

FARKLI EKİM ZAMANLARININ VE GİBBERELLİK ASİT'İN *Campanula glomerata* L. subsp. *hispida* (Witasek) Hayek. TOHUMLARININ ÇIKIŞ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ¹

Fatih GÜLBAĞ², Mustafa Ercan ÖZZAMBAK³

²Dr., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, YALOVA

³Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İZMİR

Geliş Tarihi / Received: 17.09.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 14.11.2018

ÖZ

Campanulaceae familyasına ait olan *Campanula* L. cinsinin Türkiye’de 125 doğal türü (135 takson) bulunmaktadır. Bu araştırma; Türkiye Florasında doğal yayılış gösteren ve süs bitkisi olarak kullanılmaya potansiyeline sahip *C. glomerata* L. subsp. *hispida* (Witasek) Hayek. taksonunda yürütülmüştür. *C. glomerata* L. subsp. *hispida* taksonunun olgunlaşmış tohumları, Ilgaz Dağı’nın (Türkiye) 1780 m yüksekliğinde doğal olarak yayılış gösteren popülasyonlarından toplanmıştır. Farklı ekim zamanlarının ve gibberellik asit (GA₃) uygulamasının, tohumların çıkış özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. GA₃ uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) tohumlar, ısıtmasız sera koşullarında, 5 farklı dönemde (Ekim, Kasım, Aralık, Şubat, Mart ayları) ekilmiş, çıkış oranı ve ortalama çıkış süresi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çıkış oranı (ÇO) %22.50 ile %75.50 arasında, ortalama çıkış süresi (OÇS) 3.96 ile 12.99 hafta arasında değişmiştir. Çıkış oranı ve süresi kriterleri için ön uygulama × ekim zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur. Çıkış özellikleri yönünden en başarılı sonuçlar, Mart (ÇO: %75.50; OÇS: 3.96 hafta) ve Ekim (ÇO: %75.50; OÇS: 4.29 hafta) aylarında ekilen GA₃ uygulanmış tohumlardan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Campanula*, dormansi, tohum çıkışı, GA₃, ön uygulama

EFFECTS OF DIFFERENT SOWING TIMES AND GIBBERELIC ACID ON EMERGENCE CHARACTERISTICS OF *Campanula glomerata* L. subsp. *hispida* (Witasek) Hayek. SEEDS

ABSTRACT

The genus *Campanula* L. belonging to the Campanulaceae family is represented with 125 native species (135 taxa) in Turkey. This study was conducted with *C. glomerata* L. subsp. *hispida* (Witasek) Hayek. taxa which having ornamental plant potential and widely distributed in Flora of Turkey. Freshly-matured seeds of *C. glomerata* subsp. *hispida* taxa were collected from wild populations of growing in Ilgaz Mountain (Turkey) at an altitude of 1780 m. The effects of different sowing times and gibberellic acid (GA₃) on emergence characteristics of seeds were investigated. Treated with 1000 mg l⁻¹ GA₃ and untreated (control) seeds were sowed under unheated greenhouse conditions in 5 different times (October, November, December, February and March) and emergence rates and mean emergence times were determined. According to obtained results, emergence percentage (EP) varied between 22.50% and 75.50%, the mean emergence time (MET) changed between 3.96 and 12.99 weeks. Statistical interaction between pre-treatment and sowing times for emergence percentage and mean emergence time was found significant. The most successful results in terms of emergence characteristics were obtained from the seeds treated with gibberellic acid in March (EP: %75.50; MET: 3.96 weeks) and October (EP: %75.50; MET: 4.29 weeks).

Keywords: *Campanula*, dormancy, GA₃, pre-treatment, seed emergence

GİRİŞ

Campanula L. cinsi genel olarak kuzey yarım kürenin ılıman ve subtropikal

bölgelerine dağılmış tek yıllık, iki yıllık ve çok yıllık taksonlardan oluşan 420 türü kapsar. Cinsin çeşitlilik merkezi Kafkasya’nın doğusuna uzanan Akdeniz Bölgesi’dir.

