

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

***CAMPANULA TEUCRIOIDES BOISS. VE JASIONE  
SUPINA SUBSP. TMOLEA (STOJ.) DAMBOLDT'UN  
TOZLAŞMA BİYOLOJİSİ***

**Volkan EROĞLU**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Özcan SEÇMEN**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu : 401.03.00**

**Sunuş Tarihi : 06.06.2011**

**Bornova-İZMİR**

**2011**



Volkan Eroğlu tarafından Yüksek lisans tezi olarak sunulan “*Campanula teucroides* Boiss. ve *Jasione supina* subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt’un Tozlaşma Biyolojisi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliđi ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve .../.../2011 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:****İmza**

<b>Jüri Başkanı</b>	: .....	.....
<b>Raportör Üye</b>	: .....	.....
<b>Üye</b>	: .....	.....



**ÖZET*****CAMPANULA TEUCRIOIDES* BOISS VE *JASIONE SUPINA* SUBSP.  
*TMOLEA* (STOJ.) DAMBOLDT'UN TOZLAŞMA BİYOLOJİSİ**

EROĞLU, Volkan

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü  
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Özcan SEÇMEN

Haziran 2011, 65 sayfa

*Campanula teucrioides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea* taksonlarının tozlaşma biyolojisi çalışılmıştır. Türkiye için endemik olan bu taksonlar sadece İzmir, Ödemiş, Bozdağ'da yaşamaktadır. Taksonların çiçekleri hermafrodit, protandrik ve stilus üzerindeki polen toplayan tüyler ile ikincil polen sunumu yapmaktadırlar. Bu özellikler allogamiye ve biyotik polinatörlerin varlığına işaret etmektedir. Araziye yapılan tozlaştırıcı gözlemlerinde her iki taksonda etkin olan tozlaştırıcılar tespit edilmiştir. Bunlar; *Chelostoma campanularum*, *Halictus* sp., *Apis mellifera* ve *Eristalis tenax*'tır.

*C. teucrioides*'in kendine-uyumlu ve fakültatif otonom olduğu bulunmuş, ancak bu durum *J. supina* subsp. *tmolea* için kesin olarak belirlenememiştir. Her iki türde de karışık bir üreme sistemi (temelde çapraz döllenme/böceklerle tozlaşma ayrıca otogami) mevcuttur. Çalışmada, bitkilerin polen üretimi, stigmaya ulaşan kendine ait ve diğer bitki polen sayıları ile bu polenlerin dölediği ovül sayıları saptanmıştır. Bu verilere göre her iki takson için de tozlaşma başarısı ortaya konulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** *Campanula*, *Jasione*, Üreme sistemi, tozlaşma biyolojisi, ikincil polen sunumu, Bozdağ



**ABSTRACT****POLLINATION BIOLOGY OF *CAMPANULA TEUCRIOIDES*  
BOISS. AND *JASIONE SUPINA* SUPSP. *TMOLEA* (STOJ.)  
DAMBOLDT**

EROĞLU, Volkan

MSc. in Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özcan SEÇMEN

June 2011, 65 pages

The pollination biology of *Campanula teucroides* and *Jasione supina* subsp. *tmolea* was studied, both endemic to İzmir, Ödemiş Bozdağ. The flowers are hermaphroditic, protandrous and exhibit secondary pollen presentation involving pollen collecting hairs on the style. These features imply allogamy and biotic pollination. Effective pollinators for both taxa are *Chelostoma campanularum*, *Halictus* sp., *Apis mellifera* and *Eristalis tenax*.

The studies revealed that *C. teucroides* is self-compatible and facultative autogamous it was not recorded in *J. supina* subsp. *tmolea*. A mixed mating system is (primarily outcrossing/entomophilous, but also autogamous) present. Pollen production, number of pollen reaching own and other stigmas and number of fertilized ovules was also calculated. The success of pollination for both taxa were determined in accordance with the data obtained.

**Keywords:** *Campanula*, *Jasione*, breeding system, pollination biology, secondary pollen presentation, Bozdağ





## TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum çalışmanın vücut bulması için değerli zamanlarını, emeklerini ve tecrübelerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Özcan SEÇMEN, Doç. Dr. Aykut GÜVENSEN ve Dr. Serdar Gökhan ŞENOL'a, gerek arazi çalışmalarında gerekse laboratuvar çalışmalarında desteğini esirgemeyen Ümit SUBAŞI'na, çalışmam boyunca bana sonsuz desteklerini veren aileme, arkadaşlarıma, tüm Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi Herbaryum Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarına ve çalışmamın da içinde yer aldığı projemizi destekleyen TÜBİTAK'a, en içten ve samimi duygularına teşekkür ederim.



