



Araştırma Makalesi

Biberde Tuz Stresine Karşı Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının Çimlenme Üzerine Etkileri

Gökçen YAKUPOĞLU ^{1,*}, Gökçe AYDÖNER ÇOBAN ², Lale ÖZKAN ³

^{1,2,3}Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-4921-0925>, ²<https://orcid.org/0000-0002-0851-8803>,

³<https://orcid.org/0000-0002-9694-9055>

*Sorumlu Yazar e-mail: gokcen.yakupoglu@bozok.edu.tr

Makale Tarihiçesi

Geliş: 07.11.2023

Kabul: 12.12.2023

DOI: 10.59128/bojans.1386927

Anahtar Kelimeler

Biber, Çimlenme,
Manyetik alan
Tuz stresi

Öz: Bu çalışma, farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamalarının biber tohumlarının tuz stresi altında çimlenmesi üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak "Arzuman" tatlı sivri kıl çeşidi biber kullanılmıştır. Tohumlara 0, 3, 5 ve 7 dakika süre ile 0, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 ve 1.1 Tesla (T) şiddetinde manyetik alan uygulaması yapılmıştır ve tohumlar tuz stresine (150 mmol) maruz bırakılarak toplam çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme üniformitesi incelenmiştir. Tuz uygulamasının çimlenme oranını (%80.29-%31.10) düşürdüğü ve ortalama çimlenme süresi (5.81-7.28 gün) üzerine çok önemli etkilerinin olduğu, çimlenme üniformitesine ise önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Farklı sürelerde uygulanan Manyetik alan (MA) uygulamasının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. En iyi çimlenme oranı %59.33 ile kontrol grubunda; en düşük çimlenme oranı ise %53.03 ile 3 dk Tesla uygulamasında tespit edilmiştir.

Atf Künyesi: Yakupoğlu G., Aydöner Çoban G. ve Özkan L. (2023). Biberde Tuz Stresine Karşı Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının Çimlenme Üzerine Etkileri, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(2), 85-94. **How To Cite:** Yakupoğlu G., Aydöner Çoban G. and Özkan L. (2023). Effects of Magnetic Field Application at Different Durations and Intensities on Germination in Pepper under Salt Stress, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences* 2(2), 85-94.

Effects of Magnetic Field Application at Different Durations and Intensities on Germination in Pepper under Salt Stress

Article Info

Received: 07.11.2023

Accepted: 12.12.2023

DOI: 10.59128/bojans.1386927

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of magnetic field applications of different durations and intensities on the germination of pepper seeds under salinity stress. The sweet pointed pepper variety "Arzuman" was used as plant material. The seeds were subjected to magnetic field applications at intensities of 0, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 and 1.1 Tesla (T) for 0, 3, 5 and 7 minutes and then exposed to salinity stress (150 mmol). Total germination percentage, mean germination time and

Keywords

Pepper, Germination
Magnetic field,
Salt stress

germination uniformity were examined. It was observed that salt application decreased the germination percentage (80.29%-31.10%) and had very significant effects on the average germination time (5.81-7.28 days), while it had no significant effect on germination uniformity. Different durations of magnetic field application were found to significantly affect germination percentage and mean germination time. The highest germination rate was found in the control group with 59.33%, while the lowest was found in the 3 minute Tesla application with 53.03%.

1.Giriş

Solanaceae familyasından olan biber (*Capsicum annuum* L.), ılıman iklim koşullarında tek yıllık olarak yetiştirilen, meyvesi yenen bir sebzedir (Vural vd., 2000). Biber bitkisi tuza dayanıklı bir sebze değildir ve tuz seviyesindeki her 1.0 dS/m artış sonucunda meyve veriminde yaklaşık %14 oranında kayıp meydana gelmektedir (El-Hifny ve El-Sayed, 2011).

Ürün verimiyle ilgili talepler son yirmi yılda, hızla artan dünya nüfusuna ayak uydurmak için dünya genelinde önemli bir artış göstermiştir (Savary vd., 2020). Bu nedenle, ürün veriminin ve kalitesinin nasıl arttırılacağı, küresel tarım sorunu haline gelmiştir. Toprak tuzlanması, dünya çapında tarımı tehdit eden önemli bir çevresel sorundur (Hazell ve Wood, 2008). Sulu tarım alanlarının yaklaşık %20'si toprak tuzlanması nedeniyle olumsuz etkilenmektedir. Toprak tuzlanması sorunları, doğal çevrenin bozulması, yanlış sulama uygulamaları ve iklim değişiklikleri gibi faktörlerden dolayı daha da kötüleşmektedir (Ziska vd., 2012; Park vd., 2016). Bu nedenle, ürün verimini etkili bir şekilde arttırmak için, artan bir tehdit haline gelen toprak tuzlanması sorununu ele almak son derece önemlidir (Zhao vd., 2021). Tuzluluk bitkilerde morfolojik ve biyokimyasal fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkiye neden olmakta, tohum çimlenmesini, bitki büyümesini, gelişmesini ve verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Zhang ve Dai, 2019). Tuzluluk özellikle bitkilerde klorofil ve karotenoid içeriğini azaltır, kloroplast altyapısını bozar, stoma iletkenliğini azaltır, fotosentetik mekanizmayı, terlemeyi ve gaz alışverişini engeller (Pan vd., 2021), ayrıca yaprak suyu potansiyelini düşürerek bitkinin su ilişkilerini bozar ve bitkinin turgorunu azaltır. Bu da ozmotik strese yol açar (Navada vd., 2020) ve bitki hücrelerindeki reaktif oksijen türlerinin (ROS) içeriğini arttırarak oksidatif stres oluşturur (El Ghazali, 2020).

