

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2019, 56 (1):45-52
DOI: 10.20289/zfdergi.439940

Zeynep DUMANOĞLU^{1a*}
Hakan GEREN^{2b}

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bingöl-TÜRKİYE

*Orcid : 0000-0002-7889-9015

²Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir-TÜRKİYE

^bOrcid : 0000-0003-0426-1120

*sorumlu yazar: zdumanoglu@bingol.edu.tr

Anahtar Sözcükler:

Horozibiği, N ve P seviyeleri, KM verimi, silaj kalitesi.

Key Words:

Amaranth, N and P levels, DM yield, silage quality.

Horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*)’nde Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Ot Verimi ve Bazı Silaj Özelliklerine Etkisi

Effect of different nitrogen and phosphorus levels on the herbage yield and some silage characteristics of Amaranth (*Amaranthus mantegazzianus*)

Alınış (Received): 03.07.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 08.10.2018

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*) bitkisinde farklı azot ve fosfor seviyelerinin ot verimi ve bazı silaj kalite özelliklerine etkisini saptamak amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot: Araştırma, 2016 yılı yaz yetiştirme döneminde, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir, Türkiye’de dış ortam koşullarında saksı denemesi olarak gerçekleştirilmiştir. Denemede, horozibiği bitkisinin Don Juan genotipi kullanılmış ve üç farklı fosfor (0, 5, 10 kg P/da) ile beş değişik azot (0, 5, 10, 15, 20 kg N/da) dozu uygulanmıştır. Çalışmada, bitki boyu, yaprak sayısı, doğal kuru madde (KM) oranı, yaş ot ve kuru madde verimi, silaj pH’sı, silaj ham protein oranı, NDF ve ADF oranları incelenmiştir.

Bulgular ve Sonuç: Sonuçlar; artan azot ve fosfor seviyelerinin kontrol uygulamasına göre verim ve silaj kalitesine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Horozibiğinde en yüksek KM verimi ve kabul edilebilir silaj yemi kalitesi dekara 15 kg N ve 10 kg P uygulamasında sağlanmıştır.

ABSTRACT

Objective: This study was conducted to determine the effect of different nitrogen and phosphorus levels on the herbage yield and some silage quality parameters of amaranth (*Amaranthus mantegazzianus*).

Material and Methods: The experiment was carried out at Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Izmir, Turkey, during the summer growth seasons of 2016 as a pot experiment grown under outdoor. In the experiment, Don Juan genotype of amaranth was used as crop material and three levels of phosphorus (0, 50, 100 kg P ha⁻¹) and five levels nitrogen were tested. Some traits tested in the experiment were plant height, fresh and dry matter (DM) yield, silage pH, crude protein content of silage, NDF and ADF contents.

Results and Conclusion: Results indicated that increasing N and P levels affected positively above mentioned traits compared to the control. The highest DM yield and acceptable silage quality for amaranth were obtained from 150 kg N and 100 kg P application per hectare.

GİRİŞ

İklimsel değişikliklerin geçmişe nazaran çok daha belirgin olması özellikle tarımsal ürünler bakımından yaşanan olumsuz durumlar, sadece insan nüfusunun beslenmesini değil aynı zamanda hayvanların da beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle; bilim insanları canlı-cansız baskı unsurlarına karşı dayanımı yüksek ürünleri çok daha fazla araştırmaya başlamışlardır (Pimentel et al., 2008). Bu araştırmalar sonucunda son zamanlarda ülkemizde de ilgi ile karşılanan "Amarant" adıyla da bilinen "Horozibiği" öne çıkan bitkiler içerisinde yer almaktadır.

Horozibiği (*Amaranthus sp.*) bitkisi, Horozibiğigiller (*Amaranthaceae*) familyasının bir üyesi olup, Dünya üzerinde 800'den fazla alt türü olduğu bilinmektedir. Çoğu yabancı ot olarak (Kalač ve Moudr, 2000; Caselato-Sousa ve Amaya-Farfan, 2012) bilinen bitkinin bazı türleri otu ve tanelerindeki yüksek besin maddesi içerikleri nedeniyle hem insan gıdası, hem de hayvan yemi olarak kullanılmakta, ayrıca pek çoğu da cazibeli çiçek salkımları ve renkleri nedeniyle süs bitkisi (Mlakar et al., 2009; Venskutonis ve Kraujalis, 2013) olarak değerlendirilmektedir. Yapılan araştırmalara göre; MÖ 2000'li yıllardan bu yana ilk zamanlarda Meksika ve Şili bölgelerinde İnce, Aztec ve Mayalar döneminde yoğun bir şekilde yetiştirilmiş (Pospíšil et al., 2006; Amicarelli ve Camaggio, 2012), sonrasında da 1970'li yıllarda Amerika'dan dünyanın pek çok yerine yayılış göstermiştir (Durak, 2015).

Tüketilme şekline bağlı tahıl ve sebze olarak ayrılan ve 60 civarında türden meydana gelen horozibiği (Pisařiková et al., 2006; Mlakar et al., 2010; Venskutonis ve Kraujalis, 2013), zengin besin maddesi içeriği ve uygun sindirilme özellikleri nedeniyle hayvan beslenmesi açısından da büyük önem taşımaktadır. Horozibiği bitkisinin iyi bir adaptasyon yeteneğinin olması etkin bir fotosentez yapmasına, daha yoğun N metabolizması oluşmasını sağlamakta ve bu durum bitkiyi olası bir yem bitkisi haline getirmektedir (Svirskis, 2003).

Horozibiği tek yıllık bir C4 bitkisi (Gimplinger et al., 2007; Maughan et al., 2011) olması nedeniyle, birim alanda bağladığı organik madde miktarı da fazladır (Durak, 2015). Bitki boyu, yetiştirildiği bölgeye bağlı olarak 40 cm ile 3 m arasında değişmektedir. Ayrıca, gruplar halinde çok küçük çiçeklerden ve tür özelliklerine bağlı olarak sarı, yeşil, kırmızı veya mor renkli çiçeklere sahip olabilmektedir (Teutonico ve Knorr, 1985; Amicarelli ve Camaggio, 2012). Ülkemizde çok yaygın olmamakla birlikte bitkinin özellikle yaprak ile çiçeklerinin ilgi çekici ve gösterişli olması nedeniyle peyzaj düzenlemelerinde de tercih edilmektedir (Dönmez, 2009).

Özellikle iklim değişikliklerinden fazla etkilenmemesi, sıcaklık ve kuraklığa dayanım gücünün yüksek olması, farklı toprak tiplerinde başarıyla yetişebilmesi, hastalık ve zararlılara karşı dayanımı gibi özellikleri horozibiği bitkisini dünyada yaygın olarak tarımı yapılan bir bitki haline getirmektedir (Dönmez, 2009; Das, 2016; Trucco and Tranel, 2011; Achigan-Dako et al., 2014).

