

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2019, 56 (2):257-262
DOI: [10.20289/zfdergi.481848](https://doi.org/10.20289/zfdergi.481848)

Tuğçe ÖZDOĞAN^{1a**}

Hakan GEREN^{1b}

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri
Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye

^{1a}Orcid No: 0000-0002-1545-4721

^{1b}Orcid No: 0000-0003-0426-1120

*sorumlu yazar: tugceozdogan1905@hotmail.com

Enerji Bitkisi Olarak Kullanılan Filotu (*Miscanthus x giganteus*)’nda Farklı Azot Seviyelerinin Biyokütle Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma*

A Preliminary Study on the Effect of Different Nitrogen Levels on the Biomass Yield and Some Yield Characteristics of Elephantgrass (*Miscanthus x giganteus*) Used as an Energy Crops

*: Bu makale, 2018-ZRF-019 no’lu Ege Üniversitesi BAP (YL tez) projesinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 12.11.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 18.12.2018

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, farklı azot seviyelerinin filotu (*Miscanthus x giganteus*) bitkisinde biyokütle verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkilerini saptamak amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Araştırma, 2017 yılı yaz yetiştirme döneminde, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir, Türkiye’de dış ortam koşullarında saksı denemesi olarak gerçekleştirilmiştir. Denemede yedi farklı azot (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 kg/da N) seviyesi içeren toprağa filotu rizomları dikilmiştir. Çalışmada kardeş sayısı, bitki boyu, sap çapı, kuru biyokütle verimi ve ham kül oranı gibi özellikler değerlendirilmiştir.

Sonuç: Azot seviyelerinin sap çapı hariç, incelenen tüm özellikler üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Azot dozlarının artışıyla biyokütle verimi yükselmiştir. Akdeniz iklim koşullarında dekara 15 kg azot uygulamasının filotunun biyokütle verimini yükselten en iyi gübre seviyesi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Miscanthus x giganteus, filotu, azot seviyesi, biyokütle verimi

Keywords:

Miscanthus x giganteus, elephantgrass, nitrogen level, biomass yield

ABSTRACT

Objective: This study was conducted to determine the effect of nitrogen levels on the biomass yield and some yield parameters of elephantgrass (*Miscanthus x giganteus*).

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 2017 as a pot experiment grown under outdoor. In the experiment, elephantgrass rhizomes were planted with different fertilization levels of nitrogen (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 kg-ha⁻¹ N). Some parameters were evaluated in the study such as plant height, stem number, stem diameter, dry biomass yield and ash content.

Results: The effect of nitrogen levels were significant on all parameter tested except stem diameter in the study. Application of the higher rates of N treatments increased the biomass yields compared to the control. Based on these results, 150 kg-ha⁻¹ N was proved the best fertilizer levels for elephantgrass biomass yield under Mediterranean ecological conditions.

GİRİŞ

Günümüzde, gelişmenin temel unsurlarından biri olan enerji ile ilgili ulusal ve uluslararası girişimlerin çok sınırlı kaldığı görülmekte ve kullanılabilir çağdaş enerji kaynaklarına, dünya üzerinde 2 milyardan fazla insanın erişim sağlayamadığının tahmini yapılmaktadır (Geren, 2017). Maddiyat, göreceli ve geçici bir kavramdır ancak enerji gerekli ve daimidir (El Bassam, 1998). Küresel iklim değişiminin temel sebeplerinden biri fosil yakıt tüketiminden dolayı ortaya çıkan sera gazı salınımları ve bir diğeri ise atmosferde devamlı olarak artan karbondioksit birikimidir (Lewandowski ve Kicherer, 1997). Yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarının üretimi ve kullanımı, çevreyi ve enerjisi koruyabilmek amacıyla ve ayrıca ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir olması bakımından oldukça önemlidir (Soha ve ark., 2015). Küreselleşen dünyada yakın ve orta vadede, biyokütle'nin, yenilenebilir alternatif enerji kaynakları arasında önemli bir rol oynayacağı öngörülmüştür. Yenilenebilir ve doğrudan kullanıma uygun olan biyoenerji, enerji bitkilerinden elde edilebilir. Yönlü bir enerji kaynağını ifade eden biyokütle, elektrik ve ısıya dönüştürülebilir ve depolanabilir (Geren, 2017).