Manyetik alan (MA), hareket eden elektrik yüküne etki eden kuvvet olarak tanımlanır. MA uygulamalarının pek çok kullanım alanı bulunmakta ve son yıllarda tıp, biyoloji ve tarım alanlarında kullanımına ilişkin çalışmalar artmaktadır (Bağatırlar, 2016). MA uygulamaları organizmalar üzerinde çeşitli etkiler yapmaktadır. MA uygulamaları elektron dönüşlerini etkileyerek kimyasal reaksiyonları etkilemekte ve bazı biyolojik sonuçlara neden olmaktadır (Alshalwi, 2017). Bitki gelişimi ile ilgili MA uygulamaları ilk defa 1930 yılında buğday bitkisinde yapılmıştır. Günümüze kadar pek çok bitkide (bezelye, soğan, biber, lahana, domates vb.) MA uygulamasına ilişkin çalışmalar yürütülmüştür (Sarı, 2019). Tohumların manyetik alanla işlenmesi tarım sektöründe oldukça popüler hale gelmiştir. "Magnetopriming" olarak adlandırılan MA ile ekim öncesi tohum uygulaması, birçok ürünün çimlenme oranını ve fide gücünü arttırdığı bildirilen, tahribatsız ve kuru bir tohum hazırlama işlemidir (Shine vd., 2011; Bhardwaj vd., 2012; Sunita vd., 2015; Anand vd., 2019). Stresiz koşullarda manyetopriming'e yanıt olarak tohumlarda çimlenme sırasında meydana gelen metabolik değişiklikler hakkında çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Shine vd., 2011; Bhardwaj vd., 2012; Sunita vd., 2015; Anand vd., 2019). Sabit MA ile tohumlara uygulanan manyetik biyo-stimülasyonunun tuz stresi altında ki etkileri yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Thomas vd., 2013; Kataria vd., 2017). MA kullanımının bir diğer avantajı, çimlenme oranlarının arttırılması ve membran geçirgenliğinin olası artışı ile ilişkili olup, tohumların su emme işlemini kolaylaştırmasıdır (Reina ve Pascual, 2001). MA'nın bitki büyümesini iyileştirmenin yanı sıra su ve besin emilimini etkileyebileceği bildirilmiştir (Hilal vd., 2002; Maheshwari ve Grewal, 2009). Çimlenme oranlarını iyileştirmenin ötesinde, MA'a maruz kalan

tohumlar, muhtemelen bitkilerin hızlı büyümesini tetikleyen artan hücre çoğalma kapasitesi gibi olumlu etkilere neden olmaktadır (Çakmak vd., 2010). Diğer araştırmacılar ayrıca MA'nın tohum çimlenmesini, fide canlılığını, fotosentetik pigmentleri, fotosistem II'nin (PSII) etkinliğini ve ışık enerjisinin emilimine dayalı performans indeksini arttırmanın yanı sıra verimli fotosentezi teşvik etme ve ışık etkilerini hafifletme üzerindeki olumlu etkisini de bildirmişlerdir (Baghel vd., 2016; vd., 2017, 2019). Bazı çalışmalarda MA'nın, bitki hücrelerinde peroksidaz, polifenol oksidaz (PPO), süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) gibi antioksidan enzimlerin aktiviteleri nedeniyle bitki oksidatif hasarını azalttığı bildirilmiştir. Spesifik olarak MA, antioksidan aktiviteyi etkilemiş ve bitkilerdeki serbest radikal iyonlarının aktivitesini arttırmıştır (Dhawi, 2014; Maffei, 2014; Vian vd., 2016).

