

Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) Tohumunun Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Ozonlu Sulama Suyu ve Sıcaklığın Etkileri

Ömer Süha USLU¹, Adem EROL^{2*}, Osman GEDİK³, Ali Rahmi KAYA⁴, Fatma AKBAY⁵

^{1,2,3,4,5}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0003-0858-0305>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3381-8402>, ³<https://orcid.org/0000-0002-4816-3154>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-0318-6034>, ⁵<https://orcid.org/0000-0002-0156-9974>

✉: aerol@edu.tr

ÖZET

Bu çalışma ozon gazının (O₃) ve sıcaklığın Macar fiği tohumunun çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Macar fiği tohumları, dört farklı ozon dozu [kontrol (0.40 g/m³), 1.60 g/m³, 2.80 g/m³, 4.00 g/m³] ile 3 farklı sıcaklıkta (10 °C, 15 °C ve 20 °C) ışıklı ortamda 14 gün süre ile çimlendirilmiştir. Ozon dozları sulama sularına 30 dakika süre ile uygulanmıştır. Çalışmada, çimlenme oranı, kök, gövde ve fide uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık ve vigor indeks değerleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; farklı çimlenme sıcaklıklarının kontrole kıyas ile Macar fiği tohumlarının çimlenme, kök ve fide gelişimini, ozon dozu uygulamalarının ise fide yaş ve kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 11.03.2020

Kabul Tarihi : 02.06.2020

Anahtar Kelimeler

Çimlenme

Macar fiği

Ozon

Sıcaklık

Vicia pannonica

Effects of Ozoned Irrigation Water and Temperature on Germination and Seedling Development of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) Seed

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of ozone gas (O₃) and temperature on germination of seed and seedling development of Hungarian vetch. In the study, Hungarian vetch seeds, for 30 minutes four different ozone doses application [control (0.40 g/m³), 1.60 g/m³, 2.80 g/m³, 4.00 g/m³] and three different temperatures (10 °C, 15 °C and 20 °C) were examined. Plant seeds germinated for 14 days at daylight environment. In the study, germination rate, root, stem and seedling length, fresh and dry weight and vigor index values were examined. The results indicated that the ozone-saturated irrigation water applications up to a certain level had a positive effect on the seedling weight while different germination temperatures had a positive effect on the root and seedling development of the Hungarian vetch seeds.

Research Article

Article History

Received : 11.03.2020

Accepted : 02.06.2020

Keywords

Germination

Hungarian vetch

Ozone

Temperature

Vicia pannonica

Atf İçin: Uslu ÖS, Erol A, Gedik O, Kaya AR, Akbay F 2021. Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) Tohumunun Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Ozonlu Sulama Suyu ve Sıcaklığın Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (1): 141-145. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.702379>.

To Cite: Uslu ÖS, Erol A, Gedik O, Kaya AR, Akbay F 2021. Effects of Ozoned Irrigation Water and Temperature on Germination and Seedling Development of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica*) Seed. KSU J. Agric Nat 24 (1): 141-145. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.702379>.

GİRİŞ

Tarımın en önemli hedefleri arasında yüksek ve kaliteli verim elde etmek yer almaktadır. Bilindiği üzere tarımsal verimlilik ekim öncesi yapılacak çalışmalara ve alınacak tedbirlere göre değişiklik arz etmektedir. Özellikle tohum çeşidi, özelliği ve toprak hazırlığı çimlenmeyi ve verimi önemli derecede etkilemektedir. Tohum çimlenmesi bitkilerin hayat çemberinde önemli bir aşamadır. Işık, sıcaklık ve su gibi çevresel etkenlerin, tohum çimlenmesi üzerine önemli etkileri bulunmaktadır (Kuriakose ve Prasad,

