

GUAVA (*Psidium guajava* L.) TOHURLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Nafiye ADAK¹, Recep BALKIÇ², İlhami TOZLU³, Lokman ALTINKAYA⁴, Ahmet SOYDAL⁵, Hamide GÜBBÜK^{6*}

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-0853-6972

²Akdeniz Üniversitesi, Elmalı Meslek Yüksekokulu, Antalya; ORCID: 0000-0002-1212-9501

³Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-2005-6074

⁴Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-8163-2530

⁵Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0003-4634-9219

⁶Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0003-3199-0660

Geliş Tarihi / Received: 05.09.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 12.03.2019

ÖZ

Guavada tohumdan çoğaltılan bitkiler, diğer türlerde olduğu gibi yabancı tozlanmadan dolayı heterojenlik göstermektedir. Bu nedenle tohumla çoğaltma ancak ıslah ve genetik çalışmalarında kullanılmaktadır. Ticari bahçelerin tesisinde ise vejetatif çoğaltma yöntemleri tercih edilmektedir. Ülkemizde guavada henüz kapama bahçeler yaygın olmamakla birlikte, ticari çeşitle ilk bahçe kurulumu Antalya'nın Gazipaşa ilçesinde 'Ruby Supreme' çeşidi ile başlamıştır. Mevcut bahçelerin önemli bir kısmı ise tohumdan çoğaltılmış fidanlarla tesis edilmiştir. Bu nedenle, ülkemizde bulunan mevcut guava ağaçları önemli varyasyon göstermektedir. Bu varyasyonlardan yararlanmak ve ileride guavada yapılacak ıslah çalışmaları sonucunda, tohumlarda çimlenme oranını artırmak ve fidanlarda homojen gelişim sağlamak amacı planlanan bu çalışmada, tohumlara yapılan bazı ön işlemlerin çimlenme üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada materyal olarak, 'Ruby Supreme' çeşidi kullanılmıştır. Tohumlara sekiz farklı ön işlem uygulanmıştır. Bu ön işlemler sırası ile (1) Kontrol; (2) –1 MPa PEG 6000 (3 gün); (3) 100 ppm GA₃ (60 dakika); (4) 50°C su (60 dakika); (5) saf sülfirik asit (10 dakika); (6) saf sülfirik asit (10 dakika) + –1 MPa PEG 6000 (3 gün); (7) 100 ppm GA₃ (60 dakika)+ 1 MPa PEG 6000 (3 gün); (8) saf sülfirik asit (10 dakika) +100 ppm GA₃ (60 dakika) çözeltilerinde bekletme şekilde planlanmıştır. Araştırmada, uygulamaların çimlenme oranı, süresi ve hızı (çimlenme enerjisi) ile klorofil indeksi değerleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Klorofil indeksi değerleri dışında, incelenen tüm kriterler üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çimlenme oranı uygulamalara göre değişmekle birlikte, %30 (kontrol) ile %100 (Uygulama 5) arasında saptanmıştır. Çimlenme süresi, 23.6 gün (Uygulama 5) ile 46.2 gün (Kontrol) arasında değişim göstermiştir. En yüksek çimlenme enerjisi Uygulama 4 ve Uygulama 5'de belirlenmiştir. Tüm uygulamalar göz önüne alındığında, incelenen kriterler açısından tohumların saf sülfirik asitte 10 dakika bekletme (Uygulama 5) uygulaması guava tohumlarının çimlenmesi açısından en başarılı uygulama olarak tavsiye edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ruby Supreme*, çimlenme enerjisi, ön uygulama, PEG, GA₃, sülfirik asit

STUDIES ON SEED GERMINATION OF GUAVA (*Psidium guajava* L.)