Bu çalışmada; tohuma MA uygulamasının biberin tuz stresi altında çimlenme özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Tuz stresinin biber üzerindeki zararlı etkisini azaltmak için daha önce araştırmalar yapılmış ancak MA uygulamasının etkinliği ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü iklim odaları ve laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada piyasada ticari olarak satılan biber çeşitlerinden biri olan Arzuman tatlı sivri kıl çeşidi kullanılmıştır. MA uygulamaları, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (BİLTEM) Hall Etkisi Ölçüm Sistemi (HEMS) kullanılarak 0, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.1 şiddetlerinde ve 0, 3, 5 ve 7 dakika sürelerle gerçekleştirilmiştir. HEMS sistemi ile tohumlara MA uygulama Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. HEMS sistemi ile tohumlara MA uygulama

2.1. Çimlenme testi

Çimlenme testi, 10 cm çapındaki petri kabında çift kat kurutma kağıdı ile her tekerrürde 50 tohum ve üç tekerrürlü olacak şekilde faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede tuz (150 mmol) uygulamasının yanı sıra optimal koşullarda çimlenen tohumlar da kontrol olarak kullanılmıştır. Tuz stresi uygulamasında tohumlara ilk günden itibaren 150 mmol konsantrasyonunda tuzlu su, optimum koşullardaki tohumlara ise saf su uygulaması yapılmıştır. Kökçük uzunluğunun 1 mm'ye ulaşması çimlenme için yeterli kabul edilip çimlenen tohum sayısı günlük olarak kaydedilmiştir. Çimlenen tohum sayısı sabit oluncaya kadar bu işleme devam edilmiştir.

Çimlenme testi sonunda aşağıdaki parametreler belirlenmiştir (Farooq ve ark., 2006).

Toplam çimlenme oranı (%)

$$\text{- Ortalama çimlenme süresi (gün, MGT)} = (A1D1+A2D2+...AnDn) / (A1+A2+...An)$$

A= her gün çimlenen tohum sayısı, D: A sayısı kadar tohumun çimlenmesi için gerekli gün, n: son sayıma kadar geçen gün sayısı (Çimlenme Analizi 1.0 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.)

- Çimlenme üniformitesi (G_{10-90}): (Toplam çimlenme oranının %10'una kadar geçen süre ile %90'na kadar geçen süre arasındaki fark, gün) (Çimlenme Analizi 1.0 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.)

2.2. İstatistiksel analiz

Araştırma süresince elde edilen tüm verilerin ortalamalarının hesaplanmasında "Microsoft Office XP EXCEL" programı kullanılmıştır. SPSS 20.0 paket programı Duncan Multiple Range Test (%5) çimlenme özelliklerine ait değişimlerini analiz etmekte kullanılmıştır.

3. Bulgular

Biber tohumlarına farklı süre ve şiddette MA uygulamasının tuzlu koşullarda toplam çimlenme oranı, çimlenme üniformitesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri Tablo 1'de sunulmuştur. Tablo 1 incelendiğinde, tuz uygulamasının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine çok önemli etkilerinin olduğu, çimlenme üniformitesine ise önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. En iyi çimlenme oranı %80.29 ile kontrol grubunda belirlenmiş olup, tuzlu koşullarda çimlenme oranı %31.10 olarak tespit edilmiştir. En erken ortalama çimlenme süresi, 5.81 gün ile kontrol grubunda saptanmış olup, tuzlu koşullarda ortalama çimlenme süresi (7.28 gün) 1.47 gün daha uzun olmuştur.

Farklı sürelerde uygulanan MA uygulamasının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Çimlenme üniformitesi üzerine ise istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur. En iyi çimlenme oranı %59.33 ile kontrol grubunda; en düşük çimlenme oranı ise %53.03 ile 3 dk uygulamasında tespit edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi 6.06 gün ile en erken kontrol grubunda kaydedilirken, en geç çimlenme süresi 6.82 gün ile 5 dk uygulamasında tespit edilmiştir.

Farklı şiddet ve farklı dakikalarda MA uygulamasının çimlenme oranı, çimlenme üniformitesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri görülmezken ortalama çimlenme süresi üzerine çok önemli etkisi bulunmuştur. En iyi ortalama çimlenme süresi; 6.06 gün ile kontrol grubunda belirlenirken en geç çimlenme süresi 6.94 gün ile 0.9 tesla şiddetinde tespit edilmiştir.

Tablo 1. Farklı şiddetlerde farklı dakikalarda MA uygulamasının çimlenme oranı, çimlenme üniformitesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri

		Çimlenme Oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformitesi (gün)
Tuzluluk (T)	T-	80,29 a	5.81 b	7.63
	T+	31.10 b	7.28 a	7.39
		***	***	Öd.
MA Dakika (MD)	0	59.33 a	6.06 b	6.72
	3	53.03 b	6.37 ab	6.57
	5	57.50 ab	6.82 a	7.79
	7	55.83 ab	6.53 a	7.34
		*	*	Öd.
MA Şiddet Tesla (MŞ)	0	59.33	6.06 c	6.72
	0.3	56.89	6.28 bc	7.66
	0.5	54.00	6.16 c	7.22
	0.7	55.44	6.72 ab	7.03
	0.9	55.39	6.94 a	8.02
	1.1	55.56	6.79 a	7.89
		Öd.	***	Öd.

T: Tuz, **MD:** Manyetik alan uygulama süresi (Dakika), **MŞ:** Manyetik alan uygulama şiddeti (Tesla)

Tablo 2'de görüldüğü üzere, "(TxMD)" interaksiyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte, rakamsal olarak en iyi çimlenme oranı normal koşullarda %81.47 ile 5 dakika uygulamasından elde edilirken, en az çimlenme oranı %78.6 ile 3 dakika uygulamasında saptanmıştır.

