



Ekinezya (*Echinacea purpurea*) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Etkisi^A

Mustafa DEMİRKAYA^{1*}, Mehmet ARSLAN²

Öz: Ekinezya (*Echinacea purpurea*) Asteraceae familyasından iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan tıbbi bir bitkidir. Bu çalışma ekinezya tohumlarında bazı ön uygulamaların tohum canlılığı ve tohum gücü üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Deniz yosunu ekstraktının 1:500 oranındaki çözeltisi, 1.0 mM dozundaki metil jasmonat (MeJA) çözeltisi ve saf su ile ozmotik koşullandırma uygulamaları tohumlara 20 °C ve 1, 2 ve 3 gün süre ile yapılmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulamaları 9 cm çapında, altına ve üstüne filtre kâğıdı yerleştirilmiş petri kaplarında 50 adet tohuma 13 ml çözelti koyularak yapılmıştır. Uygulamalardan sonra tohumlar 25 °C’de çimlendirme testlerine alınmıştır. Çalışma sonunda saf su ile 2 gün yapılan uygulama çimlenme oranını kontrole göre önemli düzeyde arttırmıştır. Saf su ile 2 gün ozmotik koşullandırma uygulaması ortalama çimlenme süresini kontrole göre önemli düzeyde kısaltmıştır. İki gün saf su ozmotik koşullandırma uygulamasının ve 3 gün deniz yosunu çözeltisi uygulaması çimlenme indeksini kontrole göre önemli derecede arttırmıştır. Ekinezya tohumlarında en yüksek çimlenme oranı %75 ile 2 gün süre yapılan saf su uygulamasından elde edilirken, kontrol uygulamasında çimlenme oranı %56.5 olmuştur. En düşük ortalama çimlenme süresi 5.27 gün ile 3 gün saf su ozmotik koşullandırma uygulamasından, en yüksek ortalama çimlenme süresi ise 8.82 gün ile 2 gün süren MeJA ozmotik koşullandırma uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol uygulamasında çimlenme süresi 6.52 gün olarak kaydedilmiştir. En yüksek çimlenme indeksi değeri (5.36) 3 gün süre ile yapılan saf su uygulamasından elde edilmiş, en düşük çimlenme indeksi ise 1.93 ile 2 gün süre MeJA uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol grubu tohumların çimlenme indeksi ise 4.05 olmuştur. Ekinezya tohumlarında, tohum

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Mustafa DEMİRKAYA, Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Bahçe Tarımı Programı, Talas 38280 Kayseri, Türkiye, mustafad@erciyes.edu.tr [OrcID 0000-0001-7725-3952](https://orcid.org/0000-0001-7725-3952)

² Mehmet ARSLAN, Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Melikgazi 38039 Kayseri, Türkiye, mehmetarslan@erciyes.edu.tr [OrcID 0000-0002-0530-157X](https://orcid.org/0000-0002-0530-157X)

çimlenmesi ve tohum gücü açısından ekim öncesi en ideal ön uygulamanın 3 gün süre ile saf su ozmotik koşullandırma uygulaması olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme, *Echinacea purpurea*, ekinezya, ozmotik koşullandırma, tohum.

Effect of Osmotic Conditioning Applications the Germination of Purple Coneflower (*Echinacea purpurea*) Seeds

Abstract: Purple coneflower (*Echinacea purpurea*) is well known and widely used medicinal plant of the Asteraceae family. This study was conducted to investigate the effects of some preliminary seed treatments on seed viability and seed strength on purple coneflower seeds. Osmotic conditioning (OK) applications of 1: 500 seaweed extract solution, 1.0 mM methyl jasmonate (MeJA) and distilled water were applied at 20 ° C at 1, 2 and 3-days duration. Thirteen ml osmotic conditioning solutions were applied by placing 50 seeds in 9 cm petri dishes. After the applications, the seeds were taken to germination tests at 25 ° C. At the end of the study, 2-days pure water conditioning significantly increased the germination rate compared with the control. Two-days pure water application significantly shortened the average germination time compared with the control. Two and 3-days pure water applications of seaweed solution increased the germination index, which is an indicator of seed performance, compared with the control. While the high germination rate (75%) of *Echinacea* seeds was obtained from 2-days pure water application, the germination rate of the control applications was 56.5%. The lowest mean germination time (5.27 days) was obtained from 3 days of pure water osmotic conditioning, and the highest mean germination time was obtained from 2 days MeJA osmotic conditioning application with 8.82 days. Germination time in the control application was 6.52 days. The highest germination index value (5.36) was obtained from 3-days pure water application and the lowest germination index (1.93) was obtained from 2-days MeJA application. The germination index of the control group seeds was 4.05. In *echinacea* seeds, it was concluded that the ideal osmotic conditioning before planting was 3-days pure water osmotic conditioning in terms of seed germination and seedling strength.

