlanılmıştır (Tablo 10).

Tablo 10

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ham protein verimleri (kg/da)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	316,5	227,4	198,9	247,6
Hay Buster BMR	263,4	214,3	179,8	219,2
Cattleman's Choice	303,6	227,0	173,5	234,7
Ortalama	294,5 A	222,9 B	184,1 B	233,8 A*
2020				
Greengo	256,3	196,0	172,3	208,2
Hay Buster BMR	230,1	219,7	160,1	203,3
Cattleman's Choice	217,2	176,5	162,6	185,4
Ortalama	234,5 A	197,4 AB	165,0 B	199,0 B*
Yıllar ortalaması				
Greengo	286,4	211,7	185,6	227,9
Hay Buster BMR	246,7	217,0	170,0	211,2
Cattleman's Choice	260,4	201,8	168,1	210,1
Ortalama	264,5 A	210,1 B	174,5 B	216,4

*Yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Ham protein verimi kuru ot verimi ile otun ham protein oranının çarpımı ile hesaplanmaktadır. Dolayısıyla ham protein verimini kuru ot verimi ve ham protein oranındaki değişimler etkilemektedir. Denemede bırakılan anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ham protein verimleri azalmıştır. Bunun nedeni SSM çeşitlerinin kuru ot verimlerinin anız yüksekliklerinin artışlarına bağlı olarak ot verimlerindeki düşüş olmuştur. Zira ham protein oranları anız yüksekliklerine göre önemli değişim göstermemiştir. Bu çalışmada ortalama ham protein verimleri 170-260 kg/da aralığında değerlere sahip olmuştur. Farklı sorgum çeşitleri ile yapılan çalışmalarda ortalama ham protein verimlerinin 96 kg/da (Aydın ve Albayrak, 1995), 57 kg/da (Yılmaz ve Sağlamtimur, 1997), 89-126 kg/da (Hoşafliöglu, 1998) ve 136,6 kg/da (Yılmaz ve Hoşafliöglu, 2000) değerlerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

4.5. Ham Kül Oranı

Yapılan varyans analizine göre ilk yıl otun ham kül içeriği çeşitler açısında istatistiki olarak önemli farklılığa sahip olurken (P: 0,0444), anız yükseklikleri arasındaki farklılık ile etkileşimleri açısından ise önemli bulunmamıştır. Araştırmanın ikinci yılı ile yıllar ortalamasında da ham kül içerikleri çeşitlere, anız yüksekliklerine ve çeşit*anız yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemlilik göstermemiştir. Çeşitlerin ham kül içerikleri yıllara göre önemli değişimler göstermiştir (P: 0,0001) (Tablo 11).

Tablo 11

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ham kül içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	155,93536**
Hata-1	2	-	-	5,63826
Çeşit (Ç)	2	6,691089*	16,198147	2,461419
Y*Ç	2	-	-	9,95809*
Hata-2	4	-	-	6,54716
Anız Yüksekliği (AY)	2	2,072067	1,778464	4,197895
Y*AY	2	-	-	2,24848
Ç*AY	4	4,155044	27,396108	5,485885
Y*Ç*AY	4	-	-	7,69264
Hata	16/30 ⁺	14,055600	352,373970	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Çalışmanın birinci yılında (2019), SSM çeşitlerinden Hay Buster BMR ortalama en yüksek ham kül içeriğine (%11,51) sahip olmuştur. En az ham kül %10,29 ile Greengo çeşidinde belirlenmiştir. Cattleman's Choice çeşidinin ham kül içeriği ise %10,80 oranında bulunmuştur. Aralarındaki farklılığın önemsiz olduğu ikinci yılda çeşitlerin ham kül oranları %13,82-14,89 arasında kaydedilmiştir. İki yılın ortalamasında ise çeşitlere göre ham kül içerikleri %12,30-12,82 arasında hesaplanmıştır (Tablo 20).

Biçim sonrasında bırakılan anız yüksekliklerine göre elde edilen SSM otunun ortalama ham kül içerikleri ilk yıl %10,48-11,11, ikinci yıl %13,73-14,79 ve iki yıllık ortalama da %12,14-12,91 arasında oranlara sahip olmuştur. Bütün faktörlerin ortalaması olarak 2019 yılında SSM otunun ham kül oranı %10,87, ikinci yılda ise %14,28 olarak belirlenmiştir. İkinci yılda bitkiler önemli ölçüde daha fazla mineral element almışlardır (Tablo 12).

Tablo 12

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ham kül içerikleri (%)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	10,25	10,85	9,78	10,29 C
Hay Buster BMR	11,23	12,15	11,13	11,51 A
Cattleman'sChoice	11,56	10,33	10,52	10,80 B
Ortalama	11,01	11,11	10,48	10,87 B*
2020				
Greengo	16,50	13,89	14,28	14,89
Hay Buster BMR	14,28	13,98	14,13	14,13
Cattleman'sChoice	13,60	13,33	14,53	13,82
Ortalama	14,79	13,73	14,31	14,28 A*
Yıllar ortalaması				
Greengo	13,38	12,59	11,79	12,59
Hay Buster BMR	12,76	13,31	12,38	12,82
Cattleman'sChoice	12,59	12,05	12,24	12,30
Ortalama	12,91	12,65	12,14	12,57

*Yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Farklı SSM çeşitlerinin ham kül içerikleri sadece çalışmanın ilk yılında önemli farklılık göstermiştir. Bu dönemde çeşitler arasında ortaya çıkan ham kül farklılığı genetik yapılarından kaynaklanabilir. Yapılan benzer çalışmalarda farklı SSM türlerinin ortalama ham kül içerikleri %4,5-5,6 (Kozłowski vd., 2006), %5,4-6,9 (Canbolat, 2012) ve %6,1-9,8 (Özmen, 2017) değerler arasında yer almıştır. Bu değerler, bu çalışmada ölçülenlerden oldukça düşüktür. Bunda yer ve yetiştirme farklılıkları etkili olmuş olabilir.