Horozibiği bitkisinin yetiştirildiği ortama yüksek oranda uyum sağlaması ve zengin toprak üstü aksamına sahip olması (Durak, 2015) yem bitkisi olarak değerlendirilme şansını da beraberinde getirmiştir. Sıcak iklim bitkisi olan horozibiği dekara yaklaşık 1600 kg kuru madde verimi (KM)

sağlayabilmekte, özellikle koyun ve laktasyon dönemindeki ineklere yüksek performanslı yem sunabilmektedir (Abbasi et al., 2012; Rezaei et al., 2014, 2015; Sarmadi et al., 2016).

Horozibiği bitkisinin kuru otunun hayvanlar tarafından sindirilebilir özelliği ve azot içeriğinin artırılması amacıyla Arellano ve ark. (1993) tarafından yürütülen bir çalışmada, horozibiğine (*A.hypochondriacus*) %3 ve %5 oranında üre gübresi iki farklı zamanda (30. ve 45. günlerde) beş farklı şekilde (kontrol, 30.gün %3, 30.gün %5, 45.gün %3 ve 45.gün %5 şeklinde) uygulanmıştır. Ham protein (HP) oranı kontrol grubunda, 45.gün %5 oranındaki üre uygulamasına kadar %3,5 ile %14,9 arasında değerler almış ($p<0.01$) ancak enerji değerlerinde bir değişiklik olmamıştır.

İran koşullarında Rezaei ve ark. (2009), horozibiği (*A.hypochondriacus*) bitkisini ekimden 115 gün sonra (hamur olum dönemi) hasat ederek, taze ot (hasıl) ağırlığına %0-5-10 oranında melas ekleyerek silolamışlardır. Silaj KM oranlarını sırasıyla %21,9, %25,3 ve %27,5 olduğunu belirten araştırmacılar, ADF oranları sırasıyla %28,2, %24,6 ve %22,7; NDF oranları da sırasıyla %43,9, %40,8 ve %35 şeklinde saptanmışlardır. Silaja melas katkısı yükseldikçe hem ADF hem de NDF oranlarının düştüğü, bir başka ifadeyle iyileştiği belirlenmiştir. Bunun yanında silaj pH değerlerinin artan melas oranlarıyla sırasıyla 3,91; 3,87 ve 3,84'e düştüğü ifade edilmiştir. Araştırmacılar, horozibiği bitkisinin hayvan yemi olarak sapının kalın olması nedeniyle ve kurutma olanaklarının yetersiz olduğu koşullarda silaj yapılarak değerlendirilmesinin daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir.

Olorunnisomo (2010) yapmış olduğu bir çalışmada; gün kurusu mısır (GKM), gün kurusu horozibiği (GKH), gün kurusu mısır-horozibiği karışımı (GMH) ile silaj mısır (SM), silaj horozibiği (SH) ve silaj mısır-horozibiği karışımından (SMH) oluşan yemleri incelemiştir. En yüksek HP oranı GKH'da %22,4 ile elde edilirken onu, %17,5 ile GMH takip etmiştir. Yemlerdeki en yüksek NDF ve ADF oranları sırasıyla %53,3 ve %30,8 ile GKM'da elde edilmiştir. Araştırmacı, hayvan beslenmesine yönelik dengeli bir yem karışımının mısır ile horozibiğinin birlikte silolanması durumunda oluşturulabileceğini ortaya konmuştur.

Tan ve ark. (2012) horozibiği (*A.retroflexus*) ile sirken (*Chenopodium album*) bitkilerini iki farklı dönemde (çiçeklenme başlangıcı ve sonu) biçmişler ve değişik katkı maddeleriyle (kontrol, %1 tuz ve %5 arpa kırması) birlikte silolamışlardır. Biçim zamanının geciktirilmesiyle silaj KM oranının %25,4'den %29,2'ye, ADF ve NDF oranların da sırasıyla %17,9'den %24,3'e ve %27,7'den %33,1'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Biçim zamanı gecikmesiyle HP oranını %13'den %11,2'ye gerilediğini saptayan araştırmacılar, silaj pH değerinin de 5,6'dan 5,3'e düştüğünü ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, horozibiği bitkisinden silaj yapımı esnasında biçim zamanı ve katkı maddelerinin iyi kalitede silaj oluşturmada yetersiz kaldığını vurgulamışlardır.

Horozibiği (*A.hypochondriacus*) bitkisini farklı azot seviyesi (12, 18 ve 24 kg N/da) altında yetiştiren Abbasi ve ark. (2012), ekimden kırk ve altmış gün sonra bitkileri hasat ederek silolamışlardır. 12 kg N/da uygulanan ve kırkıncı günde biçilip silolan horozibiğinde %35,1 olan NDF oranının, 18 kg N/da uygulaması ve altmışıncı gün biçiminde %46,6'ya yükseldiği

saptanmıştır. 24 kg N/da uygulanan ve kırkinci günde biçilip silolanan horozibiğinde %12,5 olan ADF oranının, altmışıncı gün biçiminde ve 18 veya 24 kg N/da uygulamalarında %28,9'a yükseldiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, 24 kg N/da uygulaması altında, kırkinci günde hasat edilip silolanan horozibiğinde %26,5'lik HP içeriğinin, altmışıncı günde %17'e düştüğünü bildirmişlerdir.

Leukebandara ve ark. (2015) tarafından Sri Lanka koşullarında yetiştirilen farklı horozibiği (*Amaranthus hybridus*, *A. caudatus*, *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A. dubius*) türleri ile darı (*Panicum maximum*), börülce (*Vigna unguiculata*) ve mısır (*Zea mays*) bitkileri ayrı ayrı silolanmıştır. Üç farklı hasat zamanının (çiçeklenme öncesi-50.gün; çiçeklenme ortası-80.gün ve çiçeklenme sonu-110.gün) incelendiği çalışmada, horozibiği türlerinin kendi içinde en yüksek KM oranını sırasıyla 50'nci günde *A. hypochondriacus* %8,73; 80'inci günde *A. dubius* %14,33 ve 110'uncu günde ise *A. cruentus* %17,77 olarak belirlenmiştir. HP oranı açısından ise; sırasıyla ellinci günde *A. hypochondriacus* %25,73, sekseninci günde *A. hybridus* %18,67 ve yüz onuncu günde *A. hybridus* %14,30 değerini almıştır. Hasat zamanı geciktikçe KM oranında artış meydana geldiğini belirten araştırmacılar, HP oranının ise azaldığını vurgulamışlardır.