Biyokütle enerjisi elde etmek amacıyla, enerji bitkilerinden öncelikli olarak kullanılan, uzun vejetasyon dönemleri ve düşük girdilere sahip olan çok yıllık buğdaygiller, etkin bir şekilde yüksek seviyede azot, ışık ve su kullanabilirler ve ayrıca yüksek biyokütle verimlerine sahiptirler (Lewandowski ve ark., 2003a-b; Wrobel ve ark., 2009). Biyokütlenin katı yakıt biçiminde kullanılması halinde çok yıllık buğdaygillerde, yanma tepkimesi sonucu oluşan karbondioksit salınımı, fotosentez tepkimesi ile absorbe ettikleri miktardan daha az seviyededir (Angelini ve ark., 2009). Enerji bitkisi olarak ilk sıralarda tercih edilen, filotu (*Miscanthus x giganteus*), çok yıllık buğdaygiller grubuna aittir (Heaton ve ark., 2004a). Filotu peyzaj veya süs bitkisi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bitki ilk olarak Avrupa'da, sonrasında Kuzey Amerika'da, yüksek verimi (Heaton ve ark., 2008) ve düşük bakım ihtiyacı nedeniyle biyokütle hammaddesi olarak dikkat çekmiştir (Kering ve ark., 2012). Sıcak iklim C₄ bitkisi filotunun, orijini Japonya olup ebeveynleri, *M.sacchariflorus* (2n=2x=38 ya da 2n=4x=76) ve *M.sinensis* (2n=2x=38) olan steril (kısır) triploid (2n=3x=57) bir melezdir (Linde-Laursen, 1993; Lafferty ve Lelley, 1994). Bazı araştırmacılar tarafından, *M.sinensis*'in 36 kromozumlu bir diploid olduğu da belirtilmekte olup, *Miscanthus* cinsinin üyeleri, tropik ve subtropik güneydeki pasifik adaları, Çin boyunca Himalayalar ve Japonya'nın kuzey bölgelerine kadar yayılmaktadır (Greef ve Deuter, 1993). *Miscanthus* ismi, Yunanca 'mischos' (çiçek sapı) ve 'anthos' (çiçek) kelimelerinden türetilmiştir (Scalici, 2013). Ülkemizde "Fil çimeni" veya "Filotu" olarak adlandırılan ve İngilizce'de "Elephantgrass" ya da "Giant miscanthus" gibi isimler ile bilinen *M.giganteus*, Danimarkalı Botanik Bilimci Aksel Olsen tarafından, Japonya'dan Avrupa'ya geçişi sağlanmış ve 1935 yılında Alman tohumluk listesine kaydedilip, ilk defa kataloglarda yerini almıştır (Geren ve ark., 2011).

Filotunun çoğaltma teknikleri, yumru biçiminde olan rizomları, kardeşleri veya kalın topraküstü saplarıyla, üretilebilirlik açısından kolaylık sağlamaktadır (Jones ve Walsh, 2007). Mısır veya sorgum gibi yıllık olan bitkilerin üretimi için harcanan tohumluk ve diğer masraflar göz önünde bulundurulduğunda, filotunun farklı üretim teknikleri ile

kolayca çoğaltılabilmesi ve çok yıllık olması ekonomik açıdan önem taşımaktadır (El Bassam, 1998). Amerika'da filotunun biyokütle verimi 2.70-4.40 t/da arasında yüksek bir verime sahipken (Heaton ve ark., 2004b), Avrupa'da biyokütle verimleri Belçika'da 2.58 t/da, Finlandiya ve İsveç'te 1.30 t/da'dır (Clifton-Brown ve ark., 2004).

Enerji bitkilerinin üretiminde, biyokütle verimini ve kaliteyi etkileyen en önemli etkenler arasında azot gübrelenmesi gelmektedir. Bitkisel üretimde, diğer bitki besin elementlerine göre daha çok ihtiyaç duyulan azot, protein ve klorofil sentezleri gibi yaşamsal olaylarda önemli bir yer alarak üretimde çok hayati bir rol oynamaktadır (Jasinskas ve ark., 2008). Araştırmacıların filotu bitkisi üzerinde yaptıkları, azotlu gübre deneme çalışmalarının sonuçları birtakım farklılıklar içermekte olup; bazı çalışmalar, azot gübrelenmesinin, verim üzerine önemli etkisinin olmadığını belirtirken (Christian ve ark., 2008; Thomason ve ark., 2005), diğer çalışmalar ise (Lemus ve ark., 2008; Pedrosa ve ark., 2013) önemli etkisinin olduğunu belirtmektedirler. Enerji bitkilerinden filotunun azot ihtiyacı, diğer bitkilere kıyasla düşüktür (Lewandowski ve ark., 2000; Heaton ve ark., 2004a).