¹Bu çalışma “Bazı *Campanula* L. Türlerinin Kültüre Alınması ve Süs Bitkisi Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli doktora tezi kapsamında yürütülmüştür. I. Uluslararası GAP Tarım ve Hayvancılık Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuş kısa özeti basılmıştır.

²Sorumlu yazar / Corresponding author: fatihgulbag@hotmail.com

Özellikle endemik türler Doğu Akdeniz Bölgesi, Balkan Yarımadası, Kafkasya ve Türkiye’de yoğunlaşmıştır [17, 16]. Türkiye’yi de içine alan Doğu Akdeniz Bölgesi *Campanula* cinsinin farklılaşma bölgesi olarak kabul edilir. Türkiye’de *Campanula* cinsi; yaklaşık yarısı endemik olan 125 türe, takson bazında ise 135 taksona sahiptir [7, 8, 19, 2, 22, 23, 24].

Tarihsel süreci incelendiğinde *Campanula* türleri ilk dış mekân süs bitkisi olarak bahçelerde, sonra saksılı çiçekli bitki ve son olarak ise yakın zamanlarda kesme çiçek olarak kullanılmaya başlanmıştır. *Campanula* cinsi ekonomik açıdan önemli süs bitkileri türlerini içermesine rağmen, çok az tür büyük ölçekli üretim için kullanılmaktadır. Günümüzde ticari açıdan önemli *Campanula* çeşitleri birkaç türden (örneğin; *C. carpatica*, *C. formanekiana*, *C. medium*, *C. isophylla* ve *C. portenschlagiana*, *C. poscharskyana*) elde edilmiştir [6, 20]. Türkiye Florasındaki doğal *Campanula* türleri, süs bitkileri sektörüne yeni türler sunmak ve süs bitkileri üretimini çeşitlendirmek için önemli bitkisel zenginliğe sahiptir. *C. glomerata* L. subsp. *hispidata* (WITASEK) HAYEK, süs bitkileri sektöründe kullanılma potansiyeli olan doğal bir taksondur.

Campanulaceae familyası geniş bir familya olmasına rağmen tohum biyolojisi ve tohum çimlenmesi yeterince çalışılmamıştır [15]. *Campanulaceae* tohumları morfolojik veya morfofizyolojik dormansiye sahiptir [4]. Tohum çimlenmesinde gibberellik asitler (GA₃)’in teşvik edici rolü vardır. Bazı türlerde tohuma dışarıdan GA₃ uygulanmasıyla tohum dormansisi aşılabilir [3, 9]. Yapılan çalışma öncesinde, *C. glomerata* L. subsp. *hispidata* taksonuna ait tohumlarda yapılan çimlendirme çalışmasında; tohumlara 1000 mg l⁻¹ GA₃ uygulanması ile kısa sürede (8 gün) ve yüksek oranda (%76.00) çimlenme sağlanabildiği tespit edilmiştir [13].

Bu çalışmanın amacı ise; ön uygulama yapılan (1000 mg l⁻¹ GA₃) ve yapılmayan (kontrol) *C. glomerata* L. subsp. *hispidata* tohumlarında ısıtmasız sera koşullarında farklı ekim zamanlarının tohum çıkışına etkilerinin belirlenmesidir. İstenen sonuçlara ulaşıldığında; daha önce tespiti yapılan, GA₃ uygulamasıyla elde edilen çimlenme oranının

üretici koşullarında bitki eldesine ne ölçüde yansdığı tespit edilecektir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2014 ve 2015 yıllarında Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yalova)’nde yürütülmüştür.