İran ekolojik koşullarında Sarmadi ve ark. (2016) tarafından yetiştirilen horozibiğine (*A. hypochondriacus*), farklı miktarda azot (12, 18 ve 24 kg N/da) uygulanmış ve bitkiler, ekimden kırk (erken çiçeklenme dönemi) ve altmış (süt dolum dönemi) gün sonra biçilerek silolanmıştır. Kırkinci günde silolanan materyaldeki silaj KM oranının artan N seviyesiyle sırasıyla; %15,9; %17,5 ve %17,8 olduğunu bildiren araştırmacılar, bu değerlerin altmışıncı günde sırasıyla %19,4; %19,8 ve %21,2'ye yükseldiğini saptamışlardır. Benzer şekilde, kırkinci günde

yapılan silajlardaki HP oranının artan N dozu karşısında sırasıyla %22,4, %23,3 ve %24,4'e, altmışıncı günde ise sırasıyla %13,6, %14,9 ve %15,6'ya yükseldiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, dekara 12 kg N uygulaması altında, kırkinci ve altmışıncı günde silolanan yemlerdeki NDF oranları sırasıyla %34,6 ve %42,8; ADF oranları ise %21,3 ve %29,7 olduğunu kaydetmişlerdir. Horozibiğinde hasat zamanının gecikmesiyle KM oranındaki artışa pek çok araştırmacının (Mahmud et al., 2003; Fageria et al., 2010; Abbasi et al., 2012) yapmış olduğu çalışmalarda rastlanmaktadır. Artan azot seviyesi sonucunda bitkinin fotosentez yeteneğinde de artışa neden olması horozibiğinde KM miktarının artmasına neden olmaktadır (Heitholt et al., 1991; Warren et al., 2003; Zhao et al., 2005).

Bu çalışma; kontrollü şartlarda yetiştirilen horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*) bitkisinde, farklı azot ve fosfor seviyelerinin ot verimi ve bazı silaj yem kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bornova Deneme Tarlalarında (dış ortam) saksı denemesi şeklinde, 2016 yılı Mayıs-Ekim ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Arjantin'den temin edilen "Don Juan" isimli beyaz tohumlu horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*) çeşidi denemelerde kullanılmıştır.

Araştırma yerinin bazı iklim özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Saksı denemesinde kullanılan toprak fiziksel ve kimyasal açıdan analiz edilmiş, Ca açısından normal düzeyde, faydalı N, P, K bakımından fakir olduğu ve diğer toprak özellikleri açısından horozibiği bitkisinin yetişmesini engelleyen bir unsurun bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1: Araştırma yerinin bazı iklim özellikleri.

Table 1: Some meteorological characteristics of experimental area

Aylar	Hava Sıcaklığı (°C)		Yağış (mm)		Oransal nem (%)	
	2016	UYO	2016	UYO	2016	UYO
Mayıs	20.7	21.0	38.6	25.4	55.0	59.6
Haziran	27.5	26.0	2.8	7.5	47.9	52.9
Temmuz	29.3	28.3	-	2.1	44.5	51.2
Ağustos	28.9	27.9	0.2	1.7	51.0	53.9
Eylül	24.7	23.9	8.8	19.9	50.1	58.0
Ekim	19.4	19.1	0.5	43.2	57.7	64.0

UYO : Uzun Yıllar Ortalaması

Çizelge 2: Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 2: Some physical and chemical characteristics of experimental soil

Özellikler	Özellikler	Özellikler	Özellikler
Kum (%)	80.2	Eriyebilir Toplam Tuz (%)	0.03
Kil (%)	1.8	Organik Madde (%)	1.17
Mil (%)	18.0	Toplam N (%)	0.04
Bünye	tınlı kum	Faydalı P (ppm)	1.12
pH	5.83	Faydalı K (ppm)	85.6
Kireç (%)	0.82	Faydalı Ca (ppm)	1569

Araştırmada iki faktör incelenmiş olup, bunlar; a) beş azot (N0:0 kg/da, N5:5 kg/da, N10:10 kg/da, N15:15 kg/da, N20:20 kg/da) ve b) üç fosfor (P0:0 kg/da, P5:5 kg/da ve P10:10 kg/da) seviyesidir. İki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada toplam 60 saksı kullanılmıştır. 3 mm'lik elekten geçirilen çalışma toprağı, 17 kg toprak alacak şekilde plastik saksılara doldurulmuştur.

Horozibiğı bitkisine ait tohumlar 27 Mayıs 2016 tarihinde ekilmiştir. Hesaplanan N (üre formunda) seviyesinin yarısı ile P₂O₅ (triple süper fosfat) seviyesinin tamamı ve 10 kg/da K₂O (potasyum sülfat), tohum ekiminden önce saksılara verilmiştir (N0 ve P0 hariç).

Tohum çıkışlarında beklenmedik durumların oluşmasını önlemek amacıyla her bir saksıya 10'ar adet tohum ekimi yapılmış; bitkiler yaklaşık 15-20 cm boya geldiğinde de her saksıda iki bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Tüm bu işlemlerin ardından N seviyesinin kalan yarısı da (amonyum nitrat) saksılara eklenmiştir. Dış ortamdaki saksıların üst kısmı yağışlı havalarda şeffaf naylonla örtülmüş ve yağışın olası etkilerinden korunmuştur. Bitki boyları bir metreyi ulaştığında devrilmeleri önlemek amacıyla tahta çubukla bitki desteklenmiştir.

Ayrıca her bir saksıdaki nem içeriğı 2-3 günde bir olacak şekilde dijital nem ölçer yardımı ile belirlenmiş ve saksılardaki su miktarı tarla kapasitesinin yarısının altına indiğinde su (çeşme suyu) eklenerek bitkilerde su stresi gibi olumsuz durumların oluşmasının önüne geçilmiştir.

Çalışma sırasında, horozibiğı bitkileri üzerinde bir hastalık görülmemiş ancak bazı bitki üstlerinde kırmızı örümceğe (*Tetranychus* Sp) rastlandığından (27.07.2016), bu zararlıyla mücadele için 10 gün arayla iki kez insektisit (2.2-dichloroethenyl dimethyl phosphate) uygulaması yapılmıştır. Saksı içerisinde çıkan yabancı otlar ise elle yolunarak, ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

Salkımlardaki taneler, hamur olum dönemine ulaştıklarında saksıdaki bitkiler toprak yüzeyinden bağ makasıyla kesilerek hasat edilmiştir. Hasattan sonra laboratuvar ortamına getirilen bitkilerin; bitki boyları (cm), toprak seviyesinden ana salkımın en uç noktasına kadar olan mesafe ölçülmüştür. Yaprak sayıları (adet/bitki), her bir bitki üzerinde bulunan yaprak miktarı sayılarak belirlenmiş, tek bitkilerin yaş ot ağırlıkları (g/bitki) tartılmıştır.

Bu işlemlerin ardından tüm bitki (yaprak+sap), laboratuvar tipi parçalayıcı yardımı ile 0,5-1 cm boyutlarına kıyılmış ve bir gece soldurulmuştur. Hazırlanan yeme %0,5 oranında sodyum tuzu (NaCl) eklenerek silaj torbalarına konulmuştur. Torbaların içindeki hava, vakum makinesi yardımıyla boşaltılarak paketleme işlemi tamamlanmıştır. Mayalanma işlemlerinin tamamlanabilmesi için vakumlanmış silaj örnekleri serin, kuru ve ışık almayan bir ortamda 60 gün bekletilmiştir. Bu süre sonrasında her bir paket açılarak silaj yemlerine ait pH değerleri belirlenmiştir.

