

FARKLI SIRA ARALIKLARINDA YETİŞTİRİLEN VE DEPOLANAN TEF BİTKİSİNE (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) AİT TOHUMLARIN BAZI AGRONOMİK ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ

Zeynep DUMANOĞLU^{1*}, Selim ÖZDEMİR², Kağan KÖKTEN³

^{1*}Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye, ORCID:0000-0002-7889-9015

²Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl- Türkiye, ORCID: 0000-0003-1840-9907

³Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas-Türkiye, ORCID:0000-0001-5403-5629

*Sorumlu Yazar: zeyno0191@gmail.com

Geliş (Received): 28.11.2024

Kabul (Accepted): 23.05.2025

ÖZET

Tef, zengin besin içeriği ve gluten içermemesi nedeniyle insan beslenmesinde giderek daha fazla yer edinmektedir. Bunun yanı sıra hayvansal üretim yapan işletmeler için de önemli bir alternatif yem kaynağı haline gelmiştir. 2019 yılında Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde farklı sıra aralıklarında (10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm ve 50 cm) yetiştirilen tef bitkisinin tohumları dört yıl boyunca kontrollü koşullarda depolanmıştır. 2023 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde, Biyosistem Mühendisliği ve Tarla Bitkileri Laboratuvarlarında bu tohumların çeşitli agronomik özellikleri (uzunluk, genişlik, yüzey alanı, aritmetik çap, geometrik çap, küresellik ve bin tane ağırlığı) kontrollü koşullarda incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda tef tohumlarının uzun ve oval şekilli bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, farklı sıra aralıklarının tef tohumlarının agronomik özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Bu bulgular, sıra aralığındaki değişikliklerin tef tohumlarının fiziksel özelliklerini etkilemediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tef, (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter), Farklı sıra arası mesafe, Tohum özellikleri

DETERMINATION OF SOME AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF SEEDS OF TEFF (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) GROWN AT DIFFERENT ROW SPACING AND STORED

ABSTRACT

Teff is gaining ground in human nutrition due to its rich nutritional content and lack of gluten. In addition, it has become an important alternative feed source for livestock farms. In 2019, the seeds of teff plants grown at different row spacings (10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, and 50 cm) on the agricultural application and research center land of Bingöl University were stored under controlled conditions for four years. In 2023, the various agronomic characteristics (length, width, surface area, arithmetic diameter, geometric diameter, sphericity, and thousand-seed weight) of these seeds were examined under controlled conditions at the Faculty of Agriculture, Bingöl University, in the Biosystems Engineering and Field Crops Laboratories. The analyses revealed that tef seeds have a long and oval shape. Additionally, it was determined that different row spacings did not result in statistically significant differences in the agronomic characteristics of tef seeds. These findings indicate that changes in row spacing do not affect the physical characteristics of tef seeds.

Key words: Teff, (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter), Different row spacing, Seed characteristics

1.GİRİŞ

Anavatanı Etiyopya olan tef, çayırgüzeli bitkisinin bir türü olarak bilinen ve Poaceae familyası içinde yer alan *Eragrostis* cinsine ait yaklaşık 350 türden biridir (Watson ve Macfarlane, 1992; Dumanoglu ve Geren, 2020). Tek yıllık ya da çok yıllık olarak üretilen tef (*Eragrostis tef*), kendi cinsi içinde insan tüketimi (tahıl) ve hayvan yemi (saman) amacıyla yetiştirilen tek tür olarak bilinmektedir (Zeid ve ark., 2012; Sarı ve Tiryaki, 2018). MÖ 3000'li yıllardan beri yetiştirildiği düşünülen tef bitkisinin Etiyopya kökenli olduğu bilinmektedir. Kuraklığa dayanıklılığıyla öne çıkan tef, sıcaklık değişimlerinden ve normal değerlerin üzerindeki aşırı sıcaklardan olumsuz etkilenebilmektedir (Miller, 2014). Dünyada Etiyopya, en yüksek oranla (%90) tef üretiminde söz sahibi olan ülkedir. Etiyopya'nın tahıl üretiminin yaklaşık %20'sini oluşturan tef, ekim alanı ve üretim açısından ülkedeki en önemli ürün olarak kabul edilmektedir (Barretto ve ark., 2021). Tef, aynı zamanda Etiyopya'da diğer tahıl ürünlerine kıyasla daha yüksek fiyata sahip olması nedeniyle ekonomik açıdan da avantaj sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, glüten içermemesi sebebiyle glüten intoleransı olan bireyler tarafından tercih edilen bir üründür (Dumanoglu ve Geren, 2020). Bu nedenle dünya piyasasında ticari bir değer kazanmakta ve yüksek fiyatlarla satılabilmektedir (Lee ve ark., 2015). Tef, içerdiği zengin vitamin ve mineral miktarı açısından üreticilerin ve tüketicilerin ilgisini çekmektedir. Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, yaklaşık 100 gram tam tef tahılının 150 mg demir, 155 mg ise kalsiyum içerdiği belirlenmiştir (Abebe ve ark., 2007). Bu değerler, mısır, buğday ve arpa gibi diğer temel tahıl ürünlerine kıyasla oldukça yüksektir. Ayrıca tef, mükemmel bir amino asit dengesine sahip olmasının yanı sıra bakır minerali açısından da zengindir (Gebremariam ve ark., 2012).

