

# Bazı Çilek Çeşitlerinde Bor ve Bal Arısı Uygulamalarının Tozlanma Başarısı Üzerine Etkileri

Effects of Boron and Honey Bee Treatments on Pollination Success in Some Strawberry Cultivars

## Özet

Bu çalışmada, bal arılarının olduğu ve olmadığı yetiştirme ortamları ile B gübresinin farklı şekillerde uygulanmasının Fortuna ve Rubygem çilek çeşitlerinde tozlanma başarısı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma İspanyol tipi yüksek tüneller altında yürütülmüştür. Tünellerin birinde tozlayıcı olarak arı faaliyetine izin verilmesine karşın, diğer tünel monofilament beyaz renkli dokuma tülü ile tünel plastiği üzerinden tamamen kapatılarak arı faaliyetine izin verilmemiştir. Topraktan, yapraktan ve toprak+yapraktan yapılan bor uygulamaları kontrol bitkileri ile yetiştirme sezonu boyunca tozlanma başarısı bakımından karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda tozlanma başarısının arı faaliyetiyle ilişkili olduğu, fakat çeşide göre farklı B uygulamaları ile arttırılabileceği, incelenen dönem içerisindeki iklimsel faktörlerin ise tozlanma başarısı üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Fragaria x ananassa*, tohum, çiçek tozu, arı, dölleme biyolojisi


## Abstract

In this study, the effects of growing environments with and without honeybees and application in different ways of B fertilizer, which is known to be effective on pollination success of Fortuna and Rubygem strawberry cultivars, were investigated.

### Sorumlu Yazar

Sevgi PAYDAŞ KARGI<sup>1</sup>


SEVPAY@cu.edu.tr

 0000-0001-5781-8591

### Yazar

Şenay KARABIYIK


@cu.edu.tr

 0000-0001-8579-6228

### Yazar

Mehmet Ali SARIDAŞ

@cu.edu.tr

 0000-0002-5180-1874

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana/Türkiye

Gönderilme Tarihi :

15 Ağustos 2023

Kabul Tarihi :

11 Ekim 2023

This study was carried out under Spanish type high tunnels. Although bee activity is allowed as pollinator in one of the tunnels, the other tunnel was completely closed over the tunnel plastic with monofilament white woven tulle and bee activity was not allowed. Boron applications applied from soil, leaves and soil + leaves were compared with control plants in terms of pollination success during the cultivation season.

It was determined that pollination success is related with bee activity, however it can be increased with different B applications according to variety and the effect of climatic factors (in the period we analyzed) on pollination success is nonsignificant.

**Keywords:** *Fragaria x ananassa*, seed, pollen, bee, fertilization biology

## 1. Giriş

Çilek (*Fragaria x ananassa*) üzüksü meyveler grubunda yer alan kokusu ve aromasıyla oldukça rağbet gören bir meyvedir. Birçok üzüksü meyvede olduğu gibi çilek çiçeğinde de tek karpelli yüzlerce dişi organ (pistil) bulunmaktadır. Herbir dişi organ çiçek tablasına gömülü olup, başarılı bir tozlanma ve döllenme sonrasında irileşerek aken adı verilen tohumları oluşturmaktadır. Çilekte meyve; çiçek tablasının sulanması, tohumların çiçek tablasının üzerinde kalmasıyla gerçekleşmekte ve birleşik meyve adını almaktadır (Ariza vd., 2015). Çilekteki bu meyve oluşumu için tozlanma sonucunda gelişen akenlerin etkisi çok önemlidir. Nitekim daha önce yapılan çalışmalarda dişi organların yetersiz tozlandığı ve akenlerin oluşmadığı meyve kısımlarında meyve şeklinin bozuk olduğu bildirilmiştir (Nitsch, 1950).

Çilek çiçekleri genel olarak kendine uyuşur bir yapıya sahiptirler (Dung vd., 2021). Herbir pistilin tozlanıp döllenmesi sonucunda oluşan çilek meyvelerinde, meyve tutumunun ve şeklinin tozlanma miktarına göre değiştiği, bu nedenle çilekte tozlanma başarısının önemli bir parametre olduğu belirlenmiştir (Andersson vd., 2012). Yapılan başka bir çalışmada çilekte döllenmiş tohum taslağı sayısının; meyvenin kütleini, uzunluğunu, çapını ve et sertliğini; çiçek tozu kaynağının ise meyvenin rengini

ve suda çözünebilir kuru madde oranını belirlediği tespit edilmiştir (Dung vd., 2021).