Silaj örneklerinin 105°C'lik etüvde 24 saat süreyle kurutulmasıyla KM oranları tespit edilmiştir. Hava kurusu haline silaj örnekleri öğütülmüş (1 mm'den küçük), Kheldahl yöntemiyle örneklerin N oranları (HP oranı: %N x 6.25) belirlenmiştir (Bulgurlu ve Ergül, 1978; Durul, 2016). Goering ve VanSoest (1970) tarafından geliştirilen analiz

yöntemleri kullanılarak, silaj yeminin hücre çeperine ait NDF (Nötral Deterjan Lif, %) ve ADF (Asit Deterjan Lif, %) oranları belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen verilere, iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak varyans analizi uygulanmış ve değerler istatistiki (LSD, %1) olarak değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1984).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bitki boyu: Yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre; silajlık olarak değerlendirilen horozibiğı bitkisinin boyuna uygulanan azot ve fosfor seviyelerinin önemli etkilerinin olduğu belirlenmiş fakat PxN interaksiyonunun önemsiz düzeyde etkisinin olduğu saptanmıştır. Azot seviyelerinin ortalamaları bakımından en yüksek bitki boyu 106,5 cm ile N20 uygulamasında elde edilmiştir. İstatistiki olarak N15 (104,8 cm) ve N10 (102,1 cm) seviyeleri yakın değerler elde ederek aynı grupta yer almıştır. En düşük bitki boyu ise, 95,4 cm ile kontrol grubunda (N0) elde edilirken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan N5 (99,3 cm) takip etmiştir. Fosfor seviyesi ortalamaları açısından en yüksek bitki boyu 109,6 cm ile P10, en düşük bitki boyu ise 94,6 cm ile P0 (kontrol) uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 3).

Bitki boyuna ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiğıne uygulanan P ve N seviyeleri arttıkça bitki boylarının da yükseldiği saptanmıştır. Ancak N20 ve N15 seviyeleri arasında fark bulunmamıştır. Bitkilere uygulanan N seviyeleri yükseldikçe, vejetatif aksamın yani bitki boyunun arttığını, buna karşılık aşırı N dozlarının bitkilerde fitotoksik etkilere yol açtığı birçok çalışmada bildirilmiştir (Elbehri et al., 1993; Myers, 1998; Akanbi ve Togun, 2002).

Yaprak sayısı: Yapılan istatistik analizler, horozibiğıne uygulanan N ve P seviyelerinin bağımsız etkilerinin önemli, ancak PxN interaksiyonunun önemsiz olduğunu göstermiştir. Azot seviyeleri arasında rakamsal olarak en yüksek yaprak sayısı N20 seviyesinde 43,8 adet/bitki olarak belirlenmiştir. Rakamsal olarak en düşük yaprak sayısı ise 36,3 adet/bitki ile N0 grubunda tespit edilmiştir. Fosfor seviyeleri arasında en yüksek yaprak sayısı 44,9 adet ile P10, en düşük yaprak sayısı da 34,5 adet ile P0 grubunda kaydedilmiştir (Çizelge 3).

Bilindiği üzere yem bitkilerinde yaprak oranı önemli bir verim ve kalite özelliklerinden biridir. Yaprak oranı da yaprak sayısı ile doğrudan ve olumlu yönde ilişkili olup, yüksek oranlarda olması arzu edilmektedir. Bulgularımız, horozibiğıne uygulanan N ve P seviyeleri yükseldikçe bitki başına düşen yaprak sayılarının da arttığını göstermiştir. Bitkilere uygulanan N ve P dozları arttıkça vejetatif organların payı da belirli bir noktaya kadar yükselmektedir (Akteş ve Ateş, 1998; Bolat ve Kara, 2017). Horozibiğinde farklı N seviyelerini inceleyen McDonald ve ark. (2011), N0'dan N20'ye kadar yükselen N seviyelerinin bitkideki yaprak sayılarını da arttığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Sleugh ve ark. (2001) ile Yu ve ark. (2004) tarafından da dile getirilmiştir. Bulgularımız, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Yaş ot ve KM verimi: İstatistiki analiz sonuçları, P ve N seviyelerinin yaş ot ve KM verimi üzerine önemli etkilerinin

Çizelge 3: Farklı azot ve fosfor seviyelerinin horozibiğinde ot verimi ve bazı silaj özelliklerine etkisi.
Table 3: Effect of different N and P levels on the herbage yield and some silage characteristics of amaranth.

	P0	P5	P10	Ort.	P0	P5	P10	Ort.
	Bitki boyu (cm)				Yaprak sayısı (adet/bitki)			
N0	89.3	96.3	100.8	95.4 c	30.3	37.0	41.8	36.3 c
N5	94.5	99.8	103.8	99.3 bc	33.5	38.8	43.0	38.4 bc
N10	95.5	100.0	110.8	102.1 ab	34.0	39.8	45.3	39.7 bc
N15	96.3	100.1	118.0	104.8 a	35.8	43.0	47.0	41.9 ab
N20	97.5	107.2	114.8	106.5 a	39.0	44.9	47.5	43.8 a
Ort.	94.6 C	100.7 B	109.6 A	101.6	34.5 C	40.7 B	44.9 A	40.0
LSD (%1)	P:3.9 N:5.2 PxN:ns CV(%):4.61				P:2.9 N:3.8 PxN:ns CV(%):8.69			
	Yaş ot verimi (g/bitki)				Kuru madde verimi (g/bitki)			
N0	152	188	250	197 d	33.8	37.0	46.3	39.1 b
N5	164	215	259	213 cd	33.7	42.0	46.9	40.9 b
N10	169	238	266	224 bc	33.6	45.1	47.9	42.2 b
N15	173	250	326	249 ab	34.3	47.4	58.0	46.6 a
N20	185	253	327	255 a	36.6	47.4	57.0	47.0 a
Ort.	169 C	229 B	285 A	227	34.4 C	43.8 B	51.2 A	43.1
LSD (%1)	P:20 N:25 PxN:ns CV(%):10.28				P:5.5 N:4.1 PxN:ns CV(%):15.19			
	Doğal kuru madde oranı (%)				Silaj kuru madde oranı (%)			
N0	22.3	19.7	18.5	20.2	24.9	24.4	25.2	24.8 a
N5	20.6	19.4	18.1	19.3	24.0	23.5	23.9	23.8 ab
N10	20.0	19.0	18.1	19.1	24.0	23.3	23.5	23.6 ab
N15	19.9	19.0	17.8	18.9	20.9	21.9	22.7	21.8 bc
N20	19.7	18.8	17.4	18.6	20.3	21.6	21.8	21.2 c
Ort.	20.5 A	19.2 AB	18.0 B	19.2	22.8	22.9	23.4	23.1
LSD (%1)	P:1.7 N:ns PxN:ns CV(%):10.27				P:ns N:2.3 PxN:ns CV(%):8.94			
	Silaj pH'sı				Silaj ham protein oranı (%)			
N0	3.99	4.11	4.10	4.07	10.7	11.3	11.5	11.2 d
N5	4.01	4.13	4.12	4.08	11.8	13.6	13.3	12.9 c
N10	4.06	4.27	4.39	4.24	12.1	13.6	14.7	13.5 b
N15	4.10	4.31	4.45	4.28	12.5	13.8	15.2	13.8 ab
N20	4.20	4.36	4.47	4.34	12.6	14.5	15.4	14.2 a
Ort.	4.07	4.24	4.30	4.20	11.9 C	13.3 B	14.0 A	13.1
LSD (%1)	P:ns N:ns PxN:ns CV(%):8.41				P:0.4 N:0.5 PxN:ns CV(%):3.73			
	NDF oranı (%)				ADF oranı (%)			
N0	38.9	34.4	31.2	34.8 a	27.6	25.0	23.0	25.2 a
N5	38.0	33.5	29.9	33.8 ab	27.9	22.9	19.7	23.5 ab
N10	38.0	33.3	29.5	33.6 ab	27.7	22.0	19.4	23.0 b
N15	34.2	32.4	28.2	31.6 bc	24.9	21.8	18.1	21.6 bc
N20	33.5	31.3	28.2	31.0 c	22.9	20.8	17.9	20.5 c
Ort.	36.5 A	33.0 B	29.4 C	33.0	26.2 A	22.5 B	19.6 C	22.8
LSD (%1)	P:1.7 N:2.2 PxN:ns CV(%):6.21				P:1.7 N:2.2 PxN:ns CV(%):8.79			