Keywords: *Echinacea*, *Echinacea purpurea*, germination, seed, osmotic conditioning.

Giriş

Echinacea purpurea (L.) Moench Asteraceae (Compositae) familyasından dünyada iyi bilinen ve fitoterapide yaygın olarak kullanılan bir bitkidir. *Echinacea* türleri doğal olarak yayılış gösterdiği Kuzey Amerika kıtası kızılderilileri tarafından yara iyi edici; ağrı kesici ve öksürük kesici olarak kullanılmıştır. Günümüzde ekinezya diş ağrısı, karın ağrısı, yılan ısırığı, cilt bozuklukları, nöbet, kronik artrit ve kanser tedavisinde kullanılmaktadır (Grimm ve Muller, 1999). Ekinezya türleri arasında tıbbi amaçlı üç tür (*E. angustifolia* DC, *E. pallida* (Nutt.)

Nutt., *E. purpurea* (L.) Moench) öne çıkmaktadır (Mazza ve Cottrel, 1999). Türkiye’de *E. Angustifolia*, *E. pallida* ve *E. purpurea* türleri kuru bitki veya preparat olarak ithal edilmekte ve tıbbi amaçlı kullanılmaktadır. İhtiva ettiği polisakkaritler, glikoproteinler, alkaloidler ve kafeik asit türevlerinden dolayı ekinezya bitkisinin antiviral, anti-bakteriyel, anti-enflamatuvar, bağışıklık sistemini güçlendirici ve yara iyileştirici etkilere sahip olduğu kaydedilmiştir (Bauer ve Wagner, 1991; Bodinet ve Beuscher, 1991; Bodinet ve ark., 1993; Parnham, 1996; Gruenwald ve ark., 2004; Mat, 2002; Gruenwald ve ark., 2004). Avrupa’da *Echinacea purpurea* türünden yapılan merhem, tentür, losyon, krem ve diş macunu olarak 280’den fazla ürün ticari olarak satılmaktadır (Craker, 2007; Upton ve ark., 2007).

Ekinezya bitkisinin toprak üstü aksamı ve köklerinden hazırlanan preparatlar genellikle tekrarlayan üst solunum yolu ve üriner enfeksiyonlarının tedavisinde yardımcı olarak kullanılmaktadır. Ekinezya vücut direncinin doğal olarak artmasına ve harekete geçmesine yardımcı olur. Ekinezyanın soğuk algınlığı, grip ve nezleyle karşı koruyucu ve tedavi edici olarak kullanıldığı bilinmektedir (Schar, 1999; Upton ve ark., 2007). *E. purpurea* bitkisinde uçucu yağ oranı ile ilgili yapılan araştırmalarda uçucu yağ oranını %0.08-0.32 arasında değiştiği kaydedilmiştir (Gruenwald ve ark., 2004). Ekinezya bitkisinden elde edilen uçucu yağlar yüksek düzeyde antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Cowan, 1999; Hammer ve ark., 1999). Bu özelliklerinden dolayı her geçen gün ekinezyaya olan talep artmaktadır.

Bitki yetiştiriciliğinde kullanılan tohumların birim alandan yüksek verim ve standart ürün üretimi için önemli kalite kriterlerini taşıması gerekmektedir. Ancak bitkisel üretimde kullanılan bazı tohumluklar gerek çevresel faktörler gerekse tohumun kendisinden kaynaklanan bazı faktörler nedeniyle istenilen kalite kriterlerini taşıyamaz. Bu durum tohumların hızlı ve eş zamanlı çimlenmesini engelleyerek üretimde önemli kayıplara neden olmaktadır. Çimlenme tohumun dinlenme aşamasından çıkıp tohumdan kökçük çıkışının görüldüğü ana kadar devam eden devredir. Sağlıklı bir çimlenme bitkisel üretimde yüksek verimi etkileyen faktörlerin en başında gelmektedir. Zor ve düzensiz çimlenen bitki türleri heterojen bir çıkış göstereceğinden birim alanda istenilen bitki sayısını ayarlamak mümkün olmamakta, bu durum önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca zor ve düzensiz çimlenen türler birim alanda yeteri kadar bitki örtüsü oluşturamadığından yabancı ot istilasına maruz kalarak ciddi boyutlarda verimde ve kalite kayıplarına uğramaktadır (Muhyaddin ve Wiebe, 1989). Üretimde tohum çimlenmesinden kaynaklanan bu tür sorunların ortadan kaldırılabilmesi veya azaltılması için tohumlar bazı ön çimlendirme ve ozmotik koşullandırma uygulamalarına tabi tutulmaktadır. Ozmotik koşullandırma uygulamalarında en çok KNO₃, KHPO₄, K₃PO₄, KH₂PO₄ ve MeJA gibi kimyasalların yanı sıra polietilen glikol, mannitol, absisik asit ve deniz yosunu özü gibi organik preparatlar kullanılmaktadır. Ozmotik koşullandırıcılar çimlenme esnasında olması gereken metabolik aktiviteleri hızlandırılarak çimlenmenin hızlı ve eş zamanlı olmasını sağlamaktadır.

