

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2019, 56 (2):231-239

DOI: [10.20289/zfdergi.451362](https://doi.org/10.20289/zfdergi.451362)

Hakan GEREN^{1a*}

Yaşar Tuncer KAVUT^{1b}

Behçet KIR^{1c}

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri

Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye

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

^{1b}Orcid No: 0000-0002-8856-3128

^{1c}Orcid No: 0000-0002-7282-7010

*sorumlu yazar: hakan.geren@ege.edu.tr

Anahtar Sözcükler:

Eragrostis teff, teff, sıra arası uzaklık, tane

verimi, km verimi

Keywords:

Eragrostis teff, teff, row spacing, grain yield,

dm yield

Söke Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Tef (*Eragrostis teff* (Zucc) Trotter) Bitkisinde Farklı Sıra Arası Uzaklarının Verim ve Bazı Verim Özellikleri Üzerine Etkisi

Effect of Different Row Spacings on the Yield and Some Yield Characteristics of Teff (*Eragrostis teff*) Crop Grown under Söke Ecological Conditions

Alınış (Received): 03.09.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 10.12.2018

ÖZ

Amaç: Çalışma, farklı sıra arası uzaklarının tef (*Eragrostis tef*) bitkisinin verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla 2014 ve 2015 yıllarında, tipik Akdeniz iklim koşulları altındaki (Söke-Aydın) bir üretici tarlasında yürütülmüştür.

Materyal ve Metot: Araştırmada, bitki materyali olarak "Dessie" isimli tef genotipi kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup, dört farklı sıra arası uzaklığı (17.5, 35.0, 52.5 ve 70.0 cm) uygulanmıştır. Çalışmada; hasattaki bitki sayısı, bitki boyu, hasat indeksi, toplam tane ve kuru madde (KM) verimi, ham protein (HP) oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) gibi özellikler incelenmiştir.

Bulgular: İki yıllık ortalama sonuçlar; sıra arası uzaklıklar arasında yukarıda belirtilen özellikler üzerine önemli farklar bulunduğunu göstermiştir. Yetiştirme mevsimi süresince bitki üzerinde, tane ve ot üretimi için sırasıyla iki ve üç hasat yapılmıştır. Sıra arası uzaklığın azalmasıyla toplam tane ve KM verimleri yükselmiştir. Dar sıralar, geniş sıralara kıyasla daha yüksek yem kalitesi sağlamışlardır.

Sonuç: Yöre koşullarında tef bitkisinden yüksek tane ve ot verimi sağlamak için 17.5 cm sıra arası uzaklığı tavsiye edilebilir.

ABSTRACT

Objective: This study was conducted on a private farmer field (Söke-Aydın) which was under typical Mediterranean climatic conditions in 2014 and 2015, to evaluate the influence of different row spacing on the productivity of teff crop.

Material and Methods: In the experiment, seeds of teff genotype 'Dessie' were used as crop material. Field experiment was designed with three replications and, effects of four row spacing (17.5, 35.0, 52.5 and 70.0 cm) were investigated. Some traits were tested in the experiment such as number of plant at harvest, plant height, harvest index, total grain and dry matter (DM) yields, crude protein (CP), neutral detergent fibre (NDF) and acid detergent fibre (ADF) contents.

Results: Two years average results indicated that there were significant differences among the row spacings on above-mentioned characteristics. On teff crop, two and three harvests were done for obtaining grain and forage yield during the growing season, respectively. Total grain and DM yields increased by decreasing row spacing. The narrow rows provided higher forage quality compare to the wider rows.

Conclusion: 17.5 cm row spacing can be recommended for obtaining teff grain and forage production for the region.

GİRİŞ

'Yazotu', 'aşkotu' veya daha yaygın olarak adıyla bilinen tef, uzun bir sağlıklı yaşam listesine sahip, glutensiz bir bitkisidir. Dünyada en küçük tane boyutuna (1 mm'den küçük) sahip bir tahıldır. Anavatanı Etiyopya olan bitkinin, tanelerinin öğütülmesiyle elde edilen undan 'injera' veya 'keyta' denilen ekşi mayalı ekmek yapılmaktadır. Tef, insanoğlu tarafından tarımına başlanılan ilk bitkilerden biridir. MÖ 5000 yıllarında Etiyopya'nın yüksek yaylalarında tane ve hayvan yemi olarak yetiştirildiğine ait kanıtlar mevcuttur (NRC, 1996; [Eckhoff ve ark., 1993](#); [Ketema, 1997](#); [Hickman ve ark., 2013](#)). Son yıllarda tef bitkisinin yaygın olmasının temel nedeni tanelerinde gluten olmaması (Gebremariam ve ark., 2014) veya göz ardı edilebilecek kadar düşük seviyede olmasıdır ([Mebratu ve ark., 2016](#)). Tef tanesi, kinoa veya çia gibi buğdaya alternatif iyi bir gıdadır. İnsan vücudundaki hormon seviyesini doğal olarak dengelediği, bağırsıklık ve kalp-damar sistemini güçlendirdiği, sindirimin uyarılmasını sağladığı sağlık uzmanları tarafından dile getirilmektedir. Tef tanesi yüksek lifli bir gıdadır ve göreceli olarak yüksek bir protein, manganez, demir ve kalsiyum kaynağıdır. Sahip olduğu vitaminler ve mineraller, sağlıklı kilo kaybı ve kemiklerin güçlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Tanesindeki demir, vücudun önemli organlarında ve bölgelerindeki oksijenasyonu (oksijene doyma) arttırmaktadır ([Gebremariam ve ark., 2014](#)).

Tef (*Eragrostis tef*), Buğdaygiller (Graminea) familyasının alt familyası olan Eragrostoidae'e ait tropik bir bitkidir. *Eragrostis* cinsine ait yaklaşık 350 tür içinde kültüre alınan tek tahıl türüdür. Sistematik anlamda tef çeşitleri; tane rengi, bitki habitüsü, çiçek durumu ve başak salkımlarının görüntüsüne; ticari pazarlamada ise sadece tane renklerine (beyaz, kırmızı/kahve ve karışık) göre sınıflandırılmaktadır. Oval şekilli tef tanesi, arpa veya yulaf tanesi gibi kavuzlu değil, buğday veya çavdar gibi kavuzsuz, yani çıplaktır. Bin tane ağırlığı genellikle 200-400 miligramdır (NRC, 1996; [Ketema, 1997](#)). Tef bitkisinin çevre koşullarına geniş bir uyum yeteneği bulunmakta olup, böcek saldırılarına karşı da oldukça dayanıklıdır. Taneleri, hiçbir kimyasal kullanılmadan, geleneksel depolama koşullarında birkaç yıl canlılıklarını sürdürebilmektedir. Tef bitkisi ülkemiz için yeni bir bitkiyi simgelemekte olup, bazı marketlerin glutensiz gıdaların satıldığı raflarında bulunmaktadır. Yurtdışından ithal edilen bu ürünle ilgili ülkemizde tarımsal anlamda detaylı çalışma pek fazla bulunmamaktadır. Bu nedenle tef bitkisinin ülkemiz çiftçisine tanıtılması ve tarımsal üretim teknikleri konularında bilgilerin sunulması gerekmektedir.