Tuzlu koşullarda en iyi çimlenme oranı %37.33 ile kontrol grubunda ve en az çimlenme oranı ise %27.40 ile 3 dakika uygulamasında tespit edilmiştir. Çimlenme üniformitesi bakımından en yüksek değerler normal koşulların sağlandığı kontrol grubunda (5.58 gün) belirlenmiş olup, en düşük değerler 7.90 gün ile 7 dakika MA uygulamasında belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi ise en erken tuz uygulaması yapılmayan koşullardan elde edilen kontrol grubunda (5.19 gün) belirlenmiş olup, en geç 5.96 gün ile 5 dakika MA uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 2. MA uygulamasının tuzlu ve normal koşullarda T x MD, T x MŞ, MD x MŞ ve T x MD x MŞ uygulamasının çimlenme oranı, çimlenme üniformitesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri

			Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformitesi (gün)
TxMD	T-	0	81.33	5.19	5.58
		3	78.67	5.83	7.59
		5	81.47	5.96	7.82
		7	80.53	5.76	7.90
	T+	0	37.33	6.93	7.87
		3	27.40	6.91	7.56
		5	33.53	7.69	7.75
		7	31.13	7.30	6.77
			Öd.	Öd.	Öd.
	TxMŞ	T-	0	81.33	5.19
0.3			80.44	5.50	7.25
0.5			79.56	5.49	7.51
0.7			81.56	5.92	7.53
0.9			80.67	6.35	8.52
1.1			78.89	5.99	8.03
T+		0	37.33	6.93	7.87
		0.3	33.33	7.06	8.06
		0.5	28.44	6.82	6.93
		0.7	29.33	7.51	6.54
		0.9	30.11	7.53	7.52
		1.1	32.22	7.59	7.75
			Öd.	Öd.	Öd.
MDxMŞ	0	0	59.33	6.06 b	6.72 bc
	3	0.3	53.00	6.17 b	7.61 abc
		0.5	48.00	6.03 b	7.64 abc
		0.7	57.00	5.87 b	6.07 c
		0.9	55.33	6.83 ab	7.88 abc
		1.1	51.83	6.97 ab	8.64 a
	5	0.3	60.33	6.38 ab	7.91 abc
		0.5	57.67	6.18 b	6.41 c
		0.7	53.00	7.66 a	8.39 ab
		0.9	59.67	7.19 ab	8.33 ab
		1.1	56.83	6.70 ab	7.88 abc
	7	0.3	57.33	6.28 ab	7.45 abc
		0.5	56.33	6.26 b	7.60 abc
		0.7	56.33	6.62 ab	6.64 bc
		0.9	51.17	6.80 ab	7.86 abc
		1.1	58.00	6.69 ab	7.13 abc
			Öd.	*	*
	TxMDxMŞ		**	Öd.	Öd.

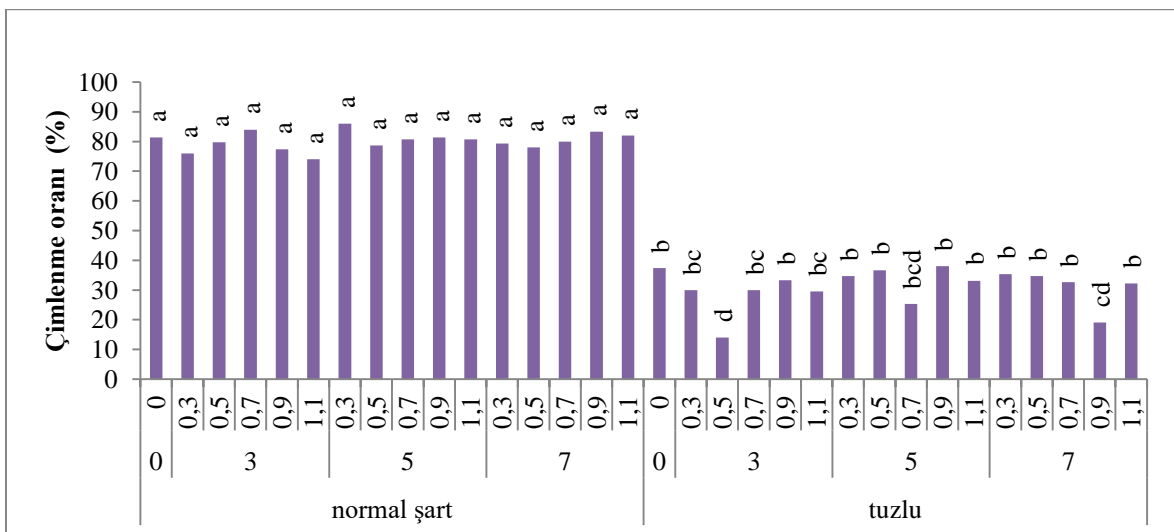
T: Tuz, **MD:** Manyetik alan uygulama süresi (Dakika), **MŞ:** Manyetik alan uygulama şiddeti (Tesla)

