

## Sorgum x Sudanotu Melezi ve Sudanotu Çeşitlerinde Hasat Zamanının Makro Besin Maddeleri Konsantrasyonlarına Etkisi

Mehmet Arif ÖZYAZICI\*, Semih AÇIKBAŞ

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 09.12.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 29.02.2020

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

[orcid.org/0000-0001-8709-4633](https://orcid.org/0000-0001-8709-4633) [orcid.org/0000-0003-4384-3908](https://orcid.org/0000-0003-4384-3908)

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: arifozyazici@siirt.edu.tr

**Öz:** Bu araştırma, ikinci ürün olarak yetiştirilen sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf) ve sudanotu [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf] çeşitlerinde hasat zamanının bazı mineral madde içeriklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır. Araştırmada tarla denemesi, Türkiye'nin yarı kurak iklim kuşağında yer alan Diyarbakır ilinde yürütülmüştür. Araştırmanın bitkisel materyalini; "Sugar Graze-II" ve "Nutri-Honey" sorgum x sudanotu melezi çeşitleri ile "Gözde-80" sudanotu çeşidi oluşturmuştur. Hasat zamanı olarak tam çiçeklenme, süt olum ve hamur olum devreleri ele alınmıştır. Tarla denemesi, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırma sonucuna göre, fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) yönünden ele alınan çeşitler arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiş; Nutri-Honey sorgum x sudanotu melezi mineral içeriği bakımından en zengin (% 0.35 P, % 2.11 K, % 0.56 Ca ve % 0.19 Mg) çeşidi oluşturmuştur. Hasat zamanı geciktikçe bitkilerin içerdiği P, K ve Mg miktarlarının azaldığı, Ca oranlarının ise arttığı tespit edilmiştir. İki yılın ortalaması olarak; en yüksek P (% 0.34), K (% 2.26) ve Mg (% 0.18) değerleri tam çiçeklenme devresinde, en yüksek Ca oranı ise süt olum (% 0.55) ve hamur olum (% 0.58) dönemlerinde biçilen bitkilerden elde edilmiştir. Sorgum çeşitlerine ait kaba yemlerin K yönünden hayvanların ihtiyacını karşılamada yeterli düzeyde olduğu; P, Ca ve Mg oranlarının ise yem rasyonlarında olması gereken sınır değerlerin altında olduğu belirlenmiştir. Hem çeşitler hem de hasat zamanları itibarıyla kuru otun Ca/P oranı hayvan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı verilerden anlaşılmıştır. Araştırma sonucunda, çeşit ve hasat zamanlarına göre K/(Ca+Mg) oranı 1.80-3.72 arasında değişim göstermiş; ortalama 2.71 K/(Ca+Mg) oranına sahip sorgum çeşitlerinin, hayvan sağlığı açısından tetani hastalığı riski taşıdığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre; kullanılan sorgum çeşitlerinden elde edilen kuru otun, tek başına kaba yem olarak kullanılması durumunda yem rasyonlarına P, Ca ve Mg içeren maddelerin ilave edilmesi ve/veya adı geçen bu minerallerce zengin yemlerle birlikte sorgumun hayvan beslemede kullanılması uygun olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sorgum, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, ot tetanozu

## The Effect of Harvest Time on Macro Nutrient Concentrations in Sorghum x Sudangrass Hybrid and Sudangrass Varieties

**Abstract:** In this study, it was aimed to determine the effect of harvest time on some mineral contents in sorghum x sudangrass hybrids (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf) and sudangrass [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf] cultivars grown as a second crop. In this research, field trials were conducted under semi-arid climate conditions of Diyarbakır province in Turkey. Plant material of the research was consisted of "Sugar Graze-II" and "Nutri-Honey" sorghum x sudangrass hybrid varieties and "Gözde-80" sudangrass variety. As the harvest time, completely blooming, milk stage and dough stage were chosen. Field trials were designed as divided parcels in randomized complete blocks design with 4 replications. According to results of the research, significant differences were determined between the varieties for phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg), and Nutri-Honey sorghum x sudangrass hybrid was the richest (0.35% P, 2.11% K, 0.56% Ca and 0.19% Mg) in terms of mineral content. As the harvest time is delayed, it was determined that the P, K and Mg amounts in the plants decreased, while Ca rates were increased. As the average of two years data, the highest P (0.34%), K (2.26%) and Mg (0.18%) values were obtained in the completely blooming period, and the highest Ca rate was obtained from the plants harvested in the milk stage (0.55%) and dough stage (0.58%). Sorghum varieties were sufficient to meet the needs of animals

in terms of forage K content; however, P, Ca and Mg ratios were below the limit values that should be in feed rations. Ca/P ratio did not pose any risk for animal health in terms of both cultivars and harvest times. As a result of the research, K/(Ca+Mg) ratios varied between 1.80-3.72 according to cultivar and harvest times, and sorghum varieties with an average K/(Ca+Mg) ratio of 2.71 were found to have a risk of tetanic disease in terms of animal health. According to these results, if the sorghum varieties are used for roughage alone, it will be appropriate to add P, Ca and Mg substances to feed rations and/or to use sorghum in animal feeding with these minerals rich feeds.

**Keywords:** Sorghum, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, herb tetanus

## 1. Giriş

Hayvan başına verim; bir yandan hayvan potansiyelinin durumuna (hayvanların yaşı, cinsi, cinsiyeti, genetik potansiyel vb.), diğer yandan hayvanlara yedirilen yemin miktar ve kalitesine bağlıdır. Bir yem bitkisinin besleme değeri yem kalitesinin bir göstergesi olup, yem bitkisinin besleme değerinin belirlenmesinde bitkilerin kimyasal kompozisyonları önemli ölçüt olarak yer almaktadır (Manga ve Acar, 1988). Fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)'dan oluşan makro elementler, hem bitki hem de hayvan fizyolojisinde önemli işlevlere sahip olan (Ensminger ve ark., 1990; Sabah ve Çelik, 2001; Tekeli ve ark., 2003; McCauley ve ark., 2009; Soetan ve ark., 2010; Lätt, 2019), bitkilerin kimyasal kompozisyonları içerisinde irdelenen önemli minerallerdir. Organizmalar yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için karbonhidrat, protein, yağ ve vitamin gibi besin maddelerine ihtiyaç duydukları gibi, bu mineral maddelere de gereksinim duymaktadırlar. Ancak, mineral maddeler canlı organizmada sentezlenmeleri mümkün olmadıkları için mutlaka dışarıdan karşılanması gerekmektedir. Bu nedenle, hayvanların ihtiyaç duyduğu mineral maddelerin önemli bir kısmı kaba yemlerle karşılanmakta (Espinoza ve ark., 1991; Gökkuş ve ark., 2013; Eğritaş ve Önal Aşçı, 2015); bitkiler ise ihtiyacı olan P, K, Ca ve Mg gibi besin maddelerini, yararışlı formda olduğu sürece topraktan alabilmektedirler (Ozyazici ve Acikbas, 2019). Dünyanın birçok bölgesinde mera hayvancılığında hayvansal üretimi etkileyebilecek mineral eksiklikler arasında Ca, P, Mg gibi makro elementlerin bulunduğu bildirilmiştir (Little, 1982; Judson ve McFarlane, 1998). Yeteri miktarda yem temin edilse bile zayıf hayvan büyümesi ve üreme sorunları yaygın olabilmektedir. Bu durum, yemlerdeki düşük mineral konsantrasyonlarının neden olduğu mineral eksiklikleri ile doğrudan ilişkili olabileceği bildirilmiştir (McDowell, 1997).