ABSTRACT

In guava, plants propagation from seeds shown heterogeneity due to open pollination as the other species. Therefore, propagation through seed is preferred for breeding and genetic studies. Vegetative propagules are commonly preferred for commercial orchard establishments. Although commercial scale guava orchards are not yet common in our country, the first orchard with a commercial variety, 'Ruby Supreme', has established in Antalya, Gazipaşa district. A considerable part of the existing orchard was established from seedlings. For this reason, the trees present in our country show significant variations. In order to benefit from these variations and to improve the germination rate and have homogeneous growth in the seedlings derived from future breeding studies, the effect of some preliminary treatments on the germination was investigated. For these reasons, eight different pretreatments were carried on seeds of

*Sorumlu yazar / Corresponding author: gubbuk@akdeniz.edu.tr

Rubre Supreme' guava variety to evaluate their effect on germination time, rate and speed (germination energy) and chlorophyll index value in greenhouse conditions. Pretreatments were including: (1), control, different time of incubations in; (2) 1 MPa PEG 6000 (three days), (3) 100 ppm GA₃ (60 minutes), (4) 50°C water (60 minutes), (5) pure sulfuric acid (10 minutes), (6) sulfuric acid (10 minutes) + 1 MPa PEG 6000 (three days), (7) 100 ppm GA₃ (60 minutes) + 1 MPa PEG 6000 (three days) and (8) pure sulfuric acid (10 minutes) +100 ppm GA₃ (60 minutes). All the measures were found to be important except measures on chlorophyll index values of germinated seedlings. Germination rate were between 30% (Control)–100% (Treatment 5). Germination period were between 23.6 days (Treatment 5)–46.2 days (Control). The best germination energy was calculated on Treatment 4 and 5. Looking at all treatments, best overall performance was obtained treatment 5 and may be recommended to be used for guava seed pretreatment.

Keywords: Ruby Supreme, germination energy, pre-treatment, pretreated, PEG, GA₃, sulfuric acid

GİRİŞ

Guava (*Psidium guajava* L.), Myrtaceae familyasına ait bir tür olup, dünyada tropikal ve subtropikal iklim koşullarında yetiştirilen birçok ülkede yetiştirilmektedir [24, 6]. Ülkemizde ise son yıllarda Akdeniz Bölgesi'nin sahil şeridinde yetiştirilmeye başlanmıştır. Sahil kesiminde iklimin guava yetiştiriciliğine uygun olması ve bu türe karşı tüketici taleplerinin artması, türün yetiştiriciliğine olan ilgiyi arttırmaya başlamıştır.

Guava generatif ve vejetatif yöntemlerle çoğaltılabildiği gibi *in vitro* tekniklerle de çoğaltılabilmektedir [2, 14, 17, 26]. Guavada tohum çimlenmesi üzerine yapılan araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Oysaki guava tohumlarının çimlenme gücünün zayıf olduğu ve tohumdan çıkan bireylerin fidan haline getirilmesi için uzun zamana ihtiyaç olduğu bildirilmiştir [10]. Guava tohumlarının dış kabuk yapısı incelendiğinde, çimlenmeye engel olan en önemli etmenin sert tohum kabuğu olduğu düşünülmektedir. Sert tohum kabuğu, su ve gazların geçirgenliğini engelleyerek, dormansi ve buna bağlı olarak tohumlarda çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, sert tohum kabuğun kırılması için mutlaka ön işlem uygulamasına gereksinim duyulmaktadır. Bu ön işlemler arasında suda bekletme, yaralama ve kimyasal uygulanması gibi metotlar sayılabilir [6, 20]. Bu metotlar, tohumlarda çimlenme oranının artırılmasının yanında, fidelerde homojenlik sağlanması amacı ile de tercih edilebilmektedir. Özellikle sert geçirimsiz tohum kabuğuna sahip olanlarda dormansinin kırılması için ön işlem olarak sülfürik asit birçok türde yaygın olarak