Geren ve ark. (2011) tarafından 2008-2009 yıllarında, Bornova ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada, filotuna 10 kg/da azot uygulanmıştır. Araştırmacılar, ilk yıl ve ikinci yıl sırasıyla bitki boylarının 327-404 cm, kardeş sayısının 9.2-31.6 adet/bitki, sap çapının 2.1-2.3 cm, kuru biyokütle veriminin 1.49-2.45 t/da, ham kül oranının %10.02-10.37 arasında değiştiğini saptamışlardır. 2013-2017 yılları arasında, Çukurova/Adana yöresinde, Nazlı ve ark. (2018) tarafından yürütülen araştırma, filotuna 4 farklı azot seviyesi (0, 10, 15, 20 kg/da) uygulanarak 2 farklı zamanda (Kış ve Sonbahar) hasat edilmiştir. Artan azot seviyelerinin kuru biyokütle, sap çapı ve ham kül oranına önemli etkilerinin olduğunu belirten araştırmacılar, bitki boyunun azot dozlarından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Filotuna 3 farklı azot dozu (0, 9 ve 18 kg/da) uygulayan Himken ve ark. (1997), kuru biyokütle verimi üzerinde azot dozlarının önemli etkisinin olmadığını ve verimlerin 2.5 ile 3 t/da arasında değiştiğini saptamışlardır.

Ercoli ve ark. (1999), filotunu üç değişik azot seviyesi (0, 10 ve 20 kg/da) altında yetiştirmişler ve uygulanan azot miktarının artmasıyla bitkilerin biyokütle ağırlıklarının sırasıyla, 1.80 t/da, 2.40 t/da ve 3.48 t/da kadar arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, azot dozları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olduğunu da vurgulamışlardır. Lee ve ark. (2017) bitki boyu, sap sayısı, sap çapı ve kuru biyokütle verimi üzerinde uygulanan azot dozlarının önemli etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma, Akdeniz iklim koşullarının egemen olduğu Bornova-İzmir'de yetiştirilen filotuna uygulanan farklı azot seviyelerinin biyokütle verimi ve bazı verim özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2017 yılının Nisan-Aralık ayları arasında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün Bornova deneme tarlaları üzerine (dış ortam) saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Araştırma yerinin iklimsel özellikleri, İzmir Meteoroloji Bölge İstasyonu'ndan elde edilen iklim verilerinden faydalanılarak belirlenmiştir (MGM, 2017) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme yerinin bazı iklim özellikleri**Table 1.** Some meteorological characteristics of experimental area

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	2017	UYO	2017	UYO
Nisan	16.6	16.1	15.7	46.4
Mayıs	21.7	21.0	27.0	25.4
Haziran	26.5	26.0	1.8	7.5
Temmuz	28.4	28.3	1.4	2.1
Ağustos	29.5	27.9	0.3	1.7
Eylül	24.6	23.9	0.9	19.9
Ekim	18.8	19.1	45.7	43.2
Kasım	13.4	13.8	62.1	109.7
Aralık	11.7	10.5	81.4	137.9
X – Σ	21.2	20.7	236.3	393.8

UYO: Uzun Yıllar Ortalaması

Araştırmada kullanılan toprak, Bayındır/İzmir'den temin edilmiş olup, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarları'nda fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur. Analiz sonuçları, suda eriyebilir tuz değerlerinin bitki yetiştirmede bir problem teşkil etmeyeceğini, ayrıca deneme toprağının organik madde ve toplam azot bakımından orta düzeyde, yarıyıllı P, K ve Ca miktarı bakımından sırasıyla fakir, noksan ve alt sınıra yakın normal olduğunu göstermektedir (Kantarci, 2000).

Çizelge 2. Araştırma toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri**Table 2.** Some physical and chemical characteristics of experimental soil

Özellikler	
Kum (%)	80.2
Kil (%)	1.8
Mil (%)	18.0
Bünye	Tınlı kum
pH	5.83
Eriyebilir Toplam Tuz (%)	0.03
Kireç (%)	0.82
Organik Madde (%)	1.27
Toplam Azot (%)	0.092
Faydalı Fosfor (ppm)	1.14
Faydalı Potasyum (ppm)	40
Faydalı Kalsiyum (ppm)	1450

