

**BAZI TOHUM ÖN UYGULAMALARININ TATLI BİBER  
TOHUMLARININ STRES SICAKLIKLARINDA ÇİMLENME VE  
ÇIKIŞ PERFORMANSLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Zahide SÜSLÜOĞLU**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nusret ÖZBAY**

**2014  
Her hakkı saklıdır**

T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI TOHUM ÖN UYGULAMALARININ TATLI  
BİBER TOHUMLARININ STRES  
SICAKLIKLARINDA ÇİMLENME VE ÇIKIŞ  
PERFORMANSLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zahide SÜSLÜOĞLU**

**Enstitü Anabilim Dalı : BAHÇE BİTKİLERİ**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nusret ÖZBAY**

**Temmuz 2014**

T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI TOHUM ÖN UYGULAMALARININ TATLI BİBER  
TOHUMLARININ STRES SICAKLIKLARINDA ÇİMLENME VE  
ÇIKIŞ PERFORMANSLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zahide SÜSLÜOĞLU**

**Enstitü Anabilim Dalı : BAHÇE BİTKİLERİ**

**Bu tez 21.07.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.**

**Yrd. Doç. Dr.  
Nusret ÖZBAY  
Jüri Başkanı**

**Doç. Dr.  
Muharrem ERGUN  
Üye**

**Yrd. Doç. Dr.  
Şenol YILDIZ  
Üye**

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Doç. Dr. İbrahim Y. ERDOĞAN  
Enstitü Müdürü**

## **ÖNSÖZ**

Yüksek Lisans çalışmam sırasında her türlü desteği benden esirgemeyen, değerli fikirleri ile beni yönlendiren ve bu çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için sağladığı katkılardan dolayı tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Nusret ÖZBAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Araştırmalarımın yürütülmesi sırasında laboratuvarın tüm olanaklarını kullandıran Bölüm Başkanım Sayın Doç. Dr. Muharrem ERGUN hocama, laboratuvar çalışmalarımda benden yardımlarını esirgemeyen ev arkadaşım Arş. Gör. Şermin ARSLAN'a ve meslektaşım Aysel SAMANCIOĞLU'na teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle daima varlığını yanımda hissettiğim değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

**Zahide SÜSLÜOĞLU**

**Bingöl 2014**

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Tohumlarda Priming Uygulamaları.....	6
2.2. Düşük Sıcaklık Stresine Karşı Yapılmış Priming Çalışmaları.....	11
2.2.1. Düşük Sıcaklık Stresine Karşı Yapılan Priming Çözümlerine Çeşitli Büyüme Düzenleyicilerin Eklenmesi.....	17
2.3. Yüksek Sıcaklık Stresine Karşı Yapılan Priming Çalışmaları.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Priming Ortamı Olarak Kullanılan Kimyasalların Uygulanması... ..	23
3.2.2. Çimlenme Denemesi.....	24
3.2.3. Çıkış Denemesi.....	25
3.2.4. Çimlenme ve Çıkış Denemelerinde İncelenen Özellikler.....	26
3.2.4.1. Tohum Nemi.....	26
3.2.4.2. Çimlenme Yüzdesi (%).....	26
3.2.4.3 Ortalama Çimlenme Süresi (MGT).....	26
3.2.4.4. Çimlenme İndisi.....	26

3.2.4.5. Çimlenme Hızı $G_{50}$ (gün).....	26
3.2.4.6. Çıkış Yüzdesi (%).....	26
3.2.4.7. Ortalama Çıkış Süresi (MET).....	26
3.2.4.8. Çıkış İndisi.....	27
3.2.4.9. Çıkış Hızı $E_{50}$ (gün).....	28
3.2.5. Deneme Deseni ve Veri Analizi.....	28
<b>5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>29</b>
4.1. Priming Öncesi Tohum Nemi Testi.....	29
4.2. Priming + Pro-Ca Uygulamalarının Düşük Sıcaklıkta Biber Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Performansları Üzerine Etkileri.....	29
4.2.1. Çimlenme Yüzdesi (%).....	29
4.2.2. Ortalama Çimlenme Süresi (MGT) (gün).....	31
4.2.3. Çimlenme İndisi.....	33
4.2.4. Çimlenme Hızı ( $G_{50}$ ) (gün).....	34
4.2.5. Çıkış Yüzdesi (%).....	36
4.2.6. Ortalama Çıkış Süresi (MET) (gün).....	37
4.2.7. Çıkış İndisi.....	39
4.2.8. Çıkış Hızı $E_{50}$ (gün).....	40
4.3. Priming + Pro-Ca Uygulamalarının Yüksek Sıcaklıkta Biber Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Performansları Üzerine Etkileri.....	42
4.3.1. Çimlenme Yüzdesi (%).....	42
4.3.2. Ortalama Çimlenme Süresi (MGT) (gün).....	43
4.3.3. Çimlenme İndisi.....	45
4.3.4. Çimlenme Hızı ( $G_{50}$ ) (gün).....	46
4.3.5. Çıkış Yüzdesi (%).....	47
4.3.6. Ortalama Çıkış Süresi (MET) (gün).....	49
4.3.7. Çıkış İndisi.....	50
4.3.8. Çıkış Hızı ( $E_{50}$ ) (gün).....	51
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>55</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>56</b>

ÖZGEÇMİŞ.....	67
---------------	----

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

PEG	: Polietilenglikol
KNO <sub>3</sub>	: Potasyum nitrat
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	: Potasyum dihidrojen fosfat
Pro-Ca	: Prohexadione-Calcium veya 3,4-dioxo- 4propionylcyclohexanecarboxanecarboxylic acid kalsiyum tuzu
G <sub>50</sub>	: Çimlenme hızı
E <sub>50</sub>	: Çıkış hızı
MGT	: Ortalama çimlenme süresi
MET	: Ortalama çıkış hızı
°C	: Derece santigrat
mg.l <sup>-1</sup>	: Miligram/litre
ppm	: Parts per million (milyonda bir kısım)
L	: Litre
%	: Yüzde
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım örgütü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
P	: Önemlilik



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	2012 Yılı dünya biber üreticisi ülkeler üretim miktarları .....	1
Şekil 1.2.	2012 Yılı dünya biber üreticisi ülkeler ve üretim alanları .....	2
Şekil 1.3.	2001 - 2012 Yılı Türkiye biber üretim miktarı .....	3
Şekil 1.4.	2013 Yılı Türkiye meyvesi için yetiştirilen sebzeler .....	3
Şekil 3.2.1.	BT İnce Sivri Kıl Tatlı-016' biber çeşidi.....	22
Şekil 3.2.2.	Priming öncesi tohumların yüzeysel sterilizasyonu .....	23
Şekil 3.2.3.	Priming işlemi ve sonrasında tohumların kurutulması.....	24
Şekil 3.2.4.	Çimlendirme testi .....	24
Şekil 3.2.5.	Çıkış testi için kullanılan kaplar ve tohum ekimi .....	25
Şekil 3.2.6.	Ekim öncesi priming uygulaması görmüş tohumların çıkışından bir görüntü.....	26
Şekil 4.1.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de tohum çimlenme yüzdesi üzerine etkileri.....	30
Şekil 4.2.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de ortalama çimlenme süresi (MGT) üzerine etkileri.....	32
Şekil 4.3.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15°C'de çimlenme indisi üzerine etkileri.....	33
Şekil 4.4.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de çimlenme hızı (G <sub>50</sub> ) üzerine etkileri.....	35
Şekil 4.5.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de tohum çıkış yüzdesi üzerine etkileri.....	36
Şekil 4.6.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de ortalama çıkış süresi (MET) üzerine etkileri.....	38

Şekil 4.7.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de çıkış indisi üzerine etkileri.....	39
Şekil 4.8.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de çıkış hızı (E <sub>50</sub> ) üzerine etkileri.....	41
Şekil 4.9.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de tohum çimlenme yüzdesi üzerine etkileri	43
Şekil 4.10.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de ortalama çimlenme süresi (MGT) üzerine etkileri.....	45
Şekil 4.11.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de çimlenme indisi üzerine etkileri.....	46
Şekil 4.12.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de çimlenme hızı (G <sub>50</sub> ) üzerine etkileri.....	47
Şekil 4.13.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de tohum çıkış yüzdesi üzerine etkileri.....	48
Şekil 4.14.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de ortalama çıkış zamanı (MET) üzerine etkileri.....	49
Şekil 4.15.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de çıkış indisi üzerine etkileri.....	50
Şekil 4.16.	Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de çıkış hızı (E <sub>50</sub> ) üzerine etkileri.....	52

# BAZI TOHUM ÖN UYGULAMALARININ TATLI BİBER TOHUMLARININ STRES SICAKLIKLARINDA ÇİMLENME VE ÇIKIŞ PERFORMANSLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

## ÖZET

Bu çalışmada priming çözeltilerine ilave edilen Prohexadione-Calcium (Pro-Ca) dozlarının biber tohumlarının düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklıkta çimlenme ve fide çıkış performansları üzerine etkileri araştırılmıştır. Tohumlar 0, 25, 50 ve 100 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca içeren 3% KNO<sub>3</sub>, 2% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, ve 10% PEG solüsyonları içerisinde, karanlıkta 25 °C'de 3 gün süreyle prime edildi. Priming işleminden sonra tohumlar saf su ile yıkanıp filtre kâğıdı üzerinde 25 °C sıcaklıkta 24 saat kurutulduktan sonra 15 °C ve 35 °C'de çimlenme ve çıkış testlerine tabi tutulmuşlardır. Uygulama görmemiş kontrol tohumlarına göre, bitki büyüme düzenleyicilerinin gerek varlığında ve gerekse yokluğunda gerçekleştirilen priming uygulamaları genel olarak biber tohumlarında 15 °C'de çimlenme yüzdesi (FGP), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme hızı (G<sub>50</sub>), çimlenme indisi (GI), çıkış yüzdesi (FEP) ve ortalama çıkış süresinde (MET) önemli iyileşme sağlamıştır. Düşük sıcaklıkta (15 °C) en yüksek çimlenme yüzdesi (% 85,33) ve en kısa ortalama çimlenme süresi (12,89 gün) 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca içeren KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> çözeltilisinden elde edilmiştir. En yüksek çıkış yüzdesi (%94,6) KNO<sub>3</sub> + 50 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamasından elde edilmiştir. Öbür taraftan uygulama görmemiş kontrol tohumlarında 15 °C'de fide çıkışı yüzdesi %64 olarak gerçekleşmiştir. Yüksek sıcaklıkta (35 °C) yürütülen çimlendirme testlerinde en yüksek çimlenme yüzdesi (%81,33) 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca içeren KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Sonuçlar priming ortamına ilave edilecek Pro-Ca'un, tatlı biber tohumlarının düşük ve yüksek sıcaklıktaki performanslarını arttırmada başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, priming, Prohexadione-Calcium, çimlenme

# EFFECTS OF SOME PRIMING TREATMENTS ON GERMINATION AND EMERGENCE PERFORMANCES OF SWEET PEPPER SEEDS AT STRESSFUL TEMPERATURES

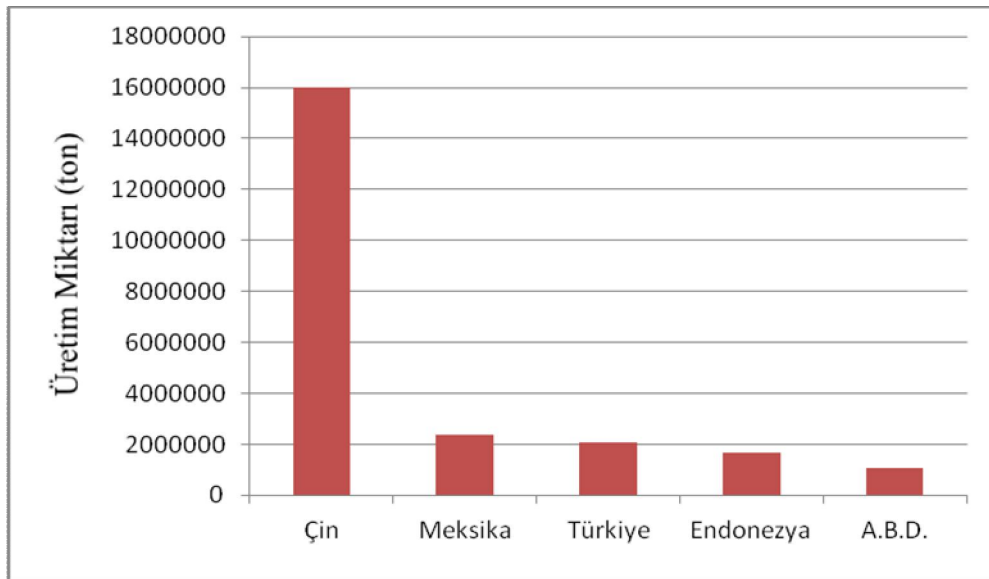
## ABSTRACT

The effects of incorporating Prohexadione-Calcium (Pro-Ca) into the priming solutions on low and high temperature germination and emergence percentage performance of sweet pepper (*Capsicum annuum* 'İnce Sivri Kıl Tatlı-016') seeds were investigated. Seeds were primed in 3% KNO<sub>3</sub>, 2% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, and 10% PEG solutions containing 0, 25, 50 and 100 mg.l<sup>-1</sup> in darkness at 25 °C for three days. After priming treatment, seeds were washed with distilled water and dried at 25 °C temperature on filter paper for 24 h, then the seeds were subjected to germination and emergence tests at 15 °C and 35 °C. Priming pepper seeds in the presence or absence of plant growth regulators in general improved final germination percentage (FGP), mean germination time (MGT), germination rate (G<sub>50</sub>) and germination index (GI), final emergence percentage (FEP), and mean emergence time (MET) compared to nonprimed seeds. Priming seeds in KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> solution containing 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca resulted in the highest germination percentage (85.33%), and the lowest mean germination time (12.83 days) at 15 °C. The highest emergence percentage (94.67%) was obtained from the application of KNO<sub>3</sub> + 50 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca treatment. Final emergence percentage was 64% in nonprimed seeds. For the germination test conducted at 35 °C, priming seeds in KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> solution containing 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca resulted in the highest germination percentage (81.33%). The results indicate that inclusion of Prohexadione-Calcium into the priming solutions can be used as an effective method to improve low and high temperature performance of sweet pepper seeds.

**Keywords:** Pepper, priming, Prohexadione-Calcium, germination

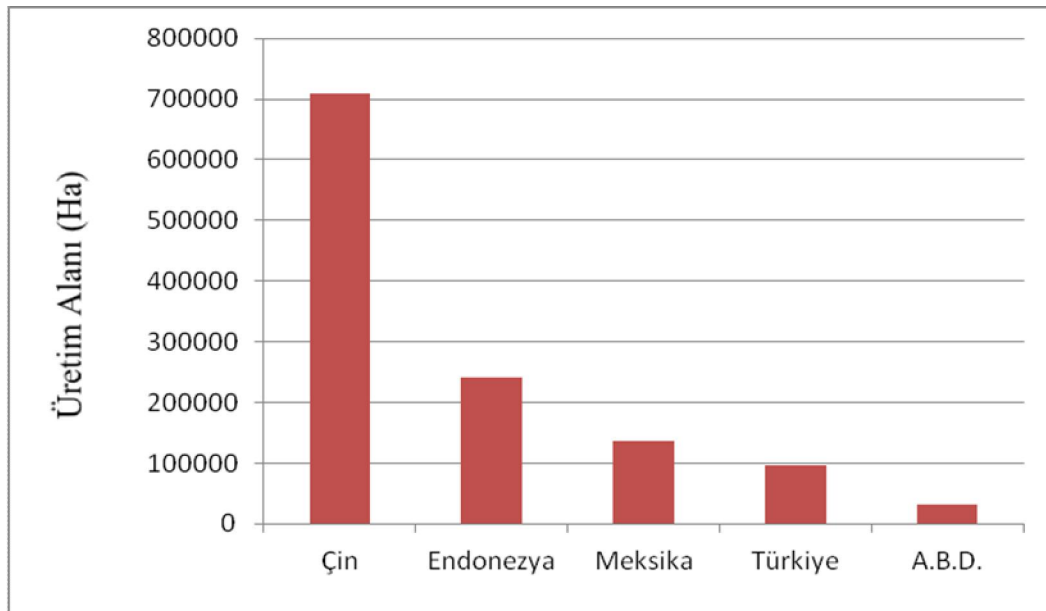
## 1. GİRİŞ

Biber (*Capsicum annum L.*) *Solanaceae* familyasının *Capsicum* cinsine dahil olup; ılık iklimlerde yıllık, tropik iklimlerde ise birkaç yıllık kültür bitkisidir (Topak vd 2008). *Solanaceae* familyasından domates, patlıcan, patates ve tütün kültür bitkileriyle akrabadır (Aybak 2007). Biberin anavatanının Amerika'nın tropik ve subtropik ülkeleri olduğu, buradan dünyaya yayıldığı kabul edilmektedir. Biber Kristof Kolomb tarafından Amerika'dan Avrupa'ya ilk olarak 1493'de İspanya'ya getirilmiştir. Biber yetiştiriciliği önce Akdeniz havzasında yayılmış, buradan 1548 yılında İngiltere'ye ve 1578'li yıllarda ise Orta Avrupa ve diğer Avrupa ülkelerine girmiştir. Biber Osmanlı İmparatorluğu ile Orta Avrupa ülkeleri arasında kurulan sıkı ilişkiler sonucu 16. yüzyılda İstanbul'a getirilmiş, oradan da Anadolu'ya yayılmıştır (Vural vd 2000). Andrews (1999)'a göre ise biber Orta Amerika'dan Portekizliler vasıtasıyla Hindistan'a buradan Arap Yarımadasına getirilmiştir. Daha sonra Bağdat ve Antakya üzerinden İstanbul'a getirilmiş buradan da (1515-1662 yılları arasında) Rusya, Venedik ve Orta Avrupa'ya yayılmıştır.



Şekil 1.1. 2012 Yılı dünya biber üreticisi ülkeler üretim miktarları (FAO 2012)

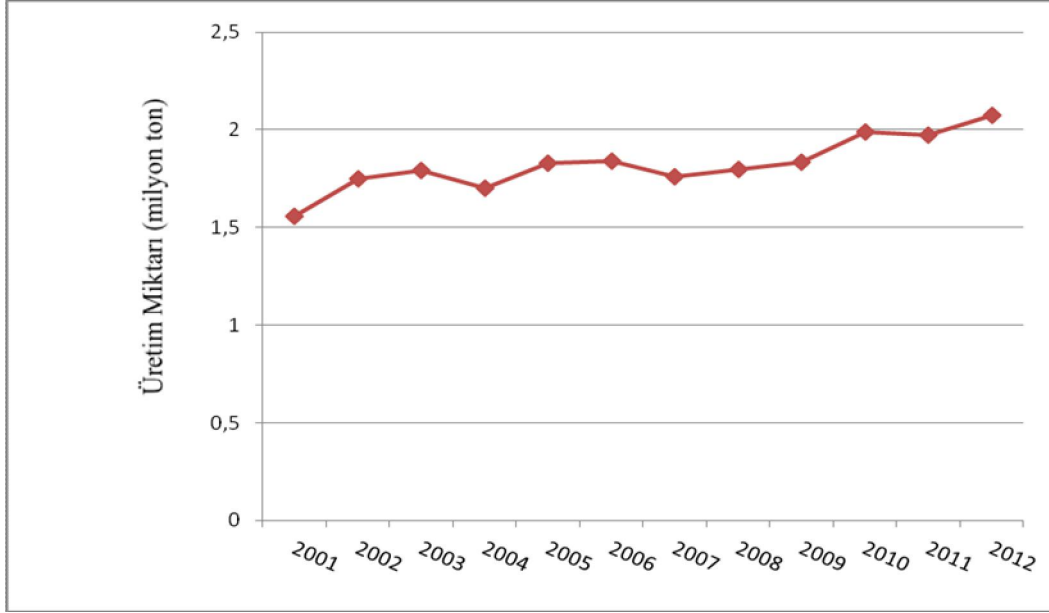
Biber ülkemizde olduğu kadar dünyada da gerek örtü altında gerekse açıkta yoğun yetiştiriciliği yapılan türler arasındadır. Şekil 1.1. ve Şekil 1.2’de görüldüğü gibi dünya biber üreticisi ülkeler arasında önemli bir yeri olan Türkiye, taze biber üretimi bakımından Çin ve Meksika’dan sonra 2,072,132 ton üretimle 3. sırada yer alırken; biber üretimi için ayrılan alan bakımından ise 4. sırada yer almaktadır (FAO 2012).



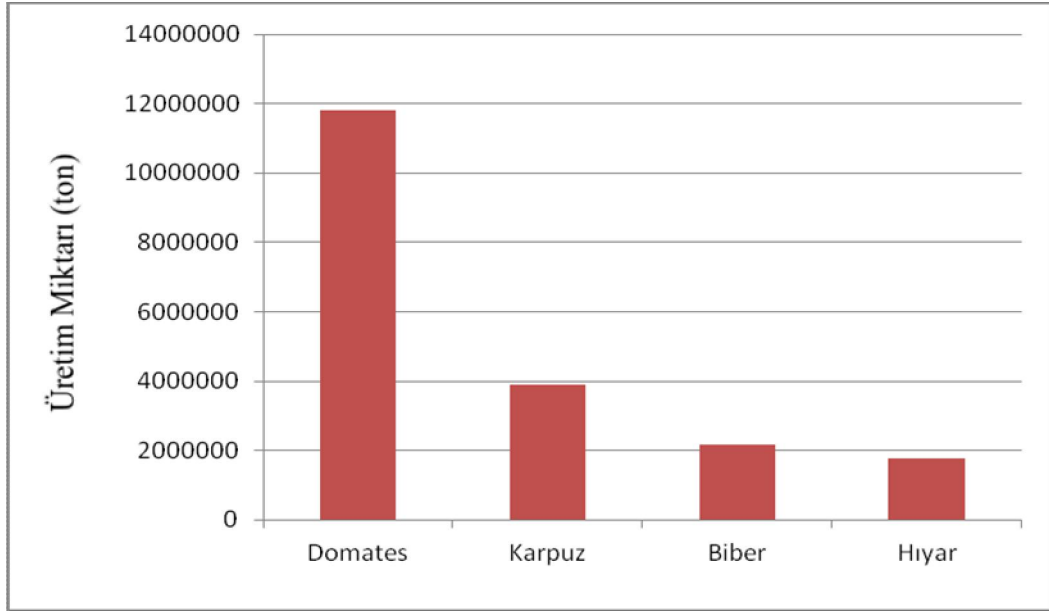
Şekil 1.2. 2012 Yılı dünya biber üreticisi ülkeler ve üretim alanları (FAO 2012)

Türkiye’de meyvesi için yetiştirilen sebze üretimi 23,5 milyon ton olup, biber üretimi ise açıkta ve seralarda yetiştirilen sebze türleri arasında üretim miktarları açısından 2,159,348 ton (Şekil 1.3) ile domates ve karpuzdan sonra 3. sırada (Şekil 1.4.) yer almaktadır (TÜİK 2013). Toplam üretim içerisinde salçalık olarak biber üretimi 814,372 ton, dolmalık olarak 398,470 ton ve sivri biber üretimi ise 946,506 ton olarak istatistiklere geçmiştir (TÜİK 2013).

Ülkemizde biber üretiminin %82’i açık alan, %18’lik kısmı da örtü altı tarımdan üretilmekte ve Akdeniz bölgesi biber üretiminde %28 pay ile ilk sırada bulunmaktadır (Özalp 2010). Biber üretiminde illere göre sıralamada Samsun (227,286 ton) ilinin ardından Antalya 224,738 ton üretim ile 2. sırada bulunmakta, örtü altı biber üretiminde ise Antalya ili 182,159 ton ile ilk sırada yer almaktadır (Özalp 2010).



Şekil 1.3. 2001 - 2012 Yılı Türkiye biber üretim miktarı (FAO 2012)



Şekil 1.4. 2013 Yılı Türkiye meyvesi için yetiştirilen sebzeler (TÜİK 2013)

Bitki yetiştiriciliğinde beklenen başarıya ulaşabilmek, diğer faktörlerin de yardımıyla üstün niteliklere sahip bir tohumla üretime bağlıdır. Başarılı sebze üretimi, kaliteli tohum kullanmakla başlar ancak bazen kaliteli tohum üretimi sağlanmış olsa bile ekim koşullarının elverişsizliği, fungus, bakteri, böcek gibi biyotik ve kaymak tabakası, su stresi gibi abiyotik nedenler ekim sonrası optimum çimlenme ve çıkışın sağlanmasını

önler. Özellikle erken ilkbaharda düşük sıcaklıklar veya kışlık türlerin yaz dönemindeki fide üretiminde yüksek sıcaklıklar Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu gibi bölgelerimizde çıkışta düzensizlik ve gecikmelere, istenen bitki popülasyonunun elde edilememesine, zayıf ve cılız fide eldesine neden olur (Okçu 2005). Biber erken ilkbaharda açıkta yetiştiricilik için düşük ve yaz sonunda örtüaltı yetiştiricilik için ise yüksek sıcaklıklarda yapılan ekimlerde çimlenme ve çıkış problemlerinin yoğun olarak yaşandığı bir türdür (Başak 2006).

