

## Araştırma Makalesi

# Bazı Şeker Sorgum ve Sorgum Sudanotu Melezi Çeşitlerinde Farklı Biçim Uygulamalarına Göre Yaprak ve Sapların Mineral Element İçeriklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi

Berk Yıldırım<sup>1</sup>

Fırat Alatürk<sup>1\*</sup>

<sup>1-2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

\*Sorumlu yazar: alaturf@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.07.2023

Kabul Tarihi: 01.08.2023

### Öz

Bu araştırma şeker sorgum ve sorgum sudanotu melezi çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerine bağlı olarak yaprak ve sapların mineral element içeriklerini belirlemek amacıyla 2020-2021 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş, ana parselleri çeşitler (Nutri Honey, Nutrima, M81-E ve Topper-76), alt parselleri ise hasat yükseklikleri (bitki boyu 30, 60, 90, 120, 150 cm olduğunda ve fizyolojik olum döneminde hasat) oluşturmuştur. Araştırmada 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 yaprak ve sapların bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun değerleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprak ve sapların mikromineral (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun) içeriklerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Bu düşüş büyüme başlangıcından büyüme sonuna kadar hem sap hem de yapraklarda yaklaşık olarak borda %45-50, kadmiyumda %70-80, nikelde %79, kobaltta %70-75, kromda %54 ve kurşunda %54 civarında gerçekleşmiştir. Genel olarak yaprakların mikromineral içerikleri sap kısımlarından %8-50 oranında daha yüksek olmuştur. Sadece sap kısımların kobalt içerikleri yapraklardan daha yüksek çıkmıştır.

Yürütülen bu araştırmanın neticesinde otlatma ve kaba yem kaynağı olarak yetiştirilecek bu çeşitlerde otların mineral element içerikleri bakımından çeşitlerin benzer özellik gösterdiği ve çeşitlerin fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** sorgum sudanotu melezi, şeker sorgum, yaprak, sap, mikromineral, bor, kobalt.

## Determination of Variations in Mineral Element Contents of Leaves and Stalks in Terms of different Harvesting Applications in Certain Sweet Sorghum and Sorghum Sudangrass Hybrid Cultivars

### Abstract

This study has been conducted in the research area of Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture in years 2020 and 2021 in order to determine the mineral element contents of leaves and stalks depending on different harvesting heights of sweet sorghum and sorghum sudangrass hybrid cultivars. The experiment was established according to the randomized complete block design using 4 replications, where the main experiment plots represented the sorghum cultivars namely; Nutri Honey, Nutrima, M81-E and Topper-76, while the sub-plots were consisted of the different harvesting heights (30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and physiological maturity stage of crops). The crops of the experiment plots with the heights of 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm and at the physiological maturity stage (PMS) were harvested 5 times, 4 times, 3 times, 3 times, 2 times and once throughout the experiment period, respectively. Values of boron, cadmium, nickel, cobalt, chromium and lead of leaves and stalks have been investigated in this research study. According to the obtained results; contents of the microminerals viz., boron, cadmium, nickel, cobalt, chromium and lead, found in the leaves and stalks of the different cultivars of sorghum, decreased because of the fluctuations into the growth of crops. This declination was observed with an approximate value of 45-50% in boron, 70-80% in cadmium, 79% in nickel, 70-75% in cobalt, 54% in chromium and 54% in lead from the beginning till the end of the growth of crops in both stalks as well as in the leaves of different sorghum cultivars. Generally, the

micromineral contents of the leaves were 8-50% higher than that of the stems of the crops. Only the cobalt contents of stalks were higher than that of the leaves.

As a result of this research, it is suggested that the mineral element contents of forage in these cultivars to be grown as a source of grazing and roughage under those ecological conditions which show the similar environmental characteristics.

**Keywords:** sorghum sudangrass hybrid, sweet sorghum, leaf, stalk, micromineral, boron, cobalt.

### Giriş

Ülkemizin hayvancılık potansiyeli oldukça iyi durumda olmasına rağmen hayvan başına düşen verim oldukça düşük seviyelerdedir. Bunun başlıca nedenleri hayvan ırklarımızın düşük verimli olması, kaliteli kaba yem kaynaklarının yetersiz ve yanlış kullanımları sonucu kaliteli kaba yem açığının artmasıdır. Kaba yem kaynakları içerisinde önemli yer tutan çayır ve meralarımız amacına uygun olmayan kullanımları sonucu verim güçlerini kaybetmişlerdir. Nitekim son 50 yılda çayır ve mera alanlarımız ciddi oranda azalmıştır. 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 faaliyetleri kapsamında orman sınırlarına dahil edilmesidir (Balabanlı ve ark., 2006). Hayvancılık için gerekli olan kaliteli kaba yem temini için mera alanlarının ıslah edilmesi, yönetim ilkelerine uygun kullanılması ve tarım alanlarında yem bitkileri ekim alanlarının artırılması gerekmektedir. Yaz vejetasyonunun ve sulama koşullarının elverdiği bölgelerde ikinci ürün yem bitkisi yetiştiriciliği yapmak mümkündür. Bu bitkilerin başında da sorgum çeşitleri gelmektedir. Sorgum ve sorgum x sudan otu melezinin 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 nedenlerinden dolayı ön plana çıkmaktadır (Çiğdem ve Uzun, 2006). Sorgum çeşitleri yazın sıcak dönemlerinde hayvan için kaliteli ve besleyici yem kaynağı konumundadır (Heath ve ark., 1985). Birim alanda mısıra göre daha verimli olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir (Açıkgöz, 1991).

Doğal yoldan oluşmuş, inorganik, belli bir kimyasal formüle sahip, sabit veya değişken fiziksel özelliklere sahip maddelere “mineral” denmektedir (Dirik, 2017). Bitkiler en uygun şekilde büyüyüp gelişme gösterebilmesi için 17 elemente ihtiyaç duymaktadır. Bitkiler bu elementlerden karbon, hidrojen ve oksijeni hava ve sudan aldıkları için bunlara mineral olmayan elementler oldukları düşünülmektedir (White, 2006; Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009; Bolat ve Kara, 2017). Bunlar bitkinin yaklaşık olarak %95’ini oluşturmaktadırlar (Jones ve Jacobsen, 2001; Fageria, 2009; Kaçar ve Katkat, 2010; Bolat ve Kara, 2017). Bitkiler için diğer 14 element zorunlu olup, bunları topraktan almaktadırlar (Wild, 1993; Kantarcı, 2000; Gardiner ve Miller, 2008). Hayvanlar ihtiyaç duydukları besin elementlerini tükettikleri yemlerden temin etmektedirler. Hayvanlar için gerekli olan protein, karbonhidrat ve yağların yanında, mineral elementlerin ana kaynağını da bitkiler oluşturmaktadır. Tümü bitkiler için esansiyel olmasa da, hayvanlar için mutlak gerekli olan 22 element bitkilerden (yem bitkileri) sağlanmaktadır (Underwood ve Suttle, 1999).

Mineral maddeler hayvanlarda kemik ve dişlerin yapısında, vücut öz sularında, hücrelerde ozmotik basıncın düzenlenmesinde, kan ve dokularda asit-baz dengesinin ayarlanmasında, enzim aktivasyonunda, hormonların ve proteinlerin yapısında, sindirim sisteminde, besin maddelerin hücre içine taşınmasında, sinir, kalp ve kasların duyarlılıklarında görev almaktadırlar (Sarıçiçek, 1995). Mineral maddeler hayvanların bünyelerinde aynı oranda bulunmazlar. Hayvanlar tarafından fazla alınması gereken mineraller “makromineraler”, az alınması gereken mineraller ise “mikromineraler” olarak adlandırılırlar (Ası, 1995). Hayvan vücudunun mineral madde içeriğinin yaklaşık olarak %70’ini kalsiyum ve fosfor oluşturmaktadır (Kutlu ve ark., 2005).