kullanılmaktadır [27, 1]. Bunun yanında, potasyum nitrat [35], sıcak su, gibberellik asit [8] mannitol [35] ve polietilen glikol uygulamaları da çimlenme teşviki amacıyla birçok türde uygulanmıştır [22, 31, 32, 13, 20]. Nitekim, Ratan ve ark. [27], *Annona squamosa* L. tohumlarında asit uygulamasının çimlenme üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Pathak ve ark. [23] guava tohumlarının çimlenmesi ile ilgili olarak iki yıl süresince yürüttükleri çalışmada, maksimum çimlenme oranının ilk yıl %34.2 ile çiftlik gübresi + bitki gelişim düzenleyici bakteri veya çiftlik gübresi + *Azotobacter chroococcum* uygulamaları ile 40 gün sonra; ikinci yıl da ise %51.1 çimlenme oranı ile yine aynı uygulamalarda 40 gün sonra kaydedildiğini bildirmişlerdir. Zhang ve ark. [38] polietilen glikol (PEG) içeren osmopriming uygulamasının türlere göre değişmekle birlikte, tohum çimlenme, fide çıkışı ve özellikle de stres şartlarında çimlenmeyi teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Bu konuda Shad ve ark. [30], -1.1 ve -1.8 MPa osmotik potansiyeldeki PEG solüsyonunun kontrole göre çimlenmeyi artırdığını; Esitken ve ark. [12], *Orchis palustris*'de -1.5 PEG 6000 konsantrasyonunda tohumların 1 ve 5 gün süre ile bekletmenin çimlenmeyi arttırdığını; Sheteiwy ve ark. [31] çeltikte PEG uygulamasının çinko oksit (ZnO) stresi altında tohum çimlenmesini teşvik ettiğini; Faijunnahar ve ark. [13], farklı buğday genotiplerinde %10 PEG uygulamasının tohum çimlenmesi ve fide çıkışını artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca PEG *in vitro* çalışmalarda farklı türlerde özellikle somatik embriyo oluşumu üzerinde etkili olduğu konusunda çalışmalar da bulunmaktadır [18, 37, 26].

Bu çalışmada, guava tohumlarının çimlenme oranı, süresi ve enerjisi ile fide gelişimi üzerine farklı ön işlem uygulamalarının etkileri araştırılmıştır.

Veriler SAS versiyon 9.0 (SAS Ins., Cary, NC, USA) programında analiz edilmiş ve ortalamaların karşılaştırmasında ise LSD_{0.05} testi kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma, 2015–2016 yılları arasında modern konstrüksiyonlu bir fide üretim tesisinde yürütülmüştür (36°50'37"N; 30°50'31"E). Araştırmada materyal olarak 'Ruby Supreme' çeşidine ait guava tohumları kullanılmıştır.

Metot

Tohumlar meyvelerden çıkarıldıktan sonra, sekiz farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. Bu uygulamalar sırasıyla; (1) Kontrol; (2) –1 MPa PEG 6000 çözeltisinde 3 gün; (3) 100 ppm GA₃ çözeltisinde 60 dakika; (4) 50°C suda 60 dakika; (5) saf sülfürik asit çözeltisinde 10 dakika; (6) saf sülfürik asit çözeltisinde 10 dakika + –1 MPa PEG 6000 çözeltisinde 3 gün; (7) 100 ppm GA₃ çözeltisinde 60 dakika + 1 MPa PEG 6000 çözeltisinde 3 gün ve (8) saf sülfürik asit çözeltisinde 10 dakika +100 ppm GA₃ çözeltisinde 60 dakika olarak planlanmıştır.

Tohumlar 27 Ekim 2015 tarihinde hacimsel olarak %50 oranında torf ve perlit içeren karışıma ekilmişlerdir. Araştırma süresince sera ortamında ortalama sıcaklık 25–27°C ve oransal nem ise %70 oranında tutulmuştur. Araştırmada çimlenme süresi, çimlenme oranı, çimlenme hızı (çimlenme enerjisi) ve klorofil indeksi değerleri uygulamalara göre belirlenmiştir. Çimlenme süresi Ellis ve Roberts [11]; çimlenme oranı Güneş ve ark. [15]; çimlenme hızı (enerjisi) ise Karaguzel ve ark. [16]'ya göre belirlenmiştir. Bu yöntemle göre; toplam çimlenme süresinin yarısına kadar olan sürede çimlenen tohumların, toplam çimlenen tohumlara oranı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Klorofil indeksi değerleri ise klorofil metre (Field Scout CM1000) ile ölçülerek belirlenmiştir.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde yirmi tohum olacak şekilde planlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenme Oranı