Bitkilerin mineral alımı ve bünyelerinde birikimi çevre faktörlerinden etkilenmektedir. Sıcaklık, özellikle toprak sıcaklığı, bitkilerin mineral alımını teşvik etmektedir (Pregitzer ve King, 2005). Aynı zamanda stres oluşturmeyen sıcaklık artışı ile büyüme de uyarılmaktadır (Went, 1953; Walne ve Reddy, 2022). Bu çalışmada toprak sıcaklıkları ölçülmemiş olmakla birlikte, toprak sıcaklıklarının hava sıcaklıkları ve toprağın

nem kapsamı ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Onwuka ve Mang, 2018). Araştırmada bitkilerin büyüme sürecinde iki yılın ortalama sıcaklıkları arasında önemli fark gözükmemekle birlikte, ikinci yıl biraz daha kurak geçmiştir (Tablo 2). Kuraklık bitki büyümesini kısıtlayan önemli çevre faktörlerindedir (Zlatev ve Lidon, 2012). Bu sebeple ikinci yılda kuru ot veriminde belirgin bir düşüş kaydedilmiştir (Tablo 6). Bunun sonucunda gerek duydukları besin elementlerini topraktan alan bitkiler bunları bünyelerine mal etmişler, fakat yeterli organik kütle üretememişlerdir. Bunun sonucunda da organik kütleyle karşılık oransal olarak mineral madde (ham kül) miktarı da yükselmiş olabilir.

4.6. NDF, ADF ve ADL Oranları

4.6.1. NDF Oranı

Deneme yılları ve ortalamasında hasat edilen SSM otunun NDF içeriklerinin değişimi çeşitlere ve anız yüksekliklerine göre önemsiz olduğu gibi, bunların ikili etkileşimleri de istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çeşitlerin yıllara göre NDF içerikleri önemli düzeyde değişim göstermiştir (P:0,0040) (Tablo 13).

Tablo 13

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama NDF içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	169,12940*
Hata-1	2	-	-	84,42878*
Çeşit (Ç)	2	180,60647	4,58935	97,82128*
Y*Ç	2	-	-	84,12989*
Hata-2	4	-	-	222,93100*
Anız Yüksekliği (AY)	2	58,92009	8,44811	32,41359
Y*AY	2	-	-	26,64872
Ç*AY	4	114,10344	3,76680	48,56266
Y*Ç*AY	4	-	-	66,66407
Hata	16/30 ⁺	483,16364	328,73312	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Çeşitlere göre ortalama NDF içerikleri %58,85-64,44 arasında, biçim yüksekliklerine göre ise %60,61-64,21 arasında değişim göstermiştir. Çeşit ile biçim yüksekliği etkileşimine

göre ise otun NDF içeriği %55,15-67,80 arasında değerlere sahip olmuştur. Çalışmanın ikinci yılında biçim yüksekliklerine göre ortalama NDF içerikleri %57,62-59,98, çeşitlere göre %58,73-59,28 ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre ise %57,38-60,13 arasında değişim göstermiştir. İki yıllık ortalamalarda çeşitlere göre ortalama NDF içerikleri %58,85-61,86 aralığında değerlere sahip olmuştur. Bunun yanında biçim yüksekliklerine göre NDF oranları %59,75-61,64 arasında ve çeşitler ile biçim yükseklikleri arasındaki etkileşimlere göre ise otun NDF içeriği %58,70-63,27 arasında değerlere sahip olmuştur (Tablo 14).

Tablo 14

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre NDF içerikleri (%)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	58,70	62,71	55,15	58,85
Hay Buster BMR	66,08	62,13	65,12	64,44
Cattleman'sChoice	63,34	67,80	61,53	64,23
Ortalama	62,71	64,21	60,61	62,51 A*
2020				
Greengo	59,68	57,43	59,42	58,84
Hay Buster BMR	60,13	58,07	59,64	59,28
Cattleman'sChoice	60,12	57,38	58,69	58,73
Ortalama	59,98	57,62	59,25	58,95 B*
Yıllar ortalaması				
Greengo	58,70	62,62	61,20	58,85
Hay Buster BMR	60,74	60,90	63,27	61,86
Cattleman'sChoice	57,10	62,07	60,06	61,51
Ortalama	60,84	61,64	59,75	60,74

*Yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.6.2. ADF Oranı

Yapılan varyans değerlendirmesine göre yıllar ve ortalamasında otun ADF içerikleri çeşitlere, bırakılan anız yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre istatistiki olarak önemli farklılık göstermemiştir. Çeşitlerin yıllara göre ADF içerikleri önemli düzeyde değişim göstermiştir (P: 0,0001) (Tablo 15).