Stres koşullarından uzak yetiştirilen ekinezya tohumlarında çimlenme oranı %97 seviyelerinde iken, stres koşulları altında yetişen bitkilerde bu oran %82’ye kadar düşebilmektedir (Bewley, 1997; Samfield ve ark., 1990a, 1991b; Qu ve ark., 2005). Buna karşın yabancı ekinezya genotiplerinde çimlenme oranı çok daha düşüktür (Qu ve ark., 2005). Ekinezya tohumlarında düşük çimlenme oranı dormansiden kaynaklanmakta olup çimlenmeden önce soğuk katlama (Wartidiningsih ve ark., 1994) ve etefon (Feghahati ve Reese, 1994),

uygulaması ile dormansi kırılarak çimlenme oranının yükseldiği kaydedilmiştir. Ekinezya türlerinde dormansinin tohum kabuğundan kaynaklandığı ileri sürülmüş (Duan ve ark., 2004), ancak tohum kabuğunun mekanik aşındırılması ile çimlenme oranının artmadığı kaydedilmiştir (Li ve ark., 2006). Bu durum ekinezya tohumundaki dormansinin daha çok tohumlarda mevcut hormon dengesinden kaynaklandığı görüşünü (Feghahati ve Reese, 1994), desteklemektedir. Ekinezya tohumları yüksek oranda dormansi gösterdiğinden doğrudan tarlaya ekildiğinde çimlenme ve çıkışlarında ciddi sorunlar yaşanmaktadır (Smith-Jochum ve Albrecht, 1987; Alwater, 1980). Bu sorun kimyasal ve fiziksel yöntemlerle çözülmeye çalışılmış, GA3 uygulamalarının çimlenmeyi teşvik ettiği (Macchia ve ark., 2001; Smith-Jochum and Albrecht, 1987), ve çimlenme üzerine hiç etkide bulunmadığı kaydedilmiştir (Duan ve ark., 2004; Kochankov ve ark., 1998). Ekinezya tohumlarında dormansiyi kırmak için etilen uygulaması önerilmiş (Abeles ve Lonski, 1969; Corbineau ve Côme, 1987; Feghahati ve Reese, 1994; Katonh, 1975; Kochankov ve ark., 1998; Smith-Jochum ve Albrecht, 1987), ancak ethephon uygulamasının çimlenme üzerine önemli bir etki yapmadığı kaydedilmiştir (Pill ve Haynes, 1996). Çimlenmesi zor ve düzensiz olan türlere ait tohumların çimlenme ve fide çıkış oranını artırmak için osmotik koşullandırma uygulamalarından oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Muhyaddin ve Wiebe, 1989; Wartidingsih ve Geneve, 1994; Hardegree ve Van Vactor, 2000; Giri ve Schillinger, 2003; Tüfekçi ve ark., 2108).

Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak kullanılan ekinezya tohumları Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliğinde bulunan ekinezya bitkilerinden 2018 yılı Eylül ayında hasat edilerek elde edilmiştir. Hasat edilen tohumlar gölgede kurutulduktan sonra diğer bitki kısımları temizlenerek kullanıncaya kadar +4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

Tohum ön çimlendirme uygulamaları Kayseri Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Bahçe Tarımı Programı Bölümü Tohum Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada Maxicrop ticari isimli yosun özü ekstraktı kullanılmıştır. Maxicrop, deniz yosunundan (*Ascophyllum nodosum*) üretilen bitki büyüme ve gelişimi için makro ve mikro besin elementleri, sitokinin, oksin ve absisik asit gibi büyüme düzenleyicileri, polisakarit, amino asit, vitaminleri, yağlar, proteinler, şekerler, fenoller ve antibiyotikleri içeren bir preparattır (Senn, 1987; Blunden, 1991; Stirk ve ark., 2004; Tarakhovskaya ve ark., 2007; Craigie, 2011). Tarımsal üretimde yosun özü süspanسیونlar ve ekstraktlar halinde toprağa, tohuma ve bitkiye uygulanarak kullanılmaktadır (Senn, 1987).