Bilindiği gibi tohum, erkek üreme hücrelerinin dişi üreme hücresi ile birleşmesi ve bunun sonucunda döllenmenin gerçekleşmesi ile oluşan bir yapıdır. Bitkilerde döllenme için ön koşul, çiçek tozlarının dişi organın stigmatı ile buluşması yani tozlanmanın sağlanmasıdır (Karabiyik, 2022). Çilekte; çiçek tozlarının ve dişi organların sağlıklı olması, etkin bir tozlanma, çim borusunun gelişmesi ve döllenme, meyve tutumunu ve şeklini olumlu yönde etkileyeceğinden dolayı olarak bozuk şekilli meyve oluşumunu azaltacaktır (Nitsch, 1950; Ariza vd., 2011).

Çilek çiçeklerinde tozlanma arılar yardımıyla gerçekleşmektedir (Paydaş vd., 1998). Çileklerde çiçeklenme dönemi boyunca arı kovanlarının bahçede bulundurulması veya bahçe içerisinde yabancı arıların ilgisini çekecek bitkilere yer vererek arı popülasyonunun artırılması ile tozlanmış stigma sayısının artması beklenmektedir (Kämper vd., 2022). Yapılan pekçok çalışmada, bu şekilde düzenlenen bahçelerden daha yüksek miktarda ve kalitede ürün alındığı rapor edilmiştir (Singh vd., 2007; Kuvancı vd., 2010; Klatt vd., 2014; Sarıdaş vd., 2021). Organik ve konvansiyonel tarımın çileklerde tozlanma üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, organik tarım yapılan alandaki çileklerin tozlanmış aken miktarının konvansiyonel tarımla yetiştirilen çilek akenlerine göre daha fazla miktarda oldukları tespit edilmiştir. Konvansiyonel tarımın ardından 2-4 yıl gibi bir zaman geçtikten sonra organik tarıma geçilmesi halinde bu etkinin daha belirgin olduğu savunulmuştur. Böylece organik tarımın tozlanma başarısını arttırılabileceği, bitkilerin tozlanmasına hizmet eden çevre koşullarına olumlu etki yapabileceği, hem verimin hem de kalitenin arttırılabileceği vurgulanmıştır (Andersson vd., 2012).

Öte yandan, bitkilerdeki bor (B) içeriği ile döllenme, tohum oluşumu ve çimlenme gibi olaylar arasında yakın ilişkiler olduğu bilinmektedir. Çiçeklerde B'un düşük miktarda olması, çiçek tozu çim borusu gelişmesini ve mikrospor oluşmasını azaltarak ilk etkilerini döllenmede göstermektedir. Döllenme sonrasında ise tohum tutmama veya embriyoda boşluk olması, kusurlu meyve oluşması ile sonuçlanan zayıf embriyo gelişmesi gibi belirtilen

izlenmiştir (Dell ve Huang, 1977). Ayrıca, B eksikliğinde dişi organların zarar gördüğü, bunun sonucunda meyvelerde şekil bozukluğu ve verim kayıplarının gerçekleştiği bilinmektedir (Lieten, 2000). Nielson ve Eaten (1983) ise, B eksikliğinde düşük aken gelişmesi nedeniyle dokularda yeteri kadar gelişmenin sağlanamaması nedeniyle bozuk şekilli meyvelerin oluşabildiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak yapılan çalışmalarda meyve verim ve kalitesini yüksek düzeyde etkileyen arı kullanımının ve bitkide yeterli B içeriğinin; dişi organ, çiçek tozu ve çiçek tozu çim borusu gelişmesini olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir. Bu çalışmada ise, B ve bal arılarının ayrı ayrı ve birlikte kullanımının Fortuna ve Rubygem çilek çeşitlerinde tozlanma başarısı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Arazisinde yürütülmüştür. Denemede ülkemiz koşullarında yaygın olarak kullanılan Fortuna ve Rubygem çilek çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler, 6.5 m eninde 2.75 m yüksekliğinde, 40 m uzunluğunda, 36 ay dayanıklı UV, IR, AB, EVA, LD katkılı plastikle kaplanmış iki ucu açık İspanyol tipi yüksek tünellere dikilmişlerdir. Denemede tozlayıcı olarak arı faaliyetine izin verilen ve izin verilmeyen iki tünel kullanılmıştır. Arı girişine izin verilmeyen tünel, monofilament (UV stabilize, % 8-12 gölge sağlayan) beyaz renkli dokuma tülünün plastik tünelin üzerinden kaplanması ile sağlanmıştır.