ns: önemli değil (not significant), CV: varyasyon katsayısı (coefficient of variation)

olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). PxN interaksiyonu her iki özelliğe önemsiz bulunmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde, P seviyeleri arasında en yüksek yaş ot verimi ortalama 285 g/bitki ile P10, en düşük verim ise 169 g/bitki ile P0 uygulamasından sağlanmıştır. N seviyeleri arasında en yüksek yaş ot verimi ortalama 255 g/bitki ile N20 uygulamasından alınırken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan N15 (249 g/bitki) seviyesi izlemiş, rakamsal olarak en düşük verim ise ortalama 195 g/bitki ile N0 uygulamasından sağlanmıştır.

Çizelge 3 KM verimi bakımından irdelendiğinde, P seviyelerini arasında en yüksek KM verimi 51,2 g/bitki ile P10, en düşük KM verim ise 34,4 g/bitki ile P0 uygulamasından sağlandığı anlaşılmaktadır. N seviyeleri içinde ise bitki başına en yüksek KM verimi, aynı grupta yer alan N20 (47 g) ve N15 (46,6 g) uygulamalarında, rakamsal olarak en düşük KM verimi ise N0 (39,1 g/bitki) uygulamasında kaydedilmiştir.

Silaj amacıyla yetiştirilen horozibiğinin yaş ot ve KM verimlerine ilişkin bulgularımız toplu bir şekilde

değerlendirildiğinde, saksılara uygulanan P seviyesi 0 kg/da'dan 10 kg/da'a doğru arttıkça verimlerin yükseldiği saptanmıştır. Benzer şekilde, uygulanan N seviyesi arttıkça, yani 0 kg/da'dan 20 kg/da'a çıkıldıkça her iki verim özelliğinin yine yükseldiği, ancak N15 ile N20 seviyesi arasında önemli fark olmadığı belirlenmiştir. Diğer taraftan, N15-P10 kombinasyonunda elde ettiğimiz ot verimi, N0-P0 uygulamasının yaklaşık iki katı olduğu da dikkati çekmiştir.

Horozibiği bitkisine uygulanan N seviyesi arttıkça yaş ot ve KM verimlerinin de yükseldiği pek çok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir. Örneğin İran koşullarında *Amaranthus cruentus* bitkisine dekara 6, 12 ve 18 kg N uygulayan Ardali ve AghaAlikhani (2015), artan N seviyesi karşısında KM veriminin yükseldiğini (sırasıyla 688, 749 ve 765 kg/da) ancak 12 ve 18 kg N/da uygulamaları arasında fark olmadığını bildirmiştir.

Abbasi ve ark. (2012) farklı gübre (12, 18, 24 kg N/da) dozları altında yetiştirdikleri *A.hypochondriacus* bitkisini, 2 değişik dönemde (40. ve 60. gün) biçmişlerdir. Araştırmacılar, 40. günde yapılan biçimlerde yaş ot verimini, 12 kg N/da seviyesinde 4625 kg/da, 18 kg N/da ise 4970 kg/da olarak belirtirken, en yüksek verime (5337 kg/da) 24 kg N/da seviyesinde ulaşıldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar 60. günde yapılan hasat işlemlerinde ise yaş ot verimlerinin sırasıyla 8217 kg/da, 8303 kg/da ve 8497 kg/da'a yükseldiğini saptamışlardır. Bulgularımızın, horozibiği bitkisine verilen azot miktarı arttıkça yaş ve KM verimlerinin de yükseldiğini bildiren pek çok araştırmacının sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür.

Doğal ve silaj KM oranları: İstatistiksel analizler, hasattaki doğal KM oranı üzerine sadece fosfor, silaj KM oranı üzerine ise sadece azot seviyelerinin önemli etkisinin bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 3). P seviyeleri arasında en yüksek doğal KM oranı ortalaması %20.5 ile P0, en düşük doğal KM oranı ortalaması ise P5 (%19.2) ve P10 (%18.0) uygulamalarında kaydedilmiş olup, P5 ile P10 arasında istatistiksel anlamda fark bulunmamıştır. N seviyeleri arasında önemli bir fark saptanmamış olup, ortalama KM oranı %19.2 olarak belirlenmiştir. Çizelge 3 silaj KM oranları açısından irdelendiğinde değişik bir durum dikkati çekmiştir. Bu kısımda rakamsal olarak en yüksek silaj KM oranı %24.8 ile N0, en düşük oranı ise N20 (%21.2) ve N15 (%21.8) seviyelerinde saptanmıştır. Çalışmamızda P seviyeleri arasında silaj KM oranı üzerine önemli bir fark saptanmamış olup, ortalama %23.1 olarak belirlenmiştir. Araştırmada, horozibiği bitkilerinin silaj yapımı amacıyla bir gece soldurulmaları silaj KM oranlarını, doğal KM oranlarından daha yüksek değerler taşımasına neden olmuştur. Zira pek çok araştırmacı, güvenli bir silo içi mayalanma için soldurma uygulamasını tavsiye etmişlerdir.