Tablo 15

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ADF içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	503,98335**
Hata-1	2	-	-	32,91654
Çeşit (Ç)	2	77,30321	6,07839	48,86129
Y*Ç	2	-	-	30,33423
Hata-2	4	-	-	71,66321
Anız Yüksekliği (AY)	2	15,61392	3,88148	6,24103
Y*AY	2	-	-	9,57589
Ç*AY	4	52,95184	5,14503	26,03706
Y*Ç*AY	4	-	-	27,96335
Hata	16/30 ⁺	293,28166	178,60232	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Çeşitlere göre otun ADF içerikleri 2019 yılında ortalama %32,50-36,40, 2020 yılında %40,72-41,33 ve iki yılın ortalamasında %36,61-38,87 olarak tespit edilmiştir. Bırakılan anız yüksekliklerine göre ise 2019 ve 2020 yılları ile yıllar ortalamasında ADF oranları sırasıyla %33,90-35,76, %40,06-41,65 ve %36,97-38,38 arasında değişim göstermiştir (Tablo 16).

Tablo 16

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ADF içerikleri (%)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	33,43	34,00	30,06	32,50
Hay Buster BMR	36,98	34,23	38,00	36,40
Cattleman'sChoice	36,87	36,45	33,63	35,65
Ortalama	35,76	34,89	33,90	34,85 B*
2020				
Greengo	41,20	39,83	41,13	40,72
Hay Buster BMR	41,82	40,46	41,71	41,33
Cattleman'sChoice	41,93	39,88	40,52	40,78
Ortalama	41,65	40,06	41,12	40,94 A*
Yıllar ortalaması				
Greengo	36,98	37,80	35,05	36,61
Hay Buster BMR	39,09	38,30	39,21	38,87
Cattleman'sChoice	39,04	39,04	36,63	38,24
Ortalama	38,37	38,38	36,97	37,91

*Yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.6.3. ADL Oranı

Yapılan varyans analizlerine göre, araştırmanın ilk yılında SSM otunun ADL oranları çeşitlere göre önemli (P: 0,0001) değişim gösterirken, anız yükseklikleri arasında önemli farklılık görülmemiştir. Aynı şekilde çeşit*anız yüksekliği etkileşimi de önemsiz bulunmuştur. Çalışmanın ikinci yılı ile iki yılın ortalamasında ise hem çeşitler ve anız yükseklikleri arasındaki farklılık hem de çeşit*anız yüksekliği etkileşimleri istatistiki olarak önemlilik göstermemiştir. ADL oranları yıllara göre önemli değişim göstermiştir (P:0,0001) (Tablo 17).

Tablo 17

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama ADL içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	102,82840**
Hata-1	2	-	-	0,45305
Çeşit (Ç)	2	3,775400*	0,136680	1,733104*
Y*Ç	2	-	-	2,09246*
Hata-2	4	-	-	0,62134
Anız Yüksekliği (AY)	2	0,064356	0,063967	0,00362
Y*AY	2	-	-	0,10868
Ç*AY	4	1,610644	0,342517	0,821120
Y*Ç*AY	4	-	-	0,90357
Hata	16/30 ⁺	5,737333	6,087431	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Araştırmanın başlangıç yılında çeşitlere göre ortalama en yüksek ADL oranı %4,25 ile Hay Buster BMR çeşidinde belirlenmiştir. Bunu %3,86 ile Cattleman's Choice ve %3,34 ile Greengo çeşitleri izlemiştir. İkinci yılında ADL değerleri birbirine yakın olup %6,52-6,63 arasında değişmiştir. Çeşitlerin otunun iki yıllık ortalama ADL oranları da %4,96-5,39 aralığında belirlenmiştir. Biçimler sonucu bırakılan anız yüksekliklerine göre elde edilen otun ADL oranlarına ait ortalamalar ilk yıl %3,75-3,86, ikinci yıl %6,49-6,70 ve iki yıllık ortalama da %5,09-5,29 arasında tespit edilmiştir (Tablo 18).

Tablo 18

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre ADL içerikleri (%)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	3,61	3,20	3,21	3,34 C
Hay Buster BMR	3,90	4,16	4,70	4,25 A
Cattleman'sChoice	4,09	3,88	3,60	3,86 B
Ortalama	3,86	3,75	3,83	3,82 B*
2020				
Greengo	6,37	6,75	6,60	6,58
Hay Buster BMR	6,48	6,60	6,50	6,52
Cattleman'sChoice	6,63	6,74	6,51	6,63
Ortalama	6,49	6,70	6,54	6,57 A*
Yıllar ortalaması				
Greengo	5,10	4,97	4,80	4,96
Hay Buster BMR	5,30	5,37	5,50	5,39
Cattleman'sChoice	5,46	5,30	4,96	5,24
Ortalama	5,29	5,21	5,09	5,20

*Yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

SSM çeşitlerinin farklı anız yüksekliklerine göre hücre çeperi bileşenleri (NDF, ADF ve ADL) araştırma yıllarında önemli değişim göstermemiştir. Sadece ADL oranı ilk yılda çeşitlere göre önemli oranda değişmiştir. Bu durum çeşitlerin gelişmelerinin eş zamanlı ve hücre çeperi yapılarının da birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Değişik SSM çeşitleri ile yapılan çalışmalarda ortalama NDF oranları %57 (Güven, 2017), %58-61 (Nazlı, 2011) ve %63-74 (Akdeniz vd., 2003), ortalama ADF oranları %36-45 (Akdeniz vd., 2003), %6-10 (Kaplan ve Kızıllı, 2012) ve %30 (Güven, 2017) aralıklarında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, genelde bulunan değerlerle uyumludur.