2008). Ozon gazı (O₃), yüksek enerjiye sahip güneş ışınlarının normal oksijen moleküllerine (O₂) çarpması sonucu ortaya çıkan oksijen atomlarının, diğer oksijen molekülleriyle birleşmesiyle meydana gelmektedir. Bu gaz renksiz, keskin kokulu bir gazdır ve ultraviyole ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engellemesi nedeni ile yeryüzündeki birçok biyolojik olayda baş rolde yer almaktadır (Rao ve ark., 2000). Ozon gazının tarımda kullanımı oldukça yaygındır. Tüketime hazır meyve ve sebzeleri ozonlu su ile yıkama tüketim süresini uzatmak, kuru meyve ve sebzeleri dezenfekte etmek,

pestisitleri indirgemek ve enzim aktivitelerini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Tetik ve ark., 2006). Çiçekçilik sektöründe kullanılan ozon kesilmiş çiçeklerin raf ömrünü uzatmakta ve ortamdaki mikroorganizmaları yok ederek herhangi bir hastalığın diğer çiçeklere yayılmasını engellemektedir (Anonim, 2020). Kök ur nematodları ile mücadelede güçlü ve etkili bir yöntem olarak ozon kullanılmaktadır (Behzadi ve ark., 2012).

Ozon gazının çimlenme üzerine etkileriyle ilgili oldukça sınırlı sayıda literatüre ulaşılmıştır. Tiryaki ve Haliloğlu (2007), ozon gazının bazı buğdaygillerin çimlenme performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar farklı ozon yoğunluklarına karşı tohumların gösterdiği tepkilerin bitki çeşidine göre değişiklik gösterdiği ve ozon gazının düşük sıcaklıkta (18 °C) tohum çimlenmesini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Violleau ve ark. (2008), ozonlu su (0 g/m³ ve 20 g/m³) uygulamasının mısır tohumunun çimlenme kinetiği üzerine etkisini inceledikleri araştırmada, ozon gazını mısır tohumlarına 6.8 ve 20.5 dakika boyunca uygulamışlardır. Araştırmacılar ozon gazı ile muamele edilen tohumların hızlı bir şekilde çimlendiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte uzun süreli ozon muamelesinin, tohum çimlenmesini olumsuz yönde etkilediğini rapor etmişlerdir. Yine Güngör (2013), tarafından yapılan araştırmada, altı farklı baklagil yem bitkisi tohumu farklı sürelerde (0, 40 ve 80 dakika) ozon gazı ile muamele edilmiş ve iki farklı sıcaklıkta (4 ve 20 °C) çimlendirilmiş, çimlenme oranı, kök ve gövde uzunlukları ölçülmüştür. Çalışmada Macar fiği tohumunun 20 °C sıcaklıkta ve 40 dakikalık ozon uygulamasında en yüksek çimlenme oranına (% 98.5) ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca 80 dakika ozon uygulamasında en yüksek kök (15.2 cm) ve gövde (23.2 cm) uzunluğu elde edildiği bildirilmiştir. Savi ve ark. (2014), ozon gazının *Fusarium graminearum* ve deoksinivalenol degradasyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada kontrol (ozonsuz) ile birlikte 30, 60, 120 ve 180 dakika boyunca ozona maruz bırakılmış buğday tohumları kullanılmıştır. Tüm ozon gazı uygulamalarının fusarium hastalığını tedavi ettiği, özellikle 180 dakikalık uygulamanın buğdayın çimlenmesini %12.5 oranında azalttığı bildirilmiştir. Avdeeva ve ark. (2018) tarafından ozon gazının buğday çimlenmesi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada, faktör A olarak ozon dozları, 2.1, 8.4, 9.9, 10.5, 12.6, 14.7, 16.8, 18.9 ve 19, 8 g s m³, faktör B olarak ise, çimlenme süreleri (0, 7 ve 14 gün) ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, 14 gün süre ile yapılan çimlendirme çalışmasında artan ozon dozu buğdayın çimlenme oranını ve çimlenme gücünü artırmış buna karşılık özellikle 19.8 g s m³ ozon dozu çimlenme kabiliyetinde önemli oranda azalmaya sebep olmuştur.