Çalışmamızda saksıda yetiştirilen horozibiği bitkilerine uygulanan P seviyesi arttıkça doğal KM oranlarının azaldığı, ancak P5 ile P10 arasında önemli farkın olmadığı ortaya çıkmıştır. Buna ek olarak, N0'dan N20'ye kadar artan azot dozlarının KM oranlarında hafifçe düşmeye neden olduğu, ancak bu düşüşün istatistiksel anlamda önemli olmadığı da izlenmiştir. Diğer taraftan, bitkilere uygulanan N seviyesi arttıkça silaj KM oranlarının düştüğü saptanmıştır. P seviyeleri arasında ise silaj KM oranı bakımından önemli bir fark belirlenmemiştir. Bitkiler tarafından alınan azot miktarı

arttıkça, yeni hücre yapımının arttığı ve hücrelerin büyüyerek daha fazla su içtiği, bu nedenle KM içeriklerinin düştüğü pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Aktaş ve Ateş, 1998; Bolat ve Kara, 2017). Olorunnisomo (2010) horozibiği silajında KM oranını %21.6 olarak bildirirken, Leukebandara ve ark.(2015) horozibiği türlerinde çiçeklenme öncesi %7 ile %9 civarında olan doğal KM oranının, çiçeklenme sonrasında %15 ile %18 civarına yükseldiği belirtmişlerdir. Sarmadi ve ark. (2016), horozibiğine farklı dozlarda azot (12-18-24 kg N/da) verildiğinde, ekimden kırk gün sonraki hasatta KM oranlarının sırasıyla %15.9, %17.5 ve %17.8'e; altmış gün sonraki hasatta ise sırasıyla %19.4, %19.8 ve %21.2'ye yükseldiğini ifade etmişlerdir. Bulgularımızın, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla kısmen örtüştüğü görülmektedir.

Silaj pH'sı: İstatistiksel analiz sonuçları, silaj pH değeri üzerine çalışmamızda test edilen P ve N seviyelerinin önemli bir etkisinin olmadığını ortaya çıkarmış (Çizelge 3) ve ortalama pH değeri 4.20 olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda incelenen horozibiği bitkisinin yem amaçlı değerlendirilmesinde taze tüketimi mümkün görünse de, saplarının kalın olması nedeniyle bitkilerin kurutulmaları sonucu yapılarının sertleşmesi, yonca (*Medicago sativa*) veya İtalyan çimi (*Lolium italicum*) gibi kuru ot olarak kullanım şanslarını azaltmaktadır. Bu durumda en avantajlı yararlanma şekli ve kullanımı silaj yapımıdır. Silo yeminin de en büyük kalite göstergesi pH derecesidir ve ortalama pH değerinin 3.8 ile 4.2 arasında olması istenmektedir (Comberg, 1974; İptaş ve ark., 2009). Bu nedenle bulgularımızın tolerans sınırında olduğunu söylemek olasıdır. Araştırmamızda, horozibiği bitkisine artan seviyelerde azot veya fosfor uygulamalarının, silaj yeminin pH'sı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Çalışmamızda bitki bünyesindeki eriyebilir şeker içeriği belirlenmediğinden, N ve P etkisi tam olarak yorumlanamamaktadır. Zira bazı araştırmacılar, bitkilere belirli bir doza kadar verilen azot ve fosforun, bünyedeki eriyebilir şeker oranının yükselmesine neden olduğunu, bunun da ortam pH'sının düşmesini sağladığını bildirmişlerdir (Sadigfard, 2016).

Örneğin, Erzurum koşullarında çalışan Tan ve ark. (2012), horozibiği silajında pH değerinin 5'e yakın olduğunu bildirmişlerdir. Rezaei ve ark. (2009) taze horozibiği otuna, ağırlığının %0-5-10 oranında melas ekleyerek yaptıkları silajlarda, pH değerlerinin sırasıyla 3.91, 3.87 ve 3.84 olduğunu belirtmişlerdir.

Silaj ham protein (HP) oranı: İstatistiksel analiz sonuçları, horozibiği silajının HP oranı üzerine P ve N seviyelerinin önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. N seviyeleri arasında maksimum HP oranı %14.2 ile N20 uygulamasında kaydedilmiş olup, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan N15 seviyesi (%13.8) takip etmiştir. Minimum HP oranı ise %11.2 ile kontrol grubunda (N0) saptanmıştır. P seviyeleri arasında ise; %14.0'lük maksimum oran P10, %11.9'lük minimum oran da P0 uygulamasında kaydedilmiştir (Çizelge 3).

Çalışmamızda horozibiği bitkisine uygulanan N ve P seviyeleri yükseldikçe, silo yeminin HP oranlarının da yükseldiği belirlenmiştir. Bitkilere belirli bir seviyeye kadar

verilen azot ve fosforlu gübrelerin bitki bünyesindeki HP oranının yükselmesine neden olduğu pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Aktaş ve Ateş, 1998; Bolat ve Kara, 2017). Örneğin Arellano ve ark. (1993), horozibiğine uygulanan N seviyesi arttıkça HP oranının yükseldiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Leukebandara ve ark. (2015) horozibiği silajı HP oranının biçim zamanından etkilendiğini, biçim zamanı geciktikçe HP oranının %25.7'ten %14.3'e düştüğünü belirtmişlerdir. *Amaranthus cruentus* bitkisine dekara 6, 12 ve 18 kg N uygulayan Ardali ve AghaAlikhani (2015), artan N seviyesinin otun bünyesindeki HP oranını yükselttiğini (sırasıyla %17.7, 19.9 ve %21.8) ancak 12 ve 18 kg N/da uygulamaları arasında fark olmadığını bildirmiştir.

Çalışmamızda, horozibiğine uygulanan farklı P ve N seviyelerinin HP ve KM verimi üzerine olan etkisi değerlendirildiğinde, en yüksek verim ve kaliteye P10 ve N20 kombinasyonunda ulaşıldığı izlenmektedir. Ancak bu uygulamanın, P10 ve N15 ile arasında istatistiki olarak fark olmaması, P10 ile N15 uygulamasını ön plana çıkarmaktadır. Tabii ki de, en doğru sonuç yapılacak ekonomik analizlerle ortaya konmalıdır. Ayrıca P10 seviyesinden sonraki oranların da (örneğin P15 veya P20 gibi) test edilmesinde fayda bulunmaktadır.

NDF Oranı: İstatistik analiz sonuçlarına göre, NDF oranı üzerine ele alınan fosfor ve azot seviyelerinin bağımsız etkileri önemli, fakat PxN interaksyonu önemsiz bulunmuştur. N seviyesi açısından bulgularımız incelendiğinde, rakamsal olarak en yüksek NDF oranı %34.8 ile N0 (kontrol), en düşük NDF oranı ise N20 seviyesinde %31.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bulgularımız P seviyesi bakımından irdelendiğinde, en düşük ve en yüksek NDF oranları sırasıyla, P10 (%29.4) ve P0 (%36.5) seviyesinde kaydedilmiştir.

Çalışmamızda horozibiği bitkisine uygulanan N ve P seviyeleri yükseldikçe, silaj yemi içeriğindeki NDF oranlarının genel olarak düştüğü belirlenmiştir. Bilindiği gibi yemlerdeki NDF oranı temel olarak bitkinin yaşına, bir başka ifadeyle biçim zamanına bağlı olarak değişmektedir. Bitki yaşlandıkça hücre duvarını oluşturan unsurların (selüloz, hemiselüloz, lignin) oransal yükselmesine bağlı olarak NDF oranları da artmaktadır. (Kavut ve ark., 2014). Ancak NDF oranının yükselmesi yemin sindirilme düzeyini düşürmektedir. Çalışmamızda bitki yaşı (biçim dönemi) incelenmemesine rağmen, kontrol uygulamasına göre artan P ve N seviyelerinin hücre duvarı bileşimini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Örneğin, Sarmadi ve ark. (2016) farklı N seviyeleri altında yetiştirdikleri horozibiği bitkisinde en düşük N seviyesinde, en yüksek NDF oranının elde edildiğini bildirmeleri, bulgularımızla uyumludur. Ancak, *A. cruentus* bitkisine farklı azot dozu (6, 12 ve 18 kg N/da) uygulayan Ardali ve AghaAlikhani (2015), artan N seviyesinin ot bünyesindeki NDF (ortalama %36.5) ve ADF (%35.1) oranını üzerinde önemli etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir.