Bu çalışmada farklı sorgum sudanotu melezi (SSM) ve şeker sorgum (ŞS) çeşitlerinin farklı yükseklikte boya ulaştıktan sonra yapılan hasatlarda yaprak ve saplarında bulunan bazı mikromineral (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun) içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

### Materyal ve Yöntem

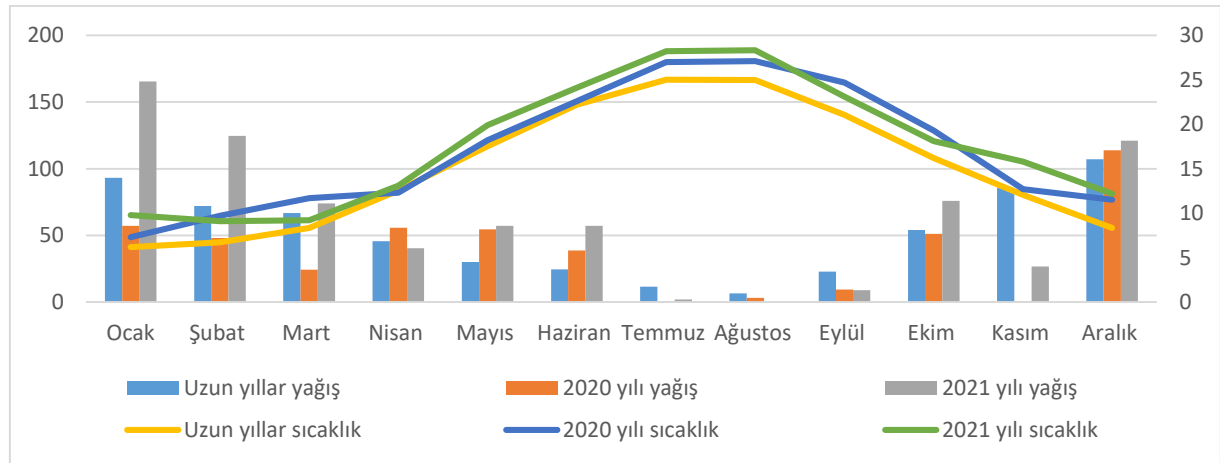
Bu çalışma ŞS ve SSM çeşitlerinde farklı biçim yüksekliğine bağlı olarak yaprak ve sapların bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 2020 ve 2021 yılları

yazlık ana ürün yetiştirme mevsiminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak ikişer adet ŞS ve SSM çeşitleri kullanılmıştır (Çizelge 1). ŞS çeşitleri Nebraska Üniversitesinde geliştirilmiş ve ülkemizde Yücel ve ark. (2017) tarafından yürütülen araştırma sonucunda ümitvar olarak görülen çeşitler içerisinde. SSM çeşitleri ise ülkemizde yetiştirilen tescilli çeşitlerdendir.

Table 1. Sorghum sudangrass hybrid and Sweet Sorghum cultivars and their properties used in the experiment  
Çizelge 1. Araştırmada kullanılan ŞS ve SSM çeşitleri ve özellikleri

Tür	Çeşitler	İsahçı Kuruluş	Üretim Amacı	Olgunlaşma
Şeker sorgum	Topper-76	Nebraska Uni.	Şurup, etanol	Orta geçici
Şeker sorgum	M81-E	Nebraska Uni.	Şurup, etanol, silaj	Geçici
Sorghum x sudan otu	Nutri Honey	Alfa Tohum	Ot ve otlatma	Orta erkenci
Sorghum x sudan otu	Nutrima	Royal Agrolife	Yeşil ot, silaj, otlatma	Geçici

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 yıllar ait toplam yağış miktarları 149.9 mm'dir. Araştırmanın ilk yılında bu dönemlerde düşen yağış miktarı 157.5 mm iken, ikinci yılda ise 201.2 mm yağış düşmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü dönemlerde düşen toplam yağış miktarları uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri

Figure 1. Data regarding to climate of the years in which the experiment was established in Çanakkale.

Deneme alanının toprakları killi-tınlı bünyeye sahip olup, toprak reaksiyonu açısından nötr karakterdedir. Topraklar orta kireçli, organik madde bakımından orta, fosfor içeriği orta ve potasyum bakımından noksan olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Table 2. Soil properties of the research area

Çizelge 2. 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

Araştırmada iki yılda da denemeye başlamadan önce tohumlar temin edilmiş ve deneme yeri ekime hazırlanmıştır. 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. Akabinde kültivatör ve diskaro çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Denemede dekara 10'ar kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde kompoze gübre (15-15-15) uygulanmıştır. Çıkiştan hemen sonra ise dekara 5 kg azot olacak şekilde amonyum sülfat verilmiştir (Avciođlu ve ark., 2009). Sulama damla sulama yöntemi ile bitkinin su ihtiyacına göre yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi elle yapılmıştır. Her tür için deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana parselleri çeşitler, alt parselleri biçim yüksekliği uygulamaları oluşturmuştur. Şeker sorgum çeşitlerinde sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 8 cm, SSM çeşitlerinde ise sıra arası 35 cm sıra üzeri ise 8 cm olacak şekilde ekim işlemleri gerçekleştirilmiştir (Orak ve Kavdır, 1994; Baytekin ve Şilbir, 1996; Baytekin ve ark., 1996; Kızıl ve Tansı, 1997; Mahmood ve Honermeier, 2012). Parseller 5 m uzunluğunda hazırlanmıştır. ŞS parselleri 4 sıra, SSM parselleri ise 6 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Parseller arasında boşluk bırakılmamış, bloklar arasında 1 m mesafe bırakılmıştır. Araştırmada materyal olarak kullanılan ŞS ve SSM çeşitleri ve bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bitkiler planlanan biçim yüksekliklerine 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 şeker sorgumda 2 sırada, SSM'de ise 4 sırada gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan hasat alanları ise hem şeker sorgum (4 m sıra boyu x 2 sıra x 0.7 m sıra arası) hem de SSM'de (4 m sıra boyu x 4 sıra x 0.35 m sıra arası) 5.6 m<sup>2</sup> 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 yaprak ve sap kısımlarına ayrılmıştır. Deneme alanından alınan bitki örneklerinde, bitki ve hayvan beslenmesi için önemli olan mikromineral element analizleri yapılmıştır. Yaprak ve sapların bor (B), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), kobalt (Co), krom (Cr) ve kurşun (Pb) içerikleri Keşan Ticaret Borsa'sından hizmet alımı şeklinde ICP-OES cihazında yapılmıştır (Wolf ve ark., 2003).

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

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Yaprak ve Sapların Bor (B) İçerikleri**

Araştırma yılları ve ortalamasında sorgum çeşitlerinde biçimdeki bitki boyunun artışı ile yaprakların B içerikleri azalmıştır. Bu sebeple en yüksek B bulunduran yapraklar 30 cm'de biçilen bitkilerde saptanmıştır. Buna karşılık fizyolojik olum döneminde biçilenlerin yaprakları en az B oranına sahip olmuştur. Çeşitler içerisinde ise M81-E en fazla, Topper-76 ise en az B içerenler olmuştur. Yaprakların ortalama bor içerikleri yıllara göre yaklaşık olarak %5 oranında değişim göstermiştir (Çizelge 3).

Araştırmanın tüm yılları ve ortalamasında biçim yüksekliklerinin artışı ile düzenli olarak sapların B kapsamı azalmıştır. Dolayısıyla en yüksek B içeren sapslar 30 cm'de biçilen, en az B içerenler de fizyolojik olumda hasat edilenlerde kaydedilmiştir. Bunun yanında Nutrima çeşidinin sap B kapsamı diğer çeşitlerden daha yüksek çıkmıştır. Çalışmanın ilk yılın sapslarda biriken ortalama B içeriği 17.97 ppm iken, bu oran araştırmanın ikinci yılında 16.99 ppm'e düşmüştür (Çizelge 4).