Çilek fideleri; 65-70 cm eninde, 35 cm yüksekliğinde olan seddeler üzerine 30 cm aralıklarla üçgen şeklinde ve çift sıra olacak şekilde dikilmişlerdir. Bitkilere B uygulamalarına ilk çiçeklenme tarihinden yaklaşık 1 hafta öncesinden başlanarak 2018 yılının 29 Ocak, 26 Şubat, 19 Mart, 9 ve 30 Nisan tarihlerinde olmak üzere 5 kez yapılmıştır. Uygulamalar, yapraktan atomizer pülverizatör yardımıyla 10 g 100 L<sup>-1</sup>; topraktan ise, 100 g da<sup>-1</sup> dozunda olacak şekilde damla sulama yoluyla gerçekleştirilmiştir. Toprak + Yaprak uygulamaları ise, yaprak ve toprak dozlarının yarıya indirilmesi ile birlikte verilerek oluşturulmuştur. Bor kaynağı olarak % 20 B içerikli Eri-Dot 67 (Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub>.4H<sub>2</sub>O) kullanılmıştır. Yaprak uygulamalarının etkinliğini arttırmak

için yayıcı yapıştırıcı özelliği olan Tween 20 kullanılmıştır. Kontrol bitkilerine ise aynı dönemlerde yapraktan ve topraktan aynı miktarlarda su verilmiştir.

**Arılı Tünel:** İspanyol tipi tünelin 2 metre yakınına çiçeklerin tozlanmasına izin verecek şekilde bir arı kovanı (*Apis mellifica*) yerleştirilerek oluşturulmuştur.

**Arısız Tünel:** Çiçeklerin arısız olarak tozlanmasını sağlayacak şekilde tünel plastik örtüsünün üzerinin tamamen monofilament beyaz renkli dokuma tülü ile kapatılarak ve arılı tünellerden uzakta olacak şekilde oluşturulmuştur.

Denemede; iki farklı tozlanma ortamı (arı faaliyetine açık ve arı faaliyetine kapalı), 4 farklı uygulama (Kontrol, Topraktan B uygulaması, Yapraktan B uygulaması ve Toprak+Yaprak B uygulaması), iki çeşit, her uygulama için 3 yineleme ve her yinelemede 10 bitki olmak üzere toplam 480 bitki kullanılmıştır. Bu bitkilerden tozlanma başarısını belirlemek için meyve örnekleri alınmıştır.

**Tozlanma Başarısı:** Her gruptan 5 meyve 100 ml saf su içerisinde 2 dakika boyunca parçalanmıştır. Tozlanmış akenler sudan ağır olduğundan kabın tabanına çökmüş, tozlanmamış akenler ise suyun yüzeyinde birikmiştir. Ayrılan akenler sayılarak tozlanma başarısı yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Klatt vd., 2014).

**İstatistiksel Analizler:** Çalışma sonucunda, elde edilen veriler, yer tekrarlı faktöriyel düzen deneme desenine göre analiz edilmiştir. Elde edilen bütün verilerin değerlendirilmesinde, SAS temeli üzerine kurulu JMP 8.1 istatistik paket programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar % 5 önem düzeyinde LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

## 3. Bulgular

### İklim Verileri

Çalışmada eylül ayında dikimi yapılan frigo fidelerin gelişimleri için genel kültürel uygulamalar eşit bir şekilde yapılmıştır. 1 Şubat - 11 Haziran tarihleri arasında alınan iklim kayıtlarına göre arısız tünelde ortalama en düşük sıcaklık değeri 11.9°C iken, arılı tünelde bu değer 11.3°C olarak kaydedilmiştir. En yüksek sıcaklık ortalaması yine arısız tünelde 31.8°C iken, diğerinde 32.7°C olarak belirlenmiştir. Ortalama sıcaklıklar bakımından; arısız tünelde 20.1°C iken, arılı tünel altında 19.8°C olarak kaydedilmiştir.

Böylece sera plastiği üzerine çekilen tülün arı faaliyetini engellediği, yüksek sıcaklıklara karşı gölge etkisi yaptığı, sera içerisindeki ısının korunmasını sağlayarak da ortalama en düşük sıcaklık değerini 0.6°C artırdığı tespit edilmiştir. Tül ile kapatılan tünelde ortalama en düşük nem değeri % 32.2 iken, arılı tünelde % 29.3 olarak tespit edilmiştir. En yüksek nem değeri; arısız tünelde % 94.2, normal yüksek tünelde % 93.9 olarak, ortalama nem değerleri ise arısız tünelde % 67.8, arılı tünelde % 66.9 olarak kaydedilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise tülünden dolayı tünel içerisindeki nem değerinin biraz daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir.