Maxicrop ticari isimli deniz yosunu ekstraktının Sivritepe (2000) tarafından biber tohumlarında ve Demirkaya (2010), tarafından biber ve soğan tohumlarında tavsiye edilen 1:500'lük konsantrasyonu ozmotik çözelti olarak kullanılmıştır. Deniz yosunu ekstraktı ile ozmotik koşullandırma uygulamaları, Sivritepe (2000) ve Demirkaya (2010)'a göre 20 °C'de 1, 2 ve 3 gün süreyle yapılmıştır. Bir petri kabının altına ve üstüne filtre kağıtları yerleştirilmiştir. Her bir petri kabına 1 gram tohum konmuştur. Tohumları yerleştirdikten sonra her petri kabına yukarıda belirtilen dozda hazırlanmış olan 13 ml deniz yosunu ekstraktı çözeltisi konmuştur (Demirkaya,

2010). MeJA uygulamaları ise 1, 2 ve 3 gün uygulama süresi, 1.0 mM dozda, petri kabına 1 gr tohum yerleştirdikten sonra taze hazırlanmış olan 13 ml MeJA çözeltisi konularak 20 °C sabit sıcaklığa sahip olan iklim dolabında yapılmıştır (Demirkaya, 2016). Saf su ile ozmotik koşullandırma uygulamaları 1, 2 ve 3 gün uygulama süresi ve petri kabına 1 gr tohum yerleştirdikten sonra her petri kabına 13 ml saf su konularak 20 °C sabit sıcaklığa sahip olan iklim dolabında yapılmıştır. Çimlendirme testleri 25±1 °C'ye ayarlı İD-501 iklim dolabında yapılmıştır. Çimlenen tohumlar her gün sayılmış ve 1 cm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir. Çimlenme oranları (%) ve çimlenme için geçen ortalama gün sayıları çimlendirme süresi sonunda ekteki formüle göre hesaplanmıştır.

Çimlenme oranı (ÇO)= (Sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı / Toplam tohum sayısı) x 100. Ortalama çimlenme süresi çimlenen tohumların belirli bir yüzdeye erişmesi için ihtiyaç duyulan gün sayısını göstermektedir ve aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. Tohum çimlenme süresi tohum popülasyonunun gücünü gösterir. Tohum çimlenme süresi ne kadar kısa ise, o kadar güçlü, süre ne kadar uzunsa gücü o kadar zayıftır.

Çimlenme süresi (ÇS) = (N1 x T1+N2+T2+ ... Nn x Tn) / TÇTS formülüne göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts 1980). Formülde, ÇS: Çimlenme için geçen ortalama gün sayısı; N: Çimlenme süresi boyunca belirli günler (Gözlem yapılan 3, 7, 10, ... 21. günler); TÇTS: Toplam çimlenen tohum sayısı. Çimlenme indeksi (Çİ) = (10xn1+9xn2+...1xn10) / (toplam çimlendirme gün sayısı x çimlendirmede kullanılan tohum sayısı) formülüyle hesaplanmıştır (Mares ve Mrva, 2001). Formülde, n1, n2, n3, ... n10, 1. gün, 2. gün, 3. gün ve 10. gündeki çimlenen tohum sayısını ifade etmektedir. Çimlenme indeksi popülasyonun performansını ifade eder, çimlenme indeksi arttıkça tohum popülasyonunun performansı arttığını ifade eder.

Araştırma sonucu elde edilen değerler tesadüf parselleri deneme desenine göre SPSS (10.0 for Windows) istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesi "SSPS 13.0 for Windows" istatistik programında yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önemlilik seviyesinde LSD testine göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Ekinezya tohumlarının saf su, deniz yosunu ekstraktı ve metil jasmonat ile ozmotik koşullandırma uygulamalarına olan tepkileri çimlenme oranı, çimlenme süresi ve çimlenme indeksi parametreleri temel alınarak değerlendirilmiştir.

Farklı ozmotik koşullandırma uygulamalarının ekinezya tohumunun çimlenme oranı, çimlenme süresi ve çimlenme indeksi uygulamalarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı ozmotik koşullandırma uygulamalarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Çimlenme oranı	Ortalama Çimlenme süresi	Çimlenme indeksi
Uygulama	9	6.452**	293.378*	11.235**
Hata	30	0.462	129.267	1.496
Genel	39			
CV (%)		4.2	10.7	4.3

*p 0.05; **p 0.01

Çizelge 1'in incelenmesinden de görüleceği gibi çimlenme oranı ve çimlenme indeksi değerleri % 1 düzeyinde, ortalama çimlenme süresi ise % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Farklı ozmotik koşullandırma uygulamalarının ekinezya tohumunun çimlenme oranı, çimlenme süresi ve çimlenme indeksi üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı ozmotik koşullandırma uygulamalarının çimlenme oranı, çimlenme süresi ve çimlenme indeksine etkisi