ADL oranları bakımından denemede yıllar arasında önemli farklılık görülmüştür (P: 0,0001). İlk yılda ortalama %3,82 olan ADL oranı, ikinci yılda %6,58'e yükselmiştir. Bu durum bitkilerin büyüme dönemindeki ortalama sıcaklıklarla ilişkili olabilir. Özellikle

buğdaygillerde hava sıcaklıklarının yükselmesi ile birlikte NDF, ADF ve ADL gibi hücre çeperi maddelerinde artış yaşanmaktadır (Wilson vd., 1975; Deinum, 1976; Wilson, 1994). Bu çalışmada bitkilerde etkin büyümenin olduğu haziran-eylül arasında ortalama aylık sıcaklıklar iki yılda da birbirine yakın olmuş (2019’da 25,9°C, 2020’de 25,4°C), ancak 2020 yılında daha az yağış düşmüştür (2019’da 87,9 mm, 2020’de 51,6 mm) (Tablo 2). Denemede sulama yapılmış olsa da kuraklığın etkisi sulama ile tam olarak ortadan kaldırılamamaktadır. Bu sebeple 2020 yılında kuraklık stresinin daha çok yaşanması, hücrelerde lignin oranını da yükselmiştir. Çünkü bitkiler kuraklık stresi karşısında lignin gibi ikincil hücre çeperi bileşenlerini artırarak stresin üstesinden gelmeye çalışırlar (Khasin vd., 2021).

4.7. Sindirilebilir Kuru Madde Oranı

Araştırmanın ilk yılına ait otun sindirilebilir kuru madde oranları sadece çeşitlere göre önemli değişim gösterirken (P: 0,0155), anız yüksekliklerine göre değişimler ile çeşit*anız yüksekliği etkileşimi önemsiz düzeyde kalmıştır. Araştırmanın ikinci yılı ile iki yıllık ortalama ise sindirilebilir kuru madde değerleri çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yıllara göre sindirilebilir kuru madde oranları arasındaki farklılıklar önemli düzeyde değişim göstermiştir (0,0001) (Tablo 19).

Tablo 19

SSM çeşitlerinin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sindirilebilir kuru madde oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	1853,2056**
Hata-1	2	-	-	304,0603*
Çeşit (Ç)	2	263,2924*	7,6985	129,8804*
Y*Ç	2	-	-	138,6122*
Hata-2	4	-	-	95,2067
Anız Yüksekliği (AY)	2	51,4123	88,7419	28,9673
Y*AY	2	-	-	22,6398
Ç*AY	4	54,7777	37,5029	28,6467
Y*Ç*AY	4	-	-	29,8615
Hata	16/30 ⁺	385,1381	1817,1409	-
Genel	26/53 ⁺	-	-	-

* 0,05, ** 0,01 düzeyinde önemliliği ifade etmektedir.

Araştırmanın ilk yılında en yüksek sindirilebilir kuru madde oranı %59,92 ile Greengo çeşidinde belirlenirken, bunu %54,82 ile Cattleman's Choice ve %51,95 ile Hay Buster BMR çeşitleri izlemiştir. İkinci yılda otun sindirilebilir kuru madde içeriği çeşitlere göre %43,40-44,15 arasında değişirken, yılların ortalamasına bağlı olarak sindirilebilir kuru madde içerikleri %48,05-51,70 arasında belirlenmiştir (Tablo 12).

Anız yüksekliklerine göre otun sindirilebilir kuru madde oranları ilk yıl %54,42-57,38, ikinci yıl %39,98-46,00 ve iki yılın ortalamasında %48,63-51,33 aralığında değişmiştir. Bu oranlar ortalamaların birbirine yakın olduğunu göstermektedir (Tablo 20).

Tablo 20

SSM çeşitlerinin bırakılan anız yüksekliklerine göre sindirilebilir kuru madde oranları (%)

Çeşit	Anız yüksekliği			Ortalama
	5 cm	10 cm	15 cm	
2019				
Greengo	58,64	56,82	63,10	59,52 A
Hay Buster BMR	51,99	52,53	51,31	51,95 B
Cattleman'sChoice	52,62	54,11	57,72	54,82 C
Ortalama	54,42	54,49	57,38	55,43 A*
2020				
Greengo	40,77	45,69	45,17	43,87
Hay Buster BMR	40,84	46,48	45,12	44,15
Cattleman'sChoice	38,33	45,80	46,06	43,40
Ortalama	39,98	46,00	45,45	43,71 B*
Yıllar ortalaması				
Greengo	51,05	49,87	54,17	51,70
Hay Buster BMR	47,68	47,81	48,65	48,05
Cattleman'sChoice	47,14	48,57	51,17	48,96
Ortalama	48,63	48,75	51,33	49,57

Farklı SSM çeşitlerinin sindirilebilir kuru madde oranları sadece araştırmanın ilk yılında çeşitlere göre önemli oranda değişmiştir. Otun sindirilebilirliği üzerinde NDF ve ADF gibi hücre çeperi bileşenlerinin yanında ham protein gibi besin maddeleri de etkilidir.