“TxMŞ” interaksiyonunun çimlenme oranı, çimlenme üniformitesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Rakamsal olarak incelediğimizde, tuz olmayan koşullarda en iyi çimlenme oranı %81.56 ile 0.7 tesla şiddetindeki MA uygulamasında tespit edilmiştir. En az çimlenme oranı ise %78.89 ile 1.1 tesla şiddetindeki MA uygulamasında saptanmıştır. Tuzlu koşullarda en iyi çimlenme oranı %37.33 ile kontrol grubunda kaydedilirken, en az çimlenme oranı %28.44 ile 0.5 tesla şiddetindeki MA uygulamasında saptanmıştır. Çimlenme üniformitesi normal koşullarda rakamsal olarak en erken 5.58 gün ile kontrol grubunda en geç ise 8.52 gün ile 0.9 tesla şiddetindeki MA uygulamasında belirlenmiştir. Tuzlu koşullarda en erken çimlenme üniformitesi 6.54 gün ile 0.7 tesla şiddetinde olurken, 8.06 gün ile en geç 0.3 tesla şiddetinde saptanmıştır. Ortalama çimlenme süresi rakamsal olarak en erken tuz olmayan koşullarda 5.19 gün ile kontrol grubunda belirlenmiş olup, en geç 0.9 tesla şiddetinde (6.35 gün) saptanmıştır. Tuzlu koşullarda ortalama çimlenme süresi en erken 6.82 gün ile 0.5 tesla şiddetinde kaydedilmiştir ve en geç 7.59 gün ile 1.1 tesla şiddetinde saptanmıştır.

“MDxMŞ” interaksiyonunun çimlenme oranı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmezken, çimlenme üniformitesi ve ortalama çimlenme süreleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. İstatistiksel olarak önemli olmamakla beraber, rakamsal olarak en iyi çimlenme oranı (%60.33) 5 dakika süreyle 0.3 tesla şiddetindeki MA uygulamasında saptanmıştır. En az çimlenme oranı ise %48.00 olarak 3 dakika süre ve 0.5 tesla şiddeti uygulamasında kaydedilmiştir. İstatistiksel olarak önemli olduğu belirlenen çimlenme üniformitesinde en yüksek değer 6.07 gün ile 3 dakika 0.7 tesla şiddetinde MA uygulamasında saptanmıştır ve en düşük çimlenme üniformite değeri ise 8.64 gün ile 3 dakika boyunca 1.1 tesla şiddetinde MA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi bakımından en erken çimlenme, 3 dakika boyunca 0.7 tesla şiddetinde MA uygulanan tohumlarda (5.87 gün) tespit edilmiş olup, en geç ortalama çimlenme süresi 7.66 gün ile 5 dakika boyunca 0.7 tesla şiddetinde MA uygulamasında saptanmıştır.

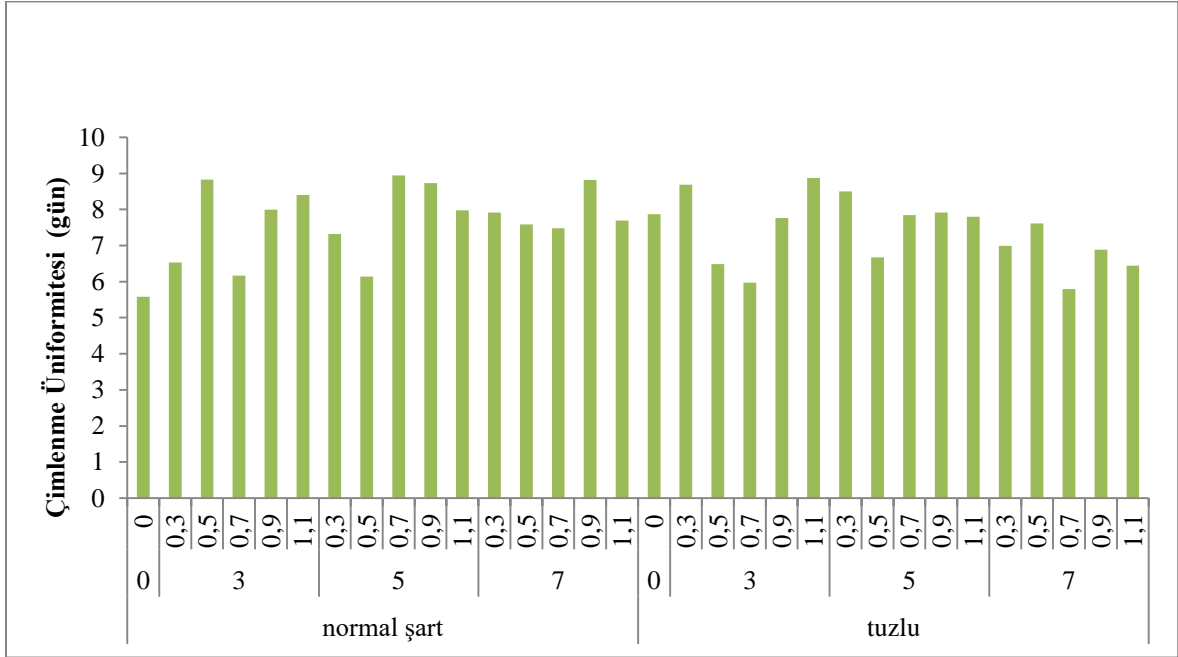
“TxMDxMŞ” interaksiyonunun çimlenme oranı üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiş olup, çimlenme üniformitesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur (Tablo 2).