Uygulamaların, guava tohumlarında çimlenme oranı üzerine etkileri Şekil 1a'da gösterilmiştir. Bu şekilde de görüleceği üzere, uygulamaların çimlenme oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek çimlenme oranı %100 ile saf sülfürik asit uygulamasında (Uygulama 5) saptanmış ve bunu %88.33 ile 100 ppm GA₃ uygulaması (Uygulama 3); %86.67 ile sülfürik asit + PEG 6000 (Uygulama 6); %58.33 ile GA₃ + sülfürik asit (Uygulama 8) ve sıcak su uygulaması (Uygulama 4); %50.00 ile PEG 6000 (Uygulama 2); %46.67 ile GA₃ + PEG 6000 (Uygulama 7) izlemiştir. En düşük çimlenme oranı ise %30.00 ile de kontrol (Uygulama 1) uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 1a).

Araştırma bulgularımız, guava tohumlarının çimlenmesi üzerine diğer bazı türlerde olduğu gibi mutlaka ön işlem uygulamalarına gereksinim duyulduğunu göstermiştir [5, 7, 6, 29]. Bulgularımız, birçok çalışma ile bazı uygulamalar açısından benzerlik ve bazı uygulamalar açısından ise farklılık göstermiştir. Nitekim, Brancalion ve ark. [5] guava tohumlarının çimlendirilmesinde mutlaka ön uygulamalara ihtiyaç duyulduğunu belirtirlerken, –0.8 MPa PEG 8000'de 336 saat bekletmenin, 120 saat bekletmeye göre çimlenme süresi ve hızı bakımından daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularımızda ise PEG 6000 kullanımının, diğer uygulamalara göre orta derecede çimlenme performansı gösterdiği belirlenmiştir. Bulgularımız ile benzerlik gösteren diğer çalışmalardan, Brijwal ve ark. [6] guava tohumlarının çimlenmesi üzerine %10 hidroklorik asitte (HCl) 2 dakika bekletmenin, çimlenme oranı, tohum çimlenme indeksi, fide yaşama oranı ve çimlenme süresi bakımından olumlu sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Buna karşın, Bhanuprakash ve ark. [4] guava tohumlarının

çimlenmesinde, GA₃ kullanımının, HCl kullanımına göre daha çok tavsiye edilebilir nitelikte olduğunu bildirmişlerdir. Tomaz ve ark. [36] *Psidium cattleianum* tohumlarının çimlenmesi üzerine, sıcak suda (80°C'de 25 saniye) bekletmenin avantajlı olduğunu bildirmiştir. Bulgularımızda ise sıcak su uygulaması sülfürik asit ve GA₃ uygulamalarının gerisinde kalmıştır. Bu farklılığın, uygulanan suyun sıcaklık derecesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Suryakanth ve ark. [34] 'Taiwan Guava' ve 'Allahabad Safeda' guava çeşitlerinde yürüttükleri çalışmada, çimlenme üzerine soğukta bekletme +100 ppm GA₃ uygulamasının avantajlı olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularımızda da gibberellik asit uygulaması çimlenme süresi ve oranı bakımından ümitvar bulunsa da, sülfürik asit uygulamasının oldukça gerisinde kalmıştır.

Çimlenme Süresi

Guava tohumlarının çimlenme süresi üzerine uygulamaların etkisi Şekil 1b'de gösterilmiştir. Bu şekilde de görüldüğü gibi uygulamaların çimlenme süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çimlenme süresi, saf sülfürik asitte bekletme (Uygulama 5) uygulamasında en kısa belirlenmiştir. Nitekim bu uygulamada çimlenme süresi ortalama 23.58 gün ve kontrol uygulamasında (Uygulama 1) ise 46.20 gün ile 2 kat daha uzun kaydedilmiştir (Şekil 1b). Uygulamalar arasında, 100 ppm GA₃ (Uygulama 3); 50°C su (Uygulama 4) ve saf sülfürik asit +100 ppm GA₃ (Uygulama 8) çözeltilisinde bekletme uygulamaları aynı istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır. Bulgularımız sonucunda özellikle sülfürik asit uygulaması, Alves ve ark. [2]'nin bulguları ile uyum içerisinde bulunmuştur. Nitekim bu araştırmacı, guava tohumlarının çimlenmesinde sıcaklığın (20–30°C arası) etkili olduğunu ve uygun koşullar sağlandığı takdirde tohumların 23 günde çimlenebileceğini bildirmiştir. Pathak ve ark. [23] ise bizim kontrol uygulamasında olduğu gibi 40 günde maksimum çimlenmenin gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Rahman ve Quadir [25] guava tohumlarında asit uygulamasının çimlenme ve fide gelişimi üzerine en iyi sonucu verdiğini; Pandey ve Gorakh [21] guavada HCl, H₂SO₄ ve