Günümüzde tohumların ekim öncesi performansını veya tohumun çevresindeki fiziksel koşulları iyileştirici pek çok uygulama bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi priming uygulamasıdır. Otuz yılı aşkın süredir priming pek çok sebze, tahıl ve çiçek türünde hızlı ve üniform fide çıkışı için temel bir tohum uygulaması olmuştur. Priming terimi, kötü çevre koşulları altında çimlenme ve fide çıkışını hızlandırmak amacıyla yapılan ekim öncesi tohum uygulamaları olarak tanımlanmaktadır. Priming uygulaması tohum neminin çimlenme eşiğine kadar artırılarak bazı biyokimyasal olayların tetiklenmesi ve ekimden sonra çıkışın hızlandırılması esasına dayanmaktadır (Heydecker 1973). Priming uygulamalarında yaygın olarak polyethylen glycol (PEG), mannitol, glycerol, sucrose gibi ozmotik maddeler; KCl, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> gibi ozmotik çözeltiler ve K, Na ve Mg gibi inorganik tuzlar kullanılmaktadır (Parera and Cantliffe, 1994; Al-Karaki 1998; Elkoca vd 2006).

Priming çalışmaları, genelde sıcaklık ve nem gibi tohumların çimlenme oranlarını azaltıcı etki yapan olumsuz çevre koşullarına karşı tohumların çimlenme süresini kısaltmak, çimlenme oranını artırmak ve güçlü fide çıkışı sağlayarak bitkide oluşacak zararı en aza indirmek için birçok bitki türünde uygulanmaktadır (Sağsöz 2000). Priming uygulamaları sayesinde başta tuzluluk (Pill et al. 1991; Sivritepe vd 2003) olmak üzere, birçok olumsuz çevre ve toprak koşullarında (Demir ve Öztokat 2003; Korkmaz 2006) çimlenmenin arttığı ve hızlandığı rapor edilmiştir.

Son yıllarda priming çözeltilisine bitki büyüme düzenleyiciler de ilave edilmektedir. Pill et al. Finch-Savage (1988), priming çözeltilisine ilave edilen değişik bitki büyüme düzenleyicileri (BBD)'nin priming işlemini daha da ekili hale getirdiğini, olumsuz toprak şartlarına karşı bitki toleransını ve direncini artırdığını belirtmişlerdir.



Son zamanlarda bitki büyüme kontrolünde kullanılan kimyasallardan birisi de Pro-Ca'dır. Pro-Ca'nın kimyasal adı Prohexadione-Calcium olup Amerika Birleşik Devletler'inde Apogee (aktif madde içeriği % 27), Avrupa'da ise Regalis (aktif madde içeriği % 10) ticari adıyla tescil edilmiş bir üründür. Pro-Ca, 2000'li yıllarda ABD ve Avrupa'da tescil edilmiş olan bir gibberelik asit inhibitörüdür.

Bu tez çalışması, biber tohumlarına ekim öncesi uygulanan değişik priming çözeltilerine ilave edilen Pro-Ca dozlarının tohumların düşük sıcaklık (15 °C) ve yüksek sıcaklıkta (35 °C) çimlenme ve fide çıkış performansları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Tohumlarda Priming Uygulamaları

Birkaç yüz yıl önceki çalışmalara bakıldığında tohum kalitesini arttırıcı uygulamaların çeşitli denemelerle araştırıldığına rastlanır. Yunan çiftçiler çimlenme ve çıkış oranını artırmak amacıyla tohumları süt, su, bal içinde bekletmişlerdir (Evenari 1980), benzer bir amaçla Rus çiftçileri ise tuz çözeltilerinden faydalanmışlardır (Yapparov and Ishakov 1974).

Günümüzde tohumlarda çimlenmeyi etkileyen ana sebeplerden en önemlilerinin tohum gücü ve kalitesi olduğu bilim adamları tarafından savunulan bir gerçektir. Yapılan farklı uygulamalarla tohum çimlenmesinde başarılar elde edilebileceği gözlemlenmiştir. Aynı tür bitkilere ait tohumlar arasında yapılan priming uygulamalarından birbirlerinden çok farklı sonuçlar alınabilmektedir (Murray 1990). Bu duruma örnek gösterilebilecek birkaç deneme de priming uygulamaları yüksek canlılık düzeyine sahip olan çim (Naylor and Syversen 1988) ve biber (Passam et al.1997) tohumlarında iyi sonuç vermiştir. Bunun yanında priming uygulamalarının düşük ve orta kaliteli buğday (Aschermann-Koch et al. 1992), havuç, pırasa ve soğan (Drew et al. 1997) tohumlarında daha da başarılı sonuçların elde edildiği rapor edilmiştir.

Pocsai and Szabo (1983), yaptıkları çalışmada soya fasulyesi tohumlarını deneme materyali olarak kullanmışlar ve 70, 90, 260, 340 ve 710 mM NaCl'ün soya fasulyesinin çimlenme ve büyüme özellikleri üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmanın sonucunda çimlenmenin 260 mM, büyüme özelliklerinin ise 340 mM NaCl konsantrasyonlarında baskı altına alındığını belirtmişlerdir.

Nerson (1986) tarafından yürütülen bir çalışmada, %2–3 oranında  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{KNO}_3$  (1:1) ile 1–5 gün prime edilen kavun tohumlarında çimlenme oranı ve yüzdesinde önemli oranda bir artış olduğu saptanmıştır.

Priming uygulamaları bazen istenilen beklentilere cevap vermeyebilir. Argerich and Bradford (1989) yaptıkları bir çalışmada  $KNO_3$  ve  $KH_2PO_4$  ile priming muamelesinin, domates fidelerinde bazı büyüme karakterlerinde artış sağlarken, bazılarında da azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

Bradford et al. (1990)'nın biber tohumlarının çimlenme ve çıkışı üzerine primingin etkilerini inceledikleri araştırmada, 25 °C'de 7 gün  $KNO_3$  çözeltisi ile muamele edilen tohumlar 20 °C'de çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Uygulamaların toplam çıkış ve çimlenme üzerine etkili olmadığı, ancak ortalama çimlenme (MGT) ve çıkış zamanı (MET) üzerine önemli düzeyde etkili olduğu bildirilmiştir. Uygulama yapılmış tohumlarda MGT 31 saat, uygulanmamışlarda 140 saat iken; MET ise uygulananlarda 14,3 gün, uygulanmayanlarda 20,1 gün olarak saptanmıştır.

Özdil (1991), domates ve havuç tohumlarının çimlenme ve çıkış oranı ile süresi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla PEG 6000 uygulamış ve tüm PEG uygulamalarının domates ve havuçta çimlenme oranlarını ve çıkış hızlarını önemli derecede artırdığını ortaya koymuştur.

Belletti et al. (1991), haşhaşın tohum çimlenmesi üzerine priming etkisini araştırdıkları çalışmalarında; PEG, mannitol, NaCl ve  $KNO_3 + K_3PO_4$  (1:1 M) kullanmışlar ve çoğu muamelenin canlılık üzerine hemen etki etmemesiyle birlikte, çimlenme için gerekli gün sayısını önemli derecede kısalttığını açıklamışlardır.

Aykan (1993) yaptığı bir çalışmada bazı domates tohumu çeşitlerinin çimlenme ve sürme güçleri üzerine olan etkilerini araştırmış ve bunun için PEG 3000, PEG 6000 ve PEG 10000'in 192 g.l<sup>-1</sup>, 284 g.l<sup>-1</sup> ve 376 g.l<sup>-1</sup>'lik konsantrasyonlarını kullanmıştır. Uygulamalar aydınlık ve karanlık şartlarda, 4, 8, 12 gün'lük sürelerde yapılmıştır. Bütün PEG uygulamalarının çimlenme ve sürme sürelerini kısalttığını, uygulama görmemiş tohumların çimlenme ve sürme hızlarının azaldığı, tohumların daha uzun bir sürede çimlendiğini ve sürdüğünü belirlenmiştir.

Yoldaş (1995), havuç tohumlarına ekim öncesinde PEG 6000, KNO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> uygulamış, doğrudan tohum ekim ve laboratuvar çalışmalarındaki uygulamaların, kontrol tohumlarına göre erken çıkış ve çimlenme sağladığını saptamıştır.

Cayuela et al. (1996), NaCl çözeltisi ile priming yapılan domates bitkisinde büyüme ve fizyolojik tepkilerini incelediklerinde; priming yapılan domates fidelerinin priming yapılmayan domates fidelerinden daha erken çıktığını belirlemişlerdir.

Keunchang et al. (1996), su kabağı (*Lagenaria siceraria*) tohumlarını KNO<sub>3</sub> ve PEG ile prime etmişler ve PEG'in tohumlarda çimlenme yüzdesini, KNO<sub>3</sub>'ün ise çimlenme oranını artırdığını belirlemişlerdir.

Oluoch and Welbaum (1996), kavun tohumlarını 0,3 M KNO<sub>3</sub> ile 6 gün, 25 °C'de muamele etmişler ve osmotik primingin kavun tohumlarının depolama evresinin zararlı etkilerini azalttığını belirtmişlerdir.

Namjun et al. (1997), biberde K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ile yaptığı priming çalışmasında, çimlenme oranının arttığını ve T<sub>50</sub> değerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Trigo and Trigo (1999), patlıcan (*Solanum melongena* L.) tohumlarında çimlenme üzerine KNO<sub>3</sub>'ün (0,3, 0,5 and 0,7 M) farklı sürelerde (0, 24, 48 ve 72 saat) priming edilmesinin etkisini araştırmışlar ve 48 saat süreyle 0,3 M KNO<sub>3</sub> ile muamelenin patlıcan tohumlarında çimlenme, radikula uzunluğu, biomass artışı ve çıkış üzerine diğer muamelelere göre daha fazla artış sağladığını belirlemişlerdir.

Maydanozda yapılan bir çalışmada, PEG ve GA<sub>3</sub> ile muamele edilmiş tohumlarda, en çıkış yüzdesini, hipokotil uzunluğu ve gövde kuru ağırlığı bakımından en iyi sonuçlar 30 °C'de 1mM GA<sub>3</sub> uygulamalarından elde edilmiştir (Pill and Kilian 2000).

Özellikle doğrudan tohum ekimi yöntemiyle yapılan soğan üretimlerinde karşılaşılan geç ve düzensiz çimlenme problemlerini ortadan kaldırmak için yürütülen bir çalışmada soğan tohumları 342 g.l<sup>-1</sup> PEG-6000 ve %2 KNO<sub>3</sub> ile sırasıyla 14 gün ve 3 gün süreyle

priming edilmiştir. Sonuç olarak hem PEG hem de  $KNO_3$  uygulamaları kontrol tohumlarına göre erken ve uniform çimlenme üzerine etkili bulunmuştur (Duman 2002).

Nascimento and Aragao (2002), kavun tohumlarını 0,35 M  $KNO_3$  ile prime etmişler, 6 gün 25 °C'de bekletmişler ve prime edilen tohumların, prime edilmeyenlerden daha hızlı çimlendiğini ve daha fazla su absorbe ettiğini belirlemişlerdir.

Karpuz tohumlarıyla yapılan diğer bir çalışmada tohumlar 6 gün süreyle, 20 °C'de, %3'lük  $KNO_3$  ile muamele edildiğinde, erken ilkbahar ekimlerinde düşük sıcaklıklarda fide çıkışının uniform olduğu, çimlenme oranının arttığı ve fide büyümesi üzerinde olumlu etkide bulunduğu ortaya konmuştur (Demir ve Oztokat 2003).

Demir ve Mavi (2004), %3'lük  $KNO_3$  ile 6 gün süreyle prime edilen karpuz tohumlarının fide çıkışı, çıkış oranı, fide ağırlığı ve hipokotil uzunluğuna etkisini araştırmışlardır.  $KNO_3$  ile muamelenin, karpuz tohumlarında çıkış oranını artırmada ve sera şartlarındaki düşük sıcaklıklarda erken ilkbahar ekimlerinde iyi gelişmiş fide elde etmek amacıyla kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Masuda et al. (2005), ıspanak tohumlarını önce 18 saat  $H_2SO_4$ 'e maruz bıraktıktan sonra 10 °C'de PEG-6000, NaCl ya da doğal deniz suyu ile prime etmişlerdir. Priming edilen tohumlar ve kontrol tohumları 30 °C'de çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Araştırmacılar tohumlarda, NaCl sonrası 10 ay depo edildikten sonra %80' den daha fazla çimlenme meydana geldiğini, deniz suyunun PEG ya da NaCl yerine kullanılabilecek etkili bir priming ortamı olduğunu bildirmişlerdir.

Biber bitkisi ile yürütülen bir çalışmada tohumla -6 bar ( $212 \text{ g.l}^{-1}$  PEG-6000 solüsyonunda ve havalandırılmalı uygulama kabında muamele görmüştür. Uygulama sonrasında orijinal ağırlıklarına kadar kurutulan tohumlar kontrollü (20 °C) ve kontrolsüz koşullarda 6 ve 12 ay depolanmışlardır. Depolanmış tohumlar kontrol tohumları ile birlikte çimlenme, çıkış, stres koşul çıkış (15 °C ve 35 °C) ve fidelik çıkış testlerine alınmışlardır. PEG uygulamasından sonra depolanmadan ekilen tohumlarda özellikle stres ve fidelik koşullarındaki ortalama çıkış zamanı azalırken, çıkış homojenliği artmıştır (Çetin ve Duman 2005).

Rao et al. (2005), PEG ve  $KNO_3$  ile domates tohumlarının canlılığı üzerine yaptığı çalışmada, priming'in tohum vigorunu önemli derecede artırdığını belirlemişlerdir.

Biber tohumlarında çimlenmeyi kolaylaştırmak ve hızlandırmak için yapılmış bir çalışmada ozmotik koşullandırma uygulamaları PEG-6000 ile  $-1,0$  MPa'da 1, 2 ve 3 gün uygulanmıştır. Humidifikasyon uygulamaları ise 1, 2 ve 3 gün süreyle yapılmıştır. Humidifikasyon uygulamalarında en yüksek çimlenme oranı %92,5 ve en kısa ortalama çimlenme süresi 8,2 gün olurken, PEG uygulamalarında en yüksek çimlenme oranı %84 ve en kısa ortalama çimlenme süresi 8 gün olmuştur. Kontrol tohumların da ise çimlenme oranı %78, ortalama çimlenme süresi 11,1 gün olduğu gözlemlenmiştir (Demirkaya 2006).

Hussain et al. (2006), 24 saat hydropriming, 12 saat %0,5'lik  $KNO_3$  ve %0,1'lik NaCl uyguladıkları ayçiçeği tohumlarında, tohum priming tekniklerinin, fide tutumunu, verimi ve kaliteyi önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir.

Özdemir (2006), çimlenme oranı düşük olan kivi tohumlarında, priming uygulamalarının çimlenme ve çıkış üzerine olan etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla yaptığı çalışmada tohumlara, PEG,  $KNO_3$ ,  $KH_2PO_4$ , Mannitol ve NaCl uygulamış, tohum çimlenme ve çıkışında PEG ve hidropriming uygulamasının en iyi sonucu verdiğini belirlemiştir.

Yapılmış olan bir diğer çalışmada farklı priming uygulamalarının (saf su, NaCl, salisilik asit, asetilsalisilik asit (aspirin), askorbik asit, PEG-8000 ve  $KNO_3$ ) Hot Queen çeşidi biber tohumlarının tohum gücüne etkilerinin incelenmiştir. Çalışma sonunda  $KNO_3$  ile yapılan uygulamaların diğer bütün uygulamalardan üstün olduğu tespit edilmiştir.  $KNO_3$ , çimlenme süresini %50 kısaltmıştır (Amjad et al. 2007).

Bir fasulye türü (*Macrotyloma uniflorum*) tohumu ile yapılmış çalışmada, primingin sadece çimlenme yüzdesini artırmadığını, aynı zamanda tohum verimi/ha oranını, diğer büyüme parametrelerini ve hasat edilen bitki miktarını da artırdığı belirlenmiştir. (Chakraborty et al. 2007).

Güç ve performans artışı sağlamak amacıyla biber tohumlarına yapılan farklı priming uygulamalarının kullanılabilmesi de ortaya konmuştur. Daha önce yapılmış bir çalışmada Chilli cv. Pusa Jwala çeşidi biber tohumlarına 30 mM KNO<sub>3</sub> çözeltisi ile 24 saat süreyle yapılan priming uygulaması sonucunda tohumların çimlenme hızlarının arttığı tespit edilmiştir (Pandita et al. 2007).

Venkatasubramanian and Umarani (2007), (PEG 1000), KNO<sub>3</sub> ve NaCl ve hydropriming (48 saat) muamelelerini denemiş ve hydropriming'in (48 saat) domates için ve kum matrik priming'in (%80 su tutma kapasitesi, 3 gün) patlıcan bitkisi ve biber için tohum vigorunun artmasında etkili priming muamele metotlarının en iyisi olduğunu belirtmişlerdir.

İskenderiye üçgünlü çeşitlerine yapılmış bir çalışmada, tohumlara, 300 g.l<sup>-1</sup> PEG, %4 NaCl, %4 KNO<sub>3</sub> ve %20 Gliserol uygulanmış ve tohumların düşük sıcaklıkta çimlenme ve çıkış performansını araştırılmıştır. Çimlenme ve çıkışın priming amacıyla kullanılan kimyasal ve bitki çeşidine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir (Erdoğan 2008).

Yapılmış bazı çalışmalar irdelendiğinde araştırmacıların priming uygulamalarını dormansi durumunu ortadan kaldırmak içinde kullandıkları görülür. Son zamanlarda nesli tükenme tehlikesi altında olan İran bitki türlerinden olan *Kelussia odoratissima* Mozaff bitki tohumlarının dormansisini ortadan kaldırmak için priming (PEG), GA<sub>3</sub> uygulaması ve priming ile birlikte GA<sub>3</sub> uygulanmıştır. Priming tek başına olumsuz etki göstermişken GA<sub>3</sub> kontrolle karşılaştırıldığında önemli bir fark oluşturmamıştır. Priming ile GA<sub>3</sub> uygulaması ise daha iyi sonuçlar göstermiştir (Amooaghaie and Valivand 2011).

## 2.2. Düşük Sıcaklık Stresine Karşı Yapılmış Priming Çalışmaları

Küresel iklim değişikliği, aşırı ve dengesiz gübre kullanımı vb. etmenlerin bitkisel üretim üzerinde oluşturdukları stres etkileri son yıllarda en çok tartışılan konular arasındadır. Biyotik (patojen, diğer organizmalarla rekabet vb.) ve abiyotik (kuraklık, tuzluluk, radyasyon, yüksek sıcaklık veya düşük sıcaklık vb.) stres nedeniyle ekonomik önemi olan tahıllar dâhil, tüm bitkilerin normal fizyolojik işlevlerinde değişikliklere yol açmaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005). Ülkemizde olduğu gibi dünyanın değişik bölgelerinde

bitkisel üretimi en çok sınırlayan çevresel stres etmenlerinden biri ekstrem sıcaklıklardır. Abiyotik stres faktörlerinden olan ekstrem sıcaklıklar üzerinde en çok çalışılanı ise düşük sıcaklık stresidir (Bruggemann et al. 1995; Willits and Peet, 1998; Saltveit 2001).

Düşük sıcaklığın tohumların çimlenme ve çıkışı üzerine olan olumsuz etkisini ortadan kaldırmak veya azaltmak için başvurulan metotlardan birisi de priming uygulamasıdır. Bu amaçla değişik priming metotları uygulanmaktadır. Tohum priming işlemi metodolojisi türlere bağlıdır ve osmotik solüsyon, sıcaklık ve süresi çeşitlere göre değişiklik gösterir. Nascimento (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada, domates, patlıcan, karpuz ve kavun tohumları osmotik çözeltide bekletilmiş ve daha sonra düşük sıcaklıkta (10, 15, 15, 17 °C, domates, patlıcan, karpuz ve kavun sırasıyla) ve normal sıcaklıkta (20, 30 °C domates için ve 25 °C diğer türler için) çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Araştırmacı düşük sıcaklıkların çimlenme yüzdesini ve oranını azalttığını, priming edilen tohumların priming edilmeyen tohumlara göre özellikle düşük sıcaklıklarda daha yüksek çimlenme sağladığını bildirmiştir.

Rikin et al. (1979), absisik asitle ön muamelenin, beş günden daha az, 4 °C'ye maruz kalan pamuk fidelerinde soğuk zararının tamamen engellendiğini, daha ağır soğuk peryotlarda bile absisik asitle ön muamelenin, soğuk zararını büyük oranda azalttığını bildirmişlerdir.

Sachs et al. (1980), düşük sıcaklıklarda, biber tohumlarını kısa bir süre organik çözücülere batırmanın (doymuş ya da doymamış yağ asitleri ile ıslatmanın) çimlenme üzerine etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Cantliffe (1981), tarafından yürütülen bir çalışmada marul tohumları %1'lik  $K_3PO_4$  içerisinde 15 °C'de 9-22 saat karanlıkta prime edilmiştir. Araştırmacı uygulama ile çimlenme oranının %80'in üzerine çıktığını, tarla koşullarında üniform çıkış elde edildiğini ve kontrollere göre daha erken hasadın gerçekleştiğini belirtmiştir.

Atherton and Farooque (1983), 10 °C'de – 12,5 MPa PEG çözeltisinde 14 gün tutulan ıspanak tohumlarında 30 °C'de çimlenmenin %50'den %86'a çıktığını ve kontrole göre uygulanmış tohumların 5 gün daha erken çıkış gösterdiğini bildirmişlerdir.



Brocklehurst and Dearman (1984), havuç, kereviz, marul ve soğan tohumlarını 15 °C’de -1,5 MPa PEG çözeltisiyle uygulamış ve 15 °C’de çimlendirmişlerdir. Toplam çimlenme ve çıkış oranında uygulamaların etkisini kontrole göre benzer bulurken ortalama çimlenme zamanının kontrole göre havuç, kereviz, marul ve soğanda sırasıyla 3, 7, 6 ve 4 gün daha erken olduğunu bildirmişlerdir.

Alvarado et al. (1987), osmotik priming’in domates tohumlarının çimlenme, çıkış, fide gelişimi ve meyve verimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, tohumları KNO<sub>3</sub> ve PEG 8000 çözeltisinde 20 °C’de 7 gün süresiyle tutulmuş ve 30 °C’de kurutmuşlardır. Laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmada priming edilmiş tohumlar kontrole göre 20 ve 30 °C’de daha hızlı çimlenme oranı göstermiştir. 10 °C’de ise PEG uygulaması etkili olmazken, KNO<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda %50 çimlenme zamanına kadar geçen süre kontrole göre kısalmıştır. Diğer taraftan priming uygulamaları toplam çimlenme yüzdesini etkilememiştir.

Gray et al. (1991), soğan, pırasa, havuç ve kerevizde 15 °C’de 7-14 gün PEG 600, 1000, 1450, 3350, 6000 ve 8000, -1,0 ve -1,5 MPa betaine ve L-proline ile prime etmişler ve primingin tüm PEG’lerde muamele edilmemiş tohumlarla karşılaştırıldığında ortalama çimlenme zamanını kısalttığını, soğan ve kerevizde azaltmadığını belirtmişlerdir.

Fujikura et al. (1993) karnabarda hidropriming ve PEG uygulamasını karşılaştırmak amacıyla yaptıkları araştırmada, tohumları 23 °C’de 5 saat suda beklettikten sonra 20 °C’de 2 gün kurutmuşlardır. PEG uygulamasında ise tohumlar 20 °C’de 1 hafta -1,5 MPa solüsyonda bekletilmiştir. 10, 20 ve 30 °C’de yapılan çimlendirmelerde her iki uygulamada da çimlenme yüzdesi kontrole göre yüksek ve birbirine benzer olduğunu; ancak 10 °C’de çimlenme hızının kontrole göre %20 artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Torun (1993), karpuzda, PEG 4000 ve PEG 6000’in -2, -7 ve -15 bar basınca sahip üç farklı dozu (112, 224, 336 g.l<sup>-1</sup>) ile KNO<sub>3</sub>, NaNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KCl, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>’ün %2’lik tuz solüsyonlarının karpuzlarda normal ve düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkışa etkisini incelemiştir. KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> uygulamalarının çimlenme oranını önemli ölçüde artırdığını tespit etmiş ve çimlenme süresini de bir miktar kısalttığını bildirmiştir. En iyi fide çıkış oranı ise KNO<sub>3</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Öbür

tarafından tünel ve açıkta yürütülen denemelerde en iyi sonuçların  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ve  $\text{KCl}$  uygulamalarından elde edildiğini ve ön çimlendirme yapılmış tohumların bu özelliklerini bir yıl sonra da korudukları bildirilmiştir.