Hayvansal üretimin en önemli girdisi konumundaki kaba yemlerin mineral içeriklerinin bilinmesi dengeli hayvan besleme açısından büyük önem taşımaktadır. Hayvanların ihtiyaç duyduğu kaba yemlerin önemli bir kısmını, tarla tarımı içerisinde yetiştirilen yem bitkileri oluşturmaktadır.

Yem bitkileri yetiştirilme amaçlarına bağlı olarak farklı olgunluk devrelerinde hasat edilmektedir. Bitkilerin genetik varyasyonları, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, iklim, biçim/hasat zamanı, bakım ve kullanım gibi bir dizi tarımsal uygulamalar, yemlerin içerdiği mineral madde miktarlarını ve/veya yemlerin besleme değerini etkilemektedir (Manga ve Acar, 1988; Khan ve ark., 2006; Kering ve ark., 2011; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019). Dolayısıyla yemlerdeki mineral konsantrasyonlarının analiz edilerek belirlenmesi, besicilikte gerekli durumlarda yem rasyonlarına uygun dozda mineral takviyesi açısından oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, ikinci ürün olarak yetiştirilen sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf) ve sudanotu [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf] çeşitlerinde, hasat zamanının kuru otun bazı mineral madde içeriklerine etkisinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada tarla denemesi; 2015 ve 2016 yıllarında, Diyarbakır il merkezine 30 km uzaklıkta yer alan Sur ilçesine bağlı Yenice Köyü'nde ikinci ürün koşullarında yürütülmüştür.

Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Killi-tın bünyeli, hafif alkalin karakterli ve tuzluluk

**Tablo 1.** Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)\*

Toprak özelliği	Birim	Değeri	
		2015 yılı	2016 yılı
Kil	%	34.00	33.75
Kum	%	42.56	41.42
Silt	%	23.44	24.83
pH		7.62	7.71
Toplam tuz	%	0.004	0.003
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	%	5.4	5.1
Organik madde	%	3.02	2.88
Alınabilir P	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> da <sup>-1</sup>	7.8	5.5
Ekstrakte edilebilir K	ppm	1203	988
Ekstrakte edilebilir Ca	ppm	29052	28112
Ekstrakte edilebilir Mg	ppm	1255	1012

\*: Analizler Siirt Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Toprak Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

problemi bulunmayan toprakların; kireç içeriğinin “orta kireçli”, organik madde içeriğinin ise “iyi” ve “orta” düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma topraklarının; orta (2015 yılı ) ve az (2016 yılı) düzeyde alınabilir P, çok yüksek düzeyde ekstrakte edilebilir K, iyi düzeyde ekstrakte edilebilir Ca ve Mg içerdiği belirlenmiştir (Tablo 1).

Diyarbakır iline ait uzun yıllar ve araştırma yılları bazı iklim verileri incelendiğinde, ekim-hasat

dönemini kapsayan 5 aylık vejetasyon döneminde; uzun yıllara ait ortalama en yüksek sıcaklık ve ortalama sıcaklık değerlerinin araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait değerlere benzerlik gösterdiği görülmüştür. Araştırmanın ilk yılındaki toplam yağış miktarı uzun yıllar değeri ile paralellik gösterirken, 2016 yılında vejetasyon dönemindeki toplam yağış miktarının bir miktar düşük olduğu görülmüştür (Tablo 2).

**Tablo 2.** Diyarbakır ili uzun yıllar (1950-2016) ve araştırma yılları bazı iklim verileri (Anonim, 2016)

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Ortalama en yüksek sıcaklık (°C)			Toplam yağış (mm)		
	2015	2016	Uzun yıllar	2015	2016	Uzun yıllar	2015	2016	Uzun yıllar
Temmuz	31.6	31.6	31.1	40.0	39.2	38.3	---	---	0.7
Ağustos	30.8	31.9	30.4	39.3	40.5	38.2	---	---	0.4
Eylül	27.4	24.2	24.9	36.2	31.9	33.2	---	5.2	3.9
Ekim	18.5	18.8	17.3	25.1	26.7	25.3	84.2	13.6	31.7
Kasım	10.0	8.2	9.5	17.3	16.4	16.2	10.4	52.0	53.8
Ortalama/Toplam	23.7	22.9	22.6	31.6	30.9	30.3	94.6	70.8	90.5

Araştırmanın bitkisel materyalini; özel firmadan temin edilen “Sugar Graze-II” ve “Nutri-Honey” sorgum x sudanotu melezi çeşitleri ile Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde tescil edilen “Gözde-80” sudanotu çeşidi oluşturmuştur.

Üç farklı sorgum çeşidi ve üç farklı hasat zamanı (tam çiçeklenme, süt olum ve hamur olum)’nın araştırma konusu olarak ele alındığı çalışmada; tarla denemesi, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş, çeşitler ana parsellere, hasat zamanları ise alt parsellere yerleştirilerek deneme deseni oluşturulmuştur.

Birinci ürün buğday hasadından sonra tarla sürülmüş ve ekime hazır hale getirilmiştir. Araştırmada bitkiler; her parselde 6 sıra olacak şekilde, 40 cm sıra arası mesafede yetiştirilmiş olup, parsel ebatları 2.4x5= 12 m<sup>2</sup> olarak tutulmuştur. İkinci ürün koşullarında yürütülen çalışmada; ekim işlemi, dekara 2 kg hesabıyla tohum atılmak suretiyle ilk yıl 21 Temmuz 2015, ikinci yıl ise 30 Temmuz 2016 tarihinde yapılmıştır. Tablo 1’deki toprak analiz sonuçlarına göre, her iki yılda da; fosforlu gübre olarak dekara 3 kg saf P olacak şekilde triple süper fosfat (% 43-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) gübresinin tamamı, azotlu gübre olarak dekara 13 kg saf azot (N) hesabıyla amonyum nitrat (% 33 N) gübresinin yarısı ekimle birlikte açılan sıralara uygulanmıştır. Azotun kalan yarısı ise bitkiler 40-50 cm yüksekliğe ulaştığında ikinci çapa (boğaz doldurma) esnasında verilmiştir. Çıkış sağlanana kadar yağmurlama sulama sistemi ile sulama yapılmış; daha sonraki dönemlerde ise bitkilerin dış görünüşlerine bakılarak ihtiyaç duyulan zamanlarda her parsele eşit olacak şekilde karık usulü sulama