Bitkisel materyal olarak Almanya Justus-Liebig Üniversitesi'nden temin edilen "Freedom" filotu genotipi kullanılmıştır. Araştırma, bir ön çalışma niteliğinde planlandığından basit faktöriyel tesadüf parselleri deneme

desenine göre 4 tekerrürlü olarak düzenlenmiş ve saksı denemesi biçiminde yürütülmüş olup, 7 farklı azot (N) seviyesi (N0:0, N5:5, N10:10, N15:15, N20:20, N25:25 ve N30:30 kg/da N) saksı boyutlarına göre hesaplanarak uygulanmıştır. Araştırmada, 7x4=28 adet, 17 kg toprak içeren (2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak) plastik saksılar kullanılmıştır. Filotu rizomları, saksılara 12 Nisan 2017'de dikilmiştir. Her saksıya 5 kg/da P₂O₅ (Triple süper fosfat) (Haines ve ark., 2011) ve 15 kg/da K₂O (Potasyum sülfat) (Christian ve ark., 2008) (kontrol hariç) uygulanmıştır. N seviyelerinin ½'si üre ile P ve K seviyelerinin tamamı dikimden 15 gün sonra dikilen rizomun 2-3 cm altına toplu bir şekilde uygulanmış ve azotun kalan yarısı ise (amonyum sülfat) bitkiler 100 cm boylandıığında uygulanmıştır.

Saksıdaki toprağın nem içeriği 2 günde bir taşınabilir nemölçerle ölçülmüş ve topraktaki su, tarla kapasitesi %50'den daha az olduğunda sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Saksı içindeki yabancı otlar elle temizlenmiştir. Araştırma süresince bitkilerde herhangi bir hastalık veya zararlı görülmemiştir. Saksıdaki bitkilerin, üst aksamları tamamen sararak kurduğunda (Lewandowski ve ark., 2003b) (21 Aralık 2017) toprak seviyesinden bağ bacağı yardımıyla kesilerek hasat edilmiştir.

Sap (kardeş) sayısı (adet/saksı), hasattan önce saksıdaki tüm saplar sayılarak belirlenmiştir. Hasattan önce 5 bitkinin toprak yüzeyinden başak ucuna kadar olan kısmı bitki boyu (cm) olarak cetvel ile ölçülmüştür. Boyu ölçülen 5 bitkinin toprak seviyesinden 5 cm yukarıdaki kısmı kumpas ile ölçülerek sap çapı (mm) saptanmıştır. Biyokütle verimi (g/saksı); saksılardan hasat edilen bitkiler, 70°C'de iki gün kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılarak bulunmuştur. 1 mm'lik elekten geçirilen kurutulmuş 0.5 g filotu örnekleri, 550°C'de kül fırınında yaklaşık 4 saat yakılmış ve ham kül oranı (%) hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin, tek faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak varyans analizi yapılmış (Yurtsever, 1984) ve ortaya çıkan farklılıklar LSD testi (%1) ile gruplara ayrılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bitki boyu: Uygulanan azot dozlarının, bitki boyunu etkilediği belirlenmiştir (P<0.01) (Çizelge 3). Bitki boyu 58.5 cm ile 163.3 cm arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu 163.3 cm ile 20 kg/da azot uygulanan bitkilerde ölçülürken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 15 kg/da azot uygulaması (151.0 cm) izlemiştir. En düşük bitki boyu ise 58.5 cm ile 0 kg/da (kontrol) azot uygulanan bitkilerde saptanmıştır.

Filotuna uygulanan azot seviyesi arttıkça, bitki boyunun da arttığı, ancak 20 kg N/da uygulamasından sonra azalma gösterdiği saptanmıştır. Bitki boyundaki azalmanın nedeni, fitotoksik etkiden kaynaklanmış olabilir. Fazla miktarda uygulanan azotun bitkinin normal hücre fonksiyonlarını da etkilediği düşünülmektedir. Aktaş ve Ateş (1998) fazla miktarda azotun bitkinin vejetatif gelişme periyodunu uzattığını, çiçeklenme zamanını geciktirdiğini ve şeker sentezini azalttığını ifade etmektedirler.

Çizelge 3. Farklı azot seviyelerinin filotunda biyokütle verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi
Table 3. Effect of different nitrogen levels on the yield and some yield characteristics of elephantgrass

Azot seviyesi (kg/da)	Bitki boyu (cm)	Kardeş sayısı (adet/saksı)	Sap çapı (mm)	Kuru biyokütle verimi (g/saksı)	Ham kül oranı (%)
0	58.5 d	9.0 c	5.1	80.0 d	3.16 a
5	112.5 c	11.8 bc	5.2	102.5 c	3.00 a
10	119.3 c	12.5 abc	5.2	120.0 bc	2.72 b
15	151.0 ab	14.8 ab	5.4	151.3 a	2.65 bc
20	163.3 a	15.5 a	5.4	152.5 a	2.45 cd
25	146.0 b	13.8 ab	5.3	141.3 ab	2.20 de
30	144.3 b	13.3 ab	5.3	133.8 ab	2.05 e
Ortalama	127.8	12.9	5.3	125.9	2.60
LSD	17.1**	3.5**	ÖD	22.4**	0.25**