Yanmaz vd (1994) Sera Demre-8 ve 11B-14 biber çeşitleri ile Kemer patlıcanında 20 °C'de -10 bar'lık PEG-6000 solüsyonu ile 7 gün uygulama yaptıktan sonra tohumları 25 °C'de 24 saat kurutmuş, düşük sıcaklıkta çimlenme ve çıkışa olan etkisi incelemiştir. Çimlendirme testleri 12, 15, 18 ve 25 °C'de gerçekleştirilmiştir. PEG uygulaması biber çeşitlerinde 12 ve 15 °C'de çimlenme yüzdesini arttırmış, patlıcanda ise düşüşe sebep olmuştur. Çimlenmenin ilk üç günlük devresinde uygulamalar yüksek çimlenme göstermiş, fakat 15. gün sonunda 11B-14 çeşidinde 12 °C'nin dışındakilerde uygulanmış ve kontrol tohumları benzer sonuçlar göstermiştir. Biber çeşitlerinde uygulamalar hızla önemli düzeyde etkide bulunurken, patlıcanda aynı oranda etki gözlenmemiştir. 15 ve 18 °C'de 11B-14 çeşidinde uygulama sonucu çıkış yüzdesi ve ortalama çıkış hızı artmıştır. Aynı sonuçlar 'Sera Demre-8'de 15 ve 25 °C'de, patlıcanda 18 ve 25 °C'de ortaya çıkmıştır. 12 °C'de tohumlarda çıkış gözlenmemiştir. Çıkış hızının 'Sera Demre'-8'de 15, 18 ve 25 °C'de oldukça kısaldığı saptanmıştır.

Duman ve Eşiyok (1995), 'Nantes' havuç çeşidi tohumlarının çimlenme ve çıkış oranlarının iyileştirilmesi amacıyla ekim öncesinde PEG-6000 (273 g.l<sup>-1</sup>, -10 bar) ve  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (70 g.l<sup>-1</sup>, -20 bar) ile 15 °C de 10 gün süre ile muamele etmişlerdir. Araştırmalarının sonuçlarına göre kontrol tohumlarında %75 olan çimlenme oranı PEG uygulamasında %81'e  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasında ise %79'a ulaştığını, çıkış oranı yönünden uygulamalar arasında fark bulunmadığını (%59), kontrol tohumlarında ise çıkış oranının %50 olduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda uygulamaların hızlı ve homojen fide çıkışı sağladığını ve buna paralel olarak birim alana düşen verimi de önemli ölçüde (uygulamalarda 22–23 kg/6 m<sup>2</sup>, kontrolde 18 kg/6 m<sup>2</sup>) etkide artırdığını bildirmişlerdir.

Erkek steril kavun tohumlarında düşük sıcaklıkta çimlenme ve çıkışı artırmak için yapılan bir çalışmada, en iyi sonuç %2.5'lük  $\text{KNO}_3$  çözeltisi içerisinde 16 saat süreyle tutulan tohumlardan elde edilmiştir. Tarla denemeleriyle de düşük sıcaklıkta primingin etkinliğini teyit edilmiştir (Dhillon 1995).

Jett et al. (1996), brokoli (cv. Brigadier) tohumlarını PEG-8000 (-1,1 MPa) ile osmotik priming, sentetik kalsiyum silikat (calcium silicate) (Micro-Cel E) (1 g/1,8 ml su) ile matrik priming yapmışlar ve hem matrik priming'in, hem de osmotik priming'in laboratuarda, serada ve tarlada çimlenme oranını artırdığını, bununla birlikte, matrik priming'in 15-30 °C'de kök büyüme oranı ve çimlenme üzerine daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada %2'lik  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ve  $\text{KNO}_3$ , -0,2, -0,7 ve -1,5 MPa PEG solüsyonları ile 15 °C'de 7 gün uygulama yapılan karpuz tohumları 13, 15 ve 25 °C'de çimlendirilmiştir.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ve  $\text{KNO}_3$  ile yapılan uygulamaların 15 °C'de çimlenme ve çıkış oranını PEG uygulamasına göre daha fazla artırdığını belirlenmiştir (Abak 1996).

Pill and Korengel (1997), çayır salkım otu (*Poa pratensis*) tohumlarını PEG ve  $\text{KNO}_3$  ile prime etmişler ve 15 °C'de her ikisiyle de muamele görmüş tohumların, uygulama görmemiş tohumlara göre çimlenmesinin daha hızlı olduğunu fakat üniformitelerinin ve çimlenme yüzdelerinin artmadığını belirtmişlerdir.

Nascimento (2003), kavun tohumlarında yaptıkları çalışmada, priming uygulamasının 17 ve 25 °C altında tohum çimlenme oranını ve fide büyümesini artırdığını belirlemiştir.

Havuçla yapılmış bir çalışmada tohumlar 10 ve 20 °C'de PEG ile priming edilmiş ve uygulamanın çimlenmeyi artırdığı bildirilmiştir (Eymann et al. 2005).

Ashrafi et al. (2006) yonca tohumunun çimlenmesi süresince tuz ve soğuk direnci üzerine kalsiyumun etkisini incelemişler ve kalsiyumun, tohum çimlenmesi süresince stres şartlarının etkisinin azaltılmasında önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Sangkyun et al. (2006), soğan tohumlarını 150 mM KCl ile 10 °C'de 6 gün muamele ettikten sonra çimlenme oranının arttığını ve çimlenme süresinin azaldığını belirlemişlerdir.

Kenanoğlu (2007), Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri'nden toplanmış 23 adet su kabağı (*Lagenaria siceraria*) genotipinin düşük sıcaklıkta tohum çimlenmesinin ekim öncesi uygulamaları ile artırılması amacıyla yaptığı çalışmada, %2'lik KNO<sub>3</sub> ve %1'lik NaCl çözeltisi kullanarak 20 °C'de 4 gün süre ile yaptığı uygulamada; çimlendirme testini, 15 ve 18 °C'de, çıkış testlerini ise 18 °C'de yürütmüştür. Araştırmacı uygulamanın etkisinin, genotip, sıcaklık ve solüsyonlar arasında farklılık gösterdiğini, KNO<sub>3</sub> uygulamasının birçok genotipte NaCl uygulamasından daha iyi sonuç verdiğini, NaCl uygulamasının birçok genotipte çimlenmeyi engelleyici rol oynadığını, çimlenme sıcaklığı düştükçe KNO<sub>3</sub> uygulamasının etkisinin arttığını ve *Lagenaria siceraria* türünde özellikle KNO<sub>3</sub> uygulamasının düşük sıcaklıkta çimlenme yüzdesini artırarak, erken ilkbaharda ısıtmasız serada aşılı karpuz fidesi üretimi için hızlı ve iyi gelişmiş anaçlık fide teminini sağlayacağını bildirmiştir.

Tınmaz (2007), tohumlarında sert kabukluluk gözlenen bamya (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) çeşitlerinde sert kabukluluk özelliklerinin giderilerek bitkisel gelişimin ve verimin artırılmasına yönelik ekim öncesi tohum uygulamalarının çimlenme, çıkış ve verim üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacı sıcaklık, nem ve uygulama zamanı kombinasyonlarını denemiş; sonuçta 15 ve 25 °C çimlendirme testlerinde çimlenme oranlarının istatistiki açıdan önemsiz, 15 °C çimlenme testlerinde çimlenme süresi (gün) ve vigor indeksin önemli, çimlenme zaman dağılımının önemsiz olduğunu belirlemiştir. 25 °C çimlenme testlerinde ise çimlenme zaman dağılımı, çimlenme süresi (gün) ve vigor indeksin istatistiki açıdan önemli olduğunu, 15 ve 25 °C çıkış testlerinde tohum uygulamalarının vigor indeksi, çıkış zaman dağılımı, çıkış süresi (gün) ve çıkış oranı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli sonuç vermediğini, tarla denemelerinde tohum uygulamalarının verim üzerine etkilerinin önemsiz olduğunu ve ekim zamanlarının toplam verim (kg/da) üzerine etkisinin istatistiki açıdan fark meydana getirdiğini belirtmiştir.

Bölek vd (2008), NaCl'ün farklı pamuk çeşidi tohumlarının düşük sıcaklıkta çimlenme performansı üzerine olan etkilerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, farklı pamuk çeşitlerine ait tohumların düşük sıcaklıktaki çimlenme oranlarının olumlu ya da olumsuz yönde etkilendiğini, NaCl uygulamasının çeşitlere bağlı olarak düşük sıcaklıktaki çimlenme oranını artırmada etkili bir şekilde kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Korkmaz ve Korkmaz (2009), kırmızı biber tohumlarında ALA ve KNO<sub>3</sub> ile yaptıkları priming çalışmalarında KNO<sub>3</sub> ile birleşik olarak ALA'nın kullanımının biber tohumlarının düşük sıcaklıkta performanslarını artıran etkili bir metot olduğunu belirtmişlerdir.

### **2.2.1. Düşük Sıcaklık Stresine Karşı Yapılan Priming Çözeltilerine Çeşitli Büyüme Düzenleyicilerin Eklenmesi**

Araştırmaların bazılarında hazırlanan çözeltiye ilave edilen değişik bitki büyüme düzenleyicileri (BBD)'nin priming işlemini daha da ekili hale getirdiğini, olumsuz toprak şartlarına karşı bitki toleransını ve direncini artırdığını belirtmişlerdir (Pill and Finch-Savage 1988).

Yapılan bir çalışmada buğday tohumunun (*Triticum aestivum* L.) çimlenmesinde büyüme düzenleyicilerinin ve tuzluluğun, oluşan fidelerin büyümesi esnasında meydana gelen polifenol oksidaz aktivitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda tuzluluğun (NaCl) çimlenmeyi engellediğini, büyüme düzenleyicilerinin (kinetin, giberallik asit ve Giberallik asit + kinetin kombinasyonu) bu engellemeyi büyük ölçüde azalttığını saptamışlardır. Çimlenmenin 4. ve 5. günlerinde tuzlu ortamda büyüme düzenleyicileriyle özellikle giberallik asit ile teşvik edilen monofenol oksidaz aktivitesinin koleoptilde ve radikulada endospermden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (Kabar ve Kocaçalışkan 1990).

Pill and Kilian (2000), yaptıkları çalışmada 'Moss Curled' maydanoz tohumlarına (*Petroselinum* L.) osmotik uygulamada (priming) polietilenglikol (PEG), matrik priming'de ise vermikulit kullanmışlardır. Tohumlara 20 ve ya 30 °C'de, -0,5MPa osmotik basınçta 0 ya da 1 mM GA<sub>3</sub> kullanılarak tohumların 4-7 günde hızlı bir çimlenme gösterdiklerini saptamışlardır. Tohumlara 30 °C'de yapılan osmotik priming uygulamasında 7 günde %83 çimlenme, matrik primingde ise %89 çimlenme olduğunu gözlemlemişlerdir. Fakat 20 °C'de uygulanan primingin 4 gün içinde çimlenme yüzdesi üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Priming çözeltisine ilave edilen bitki büyüme düzenleyicilerinin karpuz (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum. & Nakai. Crimson Sweet çeşiti) tohumlarının düşük sıcaklıkta çimlenme ve fide çıkışı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, uygulama görmemiş kontrol tohumlarına göre, bitki büyüme düzenleyicilerinin gerek varlığında ve gerekse yokluğunda gerçekleştirilen priming uygulamalarının karpuz tohumlarında 15 °C'de çimlenme yüzdesi ve hızında önemli iyileşme sağladığı belirlenmiştir (Korkmaz et al. 2004).

Öbür taraftan priming uygulamaları her zaman olumlu sonuç vermemektedir. Örneğin Tiryaki ve Büyükçingil (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada, mısırın düşük sıcaklıktaki çimlenme ve fide çıkış performanslarının PEG priming uygulaması ile artırılamayacağını ve priming ortamına ilave edilen ACC, JA-Me veya ASA gibi bitki büyüme düzenleyicilerinin çimlenme ve çıkış performanslarında iyileşme yerine önemli düşüslere neden olduğunu belirlemişlerdir.

Korkmaz (2005a), bitki büyüme düzenleyicilerinin priming çözeltisine eklenmesinin, depolama öncesi ve depolama sonrası tatlı biberin (*Capsicum annuum* 'Demre') düşük sıcaklıkta çimlenme ve çıkış yüzdesi üzerine etkilerini incelediği çalışmasında, tohumları 6 gün 25 °C'de, içerisinde 1, 3, 5, 10 µM metil jasmonat (MeJA) ve 0,05, 0,1, 0,5, 1 mM asetil salisilik asit (ASA) olan %3'lük KNO<sub>3</sub> çözeltileri içerisinde bekletmiş ve bitki tohumlarında priming yapılmasının, bitki büyüme düzenleyicilerinin varlığında ya da yokluğunda genel olarak çimlenme yüzdesini, çimlenme oranını ve eş zamanlı çimlenmeyi 15 °C'de prime edilmemiş tohumlara göre artırdığını belirlemiştir. Çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı ve eş zamanlı çimlenme özelliklerinde 0,1 mM ASA içeren KNO<sub>3</sub> çözeltisinin en yüksek değerleri verdiğini, çıkış yüzdesinin 0,1 mM ASA ve 3 µM MeJA çözeltilerinde en yüksek değer aldığını belirlemiştir. 0,1 mM ASA ve 3 µM MeJA içeren KNO<sub>3</sub> çözeltilerinin, tatlı biber tohumlarının düşük sıcaklıkta performanslarını artırmak için etkili bir metot olduğunu belirlemiştir.

Kavun tohumlarında KNO<sub>3</sub> (%3,5), MeJA (1, 3, 5 ya da 10 µM) ve Spermine (1, 3, 5 ya da 10 mM) uygulamalarının soğukta (15 °C) çimlenme yüzdesi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. KNO<sub>3</sub>'ün büyüme düzenleyicilerin varlığında ya da yokluğunda çimlenme yüzdesini artırdığı, KNO<sub>3</sub> içerisine büyüme düzenleyiciler de eklendiğinde genel olarak çimlenme yüzdesinin arttığı belirlenmiştir. 1 µM ya da 3 mM Spermine'nin %3,5'lik

$KNO_3$  içerisine eklenmesinin kavun tohumlarında düşük sıcaklıkta performanslarının artırılmasında kullanılabilecek etkili bir yol olduğu belirlenmiştir (Korkmaz et al. 2005).

Tiryaki et al. (2005), yaptıkları çalışmada priming solüsyonu olarak polietilen glikol (PEG)'u test etmek ve priming ortamına ilave edilen stres ile ilgili bitki büyüme düzenleyicilerinin amarant tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansları üzerine etkilerini incelemiştir. PEG doz ve priming süresi denemesinde amarant tohumları farklı konsantrasyonlarda metil jasmonat (1, 3, 5 ve 10  $\mu M$ ), spermin (1, 3, 5 ve 10 mM) ve asetil salisilik asit (ASA, 50, 100, 500, 1000  $\mu M$ ) içeren 100 g.l<sup>-1</sup> PEG solüsyonu içerisinde 15 °C' de 3 gün süreyle prime edilmiştir. Deneme sonucunda araştırmacılar PEG'in priming ortamı olarak 15 °C'nin altındaki sıcaklıklarda daha etkili olduğunu ve çimlenme hızında önemli derecede artışlar sağlandığını saptamışlardır. Ayrıca priming ortamına ilave edilen bitki büyüme düzenleyicilerinden 100  $\mu M$  ASA'nın çimlenme hızında ve fide çıkış yüzdelerinde önemli artışlar sağlandığını tespit etmişlerdir.

Aspirinin üşüme, kuraklık ve tuz streslerine maruz bırakılan kavun fidelerinde meydana gelen zararı önleme üzerine etkileri incelenmiş ve aspirin uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine kıyasla genelde daha düşük hasar içerdiği ve daha yüksek klorofil, stoma iletkenliği, yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlığı ve karbonhidrat içeriğine sahip olduğu, buna karşılık daha düşük göreceli elektrik iletkenlik değerine sahip olduğu, aspirin konsantrasyonları arasında ise 0,25 ve 0,50 mM konsantrasyonlarının en iyi sonucu verdiği ve kullanılan en yüksek aspirin konsantrasyonu olan 1,00 mM'un, stres faktörlerine karşı toleransı artırmada daha düşük konsantrasyonlara kıyasla daha az etkili olduğu belirlenmiştir (Uzunlu 2006).

'Çorbacı', 'Sera Demre 8', ve 'Yalova Yağlık' biber tohumlarında priming (kontrollü nemlendirme, 48 saat, 25 °C) uygulamasının stres sıcaklıklarında (düşük 15 °C ve yüksek 35 °C) çimlenme, tohumun şeker, toplam yağ, yağ asitleri ve enzim aktivitesindeki değişimlere etkisini incelemek amacıyla yürütülmüş bir çalışmada, priming ile çimlenme oranında kontrole göre en yüksek artış 'Çorbacı' çeşidinde %12 ile 35 °C'de, %21 ile de 15 °C'de belirlenmiştir (Kaya vd 2009).

### 2.3. Yüksek Sıcaklık Stresine Karşı Yapılan Priming Çalışmaları

Coons et al. (1990) marul çeşitlerinin NaCl (0,0, -0,3, -0,6, -0,9, -1,2 ve -1,5 MPa) ve yüksek sıcaklığa (20, 25, 30 ve 35 °C) toleransını inceledikleri araştırmalarında, NaCl konsantrasyonunun artmasıyla düşük sıcaklıkta ve 35 °C'de çimlenme yüzdesi ve oranının azaldığını bildirmişlerdir.

Kuşkonmaz ve domates tohumları ile 35 °C'de yürütülen bir çalışmada priming uygulamaları hem kuşkonmaz hem de domateste kontrole göre çimlenme yüzdesini artırmıştır (Owen and Pill 1994).

Esechie (1994), sorgum üzerinde yaptığı çalışmada tuzluluk ve sıcaklığın karşılıklı etkileşimlerinin çimlenme üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda ise tuzluluğun çimlenmeyi önemli derecede etkilediğini ve tuzluluk artışıyla çimlenme oranlarının azaldığını ayrıca da tuzun çimlenme üzerine olan olumsuz etkisinin yüksek sıcaklıklarda daha az olduğunu tespit etmiştir.

Carter and Vavrina ( 2000) 20, 25, 30, 35, ve 40 °C sıcaklıklarda çimlenme oranlarını test etmek için 'M, Mitla, Tam Veracruz, Cayenne, Large, Red Thick ve Ole' biberleriyle bir çalışma yürütmüştür ve yüzde çimlenme ile %50 çimlenme zamanı (T<sub>50</sub>) hesaplanmıştır. Çalışmada bütün çeşitler termodormansi göstermiştir fakat bu durum sıcaklık ve çeşitler arasında farklı gelişmiştir. Hiçbir çeşit 40 °C de %1 çimlenmeyi aşamamıştır. 'M, Mitla ve Tam Veracruz' çeşitleri 20-30 °C de neredeyse %100 çimlenme gösterirken bu oran 35 °C de Tam Veracruz çeşidinde %48 azalmıştır. M %82, Mitla %72 çimlenme göstermiştir. Cayenne, Large, Red Thick ve Ole' nın 35 °C'de çimlenme oranları ise %25 in aşağısında gözlemlenmiştir.

Yeonok et al. (2000), havuç tohumlarının 10-35 °C'de PEG-8000 ile prime edilmesinin çimlenme yüzdesini artırdığını, havuç tohumlarında PEG ile 100 mM K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> birleşiminin tek başına PEG kullanımı kadar etkili olmadığını, 50 mM K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>'ün marul tohumlarında çimlenmeyi artırdığını belirlemişlerdir.



Korkmaz (2005b), tarafından yürütülen bir çalışmada priming çözeltisine ilave edilen spermine ve 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC)'in marul tohumlarının yüksek sıcaklıkta çimlenme ve toprak çıkışları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Marul tohumları 1, 3, 5, ve 10  $\mu\text{M}$  ACC ve 0,5, 1, 3 ve 5 mM spermine içeren -1,5 MPa su basıncına sahip  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  çözeltisi içerisinde 20 saat boyunca karanlıkta 15  $^\circ\text{C}$ 'de prime edilmişler ve sonrasında 35  $^\circ\text{C}$ 'de çimlenme ve toprak çıkış testlerine tâbi tutulmuşlardır. Uygulamalar arasında en yüksek çimlenme (%96) ve toprak çıkış (%72) oranları 10  $\mu\text{M}$  ACC ilave edilmiş ortamda prime edilen tohumlardan elde edilmiştir. Spermine için en yüksek çimlenme 0,5 mM (%90) ve 1 mM (%90), en yüksek toprak çıkışı ise 1 mM (%66) konsantrasyonlarından elde edilmiştir. Kontrol tohumlarının 35  $^\circ\text{C}$ 'de çimlenmeleri %25, toprak çıkış oranları ise %14 düzeyinde kalmıştır. Bu sonuçlara dayanarak, priming ortamına ilave edilecek olan 10  $\mu\text{M}$  ACC ve 1 mM sperminin, marul tohumlarının yüksek sıcaklıktaki performanslarını arttırmada başarılı bir şekilde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Priming uygulamalarının marulda yüksek sıcaklıkta (35  $^\circ\text{C}$ ) çimlenme ve toprak çıkışları üzerindeki araştırıldığı bir çalışmada priming uygulamaları arasında en yüksek çıkış (%72) oranı 10  $\mu\text{M}$  ACC ilave edilmiş -1,5 MPa su basıncına sahip  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ortamda prime edilen tohumlardan elde edilmiştir. Aynı çalışmada kontrol tohumları çıkış yüzdesi %14'te kalmıştır (Korkmaz 2006).

Pereira et al. (2009) tarafından yüksek sıcaklık koşullarında yürütülen bir çalışmada 1,0 ve 1,2 MPa su basıncına sahip PEG 6000 ortamda prime edilen havuç tohumlarında kontrole göre çimlenme yüzdesi ve tarla koşullarında çıkış yüzdesinin arttığı ortaya konmuştur.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bitkisel materyal olarak 'BT İnce Sivri Kıl Tatlı-016' biber çeşidi (Bursa Tohumculuk A.Ş.) tohumları kullanılmıştır. Bu çeşit açık tarla yetiştiriciliğine uygun olup pazar ve manavlarda aranan, albenisi yüksek bir üründür. Bitki yapısı 50-60 cm boyunda olup meyveler 17-20 cm uzunluğunda yeşil, tatlı ve sivridir. Ayrıca meyveleri içinde sert damarı olmayan, çekirdeği az olan bir çeşittir. 55-60 günde hasada gelir ve dekara verim 3,5-4 ton civarındadır. Hasat periyodu sezon boyudur. Ekim zamanı olarak ilkbahar ve yaz içindeki aylar tavsiye edilir (Anonim 2014).



Şekil 3.2.1. BT İnce Sivri Kıl Tatlı-016' biber çeşidi

Biber tohumlarında yapılan ön çimlendirme testinde çimlenme yüzdesi %92 olarak bulunmuştur. Priming uygulaması için seçilen PEG-8000 (%10), KNO<sub>3</sub> (%3), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (%2) kimyasallarıyla hazırlanan çözeltilere Prohexadione-Calcium (Pro-Ca)'un (0, 25, 50 ve 100 mg.l<sup>-1</sup>) farklı dozları ilave edilerek çimlenme ve çıkışa etkisi araştırılmıştır.

### 3.2.1. Priming Ortamı Olarak Kullanılan Kimyasalların Uygulanması

Araştırmada ilk olarak çimlenme ve çıkış testleri öncesi tohumlar priming işlemine tabi tutulmuşlardır. Priming öncesi tohumlar yüzeysel sterilizasyon için %1'lik NaClO (etkin maddesi %5) içerisinde 15 dakika süreyle bekletilmiş ve ardından üç defa steril saf su ile durulanmıştır (Şekil 3.2.1). Priming uygulaması için %10 PEG-8000, %3 KNO<sub>3</sub>, %2 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri hazırlanmıştır. Her bir çözelti içerisine ayrı ayrı Pro-Ca'un 0, 25, 50 ve 100 mg.l<sup>-1</sup>lik dozları eklenmiştir ve toplamda 12 adet priming çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltilere tohumlara yapışma oranını artırmak için 0,1 ml.l<sup>-1</sup> oranında Tween-20 eklenmiştir.



Şekil 3.2.2. Priming öncesi tohumların yüzeysel sterilizasyonu

Yüzeysel sterilizasyona tabi tutulan tohumlar içerisine çift kat kurutma kâğıdı bulunan kapaklı şeffaf plastik kaplara (10x10x4 cm) yerleştirilmiş ve üzerine her kimyasalın belirtilen konsantrasyonlarından 10 ml ilave edilmiştir. Üzeri kapatılan plastik kaplar sıcaklığı 25 °C ayarlanmış inkübatörde 3 gün süreyle karanlıkta prime edilmiştir. Üçüncü gün sonunda inkübatörden çıkarılan materyaller saf su ile 3 defa yıkanarak kurutma kâğıtları üzerinde 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.2.2).