Yapılan araştırmalarda ozon gazının bitki

tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi ile ilgili parametreler üzerine muhtelif etkileri olduğu görülmektedir. Buradan hareketle ozon gazı ile ilgili daha ayrıntılı araştırmalar yapılmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Ozonun özellikle çimlenme ve fide gelişimi performansı üzerine olumlu etkileri bu çalışmanın yapılmasını tetiklemiştir. Macar fiği ise hayvancılıkta yaygın olarak kullanılan önemli bir kaba yem ve silaj kaynağıdır. Kolay silolanan yem bitkileri arasında yer almaktadır (Uslu ve Kaya, 2020). Bu araştırma ozon gazı ile muamele edilen sulama sularında ve farklı çimlenme sıcaklıklarında çimlendirilen Macar fiği tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini tespit etmek için yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümüne ait Tıbbi Bitkiler Laboratuvarında 2017 yılında yürütülmüştür. Araştırmada Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 2008 yılında tescil edilen Budak Macar fiği çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada kontrol uygulaması ile birlikte toplam dört farklı ozon dozu kullanılmıştır. Macar fiği tohumları, ozon içeriği 0.40 g/m³ olarak ölçülen saf su (kontrol uygulaması) ve ayrıca 1.60 g/m³, 2.80 g/m³, 4.00 g/m³ ozon ile doyurulmuş saf su kullanılarak, 10 °C, 15 °C ve 20 °C sıcaklıkta çimlendirilmiştir. Ozon dozları sulama sularına 30 dakika süre ile uygulanmıştır. Çalışmada tohumlar küflenme sorununa karşı ekimden önce Captan 50 WP ilacıyla hazırlanmış solüsyon ile muamele edilmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tabanına 2 kat Whatman No 1 kurutma kâğıdı yerleştirilmiş 15 cm çapındaki her bir petri kabına 25'er adet tohum ekilmiştir. Her bir petri kabına farklı miktarlarda ozonla doyurulmuş, 15 ml sulama suyu eklendikten (kontrol grubuna musluk suyu) sonra 10 °C, 15 °C ve 20 °C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta bitki büyütme dolabı içerisinde ışıklı ortamda 14 gün süre ile çimlenmeye bırakılmıştır. Her gün düzenli olarak kontrol ve sayım yapılmıştır. Radikula (kökçük) uzunluğu 1 mm olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlenme süresi sona erdiğinde her petride tesadüfi olarak seçilen 10 fidenin radikula (kök) ve plumula (gövde) uzunlukları cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Fide uzunluğu, radikula (kök) ve plumula (gövde) uzunluğu değerlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir.

Çimlenme oranları çimlenme testi süresi sonunda çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranından elde edilen değer 100 ile çarpılmasıyla bulunmuştur (Maguire, 1962). Vigor indeks değeri çimlenme yüzdesi ile ortalama fide uzunluğu kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Abdul-

Baki ve Anderson, 1973).

Tohum vigor indeksi = Çimlenme oranı (%) × fide uzunluğu (cm)

Fide yaş ağırlığının ölçülmesinde 0.001 gram düzeyinde hassasiyete sahip terazi kullanılmıştır. Fide kuru ağırlığı yaş olarak tartılan fideler 70 °C'de 48 saat kurutma dolabında bekletildikten sonra elde edilen kuru materyalin tartılması ile hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar SAS V.9.3 (SAS, 2013) paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli çıkan faktör ortalamaları LSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çimlenme oranı (%): Çizelge 1 incelendiğinde, farklı sıcaklık uygulamalarında elde edilen çimlenme oranı ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$), ozon dozları ve ozon dozları x sıcaklık

interaksiyonuna ait ortalamalar arasındaki farkların önemli bulunmadığı görülmektedir. Ozon dozu uygulamalarında çimlenme oranları % 90.67-92.33 arasında değişmiştir. Yine Çizelge 1 incelendiğinde 10 ve 15 °C sıcaklık değerlerinin aynı istatistiksel grupta yer aldığı (% 97.25 ve % 99.25) ve bu sıcaklıklarda en yüksek çimlenme oranının elde edildiği, sıcaklığın artması ile birlikte çimlenme oranının önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Sıcaklık ve ozon dozu interaksiyonu yönünden çimlenme oranlarının % 70-100 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Daha önce yapılan araştırmalarda, kontrole göre ozon dozunun çimlenme oranını artırdığı, bununla birlikte yüksek ozon dozlarının veya uzun süreli ozonla muamele işleminin çimlenme oranını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Violleau ve ark., 2008; Güngör, 2013; Savi ve ark., 2014 ve Avdeeva ark., 2018). Elde edilen değerler araştırmacıların saptamış olduğu değerlerden farklıdır.