Table 3. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf boron of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 3. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak bor oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	25.49 ab	27.64 a	24.99 ab	25.94 ab	26.02 A
60 cm	18.27 de	20.98 cd	16.80 efg	16.97 efg	18.26 B
90 cm	16.99 efg	18.01 def	17.38 efg	16.95 efg	17.33 B
120 cm	15.60 e-h	15.87 e-h	23.70 bc	14.44 fgh	17.40 B
150 cm	13.44 gh	14.73 e-h	16.36 e-h	14.43 e-h	14.74 C
Fiz. olum	12.36 gh	11.12 h	17.55 d-h	12.22 gh	13.31 C
<b>Ortalama</b>	17.02 B	18.06 AB	19.46 A	16.82 B	17.84 A
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	23.42 b	25.45 a	22.96 b	23.85 ab	23.92 A
60 cm	17.64 d	20.20 c	16.26 d-h	16.42 def	17.63 B
90 cm	16.40 d-h	17.36 de	16.77 def	16.36 d-h	16.72 B
120 cm	14.79 e-j	15.05 e-j	22.42 bc	13.70 g-k	16.49 B
150 cm	12.70 g-k	13.92 f-k	15.46 d-ı	13.64 g-k	13.93 C
Fiz. olum	11.61 ijk	10.44 k	16.50 d-h	11.48 jk	12.51 C
<b>Ortalama</b>	16.10 B	17.10 B	18.39 A	15.91 B	16.87 B
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	24.46 b	26.54 a	23.97 b	24.90 ab	24.97 A
60 cm	17.95 d	20.59 c	16.53 d-g	16.70 d-g	17.94 B
90 cm	16.70 d-g	17.68 de	17.07 def	16.65 d-g	17.03 B
120 cm	15.20 f-j	15.46 e-ı	23.06 b	14.07 h-k	16.95 B
150 cm	13.07 ı-l	14.33 g-k	15.91 d-ı	14.03 h-l	14.33 C
Fiz. olum	11.98 jkl	10.78 l	17.02 d-h	11.85 kl	12.91 C
<b>Ortalama</b>	16.56 BC	17.56 B	18.93 A	16.37 C	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:**</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 4. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk boron of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 4. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap bor oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	23.91	26.44	26.12	26.32	25.70 A
60 cm	21.09	21.69	21.59	18.61	20.74 B
90 cm	17.45	17.95	19.72	15.76	17.72 C
120 cm	14.53	21.33	14.46	15.99	16.58 C
150 cm	13.86	14.90	13.44	13.68	13.97 D
Fiz. olum	12.71	17.27	10.90	11.57	13.11 D
<b>Ortalama</b>	17.26 B	19.93 A	17.70 B	16.99 B	17.97 A
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:<sup>öd</sup>, PÇxBY:<sup>öd</sup></b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	21.94 ab	24.32 a	24.02 a	24.21 a	23.62 A
60 cm	20.30 bcd	20.86 bc	20.77 bc	17.96 d-g	19.97 B
90 cm	16.83 f-ı	17.31 e-h	18.97 c-f	15.24 g-j	17.09 C
120 cm	13.78 ı-l	20.19 b-e	13.72 jkl	15.16 g-k	15.71 C
150 cm	13.11 jkl	14.09 h-l	12.71 jkl	12.93 jkl	13.21 D
Fiz. olum	11.94 jkl	16.24 d-j	10.23 l	10.87 kl	12.32 D
<b>Ortalama</b>	16.32 B	18.83 A	16.74 B	16.03 B	16.99 B
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	22.93 b	25.38 a	25.07 a	25.27 a	24.66 A
60 cm	20.70 c	21.27 bc	21.18 bc	18.29 de	20.36 B
90 cm	17.14 efg	17.63 ef	19.35 cde	15.50 fgh	17.40 C
120 cm	14.16 hı	20.76 bcd	14.09 hı	15.58 fgh	16.15 C
150 cm	13.49 hı	14.50 ghı	13.07 hı	13.31 hı	13.59 D
Fiz. olum	12.32 hı	16.76 e-h	10.57 ı	11.22 ı	12.72 D
<b>Ortalama</b>	16.79 B	19.38 A	17.22 B	16.53 B	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:**</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

### **Yaprak ve Sapların Kadmiyum (Cd) İçerikleri**

Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda ve yıllar ortalamasında yapraklardaki Cd düzeyleri hasatta bitki boyunun artışı ile düşüş göstermiştir. 30 cm yükseklikte biçilen bitkiler en yüksek, fizyolojik olumda biçilenler ise en düşük Cd oranına sahip olmuştur. Bunun yanında Nutrima en fazla, Nutri Honey çeşidi ise en az Cd içeren çeşitler olmuştur (Çizelge 5).

Çalışmanın yürütüldüğü bütün yıllarda sorgum çeşitlerinin sap kısımlarında biriken Cd içerikleri bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak düşüş göstermiştir. Dolayısıyla 30 cm'de biçilen bitkilerin sap Cd oranı en yüksek, fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilenlerinki en az olmuştur. Çeşitler içerisinde ise Nutrima en çok Cd bulduran çeşit olurken, Nutri Honey en az Cd içeren çeşit olarak saptanmıştır (Çizelge 6).

### **Yaprak ve Sapların Niki (Ni) İçerikleri**

Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Ni oranları yıllar ve ortalamasında biçimdeki boy artışı ile azalma eğiliminde olmuştur. Boyları 30 cm'ye ulaştıktan sonra biçilen bitkiler en yüksek Ni oranlarına sahip olurken, fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilen bitkilerin yapraklarında en az Ni oranı tespit edilmiştir. Çeşitler içerisinde ise Topper-76 diğerlerinden önemli düzeyde daha az Ni oranına sahip olmuştur. Yaprakların Ni içerikleri araştırmanın ikinci yılında yaklaşık olarak %6 oranında düşmüştür (Çizelge 7).

Projenin yürütüldüğü dönemlerde sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki Ni oranları biçimlerdeki gecikme ile düşüş göstermiştir. Bu sebeple en yüksek sap Ni oranı bulduran bitkiler 30 cm boylandığında, en az Ni içeren bitkiler ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilenlerde olmuştur. Diğer taraftan Nutrima ve Topper-76 çeşitleri diğer çeşitlerin saplarından daha fazla Ni içermişlerdir. Araştırmanın ilk yılında saplarda biriken ortalama Ni oranı 0.931 ppm iken, bu rakam ikinci yılda 0.875 ppm'e düşmüştür (Çizelge 8).

### **Yaprak ve Sapların Kobalt (Co) İçerikleri**

Araştırma yılları ve ortalamasında bitkilerde biçim zamanının gecikmesi ile yapraklarındaki Co oranında düşüş gerçekleşmiştir. Bu nedenle en yüksek Co oranı 30 cm boyda hasadı yapılan bitkilerde belirlenirken, fizyolojik olumda hasat edilenler en az Co oranına sahip olmuştur. Çeşitlerin Co oranları ilk yıl 0.725-0.765 ppm, ikinci yıl 0.681-0.718 ppm ve yılların ortalamasında ise 0.703-0.742 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 9).

Denemede sorgumun sap kısımlarının Co oranları bitkilerin biçim yüksekliklerinin ilerlemesi ile düşüş göstermiştir. En erken biçilen (30 cm boyda) bitkilerin sapsızları en yüksek Co oranına sahip olmuştur. Buna karşılık fizyolojik olumda biçilenler en az Co içermişlerdir. Çeşitlere göre ortalama kobalt düzeyleri ilk yıl 0.669-0.841 ppm, ikinci yıl 0.628-0.790 ve yıllar ortalamasında 0.649-0.816 ppm arasında yer almıştır. Yılların ortalamasına göre, Nutri Honey sapsızlarında diğerlerinden daha yüksek Co bulunurken, M81-E en düşük Co oranına sahip çeşit olmuştur (Çizelge 10).