### Tozlanma Başarısı

Arılı ve arısız yetiştirme ortamı ile farklı şekillerde B uygulamalarının Fortuna ve Rubygem çilek çeşitlerinde tozlanma başarısı üzerine etkileri sırasıyla Tablo 1a ve 1b ile Tablo 2a ve 2b'de verilmiştir.

Fortuna çeşidine ait tozlanma başarısı değerleri Tablo 1a, 1b'de gösterilmiştir. Söz konusu çeşidin tozlanma başarısı bakımından yetiştirme ortamları ile yetiştirme ortamı x ay etkileşimi arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu kapsamda beklenildiği gibi arılı koşullarda

böcek faaliyetine müsaade edilmesiyle bu çeşitte tozlanma başarısının önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Arısız ortamda % 40.9 olan tozlanma başarısı 1.57 kat artarak % 64.4'e ulaşmıştır. İklim faktörleri tek başına tozlanma başarı oranını önemli ölçüde etkilemezken, yetiştirme koşulları ile ay etkileşiminin tozlanma başarısını önemli düzeyde etkilediği, tozlanma başarısının arılı yetiştirme koşulunda ve Nisan ayında % 72.4'e ulaştığı bu değeri % 67.2 ile yine aynı yetiştirme ortamının Mart ayındaki meyvelerinin izlediği tespit edilmiştir. En düşük tozlanma başarısı % 38.8 olarak arısız ve Mart ayındaki meyvelerde saptanmıştır. Arılı koşuldaki Mayıs ayı meyvelerindeki tozlanma başarısı % 53.6 değeriyle arısız koşuldaki Nisan ve Mayıs ayı tozlanma başarıları ile aynı istatistiksel grup içerisinde yer almakla birlikte aralarında %10'dan fazla bir başarı olduğu dikkati çekmiştir. Uygulamaların tozlanma başarısı üzerine etkisiz oldukları, değerlerin % 47.6 ile % 56.1 arasında dağılım gösterdikleri, bor uygulamalarının kontrolden daha düşük değerler ortaya koydukları belirlenmiştir. Denemedeki üç faktörün birlikte etkileşiminde tozlanma başarısının % 29.1 (arısız x yaprak x Mayıs) ile % 82.4 (arılı x yaprak x Nisan) arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır.

**Tablo 1a.** Fortuna çilek çeşidinde yetiştirme koşulları ile uygulamalara göre aylık ortalama tozlanma başarısı (%)

	Uygulamalar	Aylar			Yet. Koş X Uyg. Ort.	Ortalama	
		Mart	Nisan	Mayıs			
Yetiştirme Koşulları	Arılı	Kontrol	78.8 (64.4) <sup>1</sup>	70.2 (57.0)	50.7 (45.4)	66.6 (55.6)	64.4 A (53.9)
		Yaprak	79.9 (64.7)	82.4 (65.2)	54.9 (47.8)	72.4 (59.2)	
		Toprak	55.3 (48.9)	68.1 (55.7)	52.7 (46.6)	58.7 (50.4)	
		Yap + Top	54.6 (47.7)	68.9 (56.2)	55.9 (48.4)	59.8 (50.8)	
	Ay X Yet. Koş. Ort.	67.2 a <sup>2</sup> (56.4)	72.4 a (58.5)	53.6 b (47.1)			
Arısız	Kontrol	33.9 (35.6)	52.2 (46.3)	50.9 (45.8)	45.6 (42.5)	40.9 B (39.8)	
	Yaprak	36.2 (36.9)	43.7 (41.4)	29.1 (32.5)	36.3 (36.9)		
	Toprak	49.5 (44.7)	34.5 (35.9)	55.5 (49.6)	46.5 (43.4)		
	Yap + Top	35.7 (36.6)	40.9 (39.6)	29.3 (32.7)	35.3 (36.3)		
Ay X Yet. Koş. Ortalaması		38.8 c (48.5)	42.8 bc (40.8)	41.2 bc (40.2)			
Ay Ortalaması		52.9 (47.4)	57.6 (49.7)	47.4 (43.6)			
		LSD <sub>ay</sub> = Ö.D. LSD <sub>ay x yet.koş.</sub> = 7.08			LSD <sub>yet.koş. x uyg.</sub> = Ö.D.		
		LSD <sub>yet.koş.</sub> = 4.09			LSD <sub>ay x yet.koş. x uyg.</sub> = Ö.D.		