Çizelge 1. Ozonlu Sulama Suyu ve Farklı Çimlenme Sıcaklıklarının Macar Fiğinin Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri

Table 1. Effects of Ozone Irrigation Water and Different Germination Temperatures on the Growing and Seedling Growth of Hungarian Vetch

		ÇO (%)	RU (cm)	PU (cm)	FU (cm)	FYA (g)	FKA (g)	VI
		GR	RL	PL	SL	SFW	SDW	VI
		**	**	**	**	**	**	**
Sıcaklık (°C) Temp.	10	97.25±1.00 a	3.55±0.07 b	4.84±0.13 b	8.38±0.18 c	0.75±0.03 b	0.11±0.002 b	815.51±20.96 b
	15	99.25±0.46 a	3.91±0.22 b	5.88±0.16 a	9.80±0.25 a	1.15±0.06 a	0.12±0.005 a	971.51±23.31 a
	20	75.75±2.96 b	5.06±0.20 a	4.11±0.17 c	9.17±0.27 b	0.60±0.02 c	0.09±0.003 c	697.78±39.74 c
		öd	öd	öd	öd	**	**	öd
Ozon Dozları (g/m ³) Ozone	0.40	92.33±2.62	4.39±0.27	4.67±0.22	9.08±0.27	0.72±0.04 c	0.11±0.003 bc	837.88±35.43
	1.60	91.00±3.88	4.15±0.22	5.14±0.26	9.30±0.26	0.81±0.08 bc	0.11±0.005 ab	848.12±42.21
	2.80	89.00±4.43	4.17±0.36	5.07±0.34	9.23±0.39	0.95±0.10 a	0.12±0.006 a	818.81±51.03
	4.00	90.67±3.56	3.98±0.13	4.87±0.20	8.85±0.21	0.84±0.06 b	0.10±0.004 c	808.25±45.52
		öd	*	öd	öd	**	*	öd
10 °C	0.40	96.00±1.63	3.50±0.07 c	4.56±0.10	8.06±0.15	0.72±0.02 cde	0.11±0.003 bd	775.35±26.94
	1.60	99.00±0.57	3.52±0.07 c	4.90±0.09	8.42±0.14	0.69±0.01 cde	0.12±0.001 abc	833.24±16.02
	2.80	97.00±0.57	3.40±0.08 c	4.68±0.18	8.07±0.23	0.86±0.03 bcd	0.12±0.002 abc	781.94±18.78
	4.00	97.00±1.10	3.77±0.04 bc	5.22±0.05	8.99±0.09	0.77±0.02 cde	0.11±0.000 bcd	871.49±13.18
15 °C	0.40	99.00±0.57	4.28±0.23 bc	5.58±0.06	9.86±0.26	0.91±0.01 bc	0.11±0.002 bcd	974.99±20.87
	1.60	98.00±0.66	3.95±0.21 bc	6.19±0.09	10.13±0.14	1.11±0.03 b	0.13±0.002 ab	992.05±9.89
	2.80	100.00±0.00	3.46±0.26 c	6.46±0.14	9.92±0.38	1.39±0.05 a	0.14±0.003 a	992.25±38.90
	4.00	100.00±0.00	3.96±0.20 bc	5.31±0.08	9.27±0.18	1.10±0.05 b	0.11±0.005 bcd	926.75±18.78
20 °C	0.40	82.00±2.00	5.39±0.10 a	3.93±0.12	9.31±0.01	0.54±0.02 e	0.10±0.004 cde	763.31±17.32
	1.60	76.00±4.10	5.00±0.05 ab	4.35±0.20	9.35±0.24	0.59±0.02 de	0.10±0.003 cde	719.07±54.45
	2.80	70.00±3.33	5.64±0.23 a	4.07±0.18	9.71±0.35	0.61±0.01 de	0.09±0.001 d	682.24±46.00
	4.00	75.00±1.97	4.22±0.10 bc	4.08±0.21	8.30±0.27	0.64±0.02 de	0.09±0.003 d	626.51±37.38
Ort. / Means		90.75	4.17	4.94	9.11	0.83	0.11	828.27
LSD (0.05)		öd	1.66	öd	öd	0.33	0.03	öd
VK (%) / CV		6.42	13.84	10.16	9.12	13.95	9.81	12.70