Bilindiği gibi, iklim, toprak tipi, çeşit, gübreleme ve sulama gibi işlemler kültür bitkilerinde büyüme ve gelişme, dolayısıyla verim ve kaliteyi etkileyen en önemli unsurlardır ([Buxton, 1996](#)). Tef yetiştiriciliğinde de yüksek tane verimi ve kalitesi için vejetasyon süresine göre çeşit seçimi ile teknik ve fizyolojik uygunluğun sağlanabileceği ekim zamanının belirlenmesinden sonra ekim sıklığı, bir başka ifadeyle, birim alandaki bitki sayısı oldukça önem taşımaktadır ([Shiferaw ve ark., 2012](#)).

[Asargew ve ark. \(2014\)](#) tarafından 2012 ve 2013 yıllarında Adet/Etiyopya koşullarında yürütülen bir çalışmada, tef

bitkisinde doğrudan tarlaya tohum (2.5 kg/da) ekimi [dört farklı sıra arası (15, 20, 25 ve 30 cm) uzaklığı ve serpmeye ekim] ve fide dikimi (aynı sıra arası, 15 cm sıra üzeri uzaklık) etkisi incelenmiştir. Biyokütle verimi hariç, bitki boyu ve birim alandaki kardeş sayısı ile tane veriminin sıra arası uzaklıklardan etkilendiği bildirilmiştir. Fide dikiminin doğrudan tarlaya ekime göre tane verimini %29 ile %39 oranında yükselttiği belirlenmiştir. Sıra arası uzaklık açıldıkça, kardeş sayısının yükseldiği fakat tane veriminin azaldığı ifade eden araştırmacılar, en yüksek tane veriminin (244 kg/da) 15x15 cm sıra arası ve üzeri uzaklığıyla dikilen fide yöntemiyle elde edildiğini bildirmişlerdir.

[Abebe ve Workayehu \(2015\)](#) tarafından 2014 yılında, Taremsa Kebele/Etiyopya koşullarında yürütülen bir çalışmada, 'DZ-Cr-37' isimli tef genotipinde iki ekim yöntemi [serpmeye (2.5 kg/da tohumluk) ve sıraya (20 cm sıra arası, 500 g/da tohumluk) ekim] test edilmiştir. Sıraya ekimin serpmeye ekime göre %25 daha fazla tane verimi sağladığını bildiren araştırmacılar, benzer şekilde, kardeş sayısı ve bin tane ağırlığının da sırasıyla %41 ve %45 daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. [Jabesa ve Abraham \(2016\)](#) tarafından 2015 yılında Batı Oromia/Etiyopya koşullarında yürütülen bir çalışmada, 'Kora' isimli tef genotipinde üç farklı sıra arası (10, 20 ve 30 cm) uzaklığı ve dört kombine gübre (N/P) dozunun (5/5, 6/6, 7/7 ve 8/8 kg/da N/P) etkisi incelenmiştir. Dekara 2.5 kg tohumluğun kullanıldığı çalışmada, sıra arası uzaklık arttıkça ortalama tane verimlerinin (315, 265 ve 226 kg/da) ve hasat indekslerinin (%32, %31 ve %28) düştüğü belirtilmiştir. [Zucca \(2016\)](#) tarafından 2013 yılında Etiyopya'nın Kuzey Gondar yöresinde yürütülen bir çalışmada, Quncho isimli tef genotipi, 500 g/da tohumluk kullanılarak, iki değişik ekim şekli (serpmeye ve 20 cm sıra arası uzaklık) ve beş farklı ekim zamanında (2, 9, 16, 23, 30 Temmuz) denenmiştir. Bitki boyu ve tane verimi üzerinde ekim şekillerinin önemli etkisinin bulunduğunu bildiren araştırmacı, 20 cm sıra arası uzaklığıyla ekilen tef bitkilerindeki ortalama bitki boyunun (79.8 cm), serpmeye ekimden (73.5 cm) daha yüksek olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca, serpmeye ekimde kaydedilen tane veriminin (160 kg/da) sıraya ekimden (123 kg/da) daha yüksek bulunduğu da ifade edilmiştir.

[Kaplan ve ark. \(2016\)](#) tarafından yürütülen bir çalışmada, Kayseri ekolojik koşullarında yetiştirilen ve farklı olgunlaşma dönemlerinde (başaklanma öncesi, başaklanma ve tohum bağlama) biçilen tef otunun potansiyel besleme değeri araştırılmıştır. Olgunlaşma döneminin ilerlemesine paralel olarak ot veriminin yükseldiğini (sırasıyla 199, 447 ve 637 kg/da kuru ot) bildiren araştırmacılar, ham protein (HP) oranının ise düştüğünü (sırasıyla %13.4, %10.2 ve %6.6) saptamışlardır. NDF ve ADF oranlarının da olgunlaşma dönemlerine bağlı olarak arttığını (sırasıyla NDF; %60.4, %64.1, %69.5 ve ADF; %30.8, %34.8, %38.1), bir başka ifadeyle tef otunun sindirilebilirliğinin düştüğünü ifade etmişlerdir. Bu çalışma; ülkemizde ve bölgemizde üreticiler tarafından henüz bilinmeyen ve yaygın olarak tarımı yapılmayan fakat ilerleyen zamanlarda yaygınlaşacağı düşünülen tef bitkisinde, farklı sıra arası uzaklıklarının tane ve ot verimi ile bazı verim unsurları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Tarla denemeleri, 2014 ve 2015 yıllarının Nisan-Kasım ayları arasında tipik Akdeniz iklim koşulları etkisi altındaki Söke-Aydın'da bulunan bir üretici tarlasında yürütülmüştür. Araştırma yerinin bazı iklim ve toprak özellikleri sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2'de sunulmuştur. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri bakımından tef bitkisinin yetişmesini kısıtlayıcı bir unsurun bulunmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada yurt dışından temin edilen "Dessie" isimli tef genotipi bitkisel materyali olarak kullanılmıştır.

Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulan tarla denemesinde, dört farklı sıra arası uzaklığı (17.5 cm, 35 cm, 52.5 cm, 70 cm) uygulanmıştır. Deneme toplam 4x3=12 parselden meydana gelmiş olup, parsel boyutları 5 m x 2.1 m=10.5 m² olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda, temin edilen tef tohumlarının çok az miktarda olması, tarafımızca bu bitkiyle daha önce çalışılmamış olması ve morfolojik olarak da

tanınmaması nedeniyle fideleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu amaçla tohumlar %50 ticari torf + %50 tarla toprağı karışımıyla doldurulmuş multipotlar içine Mart başında ekilmiş ve fideler sera ortamında yetiştirilmiştir. Çıkiştan sonra her bir multipotta 10 bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Çalışmada yapılan uygulamalar ve tarihleri Çizelge 3'te sunulmuştur.

Ön bitkisi arpa (*Hordeum vulgare*) bitkisi olan tarlaya, yaklaşık 15 cm boylanan fideler, yukarıda belirtilen sıra arası uzaklıklarına, el markörüyle açılan çizilere, sıra üzeri 25 cm olacak şekilde elle dikilmiştir. Denemede 17.5 cm'lik sıra arası uzaklığı bırakılarak oluşturulan parsellerde 12 sıraya, 35.0 cm için 6 sıraya, 52.5 cm için 4 sıraya ve 70 cm'lik sıra arası uzaklığı için ise 3 sıraya fide dikimi yapılmıştır. Bir başka ifadeyle çalışmada, dekarda 22857, 11428, 7619 ve 5714 adet bitki öbeğı bulunmuştur. Dikimlerden sonra parsellere damla sulama sistemiyle can suyu verilmiş, yağış koşulları ve toprak nem durumuna göre gerekli

Çizelge 1. Araştırma yerinin bazı meteorolojik parametreleri, Söke 2014 ve 2015.