Şekil 3.2.3. Priming işlemi ve sonrasında tohumların kurutulması

### 3.2.2. Çimlenme Denemesi

Çimlenme testi tesadüf parselleri deneme planına göre laboratuvar koşullarında nem sıcaklık ve ışık kontrollü iklim dolabında (Memmert) 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 3.2.3).



Şekil 3.2.4. Çimlendirme testi

Çimlendirme testi için priming işlemine tabi tutulan biber tohumları, içerisinde iki kat kurutma kâğıdı yerleştirilmiş petri kapları içerisine 25'er adet konulmuştur. Her bir petri kabına 3 ml su ilave edilerek tohumlar karanlıkta 15 °C'de çimlenme testine tabi tutulmuşlardır. Çimlendirme süresi boyunca her gün çimlenen tohumlar sayılarak not edilmiş ve petrilerden uzaklaştırılmıştır. Çimlenmeye esas olarak kökçük ucunun çıplak gözle görülebilmesi veya kökçüğün 2 mm büyüklüğünde olması yeterli kabul edilmiştir. Çimlendirme ortamının ihtiyacına göre zaman zaman su ilavesi yapılmıştır.

### 3.2.3. Çıkış Denemesi

Çıkış çalışması için priming işlemine tabii tutulan biber tohumları içerisinde 3:1 oranında torf ve perlit karışımı bulunan plastik kaplara 25 adet 3 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Tohumlar 1 cm derinlikte ekilerek üzerleri aynı yetiştirme ortamı ile kapatılmış ve hafifçe bastırılmıştır (Şekil 3.2.4).



Şekil 3.2.5. Çıkış testi için kullanılan kaplar ve tohum ekimi

Tohum ekimi yapılan kaplar alttan su drene olacak şekilde sulama yapılarak 15 °C'ye ayarlanmış iklim dolaplarına yerleştirildikten sonra düzenli olarak sulanmış ve ilk kotiledon yaprakların görülmesiyle birlikte her gün çıkış sayımı yapılmıştır.



Şekil 3.2.6. Ekim öncesi priming uygulaması görmüş tohumların çıkışından bir görüntü

Düşük sıcaklık stresinde yapılan uygulamalar iklim dolabının 35 °C ye ayarlanmasıyla yüksek sıcaklık stresi için tekrarlanmıştır.

### 3.2.4. Çimlenme ve Çıkış Denemelerinde İncelenen Özellikler

**3.2.4.1. Tohum nemi:** 103 ± 2 °C'de 17 saat kurutulan tohumlarda, yaş tohum ağırlığı üzerinden tohum nemi ISTA (1997) kurallarına göre saptanmıştır.

**3.2.4.2. Çimlenme Yüzdesi (%):** [Çimlenen tohum sayısı/Toplam tohum sayısı] x100

**3.2.4.3 Ortalama Çimlenme Süresi (MGT):** ISTA (2003)'den yararlanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$MGT = \frac{\sum(Dn)}{\sum n}$$

Formülde;

MGT: Ortalama çimlenme süresi

n: D günde çimlenen tohum sayısı

D: Çimlenme testi başlangıcından itibaren geçen gün sayısı.

**3.2.4.4. Çimlenme İndisi:** ISTA (2003)'den yararlanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$GI = \sum \left( \frac{GT}{T_t} \right)$$

Formülde;

GI: Çimlenme indeksi

G: T günde çimlenen tohum sayısı

t: Çimlenme testi başlangıcından itibaren geçen gün sayısı.

**3.2.4.5. Çimlenme Hızı G<sub>50</sub> (gün):** Çimlenen tohumların %50'sinin çimlenmesi için gerekli gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

**3.2.4.6. Çıkış Yüzdesi (%):** [Çıkan fide sayısı / Toplam ekilen tohum sayısı] x100

**3.2.4.7. Ortalama Çıkış Süresi (MET):** ISTA (2003)'den yararlanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$MET = \frac{\sum (Dn)}{\sum n}$$

Formülde;

MET: Ortalama çıkış süresi

n: D günde çıkan tohum sayısı

D: Çıkış testi başlangıcından itibaren geçen gün sayısı.

**3.2.4.8. Çıkış İndisi:** ISTA (2003)'den yararlanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$EI = \sum \left( \frac{ET}{T_t} \right)$$

Formülde;

EI: Çıkış indeksi

E: T günde çıkan tohum sayısı

t: Çıkış testi başlangıcından itibaren geçen gün sayısı.

**3.2.4.9. Çıkış Hızı  $E_{50}$  (gün):** Çıkış gösteren fidelerin %50'sinin çıkması için gerekli gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.5. Deneme Deseni ve Veri Analizi**

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen veriler SAS istatistik paket programı (v.9.1) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş vd 1987).



## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Priming Öncesi Tohum Nemi Tayini**

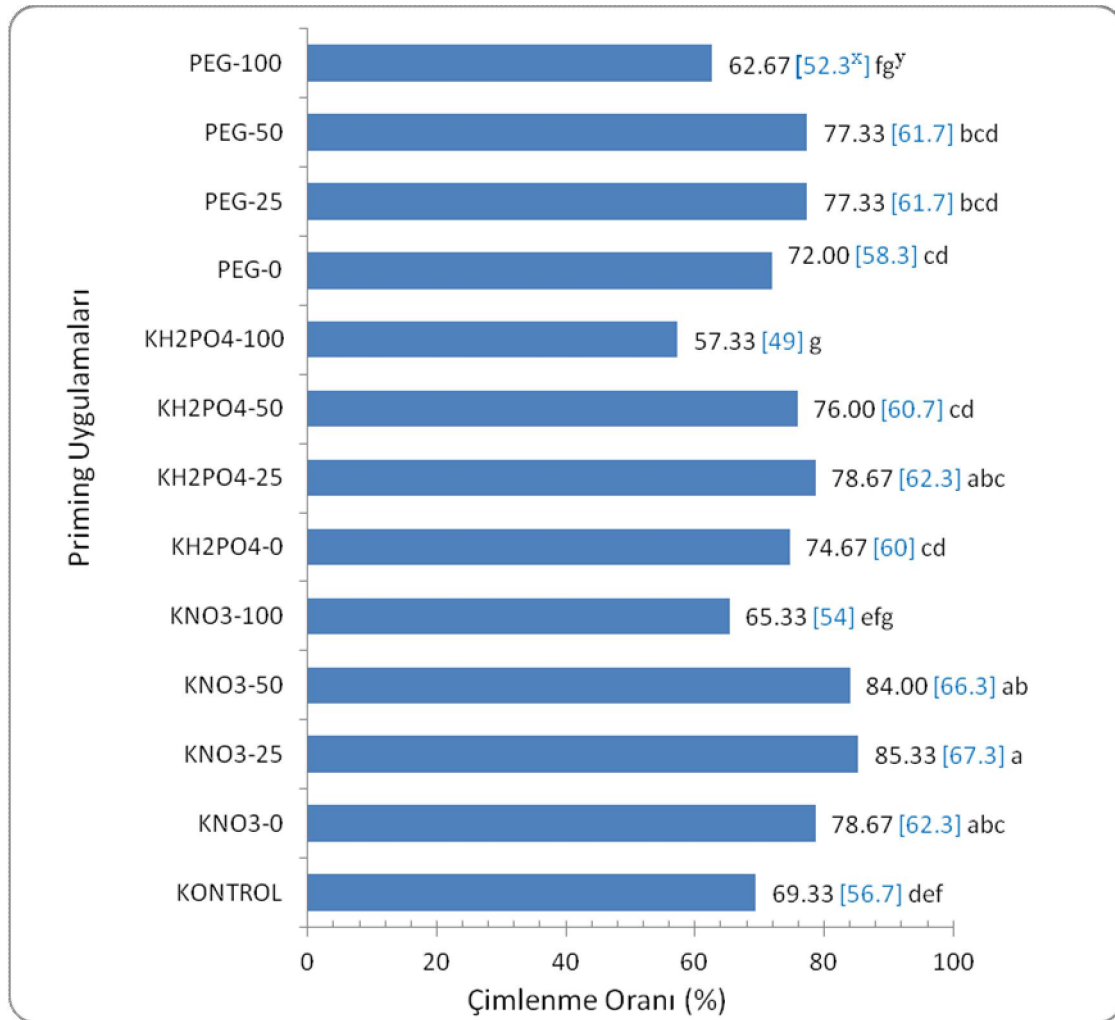
Denemenin başlangıcında Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) Kuralları'na uygun olacak şekilde yapılan nem testi sonucunda, biber tohumlarının nem kapsamlarının %8,5 olduğu tespit edilmiştir (ISTA 2007).

### **4.2. Priming + Pro-Ca Uygulamalarının Düşük Sıcaklıkta Biber Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Performansları Üzerine Etkileri**

#### **4.2.1. Çimlenme Yüzdesi (%)**

Ekim öncesi farklı konsantrasyonlarda yapılan Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklıkta (15 °C) biber tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.1'de verilmiştir. Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Uygulamaların biber tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi incelendiğinde çimlenme oranlarının %57,33-85,33 arasında değiştiği görülmektedir. Priming uygulamaları genel olarak kontrole (%69,33) göre çimlenme oranını önemli oranlarda arttırmıştır.



Şekil 4.1. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C’de tohum çimlenme yüzdesi üzerine etkileri. (x = Açık dönüşüm değerleri olup, istatistiki analizler bu verilere göre yapılmıştır. y = Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir)

En yüksek çimlenme oranı (%85,33), KNO<sub>3</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ile muamele edilen tohumlardan elde edilmiştir. Bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan KNO<sub>3</sub> + 50 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca, KNO<sub>3</sub> + 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamaları takip etmiştir. Diğer taraftan en düşük çimlenme oranı KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 100 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamasında görülmüştür. Pro-Ca’un artan dozları belli bir noktaya kadar tohumlarda çimlenme yüzdesini artırmış, ancak en yüksek doz olan 100 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ilave edilen priming uygulamalarında kontrol grubuna oranla çimlenme yüzdesinde düşüş olmuştur (Şekil 4.1).

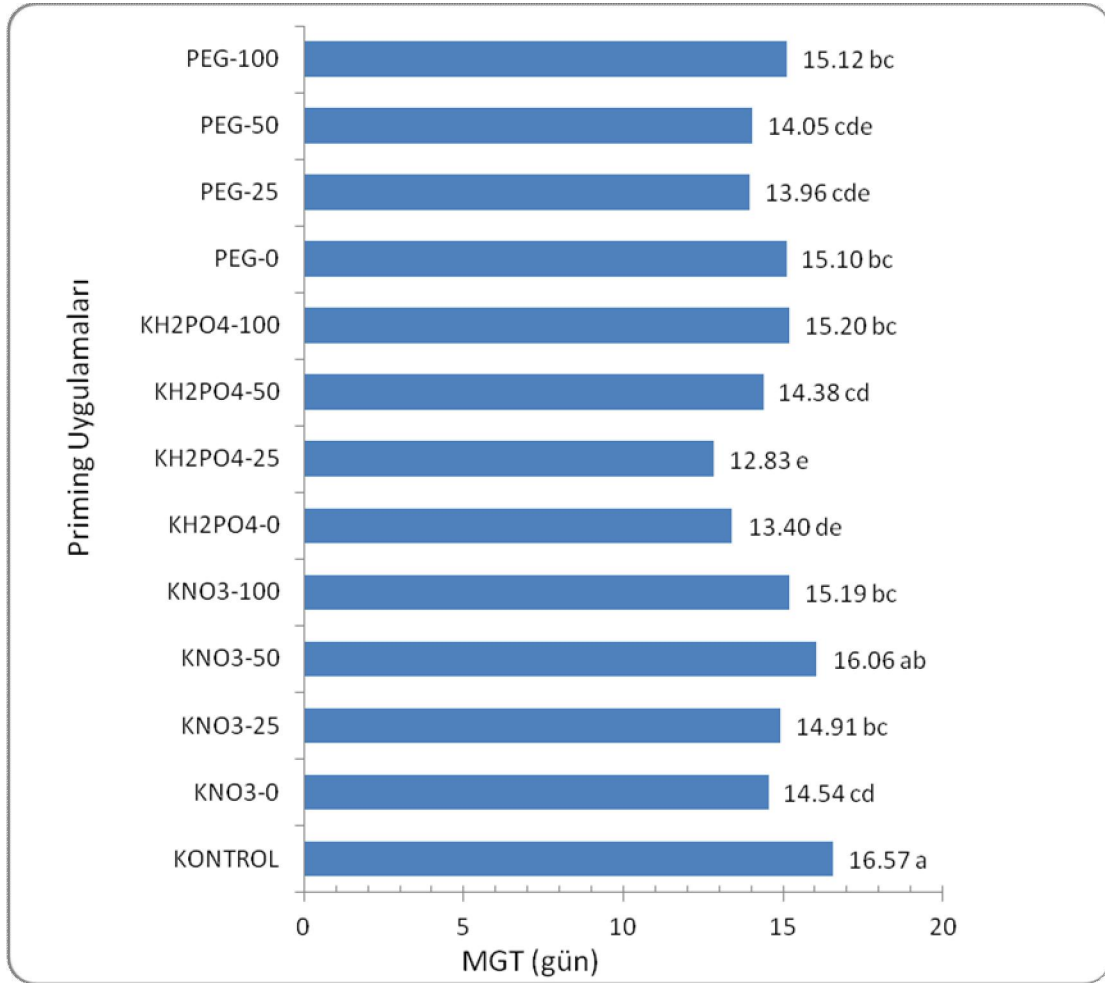
Bu araştırma sonucunda, priming uygulaması ve priming çözeltilisine eklenen, bitki büyüme düzenleyicisi olarak kabul edilen Pro-Ca'un düşük sıcaklık altında biber tohumlarının çimlenme yüzdesini arttırdığı/iyileştirdiği yönünde sonuçlar elde edilmiştir. Benzer sonuçlar, biber tohumlarına yapılan ön uygulamaların sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesini arttırdığını bildiren Kaya vd (2010) tarafından da elde edilmiştir. Diğer araştırmacıların yapmış olduğu birçok çalışmada, priming uygulamalarıyla düşük sıcaklıkta çimlenme oranlarında artış elde edildiği ortaya konulmuştur. Stres faktörlerinin etkisini azaltmaya yönelik priming uygulamalarının karpuz (Demir and Venter 1999), kereviz (Khan et al. 1980) ve domates (Odell and Cantliffe 1986) ve biber tohumlarında çimlenme yüzdesini artırdığı, çıkış zamanını kısalttığı ve serada fide çıkışını artırdığı belirlenmiştir (Demir and Okçu 2004). Korkmaz and Korkmaz (2009), kırmızı biber tohumlarında ALA ve KNO<sub>3</sub> ile yaptıkları priming çalışmalarında KNO<sub>3</sub> ile birlikte ALA'nın kullanımının biber tohumlarının düşük sıcaklıkta performanslarını artıran etkili bir metot olduğunu belirtmişlerdir. Buna benzer bir çalışmada (Korkmaz et al. 2005) kavun tohumlarında KNO<sub>3</sub>'ün büyüme düzenleyicilerin varlığında ya da yokluğunda çimlenme yüzdesini artırdığı, KNO<sub>3</sub> içerisine büyüme düzenleyiciler de eklendiğinde genel olarak çimlenme yüzdesinin arttığı görülmüştür.

#### 4.2.2. Ortalama Çimlenme Süresi (MGT) (gün)

Biber tohumlarında Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklık koşullarında (15 °C) tohumların ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Şekil 4.2 incelendiğinde biber tohumlarının ortalama çimlenme süresi değerlerinin 16,57-12,83 gün arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama çimlenme süresine ait veriler değerlendirildiğinde, tohumlara yapılan ön uygulama, ortalama çimlenme süresi üzerinde kontrole göre daha etkili olduğu bulunmuştur. En yüksek değere sahip olan kontrol gurubu (16,57 gün) istatistik olarak KNO<sub>3</sub> + 50 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ile aynı grupta yer almıştır. Diğer taraftan en düşük ortalama çimlenme süresi (12,83 gün) KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamasında görülmüştür. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi bütün ön uygulamalar önemli ya da önemsiz derecede kontrole oranla çimlenme süresini azaltmıştır. Ortalama

çimlenme süresindeki düşüş genel olarak Pro-Ca doz miktarı arttıkça belli bir noktaya kadar devam etmiş fakat yüksek dozlarda özellikle de  $100 \text{ mg.l}^{-1}$  uygulamasında durum tersine dönmüş ve ortalama çimlenme süresinde artış görülmüştür.

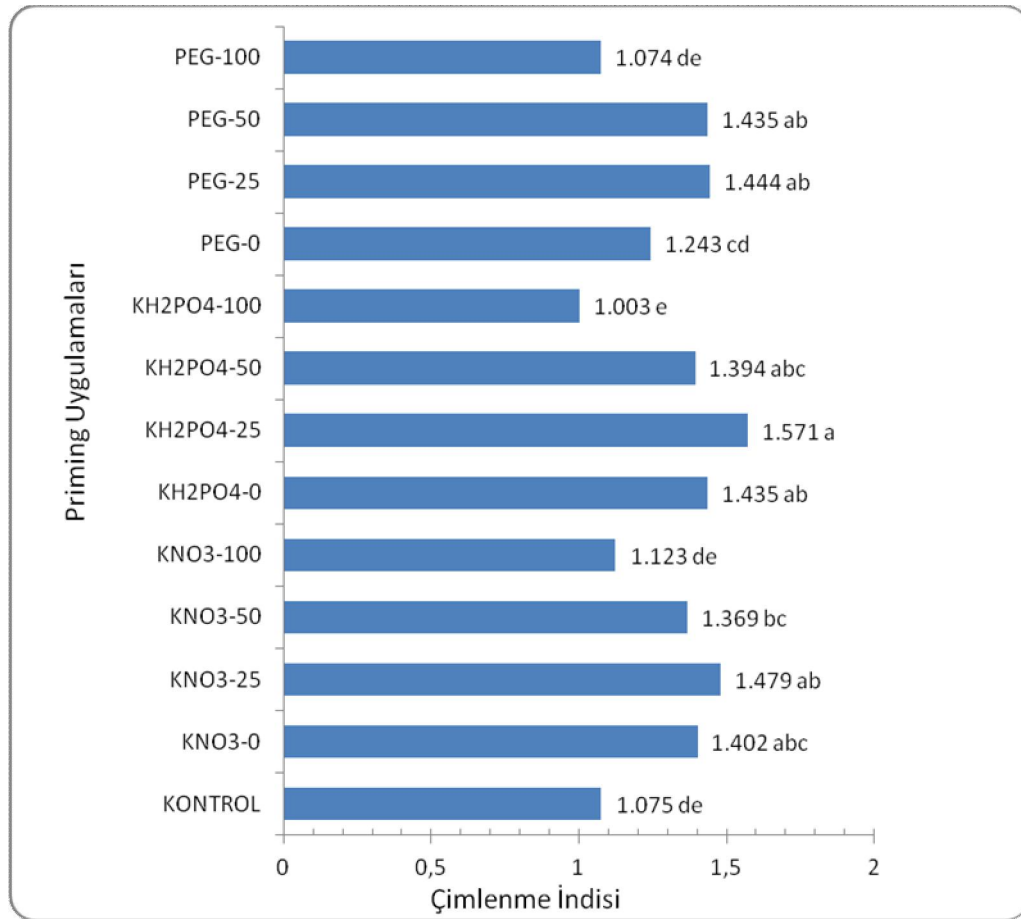


Şekil 4.2. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının  $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ortalama çimlenme süresi (MGT) üzerine etkileri

Elde edilen bu sonuçlar bazı önceki çalışmalarla uyum içerisindedir. Priming uygulamaları biber tohumlarında normal çimlenme oranını arttırırken ortalama çimlenme süresini azaltmıştır (Thanos et al. 1989; Lanteri et al. 1996; Demirkaya 2006; Sivritepe and Sivritepe 2008). Amjad et al. (2007), Hot Queen çeşidi biber tohumlarında farklı priming ajanları (saf su, NaCl, salisilik asit, asetilsalisilik asit, askorbik asit, PEG-8000 ve  $\text{KNO}_3$ ) yürüttükleri çalışmada  $\text{KNO}_3$  ile yapılan uygulamaların diğer bütün uygulamalardan üstün olduğu çimlenme süresini kısalttığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan bazı çalışmalarda priming uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerinde bir

etkisinin olmadığı yönünde çalışmalar da vardır. Örneğin Başay vd (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada Kandil çeşidi biber tohumlarında PEG ve KNO<sub>3</sub> uygulamalarının çimlenmeyi arttırdığı ancak ortalama çimlenme süresinde bir etkisi olmadığı belirtilmektedir.

#### 4.2.3. Çimlenme İndisi



Şekil 4.3. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de çimlenme indisi üzerine etkileri

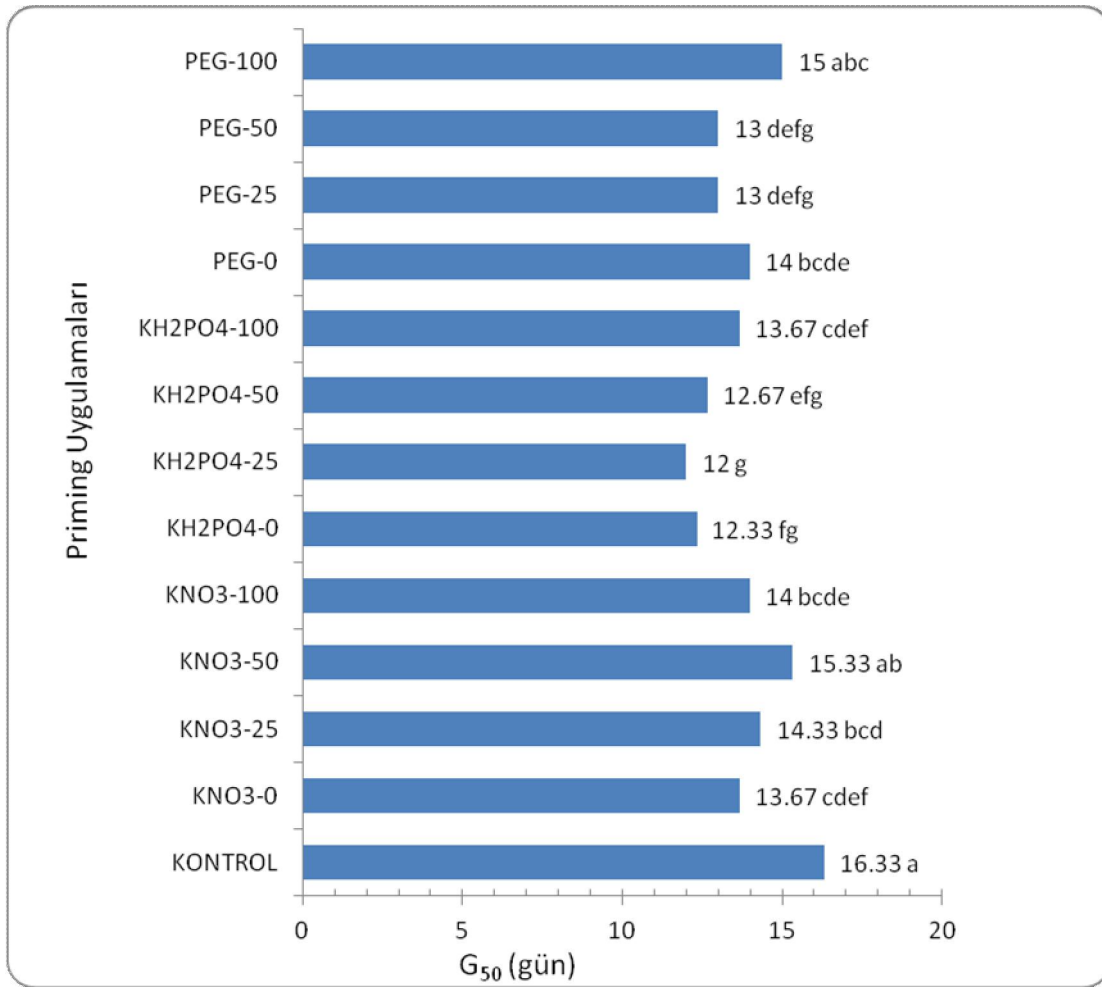
Ekim öncesi farklı konsantrasyonlarda yapılan Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklıkta (15 °C) biber tohumlarının çimlenme indisi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.3'te verilmiştir. Araştırmaya konu olan uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çimlenme indisi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur. Çimlenme indisinin yüksek olması tohumların çimlenme ve çıkış gücünün yüksek olması yani vigorunun yüksek olması anlamına gelmektedir.