Tef bitkisi öncelikle tahıl üretimi amacıyla yetiştirilmektedir. Tef hasadından sonra elde edilen saman ve atıklar ise hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir (Tablo 1). Etiyopya'da insan gıdası olarak tüketilen tef, hayvan yemi olarak ABD, Güney Afrika ve Avrupa'da daha yaygın şekilde kullanılmaktadır (Miller, 2014). Dünya genelinde ılıman bölgelerde yazlık yem bitkisi olarak önem kazanmaya başlamıştır (Norberg ve ark., 2009; Lee ve ark., 2015). Tef ince saplı, yapraklı ve yumuşak yapıda bir otsu bitkidir. Bu yapısal özellikleri, çiftlik hayvanlarının ürünü lezzetli bulmasını ve kolayca tüketmesini sağlamaktadır. Tef bitkisi kısa sürede hasat olgunluğuna ulaşmaktadır. Zengin besin içeriği sayesinde, hayvansal üretimde yaygın olarak kullanılan diğer yem bitkilerine göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır (Ketema, 1997; Miller, 2014) (Tablo 1).

Tablo 1. Tef bitkisinin yem kalite kriterleri açısından diğer bazı yem bitkileri ve tahıllarla karşılaştırması (Tanık, 2020)

Bileşenler*	Yonca Kuru Ot	Mısır Koçanı	Yulaf Samanı	Tef Samanı	Buğday Samanı
Kuru Madde (%)	90,1	91,0	91,9	91,1	92,4
Organik Madde (%)	89,5	88,2	91,9	90,8	89,5
Ham Protein (%)	20,1	5,1	6,2	3,6	2,3
"Nötral Deterjan Selülozu (%)	44,4	75,5	71,2	77,5	76,1
Asit Deterjan Selülozu (%)	36,6	51,3	46,6	44,3	51,7
Lignin (%)	4,8	4,8	6,6	5,1	6,4
Hemi-selüloz (%)	7,8	24,2	24,6	33,3	24,3
Selüloz (%)	31,8	46,5	40,0	39,2	45,3
ADF-kül (%)	-	5,2	3,6	3,4	6,9
Fosfor (%)	0,30	0,17	0,15	0,25	0,22
Metabolik Enerji (MJ/kg)	19,0	16,7	17,9	17,6	18,8

*: kg/da olarak verilen değerler.

ABD'de yapılan çalışmalarda, süt ineklerinin sadece tef samanı ile beslenmesi durumunda, yerel ot samanına kıyasla süt veriminde artış gözlemlenmiştir. Bu bulgular, tefin laktasyon dönemindeki süt inekleri için potansiyel bir alternatif yem kaynağı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle son yıllarda dünyanın çeşitli bölgelerinde yem bitkisi olarak tef yetiştiriciliğine ilgi giderek artmaktadır (Davison ve ark., 2010; Saylor ve ark., 2018).

Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde 2019 yılı yetiştirme sezonunda, tef bitkisi (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) farklı sıra aralıklarında (10, 20, 30, 40 ve 50 cm) ekilmiştir. Araştırmada materyal olarak "Teff Grass Rooiberg" tef çeşidi kullanılmıştır. Deneme kurulumunda, toprak hazırlığını takiben dekara 2 kg tohum ekimi yapılmıştır. Ekimle eş zamanlı olarak dekara 10 kg DAP (Diamonyum Fosfat) ve 10 kg azot gübresi uygulanmıştır (Tanık, 2020).