Table 1. Some meteorological parameters of experimental area at Söke in 2014 and 2015.

Aylar (Months)	Ortalama hava sıcaklığı (°C) Average air temperature			Toplam yağış (mm) Total precipitation		
	2014	2015	UYO	2014	2015	UYO
Nisan (April)	16.7	15.1	15.9	76.3	28.2	54.0
Mayıs (May)	20.9	21.7	21.1	14.8	100.7	36.2
Haziran (June)	25.0	24.3	26.2	51.5	8.9	11.6
Temmuz (July)	28.0	29.1	28.7	-	3.0	6.8
Ağustos (August)	28.7	29.1	27.7	-	-	5.6
Eylül (September)	23.7	25.8	23.2	5.0	27.0	14.3
Ekim (October)	19.2	20.0	18.6	43.3	68.9	41.1
Kasım (November)	13.4	15.0	13.1	126.5	85.5	92.6
X-Σ	21.9	22.4	21.8	317.4	322.2	262.5

UYO: Uzun Yıl Ortalaması (Long year average), X: ortalama (Mean), Σ: toplam (Total)

Çizelge 2. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Some physical and chemical characteristics of experimental soil

Özellikler (Characteristics)	Derinlik (sample depth) (0-30 cm)
Kum (Sand) (%)	80.1
Kil (Clay) (%)	1.8
Mil (Silt) (%)	18.1
pH	7.23
CaCO ₃ (%)	2.56
Eriyebilir Toplam Tuz (%) (Total soluble salt)	0.05
Organik madde (%) (Organic material)	1.27
Toplam (Total) N (%)	0.06
Faydalı (available) P (ppm)	2.54
Faydalı K (ppm)	403
Faydalı Ca (ppm)	1412

durumlarda bitkilerin su gereksinimi hasat işlemlerinin sonuna kadar karşılanmıştır. İkinci yılda da aynı işlemler tekrar edilmiştir (Çizelge 3). Toprak analizine göre, dikimden önce temel gübre olarak 5 kg/da N ve 5 kg/da P₂O₅ kompoze gübre (20-20-0 NPK), bitkiler 35-40 cm'ye ulaştıktan sonra da ikinci N dozu (5 kg/da, amonyum sülfat formunda) uygulanmıştır (Arefaine, 2013; Giday ve ark., 2014). Parsellerdeki dar ve geniş yapraklı yabancı bitkileri yok etmek için herhangi bir herbisit kullanılmamış, el çapası ve bağ bıçağı yardımıyla iki kez detaylı, bir kez yüzeysel yabancı otlarla mekanik mücadele yapılmıştır. Denemeler süresince tef bitkilerinde herhangi bir hastalık veya zararlı da kaydedilmemiştir.

Çizelge 3. Tarla denemesinde yapılan kimi uygulamalar ve tarihleri
Table 3. Some practices and their dates in the field experiment.

Uygulamalar (practices)	Tarih (date)	
	2014	2015
Tohum ekimi (seed sowing)	3 Mart	1 Mart
Fide dikimi (seedling planting)	14 Nisan	15 Nisan
1. ot hasadı (1 st cut for herbage)	23 Haziran	24 Haziran
2. ot hasadı (2 nd cut for herbage)	25 Ağustos	26 Ağustos
3. ot hasadı (3 rd cut for herbage)	30 Ekim	30 Ekim
1. tane hasadı (1 st cut for grain)	25 Temmuz	27 Temmuz
2. tane hasadı (2 nd cut for grain)	11 Kasım	13 Kasım

Deneme parsellerinde tef bitkisinin ot ve tane verimlerini saptamaya ilişkin uygulamalar yapılmıştır. Hasatlarda, parsellerin başından ve sonundan birer sıra ile orta sıraların başlarından 50 cm kenar tesiri bırakıldıktan sonra geriye kalan alandaki bitkilerin yarısında ot ve tane verimi ile diğer verim unsurları araştırılmıştır. Ot eldesi amaçlı hasat işlemleri için parseldeki bitkiler başaklanma dönemine ulaştığında, beş cm anız yüksekliği bırakılarak biçilmiştir. Tane eldesi amaçlı hasat işlemleri için ise başaklardaki tanelerin fizyolojik oluma ulaşmaları beklenmiş, beş cm anız yüksekliğinden biçilen bitkiler gölge bir ortamda bir hafta süreyle kurutulmuş ve kuruyan bitkiler tohum harman makinesi yardımıyla tanelenmiştir.

Çalışmada şu özellikler incelenmiştir (Arefaine, 2013): Tane hasadındaki bitki sayısı (adet/m²): Hasattan önce parselin iki farklı yerine bırakılan ½ metrekarelik (50 x 100 cm) quadratın içindeki bitkiler sayılmıştır. Bitki boyu (cm): On bitkinin toprak seviyesinden itibaren en uç noktasına kadar olan uzaklığı ölçülmüştür. Başak uzunluğu (cm): Başağın başlangıcından uç noktasına kadar olan mesafesi cetvelle ölçülmüştür. Bin tane ağırlığı (mg): 1000 tohum içeren dört grubun ortalama ağırlığı hassas teraziyle belirlenmiştir. Biyolojik verim (kg/da): Biçilen bitkiler, gölge bir ortamda birkaç gün kurutulduktan sonra tüm topraküstü aksam (taneler dâhil) hassas terazi ile tartılmıştır. Tane verimi (kg/da): Net hasat alanından elde edilen tane tartılmış ve sonuç dekara dönüştürülmüştür. Hasat indeksi (%): Tane veriminin, biyolojik verime bölünmesiyle belirlenmiştir. Doğal kuru madde oranı (%) ve toplam KM verimi: Hasat

edilen bitkilerden alınan örneklerin 105°C'de kurutulmasıyla saptanmıştır. KM oranı ile yaş ot veriminin çarpılmasıyla KM verimi hesaplanmıştır. Ham protein oranı (%): Hava kurusu haline getirilmiş bitki örneklerine Kheldahl yönteminin uygulanmasıyla N oranları saptanmış, N oranının 6.25 katsayısı ile çarpılmasıyla da HP oranları hesaplanmıştır. Söz konusu bitki örneklerinin NDF ADF oranları Goering ve VanSoest (1970) tarafından geliştirilen deterjan analiz yöntemine göre saptanmıştır.

Araştırmadan elde edilen tüm veriler varyans analizine tabi tutulmuştur (Yurtsever, 1984). Bu değerlendirme esnasında; elde edilen verim karakterlerinin (biyolojik verim, tane verimi, KM verimi, vb.) biçim toplamı, diğer karakterlerin ise biçim ortalamaları kullanılmış olup söz konusu hasat sayıları, anlaşılmalı kolaylaştırması için ilgili tablolarda belirtilmiştir (Çizelge 4 ve 5). Değerlendirmede, yıl etkisini izleyebilmek için araştırma yılları da bir faktör olarak devreye sokulmuştur. Ortaya çıkan farklılıklar LSD testi kullanılarak belirlenmiş ve her tablonun altında sunulmuştur.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Hasattaki bitki sayısı (HBS): Yıl x sıra arası uzaklığı interaksyonunun önemli olduğu hasattaki bitki sayısı özelliğinde, en yüksek değer her iki yılda da 17.5 cm sıra arası uzaklığa yapılan dikimlerde (sırasıyla 1863 ve 1604 adet/m²) belirlenmiştir (Çizelge 4). Rakamsal olarak en düşük HBS ise her iki yılda da 70 cm sıra arası uzaklığıyla gerçekleştirilen dikimlerde (sırasıyla 573 ve 591 adet/m²) kaydedilmiştir.