Materyal

Çalışma materyali *C. glomerata* subsp. *hispidata* tohumları, taksonun doğal yayılış alanı olan; Kastamonu il sınırları (A4 karesi) içerisinde, Ilgaz Dağı orman açıklıklarındaki (1780 m) popülasyonlardan temin edilmiştir. Tohumlar, popülasyonun büyüklüğü ve homojenliği dikkate alınarak belirlenen lokalitelerden tohum olgunlaşma döneminde (Eylül ayı sonunda) meyve kapsülleri ile birlikte toplanmıştır. Kapsülleri çatlamaya başladığında tohumlar ayrılmış, temizlenmiş ve gölge bir ortamda kurutma kâğıdı üzerinde kurutulan tohumlar sayılarak paketlenmiştir.

Metot

Çıkış testleri öncesinde yüzey sterilizasyonu için tohumlar %1’lik sodyum hipoklorat (NaOCl) çözeltisinde 2 dakika tutulmuş, ardından 3 defa saf su ile yıkanmıştır.

•Kontrol; herhangi bir ön uygulama yapılmamış, deneme tarihine kadar +4°C’de cam kavanoz içerisinde muhafaza edilmiştir.

•1000 mg l⁻¹ GA₃; tohumlar 1000 mg l⁻¹ GA₃ çözeltisinde, +20°C’de 24 saat süresince tutulmuştur.

Ekim ortamı olarak steril tohum torfu + perlit (3:1 hacimsel oran) karışımı kullanılmıştır. Çıkış oranını belirlemek için tohumlar her saksıya (9 cm çap büyüklüğünde) 50’şer adet ekilmiş ve tohumların üzeri kapatılmamıştır [12]. Tohumların ekimi 5 farklı dönemde (Ekim, Kasım, Aralık, Şubat, Mart ayları), her ayın 15. gününde yapılmıştır. Ekim yapılmış saksılar ısıtmasız sera koşullarına yerleştirilmiştir. Deneme 15 Ekim 2014–1 Haziran 2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Deneme her saksıda 50’şer adet tohum olacak şekilde, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her saksı bir parseli oluşturacak şekilde kurulmuştur.

Sulamalar, gün aşırı kontrol edilmiş ve tüm uygulamalar için aynı zamanda ve aynı miktarda yapılmıştır. Kotiledon yaprakları yere paralel olan fideler çıkışını tamamlamış kabul edilmiş ve çıkış testi süresince sayımlar haftalık yapılmıştır [18, 10, 11], 4 hafta süresince çıkış gözlemlenmeyen, ekim dönemi uygulamalarında sayım sonlandırılmıştır. Test sonunda çıkış oranı ve ortalama çıkış süresi hesaplanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Çıkış oranı (%): Deneme sonunda çıkışı gerçekleştiren tohumların yüzde olarak ifadesidir.

Ortalama çıkış süresi (hafta): Çıkışı gerçekleştiren tohumların yarısının çıkışını sağladığı gün/haftadır.

Çıkış oranı: $2 \times \sum v_t / 100$

Ortalama çıkış süresi : $\sum (v_t \times g_t) / \sum v_t$

v_t : t'inci haftada çıkışı gerçekleşen tohum sayısı,

g_t : sayımın yapıldığı hafta,

$\sum v_t$: Test sonunda çıkışı gerçekleşen toplam tohum sayısı.

Deneme alanına ait sıcaklık değerleri, HOB0 marka iklim veri kaydedici cihazlar ile kayıt altına alınmıştır. Ölçümler bir saat arayla günlük 24 okuma yapacak şekilde yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizlerin yapılmasında JMP 7.0 paket programı kullanılmıştır. Denemede elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arası farklılıklar %5 seviyesinde LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Yüzde değerler $\sqrt{n+5}$ transformasyonuna tabi tutulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme alanına ait ortam sıcaklığı (°C), bir saat arayla günlük 24 okuma yapacak şekilde ölçülmüş ve değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çıkış oranına ait bulgular incelendiğinde; uygulama \times ekim zamanı interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çıkış oranı %22.50 ile %75.50 arasında farklılık

göstermiştir (Çizelge 2). En yüksek çıkış oranı %75.50 ile Ekim, Mart aylarında ekimi yapılan ön uygulama yapılmış tohumlarda ve Şubat ayında ekimi yapılan tohumlarda (ön uygulama: %64.00 ve kontrol: %59.00) tespit edilmiştir. En düşük çıkış oranı sırasıyla Aralık, Ekim, Kasım aylarında ekimi yapılan kontrol grubu tohumlarda (%22.50; %24.00; %24.50) ve Kasım ayında ekimi yapılan ön uygulama yapılmış tohumlarda (%34.00) tespit edilmiştir.