ÇO/GR: Çimlenme Oranı/Germination Rate; RU/RL: Radikula Uzunluğu/Radicle Length; PU/PL: Plumula Uzunluğu/Plumule Length; FU/SL: Fide Uzunluğu/Seedling Length; FYA/SFW: Fide Yaş Ağırlığı/Seedling Fresh Weight; FKA/SDW: Fide Kuru Ağırlığı/Seedling Dry Weight; VI: Vigor İndeksi/Vigor Index; VK/CV: Varyasyon Katsayısı/Coefficient of Variation; Ort.: Ortalama/Mean; öd: istatistiki olarak önemli değil/statistically non-significant; **: $P < 0.01$ 'e göre önemli; *: $P < 0.05$ 'e göre önemli; ±: Standart Hata/Standart Error.

Radikula uzunluğu (cm): Ozon dozlarının radikula uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken, farklı sıcaklık uygulamaları ve ozon dozu x sıcaklık interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Ozon dozu uygulamalarında radikula uzunluğu değerleri 3.98-4.39 cm arasında değişmiştir. Artan sıcaklıkların radikula uzunluğunu artırdığı, 10 ve 15 °C uygulamalarının aynı grupta yer aldığı ve en yüksek radikula uzunluğunun 5.06 cm ile 20 °C sıcaklık uygulamasında elde edildiği tespit edilmiştir. Sıcaklık ve ozon dozu interaksyonu yönünden en yüksek radikula uzunluğunun 5.64 cm ile 20 °C'de 2.80 g/m³ uygulamasından, en düşük radikula uzunluğunun ise 3.40 cm ile 10 °C'de 2.80 g/m³ uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 1).

Güngör (2013), Macar fiğinde fide kök uzunluğunun 20 °C sıcaklık uygulamasına kadar artan ozon uygulama sürelerine bağlı olarak arttığını bildirmiştir. 20 °C'ye kadar artan sıcaklıklara bağlı olarak radikula uzunluğunun artış gösterdiğine ilişkin saptanan değerler araştırmacının tespit ettiği bulgularından farklılık göstermektedir.

Plumula uzunluğu (cm): Ozon dozlarının plumula uzunluğu üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Ozon dozu uygulamalarında plumula uzunluğu değerleri 4.67-5.14 cm arasında değişirken sıcaklık uygulamalarının plumula uzunluğu üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P \leq 0.01$) saptanmıştır. En yüksek değer 5.88 cm ile 15 °C'de elde edilirken, en düşük değer 4.11 cm ile 20 °C'de elde edilmiştir. Artan sıcaklık değeri fide gelişimini yavaşlatmıştır. İstatistiksel olarak önemli bulunmayan sıcaklık x ozon dozu interaksyonu incelendiğinde, plumula uzunluğu ortalamalarının 3.93-6.46 cm arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Sıcaklık artışı radikula uzunluğunu artırırken, düşük sıcaklık uygulamaları plumula gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. Güngör (2013), Macar fiği tohumunda artan ozon dozları ile birlikte, 20 °C sıcaklık uygulamasına kadar plumula uzunluğunun arttığını bildirmiştir. Çalışmada da sıcaklıkla birlikte belli bir seviyeye kadar ozon dozu artışı plumula uzunluğunu arttırmış ve en yüksek ozon dozu uygulamasında plumula uzunluğu tekrar düşmüştür. Fakat en düşük değer kontrol grubundan elde edilmiştir. Elde edilen değerler, Güngör (2013)'ün bulguları ile kısmen uyuşmaktadır.

Fide uzunluğu (cm): Ozonlu sulama suyu uygulamalarının fide uzunluğu üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Çizelge 1'de görüldüğü gibi kontrol uygulaması (0.40 g/m³) ile kıyaslandığında önemli olmamakla birlikte ozonla

doyurulmuş su uygulaması fide gelişimini artırmıştır. Ozonlu su uygulamalarında fide uzunluğu değerleri 8.85-9.30 cm arasında değişmiştir. Farklı sıcaklık ortamlarında çimlendirmenin fide uzunluğuna etkisi incelendiğinde, en yüksek fide uzunluğu 15 °C (9.80 cm), en düşük fide uzunluğu ise 10 °C (8.38 cm) sıcaklık uygulamasından elde edilmiştir ($P \leq 0.01$). Farklı dozlarda ozonla doyurulmuş sulama suyu ve sıcaklık interaksyonu istatistiksel olarak önemli çıkmamakla birlikte fide uzunluklarının 8.06-10.13 cm arasında olduğu saptanmıştır.