HNO₃ uygulamalarının çimlenme süresini kısalttığını bildirmişlerdir. Yine, Adak ve ark. [1] çilek tohumlarının saf sülfürik asitte bekletilmesinin, uç kesme ve sıcak su uygulamalarına göre çimlenme oranını arttırdığını ve çimlenme süresini kısalttığını bildirmişlerdir. Bulgularımız Rahman ve Quadir [25] ve Pandey ve Gorakh [21] ile uyum içerisinde olup, sülfürik asitte bekletme, çimlenme süresi bakımından diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç vermiştir.

Çimlenme Enerjisi

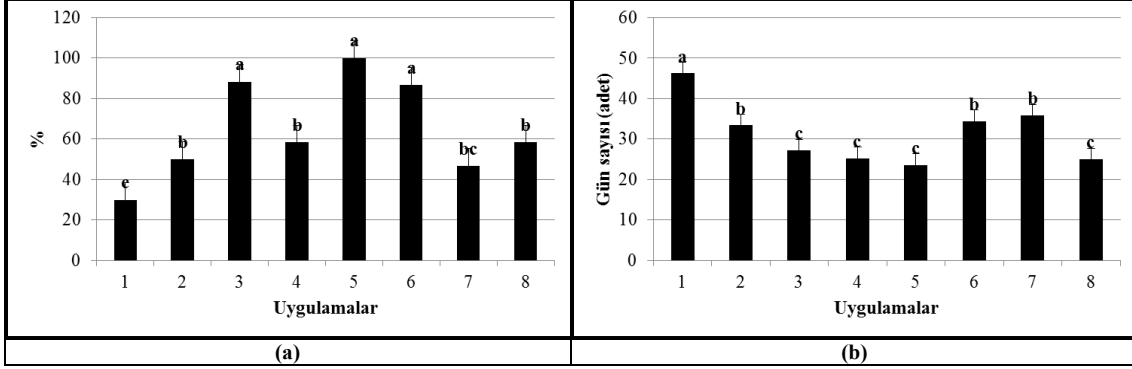
Uygulamaların, guava tohumlarının çimlenme enerjisi (hızı) üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 2a). Nitekim en yüksek çimlenme enerjisi, %100 ile sıcak su uygulamasında belirlenirken (Uygulama 4); bunu %83.33 ile sülfürik asit uygulaması (Uygulama 5), %77.45 ile GA₃ uygulaması (Uygulama 3) ve %75.20 ile de GA₃ + sülfürik asit uygulamaları (Uygulama 8) izlemiştir. Kontrol uygulamasında (Uygulama 1) ise çimlenme enerjisi belirlenememiştir (Şekil 2a). Çalışmamızda toplam çimlenme süresi 60 gün olarak kabul edilmiş ve otuzuncu güne kadar çimlenen tohumların oranı göz önüne alınarak belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında çimlenme enerjisinin saptanamamasının nedeni, bu uygulamada çimlenme otuzuncu günden sonra başlamıştır. Bulgularımız diğer uygulamalar açısından incelendiğinde, sıcak su uygulamasında çimlenme enerjisinin %100 olarak kaydedilmesi, çimlenen tohumların hepsinin ilk 30 gün içinde çimlendiğine işaret etmektedir. Bulgularımız, Tomaz ve ark. [36]'nın sonuçları ile uyumluluk göstermiştir. Nitekim bu araştırmacılar, *Psidium cattleianum* tohumlarının çimlenmesi üzerine, sıcak suda bekletmenin avantajlı olduğunu bildirmişlerdir.