Bitki boyu: Yapılan istatistik analizler bitki boyu üzerine yıl ve sıra arası uzaklığı faktörlerinin önemli etkilerinin bulunduğunu ortaya çıkarmıştır. Sıra arası uzaklıklar arasında en yüksek bitki boyu ortalaması 99.2 cm ile 17.5 cm'ye yapılan dikimlerden elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise 78.0 cm ile 70 cm sıra arası uzaklığında saptanırken, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 52.5 cm sıra arası uzaklığı (81.7 cm) takip etmiştir. Bitki boyu bakımından yıllar arasında önemli farklar belirlenmiş olup, ilk yıla ait ortalama bitki boyunun (89.1 cm), ikinci yıldan (86.1 cm) daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Başakuzunluğu (BU): Yıl x sıra arası uzaklığı interaksyonunun önemli olduğu başak uzunluğunda en yüksek değer her iki yılda da 70 cm sıra arası uzaklığa yapılan dikimlerde (sırasıyla 28.9 cm ve 28.8 cm) belirlenmiştir (Çizelge 4). En kısa BU ise ikinci yıl 19.2 cm ile 17.5 cm sıra arası uzaklığıyla gerçekleştirilen dikimlerde saptanırken, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan birinci yıl (21.9 cm) ve yine aynı sıra arası uzaklığına (17.5 cm) dikilen bitkiler izlemiştir. BU açısından yıllar arasında önemli farklar belirlenmiş olup, ilk yıla ait ortalama BU'nun (25.7 cm), ikinci yıldan (23.4 cm) daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Bin tane ağırlığı (BTA): İstatistik analizler BTA üzerine yıl ve sıra arası uzaklığı faktörlerinin önemli etkilerinin bulunduğunu ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4). Sıra arası uzaklıklar arasında en yüksek BTA ortalaması 301 mg ile 70 cm, en düşük BTA ortalaması ise 213 mg ile 17.5 cm sıra arası uzaklığına yapılan dikimlerde kaydedilmiştir. BTA bakımından yıllar arasında önemli farklar belirlenmiş olup, ilk yıla ait ortalama BTA'nın (251 mg), ikinci yıldan (259 mg) daha düşük olduğu saptanmıştır.

Hasat indeksi (HI): Analiz sonuçları hasat indeksi üzerine yıl ve sıra arası uzaklığı faktörlerinin önemli etkilerinin bulunduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4). Sıra arası uzaklıklar arasında en yüksek HI ortalaması %25.3 ile 17.5 cm, en düşük HI ortalaması ise %18.8 ile 70 cm sıra arası uzaklığına yapılan dikimlerde saptanmıştır. HI açısından yıllar arasında önemli farklar belirlenmiş olup, ilk yıla ait ortalama HI'nin (%22.7), ikinci yıldan (%21.2) biraz daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Biyolojik verim (BV): Biyolojik verim rakamlarına uygulanan istatistik analiz sonuçları, BV üzerine sadece sıra arası uzaklığının önemli etkisinin bulunduğunu ortaya koymuştur. Sıra arası uzaklıklar arasında en yüksek BV ortalaması 756 kg/da ile 17.5 cm, en düşük BV ortalaması ise 532 kg/da ile 70 cm sıra arası uzaklığına yapılan dikimlerden elde edilmiş olup, onu aynı grupta yer alan 52.5 cm uygulaması (575 kg/da) izlemiştir (Çizelge 4). BV bakımından yıllar arasında önemli farklar belirlenmemiş olup, iki yıl ortalaması 625 kg/da olarak ortaya çıkmıştır.

Tane verimi (TV): Analiz sonuçları tane verimi üzerine yıl ve sıra arası uzaklığı faktörlerinin önemli etkilerinin bulunduğunu göstermiştir. Sıra arası uzaklıklar içinde en yüksek TV ortalaması 213 kg/da ile 17.5 cm, en düşük TV ortalaması ise 114 kg/da ile 70 cm sıra arası uzaklığına yapılan dikimlerden sağlanmıştır. TV bakımından deneme yılları arasında da önemli farklar belirlenmiş olup, ilk yıla ait ortalama tane veriminin (163 kg/da), ikinci yıldan (149 kg/da) daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Bitki boyu (ot hasadı): İstatistik analizler, bitki boyu üzerine yıl x sıra arası uzaklığı interaksyonunun önemli olduğunu ortaya koymuştur. En yüksek bitki boyu 17.5 cm'ye yapılan dikimlerden ilk yıl (56.2 cm) ve ikinci yıl (58.2 cm) elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise 44.2 cm ile ikinci yıl 70 cm sıra arası uzaklığında saptanmıştır. Bitki boyu bakımından yıllar arasında önemli farklar belirlenmiş olup, ilk yıla ait ortalama bitki boyunun (49.4 cm), ikinci yıldan (50.7 cm) daha düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 5).

Doğal KM oranı ve HP oranı: Yapılan istatistik analizler tef bitkisinin doğal KM ve HP oranı üzerine sıra arası uzaklıklarının önemli etkisinin bulunmadığını göstermiştir (Çizelge 5). Her iki özellik üzerinde yıl etkisi de önemsiz bulunmuştur.

NDF ve ADF oranları: NDF ve ADF rakamlarına uygulanan istatistik analiz sonuçları, her iki özellik üzerine sadece sıra arası uzaklığın önemli etkisinin bulunduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 5). Sıra arası uzaklıklar arasında en yüksek NDF oranı ortalaması %60.0 ile 70 cm, rakamsal olarak en düşük NDF oranı ortalaması ise %56.5 ile 17.5 cm sıra arası uzaklığına yapılan dikimlerden elde edilmiştir. Ancak NDF oranı açısından 17.5, 35 ve 52.5 cm'lik sıra arası uzaklıkları arasında istatistik anlamda fark çıkmamıştır. En yüksek ADF oranı ortalaması %33.4 ile 70 cm, rakamsal olarak en düşük ADF oranı ortalaması ise %30.3 ile yine 17.5 cm sıra arası uzaklığına yapılan dikimlerden elde edilmiştir. ADF oranı açısından 17.5 ve 35 cm'lik sıra arası uzaklıklar arasında önemli fark bulunmamıştır. NDF ve ADF oranları bakımından yıllar arasında önemli farklar belirlenmemiştir.

Toplam KM verimi: Analiz sonuçları toplam KM verimi üzerine sadece sıra arası uzaklığın önemli etkisinin bulunduğunu

göstermiştir (Çizelge 5). Sıra arası uzaklıklar içinde en yüksek KM verimi ortalaması 812 kg/da ile 17.5 cm, en düşük KM verimi ortalaması ise 660 kg/da ile 70 cm'ye yapılan dikimlerden sağlanmış olup, onu istatistik olarak aynı grupta yer alan 52.5 cm'lik sıra arası uzaklığı (707 kg/da) takip etmiştir. KM verimi bakımından deneme yılları arasında önemli fark belirlenmemiş olup, ortalama KM veriminin 727 kg/da olduğu saptanmıştır.