- 1: Yüzde değerlere açı transformasyonu uygulanmıştır. Parantez içindeki rakamlar açı değerleridir
- 2: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur
- 3: Ö.D. Önemli değil, \* P<0.05, \*\*\*p ≤ 0.001'i ifade etmektedir

**Tablo 1b.** Fortuna çilek çeşidinde uygulamalara göre aylık tozlanma başarısı (%)

Uygulamalar	Aylar			Uygulama Ortalaması
	Mart	Nisan	Mayıs	
<b>Kontrol</b>	56.3 (49.9) <sup>1</sup>	61.2 (51.6)	50.8 (45.6)	56.1 (49.1)
<b>Yaprak</b>	58.1 (50.8)	63.1 (53.3)	42.0 (40.1)	54.4 (48.1)
<b>Toprak</b>	52.4 (46.8)	51.3 (45.8)	54.1 (48.1)	52.6 (46.9)
<b>Yap + Top</b>	45.1 (42.1)	54.9 (47.9)	42.6 (40.6)	47.6 (43.5)
<b>Ay Ortalaması</b>	52.9 (47.4)	57.6 (49.7)	47.4 (43.6)	
<sup>2</sup> LSD <sub>ay</sub> = Ö.D.		LSD <sub>uyg</sub> = Ö.D.	LSD <sub>ay x uyg</sub> = Ö.D.	

1: Yüzde değerlere aç transformasyonu uygulanmıştır. Parantez içindeki rakamlar aç değerleridir

2: Ö.D. Önemli değil

Rubygem çilek çeşidinde deneme kapsamında incelenen faktörlerin tozlanma başarısı üzerine etkileri Tablo 2a ve 2b'de verilmiştir. Yetiştirme koşulları, uygulamalar, ay x yetiştirme koşulu ile yetiştirme koşulu x ay x uygulama etkileşimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Söz konusu çeşitte, yetiştirme koşullarından arılı tünelde % 64.0 tozlanma başarısı elde edilirken, bu değer arısız tünelde yaklaşık yarısı düzeyde kalarak % 32.5 olarak tespit edilmiştir. B uygulanan bitkilerin meyvelerinde tozlanma başarısının önemli ölçüde arttığı,

bu bağlamda toprak uygulamasının (% 53.3) ön plana çıktığı dikkati çekmiştir. Uygulama x ay etkileşim değerleri % 29.9 ile % 71.7 arasında dağılım göstermiştir. Çalışmada incelenen faktörlerin üçlü etkileşimlerinin tozlanma başarısı bakımından etkileri incelendiğinde; farkların önemli olduğu, en yüksek tozlanma başarısının % 79.8 değeriyle topraktan B uygulanmış arı faaliyetli yetiştirme ortamının, Mart ayında hasat edilen meyvelerinde ölçüldüğü dikkati çekmiştir. Bu açıdan en düşük değer % 20.4 olarak (arısız x toprak+yaprak x Nisan) elde edilmiştir.

**Tablo 2 a.** Rubygem çilek çeşidinde yetiştirme koşulları ile uygulamalara göre aylık ortalama tozlanma başarısı (%)

	Uygulamalar	Aylar			Yet. Koş X Uyg. Ort.	Ortalama
		Mart	Nisan	Mayıs		
Yetiştirme Koşulları	Arılı	Kontrol	43.3 e-h <sup>2</sup> (41.1) <sup>1</sup>	75.2 ab (60.1)	59.9 b-e (50.7)	64.0 A (53.4)
		Yaprak	61.5 bcd (51.9)	71.5 ab (57.8)	65.0 a-d (53.9)	
		Toprak	79.8 a (63.6)	69.8 abc (56.7)	51.6 d-g (45.9)	
		Yap + Top	66.1 a-d (54.8)	70.3 abc (57.0)	54.2 c-f (47.4)	
	Ay X Yet. Koş. Ort.	62.7 b (52.9)	71.7 a (57.9)	57.7 b (49.5)		
Arısız	Kontrol	32.4 h-k (34.6)	34.4 h-k (35.9)	23.5 jk (28.9)	32.5 B (34.5)	
	Yaprak	38.9 f-1 (38.6)	33.5 h-k (34.8)	29.0 h-k (32.5)		
	Toprak	35.5 g-j (36.5)	31.5 h-k (34.1)	51.6 d-g (45.9)		
	Yap + Top	34.5 h-k (35.7)	20.4 k (26.4)	25.2 ijk (29.7)		
Ay X Yet. Koş. Ortalaması		35.3 c (36.4)	29.9 c (32.8)	32.3 c (34.2)		
Ay Ortalaması		48.9 (44.6)	50.8 (45.4)	45.0 (41.9)		
<sup>3</sup> LSD <sub>vet.koş.</sub> ***=2.81		LSD <sub>ay</sub> =Ö.D.	LSD <sub>ay x vet.koş.</sub> **=4.86	LSD <sub>vet.koş. x uyg</sub> =Ö.D.		
		LSD <sub>ay x vet.koş. x uyg</sub> **= 9.72				