Uygulamaların biber tohumlarının çimlenme indisi üzerine etkileri incelendiğinde değerlerin 1,003 – 1,571 arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında Pro-Ca'un 100 mg.l<sup>-1</sup> dozu hariç diğer uygulamalar çimlenme indisini artırmıştır. Benzer sonuçlar, biber tohumlarına yapılan ön uygulamaların çimlenme indisini arttırdığını bildiren Amjad et al. (2007) tarafından da elde edilmiştir. En yüksek çimlenme indisi değeri KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamasından (1,571 ) edilmiş ve bu uygulamayı sırasıyla aynı istatistiki grupta yer alan KNO<sub>3</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca, PEG + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca, PEG + 50 mg.l<sup>-1</sup> ve Pro-Ca, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamaları takip etmiştir. Diğer taraftan en düşük ortalama çimlenme indisi değeri ise kontrol uygulamasının da içerisinde yer aldığı grupta; Pro-Ca'un 100 mg.l<sup>-1</sup> uygulamalarında görülmüştür. Sivritepe ve Şentürk (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada biber tohumlarının fizyolojik olarak iyileştirilmesi için su ve tuz çözeltileri ile yapılan priming ve kurutma uygulamaları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak özellikle priming uygulamasına tabi tutulan tohumlarda 100 mM KNO<sub>3</sub>, priming ve kurutma işlemi uygulanan tohumlarda ise 100 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> uygulamalarının, çimlenme indisi değerleri açısından oldukça yüksek performans artışı sağladıkları tespit edilmiştir.

#### 4.2.4. Çimlenme Hızı (G<sub>50</sub>) (gün)

Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklık altında biber tohumlarının ortalama çimlenme hızına ilişkin verilerle yapılan Duncan testi sonuçları Şekil 4.4'de özetlenmiştir. Araştırmaya konu olan uygulamaların düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çimlenme hızı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Şekil 4.4 incelendiğinde çimlenme hızı değerlerinin 12 – 16 gün arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında priming uygulamalarının (KNO<sub>3</sub> + 50 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ve PEG + 100 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamaları hariç) biber tohumlarında çimlenme hızını arttırdığı; bir başka deyişle %50 çimlenme için gerekli olan gün sayısını (G<sub>50</sub>) azalttığı ortaya çıkmıştır. Kontrol tohumları %50 çimlenme için 16,33 güne gerek duymuş iken en hızlı çimlenme gösteren KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ile muamele edilen tohumlarda bu süre 12 güne kadar düşmüştür ( Şekil 4.4).



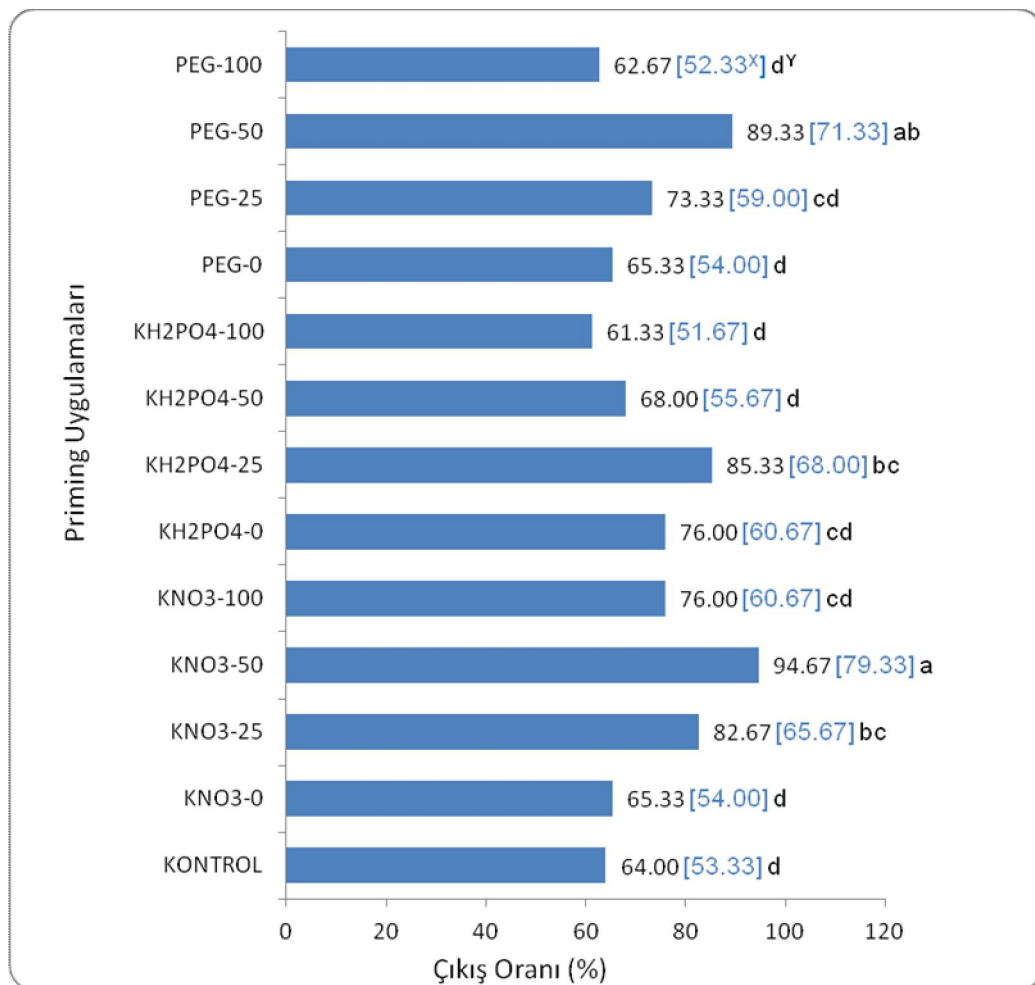
Şekil 4.4. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de çimlenme hızı (G<sub>50</sub>) üzerine etkileri

Korkmaz (2005), bitki büyüme düzenleyicilerinin priming çözeltisine eklenmesinin, depolama öncesi ve depolama sonrası tatlı biberin (*Capsicum annuum* 'Demre') düşük sıcaklıkta çimlenme ve çıkış yüzdesi üzerine etkilerini incelediği çalışmasında, çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı (G<sub>50</sub>) ve eş zamanlı çimlenme özelliklerinde 0,1 mM ASA içeren KNO<sub>3</sub> çözeltisinin en yüksek değerleri verdiğini bildirmiştir. Pandia et al. (2007)'nin yaptığı çalışmada chilli cv. Pusa Jwala çeşidi biber tohumlarına 30 mM KNO<sub>3</sub> çözeltisi ile 24 saat süreyle yapılan priming uygulaması sonucunda tohumların çimlenme hızlarının arttığı tespit edilmiştir. Alvarado et al. (1987) tarafından laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmada domates tohumları KNO<sub>3</sub> ve PEG 8000 ile prime işlemine tabi tutulmuşlardır. Priming edilmiş tohumlar kontrole göre 20 ve 30 °C'de daha hızlı çimlenme oranı göstermiştir. Düşük sıcaklıkta (10 °C) ise PEG uygulaması etkili

olmazken,  $\text{KNO}_3$  uygulanan tohumlarda %50 çimlenme zamanına kadar geçen süre kontrole göre kısalmıştır.

#### 4.2.5. Çıkış Yüzdesi (%)

Araştırmaya konu olan priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklıkta (15 °C) biber tohumlarının çıkış yüzdesi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.5’de sunulmuştur. Uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çıkış yüzdesi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.



Şekil 4.5. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C’de tohum çıkış yüzdesi üzerine etkileri. (x = Açı dönüşüm değerleri olup, istatistiki analizler bu verilere göre yapılmıştır. y = Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir)

Uygulamaların biber tohumlarının çıkış yüzdesi üzerine etkisi incelendiğinde çıkış oranlarının % 61,33 – 94,67 arasında değiştiği görülmektedir. Priming uygulamaları



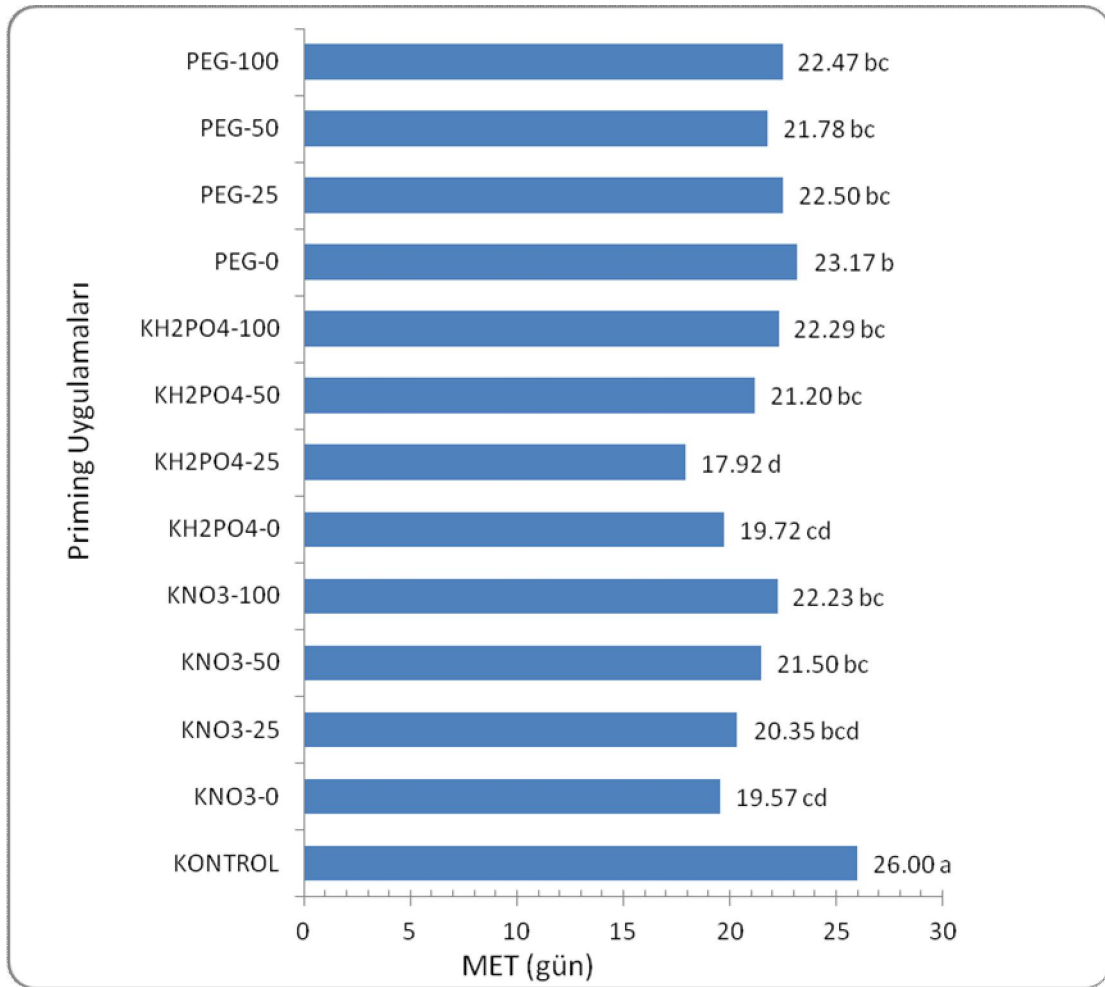
genel olarak kontrole (%64.00) göre çıkış oranını önemli oranlarda arttırmıştır. En yüksek çıkış oranı (%94,67),  $\text{KNO}_3 + 50 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ile muamele edilen tohumlardan elde edilmiştir. Bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan  $\text{PEG} + 50 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulaması takip etmiştir. Diğer taraftan en düşük çıkış oranı  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 100 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasında görülmüştür.

Pro-Ca'un artan dozları belli bir noktaya kadar tohumlarda çıkış yüzdesini artırmış, ancak en yüksek doz olan  $100 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ilave edilen priming uygulamalarında çimlenme yüzdesinde düşüş olmuş ve kontrol uygulaması ile aynı grupta yer almışlardır (Şekil 4.5).

Benzer sonuçlar, biber tohumlarına yapılan ön uygulamaların çıkış yüzdesini arttırdığını bildiren Korkmaz (2005a) tarafından da elde edilmiştir. Sözü edilen çalışmada,  $0,1 \text{ mM}$  asetil salisilik asit ilave edilen  $\text{KNO}_3$  priming uygulaması tatlı biber tohumlarında fide çıkış yüzdesini kontrole (%40) göre büyük oranda (%85) artırmıştır. Priming çözeltisine ilave edilen bitki büyüme düzenleyicilerinin karpuz tohumlarının düşük sıcaklıkta çimlenme ve fide çıkışı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kontrol tohumlarına göre, bitki büyüme düzenleyicilerinin gerek varlığında ve gerekse yokluğunda gerçekleştirilen priming uygulamalarının karpuz tohumlarında  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de çimlenme ve çıkış yüzdesinde önemli iyileşme sağladığı belirlenmiştir (Korkmaz et al. 2004). Tiryaki et al. (2005), yaptıkları çalışmada  $\text{PEG}$  priming ortamına ilave edilen bitki büyüme düzenleyicilerinden  $100 \text{ } \mu\text{M}$  ASA'nın amarant (*Amaranthus cruentus* L.) tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme hızında ve fide çıkış yüzdesinde önemli artışlar sağladığını tespit etmişlerdir.

#### 4.2.6. Ortalama Çıkış Süresi (MET) (gün)

Priming uygulamalarının düşük sıcaklık koşullarında ( $15 \text{ }^\circ\text{C}$ ) biber tohumlarının ortalama çıkış süresi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.6.'da özetlenmiştir. Ortalama çıkış süresi bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.



Şekil 4.6. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de ortalama çıkış süresi (MET) üzerine etkileri

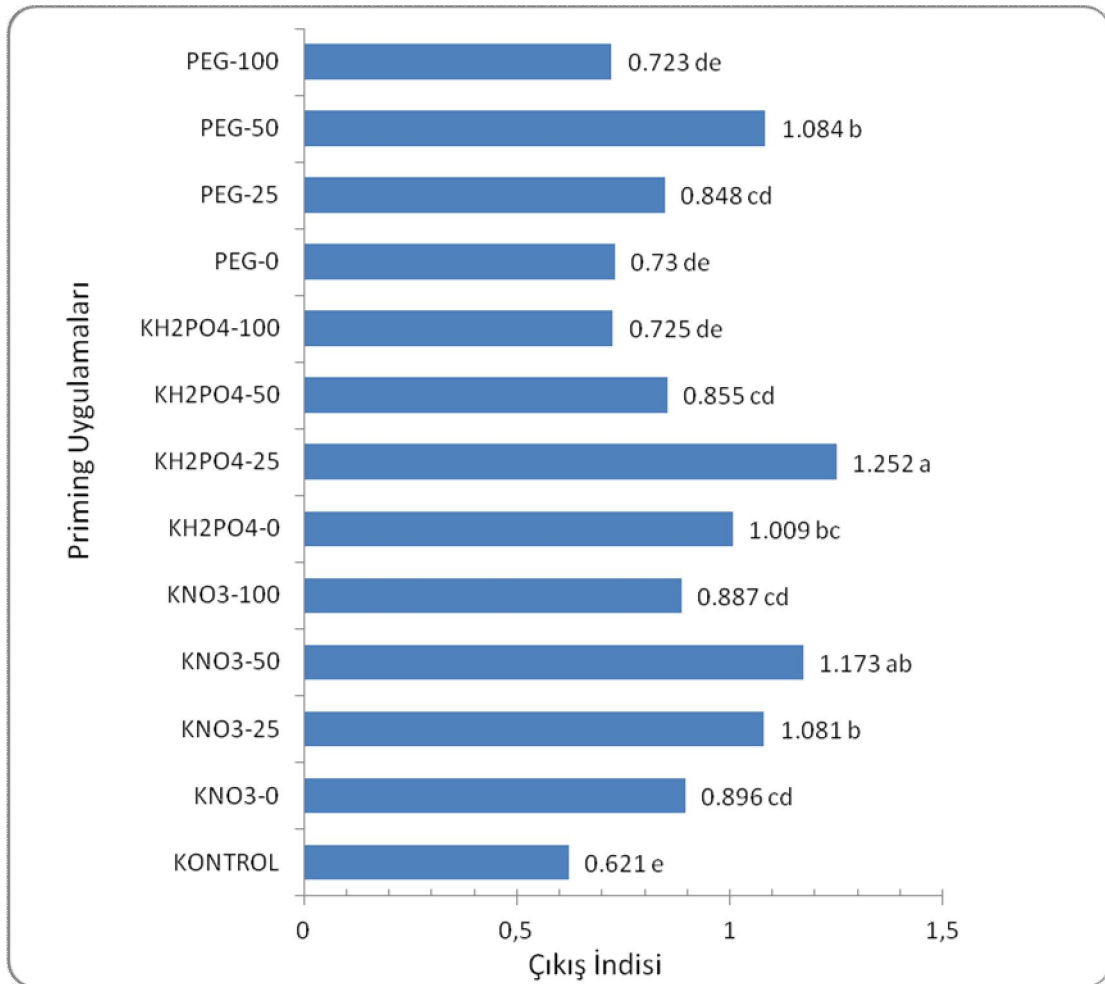
Şekil 4.6'dan biber tohumlarının ortalama fide çıkış süreleri 17,92 – 26,00 gün arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek ortalama çıkış süresi 26 gün ile kontrol grubuna ait iken en düşük ortalama çıkış süresi 17,92 gün ile  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasında görülmüştür.

Şekil 4.6 incelendiğinde bütün uygulamaların kontrol grubuna oranla ortalama çıkış süresini kısalttığı görülmektedir. Bu durum priming uygulamalarının hepsinin ortalama çıkış süresini iyileştirdiğini ve içerisine katılan büyüme düzenleyicisinin bu etkiyi katlayarak artırdığını göstermiştir. Bu sonuçlar Çetin ve Duman (2005) tarafından yürütülen araştırma ile uyum içerisindedir. Söz konusu araştırmacılar PEG uygulamasından sonra biber tohumlarının stres (15 °C) koşullarında ortalama çıkış zamanının kontrol tohumlarına oranla 4 gün daha kısa olduğunu ortaya koymuşlardır. Şekil 4.6'da

görüldüğü gibi bizim çalışmamızda da bütün PEG uygulamalarında kontrole oranla yaklaşık 4 günlük bir fark elde edilmiştir.

#### 4.2.7. Çıkış İndisi

Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklıkta (15 °C) biber tohumlarının çıkış indisi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.7’de verilmiştir. Araştırmaya konu olan uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çıkış indisi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.



Şekil 4.7. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C’de çıkış indisi üzerine etkileri

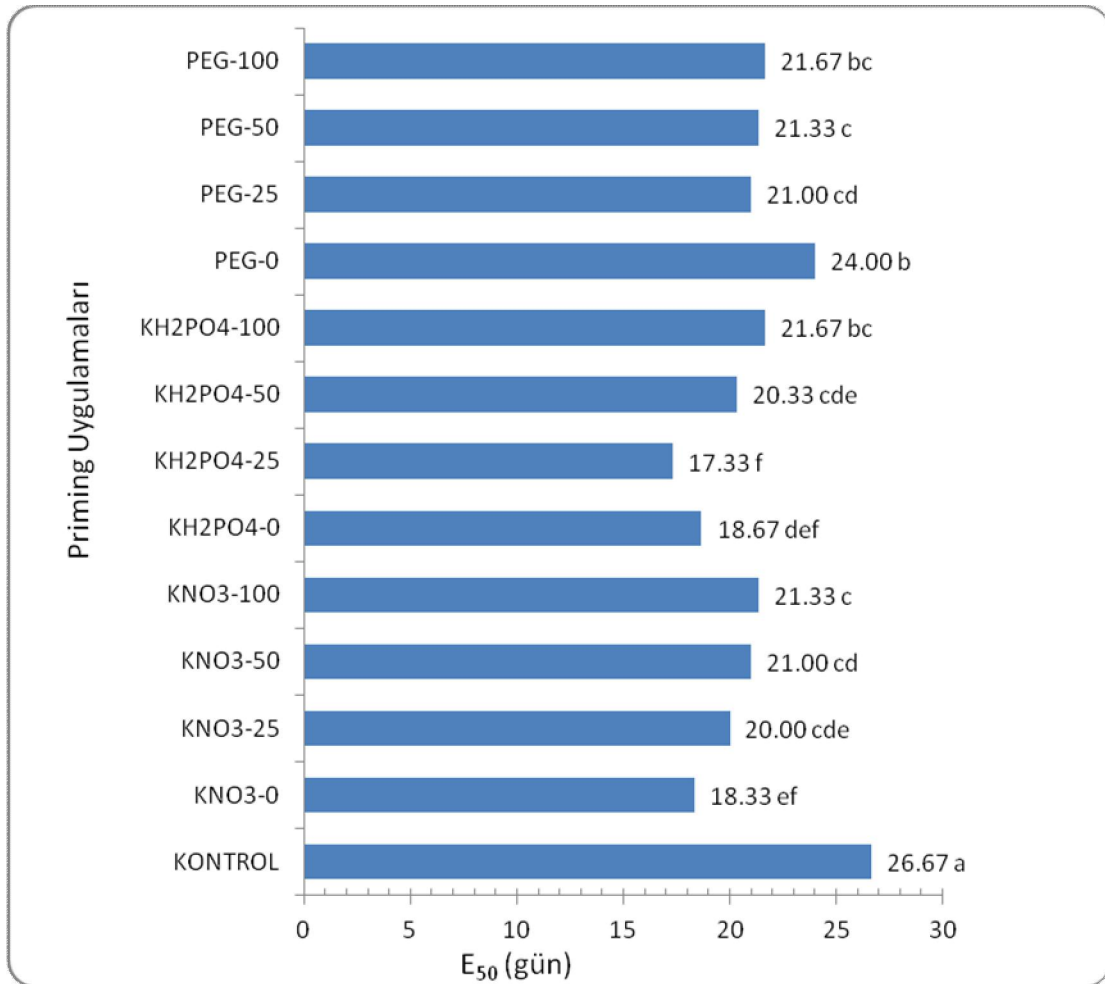
Uygulamaların biber tohumlarının çıkış indisi üzerine etkileri incelendiğinde değerlerin 0,621 – 1,252 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek çıkış indisi değeri (1,252)

$\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasından elde edilmiştir. Onu 1,173 çıkış indisi değeri ile istatistiki olarak aynı grupta yer alan  $\text{KNO}_3 + 50 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulaması takip etmiştir. Sözü edilen bu iki uygulama kontrole (0,621) oranla çıkış indisini bir başka deyişle tohum vigorunu önemli derecede arttırmıştır. Uygulamalar arasında çıkış indisi açısından diğer önemli grubu ise  $\text{KNO}_3 + 50 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca (1.081) ile PEG + 50  $\text{mg.l}^{-1}$  Pro-Ca (1,084) uygulamaları oluşturmuştur. Bu iki uygulama da kontrole oranla çıkış indisini arttırmıştır. Bu sonuçlar mısırdaki ekim öncesi tohum uygulamalarının çıkış indisini önemli derece arttırdığını bildiren Parera and Cantliffe (1992) ile uyum içerisindedir.

#### 4.2.8. Çıkış Hızı $E_{50}$ (gün)

Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklık altında biber tohumlarının ortalama çıkış hızına ilişkin verilerle yapılan Duncan testi sonuçları Şekil 4.8'de özetlenmiştir. Araştırmaya konu olan uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çıkış hızı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Şekil 4.8 incelendiğinde çıkış hızı değerlerinin 17,33 – 26,67 gün arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında priming uygulamalarının biber tohumlarında çıkış hızını arttırdığı; bir başka deyişle %50 çıkış için gerekli olan gün sayısını ( $E_{50}$ ) azalttığı ortaya çıkmıştır. Kontrol tohumları %50 çıkış için 26,67 güne gerek duymuş iken en hızlı çimlenme gösteren  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ile muamele edilen tohumlarda bu süre 17,33 güne kadar düşmüştür (Şekil 4.8).  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulaması en kısa sürede çıkış sağlayarak  $G_{50}$  ile paralellik sağlamıştır. Diğer yandan 26,67 günde çıkış sağlayan kontrol grubu en yüksek değerle en geç çıkış gösteren grup olmuştur. Bu sonuçlar priming uygulamalarının biberde düşük sıcaklıkta (15 °C) %50 çıkış için gerekli olan gün sayısını ( $E_{50}$ ) azalttığını bildiren Korkmaz (2005a) ile paralellik göstermektedir. Govahi et al. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada bitki büyüme düzenleyicilerinin priming çözeltilisine eklenmesinin şeker pancarında %50 çıkış için gerekli olan gün sayısını ( $E_{50}$ ) azalttığını ve en hızlı çimlenmenin 3µM MeJa içeren  $\text{KNO}_3$  uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir.