**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	.vii
TEŞEKKÜR .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xviii
1.GİRİŞ .....	1
2.MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
2.1 Materyal .....	5
2.1.1 Bitkilerin tanımı.....	5
2.1.2 Genel dağılım alanları.....	7
2.1.3 İklim.....	8
2.2 Yöntem .....	9
2.2.1 Yayılış alanı ve birey sayılarının belirlenmesi .....	9
2.2.2 Çiçek fenolojisi gözlemleri.....	9
2.2.3 Çiçeklerin özellikleri ve açılma mekanizması gözlemleri.....	9
2.2.4 Polen morfolojisinin belirlenmesi.....	9
2.2.5 Nektar miktarlarının belirlenmesi.....	10

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
2.2.6 Çapraz ve kendine tozlaşma denemeleri .....	10
2.2.7 Tozlaştırıcı gözlemleri .....	11
2.2.8 Çiçek sayılarının belirlenmesi.....	12
2.2.9 Anterdeki polen miktarının belirlenmesi .....	12
2.2.10 Diğer bitkilerin polenlerinin belirlenmesi.....	12
2.2.11 Stigma üzerine ulaşan polen miktarının belirlenmesi .....	12
2.2.12 Canlılık testleri.....	13
2.2.13 Döllenmiş ovül sayımları .....	13
2.2.14 Nektar oranına göre polen çimlenme oranının belirlenmesi.....	14
3.BULGULAR.....	15
3.1 Yayılım Alanları ve Birey Sayıları .....	15
3.2 Çiçek ve Üreme Organları .....	16
3.2.1 Çiçek fenolojisi .....	16
3.2.2 Çiçeklerin özellikleri ve açılma mekanizmaları.....	18
3.2.3 Polen özellikleri .....	23
3.2.4 Nektar.....	24
3.3 Tozlaşma .....	25

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
3.3.1 Çapraz ve kendine tozlaşma .....	25
3.3.2 Tozlaştırıcılar ve davranışları .....	26
3.3.3 Tozlaştırıcı aktivitesi .....	30
3.4 Tozlaşma Başarısı .....	36
3.4.1 Çiçek sayıları .....	36
3.4.2 Anterdeki polen miktarları .....	36
3.4.3 Diğer bitkilerin polenleri .....	37
3.4.4 Stigma üzerine ulaşan polen miktarı .....	40
3.4.5 Polen ve stigma canlılıkları .....	44
3.4.6 Döllenmiş ovül sayıları .....	46
3.4.7 Nektar oranına göre polen çimlenmesi .....	47
3.4.8 Polenlerin başarısı .....	49
4.TARTIŞMA .....	53
KAYNAKLAR .....	59
ÖZGEÇMİŞ .....	65



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 <i>Campanula teucroides</i> Boiss.....	6
2.2 <i>Jasione supina</i> Sieber subsp. <i>tmolea</i> (Stoj.) Damboldt .....	6
2.3 <i>Jasione supina</i> alttürleri ve <i>Campanula teucroides</i> 'in genel dağılım alanları	7
2.4 Bozdağ günlük (3 değer ortalaması) hava ve toprak sıcaklıkları (2006-2007)	8
2.5 Tozlaşma denemesi a) <i>Campanula teucroides</i> b) <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> .....	11
3.1 <i>Campanula teucroides</i> Boiss.'in yayılım alanı .....	15
3.2 <i>Jasione supina</i> Sieber subsp. <i>tmolea</i> (Stoj.) Damboldt'un yayılım alanı .....	16
3.3 2006-2007 Bozdağ iklim verilerine göre <i>Campanula teucroides</i> 'in çiçek oluşturma (kırmızı), Kapsül oluşturma (sarı) ve tohum olgunlaşma (mavi) zamanları.....	18
3.4 2006-2007 Bozdağ iklim verilerine göre <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'nın çiçek oluşturma (kırmızı), Kapsül oluşturma (sarı) ve tohum olgunlaşma (mavi) zamanları.....	18
3.5 <i>Campanula teucroides</i> 'de a) sunum halindeki bir stilus b) stilusdaki tüyler	19
3.6 <i>Campanula teucroides</i> 'de çiçekten meyveye geçiş.....	20
3.7 <i>Campanula teucroides</i> 'de çiçek evreleri .....	20
3.8 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da a) sunum halindeki bir stilus b) stilusdaki tüyler .....	21
3.9 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da çiçek açılma mekanizması .....	22