TARTIŞMA

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, araştırmanın yürütüldüğü yer tipik Akdeniz iklimin egemen olduğu bir bölgedir. 2014 ve 2015 yetiştirme dönemlerinde kaydedilen aylık ortalama hava sıcaklığı değerlerinin UYO'yla benzer seviyede, toplam yağış miktarları ise UYO'nun biraz üzerinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda tef bitkilerin tarlaya tohum olarak ekilmeyip, fide olarak şaşırtılması ve damla sulama sisteminin kullanılması, bitki kaybını ortadan kaldırmıştır. Yöre koşullarında tef bitkisinden tane üretimi amacıyla iki, ot üretimi amacıyla toplam üç biçim alınmıştır. Bilindiği gibi HBS, tane verimi üzerine doğrudan ve olumlu düzeyde etki eden bir özellik olup (Chapman ve Carter, 1976; Buxton, 1996), beklenene uygun olarak, sıra arası uzaklığı arttıkça yani 17.5 cm'den 70 cm'ye doğru gidildikçe, birim alanda hasat edilen bitki sayısı da azalmıştır. Ancak çalışmamızda 70 cm sıra arası uzaklığıyla dikilen tef bitkisinin birim alandaki bitki sayısı, 52.5 cm'ye yapılan dikimler arasında istatistik bir fark belirlenmemiştir.

Çalışmamızda iki yıllık ortalama sonuçlar, sıra arası uzaklık arttığında (17.5 cm'den 70 cm'ye), bir başka ifadeyle birim alandaki bitki sayısı azaldığında, tef bitki boylarının düştüğünü göstermektedir (Çizelge 4). Benzer eğilim her iki hasatta da belirlenmiş olup, ilk hasattaki bitki boylarının ikinci hasatlardan daha yüksek değerlere ulaştığı da göze çarpmaktadır. Yetiştirme mevsimi boyunca üç kez biçilen ot verimine ilişkin bitki boylarında da benzer durum saptanmış olup, bitki yoğunluğu azaldıkça boyların kısaldığı belirlenmiştir. Bitki yetiştiriciliğinde sıra arası uzaklık daraldıkça birim alandaki bitki yoğunluğu artmakta, bu da bitki başına düşen yaşam alanını azalmaktadır. Yaşam alanının azalması su, besin maddesi ve ışık açısından rekabeti ortaya çıkarmaktadır. Işığa ulaşma çabası bitki saplarının incelmesine ve boy uzamasına neden olmakta, sonuçta arzu edilmeyen yatma olayı tetiklenmektedir. Nitekim çalışmamızda dar sıralarda (17.5 cm) kısmen, diğer sıra aralıklarında yüksek oranda yatma olayı gözlenmiştir. Pek çok araştırmacı (Shiferaw ve ark., 2012; Vandercasteelen ve ark., 2014; Mebratu ve ark., 2016), tef tanesi üretiminde en büyük sıkıntının yatma olayı olduğunu ve çeşit seçiminin önemli konulardan biri olduğuna dikkat çekerek, yatmayı engellemek için sık ekimi önermişlerdir. Araştırmada yatma ile ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır. Etiyopya koşullarında tef bitkisiyle çalışan Zucca (2016), bitki boyu üzerine ekim şeklinin önemli etkisinin bulunduğunu ve 20 cm sıra arası uzaklıkla ekilen tef bitkilerindeki ortalama bitki boyunun (79.8 cm), serpmek ekimden (73.5 cm) daha yüksek olduğunu bildirilmiştir. Diğer taraftan Asargew ve ark. (2014) bitki boyu ve birim alandaki kardeş sayısının sıra arası uzaklıklardan önemli ölçüde etkilendiğini, sıra arası açıldıkça, bitki boyunun kısalacağını ve kardeş sayısının yükseldiğini saptamışlardır.

Çizelge 4. Farklı sıra arası uzaklıkların tef bitkisinde tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi.
Table 4. Effect of different row spacings on the grain yield and some yield components of teff.

	2014			2015			İki yıl ortalaması		
	1.hasat	2.hasat	Ort.	1.hasat	2.hasat	Ort.	1.hasat	2.hasat	Ort.
SA	----- Hasattaki bitki sayısı (adet/m ²) [Number of plant at harvest] -----								
17.5 cm	2754	972	1863 a	2313	895	1604 a	2534	934	1734
35.0 cm	1078	529	803 b	1142	483	813 b	1110	506	808
52.5 cm	880	332	606 c	934	352	643 c	907	342	625
70.0 cm	819	327	573 c	878	303	591 c	849	315	582
Ort.	1383	540	961	1317	508	913	1350	524	937
LSD(05)	Y:öd SA:82.6 int:116.8								
	----- Bitki boyu (cm) [Plant height] -----								
17.5 cm	135.7	64.0	99.8	139.4	57.7	98.5	137.5	60.8	99.2 a
35.0 cm	123.3	58.7	91.0	133.3	51.0	92.2	128.3	54.8	91.6 b
52.5 cm	112.3	56.7	84.5	108.8	49.0	78.9	110.6	52.8	81.7 c
70.0 cm	107.0	55.3	81.2	102.7	47.0	74.9	104.9	51.2	78.0 c
Ort.	119.6	58.7	89.1	121.1	51.2	86.1	120.3	54.9	87.6
LSD(05)	Y:11.0 SA:4.1 int: öd								
	----- Başak uzunluğu (cm) [Inflorescence length] -----								
17.5 cm	24.5	19.3	21.9 d	22.7	15.7	19.2 d	23.6	17.5	20.6
35.0 cm	27.0	22.6	24.8 c	25.5	16.2	20.9 c	26.3	19.4	22.9
52.5 cm	30.5	23.4	26.9 b	31.4	18.0	24.7 b	30.9	20.7	25.8
70.0 cm	34.4	23.5	28.9 a	37.2	20.3	28.8 a	35.8	21.9	28.9
Ort.	29.1	22.2	25.7	29.2	17.6	23.4	29.2	19.9	24.5
LSD(05)	Y:0.3 SA:0.6 int: 0.9								
	----- 1000 tane ağırlığı (mg) [Thousand grain weight] -----								
17.5 cm	214	205	210	220	212	216	217	209	213 d
35.0 cm	223	226	225	238	228	233	231	227	229 c
52.5 cm	285	261	273	292	277	284	289	269	279 b
70.0 cm	311	285	298	315	292	304	313	288	301 a
Ort.	259	244	251	266	252	259	262	248	255
LSD(05)	Y:4.8 SA:6.8 int: öd								
	----- Hasat indeksi (%) [Harvest index] -----								
17.5 cm	32.1	21.0	26.6	28.5	19.7	24.1	30.3	20.4	25.3 a
35.0 cm	29.7	17.9	23.8	26.9	17.4	22.1	28.3	17.7	23.0 b
52.5 cm	26.9	15.8	21.3	23.1	17.0	20.0	25.0	16.4	20.7 c
70.0 cm	24.6	13.2	18.9	22.9	14.6	18.7	23.7	13.9	18.8 d
Ort.	28.3	17.0	22.7	25.3	17.2	21.2	26.8	17.1	22.0
LSD(05)	Y:1.1 SA:1.6 int: öd								
	----- Biyolojik verim (kg/1000 m ²) [Biological yield] -----								
	1.hasat	2.hasat	Toplam	1.hasat	2.hasat	Toplam	1.hasat	2.hasat	Toplam
17.5 cm	585	162	747	611	154	765	598	158	756 a
35.0 cm	488	153	640	496	138	634	492	145	637 b
52.5 cm	432	144	576	451	122	574	442	133	575 c
70.0 cm	417	134	551	406	108	514	412	121	532 c
Ort.	481	148	629	491	131	622	486	139	625
LSD(05)	Y:öd SA:54.0 int: öd								
	----- Tane verimi (kg/1000 m ²) [Grain yield] -----								
17.5 cm	187	34	221	174	30	204	180	32	213 a
35.0 cm	145	27	172	133	24	157	139	26	165 b
52.5 cm	116	23	138	104	21	125	110	22	132 c
70.0 cm	102	18	120	93	16	108	97	17	114 d
Ort.	137	25	163	126	23	149	132	24	156
LSD(05)	Y:7.4 SA:10.4 int: öd								