Şekil 4.8. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 15 °C'de çıkış hızı (E<sub>50</sub>) üzerine etkileri

Priming + Pro-Ca uygulamalarının düşük sıcaklıkta biber tohumlarının çıkış hızı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur. Farklı konsantrasyonlarda yapılan priming + Pro-Ca uygulamaları sonucu tohum çıkış hızı artmış yani %50 çıkış için gerekli olan gün sayısı (E<sub>50</sub>) önemli derecede azalmıştır. Kontrol tohumları %50 çimlenme için 26,67 güne gerek duymuş iken en hızlı çimlenme gösteren KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ile muamele edilen tohumlarda bu süre 17,33 güne kadar düşmüştür (Şekil 4.8). KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulaması en kısa sürede çıkış sağlayarak G<sub>50</sub> ile paralellik sağlamıştır. Diğer yandan 26,67 günde çıkış sağlayan kontrol grubu en yüksek değerle en geç çıkış gösteren grup olmuştur. Farklı konsantrasyonlarda yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarında bütün gruplar önemli ya da önemsiz derecede kontrol grubundan daha erken bir çıkış göstermişlerdir.

### 4.3. Priming + Pro-Ca Uygulamalarının Yüksek Sıcaklıkta (35 °C) Biber Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Performansları Üzerine Etkileri

#### 4.3.1. Çimlenme Yüzdesi (%)

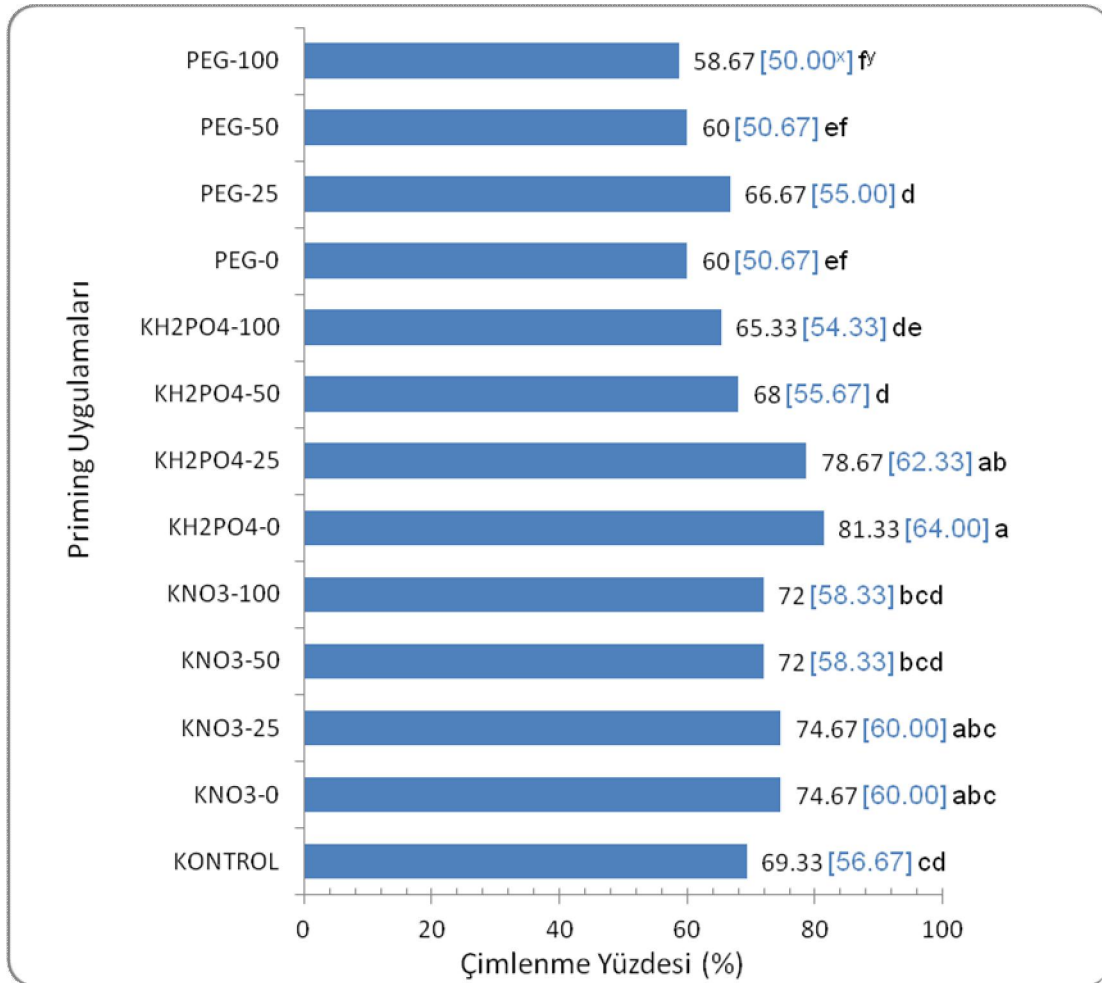
Ekim öncesi farklı konsantrasyonlarda yapılan Priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklıkta (35 °C) biber tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Priming uygulamalarının yüksek sıcaklıkta biber tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Uygulamaların biber tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi incelendiğinde çimlenme yüzdesinin %58,67-81,33 arasında değiştiği görülmektedir. Şekil 4.9 incelendiğinde bazı priming uygulamalarının kontrole göre çimlenme yüzdesini arttırdığı; bazılarının ise çimlenme yüzdesinin azalttığı görülmektedir. Buna göre en yüksek çimlenme oranı (%81,33),  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ile muamele edilen tohumlardan elde edilmiştir. Bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ve  $\text{KNO}_3 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ve  $\text{KNO}_3 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamaları takip etmiştir. Diğer taraftan en düşük çimlenme oranı (%58,67) PEG + 100  $\text{mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasında görülmüştür.

Daha önceki çalışmalarda tohum uygulamaları, marul (Guedes and Cantliffe 1980), pırasa (Parera and Cantliffe 1994) ve ıspanak (Atherton and Farooque 1983)’ta yüksek sıcaklıkların çimlenmeye olan kısıtlayıcı etkisini kırmak amacıyla kullanılmıştır. Bizim sonuçlarımız priming uygulamalarının marulda yüksek sıcaklıkta (35 °C) çimlenme ve toprak çıkışları üzerindeki araştırılan Korkmaz (2006) ile paralellik göstermektedir. Sözü edilen çalışmada priming uygulamaları arasında en yüksek çimlenme (%96) oranı 10  $\mu\text{M}$  ACC ilave edilmiş -1,5 MPa su basıncına sahip  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ortamda prime edilen tohumlardan elde edilmiştir. Aynı çalışmada kontrol tohumları çimlenme yüzdesi %25’te kalmıştır.

Bizim bulgularımızı destekleyen bir başka çalışmada priming uygulamalarının hem düşük hem de yüksek sıcaklıkta maydanoz tohumlarında çimlenme yüzdesini arttırdığı saptanmıştır (Dursun and Ekinci 2010). Kuşkonmaz ve domates tohumları ile 35 °C’de

yürütülen bir çalışmada priming uygulamaları hem kuşkonmaz hem de domateste kontrole göre çimlenme yüzdesini artırmıştır (Owen and Pill 1994).

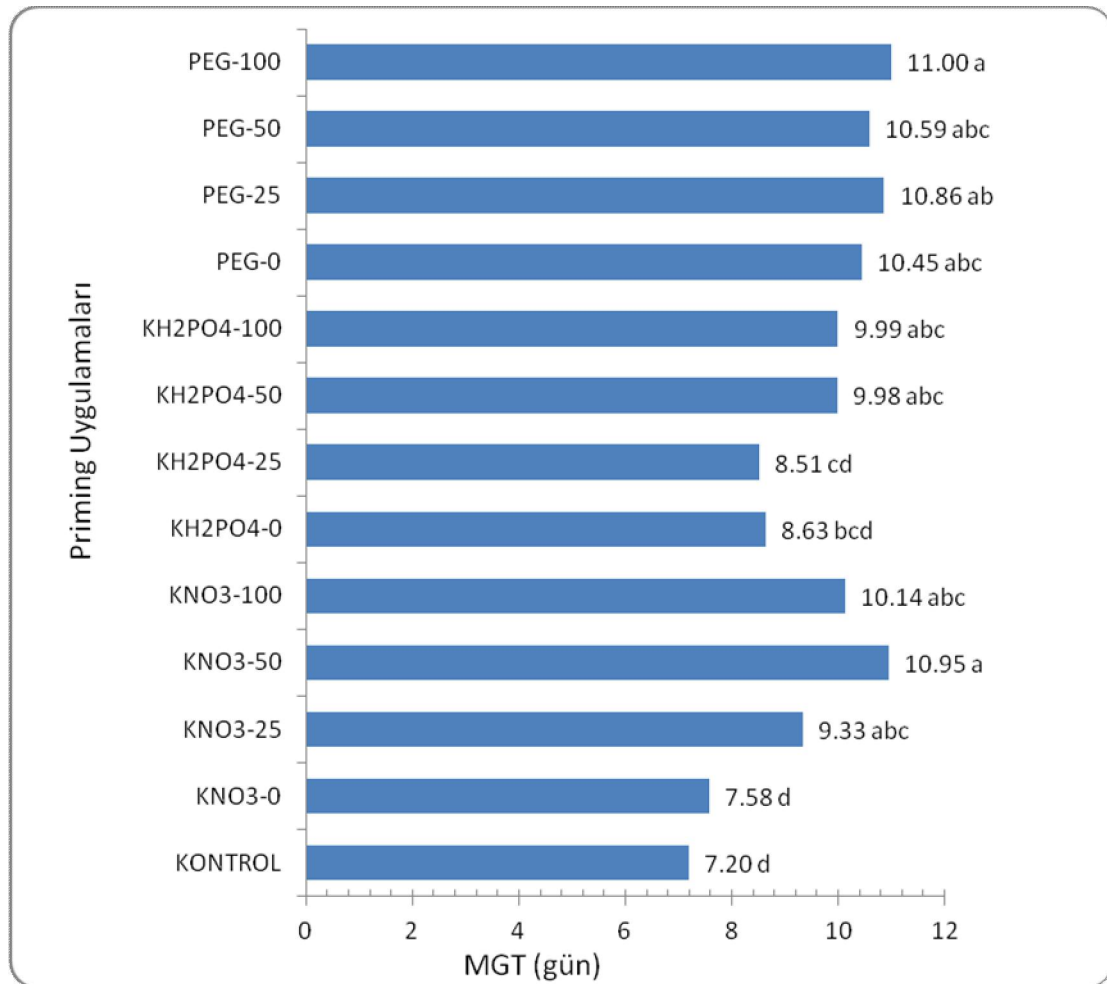


Şekil 4.9. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de tohum çimlenme yüzdesi üzerine etkileri. (x = Açık dönüşüm değerleri olup, istatistiki analizler bu verilere göre yapılmıştır. y = Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir)

#### 4.3.2. Ortalama Çimlenme Süresi (MGT) (gün)

Priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklıkta (35 °C) biber tohumlarının ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur. Denemeye konu olan uygulamalarının yüksek sıcaklık koşullarında tohumların ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.10'da verilmiştir.

Uygulamaların biber tohumlarının ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri incelendiğinde ortalama değerlerin 7,20 – 11,00 gün arasında değiştiği görülmektedir. Priming uygulamaları kontrole oranla genelde çimlenme süresini uzatmıştır. PEG + 100 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulaması 11,00 gün ile en yüksek ortalama çimlenme süresi değerine sahip iken en düşük değer 7.20 gün ile kontrol uygulamasında görülmüştür. KNO<sub>3</sub> + 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamaları kontrol ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. Bu durum düşük sıcaklıkta elde edilen değerlerden oldukça farklıdır ve daha önceki çalışmaların büyük bir kısmı ile uyum içerisinde değildir. Örneğin priming uygulamasının biber tohumlarında yüksek sıcaklıkta (35 °C) çimlenme (%) ve ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ortalama çimlenme süresi priming uygulamayla birlikte azalmıştır (Kaya et al. 2010).



Şekil 4.10. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de ortalama çimlenme süresi (MGT) üzerine etkileri

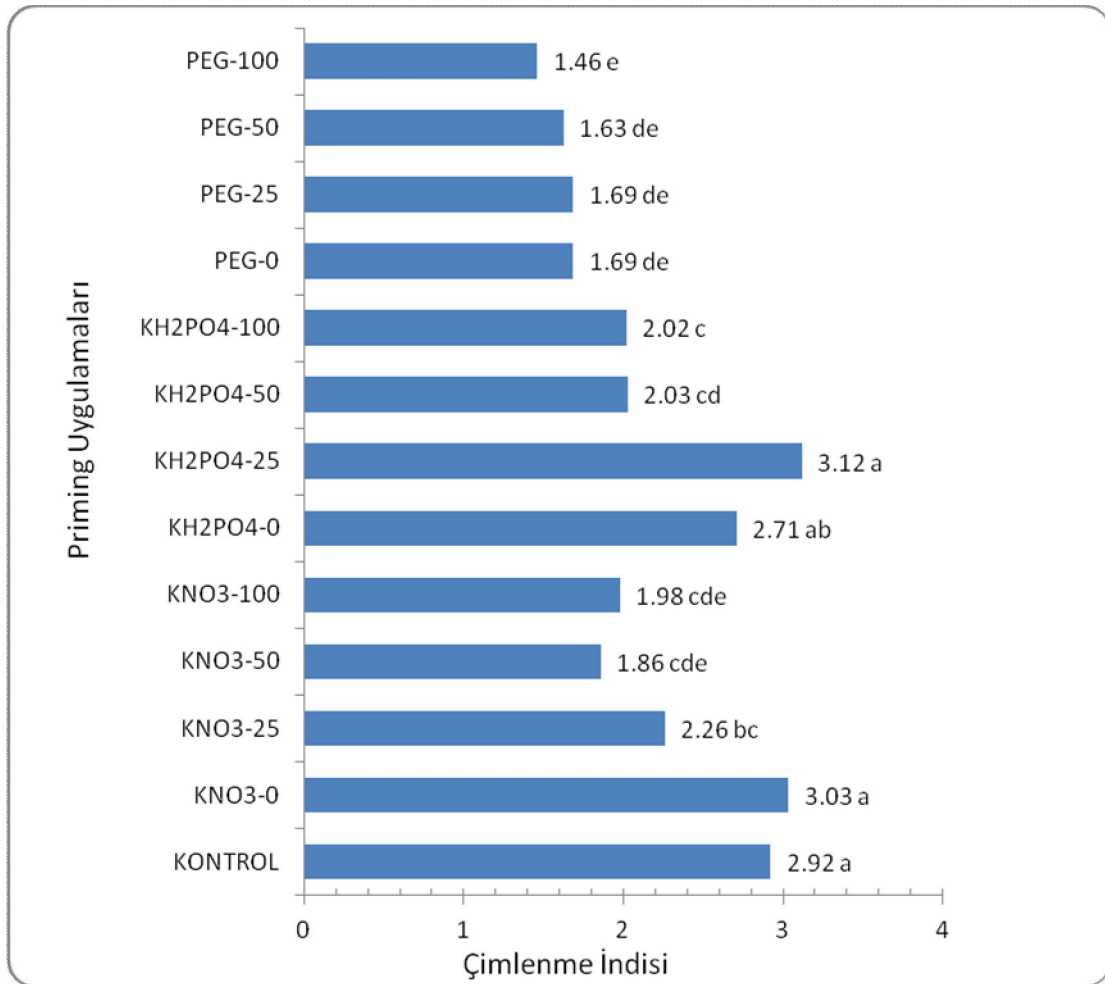


Priming uygulamasının etkisi çeşit, uygulama süresi, sıcaklık, stress koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır (Heydecker and Coolbear 1977; Dearman et al. 1986; Kaya 2008). Dolayısıyla düşük sıcaklık koşullarında iyi sonuç veren bir uygulama yüksek sıcaklık koşullarında iyi sonuç vermeyebilir. Kenanoğlu vd (2007)'nin su kabağı (*Lagenaria siceraria*) genotipine ait tohumları  $KNO_3$  ve NaCl uygulamasına tabi tutularak çimlenme oranlarını araştırdıkları çalışmada priming uygulamaların etkisinin genotipler, sıcaklıklar ve kullanılan solüsyonlar göre değiştiği ortaya çıkmıştır. Sedghi et al. (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada tıbbi bitkilerden aynısefa (*Calendula officinalis*) ve tatlı rezene (*Foeniculum vulgare*) tohumlarının çimlenmesi üzerine priming uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda priming uygulamalarının çimlenme yüzdesini arttırırken ortalama çimlenme süresini uzattığı ortaya konmuştur.

#### 4.3.3. Çimlenme İndisi

Priming + Pro-Ca uygulamaların yüksek sıcaklıkta (35 °C) biber tohumlarının çimlenme indisi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.11'de verilmiştir. Araştırmaya konu olan uygulamalarının yüksek sıcaklıkta biber tohumlarının çimlenme indisi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

Uygulamaların biber tohumlarının çimlenme indisi üzerine etkileri incelendiğinde değerlerin 3,12-1,46 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değere sahip olan  $KH_2PO_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca gurubu (3,12 ) istatistiki olarak kontrol (2,92) ile aynı grupta yer alsa da tohum vigorunda bir miktar artış sağlamıştır. Diğer taraftan en düşük çimlenme indisi PEG + 100  $\text{mg.l}^{-1}$  ProCa uygulamasında görülmüştür. Şekil 4.11'de görüldüğü gibi diğer priming uygulamaları genel olarak çimlenme indisini olumsuz yönde etkilemiştir.

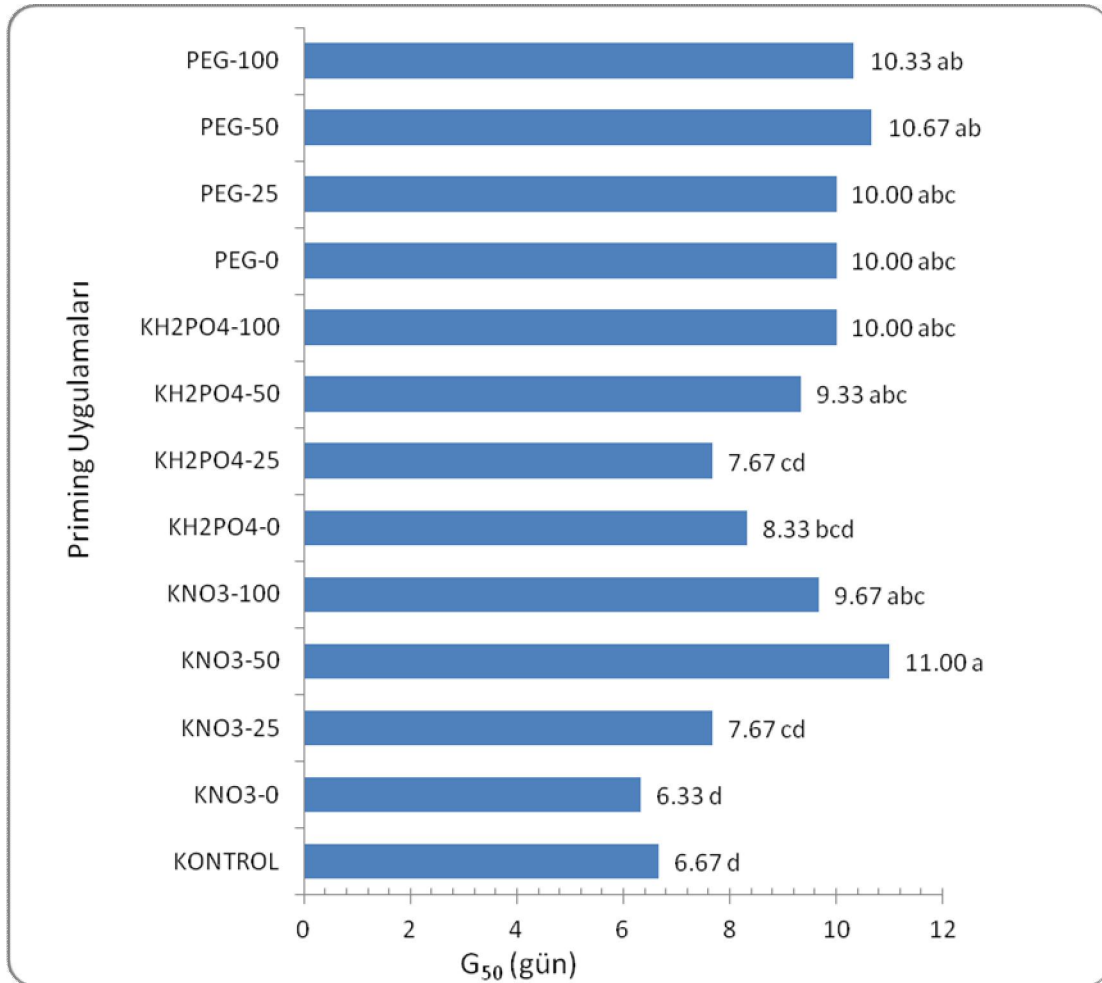


Şekil 4.11. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de çimlenme indisi üzerine etkileri

#### 4.3.4. Çimlenme Hızı (G<sub>50</sub>) (gün)

Priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklık altında biber tohumlarının ortalama çimlenme hızına ilişkin verilerle yapılan Duncan testi sonuçları Şekil 4.12'de özetlenmiştir. Priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklıkta biber tohumlarının çimlenme hızı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur. Priming uygulamalarının biber tohumlarının yüksek sıcaklıkta çimlenme hızı üzerine etkileri incelendiğinde değerlerin 6.33-11.00 arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol (6,67 gün) ile karşılaştırıldığında, priming uygulamalarından KNO<sub>3</sub> + 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca, KNO<sub>3</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 25 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamalarının G<sub>50</sub> üzerine olumlu ya da olumsuz herhangi bir etkisi olmazken diğer priming

uygulamaları  $G_{50}$  değerini artırmıştır (Şekil 4.12). Bir başka deyişle priming uygulanan tohumlar daha yavaş çimlenme göstermişlerdir.

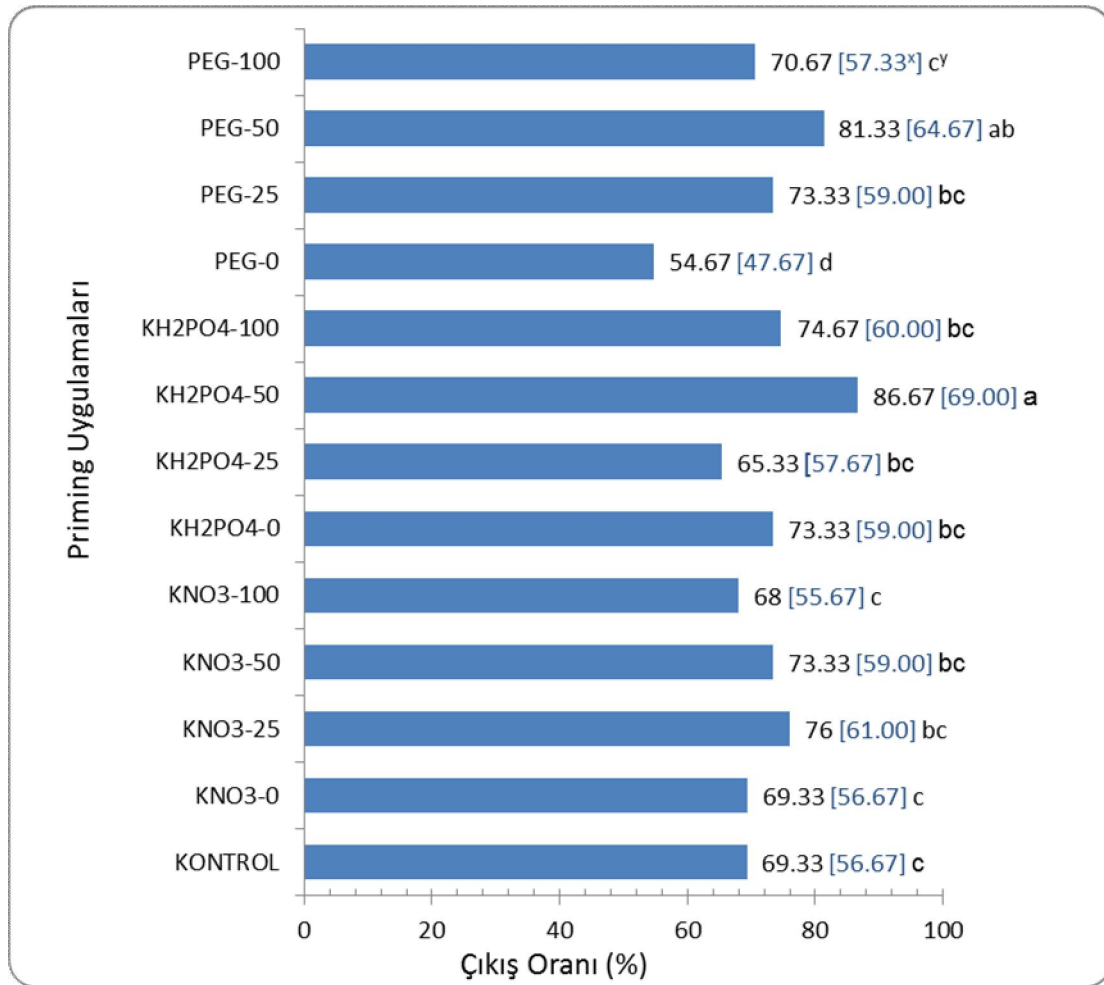


Şekil 4.12. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de çimlenme hızı ( $G_{50}$ ) üzerine etkileri

#### 4.3.5. Çıkış Yüzdesi (%)

Priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklıkta (35 °C) biber tohumlarının çıkış yüzdesi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.13'de verilmiştir. Denemeye konu olan uygulamalarının yüksek sıcaklıkta biber tohumlarının çıkış yüzdesi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur. Şekil 4.13 incelendiğinde çıkış oranlarının %54,67-86,67 arasında değiştiği görülmektedir. Priming uygulamaları genel olarak kontrole (%69,33) göre çıkış oranını önemli oranlarda arttırmıştır. En yüksek çıkış oranı (%86,67), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 50 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca ile muamele edilen tohumlardan elde

edilmiştir. Bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan PEG + 50 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulaması takip etmiştir. Diğer taraftan en düşük çıkış oranı %54,67 ile PEG + 0 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulamasında görülmüştür.