Aynı sütun içerisinde ve aynı harfler arasında istatistiki fark bulunmamaktadır. ÖD: önemsiz, **: önemli ($\alpha=0.01$)

Lee ve ark. (2017) tarafından filotuna 3 farklı azot (0, 6, 12 kg/da) seviyesi uygulanmış, 0 kg/da N seviyesinde 244.4 cm olan bitki boyunun 6 kg/da N seviyesinde 301.0 cm'ye yükseldiği, ancak 12 kg/da N seviyesinde 296.2 cm'ye düştüğü saptanmıştır. Živanović ve ark. (2014) azot seviyesi arttıkça filotunda bitki boylarının pozitif yönde etkilendiğini ve kontrol uygulamasında 129 cm olan bitki boyunun, 6 kg/da'da 165 cm'ye ve 10 kg/da'da 205 cm'ye yükseldiğini belirtmişlerdir. Christian ve ark. (2008) dekara 0, 6, 12 kg N seviyelerini uygulamışlar, 0 kg/da N dozunda 255.9 cm olan bitki boyunun, 6 ve 12 kg/da N dozlarında sırasıyla 249.1 cm ve 249.0 cm olduğunu, azot seviyelerinin filotunda bitkilerin boyuna önemli bir etkisinin olmadığını ifade etmektedirler. Bulgularımızın, yukarıdaki bazı araştırmacıların sonuçları ile paralel olduğu söylenebilir.

Kardeş sayısı: Kardeş sayısı üzerinde azot seviyelerinin istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). En fazla kardeş sayısı 15.5 adet/saksı ile 20 kg/da azot uygulanan, en az kardeş sayısı ise 9.0 adet/saksı ile 0 kg/da (kontrol) azot uygulanan bitkilerde bulunmuştur. Kontrol uygulamasından itibaren 20 kg/da'a kadar artan azot seviyelerinin filotunun kardeş sayısını yükselttiği, ancak 20, 25 ve 30 kg/da azot uygulamalarının kardeş sayısını biraz azalttığı görülmekteyse de uygulanan bu azot seviyeleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamış ve 15 kg/da N seviyesi de bu üç azot seviyesi ile aynı grupta yer almıştır. Bitki köklerinin solunumunda, çiçeklenmenin zamanında başlamasında, meyvenin oluşması ve büyümesinde azot önemli bir bitki besin elementidir (Kantarci, 2000; Fageria, 2009). Kryževičienė ve ark. (2011) filotuna üç azot seviyesi (0, 6, 12 kg/da) uygulamışlardır. Kardeş sayısı üzerinde azot dozlarının önemli etkisinin bulunduğunu bildiren araştırmacılar, azot seviyelerinin 0'dan 12 kg/da'a yükseldikçe kardeş sayılarının da, 19.0, 20.3, 23.3 adet/bitki olarak artış gösterdiğini ve 0 ile 12 kg/da N seviyeleri arasındaki farkın önemli olduğunu saptamışlardır. Buna karşılık Danalatos ve ark. (2007), filotu bitkisindeki kardeş sayısının N seviyesinden önemli derecede etkilenmediğini söylemektedirler. Bu araştırmacılar Yunanistan koşullarında 2 farklı N (N0:5 ve N1:10 kg/da) seviyesini uygulamışlar ve N0 uygulamasında bitki başına 80 adet/m² olan kardeş sayısının, N1 uygulamasında 85 adet/m² olduğunu tespit etmişlerdir. 20

kg/da azot uygulamasından sonra kardeş sayısındaki azalmanın nedeni, fitotoksik etkiden olabileceği gibi, bitkide kök gelişmesi ve özellikle köklerde dallanmanın zayıflayıp büyümenin yavaşlamasından da kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

Sap çapı: Farklı azot seviyelerinin filotunun sap çapını (5.1-5.4 mm) etkilemediği saptanmıştır ($P>0.01$) (Çizelge 3). Litvanya koşullarında 3 farklı azot dozunun (0, 6 ve 12 kg/da) filotuna etkisini inceleyen Kryževičienė ve ark. (2011), sap çapının 10.4-10.8 mm arasında değiştiğini ve azot dozları arasında farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Azot dozlarının sap çapını etkilemediğine ilişkin bulgularımız araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik gösterirken, ölçülen sap çapı değerleri aynı araştırmacıların değerlerinden düşüktür.