Hücre çeperini oluşturan yapısal karbonhidratların artması sindirilebilirliği azaltırken (Oba ve Allen, 1999; Mahyuddin, 2008; Spanghero ve Anfi, 2009), ham protein oranının yükselmesi sindirilebilmeyi arttırmaktadır (Glover ve Duthie, 1958; Ammar vd., 2005). Bu çalışmada da Greengo çeşidinde sindirilebilir kuru madde oranının yüksek olması hücre çeperi bileşenlerinden (NDF, ADF ve ADL) ileri gelmektedir. Bu çeşidin hücre çeperi bileşenleri düşük olduğu için otunun sindirilme oranı da yüksek bulunmuştur. Anız yüksekliklerinin değişimi otun ham protein ve hücre çeperi bileşenlerinde önemli bir farklılık yaratmaması, sindirilebilirliği üzerinde de etkili olmamasına sebep olmuştur. Bu araştırmada ortalama sindirilebilir kuru madde oranları %43-59 arasında değişim göstermiştir. Sorgum sudan melezi farklı çeşitlerinde yapılan çalışmalarda ortalama sindirilebilir kuru madde oranları %51-60 (Akdeniz vd., 2002) ve %52-67 (White ve Bolsen., 1988; Sonon vd., 1991) arasında değişmek üzere bulunan değerlere yakın olmuştur.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma üç farklı sorgum sudan otu melezi çeşidinin (Greengo, Hay Buster BMR ve Cattleman's Choice), üç farklı anız yüksekliklerinde hasat edilmesiyle ot verimi ve ot kalitelerindeki değişimleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma 2019-2020 yıllarında Çanakkale'nin Kalafat köyünde yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, çeşit ve anız yükseklikleri (5, 10 ve 15 cm) olmak üzere iki faktör ele alınmıştır. Araştırmada farklı anız yüksekliklerine göre çeşitlerin ot verimleri ile ot kalitelerindeki değişimler incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucuna göre anız yüksekliğinin artışına bağlı olarak sorgum çeşitlerinin ürettiği yeşil ve kuru ot miktarlarında düşüşler gerçekleşmiştir. En yüksek yeşil ve kuru ot verimleri 5 cm anız yüksekliği kalacak şekilde yapılan biçimlerde (4873,3 kg yeşil ot, 2203,1 kg/da kuru ot) elde edilmiştir. Çeşitlere göre yeşil ot verimleri 4044,8-4550,4 kg/da ve kuru ot verimleri ise 1814,1-2004,2 kg/da arasında gerçekleşmiştir. Ham protein oranı sadece çeşitlere, ham protein verimi ise anız yüksekliklerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. Buna göre en yüksek ham protein oranları %12,36 ve %11,38 ile Greengo ve Hay Buster BMR çeşitlerinde, en düşük ise %10,58 ile Cattleman's Choice çeşidinde belirlenmiştir. Anız yüksekliklerinin artışına bağlı olarak ham protein verimlerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Ham kül, NDF, ADF, ADL ve sindirilebilir kuru madde oranları sadece yıllara göre önemli değişiklik gösterirken, çeşitler ve anız yüksekliklerine göre önemli değişim olmamıştır.

Yürütülen bu araştırmanın sonucuna göre, Çanakkale ve benzer ekolojilerde yaz döneminde kaba yem üretimi amacıyla yapılacak olan SSM yetiştiriciliğinde Cattleman's Choice çeşidinin tercih edilmesi ve ot hasadının 5 cm anız kalacak şekilde yapılması uygun bulunmuştur. Yem kalitesi ve yıllara tepkisini dikkate alarak greengo'da önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, E, (2001). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üni. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Vipaş A.Ş. Yayın No:58, 584s.
- 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.
- Akdeniz, H, Karşlı, M.A, Nursoy, H, Yılmaz, İ, (2003). “Tane Sorgum Çeşitlerinin Besin Madde Kompozisyonu ve Sindirilebilir Kuru Madde Veriminin Belirlenmesi”. *Turkish J. Vet. and Animal Sci.*, (27), 1349-1355.
- Alatürk, F, Gökkuş, A, Baytekin, H, Ali, B, (2022). “Effects of different harvesting practices on the agronomic characteristics of some sweet sorghum and sorghum*sudangrass hybrid varieties”. *IV. International Conference on Natural Sciences and Technologies (ICONAT-2022)*, 24-26 August 2022, Antalya/Türkiye.
- Alçiçek, A, Kılıç, A, Ayhan, V, Özdoğan, M, (2010). “Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları”. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*. Cilt: 2, 11-15 Ocak 2010, Ankara, s: 1071-1080.
- Ali, M, (2013). *Climate Change Impacts on Plant Biomass Growth*. Springer, 113p.
- Almodares, A, Hadi, M, Ahmadpour, H, (2008). “Sorghum stem yield and soluble carbohydrates under different salinity levels”. *African J. Biotechnology*, 7(22), 4051-4055.
- Altın M, Gökkuş A, (1988). “Erzurum sulu koşullarında bazı yem bitkileri ile bunların karışımlarının değişik ekim şekillerindeki kuru ot verimleri üzerinde bir araştırma”. *Doğa Tarım ve Orman Derg.*, 12 (1), 24-36.
- Altın M, Gökkuş A, Koç A, (2011b). *Çayır ve Mera Yönetimi Temel İlkeler*. (2. Cilt)., TKB, TÜGEM, Çayır-Mera ve Havza Geliştirme Daire Başk: Ankara. 314s.
- Ammar, H, López, S, González, J.S, Ranilla, M.J, (2005). “Relationship between chemical composition and in vitro digestibility of some Spanish browse plant species”.