Uygulamalar	Uygulama süresi (gün)	Çimlenme oranı (%)	Ortalama Çimlenme süresi (gün)	Çimlenme indeksi
Kontrol	0	56.5bc	6.52b	4.05bc
Deniz yosunu ekstraktı	1	69.5ab	6.53b	5.14ab
	2	59.0abc	6.18bc	4.72b
	3	74.0a	5.89bc	5.87a
MeJA	1	53.5bc	8.6a	2.16cde
	2	50.5c	8.82a	1.93e
	3	55.0bc	8.79a	2.06de
Saf su	1	55.5bc	6.49b	3.92bcd
	2	75.0a	5.27c	6.80a
	3	66.0abc	6.41b	5.36ab

Çizelge 2'in incelenmesinden de görüleceği gibi çimlenme oranları %50.5 ile 75.0 arasında değişim göstermiştir. En yüksek çimlenme oranı değerleri 3 gün saf su ile ozmotik koşullandırma ve 2 gün deniz yosunu ekstraktı ozmotik koşullandırma uygulamalarından elde edilmiştir. Çimlenme oranı yönünden en düşük değerler MeJA uygulamalarının sırası ile 2, 3, 1 günlerinden edilmiştir. Çimlenme oranı yönünden MeJA ile yapılan tüm uygulamalardan kontrol uygulamasına göre (%56.5) daha düşük değerler elde edilmiştir. MeJA tohum çimlenmesinde ve çimlenme sonrası fide büyümesindeki rolü çok iyi bilinmektedir (Ranjan ve Lewak 1992; Bogatek ve ark., 2002; Zalewski ve ark., 2010). Ancak MeJA çimlenme üzerine etkisi oldukça karmaşıktır. Nişastalı tohumlara yapılan MeJA uygulaması çimlenmeyi engellemiş, buna karşın yağlı tohumlar üzerine bir etkide bulunmamıştır (Ranjan ve Lewak 1992). Bu nedenle MeJA'nın ekinezya tohumu üzerine engelleyici etkisi ekinezya tohumlarının nişastalı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ekinezya tohumları yüksek oranda dormansi gösterdiğinden düşük ve düzensiz çimlenme oranına sahiptir. Bu nedenle doğrudan tarlaya ekilen

ekinezya tohumlarından arzu edilen bitki popülasyonu elde edilememektedir (Li, 1988; Smith-Jochum ve Albrecht, 1987). Deniz yosunu ekstraktı uygulamaları kontrol uygulamasına oranla çimlenme oranı önemli derecede artırmıştır. Araştırmada ekinezya tohumlarında tespit ettiğimiz çimlenme oranları (%55-74) Romero ve ark. (2005)'nin ekinezya tohumları için tespit ettiği çimlenme oranları (%66-71) ile benzerlik göstermektedir. Deniz yosunu ekstraktı uygulamasının çimlenme oranı üzerine olumlu etkileri yüksek miktarda mineral maddeleri, bitki büyüme düzenleyicilerini, aminoasitleri, vitaminleri içermesinden ve suyu bünyesine maximum düzeyde tutabilmesinden kaynaklanmaktadır (Blunden, 1991). Seyreltilmiş deniz yosunu ekstraktının tohum çimlenmesi üzerine olumlu yönde etkide bulunduğunu belirten araştırma sonuçları (Sivritepe ve Sivritepe, 2008; Demirkaya, 2010; Demirkaya, 2012) bulgularımızı desteklemektedir.

Çimlenme süresi değerleri incelendiğinde çimlenme sürelerinin 5.27 ile 8.82 gün arasında değiştiği görülmektedir. Çimlenme süresi yönünden en yüksek değer 2 gün süre ile MeJA uygulamasından, en düşük değer ise 2 gün süre ile saf su ozmotik koşullandırma uygulamasından elde edilmiştir. Çimlenme süresi çimlenme hızına bağlı olarak tohum gücünün belirleyen önemli bir parametredir. Ozmotik koşullandırma uygulamaları ile çok sayıda türün çimlenme süresi kontrole kıyasla oldukça kısaltılmıştır (Sivritepe ve Demirkaya 2002; Başay ve ark., 2004; Özçoban, 2004). Yapılan bu çalışmada ekinezya tohumlarında da saf su ile yapılan ozmotik koşullandırma ile kontrole kıyasla olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ekinezya tohumlarındaki dormansi perikaptan ziyade tohum kabuğundan kaynaklanmaktadır (Duan ve ark., 2004). Ekinezya tohumlarının mekanik olarak uzaklaştırılmasının çimlenme oranını artırmadığı ve tohum kabuğunun çimlenme üzerine mekanik olarak bir engel teşkil engellemediği kaydedilmiştir (Li ve ark., 2006). Ortalama çimlenme süresinin uzaması fide gelişimlerini yavaşlatarak başta yabancı otlar olmak üzere, kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerinden olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca ozmotik koşullandırma uygulamaları ile alternatif sıcaklıklarda çimlendirilen tohumlardan elde edilen fideler stres koşullarına daha dayanıklı hale gelmektedir (Corbinau ve Come, 1990; Demirkaya, 2011; Coşkun ve ark., 2016).