Bingöl iline ait uzun yıllar ortalaması ve deneme dönemindeki (2019) iklim verilerine göre; ortalama yağış miktarı 45,5 mm olarak kaydedilmiştir (Tablo 2). Uzun yıllar ortalamaları incelendiğinde, Bingöl'ün ortalama sıcaklık değeri 22,8 °C, ortalama nispi nem %39,7 ve toplam yağış miktarı 46 mm olarak belirlenmiştir. 2019 yılı üretim periyodu verileri, uzun yıllar ortalamalarına kıyasla daha yüksek sıcaklık (24 °C), daha düşük nispi nem (%33,6) ve daha az yağış (45,5 mm) özellikleri göstermiştir (Tanık, 2020).

Tablo 2. Bingöl ilinin iklim değerleri

Bingöl İli	Ortalama sıcaklık (°C)		Ortalama nispi nem (%)		Toplam Yağış (mm)	
Aylar (2019)	Uzun yıllar (1975-2015)	2019 yılı	Uzun yıllar (1975-2015)	2019 yılı	Uzun yıllar (1975-2015)	2019 yılı
Haziran	21,3	21,9	43,3	37,8	21	21,1
Temmuz	25,0	26,6	35,1	31,8	8,4	7,2
Ağustos	24,6	26,4	37,5	30,5	5,1	4,3
Eylül	20,3	21,2	43,1	34,3	11,5	12,9
Toplam/Ort.	22,8	24,0	39,7	33,6	46,0	45,5

Tef yetiştiriciliği yapılan deneme alanından alınan toprak analiz sonuçlarına göre; toprak yapısı tınlı bünyede, hafif asidik (pH=6.57), tuz içeriği düşük (%0.03), organik madde miktarı az (%1.90), fosfor değeri 7.9 kg da⁻¹, potasyum seviyesi yeterli (245 kg da⁻¹) ve kireç içeriği düşük (%0.36) olarak belirlenmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulan araştırmada, beş farklı sıra aralığı (10, 20, 30, 40 ve 50 cm) test edilmiştir. Ekim işlemi, Temmuz ayında 3 metre uzunluğundaki markörle açılan çizilere, her parselde dört sıra olacak şekilde elle gerçekleştirilmiştir (Tanık, 2020).

2019 yılında farklı sıra aralıklarında (10, 20, 30, 40 ve 50 cm) yetiştirilen tef bitkisinden elde edilen tohumlar, 2023 yılına kadar kontrollü koşullarda (yaklaşık 24°C sıcaklıkta, kuru ve karanlık ortamda cam kavanozlarda) muhafaza edilmiştir. Bu çalışmada, dört yıl boyunca depolanan tohumların bazı agronomik özellikleri araştırılmıştır.

2.MATERYAL ve METOD

Bu çalışma, 2023 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait Tarla Bitkileri ve Biyosistem Mühendisliği laboratuvarlarında kontrollü koşullarda yürütülmüştür. Farklı sıra aralıklarında (10, 20, 30, 40 ve 50 cm) yetiştirilen tef tohumlarının bazı agronomik özellikleri (uzunluk, genişlik, yüzey alanı, ortalama aritmetik çap ve bin tane ağırlığı) analiz edilmiştir.

Her bir sıra aralığını temsil etmek üzere rastgele seçilen 100'er adet tohum üzerinde çalışılmıştır. Nikon SMZ 745T model stereo mikroskop (kendine özgü yazılımı ile birlikte) kullanılarak tohumların uzunluk (mm), genişlik (mm) ve yüzey alanı (mm²) ölçümleri gerçekleştirilmiştir [L: Tohum uzunluğu (mm), W: Tohum genişliği (mm)] (Mohsenin, 1970; Alayunt, 2000; Kara, 2012). Her sıra aralığına ait tohumların bin tane ağırlıkları (g) ise hassas terazi kullanılarak belirlenmiştir (Dumanoğlu ve Geren, 2020).