Sustainable Grazing, Nutritional Utilization and Quality of Sheep and Goat Products;
Molina Alcaide, E., Ben Salem H., Biala K., Morand-Fehr P., Eds, 327-332.

Anonim, (2023a). <https://www.ulusoymseed.com.tr/urun/sorgum-sudan-otu-greengo/>. Erişim Tarihi: 05.01.2023.

Anonim, (2023b). <https://preferredseed.com/>. Erişim Tarihi: 05.01.2023.

AOAC, (1990). Official Method of Analysis (15th Edition). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, pp. 66–88.

Awika, J.M, Rooney, L.W, (2004). “Sorghum phytochemicals and their potential aspects on human health”. *Phytochemistry*, 65, 1199-1221.

Aydın, İ, Albayrak, S, (1995). “Samsun ekolojik şartlarında II. ürün olarak yetiştirilen bazı bitkilerin farklı biçim zamanlarında ot ve ham protein verimleri üzerine bir araştırma”. *Ondokuz Mayıs Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 10(3), 71-81.

Balabanlı, C, Türk, M, (2005). “Sorghum, Sudanotu melez ve çeşitlerinin Isparta koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma”. *Süleyman Demirel Üni., Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 9 (3), 1-5.

Baytekin, H, (1987). Çukurova Koşullarında İki Sorghum-Sudan Otu Melez (*Sorghum bicolor* X *Sorghum sudanense*) Çeşidinde Biçim Yüksekliği Kombinasyonlarının Verim ve Bazı Verim Komponentlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üni., Adana.

Bebawi, F.F, (1988). “Forage sorghum production on a witchweed-infested soil in relation to cutting height and nitrogen”. *Agron. J.*, 80, 537-540.

Berenji, J, Dahlberg, J, (2004). “Perspectives of sorghum in Europe. *J. Agronomy and Crop Sci*, 190, 332-338.

Beta,T, Rooney, L.W, Marovatsanga, L.T, Taylor, J.R.N, (2000). “Effect of chemical treatments on polyphenols and malt quality in sorghum”. *J. Cereal Sci.*, 31 (3), 295-302.

Beuerlein, J.E., (1967). Cutting and Environmental Effects on Growth and Regrowth of a Sorghum-Sudangrass Hybrid, Cultivar Sudax Sx-11. Master's Thesis, University of Tennessee.

- Budak, T, Kır, H, (2019). “Sıra aralıklarının sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinin verim ve kalite üzerine etkisi”. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik*, 6 (12), 49-58.
- 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.
- Büyükburç, U, (1997). “Silage production possibility of *Sorghum vulgare*, *S. sudanense* and their hybrids on the second crop condition of Tokat-Turkey”. *XVIII. International Grassland Congress*, Vol. 2, Session 19: 9-10, Canada.
- Canbolat, Ö, (2012). “Bazı buğdaygil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması”. *Kafkas Üni. Veteriner Fak. Derg.*, 18(4), 571-577.
- CCCF, (2011). “Working Paper on Mycotoxins in Sorghum”. *Joint FAO / WHO Food Standards Codex Committee on Contaminants in Foods (CCCF)*.
- 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.
- Çelik, B.V, (2018). Banaz Koşullarında Sorgum Sudanotu Melezi Çeşitlerinin Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri, Isparta.
- Çiğdem, İ, Uzun, F, (2006). “Samsun ili taban alanlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı silajlık sorgum ve mısır çeşitleri üzerine bir araştırma”. *Ondokuz Mayıs Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 21(1), 14-19.
- Deinum, B, (1976). “Effects of age, leaf number and temperature on cell wall and digestibility of maize”. *Carbohydrate Research in Plants and Animals*, 29-41.
- Demir, E, İptaş, S, (1996). “Merada otlayan evcil ruminantlarda ortaya çıkan beslenme bozuklukları ve zehirlenmeler”. *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran, 179-185, Erzurum.