uygulanmıştır. Bitkilerin diğer bakım işlemleri ise usulüne uygun olarak zamanında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada bitkiler; tam çiçeklenme devresi için 04 Ekim 2015 ve 15 Ekim 2016, süt olum devresi için 21 Ekim 2015 ve 06 Kasım 2016 ve hamur olum devresi için ise 01 Kasım 2015 ve 12 Kasım 2016 tarihinde hasat edilmiştir. Hasat edilen her parselden 1 kg ağırlığında tüm bitki aksamını kapsayacak şekilde örnekleri alınmış, alınan örnekler bir süre havada kurutulduktan sonra 70 °C’ye ayarlı etüvde 48 saat süreyle kurutulmuş ve öğütülerek analizler hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerin P, K, Ca ve Mg oranları; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı’nda, NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy-Yakın Kızıl Ötesi Yansıması Spektroskopisi) cihazı ile #IC-0904FE kalibrasyon seti (Anonymous, 2019) kullanılarak belirlenmiştir (Brogna ve ark., 2009).

Çalışmada, yüzde (%) ile ifade edilen değerler açı transformasyonu yapıldıktan sonra istatistiki analizleri yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuş; F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar, asgari önemli fark (AÖF) testi ile belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Minerallerin çeşitlere ve hasat zamanına göre değişimi

Diyarbakır ili sulanabilir şartlarında ikinci ürün olarak yetiştirilen sorgum x sudanotu melezi ile

sudanotu çeşitlerinin kuru maddesinde, farklı hasat zamanlarına göre belirlenen bazı minerallerin konsantrasyonları Tablo 3-6'da sunulmuştur.

Araştırmada iki yılın ortalama sonuçlarına göre; bitkilerin toplam P, K ve Mg kapsamı yönünden yıllar ve sorgum çeşitleri arasındaki farklılık istatistiki anlamda  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin ve hasat zamanlarının ortalaması olarak en yüksek P, K ve Mg kapsamı ilk yıl hasat edilen bitkilerde (sırasıyla; % 0.33, % 2.14 ve % 0.20) saptanmıştır. Yılların ve hasat zamanlarının ortalaması olarak en yüksek P, K ve Mg oranı sırasıyla % 0.35, % 2.11 ve % 0.19 ile Nutri-Honey sorgum x sudanotu melezi çeşidinde belirlenmiştir. Adı geçen mineraller yönünden diğer çeşitler istatistiki açıdan düşük grubu oluşturmuştur. Toplam Ca yönünden ise çeşitler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz olup, çeşitlerin Ca oranı % 0.54-0.56 arasında değişim göstermiştir (Tablo 3-6).

Araştırmada, farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen sorgum çeşitlerinin içerdiği P, K ve Mg konsantrasyonlarının yıllar arasında farklılık göstermesi; her iki yıla ait deneme yeri topraklarında, adı geçen bu makro elementlerin alınabilir miktarlarının farklı olması (Tablo 1) ile açıklanabilir. Nitekim hayvan beslenmesi açısından son derece önemli olan yemlerin mineral içeriklerine, minerallerin topraktaki alınabilir miktarlarının doğrudan etkili olduğu (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019), besin elementlerinin topraktaki miktarları ile bitkideki miktarları arasında pozitif bir ilişki olduğu (Lätt, 2019) bildirilmektedir. Bu anlamda yine Smith ve Lonergan (1997),

mevsimsel değişkenliğin ve toprağın nem içeriğindeki farklılığın minerallerin alımını önemli ölçüde etkileyebildiğini bildirmiştir.

Araştırma sonucuna göre, sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinin sudanotu çeşidine göre genel olarak daha yüksek mineral madde içerdiği, tür ve çeşitler arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmüştür. Bu durum, tür ve/veya çeşitlerin genetik farklılıklarına bağlı olarak, bitki besin maddelerini topraktan alım potansiyellerinin farklı olması ile açıklanabilir. Yapılan araştırmalar yem bitkisi kuru otunun içerdiği P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarının, yem bitkisi 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 içerisinde çeşitlere göre (Lema ve ark., 2004; Markovic ve ark., 2014; Engin ve Mut, 2018; Özyazıcı ve ark., 2018a ve 2018b; Turan ve ark., 2018; Özyazıcı ve Acıkbaş, 2019; Tan, 2019) önemli değişkenlikler gösterdiği rapor edilmiştir.

İki yıllık ortalama sonuçlar incelendiğinde; hasat zamanı, bitkilerin toplam P, K, Ca ve Mg konsantrasyonunu istatistiki açıdan çok önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde etkilemiştir. Araştırmada incelenen mineraller yönünden (Ca hariç) en yüksek değerler, yılların ve çeşitlerin ortalaması olarak tam çiçeklenme döneminde hasat edilen sorgum bitkilerinde (sırasıyla; % 0.34 P, % 2.26 K ve % 0.18 Mg) tespit edilmiştir. Hamur olum döneminde hasat edilen bitkilerde ise toplam P, K ve Mg yönünden en düşük değerler saptanmıştır. Bitkilerin içerdiği toplam Ca oranı yönünden en yüksek değerler ise yılların ve çeşitlerin ortalaması

**Tablo 3.** Sorgum çeşitlerinde hasat zamanının kuru otun P içeriğine etkisi (%)<sup>1</sup>

Çeşitler	Hasat zamanı			Ortalama
	Tam çiçeklenme	Süt olum	Hamur olum	
2015 yılı				
Sugar Graze-II	0.33	0.30	0.27	0.30 cd
Nutri-Honey	0.38	0.36	0.36	0.37 a
Gözde-80	0.34	0.31	0.29	0.32 bc
Ortalama	0.35	0.32	0.31	0.33 A
2016 yılı				
Sugar Graze-II	0.34	0.32	0.29	0.32 bc
Nutri-Honey	0.35	0.32	0.31	0.33 b
Gözde-80	0.31	0.29	0.28	0.29 d
Ortalama	0.33	0.31	0.29	0.31 B
Ortalama				
Sugar Graze-II	0.34	0.31	0.28	0.31 b
Nutri-Honey	0.37	0.34	0.34	0.35 a
Gözde-80	0.33	0.30	0.28	0.30 b
Ortalama	0.34 A	0.32 B	0.30 C	
Önemlilik düzeyi				
Yıl (Y): 0.0091**, Çeşit (Ç): 0.0002**, Hasat zamanı (HZ): 0.0001**, YxÇ: 0.0060**, YxHZ: 0.7139, ÇxHZ: 0.1393, YxÇxHZ: 0.5259				