1: Yüzde değerlere aç transformasyonu uygulanmıştır. Parantez içindeki rakamlar aç değerleridir

2: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

3: Ö.D. Önemli değil, \*\*p ≤ 0.01, \*\*\*p ≤ 0.001'i ifade etmektedir

**Tablo 2b.** Rubygem çilek çeşidinde uygulamalara göre aylık tozlanma başarısı (%)

Uygulamalar	Aylar			Uygulama Ortalaması
	Mart	Nisan	Mayıs	
<b>Kontrol</b>	37.8 (37.9)	54.8 (48.0)	41.7 (39.8)	44.8 B (41.9)
<b>Yaprak</b>	50.2 (45.3)	52.5 (46.3)	47.0 (43.2)	49.9 AB (44.9)
<b>Toprak</b>	57.6 (50.3)	50.7 (45.4)	51.6 (45.9)	53.3 A (47.1)
<b>Yap + Top</b>	50.3 (45.3)	45.3 (41.7)	39.7 (38.6)	45.1 B (41.9)
<b>Ay Ortalaması</b>	48.9 (44.6)	50.8 (45.4)	45.0 (41.9)	
<sup>3</sup> LSD <sub>ay</sub> = Ö.D.		LSD <sub>uyg</sub> * = 3.97	LSD <sub>ay x uyg</sub> = Ö.D.	

1: Yüzde değerlere açış transformasyonu uygulanmıştır. Parantez içindeki rakamlar açış değerleridir

2: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

3: Ö.D. Önemli değil, \* P<0.05'i ifade etmektedir

#### 4. Tartışma

Bileşik yapıda olmayan meyveler çok sayıda tohumu olmasına rağmen tek bir diş organın tozlanmasına bağlı olsa da çilek gibi bileşik meyvelerde bir çiçekte birden fazla diş organ bulunmakta ve meyveler ancak bu diş organların büyük bir çoğunluğunun tozlanıp döllenenmesi ile oluşabilmektedir. Bu nedenle, bu tip meyvelerde tozlanma başarısı oldukça önemli bir parametredir (Andersson vd., 2012).

Arıların çilek çiçeklerinde tozlanma ve döllene miktarını artırarak meyve boyutlarını etkiledikleri ve sonuç olarak toplam verim miktarının da arttığı bildirilmiştir (Paydaş vd., 1998; Sarıdaş vd., 2021; Kämper vd., 2022). Ticari değeri fazla olan turfanda üretimde şekilsiz meyve oluşması tozlayıcı olarak arı kullanılarak önemli ölçüde engellenebilmektedir (Sarıdaş ve Paydaş Kargı, 2017). Klatt vd. (2014)'nin farklı tozlanma sistemlerinin tozlanma başarısına katkısını araştırdığı çalışmada arı ile tozlanmanın döllenen aken sayısını rüzgarla tozlanmaya göre yaklaşık % 26.8 artırırken, kendi haline bırakılmış çiçeklere göre oranın % 61.7 olduğu bildirmiştir. Yapılan bir başka çalışmada organik olarak yetiştirilen çileklerde arıların etkinliği söz konusu olması nedeniyle % 45 oranında döllene belirlenirken, bu oranın konvansiyonel tarımda % 17 olduğu bildirilmiştir (Andersson vd., 2012). Daha önce yapılmış çalışmalar arı etkinliğini ortaya koymakla birlikte yapılan bu çalışmada da arı etkinliğinin oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır.