Fide yaş ağırlığı (g): Ozon dozu, sıcaklık, ozon dozu x sıcaklık interaksyonunun fide yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Artan ozon dozları ile birlikte fide yaş ağırlığının arttığı, ancak en yüksek ozon dozunda fide yaş ağırlığının azaldığı tespit edilmiştir. En yüksek fide yaş ağırlığı 2.80 g/m³ ozon dozunda (0.95 g) elde edilirken, en düşük fide yaş ağırlığı kontrol uygulamasında (0.72 g) elde edilmiştir. Farklı sıcaklık ortamlarının fide yaş ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde; en yüksek fide yaş ağırlığı 15 °C'de (1.15 g) tespit edilirken, en düşük fide yaş ağırlığı 20 °C'de (0.60 g) tespit edilmiştir. 20 °C sıcaklık ortamında fide gelişiminin yavaşladığı belirlenmiştir. Ozon dozu ve sıcaklık interaksyonu yönünden en yüksek fide yaş ağırlığı 15 °C'de 2.80 g/m³ ozon dozu uygulamasında 1.39 g olarak tespit edilirken, en düşük fide yaş ağırlığı 20 °C'de kontrol uygulamasında 0.54 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Fide kuru ağırlığı (g): Çizelge 1'de görüldüğü gibi ozon dozu ve farklı sıcaklık uygulaması fide kuru ağırlığını çok önemli ($P \leq 0.01$), ozon dozu x sıcaklık interaksyonu ise önemli derecede etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Farklı ozon dozlarında elde edilen ortalama değerler incelendiğinde en yüksek fide kuru ağırlığı 2.80 g/m³ (0.12 g), en düşük fide kuru ağırlığı ise 4.00 g/m³ (0.10 g) ozon dozu uygulamasında tespit edilmiştir. Fide yaş ağırlığında olduğu gibi artan ozon dozları fide kuru ağırlığını artırmıştır. Bu artış 4.00 g/m³ uygulamasına kadar devam etmiştir. Farklı sıcaklık uygulamalarında en yüksek fide kuru ağırlığı 15 °C'de (0.12 g) elde edilirken 20 °C sıcaklık, fide kuru ağırlığında azalmaya sebep olmuştur. Uygulamalar arasındaki interaksyon değerleri incelendiğinde; en yüksek fide kuru ağırlığı 15 °C'de 2.80 g/m³ ozon dozu uygulamasında (0.14 g) elde edilirken, en düşük fide kuru ağırlığı 20 °C'de 2.80 g/m³ ve 4.00 g/m³ ozon dozu uygulamasında (0.09 g) elde edilmiştir.

Vigor indeksi: Vigor indeksi tohumların çimlenme ve fide gelişimi sırasında canlılığını ve performans seviyesini gösteren bir değerdir (Uslu ve Gedik, 2019). Ozon dozu uygulamalarının vigor indeksi değerlerine etkisi incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklar önemli çıkmamıştır. Ozonla doyurulmuş su

uygulamalarında vigor indeks değerleri 808.25-848.12 arasında değişmiştir. Farklı sıcaklık uygulamaları incelendiğinde en yüksek vigor indeks değeri 15 °C'de (971.51) elde edilirken, en düşük vigor indeks değeri 20 °C (697.78) sıcaklık uygulamasında bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Yine sıcaklık x ozon dozu interaksiyonuna ait ortalamalar arasındaki fark önemli olmamakla birlikte, vigor indeks değerleri 626.51-992.05 arasında bulunmuştur (Çizelge 1).