Ortalama çıkış süresine ait bulgular incelendiğinde; uygulama \times ekim zamanı interaksyonu önemli bulunmuştur. Çıkış süresi 3.96 ile 12.99 hafta arasında farklılık göstermiştir (Çizelge 3, Şekil 1). En kısa çıkış süresi Mart ayında (ön uygulama: 3.96 hafta ve kontrol: 4.24 hafta) ve Ekim ayında ekimi yapılan ön uygulama yapılmış tohumlarda (4.29 hafta) tespit edilmiştir. En uzun çıkış süresi, 12.99 hafta ile Aralık ayında ekimi yapılan kontrol grubu tohumlarda gerçekleşmiştir.

Bazı çalışmalarda [3, 9], tohuma dışarıdan GA₃ uygulanmasıyla tohum dormansisinin üstesinden gelinebileceğini bildirmişlerdir. Bir çalışmada [1], 1000 mg l⁻¹ GA₃ uygulanmış *C. uniflora* tohumlarında %84.00–100.00, diğer bir çalışmada ise [14] 1000 mg l⁻¹ GA₃ uygulanmış *C. sparsa* tohumlarında %100.00'e ulaşan oranlarda çimlenme sağlamışlardır. Çalışmamızda *C. glomerata* L. subsp. *hispidata* tohumlarında; en yüksek çıkış oranının (%75.50) belirlendiği Ekim, Mart aylarında kontrol grubuna (Ekim: %24.00–Mart: %56.00) göre artış sağlanmıştır. Ancak diğer yüksek çıkış değerlerinin (ön uygulama: %64.00–kontrol: %59.00) elde edildiği Şubat ayında ise uygulanan GA₃, kontrole kıyasla çıkış oranında istatistiksel fark oluşturmamıştır. 1000 mg l⁻¹ GA₃ uygulanmış tohumlarda; Kasım ve Aralık aylarında (sırasıyla: %34.00; %53.00) diğer ekim dönemlerine göre daha düşük oranda çıkış gerçekleşmiştir. Tohum ekimini takip eden aylarda sera içi sıcaklık değerlerinin düşük olduğu dönemlerde; GA₃'ün etkisi olmamış ya da sınırlı olmuştur. Bu dönemlerde GA₃'ün ortalama çıkış süresi üzerine etkisi de sınırlı olmuştur.

Çizelge 1. Deneme alanına ait sıcaklık verileri (°C)
Table 1. Temperature data of the test area (°C)

	Ekim 2014 October	Kasım 2014 November	Aralık 2014 December	Ocak 2015 January	Şubat 2015 February	Mart 2015 March	Nisan 2015 April	Mayıs 2015 May
Anlık en düşük sıcaklık Instantaneous minimum temp.	5.5	2.5	1.1	-2.3	-0.7	0.0	2.4	9.3
Anlık en yüksek sıcaklık Instantaneous maximum temp.	30.0	25.4	20.1	23.6	31.4	29.0	40.8	41.5
En düşük sıcaklık ortalaması Lowest temperature average	13.3	8.2	6.6	3.0	5.1	5.7	7.1	13.2
En yüksek sıcaklık ortalaması Highest temperature average	21.5	17.1	14.8	14.6	17.1	21.1	27.2	27.2
Ortalama sıcaklık Average temperature	16.9	11.8	9.9	7.1	9.3	11.5	15.2	19.7