Farklı ozmotik koşullandırma uygulamalarının ekinezya tohumlarının çimlenme indeksi üzerine etkisi değerleri 1.93 ile 6.80 arasında değişim göstermiştir. Çalışmada en düşük çimlenme indeksi değerleri MeJA uygulamalarından elde edilmiştir. Tüm uygulama süreleri kontrole kıyasla daha düşük değerler sergilemiştir. Deniz yosunu ekstraktı uygulamaları çimlenme indeksi yönünden daha stabil sonuçlar göstermiş ve tüm uygulama süreleri kontrol uygulamasının üzerinde bir değer almıştır. Çimlenme indeksi çimlenme oranının iyi bir göstergesi olup (Al-Mudaris, 1998) tohum özellikleri ile fide çıkışı arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde gösterir (Ahmad, 2001). Çimlenme indeksinin yüksekliği çimlenme oranının yüksek olduğunu gösterir. Çimlenme indeksi ile çimlenme oranı yönünden benzer ilişki Shahverdikandi ve ark. (2011) ve Javaid ve ark. (2018) tarafından da elde edilmiştir.

Sonuç

Sonuç olarak; ekinezya tohumlarında çiçeklenme oranı, çimlenme zamanı ve çimlenme indeksi üzerine yosun üzü ekstraktı, MeJA ve saf su ozmotik koşullandırmaları kontrole kıyasla önemli derecede etkide bulunmuş, en iyi çimlenme oranları deniz yosunu ekstraktının tüm uygulamalarından ve 2 ve 3 gün süre saf su ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarından elde edilmiştir. Çimlenme süresi yönünden en iyi değerler saf su ile yapılan ozmotik koşullandırmalardan, çimlenme indeksi yönünden en iyi değerler deniz yosunu ekstraktı ve saf su ozmotik koşullandırmalarından elde edilmiştir.

Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Mustafa Demirkaya yöntem geliştirilmesi ve deneylerin planlanması, deneylerin kurulması, ve istatistik analizlerde yapılmasında görev almıştır. Mehmet Arslan materyal temininde ve makale yazımında görev almıştır. Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynakça

- Ahmad, S 2001. Environmental effects on seed characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J Agron Crop Sci*, 187: 213-6.
- Al-Mudaris, M. 1998. Notes on various parameters recording the speed of seed germination. *Der Tropenlandwirt*, 99: 147-54.
- Altwater, B. R. 1980. Germination, dormancy and morphology of the seeds of herbaceous ornamental plants. *Seed Sci Technol*, 8: 523-573.
- Ault, J. A., 2007. Coneflower-Echinacea species. In: N.O. Anderson (ed.), *Flower Breeding and Genetics*, Springer, 801-824.
- Başay, S., Sürmeli, N., Uysal, E. 2004. Biberde ozmotik koşullandırmanın depolama süresince tohum canlılığı ve biyokimyasal değişime etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. Çanakkale. s. 91-95.
- Bauer, R., 1998. Echinacea: Biological effects and active principles. In *Phytomedicines of Europe, Chemistry and Biological Activity*, edited by L.D. Lawson and R. Bauer, pp. 140-157. Washington, DC: American Chemical Society.
- Benech-Arnold, R. L., Fenner, M., Edwards, P. J. 1991. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. *New Phytol*, 118: 339-347.