Manyetik alan uygulama süreleri ve şiddetlerinin tuzsuz (T-) ve tuzlu (T+) koşullarda çimlenme oranı üzerine olan etkileri incelendiğinde çok önemli fark tespit edilmiştir (Şekil 2). Tuzsuz koşullarda MA uygulamalarının aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Uygulamada en yüksek çimlenme oranı %86.00 ile NŞ-5DK-0.3T olurken en düşük çimlenme oranı ise %19.11 ile TK-7 DK-0.9T olarak belirlenmiştir.



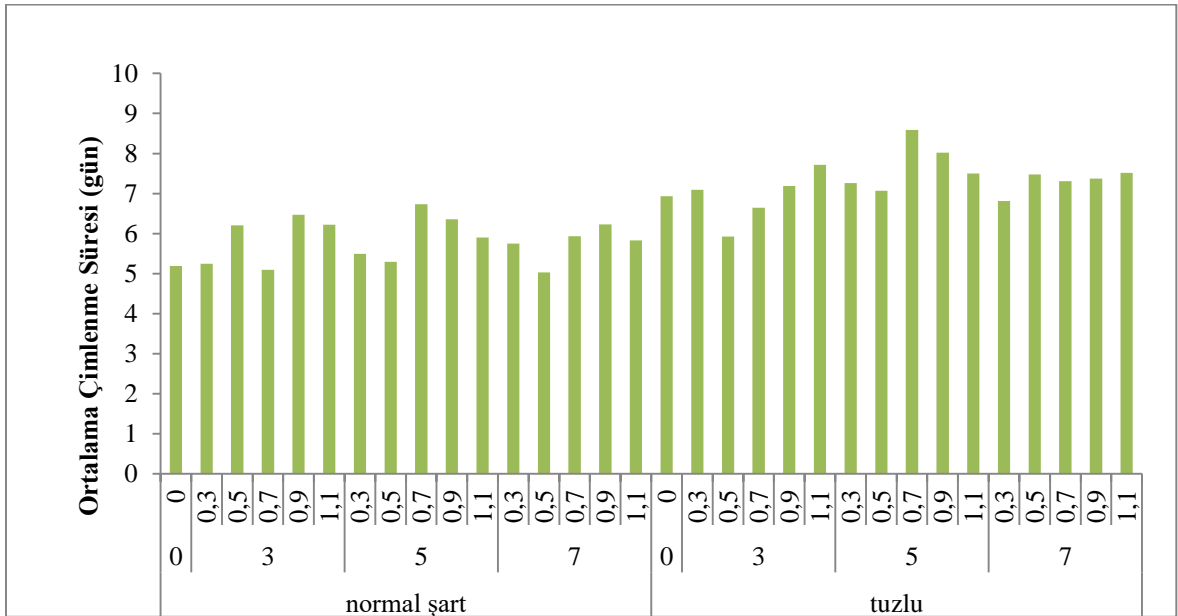
Şekil 2. Manyetik alan şiddeti ve süresinin normal ve tuzlu koşullarda çimlenme oranı üzerine etkileri

Manyetik alan uygulama süreleri ve şiddetlerinin optimum ve tuzlu koşullarda çimlenme üniformitesi üzerine etkileri Şekil 3'te görülmektedir. Uygulamalar incelendiğinde T x MD x MŞ interaksiyonunun çimlenme üniformitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.



Şekil 3. Manyetik alan şiddeti ve süresinin normal ve tuzlu koşullarda çimlenme üniformitesi üzerine etkileri

MA uygulamalarının ortalama çimlenme süresi bakımından istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Manyetik alan şiddeti ve süresinin normal ve tuzlu koşullarda ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri

4. Tartışma ve Sonuç

MA uygulamaları pek çok bitki türünün tohumlarına uygulanabilmekte ve çimlenme özellikleri üzerinde birtakım etkilerde bulunmaktadır. Shine vd. (2017), mısır tohumlarına sabit MA uygulaması yapmışlardır. Çimlenme hızı, çimlenme oranı, taze ağırlık, kuru ağırlık, fide uzunluğu ve canlılık indeksi gibi çimlenme ile ilgili parametrelerde olumlu yanıtlar tespit edilmiştir. Bununla birlikte fide uzunluğu ve canlılık indeksi en bariz artış gösteren (%72 ve %59) parametreler olarak belirlenmiştir. Bhardwaj vd. (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada, hıyar (*Cucumis sativus*) tohumları değişen bir sabit manyetik alan şiddetine maruz bırakılmıştır. Manyetoşartlandırmaya tabi tutulan tohumlar, işlem görmeyenlere göre çimlenme oranında %18.5'lik, çimlenme hızında %49.0'lık, fide uzunluğunda %34.0'lık ve kuru ağırlıkta %33.0'lık bir artış oranı göstermişlerdir. Bitkilerde ve hayvanlarda çevre koşullarının olumsuz etkilerini azaltmak için MA uygulamaları kullanılabilir. MA uygulaması ile su ve besin elementi alımı, enzim, protein ve fotosentez aktivitelerinde artış sağlanırken kurak ve tuz stresi gibi abiyotik stres faktörlerine karşı dayanım da arttırılabilmektedir (Radhakrishnan, 2019). Çalışmamız sonucunda tuzlu koşullarda bazı MA uygulamalarının (süre ve şiddet) çimlenme verilerini olumsuz etkilediği veya istatistiki olarak fark bulunamadığı tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, tuz stresine maruz bırakılan mısır tohumlarına manyetik alan uygulaması yapılmıştır. Manyetik alan uygulanan, tuzsuz ve tuzlu koşullara maruz kalan tohumlarda manyetik alan uygulanmayan tohumlara kıyasla nispeten daha yüksek çimlenme stresi tolerans indeksi ve çimlenme oranı değerleri elde edilmiştir (Baghel vd. 2019). Thomas vd. (2013), nohut tohumlarına MA uygulayarak, nohutta erken dönem tuz stresinin azaltılabileceğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda tuz stresine karşı MA uygulamasının pozitif etkisinin sınırlı kalmasının nedeni, MA kullanımının avantajlarından biri olarak değerlendirilen membran geçirgenliğinin artması ve tohumların su emme işlemini kolaylaştırması (Reina ve Pascual, 2001) ile hücre içine fazla miktarda tuzlu su girmiş olma olasılığını aklı getirmektedir. Benzer şekilde farklı süre ve şiddetlerde MA uygulanan biber tohumlarında kuraklık stresine karşı çimlenme verilerinin incelendiği bir çalışmada uygulama süre ve şiddetlerinin çimlenme oranını arttırdığı tespit edilmiştir (Özkan 2023).

Çalışmanın sonuçları genel olarak ele alındığında, Arzuman tatlı sivri biber tohumuna tuzlu koşullarda MA uygulamasının önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca MA uygulamalarının tür ve çeşitler bazında farklılık gösterdiği bilinmekte olup ilerleyen çalışmalarda başka tür ve çeşitler üzerine etkileri incelenebilir. MA uygulamalarının kolay ve düşük maliyetli bir yöntemdir. Sebze tohumları üzerinde bu konuda yapılan çalışmalarda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, MA uygulamalarının etki mekanizmasının daha iyi anlaşılabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Alshalwi, H. A. F. (2017). Manyetik alan uygulamasının bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin tohum çimlenmesi üzerine etkisi (Doctoral dissertation, Kastamonu Üniversitesi).
- Anand, A., Kumari, A., Thakur, M., & Koul, A. (2019). Hydrogen peroxide signaling integrates with phytohormones during the germination of magnetoprimed tomato seeds. *Scientific reports*, 9(1), 8814.
- Baghel, L., Kataria, S., & Guruprasad, K. N. (2016). Static magnetic field treatment of seeds improves carbon and nitrogen metabolism under salinity stress in soybean. *Bioelectromagnetics*, 37(7), 455-470.
- Baghel, L., Kataria, S., Jain, M. (2019). Mitigation of adverse effects of salt stress on germination, growth photosynthetic efficiency and yield in maize (*Zea mays* L.) through magnetopriming. *Acta Agrobot* 72(1).
- Bağatırlar, A. G. (2016). Manyetik alan kullanılarak ısı elde edilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 102 s.
- Bhardwaj, J., Anand, A., & Nagarajan, S. (2012). Biochemical and biophysical changes associated with magnetopriming in germinating cucumber seeds. *Plant Physiology and Biochemistry*, 57, 67-73.
- Cakmak, T., Dumlupinar, R., & Erdal, S. (2010). Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. *Bioelectromagnetics: Journal of*