Çizelge 2. *C. glomerata* L. subsp. *hispida* tohumlarında farklı ekim zamanlarının ve ön uygulamanın çıkış oranına etkisi (%)
Table 2. Effect of different sowing dates and pre-treatment on emergence rate of *C. glomerata* L. subsp. *hispida* (%)

Dönem/Uygulama / Period/Treatment	Ön uygulama / Pre-treatment	Kontrol / Control	Ortalama / Mean
Ekim / October	75.50 a	24.00 c	49.75
Kasım / November	34.00 c	24.50 c	29.25
Aralık / December	53.00 b	22.50 c	37.75
Şubat / February	64.00 ab	59.00 ab	61.50
Mart / March	75.50 a	56.00 b	65.75
Ortalama / Mean	60.40	37.20	
P uygulama × dönem: <0.01	LSD uygulama × dönem: 16.13		CV (%): 9.88

*Aynı satır yâda sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

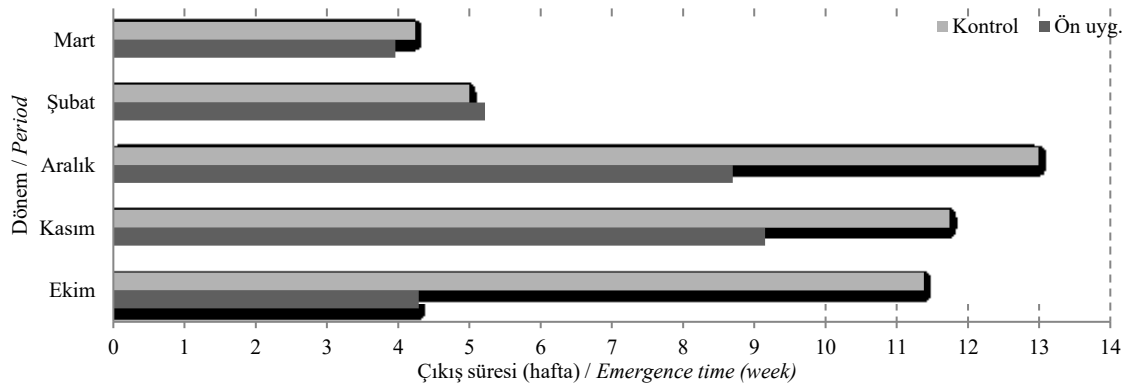
*There is no statistical difference between the values of bearing the same letter in the same line or column.

Çizelge 3. *C. glomerata* L. subsp. *hispida* tohumlarında farklı ekim zamanlarının ve ön uygulamanın ortalama çıkış süresine etkisi (hafta)
Table 3. Effect of different sowing dates and pre-treatment on mean emergence time of *C. glomerata* L. subsp. *hispida* (week)

Dönem/Uygulama / Period/Treatment	Ön uygulama / Pre-treatment	Kontrol / Control	Ortalama / Mean
Ekim / October	4.29 de	11.38 b	7.83
Kasım / November	9.15 c	11.74 b	10.44
Aralık / December	8.70 c	12.99 a	10.84
Şubat / February	5.22 d	5.00 d	5.11
Mart / March	3.96 e	4.24 de	4.10
Ortalama / Mean	6.29	9.07	
P uygulama × dönem: <0.01	LSD uygulama × dönem: 1.01		CV (%): 9.26

*Aynı satır yâda sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

*There is no statistical difference between the values of bearing the same letter in the same line or column.