- Dicko, M.H, Gruppen, H, Traore, A.S, van Berkel, W.J.H, Voragen, A.G.J, (2005). "Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum varieties". *J. Agric. Food Chem.*, 53(7), 2581-2588.
- Doggett, H, (1988). *Sorghum. Longman Scientific & Technical*, London.
- Dursun Şahan B, (2017). Kırşehir Koşullarında Bazı Silajlık Sorgum (*Sorghum vulgare* L.) ile Sudanotu (*Sorghum sudanense* [(Piper) Stapf.]) Melez Çeşitlerinin Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ahi Erivan Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir.
- Elizondo-Salazar, J.A, (2017). "Biomass yield and nutritional quality of three forages harvested at two cutting height". *Agron. Mesoam.*, 28(2), 329-340.
- FAO, (1995). *Sorghum and Millet in Human Nutrition*. FAO Food and Nutrition Series No. 27, ISBN 92-5-103381-1.
- 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.
- Glover, J., Duthie, D.W, (1958). "The nutritive ratio/crude-protein relationships in ruminant and non-ruminant digestion". *The J. Agricultural Sci.*, 50(2), 227-229.
- Gomes, E.P, Rickli, M.E, Cecato, U, Vieira, C, 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.
- Gökkuş, A, (1991). Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri Çayır Mera ve Yem Bitkileri ve Hayvancılığı Geliştirme Projesi Eğitim Semineri, 20-22 Şubat 1991. Erzurum.
- Gökkuş, A, (2020). "A review on the factors causing deterioration of rangelands in Turkey". *Turkish J. Range and Forage Sci.*, 1(1), 28-34.
- Gökkuş, A, Birer, S, Alatürk, F, (2017). "Farklı anız yükseklikleri kalacak şekilde yapılan biçimlerin arpanın ot verimi ve kalitesine etkileri". *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı), 121-125.
- Granados-Niñoa, J.A, Reta-Sánchezb, D.G, Santana, O.I, Reyes-González, A, Ochoa-Martínez, E, Díaz, F., Sánchez-Duarte, J.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(9), 1970-1980.
- Griebel, S, Webb, M.M, Campanella, O.H, Craig, B.A, Weil, C.F, Tuinstra, M.R, (2019). “The alkali spreading phenotype in Sorghum bicolor and its relationship to starch gelatinization”. *J. Cereal Sci.*, 86, 41-47.
- Güven, Y, (2017). Biçim Sıklığı ve Yüksekliğinin Bursa Koşullarında Sorgum-Sudanotu Melezinin Verim ve Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Iğdır Üni., Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Iğdır.
- Hanoğlu Oral, H, Gökkuş, A, (2021). “Evaluation of total roughage production and its sufficiency for livestock in Turkey”. *J. the Institute of Sci. and Tech.*, 11(3), 2423-2433.
- Holt, E. C., Alston, G. D. (1968). Response of sudangrass hybrids to cutting practices. *Agronomy Journal*, 60 (3), 303-306.
- Hoşafıoğlu, İ, (1998). Sorgum (*Sorghumbicolor* L. Moench) ve sorgum x Sudanotu (*Sorghum bicolor-Sorghum sudanense* Stapf.) melezi çeşitlerinin silaj amacıyla ikinci ürün olarak yetiştirme olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üni., Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, Türkiye.
- House, L.R, (1985). *A Guide to Sorghum Breeding Second Edition*.
- İptaş, S, (1993). Tokat yöresinde sorgum ve sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinde yararlanma imkânları, *Tarla Bitkileri Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi*, İzmir, Türkiye, 341-351.
- İptaş, S, Brohi, A.R, (2003). “Effect of nitrogen rate and stubble height on dry matter yield, crude protein content and crude protein yield of a sorghum–sudangrass hybrid [*Sorghum bicolor* (L.) Moench × *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.] in the three-cutting system”. *J. Agronomy and Crop Sci.*, 189, 227-232.
- 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 Management*, 117, 62-69.

- Jardim, A.M, Silva, G.P, Biesdorf, E.M, Pinheiro, A.D, Silva, M.V, Júnior, G.D, Santos, A.D, Alves, H.K, Souza, M.D, Morais, J, Alves, C.P, Silva, T.G, (2020). “Production potential of *Sorghum bicolor* (L.) Moench crop in the Brazilian semiarid: Review”. *PUBVET*, 14, 1-13.
- Kang, M.S, (2002). Genotype–environment interaction: progress and prospects. *Quantitative genetics, genomics and plant breeding*, 221-243.
- Kangama, C.O, Rumei, X, (2005). “Introduction of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) into China”. *Afr. J. Biotech*, 4, 575-579.
- Kaplan, M., Kızıışimşek, M, (2012). “Farklı tane sorgum (*Sorghum bicolor* L.) hat ve çeşitlerinin besleme değerlerinin belirlenmesi”. *Erciyes Üni. Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 28(1), 11-14.
- 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”. *ÇÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Derg.*, 26-3, 107-117.
- 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 Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 36 (2), 145-150.
- Khasin, M, Bernhardson, L.F, O’Neill, P.M, Palmer, N.A, Scully, E.D, Sattler, S.E, Funnell-Harris, D.L, (2021). “Pathogen and drought stress affect cell wall and phytohormone signaling to shape host responses in a sorghum COMT bmr12 mutant”. *BMC Plant Biology*, 21, 391, 24p.
- Koca, Y.O, Ereku, O, (2016). “Changes of dry matter, biomass and relative growth rate with different phenological stages of corn”. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 10, 67-75.
- Kozłowski, S, Zielewicz, W, Oliwa, R, Jakubowski, M, (2006). “Biological and chemical properties of *Sorghum saccharatum* from the point of view of possibilities of its cultivation in Poland”. *Grassland Science in Poland*, 9, 101- 112.
- Mahyuddin, P, (2008). “Relationship between chemical component and in vitro digestibility of tropical grasses”. *HAYATI J. Biosciences*, 15(2), 85-89.