Klorofil İndeksi

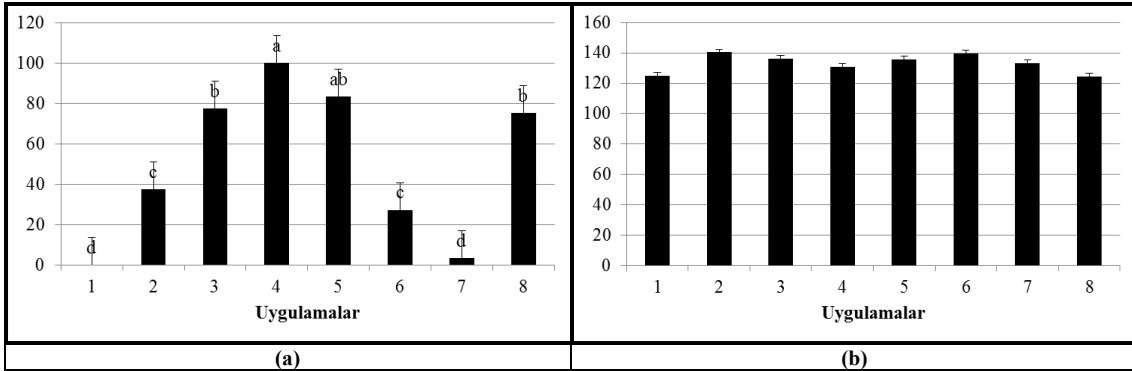
Guava tohumlarının çimlenmesinden sonra gelişen fidelerde, uygulamaların yaprak klorofil indeks değeri üzerine etkileri Şekil 2b'de gösterilmiştir. Bu şekilde de görüldüğü gibi uygulamalar arasında yaprak klorofil indeks değerleri bakımından istatistiksel bir farklılık saptanmamıştır. Nitekim bu değerler

uygulamalara göre değişmekle birlikte, 124.67 ile 139.67 arasında değişim göstermiştir (Şekil 2b). Manthri ve Bharad [20] ise guava tohumlarına ekim öncesi 1000 ppm GA₃ uygulamasının, sıcak suda bekletme ve asit uygulamalarına göre, bitki boyu, yaprak sayısı, klorofil indeksi, yaprak alanı ve gövde çapı

bakımından en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız da ise uygulamalar arasında klorofil indeksi değeri bakımından bir farklılık belirlenmemekle birlikte, 2 ve 6 numaralı uygulamalarda klorofil indeksi değerleri daha yüksek belirlenmiştir.



Şekil 1. Çimlenme oranı (a) ve çimlenme süresi (b) üzerine uygulamaların etkileri
Figure 1. Effect of treatments on germination rate (a) and germination time (b)



Şekil 2. Çimlenme enerjisi (a) ve klorofil indeksi (b) üzerine uygulamaların etkisi
Figure 2. Effect of all treatments on germination energy (a), effect of all treatments on chlorophyll index (b)

SONUÇ

Guava tohumlarının çimlenmesi üzerine, tohum ekiminden önce yapılan farklı uygulamaların etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, çimlenme oranı, çimlenme süresi ve enerjisinin uygulamalara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Tüm uygulamaların, kontrole göre incelenen kriterler üzerine pozitif yönde katkı sağladığı kaydedilmiştir. Bununla birlikte, araştırma bulguları sonucunda guava tohumlarının çimlenmesinde pratik kullanım açısından tohumların 10 dakika süre ile saf sülfürik asitte bekletme uygulaması tavsiye edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Adak, N., Pekmezci, M. ve Gübbük, H., 2009. Değişik uygulamaların çilek tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi. *Derim* 26(2):1-10.
2. Alves, C.Z., Silva, J.B. and Candido, A.C.S., 2015. Methodology for carrying out the germination test in guava seeds. *Revista Ciencia Agronomica* 46(3):615-621.
3. Amin, M.N. and Jaiswal V.S., 1987. Rapid clonal propagation of guava through *in vitro* shoot proliferation on nodal explants of mature trees. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 9(3):235-243