Şekil 1. *C. glomerata* L. subsp. *hispida* tohumlarında farklı ekim zamanlarının ve ön uygulamanın ortalama çıkış süresine (hafta) etkisi

Figure 1. Effect of different sowing dates and pre-treatment on mean emergence time of *C. glomerata* L. subsp. *hispida* (week)

Çalışmada kontrol tohumlarında Şubat ve Mart aylarında diğer aylara kıyasla yüksek çıkış oranı elde edilmiştir. Sera içinde oluşan düşük sıcaklıklar (en düşük sıcaklık ortalaması; Şubat: 5.1°C, Mart: 5.7°C) tohumlarda katlama etkisi oluşturmuş olabilir. Katlamanın, absisik asit ve gibberellin seviyesinde değişimlere neden olduğu bilinmektedir. Tohumlarda, bu bitki büyüme düzenleyicilerinin miktarlarındaki değişimler, katlama sonrası çimlenmenin meydana gelmesinde fizyolojik tepkiler ile ilişkilendirilmiştir [5, 21]. Nemli soğuk katlamanın, yüksek dağ türlerinin çoğunda çimlenmeyi artırdığı bildirilmiştir [3]. *C. glomerata* L. subsp. *hispida* taksonunda ön uygulamaların tohum çimlenmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada [13]; 8 haftaya ulaşmayan sürelerdeki katlama uygulamalarında kontrol uygulamasına (%13.50) kıyasla daha yüksek oranlarda çimlenme sağlandığını ve en yüksek nihai çimlenmenin (%44.50), 4 hafta soğuk nemli katlama uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Ekim ve Mart aylarında ekilen ön uygulama yapılmış tohumlarda elde edilen çıkış oranları (%75.50), *C. glomerata* L. subsp. *hispida* tohumlarında; çimlenmeyi uyarıcı ön uygulamaların (1000 mg l⁻¹ GA₃ uygulanmış tohumlarda: %76.00), sıcaklık ve ışığın çimlenme üzerine etkilerinin incelediği (29.00-88.00) çalışmada [13] elde edilen çimlenme sonuçları ile uyumludur.

SONUÇLAR

C. glomerata L. subsp. *hispida* tohumları ısıtmasız sera koşullarında erken ve yüksek oranda çıkış için, Yalova ve benzer iklim özelliklerini taşıyan bölgelerde; 1000 mg l⁻¹ GA₃ uygulanarak, Ekim ve Mart aylarında ekilmelidir. Mart ayında ekildiklerinde ortalama 3.96 haftada %75.50 oranında, Ekim ayında ekildiklerinde ise ortalama 4.29 haftada %75.50 oranında çıkış sağlanabilir. Tohumlara ön uygulama yapılmayacak ise; Şubat ayında ekildiğinde yüksek oranda (%59.00) ve nispeten hızlı (5.00 hafta) çıkış sağlanabilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından desteklenmiştir (Proje No: 112O060).

KAYNAKLAR

1. Ægisdóttir, H.H. and Thórhallsdóttir, T.E., 2006. Breeding system evolution in the Arctic: a comparative study of *Campanula uniflora* in Greenland and Iceland. *Arctic. Antarctic and Alpine Research* 38(3):305-312.
2. Alçıtepe, E., 2011. New combinations in *Campanula Sect. Quinqueloculares* from Turkey. *Pakistan Journal of Botany* 4:2243-2254.
3. Baskin, C.C. and Baskin, J.M., 1998. Seeds. Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. 666p. *San Diego: Academic Press*.
4. Baskin, C.C. and Baskin J.M., 2005. Seed dormancy in wild flower. *Flower Seeds: Biology and Technology*, (Eds. McDonald, M.B.; Kwong, F.Y.), ISBN:0851999069, 171p., USA.
5. Benech-Arnold, R.L., Enciso, S., Sanchez, R.A. and Rodriguez, M.V., 2003. On the hormonal nature of the stimulatory effect of high incubation temperatures on germination of dormant sorghum (*S. bicolor*) caryopses. *New Phytologist* 160:371-377.
6. Bernini, A., Marconi G. and Polani, F., 2002. Campanule d'Italiae dei territori limitrofi. *Verba & Scripta, Pavia, Italy*, 20-24 (in Italian).
7. Damboldt, J., 1978. *Campanula* L. In: Davis PH, editor. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol.6. *Edinburgh, UK: Edinburgh University Press*, pp.2-64.
8. Davis, P.H., Mill, R.R. and Tan, K., 1988. *Campanula* L. In: Davis PH, Mill RR, Tan K. (Eds.): Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Suppl.1), Vol.10. *Edinburgh, UK: Edinburgh University Press*, pp.177-180.
9. Debeaujon, I. and Koornneef, M., 2000. Gibberellin requirement for Arabidopsis seed germination is determined both by