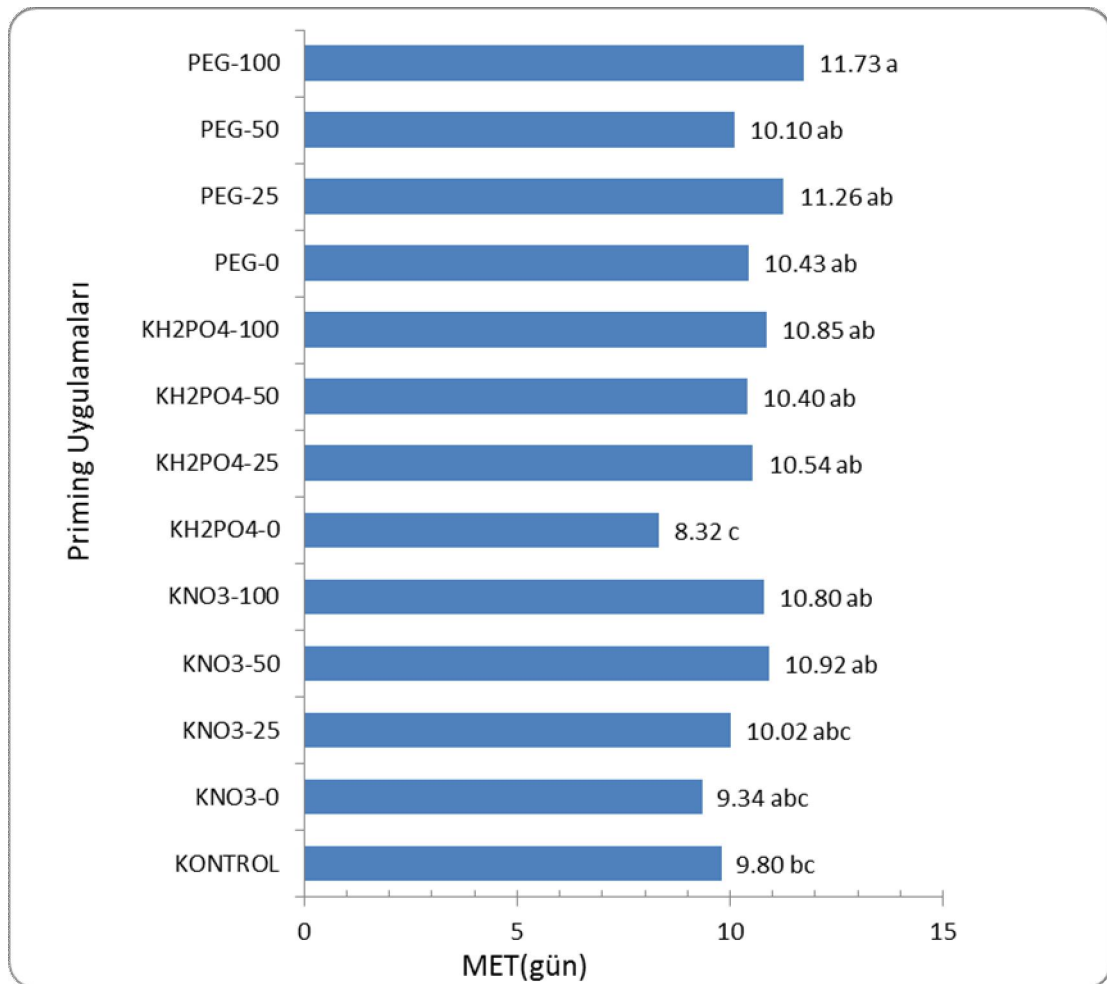


Şekil 4.13. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de tohum çıkış yüzdesi üzerine etkileri. (x = Açık dönüşüm değerleri olup, istatistiksel analizler bu verilere göre yapılmıştır. y = Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir)

Bizim sonuçlarımız priming uygulamalarının marulda yüksek sıcaklıkta (35 °C) çimlenme ve toprak çıkışları üzerindeki etkilerini araştıran Korkmaz (2006) ile paralellik göstermektedir. Sözü edilen çalışmada priming uygulamaları arasında en yüksek çıkış (%72) oranı 10 µM ACC ilave edilmiş -1,5 MPa su basıncına sahip KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ortamda prime edilen tohumlardan elde edilmiştir. Aynı çalışmada kontrol tohumları çıkış yüzdesi %14'te kalmıştır.

#### 4.3.6. Ortalama Çıkış Süresi (MET) (gün)

Priming uygulamalarının yüksek sıcaklık koşullarında (35 °C) biber tohumlarının ortalama çıkış süresi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.14’de özetlenmiştir. Ortalama çıkış süresi bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.



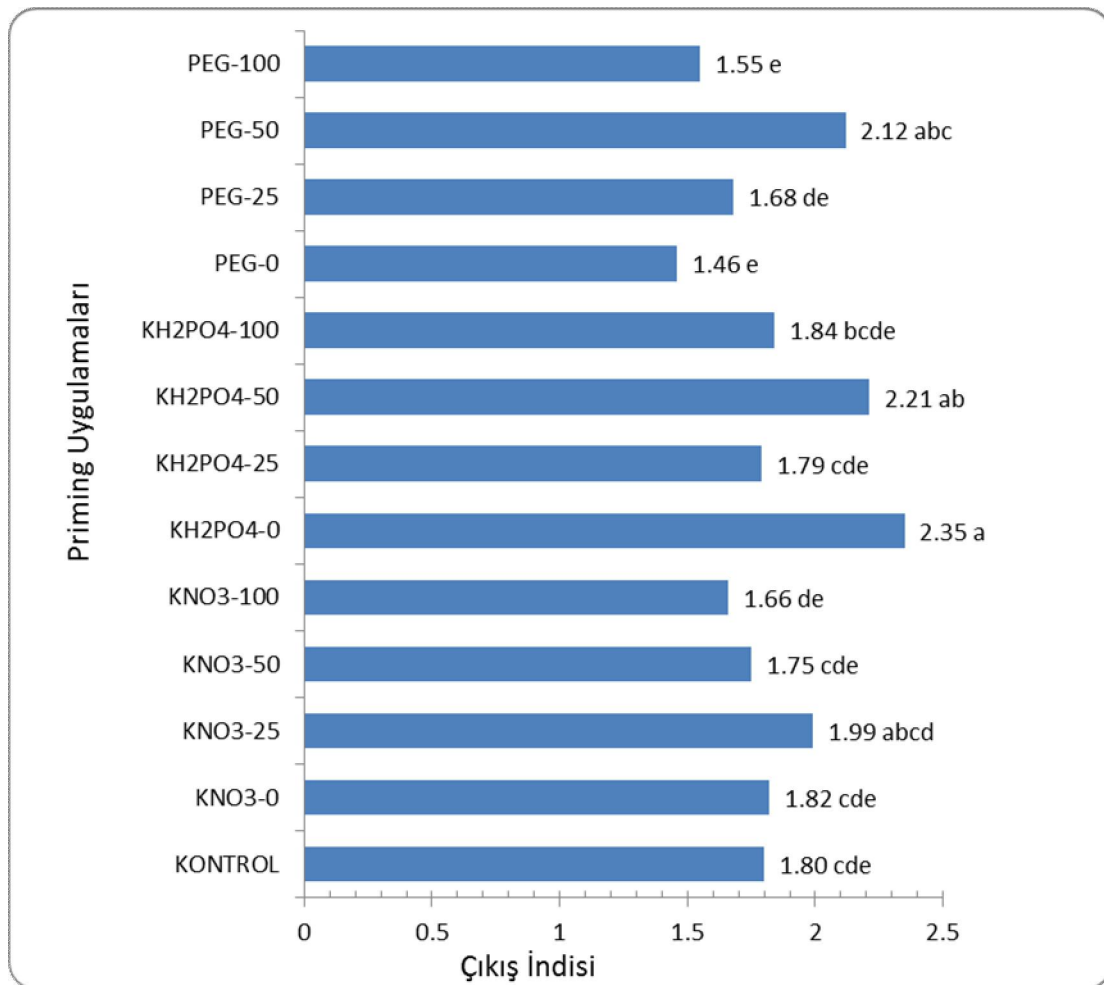
Şekil 4.14. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C’de ortalama çıkış süresi (MET) üzerine etkileri

Şekil 4.14’ten uygulamaların biber tohumlarının ortalama çıkış süresi üzerine etkileri incelendiğinde ortalama değerlerin 8,3-11,73 gün arasında değiştiği görülmektedir. PEG + 100 mg.l<sup>-1</sup> Pro-Ca uygulaması 11,73 gün ile en yüksek ortalama çimlenme süresi

değerine sahip iken en düşük değer 8,3 gün ile  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasında görülmüştür.

Priming uygulamaları kontrole oranla genelde ( $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ve  $\text{KNO}_3 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamaları hariç) çimlenme süresini uzatmıştır. Ancak bu durum istatistiki olarak önemli olmamıştır. Elde edilen bu sonuçlar priming uygulamalarının hercai menekşede yüksek sıcaklıkta ( $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ) çimlenme ve toprak çıkışları üzerindeki etkilerini araştıran Yoon et al. (1997) ile paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada priming uygulamaları arasında en hızlı çimlenme ve en yüksek çıkış oranı  $-1,0 \text{ MPa}$  su basıncına sahip  $\text{CaCl}_2$  ortamda prime edilen tohumlardan elde edilmiştir.

#### 4.3.7. Çıkış İndisi



Şekil 4.15. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de çıkış indisi üzerine etkileri

Ekim öncesi farklı konsantrasyonlarda yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklıkta (35 °C) biber tohumlarının çıkış indisi üzerine etkileri ile ilgili veriler Şekil 4.15'de verilmiştir. Priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklıkta biber tohumlarının çıkış indisi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,001$ ) bulunmuştur.

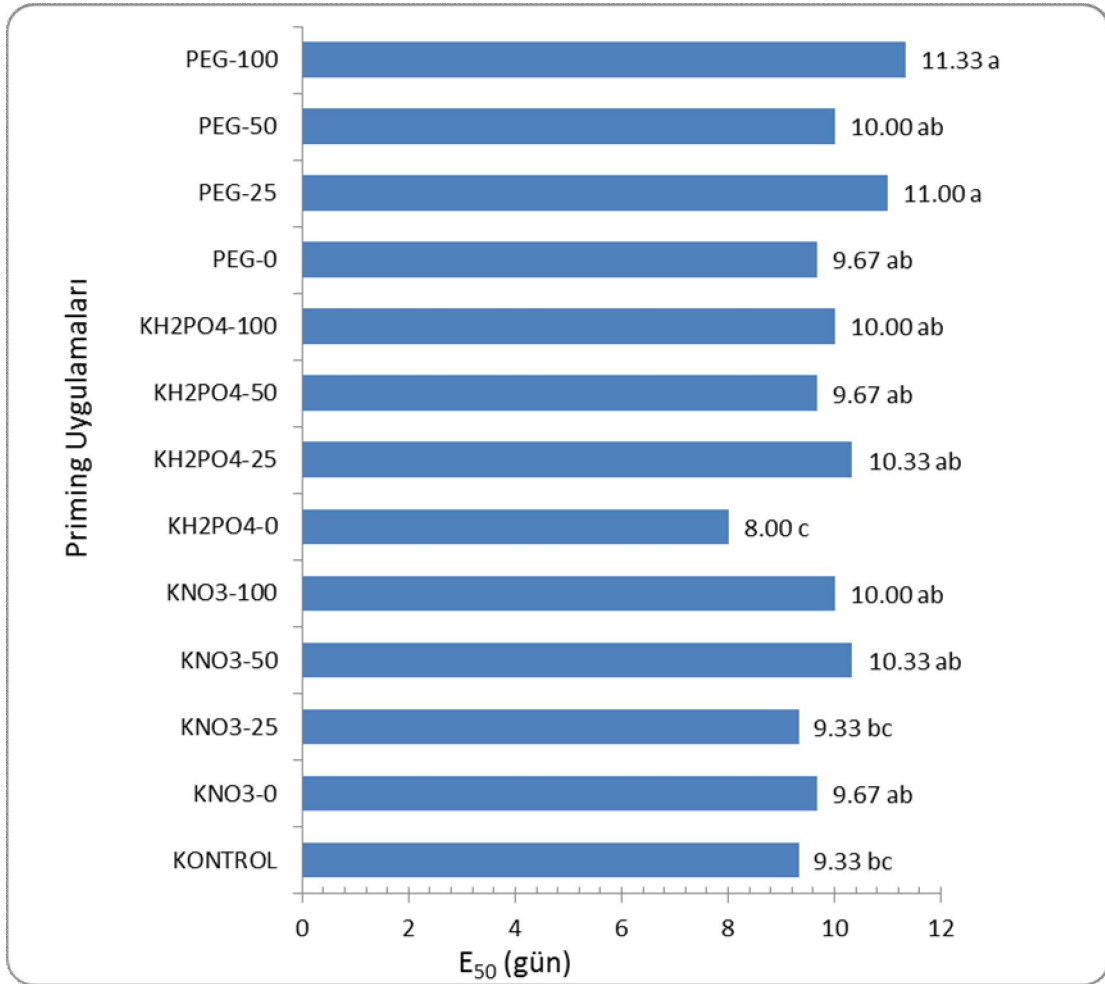
Uygulamaların biber tohumlarının çıkış indisi üzerine etkileri incelendiğinde değerlerin 1,46-2,35 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek çıkış indisi değeri (2,35)  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasından elde edilirken; onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 50 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca, PEG + 50  $\text{mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamaları takip etmiştir (Şekil 4.15). Özellikle bu üç uygulama kontrole (1,80) oranla çıkış indisini artırarak tohum vigorunu önemli derecede artırmıştır. Elde edilen bu sonuçlar Ozmotik priming uygulamalarının (%2  $\text{KNO}_3$ ) kavunda çıkış indeksini artırdığını bildiren Farooq et al. (2007) ile uyum içerisindedir.

#### 4.3.8. Çıkış Hızı ( $E_{50}$ ) (gün)

Farklı konsantrasyonlarda yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının yüksek sıcaklık altında biber tohumlarının ortalama çıkış zamanına ilişkin verilerle yapılan duncan testi sonuçları Şekil 4.16'da özetlenmiştir.

Denemeye konu olan uygulamalarının yüksek sıcaklıkta biber tohumlarının çıkış hızı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0,05$ ) bulunmuştur. Priming uygulamaları sonucu tohum çıkış hızı artmış yani %50 çıkış için gerekli olan gün sayısı ( $E_{50}$ ) azalmıştır. Şekil 4.16'dan uygulamaların biber tohumlarının çıkış hızı üzerine etkileri incelendiğinde değerlerin 8,00-11,33 gün arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol tohumları %50 çimlenme için 9,33 güne gerek duymuş iken en hızlı çimlenme gösteren  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca ile muamele edilen tohumlarda bu süre 8 güne düşmüştür (Şekil 4.16). Bir başka deyişle kontrol tohumları daha yavaş çimlenme göstermişlerdir. Bununla birlikte bu iki uygulama arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmamıştır. Bu bulgular priming uygulamalarının marulda yüksek sıcaklıkta (35 °C) çimlenme ve toprak çıkışları üzerindeki etkilerini araştıran Korkmaz (2006) ile paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada priming uygulamaları arasında en düşük  $E_{50}$  değeri (5,91 gün) 10  $\mu\text{M}$  ACC ilave edilmiş -1,5 MPa su basıncına sahip  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ortamda prime edilen

tohumlardan elde edilmiştir. Aynı çalışmada kontrol tohumlarının çıkış hızı 11,1 gün olup en geç çıkış gösteren grup olmuştur.



Şekil 4.16. Ekim öncesi tohumlara yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının biber tohumlarının 35 °C'de çıkış hızı (E<sub>50</sub>) üzerine etkileri

Bir başka çalışmada ozmotik priming uygulamalarının (%3 KNO<sub>3</sub>) kavunda çıkış hızını (E<sub>50</sub>) artırdığını yani %50 çıkış için gerekli olan gün sayısını (E<sub>50</sub>) azalttığı bildirilmiştir (Farooq et al. 2007).



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biber dünyada olduğu kadar ülkemizde de gerek açıkta gerekse örtü altında yoğun yetiştiriciliği yapılan bir sebzedir. Yetiştiriciliği yapılan bölgelerde üreticilerin önemli gelir kaynaklarından birisidir. Biber yüksek verim ve kaliteli tohum üretiminde uzun bir vejetasyon süresine gereksinim duymaktadır. Üniform fide gelişimi ve yeterli miktarda ürün elde etmek için çimlenme ve çıkış hızı oldukça büyük önem taşımaktadır. Biber tohumlarının soğuk topraklarda çimlenme hızı yavaşlarken, 24-30 °C arasındaki sıcaklıklarda çıkış hızı artmaktadır (Kaya 2008). Bu yüzden birçok bitkide olduğu gibi biber tohumları düşük ve yüksek dereceli toprak sıcaklığının olduğu iklim şartlarında ya da fide üretim alanlarına ekildiklerinde çimlenme, çıkış ve fide gelişimi olumsuz yönde etkilenecektir. Bu durum özellikle de fide yetiştirme dönemi olan erken ilkbaharın soğuk geçtiği bölgelerimizde ya da ikinci ürün için haziran-ağustos aylarında fide ihtiyacını karşılamak amacıyla ekilen bitki tohumlarında çıkışta düzensizlik ve gecikmelere, istenen bitki popülasyonunun elde edilememesine, zayıf ve cılız fide oluşumuna neden olmaktadır. Bu noktadan hareketle yürütülen bu çalışmada, PEG, KNO<sub>3</sub> ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> kimyasallarıyla hazırlanan çözeltilere bir büyüme düzenleyici olan Pro-Ca'nın farklı dozları ilave edilerek biber tohumlarının ekim öncesi priming uygulamasıyla düşük (15 °C) ve yüksek (35 °C) sıcaklık koşullarında çimlenme ve çıkış performansları incelenmiştir. Çalışmada bulunan sonuçlar ve yapılan öneriler aşağıda özetlenmiştir. Bu çalışma sonucunda ekim öncesi tohumlara priming + Pro-Ca uygulamaları ile stres sıcaklıkları altında biberin tohum çimlenmesi ve fide çıkış performansının olumlu yönde etkilendiği görülmüştür. Bildiğimiz kadarıyla yapılan bu çalışma bir ilk olma özelliğindedir.

Farklı konsantrasyonlarda yapılan priming + Pro-Ca uygulamalarının stres sıcaklıkları altındaki biber bitkileri üzerindeki etkileri incelendiğinde, priming + Pro-Ca uygulamalarının büyük çoğunluğunun kontrol tohumlarına kıyasla daha iyi sonuç verdiği bulunmuştur.

Her ne kadar tüm priming + Pro-Ca uygulamaları stres koşulları altında tohum çimlenme ve fide çıkış yüzdelerini arttırmada etkili olarak bulunsa da, en etkili uygulama düşük sıcaklık altında  $\text{KNO}_3 + 50 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca grubunda, yüksek sıcaklık altında ise  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 0 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca gruplarında görülmüştür. Pro-Ca konsantrasyonunun  $50 \text{ mg.l}^{-1}$ 'e kadar arttırılması ile tohum çimlenme ve çıkış yüzdelerinde iyileşmeler gözlemlenmiş, Pro-Ca konsantrasyonunun  $100 \text{ mg.l}^{-1}$ 'e çıkarılması ile tohum çimlenme ve çıkış performansında önemli olmayan düşüşler gerçekleşmiştir.

Üç farklı priming kimyasalla birlikte farklı konsantrasyonlarda uygulanan Pro-Ca'un stres sıcaklıkları altındaki biber tohumlarının çimlenme ve çıkış indisi üzerine etkileri incelendiğinde, hem düşük sıcaklık koşullarında hem de yüksek sıcaklık koşulları altında  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamalarının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu ve daha iyi sonuç verdiği söylenebilir. Bu nedenle özellikle uygulama kolaylığı da dikkate alındığında ekim öncesi priming +  $25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca tohum uygulaması, özellikle de fide yetiştirme dönemi olan erken ilkbaharın soğuk geçtiği bölgelerimizde ya da ikinci ürün için haziran-ağustos aylarında fide ihtiyacını karşılamak amacıyla tercih edilebilir.

Düşük ve yüksek sıcaklık koşulları altında üç farklı kimyasalla birlikte farklı konsantrasyonlarda uygulanan Pro-Ca'un biber tohumlarının ortalama çimlenme ve çıkış zamanı üzerine etkileri incelendiğinde, hem düşük sıcaklık koşullarında hem de yüksek sıcaklık koşulları altında genel olarak  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu ve daha iyi sonuç verdiği ortaya çıkmıştır. Buna ilaveten sonuçlar incelendiğinde  $G_{50}$  ve  $E_{50}$  değerlerinde de  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca uygulamasının öne çıktığı görülmektedir.

Artan oranlardaki Pro-Ca konsantrasyonlarının etkisi dikkate alındığında, Pro-Ca konsantrasyonunun artması ile ölçülen veya üzerinde analiz yapılan değişkenlerde pozitif yönde (stresten korunma yönünde) değişimler olduğu gözlemlenmiş ve bu etki  $25 \text{ mg.l}^{-1}$  Pro-Ca konsantrasyonu ile maksimuma ulaşmıştır. Pro-Ca konsantrasyonunun daha da arttırılarak  $50 \text{ mg.l}^{-1}$ 'e yükseltilmesi sonucu strese karşı toleransın  $25 \text{ mg.l}^{-1}$ 'e oranla bir miktar fakat genelde istatistiksel anlamda önemli olmayan bir şekilde azaldığı yapılan ölçüm ve analiz sonuçlarına dayanarak söylenebilir.

Bu araştırma sonuçlarına dayanarak, bir bitki büyüme düzenleyicisi olarak kabul edilen Pro-Ca'un  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ile birlikte düşük ve yüksek sıcaklık altında biber fidelerinin tarla çıkış performansını olumlu yönde arttırmada ve tarlada genç bitki evresinde özellikle düşük sıcaklık olmak üzere farklı stres sıcaklıklarına karşı tolerans kazandırmada kullanılabilceği ortaya çıkmıştır. Ancak, bu araştırmanın bir laboratuvar çalışması olmasından dolayı gerçek koşullar (tarla şartları) altında tekrar edilmesi sonuçların güvenilir ve kullanılabilir olması açısından büyük öneme sahiptir. Bu yöndeki bir çalışma, bu araştırmanın devamı niteliğinde fakat farklı bir çalışmayla bundan sonraki aşamalarda yapılabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

Al-Karakı, GN., "Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential", *Journal of Agronomy and Crop Science*, 181: 229-235, 1998.

Amooaghare, R., Valivand, M., "The combined effect of gibberellic acid and long time osmopriming on seed germination and subsequent seedling growth of *Kelussia odoratissima* Mozaff", *Afr J Biotechnol* 10(66):14873–14880, 2011.

Andrews, J., "The Pepper Trail, History and Recipes from Around the World", University of North Texas Pres, Denton, TX, USA., 1999.

Amjad, M., Khurram, Z. Qumer, I., Iftikhar, A., Riaz, MA., Saqib, ZA., "Effect of seed priming on seed vigour and salt tolerance in hot pepper", *Pak. J. Agric. Sci.* 44(3): 408-414, 2007.

Aybak HÇ., "Biber", Hasat Yayıncılık. 978-975-8377-18-3.syf.11, 2007.

Abak K., Hergüner B., Onsinejad R., "Karpuz tohumlarının düşük sıcaklıkta çimlenmesi ve ekim öncesi uygulamalarının etkileri", 1. Sebze Tarımı Sempozyumu. Şanlıurfa 5-7 Mayıs, Bizim Büro Basımevi, 322-328, Ankara, 1996.

Alvarado, AD., Bradford, KJ., Hewitt JD., "Osmotic priming of tomato seeds. Effect on germination, field emergence, seedling growth and fruit yield", *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 (3): 427-432, 1987.