<sup>1</sup>: Aynı sütunda/aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

**Tablo 4.** Sorgum çeşitlerinde hasat zamanının kuru otun K içeriğine etkisi (%)<sup>1</sup>

Çeşitler	Hasat zamanı			Ortalama
	Tam çiçeklenme	Süt olum	Hamur olum	
2015 yılı				
Sugar Graze-II	2.57 a	2.08 cd	1.48 g	2.04
Nutri-Honey	2.65 a	2.17 c	2.13 c	2.32
Gözde-80	2.39 b	2.15 c	1.62 efg	2.05
Ortalama	2.53 A	2.13 B	1.74 D	2.14 A
2016 yılı				
Sugar Graze-II	2.07 cd	1.72 ef	1.62 efg	1.80
Nutri-Honey	2.11 cd	1.95 d	1.67 ef	1.91
Gözde-80	1.78 e	1.60 fg	1.48 g	1.62
Ortalama	1.99 C	1.76 D	1.59 E	1.78 B
Ortalama				
Sugar Graze-II	2.32 a	1.90 c	1.55 d	1.92 b
Nutri-Honey	2.38 a	2.06 b	1.90 c	2.11 a
Gözde-80	2.09 b	1.87 c	1.55 d	1.84 b
Ortalama	2.26 A	1.94 B	1.67 C	
Önemlilik düzeyi				
Yıl (Y): 0.0001**, Çeşit (Ç): 0.0006**, Hasat zamanı (HZ): 0.0001**, YxÇ: 0.1031, YxHZ: 0.0001**, ÇxHZ: 0.0083**, YxÇxHZ: 0.0015**				

<sup>1</sup>: Aynı sütunda/aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli değildir, \*\*: p<0.01 düzeyinde önemli

olarak süt olum (% 0.55) ve hamur olum (% 0.58) döneminde hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir (Tablo 3-6).

Yem bitkilerinin biçim devresine göre farklı kalitede yem elde edilmektedir. Bu anlamda bitki gelişme devresi/hasat zamanı yem kalitesini etkileyen en önemli parametreler içerisinde yer almaktadır (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019). Bu çalışmada, sorgum çeşitlerinde her iki yılda ve iki yılın ortalama değerlerinde hasat zamanı geciktikçe P, K ve Mg konsantrasyonu azalmış; buna karşılık bitkilerin toplam Ca içeriği ise artış göstermiştir. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle mineral maddelerin

azalması, Kacar (2012) tarafından da belirtildiği üzere, bu süreçte bitkilerde kuru madde miktarının artmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Gelişme devresinin ilerlemesiyle/hasat zamanının gecikmesiyle genel olarak yem bitkisi kuru otlarının mineral içeriklerinin azaldığı (McDowell, 1996; Tekeli ve ark., 2003; Brink ve ark., 2006; Türk ve ark., 2007; Hall, 2008; Nordheim-Viken ve ark., 2009; Schlegel ve ark., 2016; Can ve Ayan, 2017; Gülümser ve Acar, 2017), Ca konsantrasyonunun değişiklik göstermediği ve/veya arttığı (Bakoğlu ve ark., 1999a; Türk ve ark., 2007; Schlegel ve ark., 2016) rapor edilmiştir.

**Tablo 5.** Sorgum çeşitlerinde hasat zamanının kuru otun Ca içeriğine etkisi (%)<sup>1</sup>

Çeşitler	Hasat zamanı			Ortalama
	Tam çiçeklenme	Süt olum	Hamur olum	
2015 yılı				
Sugar Graze-II	0.50	0.57	0.64	0.57
Nutri-Honey	0.52	0.55	0.61	0.56
Gözde-80	0.50	0.54	0.57	0.54
Ortalama	0.51 c	0.55 b	0.61 a	0.56
2016 yılı				
Sugar Graze-II	0.55	0.55	0.57	0.56
Nutri-Honey	0.54	0.56	0.56	0.55
Gözde-80	0.53	0.55	0.55	0.54
Ortalama	0.54 bc	0.55 b	0.56 b	0.55
Ortalama				
Sugar Graze-II	0.53	0.56	0.60	0.56
Nutri-Honey	0.53	0.56	0.58	0.56
Gözde-80	0.51	0.55	0.56	0.54
Ortalama	0.52 B	0.55 A	0.58 A	
Önemlilik düzeyi				
Yıl (Y): 0.7444, Çeşit (Ç): 0.1549, Hasat zamanı (HZ): 0.0007**, YxÇ: 0.8362, YxHZ: 0.0179*, ÇxHZ: 0.8927, YxÇxHZ: 0.7564				

<sup>1</sup>: Aynı sütunda/aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli değildir, \*: p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*: p<0.01 düzeyinde önemli

Araştırmada, P yönünden yıl x çeşit interaksyonu istatistiki açıdan  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasat zamanının ortalaması olarak en yüksek toplam P içeriği birinci yıl yetiştirilen Nutri-Honey çeşidinde (% 0.37), en düşük P içeriği ise ikinci yıl yetiştirilen Gözde-80 çeşidinde (% 0.29) saptanmıştır (Tablo 3).

Bitkilerin içerdiği toplam K yönünden, yıl x hasat zamanı ve çeşit x hasat zamanı ikili interaksyonu ile yıl x çeşit x hasat zamanı üçlü interaksyonu istatistiki açıdan çok önemli ( $p < 0.01$ ), toplam Ca yönünden ise yıl x hasat zamanı interaksyonu önemli ( $p < 0.05$ ) çıkmıştır (Tablo 4 ve 5).

Muller (2009), yem rasyonlarında hayvanların P ihtiyacının minimum düzeyde karşılanabilmesi için yemlerde en az % 0.40 oranında P bulunması gerektiğini rapor etmiştir. Literatürdeki bu sınır değer dikkate alındığında, araştırmada incelenen tüm çeşitlerde ve bütün hasat zamanlarında bitkilerin sınır değerinin altında P içerdiği görülmüştür. Öte yandan Kacar ve Katkat (2007) bitkilerin P içeriklerinin genellikle % 0.3-0.5 arasında değiştiğini, Jones ve ark. (1991) *S. vulgare*'de % 0.30-0.60 P aralığının yeterli düzey olduğunu bildirmektedir. Buna göre incelenen sorgum çeşitlerine ait P konsantrasyonları (Tablo 3), bitki besleme açısından literatürde belirtilen sınır değerleri arasında yer aldığı saptanmıştır. Fakat hayvan yemi açısından sorgum çeşitlerinin tüm hasat zamanlarında yetersiz düzeyde P içerdiği görülmüştür. Bitkide P konsantrasyonunun düşük olmasında, Ozyazici ve Acikbas (2019) tarafından da ifade edildiği üzere, araştırma topraklarının ekstrakte edilebilir Ca ve Mg kapsamlarının yüksek

olması nedeniyle toprakta fosforun tutulmasının, bir başka ifade ile bitkiler tarafından P alımının engellenmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Lindsay ve ark. (1989) yüksek Ca içeriği ve yüksek pH'nın bulunduğu alanlarda fosforun, Ca ile bileşik oluşturarak çözünürlüğü çok az olan  $CaPO_4$ 'a dönüştüğünü rapor etmişlerdir. Buna ek olarak bitkinin yetiştiği ortamda yeterli düzeyde P bulursa bile toprağın kil, organik madde içeriği, kuraklık, ekstrem sıcaklıklar ve aşırı nem P alımını etkilemektedir (Kacar, 2012).