Bor uygulaması ile çileklerde meyve tutumunun artırıldığı ayrıca bozuk şekilli meyve oluşumunun da azaltıldığı yapılan birçok çalışma ile ortaya koyulmuştur (Singh vd., 2007; Sarıdaş vd., 2021). Ancak, çilekte tohum verim ve kalitesinin Bor uygulaması ile ne şekilde değiştiği konusu ile ilgili daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bor uygulamasının bazı mercimek çeşitlerinde (Khattab vd., 2016), ketende (Jankowski vd., 2016), kanolada (Khan vd., 2016), fasulyede (Parry vd., 2016) ve turpta (Namlı vd., 2022) tohum verim ve kalitesinde de artış sağladığı rapor edilmiştir. Çileklerde bozuk şekilli meyve oluşumunun aken oluşumundaki eksikliklerden kaynaklandığı düşünüldüğünde ise Bor uygulaması sonucunda bozuk şekilli meyve oluşumunun azalması söz konusu türde de tozlanma etkinliğini artırdığını açıkça ortaya koymaktadır.

Sıcaklığın da aken oluşumunda etkisinin olduğu daha önce Pipattanawong vd. (2009) tarafından bildirilmiş olup, soğuk koşullarda embriyo gelişiminin daha yavaş gerçekleşerek çoğu zaman normal iriliğine ulaşamadığı belirtilmiştir. Bu durum, özellikle daha soğuk hava koşullarında tozlanma başarısının daha düşük olacağını düşündürmektedir. Nitekim, Hedhly vd., (2005) sert çekirdekli meyve türlerinde soğuk koşullarda çiçek tozu çim borusunun daha yavaş ilerlediğini ve dolayısıyla döllene ve embriyo gelişiminin de daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir. Yapılmış olan bu çalışmada da özellikle Kontrol uygulamalarında daha soğuk sezonda tozlanma başarısının düşük olduğu belirlenmiştir.

Buna karşın yapılan Bor uygulamaları ile tozlanma başarısının da soğuk koşullarda dahi arttığı da gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Bor uygulamasının çiçek tozu kalitesini artırması (Sarıdaş vd., 2021), çiçek tozu çim borusu gelişimini hızlandırdırması (Dell ve Huang, 1997) ve dişi organların kalitesini artırmasından (Nielson ve Eaton, 1983; Lieten, 2002) kaynaklandığını ayrıca, bitkide Borun birçok fizyolojik aktiviteyi düzenleyerek bitkinin daha iyi gelişmesinden kaynaklandığını düşündürmektedir (Demirtaş, 2005).

Yapılan çalışma sonucunda tozlanma başarısının temel olarak arı faaliyetiyle arttığı, ancak bu artışın çeşide bağlı olarak değişik düzeylerde gerçekleştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte B uygulamaları Rubgem çeşidinde tozlanma başarısı üzerine etkili olurken, Fortuna çeşidinde etkisiz kalmıştır. Deneme kapsamında incelenen ayların tozlanma başarısı üzerine etkilerinin olmadığı bulunmuştur. Rubygem çeşidinde topraktan B uygulanan arı faaliyetinin olduğu tünelden Mart ayında hasat edilen meyvelerde tozlanma başarısı en üst seviyeye ulaşırken (%79.8), Fortuna çeşidinde yine arılı tüneldeki bitkilere yapraktan yapılan B uygulamasının Nisan ayındaki meyvelerinde %82.4'lük bir tozlanma başarısına ulaşılmıştır. Genel olarak çeşitlerin tozlanma başarılarındaki ortak noktaların; arı faaliyeti, bor uygulaması ile Mart veya Nisan aylarındaki meyvelerin olması dikkati çekmiştir.

### Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi (Proje numarası: FBA-2018-9973) tarafından desteklenen projeden üretilmiştir.

### Kaynaklar

- Andersson, G.K.S., Rundlöf, M. & Smith, H.G. 2012. Organic farming improves pollination success in strawberries. *Plos one*. 7(2).e31599.
- Ariza, M. T., Soria, C., Medina, J. J., & Martínez-Ferri, E. (2011). Fruit misshapen in strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa*) is related to achenes functionality. *Annals of Applied Biology*, 158(1), 130-138.
- Ariza, M. T., Soria, C., & Martínez-Ferri, E. (2015).