- Blunden, G., 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. pp:65-81. In Guiry & Blunden, 1991, q.v.
- Bauer R. and Wagner, H. 1991. Echinacea species as potential immunostimulatory drugs. In: Wagner H. and Farnsworth N. R. (eds.). *Econ. and med. plants res.*, London, Acad. Press 5: 253-321
- Bewley, J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *Plant Cell*. 9: 1055–1066.
- Bodinet, C., Beuscher, N. 1991. Antiviral and immunological activity of glycoproteins from *Echinacea purpurea* radix. *Planta Medica*, 57: 33-34.
- Bodinet, C., Willigmann I., Beuscher N.,1993. Host-resistance increasing activity of root extracts from Echinacea species. *Planta Medica*, 59: 672- 673.
- Bogatek, R., Come, D., Corbineau, F., Ranjan, R., Lewak, S. 2002. Jasmonic acid affects dormancy and sugar catabolism in germinating apple embryos. *Plant Physiol Biochem*, 40: 167–173.
- Craigie, J.S., 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23: 371-393.
- Corbineau, F., Come, D., 1990. Effects of priming on the germination of *Valerianella olitoria* seeds in relation with temperature and oxygen. *Acta Horticulturae*, 267: 191-197.
- Coşkun, G., Gülşen, O., Demirkaya, M. 2016. Çerezlik Kabak Tohumlarında Bazı Ön Uygulamaların Çimlenme Üzerine Etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 32: 48-53.
- Cowan, M. M. 1999. Plant product as an antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, p. 564-582.
- Craker L. E., 2007. Reprinted from: Issues in new crops and new uses. *J. Janick. Medicinal and aromatic Plants- future Opportunities*, S: 248-257.
- Demirkaya, M. 2010. Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) Ekstraktı Uygulamalarının Biber ve Soğan Tohumlarının Canlılığı ve Gücüne Etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(3): 217-224, <http://fbe.erciyes.edu.tr> ISSN.1012-2354.
- Demirkaya, M, 2011. Ozmotik Koşullandırma ve Hümidifikasyon Uygulamalarını Yüksek Sıcaklıkta Biber Tohumlarının Çimlenme ve Ortalama Çimlenme Süresi Üzerine Etkileri. IV Tohumculuk Kongresi 14-17 Haziran Samsun Bildiriler Kitabı 1 S. 136-143.
- Demirkaya, M. 2016. Metil Jasmonat ve Deniz Yosunu (*Ascophyllum nodosum*) Ekstraktı ile Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Düşük Sıcaklıkta Biber Tohumlarının Çimlenme ve Ortalama Çimlenme Süresi Üzerine Etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2): 141-146.
- Diraz, E., Karaman, S., Koca, N. 2012. Fatty Acid and Essential Oil Composition of *Echinacea Purpurea* (L.) Moench, Growing in Kahramanmaraş-Turkey. International Conference on Environmental and Biological Sciences (ICEBS'2012) December 21-22, 2012 Bangkok (Thailand).
- Duan, C. R., Wang, B. C., Liu W. Q., Chen, J., Lian, J., Zhao, H. 2004. Effect of chemical and physical factors to improve the germination rate of *Echinacea angustifolia* seeds. *Colloid Surf B: Biointerface* 37: 101-105.

- Dufault, R.J., Rushing, J., Hassel, R., Shepard, McCutcheon B.M. and Ward, B., 2003. Influence of fertilizer on growth and marker compound of field-grown Echinacea species and feverfew. *Scientia Horticulturae*, 98: 61-69.
- Ellis, R.H., Roberts, E.H. 1980. Towards a Rational Basis for Testing Seed Quality. In: Hebblethwaite, P.D. (Ed.), Seed Production. Butterworths, London, pp.605-635
- Feghahati, S. M. J. Reese, R. N. 1994. Ethylene-, Light-, and prechill-enhanced germination of *Echinacea angustifolia* seeds. *J. Amer Soc. Hort. Sci*, 119: 853-858.
- Grimm, W, Muller, H. H. 1999. A randomized controlled trial of the effect of liquid extract of *Echinacea purpurea* on the incidence and severity of colds and respiratory infections. *Am J Med*, 106:138-43
- Gruenwald, J., Brendler, T., Jaenicke, C. 2004. PDR for Herbal Medicines, 3rd Ed. Montvale, NJ: Thomson Healthcare, p.: 267-274.
- Hammer, K. A., Carson, C. F. and Riley, T. V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86: 985-990.
- Javaid, M. M., Florentine, S., Ali, H. H., and Weller, S. 2018. Effect of environmental factors on the germination and emergence of *Salvia verbenaca* L. cultivars (verbenaca and vernalis): an invasive species in semi-arid and arid rangeland regions. *PLoS One*, 13, e0194319.
- Kochankov, V. G., Grzesik, M., Chojnowski, M, Nowak, J. 1998. Effect of temperature, growth regulators and other chemicals on *Echinacea purpurea* (L.) Moench seed germination and seedling survival. *Seed Sci Technol*, 26: 547-554.
- Li, T.S.C. 1998. Echinacea, cultivation and medicinal value. *Hort Technology*, 8: 122-129.
- Macchia, M., Angelini L. G., Ceccarini, L. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. *Scientia Hort*, 89: 317-324.
- Mares, D.J. Mrva, K. 2001. Mapping quantitative trait loci associated with variation in grain dormancy in Australian wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52: 1257-1265.
- Mat, A. 2004. Echinacea türleri. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, 29-31 Mayıs. Ed.: Başer, K.H.C., Kırırmer. N.. Eskişehir.
- Mazza, G. Cottrell, T. 1999. Volatile components of roots, stems, leaves, and flowers of Echinacea species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3081-3085.
- Muhyaddin, T, Wiebe, H. J. 1989. Effect of seed treatments with polyethylene glycol (PEG) on emergence of vegetable crops. *Seed Sci and Technol. Toprak Bilgisi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum*. 17: 49-56.
- Özçoban, M. 2004. Bazı tohum uygulamalarının yüksek sıcaklık koşullarında ispanak (*Spinacia oleracea* L.) tohumlarının çimlenme ve çıkış oranları üzerine etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül 2004, Çanakkale. s. 351-354.