### **Yaprak ve Sapların Krom (Cr) İçerikleri**

Sorgum çeşitlerinin yapraklarının Cr kapsamı diğer minerallerde olduğu gibi, bitkilerin biçimlerindeki olgunlaşma düzeylerine bağlı olarak düşmüştür. Araştırma yıllarında ortalama en yüksek Cr oranı 30 cm boyda hasat edilen bitkilerde belirlenirken, en az Cr içeriği fizyolojik dönemde hasat edilenlerde belirlenmiştir. Çeşitlerden Nutri Honey ve Topper-76 diğerlerinden daha yüksek Cr oranına sahip olmuştur. Yıllara göre yaprakların Cr içerikleri %6 oranında değişim göstermiştir (Çizelge 11).

Diğer mineral elementlerde olduğu gibi, sorgumun sap kısımlarındaki Cr içerikleri bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak azalmıştır. Dolayısıyla en yüksek Cr oranı 30 cm boyda, en düşük Cr ise fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Bununla birlikte Nutrima en yüksek, Nutri Honey ve M81-E çeşitleri de en düşük Cr bulduran çeşitler olmuştur. Çalışmanın ilk yılında saplarda biriken Cr oranı 1.408 ppm iken, ikinci yılda bu değer 1.324 ppm'e düşmüştür (Çizelge 12).

Table 5. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf cadmium of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 5. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kadmiyum oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	0.729	0.723	0.690	0.703	0.712 A
60 cm	0.418	0.610	0.520	0.589	0.534 B
90 cm	0.266	0.413	0.298	0.281	0.314 C
120 cm	0.188	0.242	0.227	0.277	0.233 D
150 cm	0.152	0.222	0.187	0.208	0.192 DE
Fiz. olum	0.151	0.155	0.129	0.133	0.142 E
<b>Ortalama</b>	0.317	0.394	0.394	0.365	0.355
<b>Önemlilik: PÇ:öd, PBY:**, PÇxBY:öd</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	0.692	0.687	0.655	0.667	0.675 A
60 cm	0.378	0.559	0.475	0.539	0.488 B
90 cm	0.254	0.392	0.284	0.268	0.299 C
120 cm	0.179	0.230	0.216	0.264	0.222 D
150 cm	0.134	0.200	0.168	0.187	0.172 DE
Fiz. olum	0.142	0.146	0.121	0.125	0.134 E
<b>Ortalama</b>	0.297 B	0.369 A	0.320 B	0.342 AB	0.332
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:öd</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	0.711 a	0.705 a	0.672 a	0.685 a	0.693 A
60 cm	0.398 d	0.584 b	0.498 c	0.564 bc	0.511 B
90 cm	0.260 efg	0.403 d	0.291 e	0.274 ef	0.307 C
120 cm	0.183 ghı	0.236 e-h	0.222 e-ı	0.271 ef	0.228 D
150 cm	0.143 ı	0.211 e-ı	0.177 ghı	0.198 f-ı	0.182 E
Fiz. olum	0.146 hı	0.151 ghı	0.125 hı	0.129 hı	0.138 E
<b>Ortalama</b>	0.307 C	0.382 A	0.331 BC	0.353 AB	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:öd</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 6. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk cadmium of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 6. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kadmiyum oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	0.368 c	0.590 a	0.447 b	0.326 cd	0.433 A
60 cm	0.210 e-ı	0.361 c	0.274 de	0.274 de	0.280 B
90 cm	0.219 e-ı	0.251 efg	0.245 efg	0.271 def	0.247 B
120 cm	0.196 f-ı	0.209 e-ı	0.238 e-h	0.176 ghı	0.205 C
150 cm	0.183 f-ı	0.174 ghı	0.149 hı	0.179 ghı	0.171 CD
Fiz. olum	0.128 hı	0.131 hı	0.108 ı	0.140 ghı	0.127 D
<b>Ortalama</b>	0.217 B	0.286 A	0.243 B	0.228 B	0.244
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:*</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	0.352 c	0.561 a	0.456 b	0.312 cd	0.413 A
60 cm	0.183 g-l	0.325 c	0.243 ef	0.243 ef	0.248 B
90 cm	0.210 e-j	0.240 efg	0.235 e-h	0.259 de	0.236 B
120 cm	0.187 f-ı	0.200 e-k	0.226 e-ı	0.168 h-l	0.195 C
150 cm	0.164 h-l	0.155 ı-l	0.132 kl	0.160 ı-l	0.153 D
Fiz. olum	0.121 jkl	0.123 jkl	0.102 l	0.132 jkl	0.119 D
<b>Ortalama</b>	0.203 B	0.267 A	0.227 B	0.212 B	0.227
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	0.360 c	0.575 a	0.436 b	0.319 d	0.423 A
60 cm	0.196 g-j	0.343 cd	0.259 e	0.258 e	0.264 B
90 cm	0.214 e-h	0.246 ef	0.240 efg	0.265 e	0.241 B
120 cm	0.192 g-k	0.205 f-ı	0.232 efg	0.172 h-l	0.200 C
150 cm	0.174 h-l	0.164 hl	0.141 kl	0.169 h-l	0.162 D
Fiz. olum	0.124 kl	0.127 jkl	0.105 l	0.136 ı-l	0.123 E
<b>Ortalama</b>	0.210 C	0.277 A	0.235 B	0.220 BC	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:öd</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, öd ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 7. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf nickel of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 7. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak nikel oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	1.672 ab	1.480 bcd	1.844 a	1.525 bc	1.630 A
60 cm	1.487 bcd	1.851 a	1.507 bcd	1.310 de	1.539 A
90 cm	1.274 de	1.366 cde	1.229 e	1.123 efg	1.248 B
120 cm	1.151 ef	1.149 ef	1.269 de	0.923 fgh	1.123 B
150 cm	0.725 hij	0.854 gh	0.849 gh	0.798 hi	0.806 C
Fiz. olum	0.340 jk	0.415 ijk	0.324 k	0.441 ijk	0.380 D
<b>Ortalama</b>	<b>1.108 AB</b>	<b>1.186 A</b>	<b>1.170 A</b>	<b>1.020 B</b>	<b>1.121 A</b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	1.580 ab	1.399 cd	1.742 a	1.442 bc	1.541 A
60 cm	1.385 cd	1.728 a	1.404 bcd	1.219 de	1.434 B
90 cm	1.203 de	1.290 cde	1.161 e	1.061 ef	1.179 C
120 cm	1.086 ef	1.084 ef	1.197 de	0.872 fg	1.060 D
150 cm	0.674 ghi	0.795 g	0.791 g	0.743 gh	0.751 E
Fiz. olum	0.321 j	0.390 ij	0.306 j	0.415 hij	0.358 F
<b>Ortalama</b>	<b>1.042 AB</b>	<b>1.114 A</b>	<b>1.100 A</b>	<b>0.959 B</b>	<b>1.054 B</b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	1.626 b	1.439 cd	1.793 a	1.483 c	1.585 A
60 cm	1.436 cd	1.789 a	1.456 cd	1.264 ef	1.486 B
90 cm	1.239 efg	1.328 de	1.195 efg	1.092 g	1.213 C
120 cm	1.119 fg	1.116 fg	1.233 efg	0.898 h	1.091 D
150 cm	0.700 i	0.824 hi	0.820 hi	0.770 hi	0.779 E
Fiz. olum	0.330 j	0.402 j	0.315 j	0.428 j	0.369 F
<b>Ortalama</b>	<b>1.075 A</b>	<b>1.150 A</b>	<b>1.135 A</b>	<b>0.989 B</b>	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:**</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>od</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 8. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk nickel of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 8. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap nikel oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	1.424 b	1.333 b	1.821 a	1.857 a	1.609 A
60 cm	1.345 b	1.435 b	1.353 b	1.351 b	1.371 B
90 cm	0.815 c-f	1.367 b	0.771 def	0.948 c	0.975 C
120 cm	0.819 cde	0.899 cd	0.698 efg	0.858 cde	0.818 D
150 cm	0.303 j	0.632 fgh	0.467 hij	0.523 ghi	0.481 E
Fiz. olum	0.290 ij	0.315 ij	0.223 j	0.506 g-j	0.334 F
<b>Ortalama</b>	<b>0.833 B</b>	<b>0.997 A</b>	<b>0.889 B</b>	<b>1.007 A</b>	<b>0.931 A</b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	1.346 b	1.261 b	1.720 a	1.754 a	1.520 A
60 cm	1.251 b	1.336 b	1.259 b	1.257 b	1.276 B
90 cm	0.771 cde	1.291 b	0.730 def	0.897 c	0.922 C
120 cm	0.774 cde	0.849 cd	0.660 efg	0.810 cd	0.773 D
150 cm	0.277 jk	0.587 fgh	0.431 hij	0.484 hi	0.445 E
Fiz. olum	0.274 jk	0.297 ijk	0.210 k	0.477 g-j	0.314 F
<b>Ortalama</b>	<b>0.782 B</b>	<b>0.937 A</b>	<b>0.835 B</b>	<b>0.946 A</b>	<b>0.875 B</b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	1.385 b	1.297 c	1.771 a	1.806 a	1.565 A
60 cm	1.298 bc	1.386 bc	1.306 bc	1.304 bc	1.323 B
90 cm	0.793 ef	1.329 bc	0.751 fg	0.923 d	0.949 C
120 cm	0.796 ef	0.874 de	0.679 gh	0.834 def	0.796 D
150 cm	0.290 l	0.609 hi	0.449 jk	0.503 ij	0.463 E
Fiz. olum	0.282 l	0.306 kl	0.216 l	0.491 ijk	0.324 F
<b>Ortalama</b>	<b>0.807 C</b>	<b>0.967 A</b>	<b>0.862 B</b>	<b>0.977 A</b>	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:**</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>od</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).