- Developmental stages of cultivated strawberry flowers in relation to chilling sensitivity. *AoB Plants*, 7, plv012.
- Dell, B., & Huang, L. (1997). Physiological response of plants to low Boron. *Plant and soil*, 193, 103-120.
- Demirtaş, A. (2005). Bitkide Bor ve etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 217-225.
- Dung, C. D., Wallace, H. M., Bai, S. H., Ogbourne, S. M., & Trueman, S. J. (2021). Cross-pollination affects fruit colour, acidity, firmness and shelf life of self-compatible strawberry. *Plos one*, 16(9).
- Hedhly, A., Hormaza, J. I., & Herrero, M. (2005). The effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, and stigmatic receptivity in peach. *Plant Biology*, 7(05), 476-483.
- Jankowski, K. J., Sokólski, M., Dubis, B., Krzbiec, S., Żarczyński, P., Hulanicki, P., & Hulanicki, P. S. (2016). Yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds in response to foliar application of boron. *Agricultural and Food Science*, 25(3), 164-176.
- Kämper, W., Dung, C. D., Ogbourne, S. M., Wallace, H. M., & Trueman, S. J. (2022). High self-paternity levels and effects of fertilised-seed number on size of strawberry fruit. *Plos one*, 17(9), e0273457.
- Karabiyik, Ş. (2022). Effects of temperature on pollen viability and *in vivo* pollen tube growth in *Citrus sinensis*. *Journal of Applied Botany & Food Quality*, 95, 100-104.
- Khan, S., Rehman, H. U., Wahid, M. A., Saleem, M. F., Akhtar Cheema, M., Basra, S. M. A., & Nadeem, M. (2016). Boron fertilization improves seed yield and harvest index of *Camelina sativa* L. by affecting source-sink. *Journal of Plant Nutrition*, 39(12), 1681-1687.
- Khatab, E. A., Afifi, M. H., Badr, E. A., & Selim, T. A. (2016). Crop Productivity and Quality of Some Varieties of Lentils under the Influence of Spraying Boron in The Newly Cultivated Land. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 7(5), 1972-1977.
- Klatt, B. K., Holzschuh, A., Westphal, C., Clough, Y., Smit, I., Pawelzik, E., & Tscharrntke, T. (2014). Bee pollination improves crop quality, shelf life and

- commercial value. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1775).
- Kuvancı, A., Günbey, B., Konak, F., & Karaođlan, Y. (2010). Bal arısı (*Apis mellifera* L.) ve diğer böceklerin çilek (*Fragaria* sp.) bitkisinin polinasyonuna olan etkileri". *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10(1), 29-35.
- Lieten, P. (2000). Boron deficiency of strawberries grown in substrate culture. *IV International Strawberry Symposium 567*, 451-454.
- Namlı, M., Adıgüzel, P., & Solmaz, İ. (2022). Turпта (*Raphanus sativus* L.) Farklı Yumru Ağırlığı ve Bor Gübrelemesinin Bitki Gelişimi, Bakla Özellikleri, Tohum Verimi, Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(7), 1286-1292.
- Neilson, B. V., & Eaton, G. W. (1983). Effects of boron nutrition upon strawberry yield components. *HortScience*, 18(6), 932-934.
- Nitsch, J. P. (1950). Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. *American Journal of Botany*, 211-215.
- Parry, F. A., Chattoo, M. A., Ganie, S. A., & Razvi, S. M. (2016). Economics of seed production in garden pea (*Pisum sativum* L.) as influenced by different levels of sulphur and boron. *Legume Research-An International Journal*, 39(5), 802-805.
- Paydas, S., Eti, S., Sevinç, S., Yasa, E., Derin, K., Kaska, N., & Kaftanođlu, O. (1998, August). Effects of different pollinators to the yield and quality of strawberries. In *XXV International Horticultural Congress, Part 12: Application of Biotechnology and Molecular Biology and Breeding-General 522*, 209-218.
- Pipattanawong, R., Yamane, K., Fujishige, N., Bang, S. W., & Yamaki, Y. (2009). Effects of high temperature on pollen quality, ovule fertilization and development of embryo and achene in 'Tochiotome'strawberry. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 78(3), 300-306.
- Sarıdaş, M. A., Karabıyık, Ş., Eti, S., & Paydaş Kargı, S. (2021). Boron applications and bee pollinators increase strawberry yields. *International Journal of Fruit Science*, 21(1), 481-491.
- Sarıdaş, M. A., & Paydaş Kargı, S. (2018). Çileklerde Bor Elementinin Önemi, Taşınma Mekanizması, ve Çilek Tarımında Bor Kullanımı. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(3), 45-51.
- Singh, R., Sharma, R. R., & Tyagi, S. K. (2007). Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 112(2), 215-220.