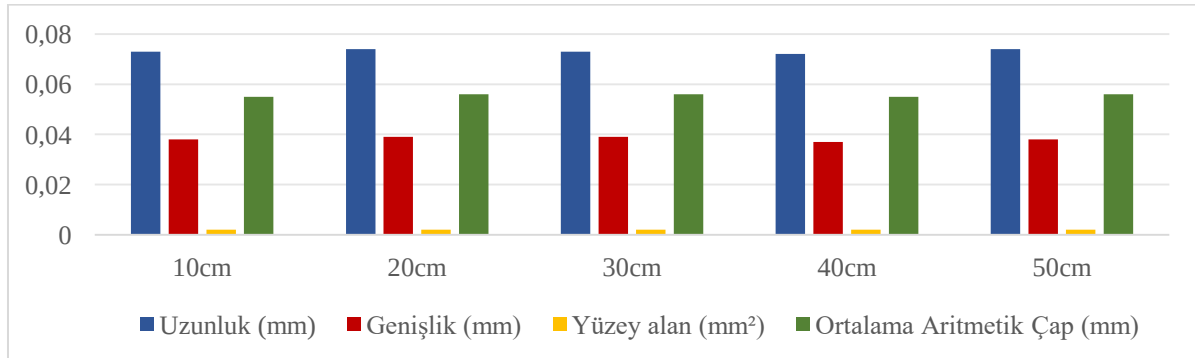
3.BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, farklı sıra aralıklarında (10, 20, 30, 40 ve 50 cm) yetiştirilen tef bitkilerinden (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) elde edilen tohumların Tablo 3'te belirtilen özelliklere göre uzun ve oval şekilli olduğu tespit edilmiştir. Ketema (1997)'ün belirttiği gibi, tef tohumlarının kabuk rengi süt beyazından koyu kahverengiye kadar değişkenlik gösterebilmektedir.

Tablo 3. Tohumların geometrik ve şekil özelliklerine göre sınıflandırılması (Yağcıoğlu, 2015)

Geometrik özelliklerine göre tohumlar	Tane genişliği/Tane uzunluğu (b/a) (mm)
Kısa	<0.6
Orta	0.6 – 0.7
Uzun	> 0.7
Şekil özelliklerine göre tohumlar	Uzunluk (a), Genişlik (b), Kalınlık (c) (mm)
Yuvarlak	$a \approx b \approx c$
Oval	$a/3 < b \approx c$
Uzun	$c < b < a/3$

Bu çalışmada, farklı sıra aralıklarında yetiştirilen tef bitkisine ait tohumların ortalama boyut özellikleri incelenmiştir. Genel olarak tohumların ortalama uzunluğu 0.073 mm, genişliği 0.038 mm, yüzey alanı 0.002 mm² ve aritmetik çapı 0.056 mm olarak ölçülmüştür. Bin tane ağırlığı ise yaklaşık 0.20 g olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı sıra aralıklarından alınan tef tohumlarına ait bazı agroteknik özellikler

Şekil 1'e göre, farklı sıra aralıklarına ait tohum özellikleri şu şekildedir:

- 10 cm sıra aralığı: 0.073 mm uzunluk, 0.038 mm genişlik, 0.002 mm² yüzey alanı, 0.055 mm aritmetik çap
- 20 cm sıra aralığı: 0.074 mm uzunluk, 0.039 mm genişlik, 0.002 mm² yüzey alanı, 0.056 mm aritmetik çap
- 30 cm sıra aralığı: 0.073 mm uzunluk, 0.039 mm genişlik, 0.002 mm² yüzey alanı, 0.056 mm aritmetik çap

- 40 cm sıra aralığı: 0.072 mm uzunluk, 0.037 mm genişlik, 0.002 mm² yüzey alanı, 0.055 mm aritmetik çap
- 50 cm sıra aralığı: 0.074 mm uzunluk, 0.038 mm genişlik, 0.002 mm² yüzey alanı, 0.056 mm aritmetik çap

Kreitschitz ve ark., (2009) çalışmasında, tef tohumlarının 1.1-1.2 mm uzunluğa ve 0.6 mm genişliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında belirgin farklılıklar gözlenmektedir. Bu farklılığın, tohumların dört yıl boyunca kontrollü koşullarda depolanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Farklı sıra aralıklarına göre tef tohumlarının bin dane ağırlıkları; 10 cm sıra aralığında 0.200 g, 20 cm sıra aralığında 0.220 g, 30 cm sıra aralığında 0.210 g, 40 cm sıra aralığında 0.210 g ve 50 cm sıra aralığında ise 0.220 g olarak 2019 yılında hasat sonrasında belirlenmiştir (Tanık, 2020). Bu çalışmada yapılan tartım işlemleri sonucunda, tohum ağırlıklarında yaklaşık %10 oranında bir azalma olduğu saptanmıştır. Bedane ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre ise tef tohumlarının bin dane ağırlığı 0.190 g ile 0.210 g arasında değişmekte olup, iri taneli tohumların 0.300 g ile 0.500 g arasında bir ağırlığa sahip olduğu belirtilmiştir.