SONUÇ

Uygulamalara ait ortalamalar incelendiğinde ozonlu su uygulamalarının çimlenme, fide gelişimi ve vigor indeks değerleri üzerine etkisinin önemsiz olduğu, sıcaklık uygulamalarının ise tüm özellikler üzerine etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, Macar fiğinde en yüksek radikula uzunluğu 20 °C'de 2.80 g/m³ uygulamasında 5.64 cm, en yüksek fide yaş ağırlığı ise 15 °C'de 2.80 g/m³ uygulamasında 1.39 g olarak bulunmuştur. Yine en yüksek fide kuru ağırlığı 15 °C'de 2.80 g/m³ uygulamasında (0.14 g) tespit edilmiştir. Tüm bu bulgular ışığında, Macar fiği için çimlenme oranı ve fide gelişimi açısından en uygun çimlenme sıcaklığının 15 °C, kök gelişimi açısından ise 20 °C olduğu görülmüştür. Ayrıca 2.80 g/m³ ozonlu su uygulamasının fide ağırlığı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Sera ve tarla şartlarında benzer çalışmaların yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Özellikle ozonlu su uygulamasının tohum fizyolojisi ve çimlenme gücünü kaybetmiş tohumların çimlenme kabiliyeti üzerine etkileri de araştırılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu proje KSÜ Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinasyon Birimi tarafından 2016/6-54 M numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abdul-Baki AA, Anderson JD 1973. Vigor Determination in Soybean Seed By Multiple Criteria. *Crop Science* 13(6):630-633.
Anonim 2020. <http://www.airozon.com/ozon-kullanim-alanlari/tarim-sektorunde-ozon-kullanimi.htm>. Erişim tarihi: 15.02.2020.

Avdeeva V, Zorina E, Bezgina J, Kolosova O 2018. Influence of Ozone on Germination and Germinating Energy Of Winter Wheat Seeds. *Engineering for Rural Development* 23-25 May 2018, Jelgava, 543-546.
Behzadi HR, Samadi N, Samadi A, Safar M, Shahi S, Qaryan M 2012. The Ozone Application for Control of the Root knot Nematode in Tomato Greenhouse. *Elixir Agriculture* 48:9387-9389.
Güngör G 2013. Ozon Gazının Bazı Baklagil Yem Bitkileri Tohumlarının Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53 s.
Kuriakose SV, Prasad MNV 2008. Cadmium Stress Affects Seed Germination and Seedling Growth in *Sorghum bicolor* (L.) Moench by Changing The Activities Of Hydrolysing Enzymes. *Plant Growth Regul* 54:143-156.
Maguire JD 1962. Speed of Germination-Aid Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. *Crop Science* 2(2):176-177.
Rao MV, Lee H, Creelman RA, Mullet JE, Davis KR 2000. Jasmonic Acid Signaling Modulates Ozone-Induced Hypersensitive Celi Death. *The Plant Cell* 12(9):1633-1646.
SAS 2013. SAS V.9.3. SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, SAS Institute nc., Cary, NC.
Savi GS, Piantentini KC, Bittencourt KO, Scussel VM 2014. Ozone Treatment Efficiency on *Fusarium graminearum* and deoxynivalenol Degradation and Its Effects on Whole Wheat Grains (*Triticum aestivum* L.) Quality and Germination. *Journal of Stored Products Research* 59:245-253.
Tetik N, Topuz A, Turhan İ, Karhan M 2006. Meyve ve Sebzelerin İşlenmesi ve Muhafazasında Ozon Uygulamaları. Türkiye 9. Gıda Kongresi 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 281-284.
Tiryaki İ, Haliloğlu K 2007. Ozon Gazının (O₃) Buğdaygil Yembitkileri Tohumlarının Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri. VII. Tarla Bitkileri Kongre Kitabı 25-27 Haziran 2007, Erzurum, 264-267.
Uslu ÖS, Gedik O 2019. Akdeniz İkliminde Yetiştirilen Tritikalenin Tuzluluğa Karşı Toleransının Araştırılması. III. International Mediterranean Forest and Environment Symposium IMFES Proceeding 03-05 October 2009, Kahramanmaraş, 191-196.
Uslu ÖS, Kaya M 2020. Silaj: Hayvancılık İşletmelerinin En Önemli Kaba Yem Kaynağı. Tarım ve Hayvancılıkta Yapılan Çalışmalar ve Güncel Değişimler. İksad Yayınevi, Ankara. 5-43
Violleau F, Hadjeba K, Albet J, Cazalis R, Surel O 2008. Effect of Oxidative Treatment on Corn Seed Germination Kinetics. *Ozone: Science and Engineering* 30(6): 418-422.