Table 9. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf cobalt of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 9. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kobalt oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	1.480 ab	1.574 a	1.652 a	1.355 b	1.515 A
60 cm	0.852 de	0.910 cd	1.079 c	0.774 d-g	0.904 B
90 cm	0.789 d-g	0.599 fgh	0.452 h	0.834 def	0.668 C
120 cm	0.472 h	0.625 e-h	0.650 e-h	0.669 e-h	0.604 C
150 cm	0.404 h	0.429 h	0.421 h	0.522 gh	0.444 D
Fiz. olum	0.355 h	0.430 h	0.336 h	0.418 h	0.385 D
<b>Ortalama</b>	<b>0.725</b>	<b>0.761</b>	<b>0.765</b>	<b>0.762</b>	<b>0.753</b>
<b>Önemlilik: PÇ:ö<sup>d</sup>, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	1.399 ab	1.487 a	1.561 a	1.281 b	1.432 A
60 cm	0.788 de	0.842 cd	1.001 c	0.714 d-g	0.836 B
90 cm	0.746 def	0.567 e-h	0.429 h	0.788 cde	0.633 C
120 cm	0.447 h	0.591 e-h	0.615 e-h	0.633 d-h	0.571 C
150 cm	0.371 h	0.395 h	0.388 h	0.483 fgh	0.409 D
Fiz. olum	0.335 h	0.405 gh	0.317 h	0.394 gh	0.362 D
<b>Ortalama</b>	<b>0.681</b>	<b>0.715</b>	<b>0.718</b>	<b>0.716</b>	<b>0.707</b>
<b>Önemlilik: PÇ:ö<sup>d</sup>, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	1.440 bc	1.531 ab	1.607 a	1.318 c	1.474 A
60 cm	0.820 e	0.876 e	1.040 d	0.744 efg	0.870 B
90 cm	0.768 efg	0.583 h-k	0.440 jkl	0.811 ef	0.651 C
120 cm	0.459 jkl	0.608 g-j	0.632 ghı	0.651 fgh	0.588 C
150 cm	0.388 l	0.412 kl	0.405 kl	0.503 h-l	0.427 D
Fiz. olum	0.345 kl	0.417 h-l	0.326 l	0.406 ı-l	0.374 D
<b>Ortalama</b>	<b>0.703</b>	<b>0.738</b>	<b>0.742</b>	<b>0.739</b>	<b>0.739</b>
<b>Önemlilik: PÇ:ö<sup>d</sup>, PBY:**, PÇxBY:**, PY:ö<sup>d</sup></b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, ö<sup>d</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 10. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk cobalt of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 10. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kobalt oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	1.498 a	0.789 c-h	1.397 a	1.345 ab	1.257 A
60 cm	1.017 c	0.605 f-ı	0.961 cd	0.953 cde	0.884 B
90 cm	0.931 c-f	0.895 c-g	0.620 e-ı	0.934 c-f	0.845 BC
120 cm	0.471 hı	1.034 bc	0.427 ı	0.826 c-h	0.689 CD
150 cm	0.638 c-ı	0.742 c-ı	0.332 ı	0.410 ı	0.531 DE
Fiz. olum	0.492 d-ı	0.284 ı	0.277 ı	0.389 ghı	0.360 E
<b>Ortalama</b>	<b>0.841</b>	<b>0.725</b>	<b>0.669</b>	<b>0.809</b>	<b>0.761</b>
<b>Önemlilik: PÇ:ö<sup>d</sup>, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	1.416 a	0.748 c-g	1.320 a	1.272 ab	1.189 A
60 cm	0.942 cd	0.554 fgh	0.890 cde	0.883 cde	0.817 B
90 cm	0.880 cde	0.846 c-f	0.588 e-h	0.883 cde	0.799 BC
120 cm	0.446 h	0.976 bc	0.405 h	0.780 c-g	0.652 CD
150 cm	0.592 d-h	0.690 c-h	0.304 h	0.377 h	0.491 DE
Fiz. olum	0.463 e-h	0.268 h	0.261 h	0.366 gh	0.339 E
<b>Ortalama</b>	<b>0.790</b>	<b>0.680</b>	<b>0.628</b>	<b>0.760</b>	<b>0.715</b>
<b>Önemlilik: PÇ:ö<sup>d</sup>, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	1.457 a	0.768 c-f	1.359 a	1.308 a	1.223 A
60 cm	0.980 b	0.579 fgh	0.926 bc	0.918 bc	0.851 B
90 cm	0.906 bc	0.870 bcd	0.604 e-h	0.909 bc	0.822 B
120 cm	0.459 ghı	1.005 b	0.416 hı	0.803 b-e	0.671 C
150 cm	0.615 d-h	0.716 c-g	0.318 ı	0.394 hı	0.511 D
Fiz. olum	0.477 e-ı	0.276 hı	0.269 hı	0.378 ghı	0.350 D
<b>Ortalama</b>	<b>0.816 A</b>	<b>0.703 BC</b>	<b>0.649 C</b>	<b>0.785 AB</b>	<b>0.715</b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:ö<sup>d</sup></b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, ö<sup>d</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 11. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf chromium of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 11. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak krom oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	2.046 b	1.739 d-g	1.966 bc	2.303 a	2.013 A
60 cm	1.888 bcd	1.685 e-h	1.793 c-f	1.869 b-e	1.809 B
90 cm	1.685 d-h	1.627 f-ı	1.507 hij	1.659 e-ı	1.620 C
120 cm	1.514 hij	1.502 hij	1.677 d-h	1.556 g-j	1.562 C
150 cm	1.453 hij	1.406 ij	1.094 kl	1.306 jk	1.315 D
Fiz. olum	0.958 klm	0.731 m	0.935 lm	1.038 klm	0.916 E
<b>Ortalama</b>	1.591 AB	1.448 C	1.495 BC	1.622 A	1.539 A
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	1.932 b	1.643 d-g	1.857 bc	2.174 a	1.901 A
60 cm	1.763 bcd	1.572 e-h	1.674 def	1.745 cde	1.688 B
90 cm	1.590 d-h	1.536 f-ı	1.423 hij	1.566 d-h	1.529 C
120 cm	1.428 hij	1.417 hij	1.582 d-h	1.468 ghi	1.474 C
150 cm	1.360 hij	1.315 ij	1.021 kl	1.221 jk	1.229 D
Fiz. olum	0.903 klm	0.688 m	0.880 lm	0.978 klm	0.862 E
<b>Ortalama</b>	1.496 AB	1.362 C	1.406 BC	1.525 A	1.447 B
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	1.989 b	1.691 de	1.911 bc	2.238 a	1.957 A
60 cm	1.825 cd	1.628 ef	1.733 de	1.807 cd	1.749 B
90 cm	1.637 ef	1.581 e-ı	1.465 g-j	1.613 e-h	1.574 C
120 cm	1.471 g-j	1.459 hij	1.630 efg	1.512 f-j	1.518 C
150 cm	1.406 ijk	1.361 jk	1.057 l	1.263 k	1.272 D
Fiz. olum	0.931 lm	0.710 m	0.907lm	1.008 l	0.889 E
<b>Ortalama</b>	1.543 A	1.405 B	1.451 B	1.574 A	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:**</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 12. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk chromium of SSH and SS cultivars (ppm)  
Çizelge 12. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap krom oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (SS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	1.697 abc	1.725 ab	1.728 ab	1.829 a	1.745 A
60 cm	1.532 d-g	1.721 ab	1.591 b-e	1.644 bcd	1.622 B
90 cm	1.283 h	1.532 c-g	1.594 b-e	1.661 a-d	1.517 C
120 cm	1.440 e-h	1.674 a-d	1.288 h	1.559 b-f	1.490 C
150 cm	1.063 ij	1.369 fgh	1.288 hı	1.332 gh	1.263 D
Fiz. olum	0.785 jk	1.189 hı	0.530 k	0.733 k	0.809 E
<b>Ortalama</b>	1.300 B	1.535 A	1.336 B	1.460 A	1.408 A
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	1.604 a-d	1.630 abc	1.632 ab	1.728 a	1.648 A
60 cm	1.428 e-h	1.605 a-d	1.483 c-f	1.533 b-e	1.513 B
90 cm	1.211 ı	1.446 d-h	1.505 b-f	1.568 a-e	1.432 BC
120 cm	1.358 f-ı	1.579 a-e	1.215 ı	1.471 c-g	1.406 C
150 cm	0.992 jk	1.281 ghi	1.204 ij	1.245 hı	1.181 D
Fiz. olum	0.739 kl	1.120 ij	0.499 l	0.690 l	0.762 E
<b>Ortalama</b>	1.222 B	1.443 A	1.256 B	1.372 A	1.324 B
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	1.650 bc	1.678 ab	1.680 ab	1.778 a	1.697 A
60 cm	1.480 fg	1.664bc	1.537 def	1.589 b-f	1.567 B
90 cm	1.247 ı	1.489 efg	1.550 c-f	1.614 b-e	1.475 C
120 cm	1.399 gh	1.626 bcd	1.251 ı	1.515 d-g	1.448 C
150 cm	1.028 j	1.325 hı	1.246 hı	1.288 hı	1.222 D
Fiz. olum	0.762 k	1.154 ij	0.514 l	0.711 kl	0.786 E
<b>Ortalama</b>	1.261 C	1.489 A	1.296 C	1.416 B	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:**</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