Kuru biyokütle: En yüksek biyokütle verimi 20 kg/da (152.5 g/saksı) ve 15 kg/da azot (151.3 g/saksı) uygulamalarında bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 3). En düşük biyokütle verimi 80.0 g/saksı ile azotlu gübreleme yapılmayan bitkilerde saptanmıştır. Parrish (2013), azot seviyelerinin filotunun kuru biyokütle verimi üzerinde önemli etkisinin olduğunu, azot uygulanmadığında 1.71 t/da olan kuru biyokütle veriminin 5.6, 11.2, 16.8 ve 22.4 kg/da azot seviyelerinde sırasıyla 2.20, 2.53, 2.57 ve 2.46 t/da'a yükseldiğini saptamışlardır. Thompson ve ark. (2016) da, azot dozlarının biyokütle verimine önemli bir etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. Arundale ve ark. (2014) tarafından ABD'nin orta batı bölgesinde yedi farklı lokasyonda yürütülen bir çalışmada, filotunda azotun biyokütle verimine etkisi incelenmiştir. Dekara sırasıyla 0, 6.7, 13.4 ve 20.2 kg azot dozu uygulayan araştırmacılar, biyokütle verimlerinin sırasıyla, 2.30, 2.50, 2.70 ve 2.90 t/da olduğunu belirlemişler ve artan N dozlarının biyokütle verimine önemli etkisinin olduğunu bulmuşlardır. Pedroso ve ark. (2014) 2007-2010 yılları arasında Kaliforniya ekolojik koşullarında yaptıkları araştırmada, filotunu üç değişik azot seviyesi (N0:0, N1:10 ve N2:20 kg/da) altında yetiştirmişler ve biyokütle verimlerinin ilk yıl N0:1.00, N1:1.25, N2:1.90 t/da, ikinci yıl N0:1.20, N1:2.00, N2:2.00 t/da ve üçüncü yıl N0:1.90, N1:3.10, N2:3.40 t/da olarak saptamışlardır. Araştırmacıların sonuçlarıyla bulgularımızın paralel olduğu söylenebilir.

Ham kül oranı: İstatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olan ham kül oranına ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. En yüksek ham kül oranı %3.16 ile N0, en düşük ham kül oranı ise %2.05 ile N30 uygulamasında belirlenmiştir. Ayrıca, azot seviyesi yükseldikçe ham kül oranının azaldığı saptanmıştır. Enerji bitkileri üretiminde kül oranı en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Nem oranı, mineral madde, kül ve hücre duvarı bileşimi ya da lif içeriği biyokütlenin kalite özelliğini oluşturmaktadır. Enerji bitkilerinden elde edilen biyokütlenin enerji hammaddesi olarak etkili bir biçimde kullanılabilmesi için hasat zamanına ulaşıldığında bitkinin nem, mineral ve kül içeriklerinin en düşük seviyede olması istenmektedir. Kül oranının yüksek seviyede olması, külün erime noktasını azaltarak biyoreaktörde tortu ve mucur birikimine sebep olmakla birlikte biyokütlenin ısıl değerini azaltmakta ve yakıt kazanlarında korozyona yol açmaktadır (Lewandowski ve Kicherer, 1997).

Örneğin Nazlı ve ark. (2018) azot uygulaması yapılmadığında filotunun %3.73 olan kül oranının 10, 15 ve 20 kg N/da uygulamalarında sırasıyla %3.50, %3.51 ve %3.49'a düştüğünü saptamışlardır. Kryževičienė ve ark. (2011) artan N dozlarının (0, 6 ve 12 kg/da) filotunun ham kül oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. Knörzer ve ark. (2013),

filotuna dekara 0, 4, 8 kg N olmak üzere 3 farklı azot seviyesi uygulamışlar ve kuru biyokütlenin yapısındaki ham kül oranlarını sırasıyla, %3.05, % 2.97, %3.13 olarak belirtmişler ve sadece 4 ile 8 kg/da azot seviyelerinin aralarındaki farkın önemli olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmada elde edilen ham kül oranına ait bulgularımız, bu araştırmacıların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