Yem rasyonlarında K için olması gereken kritik değer % 1.0 (Muller, 2009) olarak kabul edilmektedir. Bu değer dikkate alındığında; tüm hasat zamanlarında sorgum çeşitlerinde belirlenen K değerlerinin hayvanların ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde olduğunu söylemek mümkündür.

Bütün hasat zamanlarında bitkilerin Ca içeriği, geviş getiren hayvanlar için yemlerde en az bulunması önerilen orandan [% 0.90, Muller (2009)] düşük olduğu görülmüştür (Tablo 5). Toprakta yeteri miktarda Ca olmasına rağmen (Tablo 1), hayvan beslemesi açısından bitki bünyesinde Ca konsantrasyonunun düşük olmasının temel nedeni; sıcaklığın fazla olması ve toprak nem içeriğinin düşük olmasına bağlı olarak kalsiyumun  $CaCO_3$  şeklinde çökmesi ve bitkiye yararlı hale geçmesidir. Bu nedenle, ekolojik faktörlerin etkisi ile ikinci ürün koşullarında yetiştirilen sorgum bitkisinin Ca yönünden yeterince beslenemediği durumda, ruminantlar için tek başına yem olarak kullanılması söz konusu olduğunda rasyonlara kalsiyumun ilave olarak verilmesi gerekmektedir.

**Tablo 6.** Sorgum çeşitlerinde hasat zamanının kuru otun Mg içeriğine etkisi (%)<sup>1</sup>

Çeşitler	Hasat zamanı			Ortalama
	Tam çiçeklenme	Süt olum	Hamur olum	
2015 yılı				
Sugar Graze-II	0.19	0.18	0.19	0.19
Nutri-Honey	0.24	0.21	0.20	0.22
Gözde-80	0.21	0.18	0.18	0.19
Ortalama	0.21	0.19	0.19	0.20 A
2016 yılı				
Sugar Graze-II	0.16	0.14	0.14	0.15
Nutri-Honey	0.17	0.16	0.14	0.16
Gözde-80	0.14	0.14	0.12	0.13
Ortalama	0.16	0.15	0.13	0.15 B
Ortalama				
Sugar Graze-II	0.18	0.16	0.16	0.17 b
Nutri-Honey	0.21	0.19	0.17	0.19 a
Gözde-80	0.17	0.16	0.15	0.16 b
Ortalama	0.18 A	0.17 B	0.16 C	
Önemlilik düzeyi				
Yıl (Y): 0.0001**, Çeşit (Ç): 0.0062**, Hasat zamanı (HZ): 0.0001**, YxÇ: 0.3794, YxHZ: 0.3522, ÇxHZ: 0.1482, YxÇxHZ: 0.2344				

<sup>1</sup>: Aynı sütunda/aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

Kacar (2012) tarafından *Sorghum Moench*. bitkisinde magnezyumun yeterli derecesinin % 0.10-0.50 olduğu bildirilmektedir. Araştırmamızda yıllar, çeşit ve hasat zamanlarına göre bitkilerin Mg konsantrasyonunun % 0.12-0.24 arasında değişmiştir (Tablo 6). Araştırma topraklarında yeterli miktarda (iyi düzeyde) Mg bulunması (Tablo 1) da dikkate alındığında, bitki besleme açısından sorgum bitkisi yeterli miktarda Mg içermektedir. Ancak hayvan beslemesi açısından durum değerlendirildiğinde, yem rasyonlarında hayvanların ihtiyacının minimum düzeyde karşılanabilmesi için magnezyumun % 0.25 oranında bulunması gerekmektedir (Anonymous, 2001). Bu duruma göre, araştırmada her iki yılda ve tüm hasat zamanlarında sorgum çeşitlerinin Mg yönünden ruminantların ihtiyacını karşılamakta yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Magnezyum açısından, ikinci ürün olarak sulanabilir şartlarda yetiştirilen sorgum çeşitlerinin her üç gelişme devresinden elde edilen yemin ruminantlar için yetersiz olmasında, bitkilerin yetiştirildiği ortamın ekolojisinin doğrudan etkili olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, gelişme ortamında yeterince su bulunmasına rağmen, kuraklık stresi altında kalan bitkilerde Mg alımı kısıtlanmakta ve dolayısıyla bitki organlarında Mg miktarı daha az olmaktadır (Huang, 2001). Buna ek olarak kök bölgesinde toprak sıcaklığının azalması veya artmasına bağlı olarak Mg alımının olumsuz yönde etkilendiği de rapor edilmiştir (Huang ve Grunes, 1992; Kacar, 2012).

Benzer ekolojide dallı darı çeşitlerine ait silajlarda (Özyazıcı ve ark., 2018b) ve ikinci ürün

olarak yetiştirilen sorgum ve mısır çeşitlerinde (Ozyazıcı ve Acikbas, 2019) yapılan araştırmalarda da; dallı darı (silaj), sorgum ve mısır çeşitlerinin topraktan fosfor, kalsiyum ve magnezyumu yeterince alamadıkları ve kaba yemlerin hayvan beslemesi açısından P, Ca ve Mg yönünden ruminantların ihtiyacını karşılamaktan uzak olduğu belirlenmiştir.

### 3.2. Ca/P ve K/(Ca+Mg) oranı

Hayvan vücudunun mineral içeriğinin % 70'ten fazlasını Ca ve P oluşturmakta; bu elementler, başta kemik ve iskelet sistemi olmak üzere birçok metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesinde rol oynamaktadırlar (Akdağ, 2017). Bu nedenle, Ca ve P hayvan beslenmesinde önemli minerallerin başında gelmektedir. Ruminantların beslenmesinde, yemlerin içermesi gereken en az Ca ve P konsantrasyonu önemli olduğu kadar, bu iki mineral arasındaki oran da büyük önem taşımaktadır (Rama Rao ve ark., 2006; Selle ve ark., 2009; Han ve ark., 2016).