### Yaprak ve Saplarda Kurşun (Pb) İçerikleri

Sorgum yapraklarındaki Pb düzeyleri bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak azalmıştır. Araştırma yılları ve ortalamasında en yüksek kurşun oranları 30 cm'de, en düşük değerler ise fizyolojik olumda biçilen parsellerde belirlenmiştir. Çeşitler içerisinde Nutri Honey diğerlerinde daha az Pb oranına sahip olmuştur. Yıllara göre yaprakların Pb düzeyleri yaklaşık olarak %6 oranında değişim göstermiştir (Çizelge 13).

Sorgum sapsularının Pb içerikleri biçim zamanındaki bitki boyunun artışına bağlı olarak azalmıştır. En yüksek kurşun oranı 30 cm boyda, en düşük oranlar ise fizyolojik olumda hasadı yapılan parsellerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre M81-E en az Pb bulundururken, diğer çeşitler yüksek Pb oranlarına sahip olmuşlardır (Çizelge 14).

Farklı sorgum çeşitlerinin mikro element içerikleri (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom, kurşun) bitki yaprak ve sapsulara, çeşitlere ve bitkilerin hasat zamanındaki boylanma durumlarına göre önemli oranda değişim göstermiştir. Genel olarak yaprakların mikro element içerikleri sap kısımlarından da yüksek bulunmuştur. Yaprakların element içerikleri sırasıyla kadmiyum %31.2, nikel %16.9, krom %8.5 ve kurşunda %13.6 oranında saptan daha yüksek bulunmuştur. Sadece borda %6.2 daha düşük içeriğe sahip olurken, sap ve yaprakların kobalt içerikleri ise aynı düzeyde kalmıştır. Yaprakların protein, vitamin ve mineral madde içerikleri sapsulara göre daha yüksek iken, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ ve ark., 1999). Dolayısıyla yapmış olduğumuz çalışmada yaprakların mikro element içeriklerinin yüksek olması yukarıdaki nedenden kaynaklanmaktadır. Bununla beraber yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve bitkinin diğer kısımlarına nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriği üretmektedir (Poorter ve ark., 1990).

Sorgum çeşitlerinin element içerikleri birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Bu değişim çeşitlerin genetik olarak farklı olmalarından kaynaklanmıştır (Manga ve Acar, 1988; Beadle, 1993; Khan ve ark., 2006; Kering ve ark., 2011; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019). Yapılan çalışmada sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinin şeker sorgum çeşidine göre genel olarak daha yüksek mineral madde içerdiği, tür ve çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu durum, tür ve/veya çeşitlerin genetik farklılıkları ile birlikte topraktan alınan besin madde miktarları ile ilgilidir (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Bununla beraber yapılan çalışmalarda P, K, Ca ve Mg oranlarının bitki türüne göre (Başbağ ve ark., 2011; Gülümser ve ark., 2017; Gürsoy ve Macit, 2017; Başbağ ve ark., 2018; Polat ve Bayraklı, 2019), hatta aynı tür içindeki farklı çeşitlere göre anlamlı düzeyde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Lema ve ark., 2004; Markovic ve ark., 2014; Engin ve Mut, 2018; Özyazıcı ve ark., 2018a ve 2018b; Turan ve ark., 2018; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019; Tan, 2019; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020).