4. Bhanuprakash, K., Yogeasha, H.S., Vasugi, C., Arun, M.N. and Naik, L.B., 2008. Effect of pre-soaking treatments and temperature on seed germination of guava (*Psidium guajava* L.). *Seed Science and Technology* 36(3):792-794.
5. Brancalion, P.H.S., Novembre, A.D.L.C., Rodrigues, R.R. and Tay, D., 2008. Priming of guava seeds. *Acta Horticulturae* 771:55-59.
6. Brijwal, M., Kumar, R. and Mishra, D.S., 2013. Effect of pre-sowing treatments on seed germination of guava (*Psidium Guajava* L.) under Tarai region of Uttarakhand. *Progressive Horticulturae* 45(1):63-68.
7. Brijwal, M. and Kumar, R., 2013. Studies on the seed germination and subsequent seedling growth of guava (*Psidium guajava* L.). *Indian J. of Agricultural Research* 47:347-352.
8. Cavusoglu, A. and Sulusoglu, M., 2015. The effects of exogenous gibberellin on seed germination of the fruit species. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 8(1):6-9.
9. Chandra, R. and Govind, S., 1990. Gibberellic acid, thiourea, ethrel and acid treatments in relation to seed germination and seedling growth in guava (*Psidium guajava* L.). *Progressive Horticulture* 22(1-4):40-43.
10. Doijode, S.D., 2001. Guava: *Psidium guajava* L. in: Doijode S.D. (ed) *Seed Storage of Horticultural Crops*. Haworth Press, New York, pp:65-67.
11. Ellis, R.H. and Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology* 9:373-409.
12. Esitken, A., Ercisli, S., Eken, C. and Tay, D., 2004. Seed priming effect on symbiotic germination and seedling development of *Orchis palustris* Jacq. *Hort. Science* 39(7):1700-1701.
13. Faijunnahar, M., Baque, A., Habib, A.M. and Tariq Hossain, H.M.M., 2017. Polyethylene glycol (PEG) induced changes in germination, seedling growth and water relation behavior of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Universal J. of Plant Science* 5(4):49-57.
14. Fuenmayor, M.E.P. and Montero, N.J.M., 1997. *In vitro* clonal propagation of guava (*Psidium guajava* L.) from stem shoot of cv. Mara-7. *Acta Horticulturae* 452: *International Symposium on Myrtaceae* (https://doi.org/10.17660/actahortic.1997.452.7) (Erişim Tarihi: Temmuz 2018).
15. Güneş, E., Gübbük, H., Ayala-Silva, T., Gözlekçi, Ş. and Ercişli, S., 2013. Effects of various treatments on seed germination and growth of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Pakistan J. of Botany* 45(4):1173-1177.
16. Karaguzel, O., Baktir, I., Cakmakci, S., Ortacesme, V., Aydınoglu, B. and Atik, M., 2002. Effects of scarification methods, temperature and sowing date on some germination characteristics of *Lupinus varius* L. 2. *National Congress on Ornamental Plants, October 22-24, Citrus and Greenhouse Research Institute, Antalya, Turkey* 1:40-47.
17. Khattak, M.S., Malik, M.N. and Khan, M.A., 2002. Guava propagation via *in vitro* technique (http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordid=pk2003000027) (Erişim Tarihi: Temmuz 2018).
18. Linossier, L., Veisseire, P., Cailloux, F. and Coudret, A., 1997. Effects of abscisic acid and high concentrations of PEG on hevea brasiliensis somatic embryos development. *Plant Science* 124:183-191.
19. Manoj, K., Rai, V.S. and Jaiswal, U., 2009. Effect of selected amino acids and polyethylene glycol on maturation and germination of somatic embryos of guava (*Psidium guajava* L.). *Scientia Horticulturae* 121:233-236.
20. Manthri, K. and Bharad, S.G., 2017. Effect of pre sowing seed treatments on growth pattern of guava variety L-49. *International J. of Chemical Studies* 5(5):1735-1740.
21. Pandey, D. and Gorakh, S., 2000. Effect of seed pre-treatment on promotion of germination in guava (*Psidium guajava* L.). *Annals of Agri. Research* 21(2):279-281.
22. Pandit, V.K., Nagarajan, S. and Sinha, J.P., 2001. Improving papaya (*Carica Papaya*) seed germination and seedling growth by pre-sowing treatments. *Indian J. Agriculture Science* 71(11):704-706.
23. Pathak, D.V., Singh, S. and Saini, R.S., 2013. Impact of bio-inoculants on seed germination and plant growth of guava (*Psidium guajava*). *J. of Horticulture and Forestry* 5(10):183-185.