Araştırma sonuçlarına göre, çeşit ve hasat zamanlarının Ca/P oranı üzerine etkileri istatistiki açıdan  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Yılların ve hasat zamanlarının ortalaması olarak en yüksek Ca/P oranı istatistiki olarak birinci grubu oluşturan Sugar Graze-II (1.85) ve Gözde-80 (1.79) çeşitlerinde belirlenmiştir. Hasat zamanları incelendiğinde ise, yılların ve çeşitlerin ortalamasına göre en yüksek Ca/P oranı 1.97 değeri ile hamur olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiş; hasat zamanı geciktikçe Ca/P oranı artış göstermiştir (Tablo 7).

**Tablo 7.** Sorgum çeşitlerinde hasat zamanının kuru otun Ca/P oranına etkisi<sup>1</sup>

Çeşitler	Hasat zamanı			Ortalama
	Tam çiçeklenme	Süt olum	Hamur olum	
2015 yılı				
Sugar Graze-II	1.50	1.88	2.37	1.91 a
Nutri-Honey	1.35	1.53	1.68	1.52 d
Gözde-80	1.46	1.74	1.98	1.72 bc
Ortalama	1.43 D	1.72 C	2.01 A	1.72
2016 yılı				
Sugar Graze-II	1.65	1.73	1.97	1.78 abc
Nutri-Honey	1.56	1.74	1.80	1.70 c
Gözde-80	1.68	1.90	1.99	1.86 ab
Ortalama	1.63 C	1.79 BC	1.92 AB	1.78
Ortalama				
Sugar Graze-II	1.57	1.80	2.17	1.85 a
Nutri-Honey	1.45	1.64	1.74	1.61 b
Gözde-80	1.57	1.82	1.98	1.79 a
Ortalama	1.53 C	1.75 B	1.97 A	

Önemlilik düzeyi  
Yıl (Y): 0.1228, Çeşit (Ç): 0.0017\*\*, Hasat zamanı (HZ): 0.0001\*\*, YxÇ: 0.0157\*, YxHZ: 0.0433\*, ÇxHZ: 0.1820, YxÇxHZ: 0.4616

<sup>1</sup>: Aynı sütunda/aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir, \*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli, \*\*:  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

Sorgum ve mısır çeşitleri ile yapılan bazı araştırmalarda (Uzun ve ark., 2017; Ozyazici ve Acikbas, 2019) da, araştırmamız bulgularında olduğu gibi Ca/P oranının çeşitlere göre değişiminin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Gülümser ve ark. (2017) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise Ca/P oranının yem bitkisi türlerine göre çok önemli düzeyde farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Domuz ayrığı bitkisinde yapılan çalışmada (Can ve Ayan, 2017), gelişme dönemleri ilerledikçe Ca oranının azalmasına bağlı olarak Ca/P oranının düştüğü, gelişme dönemleri arasında Ca/P oranı yönünden önemli değişimlerin belirlendiği rapor edilmiştir.

Hayvan sağlığı açısından yemlerde Ca/P oranının 2:1 olması önerilmektedir (Açıkgöz, 2001). Tablo 7 incelendiğinde, iki yıllık araştırma sonuçlarına göre, hem çeşitler hem de hasat zamanları itibarıyla Ca/P oranının 2:1'den küçük olduğu tespit edilmiş; ele alınan sorgum tür ve çeşitlerinin Ca/P oranı hayvan sağlığı açısından risk oluşturmadığı görülmüştür.

Araştırmada, K/(Ca+Mg) oranı yönünden; yıllar ( $p<0.01$ ), çeşitler ( $p<0.05$ ) ve hasat zamanları ( $p<0.01$ ) arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Çeşitlerin ve hasat zamanlarının ortalaması olarak birinci yılda K/(Ca+Mg) oranı 2.88 olarak belirlenirken, ikinci yıl 2.55 olarak saptanmıştır. Yılların ve hasat zamanlarının ortalamasına göre incelenen sorgum x sudanotu melezi ve sudanotu çeşitlerinin K/(Ca+Mg) oranı 2.62 ile 2.85 arasında; yılların ve çeşitlerin ortalamasına göre tam çiçeklenme, süt olum ve hamur olum devresinde biçilen kaba yemlerin K/(Ca+Mg) oranı 2.25 ile 3.21 arasında değişim

göstermiştir (Tablo 8). Samsun (Uzun ve ark., 2017) ve Siirt (Ozyazici ve Acikbas, 2019) koşullarında sorgum ve mısır çeşitleri ile yapılan çalışmalarda da K/(Ca+Mg) oranı yönünden çeşitler arasındaki farklılık vurgulanmıştır.

Öte yandan, Tablo 8'deki hem yılların ayrı ayrı verileri hem de iki yılın ortalama verileri incelendiğinde, hasat zamanının gecikmesine paralel olarak K/(Ca+Mg) oranının azaldığı belirlenmiştir. Tam çiçeklenme döneminde K/(Ca+Mg) oranının yüksek olması, bu devrede yüksek seviyede olan K ve düşük olan Ca+Mg oranından kaynaklanmaktadır. Bakoğlu ve ark. (1999b) tarafından, Doğu Anadolu Bölgesi meralarında yoğun olarak bulunan bazı buğdaygil bitkileri ile yöre meralarının ıslahında başarıyla kullanılabilen otlak ayrığı bitkisinden üretilen yemin gelişme mevsimi içerisinde K/(Ca+Mg) oranının değişimi incelenmiş; gelişme başlangıcı döneminde ve sapa kalkma devresine kadar yüksek olan K/(Ca+Mg) oranının, bu dönemden sonra hızla azaldığı tespit edilmiştir. Tüylü fiğ (Türk ve ark., 2009) ve korunga (Türk ve ark., 2011) ile yapılan araştırmalarda, gelişme devresinin ilerlemesine bağlı olarak K/(Ca+Mg) oranının azaldığı rapor edilmiştir. Domuz ayrığı popülasyonları ile yapılan bir araştırmada (Can ve Ayan, 2017) ise, araştırmamız bulguları ile uyumlu olarak, gelişme dönemleri (erken vejetatif dönem-sapa kalkma dönemi-tam çiçeklenme dönemi) arasında K/(Ca+Mg) yönünden anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiş; buna karşılık, gelişme dönemi ilerledikçe araştırmamız bulgularının tersine K/(Ca+Mg) oranının arttığı rapor edilmiştir. Bitki gelişme devresine/hasat zamanına bağlı olarak