- Parnham, M. J. 1996. Benefit risk assessment of the squeezed sap of the purple coneflower (*Echinacea purpurea*) for long term oral immunostimulation. *Phytomedicine*, 3: 95-102.
- Pill, W. G., Haynes, J. G. 1996. Gibberellic acid during priming of *Echinacea purpurea* (L.) Moench seeds improves performance after seed storage. *J Hort Sci*, 71(2):287-295.
- Ranjan, R., Lewak, S. 1992. Jasmonic acid promotes germination and lipase activity in non-stratified apple embryos. *Physiol Plant*, 86: 335-339.
- Shahverdikandi, M. A., Tobeh A., Godehkahriz, S. J., Rastegar, Z. 2011. The study of germination index of canola cultivars for drought resistance. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 2: 89-95.
- Samfield, D. M., Zajicek, J. M., Cobb, B. G. 1990a. Germination of *Coreopsis lanceolata* and *Echinacea purpurea* seeds following priming and storage. *Hort Science*, 25: 1605-1606.
- Samfield, D. M., Zajicek, J. M., Cobb, B. G. 1991b. Rate and uniformity of herbaceous perennial seed germination and emergence as affected by priming. *J. Am. Soc. Horti. Sci*, 116: 10-13.
- Schar, D. 1999. *Echinacea: The Plant That Boosts Your Immune System*. Berkeley, California: North Atlantic Books, Chapter 2.
- Senn, T. L., 1987. *Seaweed and plant growth*. Clemson University edition. Clemson, SC 29634-0345, USA.
- Sivritepe, H. Ö. 2000. Deniz Yosunu Ekstraktı (*Ascophyllum nodosum*) ile Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Biber Tohumlarında Canlılık Üzerine Etkileri. III. Sebze Tarımı Sempozyumu. 11-13 Eylül 2000, Isparta, 482-486.
- Sivritepe, N. Sivritepe, H. Ö. 2008. Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of pepper seeds. *Asian Journal of Chemistry*, 20: 5689-5694.
- Sivritepe, H. Ö. Demirkaya, M. 2012. Does humidification technique accomplish physiological enhancement better than priming in onion seeds. *Acta Horticulturae*. 960: 237-244.
- Smith-Jochum, C., Albrecht. M.L. 1987. Field establishment of three *Echinacea* species for commercial production. *Acta Hort*, 208: 115-20.
- Stirk, W. A., Arthur, G.D., Lourens, A. F., Novak, O., Strnad, M., Van Staden, J. 2004. Changes in cytokinin and auxin concentrations in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature. *J. Appl. Phycol*, 16: 31-39.
- Tarakhovskaya, E. R., Maslov, Y. I., Shishova, M. F. 2007. Phytohormones in algae. *Russian Journal of Plant Physiology*, 54: 163-170.
- Tüfekçi, Ş., Yerlikaya, D. Ü., Polat, P. Ö. K., YAĞDI, K. 2018. Ekim Öncesi Tohuma Uygulanan Bazı Kimyasalların Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri ve Fide Gelişimine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32: 79-87.
- Upton, R., Graff, A. 2007. *American Herbal Pharmacopoeia, Echinacea Purpurea Aerial Parts*, Soctts Valley, USA.

- Wartidingsih, N., Geneve, R. L. 1994. Seed source and quality influence germination in purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). *HortScience*, 29:1443-1444.
- Wartidiningsih, N, Geneve R. L., Kester, S.T. 1994. Osmotic priming or chilling stratification improves seed germination of purple coneflower. *Hortscience*, 29: 1445-1448.
- Yeşil, R., Kan, Y. 2013. Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Ekinezya (*E. Pallida* ve *E. Purpurea*) Türlerinin Uçucu Yağ Verimi ve Bileşenleri Üzerine Farklı Dozlarda Uygulanan Organik ve İnorganik Gübrelerin Etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27: 14-23 ISSN:1309-0550.
- Zalewski, K., Nitkiewicz, B., Lahuta, L. B., Glowacka, K., Socha, A., Amarowicz, R. 2010. Effect of jasmonic acid-methyl ester on the composition of carbohydrates and germination of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) seeds. *J Plant Physiol*, 167: 967–973.