- the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association, 31(2), 120-129.
- Dhawi, F. (2014). Why magnetic fields are used to enhance a plant's growth and productivity? *Annual Research & Review in Biology*, 886-896.
- El Ghazali, G. E. (2020). Suaeda vermiculata Forssk. ex JF Gmel.: structural characteristics and adaptations to salinity and drought: a review. *Int J Sci*, 9(02), 28-33.
- El-Hifny, I. M., & El-Sayed, M. A. M. (2011). Response of sweet pepper plant growth and productivity to application of ascorbic acid and biofertilizers under saline conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(6), 1273-1283.
- Farooq, M., Basra, S. M., Rehman, H., & Mehmood, T. (2006). Germination and early seedling growth as affected by pre-sowing ethanol seed treatments in fine rice. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8, 19-22.
- Hazell, P., & Wood, S. (2008). Drivers of change in global agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 495-515.
- Hilal, M. H., Shata, S. M., Abdel-Dayem, A. A., & Hilal, M. M. (2002). Application of magnetic technologies in desert agriculture: III. Effect of magnetized water on yield and uptake of certain elements by citrus in relation to nutrients mobilization in soil. *Egyptian Journal of Soil Science*, 42(1), 43-56.
- Kataria, S., Baghel, L., & Guruprasad, K. N. (2017). Pre-treatment of seeds with static magnetic field improves germination and early growth characteristics under salt stress in maize and soybean. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 10, 83-90.
- Kataria, S., Baghel, L., Jain, M., & Guruprasad, K. N. (2019). Magnetopriming regulates antioxidant defense system in soybean against salt stress. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 18, 101090.
- Maffei, M. E. (2014). Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in plant science*, 5, 445.
- Maheshwari, B. L., & Grewal, H. S. (2009). Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural water management*, 96(8), 1229-1236.
- Navada, S., Vadstein, O., Gaumet, F., Tveten, A. K., Spanu, C., Mikkelsen, Ø., & Kolarevic, J. (2020). Biofilms remember: Osmotic stress priming as a microbial management strategy for improving salinity acclimation in nitrifying biofilms. *Water Research*, 176, 115732.
- Özkan, L. (2023). Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamalarının kurak koşullarda biberde tohum çimlenmesi ve fide çıkışı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Yozgat Bozok Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 55 s.
- Pan, T., Liu, M., Kreslavski, V. D., Zharmukhamedov, S. K., Nie, C., Yu, M., ... & Shabala, S. (2021). Non-stomatal limitation of photosynthesis by soil salinity. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51(8), 791-825.
- Park, H. J., Kim, W. Y., & Yun, D. J. (2016). A new insight of salt stress signaling in plant. *Molecules and cells*, 39(6), 447.
- Radhakrishnan, R. & Kumari, D.B.R. (2012). Pulsed magnetic field: A contemporary approach offers to enhance plant growth and yield of soybean. *Plant Physiology and Biochemistry*, 51, 139-144
- Reina, F. G., & Pascual, L. A. (2001). Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part I: Theoretical considerations. *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association*, 22(8), 589-595.
- Sarı, M. E. (2019). Using Ultraviolet (UV), magnetic field (MF) and hydropriming (HP) treatments on enhancement of seed quality of pepper, cabbage, lettuce ve onion, Doktora tezi. Ankara University 2019
- Savary, S., Akter, S., Almekinders, C., Harris, J., Korsten, L., Rötter, R., ... & Watson, D. (2020). Mapping disruption and resilience mechanisms in food systems. *Food Security*, 12, 695-717.
- Shine, M. B., Guruprasad, K. N., & Anand, A. (2011). Enhancement of germination, growth, and photosynthesis

- in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field. *Bioelectromagnetics*, 32(6), 474-484.
- Shine, M. B., Kataria, S., Guruprasad, K. N., & Anjali, A. (2017). Enhancement of maize seeds germination by magnetopriming in perspective with reactive oxygen species. *J Agric Crop Res* 5(4): 66-76.
- Sunita, K., Lokesh, B., & Guruprasad, K. N. (2015). Acceleration of germination and early growth characteristics of soybean and maize after pre-treatment of seeds with static magnetic field. *International Journal of Tropical Agriculture*, 33(2 (Part II)), 985-992.
- Thomas, S., Anand, A., Chinnusamy, V., Dahuja, A., & Basu, S. (2013). Magnetopriming circumvents the effect of salinity stress on germination in chickpea seeds. *Acta physiologiae plantarum*, 35, 3401-3411.
- Vian, A., Davies, E., Gendraud, M., & Bonnet, P. (2016). Plant responses to high frequency electromagnetic fields. *BioMed research international*, 2016.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman İ., (2000) *Kültür Sebzeleri Kitabı Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü İzmir Bornova*.
- Zhang, Q., & Dai, W. (2019). Plant response to salinity stress. In *Stress physiology of woody plants* (pp. 155-173). CRC Press.
- Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., & Wang, P. (2021). Regulation of Plant Responses to Salt Stress. *International Journal of Molecular Sciences*. 22(9):4609. <https://doi.org/10.3390/ijms22094609>
- Ziska, L. H., Bunce, J. A., Shimono, H., Gealy, D. R., Baker, J. T., Newton, P. C., ... & Wilson, L. T. (2012). Food security and climate change: on the potential to adapt global crop production by active selection to rising atmospheric carbon dioxide. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1745), 4097-4105.