24. Pontikis, C.A., 1996. *Psidium guajava* L (Guava). *Biotechnology in Agriculture and Forestry Chapter Trees IV*, 35:308–320.
25. Rahman, M. and Quadir, M.A., 1989. Influence of different preconditioning treatments on the seed germination and seedling vigour of guava, jujube and Indian olive. *Annual Agriculture Researches Review* 39:18–21.
26. Rai, M.K., Asthana, P., Jaiswal, V.S. and Jaiswal, U., 2010. Biotechnological advances in guava (*Psidium guajava* L.): recent developments and prospects for further research. *Trees* 24(1):1–12.
27. Ratan, P.B., Reddy, S.E. and Reddy, Y.N., 2004. Effect of acid scarification on seed germination and seedling growth quality attributes in custard apple (*Annona squamosa* L.) *J. Research Angrau* 32(3):53–55.
28. Samir, M., Rai, R. and Prasad, B., 2015. Seed germination behavior as influenced by pre-sowing treatments in khirni. *J. of Hill Agriculture* 6(1):132–135.
29. Santos, M.A.C., Queiroz, M.A., Bispo, J.S. and Dantas, B.F., 2015. Seed germination of brazilian guava (*Psidium guineense* Swartz.). *J. of Seed Science* 37(4):214–221.
30. Shad, K.K., Mexal, J.G. and Murray, L.W., 2001. Germination of soybean seed primed in aerated solution of polyethylene glycol (8000). *J. of Biological Science* 1:105–107.
31. Sheteiwy, M.S., Guan, Y., Cao, D., Li, J., Nawaz, A., Hu, Q., Hu, W., Ning, M. and Hu, J., 2015. Seed priming with polyethylene glycol regulating the physiological and molecular mechanism in rice (*Oryza sativa* L.) under Nano ZnO stress. *Scientific Reports* 5:14278.
32. Sheteiwy, M.S., Fu, Y., Hu, Q., Nawaz, A., Guan, Y., Li, Z., Huang, Y. and Hu, J., 2016. Seed priming with polyethylene glycol induces antioxidative defense and metabolic regulation of rice under Nano-ZnO stress. *Environmental Science and Pollution Research International* 23:19989–20002.
33. Skazhennik, M.A., Vorob'yov, N.V., Sheudzhen, A.K. and Kovalyov, V.S., 2016. Seed germination energy of various rice varieties and its connection with shoot generation. *Russian Agricultural Sciences* 42(3–4):205–207.
34. Suryakanth, L.B., Mukunda, G.K. and Raghavendraprasad, G.C., 2005. Studies on seed germination in guava cvs. Taiwan guava and Allahabad Safeda. *Karnata J. of Horticulture* 1(3):47–50.
35. Toklu, P., 2017. Pamukta (*G. hirsutum* L.) Farklı priming uygulamalarının çimlenme ve fide gelişim özellikleri üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 21(3):343–356.
36. Tomaz, Z.F.P., Galarça, S.P., Lima, C.S.M., Betemps, D.L., Gonçalves, M.A. and Rufato, A. de R., 2011. Treatments pre-germinatives in seeds of (*Psidium cattleianum* Sabine L.). *Revista Brasileira de Agrociencia* 17(1):60–65.
37. Walker, D.R. and Parrott, W.A., 2001. Effect of polyethylene glycol and sugar alcohols on soybean somatic embryo germination and conversion. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 64:55–62.
38. Zhang, F., Yu, J., Johnston, C.R., Wang, Y., Zhu, K., Lu, F., Zhang, Z. and Zou, J., 2015. Seed priming with polyethylene glycol induces physiological changes in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) seedlings under suboptimal soil moisture environments. *PLoS One*, 1:1–15.