Ort: ortalama (mean), Y: yıl (year), SA: sıra arası uzaklık (row spacing), int: interaksiyon (interaction),
 öd: önemli değil (not significant), 1.hasat: 1st harvest, 2.hasat: 2nd harvest, Toplam: total

Çizelge 5. Farklı sıra arası uzaklıkların tef bitkisinde KM verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi.**Table 5.** Effect of different row spacings on the DM yield and some yield components of teff.

SA	2014				2015				İki yıl ortalaması			
	1.hasat	2.hasat	3.hasat	Ort.	1.hasat	2.hasat	3.hasat	Ort.	1.hasat	2.hasat	3.hasat	Ort.
	----- Bitki boyu (ot için) (cm) [Plant height (for herbage)] -----											
17.5 cm	84.7	50.0	34.0	56.2 a	89.3	46.3	39.0	58.2 a	87.0	48.2	36.5	57.2
35.0 cm	73.0	48.3	29.0	50.1 b	81.3	43.3	35.3	53.3 b	77.2	45.8	32.2	51.7
52.5 cm	64.0	46.3	29.0	46.4 c	64.7	41.3	34.7	46.9 c	64.3	43.8	31.8	46.7
70.0 cm	62.0	44.0	28.7	44.9 c	59.0	41.0	32.7	44.2 d	60.5	42.5	30.7	44.6
Ort.	70.9	47.2	30.2	49.4	73.6	43.0	35.4	50.7	72.3	45.1	32.8	50.0
LSD(05)	Y:0.9 SA:1.3 int:1.9											
	----- Doğal kuru madde oranı (%) [Natural dry matter content] -----											
17.5 cm	21.5	22.5	21.8	21.9	20.5	22.2	23.1	22.0	21.0	22.4	22.4	21.9
35.0 cm	21.6	22.6	22.9	22.4	20.9	23.0	23.2	22.4	21.2	22.8	23.1	22.4
52.5 cm	21.9	22.9	23.2	22.7	21.4	23.2	23.6	22.8	21.7	23.1	23.4	22.7
70.0 cm	22.0	23.1	23.7	22.9	21.9	23.0	24.6	23.1	22.0	23.0	24.1	23.0
Ort.	21.8	22.8	22.9	22.5	21.2	22.9	23.6	22.6	21.5	22.8	23.3	22.5
LSD(05)	Y:öd SA:öd int:öd											
	----- Ham protein oranı (%) [Crude protein content] -----											
17.5 cm	13.7	13.0	12.0	12.9	14.1	13.1	11.8	13.0	13.9	13.1	11.9	13.0
35.0 cm	13.6	13.2	11.5	12.8	13.9	13.0	10.3	12.4	13.8	13.1	10.9	12.6
52.5 cm	13.6	12.8	10.7	12.3	13.4	12.6	9.9	12.0	13.5	12.7	10.3	12.2
70.0 cm	12.9	12.2	10.8	11.9	13.1	11.9	10.8	11.9	13.0	12.0	10.8	11.9
Ort.	13.4	12.8	11.3	12.5	13.6	12.7	10.7	12.3	13.5	12.7	11.0	12.4
LSD(05)	Y:öd SA:öd int:öd											
	----- NDF oranı (%) [Neutral Detergent Fibre content] -----											
17.5 cm	55.2	56.9	57.3	56.5	56.0	56.0	57.6	56.5	55.6	56.4	57.4	56.5 b
35.0 cm	55.5	56.4	59.4	57.1	55.9	57.8	58.2	57.3	55.7	57.1	58.8	57.2 b
52.5 cm	56.9	57.9	58.6	57.8	55.5	58.6	58.7	57.6	56.2	58.3	58.6	57.7 b
70.0 cm	57.5	60.7	62.1	60.1	56.5	61.2	61.9	59.9	57.0	61.0	62.0	60.0 a
Ort.	56.3	58.0	59.3	57.9	56.0	58.4	59.1	57.8	56.1	58.2	59.2	57.8
LSD(05)	Y:öd SA:1.9 int:öd											
	----- ADF oranı (%) [Acid Detergent Fibre content] -----											
17.5 cm	28.3	31.5	29.6	29.8	30.3	30.5	31.5	30.7	29.3	31.0	30.5	30.3 c
35.0 cm	28.7	31.2	32.3	30.8	28.6	33.2	31.6	31.1	28.7	32.2	32.0	30.9 c
52.5 cm	31.1	34.5	31.6	32.4	29.3	34.2	33.2	32.2	30.2	34.3	32.4	32.3 b
70.0 cm	32.1	34.5	32.5	33.0	32.6	34.5	34.2	33.8	32.4	34.5	33.4	33.4 a
Ort.	30.1	32.9	31.5	31.5	30.2	33.1	32.6	32.0	30.1	33.0	32.1	31.7
LSD(05)	Y:öd SA:1.0 int:öd											
	----- Toplam kuru madde verimi (kg/1000 m ²) [Total dry matter yield] -----											
	1.hasat	2.hasat	3.hasat	Toplam	1.hasat	2.hasat	3.hasat	Toplam	1.hasat	2.hasat	3.hasat	Toplam
17.5 cm	414	282	120	816	426	263	119	808	420	272	120	812 a
35.0 cm	365	265	113	743	369	247	102	718	367	256	107	730 b
52.5 cm	359	259	106	724	363	234	94	690	361	246	100	707 bc
70.0 cm	340	250	96	685	341	213	81	635	340	231	88	660 c
Ort.	370	264	109	742	374	239	99	713	372	252	104	727
LSD(05)	Y:öd SA:60.9 int:öd											

Ort: ortalama (mean), Y: yıl (year), SA: sıra arası uzaklık (row spacing), int: interaksiyon (interaction),
öd: önemli değil (not significant), 1.hasat: 1st harvest, 2.hasat: 2nd harvest, 3.hasat: 3rd harvest, Toplam: total

Araştırmamızda sıra arası uzaklık arttıkça, yani birim alandaki bitki sayısı azaldıkça başak uzunluğu ve bin tane ağırlıklarının yükseldiği saptanmıştır. Söz konusu bu özelliklere ait ilk hasatlardaki değerlerin, ikinci hasatlardan daha yüksek olduğu da Çizelge 4'te izlenmektedir. Tef bitkisinde çeşide bağlı olarak bitki başına düşen yaşam alanının artmasının, tane verimini oluşturan başak uzunluğu, başaktaki dal sayısı, tohum iriliği gibi özelliklerin payını yükselttiği ve tane verimi üzerinde söz konusu bu verim unsurlarının yüksek ve olumlu etkisinin bulunduğu birçok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir ([Shiferaw ve ark., 2012](#); [Gebremariam ve ark., 2014](#)). Geniş sıra aralıklarında birim alanda bulunan bitki sayısı azaldığından ve başaklar daha iyi geliştiğinden, besin maddelerinin mevcut tanelere daha yüksek bir düzeyde depolanması nedeniyle tanelerin irileştiği, dar ekim sıralarında ise sık bitki yoğunluğu ve azalan generatif organ payı nedeniyle tanelerin küçülmesi sonucu BTA'nın düştüğü pek çok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir ([Abebe ve Workayehu, 2015](#); [Jabesa ve Abraham, 2016](#)).