SONUÇ

Bornova ekolojisi kontrollü koşullarda yetiştirilen filotu bitkisinin Freedom isimli çeşidinin yöre koşullarına oldukça iyi bir adaptasyon gösterdiği ve en yüksek kuru biyokütle veriminin 20 kg N/da uygulamasından alındığı saptanmıştır. Ancak çalışmamızda, bitki boyu, kardeş sayısı ve biyokütle verimi açısından 20 kg N/da ile 15 kg N/da uygulamaları arasında istatistiksel bir fark belirlenmemesi nedeniyle, 15 kg N/da uygulaması tavsiye edilmektedir. Kontrollü şartlar altında ve bir ön çalışma niteliğinde olan bu araştırmanın sonuçlarının, en az iki yıllık tarla çalışmalarıyla desteklenmesi, ara gübre dozlarının (14, 16, 18 kg N/da vb.) denenmesi ve ekonomik analizleri kapsayan detaylı çalışmaların da yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş M, Ateş A. 1998. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları. Nural Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara, 248 s.
- Angelini LG, Ceccarini L, ODiNasso NN, Bonari E. 2009. Comparison of *Arundo donax* L. and *Miscanthus x giganteus* in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance. *Biomass and Bioenergy*, 33:635-643.
- Arundale RA, Dohleman FG, Voigt TB, Long SP. 2014. Nitrogen fertilization doses significantly increase yields of stands of *Miscanthus x giganteus* and *Panicum virgatum* in multiyear trials in Illinois. *Bioenergy Research*, 7:408-416.
- Christian DG, Riche AB, Yates NE. 2008. Growth, yield and mineral content of *Miscanthus x giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvest. *Industrial Crops & Products*, 28:327-327.
- Clifton-Brown J, Stampel B, Jones M. 2004. *Miscanthus* biomass production for energy in Europe and its potential contribution to decreasing fossil fuel carbon emissions. *Global Change Biology*, 10: 509-518.
- Danalatos NG, Archontoulis SV, Mitsios I. 2007. Potential growth and biomass productivity of *Miscanthus x giganteus* as affected by plant density and N – fertilization in central Greece, *Biomass and Bioenergy*. 31:145–152.
- El Bassam N. 1998. Energy Plant Species, Their Use and Impact on Environment and Development. James & James Ltd UK, p.321.
- Ercoli L, Mariotti M, Masoni A, Bonari E. 1999. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of *Miscanthus*. *Field Crops Research*, 63:3-11.
- Fageria NK. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York, p.448.
- Geren H, Avcıoğlu R, Kavut YT. 2011. Akdeniz iklim koşullarında Filotu (*Miscanthus x giganteus*)'nun verim ve verim özellikleri ile silolanabilirliği üzerinde bir ön araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 48(3):203-209.
- Geren H. 2017. Enerji Bitkileri Tarımı. İzmir Bölgesi Enerji Forumu, EMO Yayın No: GY/2017/676, S: 144-150.
- Greef J, Deuter M. 1993. Syntaxonomy of *Miscanthus x giganteus*. *Angewandte Botanik*, 67: 87-90.
- Haines SA. 2011. Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Effects on Establishment of *Miscanthus x giganteus* in North Carolina. MSc Thesis, North Carolina State University, 118p.
- Heaton EA, Voigt TB, Long SP. 2004a. A quantitative review comparing the yields of two candidate C4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. *Biomass and Bioener*, 27:21-30.
- Heaton EA, Long SP, Voigt TB, Jones MB, Clifton-Brown J. 2004b. *Miscanthus* for renewable energy generation: European Union experience and projections for Illinois. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 9(4): 433-451.
- Heaton EA, Dohleman F, Long SP. 2008. Meeting US biofuel goals with less land: the potential of *Miscanthus*. *Global Change Biology*, 14: 2000-2014.
- Himken M, Lammel J, Neukirchen D, Czyptionka-Krause U, Olf H.W. 1997. Cultivation of *Miscanthus* under West European conditions: Seasonal changes in dry matter production, nutrient uptake and remobilization. *Plant and Soil*, 189: 117–126.
- Jasinskas A, Zaltauskas A, Kryzeviciene A. 2008. The investigation of growing and using of tall perennial grasses as energy crops. *Biomass and Bioenergy*, 32:981–987.
- Jones MB, Walsh M. 2007. *Miscanthus*, for Energy and Fibre. Earthscan UK, 192p.
- Kantarci MD. 2000. Toprak İlimi. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, İstanbul, 420s.
- Kering M, Butler T, Biermacher J, Guretzky J. 2012. Biomass yield and nutrient removal rates of perennial grasses under nitrogen fertilization. *Bioenerg Res.*, 5:61-70.
- Knörzer H, Hartung K, Piepho HP, Lewandowski I. 2013. Assessment of variability in biomass yield and quality: what is an adequate size of sampling area for miscanthus? *GCB Bioenergy*, 5:572-579.