- 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". *Animal Feed Sci. Technology*, 139, 23-39.
- Nazlı, R.İ, (2011). Sorghum Sudanotu Melezi Tarımında Bazı Organik Atıkların Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enst., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Nazlı, R.İ, İnal, İ, Kuşvuran, A., Sezer, M. C, Tansı, V, (2013). "Çukurova koşullarında bazı sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi". *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi*, 10-13 Eylül 2013, Konya, s. 521-526.
- Oba, M, Allen, M.S, 1999." Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows". *J. Dairy Sci.*, 82(3), 589-596.
- Oddy, V.H, Robards, G.E, Low, S.G, (1983). "Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed". *Feed Information and Animal Production*. In: Robards, G.E, Packham, R.G. (Eds.): Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal: UK. pp. 395-398.
- Onwuka, B, Mang, B, (2018). "Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth". *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8(1), 34-37.
- Özaslan Parlak, A, Sevimay, C.S, (2007). "Arpa ve buğday hasadından sonra bazı yem bitkilerinin ikinci ürün olarak yetiştirilme imkânları". *Ankara Üni. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Derg.*, 13(2), 101-107.
- Özmen, S, (2017). Bingöl Koşullarında Farklı Sorgum Türlerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bingöl Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl.
- 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".

- Pregitzer, K.S, King, J.S, (2005). "Effects of soil temperature on nutrient uptake". *Nutrient acquisition by plants- an ecological perspective*. Springer-Verlag, 277-310.
- Proulx, R, (2021). "On the general relationship between plant height and aboveground biomass of vegetation stands in contrasted ecosystems". *PLoS ONE* 16(5), e0252080.
- Ramatoulaye, F, Mady, C, Fallou, S, Amadou, K, Cyril, D, Massamba, D, (2016). "Production and use sorghum: A literature review". *J. Nutrition Health Food Sci.*, 4(1), 1-4.
- Ribas, P.M, (2008). *Cultivation of Sorghum: Planting (4th Ed.)*. Embrapa Milho e Sorgo, SeteLagoas.
- 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. Biotechnology*, 10, 9647-9656.
- 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 Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 12(2), 93-100.
- 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, U.R, (1999). "The effect of intercropping *Lablab purpureus* L. with sorghum on yield and chemical composition of fodder". *J. Agronomy and Crop Sci.*, 183 (2), 7379.
- 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.
- Sonon, R.N, Souzo, R, Pfaff, L, Dickerson, J.T, Bolsen, K.K, (1991). "Effects of maturity at harvest and cultivar on agronomic performance of forage sorghum and the nutritive value of selected sorghum silages". *Cattlemen's Day*, pp 1-5, Manhattan, KS.

- Spanghero, M, Zanfi, C, (2009). "Impact of NDF content and digestibility of diets based on corn silage and alfalfa on intake and milk yield of dairy cows". *Italian J. Animal Sci.*, 8 (Suppl. 2), 337-339.
- Tan, M, Yolcu, H, (2021). "Current status of forage crops cultivation and strategies for the future in Turkey: A review". *J. Agricultural Sci.*, 27(2), 114-121.
- Tcacenco, F, Salerno, A.R, Almedia, A, (1989). "Forage sorghum in the Itajai valley; an account with result of research and some technical aspect of this crop". *Emperesacatarinense de pesquisa AgropecuciaItajai*, 25, 240-244.
- Tekin, S, (2018). Siirt İli İkinci Ürün Koşullarında Bazı Sorgum (*Sorghum bicolor* L.), Sudanotu [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf], Sorgum x Sudanotu Melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf) ve Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Verim ve Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Siirt Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Siirt.
- TÜİK, (2022). Tarım İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Van Soest, P.J, Robertson, J.B, Lewis, B.A, (1991). "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition". *J. Dairy Science*, 74 (10), 3583-3597.
- Vanamala, J.K.P, Massey, A.R, Pinnamaneni, S.R., Reddivari, L, Reardon, K.F, (2018). "Grain and sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) serves as a novel source of bioactive compounds for human health". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(17), 2867-2881.
- Walne, C.H, Reddy, K.R, (2022). "Temperature effects on the shoot and root growth, development, and biomass accumulation of corn (*Zea mays* L.)". *Agriculture*, 12, 443. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040443>.
- Went, F.W, (1953). "The effect of temperature on plant growth". In: *Annual Review of Plant Physiology*, 4, 347-362.
- White, J, Bolsen, K.K, (1988). Influence of plant parts on in vitro dry matter disappearance of forage sorghum silages. Cattleman's Day, pp 83-89, Manhattan, KS.

- Wilson, J.R, Taylor, A.O, Dolby, G.R, (1975). “Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses”. *N.Z. Journal of Agricultural Research*, 19, 41-46.
- Wilson, J.R, (1994). “Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants”. *The J. Agricultural Sci.*, 122 (2), 173-182.
- Yılmaz, İ, Hoşsaflıoğlu, İ, (2000). “Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) ve sorgum x sudan otu (*Sorghum bicolor* – *Sorghum sudanense* Stapf.) melez çeşitlerinin silaj amacı ile ikinci ürün olarak yetiştirme olanakları”. *Çukurova Üni. Ziraat Fak.Derg.*, 15(1), 49-56.
- Yılmaz, Ş, Sağlamtimur, T, (1997). “Amik ovası koşullarında II. ürün olarak yetiştirilen sorgum x sudanotu (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) melez çeşidinde azot gübrelemesinin ve sıra arası mesafenin ot verimine ve kalitesine etkisi üzerine bir araştırma”. *Mustafa Kemal Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 2(1), 87-100.
- Zegada-Lizarazu, W, Zatta, A, Monti, A, (2012). “Water uptake efficiency and above- and belowground biomass development of sweet sorghum and maize under different water regimes”. *Plant and Soil*, 351(1-2), 47-60.
- Zlatev, Z., Lidon, F.C, (2012). “An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis”. *Emirates J. Food and Agriculture*, 24(1), 57-72.