4.SONUÇ

2019 yılında Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde farklı sıra aralıklarında (10, 20, 30, 40 ve 50 cm) yetiştirilen tef bitkisinden elde edilen tohumlar, dört yıl boyunca kontrollü koşullar altında depolanmıştır. Bu süre sonunda yapılan incelemelerde, tohumların uzunluk, genişlik, yüzey alanı ve aritmetik çap değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, tef tohumlarının farklı sıra aralıklarında yetiştirilmesinin boyutsal özellikler üzerinde etkili olmadığı ve sayısal açıdan kayda değer bir değişim yaratmadığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla, sıra aralığından bağımsız olarak bu tohumların aynı sistem üzerinde –elek değişimi gerektirmeden– temizleme, sınıflandırma, paketleme gibi işleme basamaklarında yüksek verimle işlenebileceği ortaya konmuştur. Çalışmada elde edilen veriler, tef bitkisinin agroteknik özelliklerini içermesi nedeniyle, ileride yapılacak tarımsal mekanizasyon uygulamalarında üreticilerin alet, makine ve sistem seçiminde kolaylık sağlayacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abebe, Y., Alemtsehay, B., Hambidge, K. M., Stoecker, B. J., Bailey, K., & Gibson, R. S. (2007). Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3), 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.09.003>
- Alayunt, F. N. (2000). *Biyolojik malzeme bilgisi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541.
- Barretto, R., Buenavista, R. M., Rivera, J. L., Wang, S., Prasad, P. V., & Siliveru, K. (2021). Teff (*Eragrostis tef*) processing, utilization and future opportunities: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(7), 3125–3137. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14981>
- Bedane GM, Saukuru AM, George DL, Gupta ML. 2015. Evaluation of teff (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) lines for agronomic traits in Australia. *Australian Journal of Crop Science*, 9: 242–247.

- Davison, J., Mike, L., & Earl, C. (2010). The potential for teff as an alternative forage crop for irrigated regions (Fact Sheet No. 07-29). University of Nevada Cooperative Extension.
- Dumanoglu, Z., & Geren, H. (2020). An investigation on determination of seed characteristics of some gluten-free crops (*Amarantus mantegazzianus*, *Chenopodium quinoa* Willd., *Eragrostis tef* [Zucc] Trotter, *Salvia hispanica* L.). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8*(8), 1650–1655. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1650-1655.3473>
- Gebremariam, M. M., Zarnkow, M., & Becker, T. (2014). Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2881–2895. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0745-5>
- Kara, M. (2012). *Biyolojik ürünlerin fiziksel özellikleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 242.
- Ketema, S. (1997). *Tef [Eragrostis tef (Zucc.) Trotter]*. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research.
- Kreitschitz, A., Tadele, Z., & Gola, E. M. (2009). Slime cells on the surface of *Eragrostis* seeds maintain a level of moisture around the grain to enhance germination. *Seed Science Research*, 19(1), 27–35. <https://doi.org/10.1017/S0960258508186349>
- Lee, S. H., Lee, D. G., & Lee, K. W. (2015). Evaluation of forage production and tissue culture efficiency of two Teff grass (*Eragrostis tef*) cultivars. *Research Journal of Biotechnology*, 10(5), 43–47.
- Miller, D. (2014). *Teff grass – Crop overview and forage production guide* (2nd ed.). Cal/West Seeds. <https://kingsagriseeds.com/wp-content/uploads/2014/12/Teff-Grass-Management-Guide.pdf>
- Mohsenin, N. N. (1970). *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers.
- Norberg, S., Roseberg, R., Charlton, B., & Shock, C. (2009). *Teff: A new warm-season grass for Oregon*. Oregon State University Extension Service.
- Sarı, U., & Tiryaki, İ. (2018). Alternatif tahıl: Eskinin unutulmuş yeni bitkisi tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter). *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3), 447–456. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.416860>
- Saylor, B. A., Min, D. H., & Bradford, B. J. (2018). Productivity of lactating dairy cows fed diets with teff hay as the sole forage. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 5984–5990. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14206>
- Tanık, Y. (2020). *Bingöl ekolojik koşullarında tef (Eragrostis tef [Zucc.] Trotter) bitkisinde farklı sıra arası mesafelerinin verim, verim unsurları ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi* [Master's thesis, Bingöl Üniversitesi].
- Watson, L., Macfarlane, T. D., & Dallwitz, M. J. (1992). *Grass genera of the world: Introduction*. CAB International.
- Yağcıoğlu, A. (2015). *Ürün işleme* (2nd ed.). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 517.
- Zeid, M., Assefa, K., Haddis, A., Chanyalew, S., & Sorrells, M. E. (2012). Genetic diversity in tef (*Eragrostis tef*) germplasm using SSR markers. *Field Crops Research*, 127, 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.10.013>