Sorgum sudan otu ve seker sorgum çeşitlerinin makro ve mikro element içerikleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak düşüş göstermiştir. Yani bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak element içeriklerinde azalmalar meydana gelmektedir. Bu azalma borda 24 ppm'den 12 ppm'e, kadmiyumda 500 ppm'den 120 ppm'e, nikel ve kobaltta 1.500 ppm'den, 0.300 ppm'e, kromda 1.700 ppm'den 0.800 ppm'e ve kurşunda ise 3.000 ppm'den 1.500 ppm'e kadar düşüşler gerçekleşmiştir. Bitkilerin özellikle hızlı büyüdükleri dönemde mineral element ihtiyaçları yüksektir. Zira mineral elementlerin çoğu fizyolojik faaliyetlerin yoğun olduğu protoplazmada, daha azı da hücre çeperinde bulunmaktadır (Spears, 1994). Büyümenin ilerlemesi ile bitkilerde çeper bileşiklerinin artışına bağlı olarak toplam organik maddenin mineral maddeye oranı da arttığı için, büyüme ile otun mineral element içeriği de azalmıştır. Bir diğer görüş ise bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak mineral element içeriklerindeki düşüşün nedeni bu süreçte artan kuru madde miktarıdır (Kaçar, 2012). Yapılan çalışmalarda da olgunlaşmaya bağlı olarak makro ve mikro element içeriklerinde düşüşler tespit edilmiştir (McDowell, 1996; Tekeli ve ark., 2003; Brink ve ark., 2006; Türk ve ark., 2007; Schlegel ve ark., 2016; Can ve Ayan, 2017; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Meralarda yapılan bir diğer çalışmada bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak mineral element içeriklerinde azalmalar olduğu belirlenmiştir (Gökkuş ve ark., 2012).

Table 13. 2020, 2021 and two-year average ratios of leaf lead of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 13. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kurşun oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	4.420 a	3.565 cd	4.041 ab	3.902 bc	3.982 A
60 cm	2.583 g-j	3.132 def	3.606 bcd	3.190 de	3.128 B
90 cm	2.265 h-l	2.875 efg	2.571 f-k	2.844 e-h	2.639 C
120 cm	2.113 i-m	2.643 e-j	1.893 lm	2.697 e-i	2.336 C
150 cm	1.763 lm	1.900 klm	1.794 lm	1.983 j-m	1.860 D
Fiz. olum	1.279 m	1.984 i-m	1.305 m	1.624 lm	1.548 D
<b>Ortalama</b>	<b>2.404</b>	<b>2.683</b>	<b>2.535</b>	<b>2.707</b>	<b>2.582 A</b>
<b>Önemlilik: PÇ:<sup>öd</sup>, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	4.167 a	3.363 cd	3.810 ab	3.680 bc	3.755 A
60 cm	2.418 g-j	2.934 def	3.380 bcd	2.989 de	2.930 B
90 cm	2.136 gl	2.711 efg	2.424 f-k	2.682 e-h	2.488 C
120 cm	1.992 i-m	2.491 e-j	1.785 lm	2.542 e-i	2.203 C
150 cm	1.651 lm	1.780 klm	1.681 lm	1.858 j-m	1.743 D
Fiz. olum	1.204 m	1.868 h-m	1.229 m	1.530 lm	1.458 D
<b>Ortalama</b>	<b>2.262</b>	<b>2.525</b>	<b>2.385</b>	<b>2.547</b>	<b>2.430 B</b>
<b>Önemlilik: PÇ:<sup>öd</sup>, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	4.293 a	3.464 d	3.926 b	3.791 bc	3.868 A
60 cm	2.500 fg	3.033 e	3.493 cd	3.089 e	3.029 B
90 cm	2.201 ghı	2.793 ef	2.498 fgh	2.763 ef	2.564 C
120 cm	2.053 ij	2.567 fg	1.839 ijk	2.620 f	2.269 D
150 cm	1.707 jkl	1.840 i-l	1.738 i-l	1.920 ij	1.801 E
Fiz. olum	1.242 l	1.926 h-l	1.267 kl	1.577 jkl	1.503 E
<b>Ortalama</b>	<b>2.333 B</b>	<b>2.604 A</b>	<b>2.460 AB</b>	<b>2.627 A</b>	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:*</b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

Table 14. 2020, 2021 and two-year average ratios of stalk lead of SSH and SS cultivars (ppm)

Çizelge 14. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kurşun oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
<b>2020 yılı</b>					
30 cm	3.523 a	2.979 b	2.950 b	3.533 a	3.246 A
60 cm	2.932 b	2.225 d-h	2.963 b	2.628 b-e	2.687 B
90 cm	2.265 c-g	2.810 bc	2.168 d-ı	2.376 c-f	2.404 C
120 cm	1.819 f-j	2.739 bcd	1.780 g-j	2.208 d-ı	2.137 C
150 cm	1.392 jk	2.085 e-j	0.992 k	1.939 f-j	1.602 D
Fiz. olum	1.405 ijk	1.441 h-k	0.841 k	1.532 g-k	1.305 D
<b>Ortalama</b>	<b>2.223 A</b>	<b>2.380 A</b>	<b>1.949 B</b>	<b>2.369 A</b>	<b>2.230</b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>2021 yılı</b>					
30 cm	3.322 a	2.810 b	2.783 b	3.332 a	3.062 A
60 cm	2.746 bc	2.080 e-ı	2.775 b	2.459 b-f	2.515 B
90 cm	2.136 d-h	2.649 bcd	2.045 e-ı	2.241 c-g	2.268 BC
120 cm	1.716 g-j	2.582 b-e	1.679 hij	2.082 e-ı	2.014 C
150 cm	1.302 jk	1.955 f-j	0.926 k	1.817 g-j	1.500 D
Fiz. olum	1.323 ijk	1.357 h-k	0.792 k	1.443 h-k	1.229 D
<b>Ortalama</b>	<b>2.091 AB</b>	<b>2.239 A</b>	<b>1.833 B</b>	<b>2.229 A</b>	<b>2.098</b>
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**</b>					
<b>Yılların birleşik ortalaması (2020-2021)</b>					
30 cm	3.422 a	2.895 b	2.867 bc	3.433 a	3.154 A
60 cm	2.839 bc	2.152 f	2.869 bc	2.544 cde	2.601 B
90 cm	2.201 ef	2.729 bc	2.106 fgh	2.308 def	2.336 C
120 cm	1.767 g-k	2.660 bcd	1.730 h-k	2.145 fg	2.076 D
150 cm	1.347 kl	2.020 f-ı	0.959 l	1.878 f-j	1.551 E
Fiz. olum	1.364 jkl	1.399 jkl	0.817 l	1.487 i-l	1.267 E
<b>Ortalama</b>	<b>2.157 A</b>	<b>2.309 A</b>	<b>1.891 B</b>	<b>2.299 A</b>	
<b>Önemlilik: PÇ:**, PBY:**, PÇxBY:**, PY:<sup>öd</sup></b>					

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli olduğunu, <sup>öd</sup> ise önemli olmadığını göstermektedir (PÇ: çeşit, PBY: biçim yüksekliği, PY: yıl).

### Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma şeker sorgum (M81-E ve Topper-76) ve sorgum sudanotu melezi (Nutri Honey ve Nutrima) çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerine bağlı olarak yaprak ve sapların mineral element içeriklerini belirlemek amacıyla 2020 ve 2021 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Araştırmada yaprak ve sapların bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun değerleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprak ve sapların mikromineral (bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom ve kurşun) içeriklerinde %8-50 civarında düşüşler gerçekleşmiştir. Yaprakların mikromineral içeriklerinin sap kısımlarından %10-60 dolayında daha fazla olduğu görülmüştür. Sap kısımlarının yalnızca kobalt içeriği bakımından yapraklardan daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Yürütülen bu araştırmanın neticesinde otlatma ve kaba yem kaynağı olarak yetiştirilecek bu çeşitlerde otların mineral element içerikleri bakımından çeşitlerin benzer özellik gösterdiği ve çeşitlerin fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma “Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)” tarafından desteklenen 120-O-527 No’lu Projeden üretilmiştir. Ayrıca bu araştırma Berk YILDIRIM’ın Yüksek Lisans Tezinden oluşturulmuştur.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 1991. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- Ası, T., 1995. Tablolarla Biyokimya Cilt I, <http://veteirinary.ankara.edu.tr/~fidanci> , (01.07.2023).
- Avcıoğlu, R., Geren, H., Kavut, Y.T., 2009. Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi. Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri. Editörler: Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., TKB TÜGEM, İzmir, 680-701.
- 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., Çağan, E., Aydın, A., Sayar, M.S., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan, Eskişehir, s. 143-151.
- Başbağ, M., Çağan, E., Sayar, M.S., 2018. Bazı buğdaygil bitki türlerinin yem kalite değerlerinin belirlenmesi ve biplot analiz yöntemi ile özellikler arası ilişkilerin değerlendirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 27(2): 92-101.
- 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.
- Baytekin, H., Şılbir, 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.
- Beadle, C.L., 1993. Growth Analysis. In: Hall, D.O., Scurlock, J.M.O., Bolharnordenkampfh, R., Leegood, R.C., Long, S.P., Eds., Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A Field and Laboratory Manual, Chapman and Hall, London, 36-46.
- Bolat, İ., Kara, Ö., 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 19(1): 218-228.
- Brink, G.E., Sistani, K.R., Oldham, J.L., Pederson, G.A., 2006. Maturity effects on mineral concentration and uptake in annual ryegrass. Journal of Plant Nutrition. 29(6): 1143-1155.
- Can, M., Ayan, İ., 2017. Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) popülasyonlarında gelişme dönemlerine göre verim ve bazı özelliklerin değişimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi. 20(2): 160-166.
- 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.