- testa characteristics and embryonic *Abscisic Acid-Plant Physiol.* 122:415-424.
10. Duman, İ., Eser, B. ve Yoltaş, T., 1991. Domateste ekim öncesi tohum uygulamalarının çimlenme ve fide çıkışına etkileri. *Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu, İzmir*, 255-266s.
 11. Duman, İ. ve Eşiyok, D., 1998. Ekim öncesi PEG ve KH₂PO₄ uygulamalarının havuç tohumlarının çimlenme ve çıkış oranı ile verim üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22:445-449.
 12. Geneve, R.L., 1998. Seed dormancy in commercial vegetable and flower species. *Seed Technology* 20(2):236-250. ISSN: 1096-0724. USA.
 13. Gülbağ, F. and Özzambak, M.E., 2017. Effect of light, temperature, and different pre-treatments on seed germination of *Campanula glomerata* L. subsp. *hispida* (Witasek) Hayek (Campanulaceae). *Propagation of Ornamental Plants*. 17(4):120-125.
 14. Koutsovoulou, K. and Thanos, C.A., 2010. Light requirement and skotodormancy in campanulaceae an ecophysiological approach. *Proceedings of the Seed Ecology III Conference, June 2010, p:98-99 Salt Lake City, U.S.A.*
 15. Koutsovoulou, K., Daws, M.I. and Thanos, C.A., 2013. Campanulaceae: a family with small seeds that require light for germination. *Annals of Botany Page 1 of 9 doi:10.1093/aob/mct250, available online at www.aob.oxfordjournals.org.*
 16. Khansari, E., Zarre, S., Alizadeh, K., Attar, F., Aghabeigi, F. and Salmaki, Y., 2012. Pollen morphology of *Campanula* (Campanulaceae) and allied genera in Iran with special focus on its systematic implication. *Flora* 207:203-211.
 17. Lammers, T.G., 2007. *Campanulaceae* Jussieu. In: Kadereit, J.W., Jeffrey, C., editors. The families and genera of cascular plants VIII. Asterales. *Berlin and Heidelberg, Germany: Springer*, 26-57pp.
 18. Murray, G., 1989. Osmoconditioning carrot seed for improved emergence. *Hort. Science* 24(4):701.
 19. Özhatay, N., Kültür, Ş. and Aslan, S., 2009. Check list of additional taxa to the supplement flora of Turkey IV. *Turkish Journal of Botany* 33:191-226.
 20. Scariot, V., Seglie, L., Caser, M. and Devecchi, M., 2008. Evaluation of ethylene sensitivity and postharvest treatments to improve the vase life of four *Campanula* Species. *Europ. J. Hort. Sci.* 73(4):166-170.
 21. Yamauchi, Y., Ogawa, N., Kuwahara, A., Hanada, A., Kamiya, Y. and Yamaguchi, S., 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. *Plant Cell*. 16:367-378.
 22. Yıldırım, H., 2013. *Campanula mugeana* sp. nov. (Campanulaceae) from western Anatolia, Turkey. *Nordic Journal of Botany*, 31:419-425.
 23. Yıldırım, H. and Şenol, S.G., 2014. *Campanula alisan-kilincii* (Campanulaceae), a new species from eastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Botany* 38(1):22-30.
 24. Yıldırım, H., Altıoğlu, Y., Gemici, M. and Gül, R., 2016. Two new records and a confirmation for the vascular flora of Turkey. *Turkish Journal of Botany* 40:676-680.