- Kryževičienė A, Kadžiulienė Z, Šarūnaitė L, Dabkevičius Z, Tilvikienė V, Šlepetyš J. 2011. Cultivation of *Miscanthus x giganteus* for biofuel and its tolerance of Lithuania's climate, *Žemdirbystė-Agriculture*, 98(3):267-274.
- Lafferty J, Lelley T. 1994. Cytogenetic studies of different *Miscanthus* species with potential for agricultural use. *Plant Breeding* 113: 246-249.
- Lee MS, Wycislo A, Guo J, Lee DK, Voigt T. 2017. Nitrogen fertilization effects on biomass production and yield components of *Miscanthus x giganteus*. *Front Plant Sci.*, 8:544.
- Lemus R, Brummer EC, Burras CL, Moore KJ, Barker MF, Molstad NE. 2008. Effects of N fertilization on biomass yield and quality in large fields of established switchgrass in Southern Iowa, US. *Biomass Bioenergy*, 32:1187-1194.
- Lewandowski I, Kicherer A. 1997. Combustion quality of biomass: practical relevance and experiments to modify the biomass quality of *Miscanthus x giganteus*. *European Journal of Agronomy*, 6:163-177.
- Lewandowski I, Clifton-Brown JC, Scurlock JMO, Husiman W. 2000. *Miscanthus*. European experience with a novel energy crop. *Biomass Bioenergy*, 19:209-227.
- Lewandowski I, Scurlock JMO, Lindvall E, Christou M. 2003a. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*, 25:335-361.
- Lewandowski I, Clifton-Brown JC, Andersson B, Basch G, Christian DG, Jørgensen U, Jones MB, Riche AB, Schwarz KU, Tayebi K, Teixeira F. 2003b. Environment and harvest time affects the combustion qualities of *Miscanthus* genotypes. *Agronomy Journal*, 95:1274-1280.
- Linde-Laursen I. 1993. Brief report: cytogenetic analysis of *Miscanthus 'Giganteus'*, an interspecific hybrid. *Hereditas*, 119: 297-300.
- MGM. 2017. İzmir-Bornova meteoroloji İstasyonu aylık rasat verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Nazli RI, Tansi V, Öztürk HH, Kusvuran A. 2018. *Miscanthus*, switchgrass, giant reed, and bulbous canary grass as potential bioenergy crops in a semi-arid Mediterranean environment. *Industrial Crops & Products*, 125:9-23.
- Parrish AS. 2013. Yield Response to Nitrogen Fertilization and Harvest Timing on a Mature *Miscanthus x giganteus* Stand. MSc Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, 40p.
- Pedroso GM, Huttmacher RB, Putnam D, Wright SD, Six J, Van Kessel C, Linquist BA. 2013. Yield and nitrogen management of irrigated switchgrass systems in diverse ecoregions. *Agron. J.*, 105:311-320.
- Pedroso GM, Huttmacher RB, Putnam D, Six J, Kessel CV, Linquist BA. 2014. Biomass yield and nitrogen use of potential C4 and C3 dedicated energy crops in a Mediterranean climate. *Field Crops Research*, 161:149-157.
- Scalici G. 2013. Physiological and Productive Responses of *Miscanthus* Genotypes to Different Climatic Constraints in Mediterranean Environment. PhD Thesis, Università Degli Studi Di Catania, 139p.
- Soha RA, Khalil AA, Abdelhafez EA, Amer M. 2015. Evaluation of bioethanol production from juice and bagasse of some sweet sorghum varieties. *Annals of Agricultural Science*, 60(2):317-324.
- Thomason WE, Raun WR, Johnson GV, Taliaferro CM, Freeman KW, Wynn KJ, Mullen RW. 2005. Switchgrass response to harvest frequency and time and rate of applied nitrogen. *J. Plant Nutr.*, 27, 1199-1226.
- Thompson KA, Deen B, Dunfield KE. 2016. Soil denitrifier community size changes with land use change to perennial bioenergy cropping systems. *Soil*, 2:523-535.
- Wrobel C, Coulman BE, Smith DL. 2009. The potential use of reed canary grass (*Phalaris arundinacea L.*) as a biofuel crop. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science*, 59:1-18.
- Yurtsever N. 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Yayınları No:121, Ankara.
- Živanović L, Ikanović J, Popović V, Simić D, Kolarić L, Maklenović V, Bojović R, Stevanović P. 2014. Effect of planting density and supplemental nitrogen nutrition on the productivity of *Miscanthus*. *Romanian Agricultural Research*, 31:291-298.