**Tablo 8.** Sorgum çeşitlerinde hasat zamanının kuru otun K/(Ca+Mg) oranına etkisi<sup>1</sup>

Çeşitler	Hasat zamanı			Ortalama
	Tam çiçeklenme	Süt olum	Hamur olum	
	2015 yılı			
Sugar Graze-II	3.72	2.78	1.80	2.77
Nutri-Honey	3.53	2.85	2.64	3.01
Gözde-80	3.39	3.00	2.14	2.84
Ortalama	3.57 a	2.88 b	2.20 d	2.88 A
	2016 yılı			
Sugar Graze-II	2.91	2.51	2.29	2.57
Nutri-Honey	2.96	2.70	2.39	2.68
Gözde-80	2.67	2.31	2.20	2.39
Ortalama	2.85 b	2.50 c	2.29 cd	2.55 B
	Ortalama			
Sugar Graze-II	3.31	2.64	2.05	2.68 b
Nutri-Honey	3.25	2.78	2.52	2.85 a
Gözde-80	3.03	2.65	2.17	2.62 b
Ortalama	3.21 A	2.69 B	2.25 C	
	Önemlilik düzeyi			
Yıl (Y): 0.0004**, Çeşit (Ç): 0.0283*, Hasat zamanı (HZ): 0.0001**, YxÇ: 0.2982, YxHZ: 0.0001**, ÇxHZ: 0.0644, YxÇxHZ: 0.0612				

<sup>1</sup>: Aynı sütunda/aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli değildir, \*:  $p<0.05$  düzeyinde önemli, \*\*:  $p<0.01$  düzeyinde önemli



K/(Ca+Mg) oranının değişim göstermesi şeklinde literatürdeki bu sonuçlar araştırmamız bulguları ile uyumlu bulunmuştur.

Geviş getiren hayvanların beslenmesinde tüketilen yemlerin K/(Ca+Mg) oranının 2.2'den küçük olması gerektiği vurgulanmaktadır (Grunes ve Welch, 1989; Kidambi ve ark., 1989; Mayland ve ark., 1992). Tablo 8 incelendiğinde, araştırmada ele alınan çeşitlerin tüm hasat zamanlarında K/(Ca+Mg) oranı, genel olarak 2.2 değerinden yüksek çıkmıştır. K/(Ca+Mg) oranının yüksekliği, hayvan beslemede yemlerden kaynaklanan mineral dengesizliklerin en önemlisi olarak bilinmekte (Bakoğlu ve ark., 1999b); bu oranın 2.2 veya daha üstünde olması durumunda ot tetanozu (tetani hastalığı) riskinin arttığı (Elkins ve ark., 1977; Crawford ve ark., 1998) bildirilmektedir. Araştırmamız sonuçlarına göre; ikinci ürün koşullarında kaba yem kaynağı olarak yetiştirilen ve tam çiçeklenme, süt olum ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen Nutri-Honey, Sugar Graze-II ve Gözde-80 sorgum çeşitleri ile beslenen hayvanlarda tetani hastalığı riskinin bulunduğu söylenebilir.

Araştırmada incelenen bitkilerde K/(Ca+Mg) oranının yüksek çıkmasında; topraktaki K oranının fazla seviyede oluşuna bağlı olarak bitkilerde K alımının yüksek düzeyde gerçekleşmesi, buna karşılık bitkiler tarafından Ca ve Mg alımının düşük olması (Tablo 5 ve 6) etkili olmuştur. Nitekim Grunes ve ark. (1970) ot tetanisi hastalığının birincil nedeninin yemdeki düşük Mg konsantrasyonu olduğunu; Manga ve Acar (1988), otun içerdiği Mg oranının % 0.2 düzeyinin altına düşmesinin ve K düzeyinin artmasının tetani tehlikesini arttırdığını bildirmektedirler.

#### 4. Sonuçlar

Araştırma sonucuna göre, Nutri-Honey sorgum x sudanotu melezi kuru otunun mineral içeriğinin, incelenen diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hasat zamanı geciktikçe bitkilerin içerdiği mineral maddelerin (Ca hariç) azaldığı ve tam çiçeklenme devresinde hasat edilen bitkilerden en yüksek konsantrasyonda P, K ve Mg değerlerinin elde edildiği tespit edilmiştir.

Bununla birlikte, toprakta optimum düzeyde bitki besin maddesi olmasına rağmen, gerek toprak faktörleri gerekse iklim faktörlerinin etkisi ile yararlı hale geçebilen P, Ca ve Mg elementleri bitkiler tarafından yeterince alınamamıştır. Çalışmada elde edilen bulgular; hangi gelişme devresinde biçilirse biçilsin sorgum çeşitlerinin yem bitkisi açısından düşük besin elementi konsantrasyonuna sahip olacağını, dolayısıyla da,

tek başına yem olarak kullanılmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Sorgumun özellikle hayvan yemi olarak kullanılması durumunda, istenilen düzeyde verim elde edilebilmesi için yem rasyonlarına P, Ca ve Mg içeren maddelerin ilave edilmesi ve/veya adı geçen bu minerallerce zengin yemlerle birlikte hayvan beslemede kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, tetani tehlikesinin azaltılması için sorgumun kalsiyum ve magnezyumca daha zengin olan baklagillerle beraber yem rasyonlarında tüketilmesi daha faydalı olacaktır.

#### Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Akdağ, A., 2017. Farklı kalsiyum ve fosfor düzeyli karmalarla yemlenen etlik piliçlerin büyüme performansı, et kalitesi ve bazı kan, kemik ve dışkı parametreleri. Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Anonim, 2016. Diyarbakır İli Bazı İklim Verileri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. ([http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=9825&page=110](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=9825&page=110)), (Erişim tarihi: 15.11.2019).
- Anonymous, 2019. WinISI 4 Calibration Software: Ground, Expandable Equation Packages, ([http://www.winisi.com/product\\_calibrations.htm](http://www.winisi.com/product_calibrations.htm)), (Erişim tarihi: 20.05.2019).
- Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A., 1999a. Erzurum yöresi çayır ve meralarındaki yaygın bitki türlerinin ömür uzunluğu, çiçeklenmeye başlama tarihi ve ot kalitesi ile ilgili bazı özellikleri. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(4): 951-957.
- Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A., 1999b. Dominant mer'a bitkilerinin biomas ve kimyasal kompozisyonlarının büyüme dönemindeki değişimi, II. Kimyasal kompozisyondaki değişimler. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(Ek Sayı 2): 495-508.
- 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.
- 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.