- Dirik, K., 2017. Mineraller-kayaçların yapı taşları. [http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/JEO153\\_2\\_mineraller.pdf](http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/JEO153_2_mineraller.pdf) , (01.072023).
- Engin, B., Mut, H., 2018. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin nispi yem değerleri ile kimi mineral madde içeriklerinin biçim sıralarına göre değişimi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 15(02): 119-127.
- Fageria, N.K., 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- Gardiner, D.T., Miller, R.W., 2008. Soils in Our Environment. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Gökkuş, A., Özasan-Parlak, A., Baytekin, H., Hakyemez, B.H., Parlak, M., 2012. Akdeniz kuşağı çalılı meralarında otsu türlerin mineral içeriklerinin değişimi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 10(1): 1-10.
- Gülümser, E., Mut, H., Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U., 2017. Baklagil yem bitkisi tahıl karışımların ot kalitesi üzerinde ekim oranlarının etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 31(3): 43-51.
- Gürsoy, E., Macit, M., 2017. Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin mineral madde kompozisyonlarının belirlenmesi. Alinteri Zirai Bilimler Dergisi. 32(1): 1-9.
- Heath, M.E., Barnes, R.F., Metcalfe, D.S., 1985. Forages. Iowa State University Press, Ames.
- Jones, C., Jacobsen, J., 2001. Plant Nutrition and Soil Fertility. Nutrient management module 2. Montana State University Extension Service. Publication. 4449-2.
- Kaçar, B., 2012. Temel bitki besleme. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kaçar, B., Katkat, V., 2010. Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- 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.
- 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.
- 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.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Baykal Ç.L., 2005. Genel Hayvan Besleme. <http://www.muratgorgulu.com.tr/ckfinder/userfiles/files/GENEL%20HAYVAN%20BESLEME.pdf> (01.07.2023).
- Lema, M., Cebert, E., Sapra, V., 2004. Evaluation of small grain cultivars for forage in North Alabama. Journal of Sustainable Agriculture. 23(4): 133-145.
- 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.
- Manga, İ., Acar, Z., 1988. Yem Kültürünün Genel İlkeleri. Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No: 37, Samsun.
- Markovic, J., Dinic, B., Terzic, D., Andjelkovic, S., Milenkovic, J., Blagojevic, M., Celjaj, B., 2014. Macroelements in red clover (*Trifolium pratense* L.) relative to cow requirements. Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014", October 23-26, Jahorina, pp. 863-867.
- McDowell, L.R., 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. Animal Feed Science and Technology. 60(3-4): 247-271.
- 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.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., 2020. Sorgum x sudanotu melezi ve sudanotu çeşitlerinde hasat zamanının makro besin maddeleri konsantrasyonlarına etkisi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi. 7 (1): 47-58.
- 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.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., Turan, N., Kara, M.A., 2018a. Evaluation of some common chickling (*Lathyrus sativus* L.) genotypes in terms of hay quality and some mineral contents. International Conference on Agriculture, Forest, Food, Veterinary Sciences and Technologies (ICAF0F-2018), 2-5 April, Çeşme-İzmir/ Turkey, p. 215.
- Özyazıcı, M.A., Eliş, S., Özyazıcı, G., Açıkbaş, S., Turan, N., 2018b. Farklı dallı darı (*Panicum virgatum* L.) çeşitlerinden elde edilen silajların bazı makro besin maddesi kapsamı. 1. Uluslararası Battalgazi Multi Disipliner Çalışmalar Kongresi, Kongre Tam Metin Kitabı, Cilt III, 7-9 Aralık, Malatya-Türkiye, s. 2398-2407.

- Özyazısı, M.A., Açıkbay, S., 2019. Determination of mineral contents of sorghum (*Sorghum sp.*) and corn (*Zea mays L.*) varieties grown for roughage. *International Journal of Scientific and Technological Research*. 5(12): 227-237.
- Polat, H., Bayraklı, F., 2019. Konya bölgesi doğal meraları içerisindeki bazı bitkilerin ham protein ve besin elementi içerikleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*. 8(1): 132-147.
- 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.
- Salman, A., Budak, B., 2015. Farklı Sorgum\*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.
- Sarıççek, B.Z., 1995. Hayvan besleme biyokimyası. OMÜ. Zir.Fak. Yay. Ders Kitabı:15, Samsun, 149s.
- SAS, 1999. SAS V8 Online Manual, Cary, NC.
- Schlegel, P., Wyss, U., Arrigo, Y., Hess, H.D., 2016. Mineral concentrations of fresh herbage from mixedgrassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth stage. *Animal Feed Science and Technology*. 219: 226-233.
- Spears J.W., 1994. Minerals in Forages. In: Fahey G.C., Ed. *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*, ASA, CSSA, SSA, Wisconsin. 281-317.
- Tan, M., 2019. Macro and micromineral contents of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties used as forage by cattle. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 43:1-8.
- Tekeli, A.S., Avcıoğlu, R., Ateş, E., 2003. İran üçgülü (*Trifolium resupinatum L.*)'nde bazı morfolojik ve kimyasal özelliklerin zamana ve toprak üstü biomasına bağlı olarak değişimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 9(3): 352-360.
- Turan, N., Özyazıcı, M.A., Açıkbay, S., Seydoşoğlu, S., 2018. Fiğ (*Vicia sp.*) cinslerine ait genotiplerin bazı makro element kapsamının belirlenmesi. *UMTEB III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi*, 21-22 Haziran, Tam Metin Kitabı, Cilt-6, Gaziantep, Türkiye, s. 3705-3712.
- Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O., 2007. Effects of phosphorus fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of narbon vetch. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 50: 457-462.
- Underwood, E.J., Suttle, N.F., 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock* (3rd ed.). CABI Publishing, 614p.
- White, R.E., 2006. *Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource*. 4th Edition, Wiley-Blackwell Scientific Publication, London, United Kingdom.
- Wild, A., 1993. *Soils and The Environment: An Introduction*. 1st Edition, Cambridge University Pres, UK.
- Wolf, A., Watson, M., Wolf, N., 2003. Digestion and dissolution methods for P, K, Ca, Mg and trace elements. In: Peters J (ed) *Recommended methods of manure analysis*, vol A3769. University of Wisconsin Extension Publication, Madison, pp 30, 32-35.
- Yücel, C., İlker, İ., Gündel, F., Yücel, D., Aktaş, A., Karaağaç, H.A., Hatipoğlu, R., Dweikat, İ., 2017. Biyoetanol üretiminde kullanılmış tatlı sorgum saplarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.* 20 (Özel Sayı): 144-148.