Hasat indeksi ve tane verimine ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, sıra arası uzaklık azaldıkça HI ve TV'nin yükseldiği belirlenmiştir. Pek çok araştırmacı ([Balcha, 2014](#); [Assefa ve ark., 2016](#); [Jabesa ve Abraham, 2016](#); [Gürün, 2018](#)), HI'nin farklı çevre koşullarından tane verimine göre daha az etkilenebileceğini, bu nedenle HI'nin önemli bir göstere olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda, 17.5 cm sıra arası uzaklığına yapılan dikimlerde hesaplanan HI değerlerinin diğer sıra arası uzaklıklardan daha yüksek olması, tef bitkisinin yöre koşullarında sık ekilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Çalışmamızda en yüksek tef TV de 17.5 cm'ye yapılan dikimlerden elde edilmiş olup, toplam tane veriminde ilk hasadın payı %80'den fazla olarak saptanmıştır. Düşük bitki yoğunluğunu simgeleyen 35.0 cm, 52.5 cm ve 70 cm sıra arası uzaklıkları başak uzunluğu ve BTA gibi bazı verim unsurları bakımından diğer bitki sıklıklarından daha yüksek ortalama değerlere sahiplerse de, bunlardan göreceli olarak düşük tane verimleri elde edilmiştir. Bu sonuç tef bitkisinde, bazı verim unsurları bireysel olarak yüksek değerler içerse bile, birim alandaki bitki sayısının tane verimi üzerinde daha önemli olduğunu göstermiştir. Nitekim [Zucca \(2016\)](#) serpme ekim yöntemiyle ekilen tef bitkisindeki tane veriminin (160 kg/da) sıraya ekimden (123 kg/da) daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Buna karşılık [Abebe ve Workayehu \(2015\)](#) sıraya ekimin (20 cm sıra arası) serpme ekime göre %25 daha fazla tane verimi sağladığını ve kardeş sayısı ile BTA'nın da serpme ekime göre %41 ve %45 daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Batı Oromia/Ethiopya koşullarında tef ile çalışan [Jabesa ve Abraham \(2016\)](#) sıralar arası uzaklık genişledikçe tane verimlerinin (10 cm: 315 kg/da, 20 cm: 265 kg/da ve 30 cm: 226 kg/da) ve hasat indekslerinin (%32, %31 ve %28) düştüğünü saptamışlardır. [Asargew ve ark. \(2014\)](#) tef fidesi dikiminin, doğrudan tarlaya ekime göre tane verimini %29 ile %39 oranında yükselttiği ifade ederek, sıra arası uzaklık açıldıkça tane veriminin azaldığı bildirmişlerdir. Araştırmacılar, en yüksek tane veriminin (244 kg/da) 15x15 cm sıra arası ve üzeri uzaklığı ile dikilen fide yöntemiyle elde edildiğini de eklemiştir. Çalışmamızda, ilk tane hasadından sonra bitkilerin diplerinde başaklardan düşen tanelerin tekrar çimlendiği gözlemlendiğinden, tane hasadı zamanlamasına dikkat edilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tef bitkisinin doğal KM oranı ve HP oranı üzerine sıra arası

uzaklıkların etkisi önemli bulunmamıştır. Çalışmamızda tef kuru otunun sahip olduğu morfolojik yapı (sap inceliği, yaprak oranı, vb.) ve KM oranı, kurutma veya soldurularak silolama işlemine uygun olarak değerlendirilmiştir. Denememizin her iki yılının sonunda elde edilen kuru otların büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar tarafından sorunsuz bir şekilde tüketildiği izlenmiş, herhangi bir sağlık sorunu veya ürün bozukluğuna yol açmadığı da gözlenmiştir. Çalışmamızda ot eldesi amacıyla yapılan biçimler, bitkilerin başaklanma başlangıcında gerçekleştirilmesiyle birbirine yakın KM ve HP oranlarının elde edilmesine neden olmuş, sıra arası uzaklıkların her iki özellik üzerine istatistiki anlamda önemli bir etkisi belirlenmemiştir. Oregon koşullarında tef bitkisini başaklanma başlangıcında biçen [Norberg ve ark. \(2009\)](#), ilk ve ikinci biçimlerden alınan kuru ottaki HP oranlarının sırasıyla %11-15 ve %8-13 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız bu araştırmacıların ifade ettiği sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Çalışmamızda birim alandaki tef bitkisi yoğunluğu azaldıkça (sıra arası uzaklık genişledikçe) kuru otun bünyesindeki NDF ve ADF oranlarının istatistiki anlamda önemli ölçüde yükseldiği belirlenmiştir. Bilindiği gibi yemlerdeki NDF ve ADF 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 ve ADF oranları da artmaktadır ([Kaplan ve ark., 2016](#)). Ancak NDF ve ADF oranlarının yükselmesi yemin sindirilme düzeyini düşürmektedir. Bulgularımız bu açıdan değerlendirildiğinde, çalışmamızda bitki yaşı (biçim dönemi) incelenmemesine rağmen, dar sıra aralıklarında yetişen bitkilerdeki hücre duvarı bileşimi, geniş sıra aralıklarında yetişenlere göre daha olumlu sonuç verdiği saptanmıştır.

Toplam KM verimlerine ilişkin bulgularımız değerlendirildiğinde, her iki deneme yılında, sıra arası 17.5 cm'den 70.0 cm'ye arttığında toplam KM veriminin sürekli ve önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır. Ancak iki yıllık ortalamalara göre 35.0 cm ile 52.5 cm ve 52.5 cm ile 70 cm aynı istatistiki grupta yer almıştır. Diğer bir ifadeyle bulgularımız, yöre koşullarında 17.5 cm sıra arası ve 25 cm sıra üzeri uzaklığıyla yetiştirilen ve üç kez biçilen tef bitkilerinin en yüksek toplam KM verimine (812 kg/da) ulaştığını göstermiştir. Ayrıca çalışmamızda toplam KM veriminin %85'inin ilk iki biçimden alındığı dikkati çekmiştir. Bu sonuç, üçüncü biçim yapılmadan tarlada kalan tef bitkilerinin otlatılabileceğini de akla getirmektedir. Zira pek çok araştırmacı, tefin başaklanma öncesi otlatılabileceğini bildirmişlerdir ([Eckhoff ve ark., 1993](#); [Ketema, 1997](#); [Hickman ve ark., 2013](#)). Oregon koşullarında [Norberg ve ark. \(2009\)](#) tohumla, 15 cm sıra arası uzaklığına ektikleri tef bitkisini kuru ot eldesi amacıyla iki kez biçtiklerini (başaklanma başlangıcı), ilk biçimden 625 kg/da ve ikinci biçimden 850 kg/da olmak üzere toplamda 1475 kg/da kuru ot sağladıklarını bildirmişlerdir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, tef bitkisinin kuru ot verimi ekolojik faktörlerden, kullanılan genotip ve uygulanan tarımsal işlem farklılıklarından oldukça etkilenmektedir.