- Brogna, N., Pacchioli, M.T., Immovilli, A., Ruozzi, F., Ward, R., Formigoni, A., 2009. The use of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and in vitro neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. *Italian Journal of Animal Science*, 8(Suppl. 2): 271-273.
- 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.
- Crawford, R.J., Maise, M.D., Sleper, D.A., Mayland, H.F., 1998. Use of an experimental high-magnesium tall fescue to reduce grass tetany in cattle. *Journal of Production Agriculture*, 11: 491-496.
- Eğritaş, Ö., Önal Aşçı, Ö., 2015. Yaygın fiğ-tahıl karışımlarının bazı mineral madde içeriğinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Akademik Ziraat Dergisi*, 4: 13-18.
- Elkins, C.B., Haaland, R.L., Honeland, C.S., 1977. Tetany potential of forage species as affected by soil oxygen. *Proceedings of the XIII International Grassland Congress*, pp. 1505-1507.
- 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.
- Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., Heinemann, W.W., 1990. *Feeds & Nutrition*. Second Ed., The Ensminger Publishing Company, California, U.S.A.
- Espinoza, J.E., McDowell, L.R., Wilkinson, N.S., Conrad, J.H., Martin, F.G., 1991. Forage and soil mineral concentrations over a three-years period in a warm climate region of central Florida. II. Trace minerals. *Livestock Research for Rural Development*, 3(1): 3-10.
- Gökkuş, A., Parlak, A.Ö., Baytekin, H., Hakyemez, B.H., 2013. Akdeniz kuşağı çalılı meralarında otsu türlerin mineral içeriklerinin değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 1-10.
- Grunes, D.L., Stout, P.R., Brownell, J.R., 1970. Grass tetany of ruminants. *Advances in Agronomy*, 22: 331-374.
- Grunes, D.L., Welch, R.M., 1989. Plant contents of magnesium, calcium, and potassium in relation to ruminant nutrition. *Journal of Animal Science*, 67: 3485-3494.
- Gülümser, E., Acar, Z., 2017. Biçim zamanı ve tohum oranlarının macar fiği tahıl karışımlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2): 14-21.
- 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. *Alınları Zirai Bilimler Dergisi*, 32(1): 1-9.
- Hall, M.H., 2008. Orchardgrass. *Agronomy Facts 25*, The Penn State Extension.
- Han, J., Wang, J., Chen, G., Qu, H., Zhang, J., Shi, C., Yan, Y., Cheng, Y. 2016. Effects of calcium to non-phosphate phosphorus ratio and different sources of vitamin D on growth performance and bone mineralization in broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(1): 1-7.
- Huang, B., 2001. Nutrient accumulation and associated root characteristics in response to drought stress in tall fescue cultivars. *American Society for Horticultural Science*, 36(1): 148-152.
- Huang, J.W., Grunes, D.L., 1992. Effects of root temperature and nitrogen form on magnesium uptake and translocation by wheat seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 15(6/7): 991-1005.
- Jones, J.B.Jr., Wolf, B., Milis, H.A., 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc.
- Judson, G.J., McFarlane, J.D., 1998. Mineral disorders in grazing livestock and the usefulness of soil and plant analysis in the assessment of these disorders. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(7): 707-723.
- Kacar, B., 2012. *Temel Bitki Besleme*. I. Basım, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Yayın No: 206, Fen Bilimleri No: 18, Ankara.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2007. *Bitki Besleme (2. Baskı)*. Nobel Yayınevi, Ankara.
- 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. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42: 1958-1971.
- Khan, Z.I., Hussain, A., Ashraf, M., McDowell, L.R., 2006. Mineral status of soils and forages in Southwestern Punjab-Pakistan: Micro-minerals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19(8): 1139-1147.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Griggs, T.C., 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca+Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. *Journal of Range Management*, 42: 316-322.
- Lätt, K., 2019. Mineral elements in clover- and grass forage in Sweden. Master's thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala.
- 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.
- Lindsay, W.L., Vlek, P.L.G., Chien, S.H., 1989. Phosphate minerals. J.B. Dixon and S.B. Weed (Eds.), *Minerals in Soil Environments*, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 1089-1130.
- Little, D.A., 1982. Utilization of minerals. J.B. Hacker (Ed.), *Nutritional Limits to Animal Production from*

- Pastures*, Commonwealth Agricultural Bureaux: Slough, UK, pp. 259-283.
- 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.
- Mayland, H.F., Hasay, K.H., Clark, D.H., 1992. Seasonal trends in herbage yield and quality of Agropvrons. *Journal of Range Management*, 45: 369-374.
- McCauley, A., Jones, C., Jacobsen, J., 2009. Nutrient management. *Module No. 9, Plant Nutrient Functions and Deficiency and Toxicity Symptoms*, Montana State University Extension Service, Publication, 4449-9, pp. 1-16.
- McDowell, L.R., 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology*, 60(3-4): 247-271.
- McDowell, L.R., 1997. Trace element supplementation in Latin America and the potential for organic selenium. In: *Biotechnology in the feed Industry*, Proc. Alltech's 13th Ann. Symp., Alltech, Inc., U.S.A., pp. 389-417.
- Muller, L.D., 2009. Dietary Minerals for Dairy Cows on Pasture. ([www.das.psu.edu/researchextension/dairy/.../pdf/mineralsforpasture.pdf](http://www.das.psu.edu/researchextension/dairy/.../pdf/mineralsforpasture.pdf)), (Erişim tarihi: 25.10.2018).
- Nordheim-Viken, H., Volden, H., Jørgensen, M., 2009. Effects of maturity stage, temperature and photoperiod on growth and nutritive value of timothy (*Phleum pratense* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 152(3-4): 204-218.
- Ozyazici, M.A., Acikbas, S., 2019. Kaba yem amacıyla yetiştirilen sorgum (*Sorghum* sp.) ve mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin mineral içeriklerinin değişimi. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(12): 227-237.
- 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 (ICAFOT-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.
- 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.
- Rama Rao, S.V., Raju, M.V.L.N., Reddy, M.R., Pavani, P., 2006. Interaction between dietary calcium and non-phytate phosphorus levels on growth, bone mineralization and mineral excretion in commercial broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 131: 135-150.
- Sabah, E., Çelik, M.Y., 2001. İşçehisar (Afyon) mermer artıklarının hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem '2001)*, Bildiriler Kitabı, 3-5 Mayıs, Afyon.
- 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.
- Selle, P. H., Cowieson, A.J., Ravindran, V., 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Sci*, 124:126-141.
- Smith, F.W., Loneragon J.F., 1997. Interpretation of plant analysis: concepts and principles. D.J. Reuter and J.B. Robinson (Eds.), *Plant Analysis: An Interpretation Manual*, CSIRO Publishing: Melbourne, pp. 3-33.
- Soetan, K.O., Olaiya, C.O., Oyewole, O.E., 2010. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5): 200-222.
- 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., Avcioğlu, 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., Açıkbaş, 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., Tuzun, C.G., Yuksel, O., 2011. Effects of fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(6): 789-794.
- 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.
- Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O., 2009. Effects of fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.). *New*

- Zealand Journal of Agricultural Research*, 52: 269-275.
- Uzun, F., Garipoğlu, A.V., Ocak, N., 2017. Water use efficiency, yield, and nutritive value of maize and sorghum cultivars irrigated in a shallow soil. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 32(3): 358-366.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.