Amjad, M., Ziaf, K., Iqbal, Q., Ahmad, I., Riaz, MA., Saqib, ZA., "Effect of Seed Priming on Seed Vigour and Salt Tolerance in Hot Pepper", *Pak. J. Agri. Sci.*, Vol. 44(3), 2007.

Argerich, CA., Bradford, KJ., "The Effects of Priming and Ageing on Seed Vigour in Tomato", *Journal of Experimental Botany*. Volume 40, Number 5, Pp. 599-607, 1989.

Aschermann-Koch, C., Hofmann, P., Steiner, AM., "Presowing treatment for improving quality in cereals", I. Germination and vigour. *Seed Science and Technology*, 20: 435-440, 1992.

Ashrafi, ZY., Postını, K., Hoseını, MB., “Study The Effect of Calcium on Salt and Cold Resistance During Seed Germination Stage of Medicago Polymorpha”, 18th World Congress Sf Soil Science. July 9-15, 2006-Philadelphia, Pennsylvania, USA. 166-36, 2006.

Atherton JG., Farooque Am., “High temperature and germination in spinach: II. Effects of osmotic priming”, *Scientia Hort.*, 19: 221-227, 1983.

Aykan, T. “Bazı Sanayi Domates Tohumlarının Çimlenme ve Sürmeleri Üzerine PEG (Polyethylene Glycol) Uygulamalarının Etkisi”, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 1993.

Başak, Ö., “Kontrollü Yaşlandırma Testinin Biberde Tohum Partilerinin Düşük Ve Yüksek Sıcaklıkta Fide Çıkışı Ve Depo Ömrünün Tahmininde Kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara, 2006.

Başay, S., Sürmeli, N., Uysal, E., “Biberde Ozmotik Koşullandırmanın Depolama Süresince Tohum Canlılığı ve Biyokimyasal Değişime Etkisi”, V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. Çanakkale. s. 91-95, 2004.

Becker, WD., Hopper, NW., Mcmichael, BL., Jıvıden, GM., “Germination, Emergence and Root Growth of Cotton as Affected by Seed Applied Plant Growth Regulators. Proceedings Beltwide Cotton Conferences, San Diego, California, USA, 5-9 January 1998. Volume 2. Pages: 1374-1376, 1998.

Belletti, P, Lanteri, S., Lotito, S., “Priming of Papaver Nudicaule Seeds for Germination at Low Temperature”, *Advances in Horticultural Science*, 5 (4), 163-165, 1991.

Bölek, Y., Tiryaki, İ., Çokkızgın, H., Fidan, MS., “NaCl’ün Farklı Pamuk Türü Tohumlarının Düşük Sıcaklıktaki Çimlenme Oranlarına Etkisi”, 19. Ulusal Biyoloji Kongresi. PB 109. 23-27 Haziran 2008, Trabzon, 2008.

Bradford, KJ., Steiner, JJ., Trawatha SE., “Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots”, *Crop Science*, 30, 718-721. *Annals of Applied Biology*, 102, 585-593, 1990.

Brocklehurst, PA., Dearman, J., “A comparison of different chemicals for osmotic treatment of vegetable seed”, *Annals of Applied Biology*, 105, 391- 398, 1984.

Bruggemann, GP., Arndt, An., Kersting, UG., Knicker, AJ., “Influence of fatigue on impact force and rearfoot motion during running”, Abstract, XVth Con-gress of the ISB. Jyväskylä, 1995.

Cantliffe, DJ., "Priming of Lettuce Seed for Early and Uniform Emergence under Conditions of Environmental Stress", ISHS Acta Horticulturae 122: Symposium on Timing of Field Production of Vegetables, 1981. Cantliffe, DJ., Abebe, Y., "Priming 'Solar Set' tomato seeds to improve germination at high temperature", Fla. State Hort. Soc. Proc. Vol. 106, pp. 177-183, 1993.

Carter, AK., Vavrina, CS., "High Temperature Inhibits Germination of Jalapeno and Cayenne Pepper", Department of Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003-0910, 2000

Cayuela, E., Pérez-Alfocea, F., Caro, M., Bolarin, MC., "Priming of Seeds with NaCl Induces Physiological Changes in Tomato Plants Grown Under Salt Stress", Physiologia Plantarum, Volume 96, Number 2, February 1996, pp. 231-236(6), 1996.

Chakraborty, M., Ghosh, J., Vırk, DS., Prasad, SC., "Effect of Seed Priming on Germination, Growth and Yield of Horsegram Cultivars", Journal of Arid Legumes, 4 (1), 56-58, 2007.

Coons JM., Kuehl RO., Simons NB., "Tolerance of ten lettuce cultivars to high temperature combined with NaCl during germination", J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(6): 1004-1007, 1990.

Coons JM., Kuehl RO., Oekber NF., Simons NR., "Seed germination of seven pepper cultivars at constant or alternating high temperature", Journal of Horticultural Science, 64 (6), 705-710, 1989.

Çetin M., Duman İ., "Biber Tohumlarında Osmotik Koşullandırma Uygulaması Sonrası Yapılan Farklı Depolama Yöntemlerinin Tohum Kalitesine Etkileri", TÜRKİYE II. TOHUMCULUK KONGRESİ 9-11 KASIM 2005

Dearman, J., Brocklehurst, PA., Drew, LK., "Effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination", J. Appl. Biol., 108, 639-648, 1986.

Demir I., Okcu G., "Aerated hydration treatment for improved germination and seedling growth in aubergine (*Solanum melongena*) and pepper (*Capsicum annuum*)", Annals of Applied Biology 144(1): 121-123, 2004.

Demir, I., Mavi, K., "The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) seeds", Scientia Horticulturae 102, 467-473, 2004

Demir, İ., Öztokat, C., "Effect of salt priming on germination and seedling growth at low temperatures in watermelon seeds during development", Seed Sci. Technol. 31: 765-770, 2003.

Demir I., Van De Venter, HA., “The Effect of Priming Treatments on the Performance of Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) Seeds under Temperature and Osmotic Stres”, Seed Science and Technology, vol. 27, no3, pp. 871-875 (13 ref.), 1999.

Demirkaya, M., “Polietilenglikol ile Ozmotik Koşullandırma ve Hümidifikasyon Uygulamalarının Biber Tohumlarının Çimlenme Hızı ve Oranı Üzerine Etkileri”, Erciyes Üniv. Fen Bil. Enst. Der. 22(1-2): 223-228, 2006.

Dhillon, NPS., “Seed Priming of Male Sterile Muskmelon (*Cucumis melo* L.) for Low Temperature Germination”, Seed Science and Technology, 23 (3), 881-884, 1995.

Drew, RLK., Hands, LJ., Gray, D., “Relating the effects of priming to germination of unprimed seeds”, Seed Science and Technology, 25: 537-548, 1997.

Duman, İ., “Soğan (*Allium cepa* L.) Tohumlarının Çimlenmesini İyileştirici Farklı Osmotik Uygulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 39(2):1-8. 1995, 2002.

Duman, İ., Eşiyok, D., “Ekim Öncesi PEG ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> Uygulamalarının Havuç Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Oranı ile Verim Üzerine Etkileri”, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22 (1998) 445–449, 1995.

Dursun, A., Ekinci, M., “Effects of different priming treatments and priming durations on germination percentage of parsley (*Petroselinum crispum* L.) seeds”, Agricultural Science, 1(1):17-23, 2010.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., “Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II)”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 1-381, 1987.

Elkoca, E., Haliloğlu, K., Eşitken, A., Ercişli, S., “Hydro- and osmopriming improve chickpea germination”, Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Plant and Soil Science (Basımda), 2006.

Esechie, H., “Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum”, J Agron Crop Sci 172: 194-199, 1994

Erdoğan, G., “Değişik Kimyasal Uygulamalarının Farklı İskenderiye Üçgül (*Trifolium Alexandrinum* L.) Çeşidi Tohumlarının Düşük Sıcaklıktaki Çimlenme ve Çıkış Performansları Üzerine Etkileri”, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 60s, 2008.

Erkara, İP., Ardiç, M., Tokur, S., “Eskişehir ve Çevresinde Yetişen Bazı Hypericum Türleri Üzerinde Tohum Çimlendirme Çalışmaları”, 19. Ulusal Biyoloji Kongresi. PB 109. 23-27 Haziran 2008, Trabzon, 2008.

Evenarı M., “The history of germination research and the lesson it contains for today”, Israel Journal of Botany, 29, 4-21, 1980.

Eymann, J., Kretschmer, M., Brückner, U., “ Priming Treatment of Carrot Seed”, Priming of Carrot Seed. Gemüse (München) 41 (8) München: BLV Verlagsgesellschaft mbH, 26-27, 2005.

Farooq, M., Basra, SMA., Rehman, H., Ahmad, N., Saleem, BA., “Osmopriming improves the germination and early seedling growth of melons (*Cucumis melo* L.)”, Pak. J. Agri. Sci., 44(3): 529–536, 2007.

Fujikura T., Kraak HL., Basra AS., Karssen CM., “Hydropriming, a simple and inexpensive priming method”, Seed Science and Technology, 21, 639-642, 1993.

Govahı, M., Arvin, MJ., Saffarı, G., “Incorporation of plant growth regulators into the priming solution improves sugar beet germination, emergence and seedling growth at low-temperature”, Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 3390-3394, 2007.

Gray, D., Drew, RLK., Bujalski, W., Nienow, AW., “Comparison of Polyethylene Glycol Polymers, Betaine and L-proline for Priming Vegetable Seed”, Seed Science and Technology, 19 (3), 1991, 581-590, 1991.

Heydecker, W., “Germination of an idea: The priming of seeds”, University of Nottingham School of Agriculture Report, 1973/1974, 50-67, 1973.

Heydecker W., Coolbear P., “Seed Treatments for Improved Performance-Survey Prognosis”, Seed Sci.and Tech. 5; 353-425, 1977.

<http://www.arishantarim.com.tr/index.php?route=product> (erişim tarihi: 30.05.2014)

<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (erişim tarihi: 05.04.2014)

[http://seedtest.org/upload/cms/user/PubCat\\_2012-2013\\_web.pdf](http://seedtest.org/upload/cms/user/PubCat_2012-2013_web.pdf) (erişim tarihi: 05.05.2014)

<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (erişim tarihi: 05.05.2014)

Hussain, M., Farooq, M., Basra, SMA., Ahmad, N., “Influence of Seed Priming Techniques on the Seedling Establishment, Yield and Quality of Hybrid Sunflower”, International Journal of Agriculture & Biology, 1560–8530/08–1–14–18, 2006.



Ista International rules for seed testing, International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland, 2003.

Ista/Ishs Symposium, Technological Advances in Variety and Seed Research 31 May-3 June 1994, Wageningen/Netherlands, 1994.

Jett, L.W., Welbaum, G.E., Morse, R.D., "Effects of Matric and Osmotic Priming Treatments on Broccoli Seed Germination", Journal of the American Society for Horticultural Science, 121 (3), 423-429, 1996.

Jumsoon, K., Jeounglai, C., Yeonok, J., "Effect of Seed Priming on the Germinability of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Seeds under Water and Saline Stress", Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 37 (4), 516-521, 1996.

Kabar K., Kocaçalışkan İ., "Interactions Among Salinity (NaCl), Polyphenol Oxidase, and Growth Regulators in the Germination of Wheat Seeds", Doğa Turkish Journal of Botany, 14: 235-245, 1990.

Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y., "The effect of drought on plants and tolerance mechanisms", G. U. Journal of Science, 18 (4): 723- 740, 2005.

Kaya, G., "Biber Tohumlarında Kontrollü Nemlendirme Uygulamasının Tohum Kalitesine Etkisi", Ankara Ün. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi, 2008.

Kenanoğlu, B., "Su Kabağında (*Lagenaria* spp.) Düşük Sıcaklıkta Tohum Çimlenmesinin Ekim Öncesi Uygulamaları ile Arttırılması", Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 56s,2007.

Kenanoğlu, BB., Demir, I., Mavi, K. ve Yetişir, H., " *Lagenaria siceraria* genotiplerinin düşük sıcaklıkta çimlenmesi üzerine ekim öncesi uygulamaların etkisi", 13(3): 169-175, 2007.

Keunchang, Y., Jonghwa, K., Youngrog, Y., Sangho, L. "Effect of Priming Treatment on Improving Germination of Gourd Seeds", Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 37 (1), 42-46, 1996.

Khan, AA., Peck, NH., Samimy, C., "Seed osmoconditioning: physiological and biochemical changes", Israel Journal of Botany 29(1): 133-144, 1980.

Korkmaz, A., "Ameliorative effects of ethylene precursor and polyamines on the high temperature inhibition of germination in lettuce (*Lactuca sativa* L.) before and after seed storage", Seed Sci. Technol. 34: 465-474, 2006.

Korkmaz, A., Korkmaz, Y., “Promotion by 5-Aminolevulinic Acid of Pepper Seed Germination and Seedling Emergence under Low-Temperature Stres”, *Scientia Horticulturae*, volume 119, issue 2, 6 January 2009, pages 98-102, 2009.

Korkmaz, A. ve Tiryaki, İ., “Düşük Sıcaklıkların Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri”, *Alatarım*, 4(1): 32-40, 2005.

Korkmaz, A., Tiryaki, I., Nas, MN., Ozbay, N., “Inclusion of Plant Growth Regulators into Priming Solution Improves Low Temperature Germination and Emergence of Watermelon Seeds”, *Canadian Journal of Plant Science*, 84:1161-1165, 2004.

Korkmaz, A., Ozbay, N., Tiryaki, I., Nas, MN., “Combining Priming and Plant Growth Regulators Improves Muskmelon Germination and Emergence at Low Temperature”, *European Journal of Horticultural Science*, 70 (1), 29-34, 2005.

Korkmaz, A., “Inclusion of Acetyl Salicylic Acid and Methyl Jasmonate into the Priming Solution Improves Low-Temperature Germination and Emergence of Sweet Pepper”, *HortScience*, 40 (1), 197-200, 2005a.

Korkmaz, A., “Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Yüksek Sıcaklıkta Marul Tohumlarının Çimlenme ve Çıkışı Üzerine Etkileri”, *Türkiye II. Tohumculuk Kongresi*, 9-11 Kasım 2005, Adana, 2005b.

Lanteri, S., Nada, E., Belletti, P., Quagliotti, L., Bino, RJ., “Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annuum* L.) ” , *Ann. Bot.* 77(6): 591-597, 1996.

Masuda, M., Hata, N., Ombwara, FK., Agong, SG., “Effects of Acid Scarification, Priming with PEG, NaCl or Sea Water as Osmoticum and Dehydration on Spinach Seed Germination at 30 °C”, *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 74 (2), 134-138, 2005.

Mauromicale, G., Cavallaro, V., “Effects of Seed Osmopriming on Germination of Tomato at Different Water Potential”, *Seed Science and Technology*, 23 (2), 393-403. 1995.

Mukasa, Y., Takahashi, H., Taguchi, K., “Seed Priming Treatment Promoting Early Growth and Resulting in Uniform Plant Weight in Sugarbeet”, *Proceedings of the Japanese Society of Sugar Beet Technologists*, (43), 108-115, 2001.

Murray, GA., “Priming sweet corn seed to improve emergence under cool conditions”, *HortScience*, 25: 231, 1990.

Namjun, K., Yeonok, J., Jeounglai, C., Seongmo, K., “Changes of Seed Proteins Related to Low Temperature Geminability of Primed Seeds of Pepper (*Capsicum annuum* L.) ”, Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 38 (4), 342-346, 1997.

Nascimento, WM., “Muskmelon Seed Germination and Seedling Development in Response to Seed Priming”, Scientia Agricola, v.60, n.1, p.71-75, 2003.

Nascimento, WM., Aragão, FAS., “Muskmelon Seed Priming: Water Absorption and Germination under Different Temperatures”, Revista Brasileira de Sementes. 24 (1), 153-157, 2002.

Nascimento, WM., “Vegetable Seed Priming to Improve Germination at Low Temperature”, Horticultura Brasileira, 23 (2), 211-214, 2005.

Naylor, REL., Syversen, MK., “Assessment of seed vigour in Italian ryegrass”, Seed Science and Technology, 16: 419-426, 1988.

Nerson, H., “Salt Priming of Muskmelon Seeds for Low-Temperature Germination”, Scientia Horticulturae. Volume 28, Issues 1-2, March 1986, Pages 85-91, 1986.

Odell, GB., Cantliffe, DJ., “Seed priming procedures and the effect of subsequent storage on the germination of fresh market tomato seeds”, Proceedings of Florida State Horticultural Society 99: 303-306, 1986.

Okçu, G., “Sebze Tohumlarında Çimlenmeyi Artırmak Amacıyla Yapılan Bazı Tohum Uygulamaları”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2):64-68, 2005.

Oluoch, MO., Welbaum, GE., “Viability and Vigor of Osmotically Primed Muskmelon Seeds after Nine Years of Storage”, Journal of the American Society for Horticultural Science, 121 (3), 408-413, 1996.

Owen, PL., Pill, WG., “Germination of Osmotically Primed Asparagus and Tomato Seeds after Storage up to Three Months”, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(3):636-641, 1994.

Özalp, R., “Ülkemizde biber üretimi ve örtüaltı biber yetiştiriciliği”, Tarım Türk Dergisi, 24: 29-32, 2010.

Özdemir, Ö., “Osmotik Koşullandırma (Priming) Uygulamalarının Kivi (*Actinidia deliciosa*) Tohumlarında Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkileri”, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 66s, 2006.

Özdil, AH., “Bazı Sebze Tohumlarında PEG (Polyethylene glcol) Uygulamalarının Çimlenme ve Çıkış Oranı ile Çıkış Süresi Üzerine Etkileri”, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 92s, 1991.

Pandia, VK., Anand , A., Nagarajan, S., “Enhancement of seed germination in hot pepper following presowing treatments”, Seed Sci. Technol. 35(2): 282-290, 2007.

Parera, CA., Cantliffe, DJ., “Seed Priming: A presowing seed treatment”, Horticultural Reviews. Vol. 16. J. Janick, ed. (Refereed). pp. 109-141, 1994.

Passam, HC., Lambropoulos, E., Khah, EM., “Pepper seed longevity following production under high ambient temperature”, Seed Science and Technology, 25: 177-185, 1997.

Pereira, MD., Dias, DCFS., Dias, LAS, Araujo, EF., “ Primed Carrot Seeds Performance Under Water and Temperature Stress”, Sci. Agric. (*Piracicaba, Braz.*), 66(2):174-179, 2009.

Pill WG., Finch-Savage WE., “Effects of Combining Priming and Plant Growth Regulator Treatments on the Synchronisation of Carrot Seed Germination”, Annal. Appl. Biol. 114:383-389, 1988.

Pill, WG., Frett, JJ., Morneau, DC., “Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions”, HortScience. 26: 1160–1162, 1991.

Pill, WG., Kilian, EA., “Germination and Emergence of Parsley in Response to Osmotic or Matric Seed Priming and Treatment with Gibberellin”, HortScience, 35 (5), 907-909, 2000.

Pill, WG., Korengel, TK., “Seed Priming Advances the Germination of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) ”, Journal of Turfgrass Management, 2 (1), 27-43, 1997.

Pocsai, K., Szabo, L., “The effect of NaCl salinity on germination and development of fababean varieties”, Noventermeles 32(4): 307-313, 1983.

Rao, RGS., Singh, PM., Rai, M., “Effect of Seed Maturity and Priming on Viability and Vigour in Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) ”, European Journal of Horticultural Science, 70 (4), 177-182, 2005.

Rikin, A., Atsmon, D., Gitler, C., “Chilling Injury in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Prevention by Abscisic Acid”, Plant and Cell Physiology, vol. 20, no. 8, 1537-1546, 1979.

Sachs, M., Cantliffe, DJ., Watkins, JT., “Germination of Pepper Seed at Low Temperatures after Various Pretreatments. Proc”, Fla. State Hort. Soc., 93:258-260, 1980.

Sağsöz, S., “Tohumluk Bilimi”, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:302, Erzurum, 2000.

Sangkyun, C., Hongyul, S., Youngjin, O., Kangbo, S., Kyeonggu, C., Sheongchun, L., “Effect of Priming Conditions on Enhancing Germination of Onion (*Allium cepa* L.) seeds”, Korean Journal of Crop Science, 51 (3), 191-198, 2006.

Saltveit, ME., “Chilling injury is reduced in cucumber and rice seedlings and in tomato pericarp discs by heat-shocks applied after chilling”, Postharv. Biol. Technol.21, 169-177, 2001.

Sedghi, M., Nematı, A., Esmailpour, B., “Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity”, Emir. J. Food Agric. 2010. 22 (2): 130-139, 2010.

Sivritepe, N., Sivritepe, HÖ., Eris, A., “The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions”, Sci. Hortic. 97: 229-237, 2003.

Sivritepe, HÖ., Şentürk, B., “Biber Tohumlarının Fizyolojik Olarak İyileştirilmesi İçin Su ve Tuz Çözeltileri ile Yapılan Priming ve Kurutma Uygulamalarının Karşılaştırılması”, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 25(1): 53-64, 2011.

Sivritepe, N., Sivritepe, HO., “Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of pepper seeds”, Asian J. Chem. 20(7): 5689-56, 2008.

Thanos, CA., Georghiou, K., Passam, HC., “Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage”, Ann. Bot. 63: 65-69, 1989.

Tınmaz, F., “Ekim Öncesi Bazı Tohum Uygulamaları İle Bamya (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) nın Çimlenme, Çıkış ve Veriminin İyileştirilmesi”, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 81s, 2007.

Tiryaki, İ., Büyükçingil, Y., “Farklı Tohum Ön Uygulamalarının Mısır (*Zea mays* L.) Tohumunun Düşük Sıcaklıktaki Çimlenme ve Fide Çıkış Performansı Üzerine Etkileri”, Türkiye II. Tohumculuk Kongresi, 9-11 Kasım 2005, Adana, 2005.

Tiryaki, I., Korkmaz, A., Nas, MN., Ozbay, N., “Priming combined with plant growth regulators promotes germination and emergence of dormant *Amaranthus cruentus* L. seeds”, Seed Science and Technology, 33(3), 569–577, 2005.

Trigo, MFO., Trigo, LFN., “Effect of Priming on Germination and on Vigor of Eggplant (*Solanum melongena* L.) seeds. / Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.)”, Revista Brasileira de Sementes, 21 (1), 107-113, 1999.

Topak, H., Erbil, N., Dığrak, M., “Dođu Akdeniz ve GÜneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Yetiştirilen Biberlerin (*Capsicum annuum* L.) Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması”, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 20 (2), 257–264, 2008.

Torun, B., “Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum and Nakai) Önceyimlendirme (Priming) Uygulamalarının Düşük Sıcaklıklardaki Çimlenme ve Çıkış Oranı ile Süresi Üzerine Etkileri”, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 67s, 1993.

Uzunlu, M., “Aspirinin Kavun Fidelerinin Değişik Abiyotik Stres Koşullarına Karşı Toleranslarının Artırılması Üzerine Etkileri”, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 38s, 2006.

Venkatasubramanian, A., Umarani, R., “Evaluation of Seed Priming Methods to Improve Seed Performance of Tomato (*Lycopersicon esculentum*), Eggplant (*Solanum melongena*) and Chilli (*Capsicum annum*) ”, Seed Science and Technology, 35 (2), 487-493, 2007.

Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., “Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme) ”, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, 440 s,2000.

Willits, DH., Peet, MM., “ The effect of night temperature on greenhouse grown tomato yields in warm climates”, Agricultural and Forest Meteorology. Volume 92, Issue 3, 16 October 1998, Pages 191–202, 1998.

Yanmaz, R., Demir, İ., Ellialtıoglu, S., “Effect of PEG (Polyethylene Glycol 6000) treatment on the germination and emergence of pepper and eggplant seeds at low temperatures”, ISTA/ISHS Symposium, Technological Advances in Variety and Seed Research, 31 May-3 June 1994 Wageningen/The Netherlands, 1994.

Yapparov, FS., Ishakov, FM., “Stimulation of germination of sugar beet seeds achieved by treating them with solutions of sodium salts”, Fiziologia Ratenii, 4, 870-874, 1974.

Yeonok, J., Jongcheol, K., Jeounglai, C., “Effect of Seed Priming of Carrot, Lettuce, Onion and Welsh Onion Seeds as Affected by Germination Temperature”, Korean Journal of Horticultural Science & Technology, 18 (3), 321-326, 2000.

Yoldaş, F., “Havuç (*Daucus carota*) Üretiminde Tohumlara Ekim Öncesinde Yapılan Farklı Uygulamaların Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkilerinin Araştırılması”, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 79s, 1995.

Yoon, BYH., Lang, HJ., Cobb, BG., “Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures”, Hort. Sci., 32, 248-250, 1997.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1985 yılında Sivas'da doğdu. İlkokulu, ortaokulu ve liseyi Sivas'da tamamladı. 2005 yılında Kahramanmaraş Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde lisans eğitime başladı ve 2009 yılında mezun oldu. 2010 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakóltesine Araştırma görevlisi olarak atandı ve halen görevine devam etmektedir.