Akdeniz iklimi etkisi altındaki sulu koşullarda yetiştirilebilecek yıllık (mısır, sorgum melezi, yemlik soya, vb.) veya çok yıllık (yonca, gazalboynuzu, dev kralotu, vb.) pek çok yem bitkisi cins ve türü bulunmaktadır. Hayvansal işletmelerin ihtiyacına göre bu

bitkilerin bazılarında silaj, bazılarında kuru ot üretilebilmektedir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular ot üretimi adına genel olarak değerlendirildiğinde; tefin, yıllık ve kuru ot üretimine (ince saplı olması ve kolay kuruması) olanak tanıyan, yatma sorunu olan bir sıcak iklim bitkisini simgelediği sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bitkiden alınan toplam ot veriminin, mısır veya sorgum bitkisine göre daha sınırlı olduğu da belirlenmiştir (Geren ve Kavut, 2009). Kuru otunun HP içeriği bir buğdaygil bitkisindeki beklentiye karşılarken, hücre duvarı bileşimi bakımından kabul edilebilir bir kalite değeri sunmuştur (Ball ve ark., 1996). Fakat tohumlarının çok küçük boyutlarda olması, tohum yatağının özenli bir şekilde hazırlanması gerektiğini akla getirmektedir. Bu nedenlerle bitkiyle ilgili tarımsal çalışmalar devam ettirilmelidir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tipik Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü Söke/Aydın koşullarında iki yıl süreyle sulu şartlarda yürütülen tarla

denemesiyle, tef bitkisinin fideleme yöntemiyle başarıyla yetiştirilebileceği, tane üretimi amacıyla iki, kuru ot eldesi amacıyla üç kez hasat edilebileceği belirlenmiştir. Ayrıca tef bitkisinde sıra arası uzaklığın, bir başka ifadeyle birim alandaki bitki sayısının tane ve ot verimi ile diğer bazı özellikler üzerine önemli etkisinin olduğu saptanmıştır. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, Akdeniz iklim koşullarında diğer tarımsal işlemlere de dikkat edilerek, "Dessie" isimli tef genotipinden yüksek tane ve ot verimi sağlamak için dikimlerin 17.5 cm sıra arası ve 25 cm sıra üzeri uzaklığına yapılmasının gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. Son yıllarda önemi giderek artan, özellikle çölyak hastaları tarafından kullanıma potansiyeli bulunan tef bitkisinin, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın ilgili organlarıyla ülkemiz çiftçisine tanıtılması, bu bitkiyle ilgili daha yüksek verim sağlayabilecek genotip, ekim zamanı, ekim yöntemi, gübre dozu, vb. konularda çalışılması ve bu tip projelerin ülkemizin farklı ekolojilerinde yürütülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abebe B, Workayehu T. 2015. Effect of method of sowing on yield and yield components of tef (*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter) at Shebedino, Southern Ethiopia. *Global Journal of Chemistry*, 2(1):37-44.
- Arefaine A. 2013. Effects of rates and time of nitrogen fertilizer application on yield and yield components of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] in Habro District, Eastern Ethiopia, Haramaya University, Department of Plant Sciences, College of Agriculture and Environmental Sciences School of Graduate Studies, M.Sc. Thesis, 77p.
- Asargew F, Bitew Y, Asfaw M, Liben M, Getahun W. 2014. Row spacing and fertilizer rate on yield and yield components of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) under transplanting planting method, *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(15):133-137.
- Assefa A, Tana T, Abdulahi J. 2016. Effects of compost and inorganic NP rates on growth, yield and yield components of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) in Girar Jarso District, Central Highland of Ethiopia, *J. Fertil Pestic* 7: 174.
- Ball DM, Hovelend CS, Lacefield GD. 1996. Forage quality in Southern Forages, *Potash & Phosphate Institute*, Norcross, Georgia, p:124-132.
- Balcha A. 2014. Effect of phosphorus rates and varieties on grain yield, nutrient uptake and phosphorus efficiency of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter], *American Journal of Plant Sciences*, 5:262-267.
- Buxton DR. 1996. Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci Technol.*, 59(1-3):37-49.
- Chapman SR, Carter LP. 1976. *Crop Production Principles and Practices*, W. H. Freeman and Company, Sanfransisco, USA.
- Eckhoff JLA, Wichman DM, Scheetz J, Majerus M, Welty LE, Stallknecht GE, Ditterline RL, Dunn RL, Sands DC. 1993. Tef: a potential forage and grain crop for Montana. *Montana AgResearch* 10:38-41.
- Gebremariam MM, Zarnkow M, Becker T. 2014. Tef (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a review, *Journal of Food Sci. Technol.*, 51(11):2881-2895.
- Geren H, Kavut YT. 2009. İkinci Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Sorgum (*Sorghum* sp.) Türlerinin Mısır (*Zea mays* L.) ile Verim ve Silaj Kalitesi Yönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(1):9-16.
- Giday O, Gibrekidan H, Berhe T. 2014. Response of tef (*Eragrostis tef*) to different rates of slow release and conventional urea fertilizers in Vertisols of Southern Tigray, Ethiopia, *Advances in Plants & Agriculture Research*, 1(5):1-8.
- Goering HK, VanSoest PJ. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agricultural Handbook No:379.
- Gürün AS. 2018. Farklı fosfor seviyelerinin yaz otu (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter)'nda tane verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi üzerine bir ön araştırma, *Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Töhumluk Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova-İzmir (YL Tezi)*, 47s.
- Hickman AL, Abaye OA, McCann MA, McCann JS. 2013. Acceptability and nutritional value of the tef grass for grazing horses, *Journal of Equine Veterinary Science* 33:321-399.
- Jabesa KB, Abraham T. 2016. Performance of yield attributes, yield and economics of tef (*Eragrostis tef*) influenced by various row spacing, nitrogen and phosphorus fertilizers, *African Journal of Plant Science*, 10(10):234-237.
- Kaplan M, Üke Ö, Kale H, Yavuz S, Kurt Ö, Atalay Aİ. 2016. Olgunlaşma döneminin tef otunun potansiyel besleme değeri, gaz ve metan üretimine etkisi, *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 6(4):181-186.
- Ketema S. 1997. Tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter), Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 12. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy
- Mebratu Y, Raghavaiah CV, Ashagre H. 2016. Production potential of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) genotypes in relation to integrated nutrient management on vertisols of mid high lands of Oromia Region of Ethiopia, *East Africa. Adv. Crop Sci. Tech.* 4:249.
- National Research Council. 1996. *Lost Crops of Africa: Volume I: Grains*, Washington, DC: The National Academies Press.
- Norberg S, Roseberg R, Charlton B, Shock C. 2009. Tef, a new warm-season annual grass for Oregon, Oregon State University, Extension Service, EM8970-E.
- Shiferaw W, Balcha A, Mohammed H. 2012. Genetic variation for grain yield and yield related traits in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] under moisture stress and non-stress environments, *American Journal of Plant Sciences*, 3:1041-1046.
- Vandecastelen J, Dereje M, Minten B, Taffesse AS. 2014. Perceptions, impacts and rewards of row planting of tef, LICOS Centre for Institutions and Economic Performance, Discussion Paper 350/2014.
- Yurtsever N. 1984. *Deneyel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Yayınları* No:121, Ankara.
- Zucca C. 2016. Response of tef row planting to sowing dates on the highland heavy clay soils, Technical Report of Experimental Activities, Project Agreement No 100202.