ADF Oranı: Uygulanan istatistiki analiz sonuçları, ADF oranı üzerine PxN interaksyonunun önemsiz, fakat P ve N seviyelerinin bağımsız etkilerinin önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır. P seviyeleri içinde, %26.2'lik en yüksek ADF

oranı P0, %19.6'lık en düşük oran ise P10 seviyesinde tespit edilmiştir. N seviyeleri arasında ise rakamsal olarak en yüksek ADF oranı %25.2 ile N0, en düşük ADF oranı ise %20.5 ile N20 seviyesinde saptanmıştır (Çizelge 3).

Horozibiği silo yeminin ADF içeriğine ait bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, kontrol uygulamalarına göre artan P ve N seviyelerinin, NDF oranında olduğu gibi, ADF oranlarını da düşürdüğü saptanmıştır. Bu düşüş, yem kalitesi bakımından olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Zira ADF içeriği, asit deterjan koşulları altında yemin işlenmesinden geriye kalan hücre duvarı bileşenini simgelemekte olup, selüloz, lignin ve silis içermektedir. Bu özellik de asıl olarak bitkinin yaşıyla ilgilidir, ancak çalışmamızdaki artan P ve N seviyelerinden olumlu olarak etkilenmiştir. Sarmadi ve ark. (2016)'nın horozibiği bitkisine uygulanan N seviyesi yükseldikçe ADF oranının düştüğünü bildirmeleri, bulgularımızı desteklemektedir. Pek çok araştırmacı (Ball et al., 1996; Putham et al., 2008), yem bitkilerinde NDF oranının %40'tan, ADF oranının da %30'dan yüksek bulunması durumunda yem değerinde azalmaların başladığını ifade etmişlerdir. Bulgularımız bu açıdan değerlendirildiğinde, kontrol uygulamalarında (P0 ve N0) bile ölçülen NDF ve ADF oranlarının kaliteli bir yem oluşturduğunu, artan N ve P seviyelerinin bu özellikleri daha da iyileştirdiğini ve horozibiğinin silolanarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda, horozibiğine uygulanan farklı P ve N seviyelerinin KM verimi, HP oranı ve hücre duvarı bileşenleri (NDF ve ADF) üzerine olan etkisi genel olarak değerlendirildiğinde, en yüksek verim, kabul edilebilir mayalanma özellikleri ve yem kalitesine P10 ve N20 kombinasyonunda ulaşıldığı izlenmektedir. Ancak bu uygulamanın, P10 ve N15 ile arasında istatistiki olarak fark olmaması, P10 ile N15 uygulamasını ön plana çıkarmaktadır.

SONUÇ

Ege bölgesinin, tipik Akdeniz iklimi etkisi altındaki dış ortam koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülen bu ön çalışmamızda; horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*) bitkisinin "Don Juan" çeşidi; farklı fosfor (0, 5, 10 kg P/da) ve azot (0, 5, 10, 15, 20 kg N/da) seviyeleri altında yetiştirilmiştir. Test edilen azot ve fosfor seviyelerinin yaş ot ve KM verimi ile silaj kalitesi üzerine önemli etkileri saptanmıştır. En yüksek KM verimi ve kabul edilebilir silaj yemi özellikleri N15 ile P10 uygulamasından elde edilmiştir. Denememizde elde edilen bu sonuçların, farklı lokasyonlarda yürütülecek en az iki yıllık tarla çalışmalarıyla desteklenmesi ve ekonomik analizlerin yapılması, sonuçların daha kalıcı olacağı kanaatine ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abbasi D., Y., Rouzbehan J., and J. Rezaei. 2012. Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). *Animal Feed Science and Technology*. 171, :6-13.
- Achigan-Dako E.G., Sogbohossou O.E.D. and P. Maundu. 2014. Current knowledge on *Amaranthus spp.*: research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa, *Euphytica* 197, 303-313.
- Akanbi, W.B. and A.O. Togun. 2002. The influence of maize-stover compost and nitrogen fertilizer on growth, yield and nutrient uptake of amaranth, *Scientia Horticulturae* 93:1-8.
- Aktaş M. ve A. Ateş. 1998. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları, Nürol Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara.
- Ardali S. A. and M. AghaAlikhani. 2015. Effect of plant density and nitrogen

- fertilizer rate on forage yield and quality of cultivated amaranth (*Amaranthus cruentus* L.), Iranian Journal of Crop Sciences, 17(1):35-45.
- Arellano L., M. Carranco, F. Pérez-Gil and M. Alonso. 1993. Effect of urea treatment on the digestibility and nitrogen content of *Amaranthus hypochondriacus* straw. Small Ruminant Research, 11 (3), 239–245.
- Amicarelli, V. and G. Camaggi. 2012. Amaranthus: A Crop to Rediscover, Forum Ware International 2.
- Ball, D.M., Hovelend, C.S. and G.D. Laceyfield. 1996. Forage quality in Southern Forages, Potash & Phosphate Institute, Norcross, Georgia, p:124-132.
- Bolat İ. ve Ö. Kara. 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1): 218-228 ss.
- Bulgurlu, Ş. ve M. Ergül. 1978. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metodları, Ege Üniversitesi Ziraat Fak.Yay.No:127, 58-76s., İzmir.
- Casolato-Sousa, V.M. and J. Amaya-Farfán. 2012. State of knowledge on amaranth grain: A comprehensive review, Journal of Food Science 77(4):93-104.
- Comberg G. 1974. Gärfutter: Betriebswirtschaft, Erzeugung, Verfütterung, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Gerokstraße 19, Printed in Germany, ISBN:3-8001-4321-6, 260s.
- Das S. 2016. A Promising Crop of Future, Saubhik Das Department of Botany Taki Government College West Bengal, ISBN 978-981-10-1468-0 / DOI 10.1007/978-981-10-1469-7 1/Springer Science + Business Media Singapore.
- Dönmez S. 2009. Bartın Koşullarında Doğal Maddelerin (Baykal EM1 ve Biyohumus) *Amaranthus caudatus* var. *bulava* ve *Amaranthus tricolor* var. *valentina*'da Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Proseslere Etkisi ve Bu Bitkilerin Peyzaj Mimarlığında Kullanımı, Bartın Ün. Fen Bilimleri Enst. Orman Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bartın.
- Durak D. 2015. *Amaranth sp.* Türlerinin Yem Olarak Kalite Kriterlerine ve Toksisitesinin Belirlenmesi, Mustafa Kemal Ün. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Hatay.
- Durul G. 2016. Farklı Biçim Zamanlarının Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Moench var. *saccharatum*) ve Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Silaj Karışımlarında Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Elbehri, A., D.H. Putnam and M. Schmitt 1993. Nitrogen fertilizer and cultivar effects on yield and nitrogen-use efficiency of grain amaranth. Agron. J. 85, 120–128.
- Fageria N.K., Baligar V.C. and C.A. Jones. 2010. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops, 3rd ed. CRC Press, Taylor and Francis Group, New York, NY, USA.
- Gimplinger D.M., Dobos G., Schonlechner R. and H.P. Kaul. 2007. Yield and Quality of Grain Amaranth (*Amaranthus sp.*) in Eastern Austria. Plant Soil Environ. 53(3), 105 – 112.
- Goering, H.K. and P.J. VanSoest. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agricultural Handbook No:379.
- Heitholt, J.J., Johnson, R.C. and D.M. Ferris. 1991. Stomatal limitation to carbon dioxide assimilation in nitrogen and drought-stressed wheat. Crop Sci. 31,135–139.
- İptaş S., Geren H. ve M. Yavuz. 2009. Yem bitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 4.2, Silaj Yapım Tekniği, TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM, Cilt:1, 142-162s.
- Kalač, P. and J. Moudrý. 2000. Chemical composition and nutritional value of amaranth grains (in Czech). Czech J Food Sci 18: 201-206.
- Kavut T., Geren H., Soya H., Avcıoğlu R. ve B. Kır. 2014. Karışım Oranı ve Hasat Zamanlarının Bazı Yıllık Baklagil Yembitkileri ile İtalyan Çimi Karışımlarının Kışlık Ara Ürün Performansına Etkileri, Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi 51(3):279-288, ISSN 1018-8851, İzmir.
- Leukebandara I.K., Premaratne S. and B.L Peiris. 2015. Nutritive Quality of Thampala (*Amaranthus spp.*) as a Forage Crop in Sri Lanka, Tropical Agricultural Research Vol. 26 (4): 624 – 631.
- Mahmud, K., Ahmad, I. and M. Ayub. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.).Int. J. Agric. Biol. 5, 61–63.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. and R.G Wilkinson. 2011. Animal Nutrition, 7th ed. Prentice Hall, Essex, UK.
- Mlakar, S.G., M. Bavec, M. Turinek and F. Bavec. 2009. Rheological properties of dough made from grain amaranth-cereal composite flours based on wheat and spelt. Czech J Food Sci 27:309–19.
- Mlakar, S.G., M. Turinek, M. Jakop, M. Bavec and F. Bavec. 2010. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate. Revija za geografijo – Journal for Geography 5:135–45.
- Myers, R.L. 1998. Nitrogen fertilizer effect on grain Amaranth, Agron. Jour. 90:597–602.
- Olorunnisomo, A.O. 2010. Nutritive value of conserved maize, amaranth or maize-amaranth mixture as dry season fodder for growing West African Dwarf sheep. Livestock Research for Rural Development, 22: 10.
- Rezaei J., Rouzbehan Y. and H. Fazaeli. 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses Animal Feed Science and Technology.151,153–160.
- Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H. and M. Zahedifar. 2014. Effects of substituting amaranth silage for corn silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. Anim. Feed Sci. Technol. 192, 29–38.
- Rezaei, J., Rouzbehan, Y., Zahedifar M. and H. Fazaeli, 2015, Effects of dietary substitution of maize silage by amaranth silage on feed intake, digestibility, microbial nitrogen, blood parameters, milk production and nitrogen retention in lactating Holstein cows, Animal Feed Science and Technology, 202, 32-41.
- Pimentel, D., A. Marklein, M.A. Toth, M. Karpoff, G.S. Paul, R. McCormack, J. Kyriazis and T. Krueger. 2008. Biofuel Impacts on World Food Supply: Use of Fossil Fuel, Land and Water Resources. In: Energies 1, pp. 41-78.
- Pišaňková, B., J. Peterka, M. Trčková, J. Moudrý, Z. Zralý and I. Herzih. 2006. Chemical composition of the above-ground biomass of *Amaranthus cruentus* and *A.hypochondriacus*, Acta Vet. Brno, 75:133–138.
- Pospišil, A., M. Pospišil, B. Varga and Z. Svečnjak. 2006. Grain yield and protein concentration of two amaranth species (*Amaranthus spp.*) as influenced by the nitrogen fertilization, European Journal of Agronomy, 25:250-253.
- Putham D.H., Robinson P. and E. DePeters. 2008. Forage Quality and Testing, University of California, DANR, Publication 8302, 2/2008, 25p.
- Sarmadi B., Rouzbehan Y. and J. Rezaei. 2016. Influences of growth stage and nitrogen fertilizer on chemical composition, phenolics, *in situ* degradability and *in vitro* ruminal variables in amaranth forage, Animal Feed Science and Technology 215, 273-284.
- Sadigfard, S., 2016, Farklı Gübre Uygulamalarının Enerji Bitkisi Olarak Kullanılan Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *saccharatum*)'da Verim ve Bazı Teknolojik Özelliklere Etkisi Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 105s., İzmir.
- Sleugh, B.B., Moore, K.J., Brummer, E.C., Knapp, A.D., Russell, J. and L. Gibson. 2001. Forage nutritive value of various amaranth species at different harvest dates. Crop Sci. 41, 466–472.
- Svirskis A. 2003. Investigation of Amaranth Cultivation and Utilization in Lithuania. Agro.Res. 1(2), 253 - 264.
- Tan M., Gül D.Z. ve İ. Çoruh. 2012. Horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) ve Sirken (*Chenopodium album* L.) Yabancı Otlarının Silaj Değerlerinin Belirlenmesi, Atatürk Ün. Ziraat Fak. Dergisi 43(1):43-47, ISSN:1300-9036, Erzurum.
- Teutonico R.A. and D. Knorr. 1985. Amaranth: composition, properties and applications of a rediscovered food crop, In: Food Technology 39:49-61.
- Trucco, F. and P.J. Tranel. 2011. Amaranthus. In: Kole, C. (Ed.), Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Vegetables. Springer-Verlag, BerlinHeidelberg, Germany, pp. 11–21.
- Venskutonis, P.R. and P. Kraujalis. 2013. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses, Comprehensive Reviews in Food Science and Safety, 12(4):381-412.
- Warren, C.R., Dreyer, E. and M.A. Adams. 2003. Photosynthesis-Rubisco relationships in foliage of *Pinus sylvestris* in response to nitrogen supply and the proposed role of Rubisco and amino acids as nitrogen stores. Trees 17, 359–366.
- Yu, P., Christensen, D.A. and J.J. McKinnon. 2004. In situ rumen degradation kinetics of timothy and alfalfa as affected by cultivar and stage of maturity. Can. J. Anim. Sci. 84, 255–263.
- Yurtsever N. 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Yayınları No:121, Ankara.
- Zhao, D., Reddy, K.R., Kakani, V.G. and V.R Reddy. 2005. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. Eur. J. Agron. 22, 391–403.