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.10 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da çiçek evreleri .....	23
3.11 <i>Campanula teucroides</i> a) Polenin SEM görüntüsü b) Polenin ışık mikroskobunda kutupsal görüntüsü .....	23
3.12 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> a) Polenin SEM görüntüsü b) Polenin ışık mikroskobunda ekvatorial görüntüsü .....	24
3.13 <i>Campanula teucroides</i> 'de kapatılan çiçekler ve kontrol gruplarında çiçek başına döllenmiş ovül miktarı .....	26
3.14 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da kapatılan çiçek durumları ve kontrol gruplarında çiçek başına döllenmiş ovül miktarı .....	26
3.15 <i>Campanula teucroides</i> üzerinde gözlemlenen bazı böcekler.....	28
3.16 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> üzerinde gözlemlenen bazı böcekler .....	30
3.17 <i>Campanula teucroides</i> 'de çiçek yoğunluğuna bağlı tozlaştırıcı aktivitesi .	33
3.18 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da çiçek yoğunluğuna bağlı tozlaştırıcı aktivitesi .....	36
3.19 Açılmamış anterdeki polen sayımları .....	37
3.20 Çalışılan türlerin stigmaları üzerinde rastlanılan diğer taksonlara ait polenler.....	38
3.21 Çalışılan türler ile aynı habitatı paylaşan bazı taksonların polenleri .....	39
3.22 <i>Campanula teucroides</i> 'de stigma üzerindeki polenler .....	40
3.23 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da stigma üzerindeki polenler.....	42



## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.24 <i>Campanula teucroides</i> 'de stigmalarda canlılık testi .....	44
3.25 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da stigma canlılık testi .....	45
3.26 <i>Campanula teucroides</i> ve <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da döllenmiş ovül sayıları.....	47
3.27 Döllenmiş ve döllenmemiş ovüller .....	47
3.28 <i>Campanula teucroides</i> 'de nektar oranına göre polen çimlenme yüzdeleri .	48
3.29 <i>Campanula teucroides</i> 'in polen çimlendirme solüsyonunda çimlenmiş poleni .....	48
3.30 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da nektar oranına göre polen çimlenme yüzdeleri .....	49
3.31 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'nın polen çimlendirme solüsyonunda çimlenmiş poleni.....	49
3.32 <i>Campanula teucroides</i> 'de bir bireyde stigmaya ulaşan polenlerin çimlenme başarısı .....	50
3.33 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da bir bireyde stigmaya ulaşan polenlerin çimlenme başarısı .....	50

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 <i>Campanula teucroides</i> (C.t.) ve <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'nın (J.s.) çiçek fenolojisi .....	17
3.2 <i>Campanula teucroides</i> ve <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'ya ait bazı polen morfolojik ölçümleri (30 bireye ait 30 polende) .....	24
3.3 <i>Campanula teucroides</i> Boiss.'de üretilen nektar miktarı ve konsantrasyonu (21 çiçekte) .....	25
3.4 <i>Campanula teucroides</i> 'de tespit edilen böcekler .....	27
3.5 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da tespit edilen böcekler .....	29
3.6 <i>Campanula teucroides</i> 'de saat 10:30-18:30 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları .....	31
3.7 <i>Campanula teucroides</i> 'de saat 11:00-16:00 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları .....	31
3.8 <i>Campanula teucroides</i> 'de saat 10:45-15:45 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları .....	32
3.9 <i>Campanula teucroides</i> 'de çiçek sayısına bağlı tozlaştırıcı ziyaret sayısı .....	32
3.10 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da saat 10:30-18:30 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları .....	34
3.11 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da saat 11:00-16:00 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları .....	34
3.12 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da saat 10:45-15:45 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları .....	35

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.13 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da çiçek sayısına bağlı tozlaştırıcı ziyaret sayısı .....	35
3.14 <i>Campanula teucroides</i> ve <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'nın açılmamış anterlerinde polen sayıları.....	37
3.15 <i>Campanula teucroides</i> 'de stigma üzerindeki polenler .....	41
3.16 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da stigma üzerindeki polenler .....	43
3.17 <i>Campanula teucroides</i> ve <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da canlılık testi sonuçları.....	45
3.18 <i>Campanula teucroides</i> ve <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da arazide yapılan zamana bağlı polen canlılığı denemesi .....	46
3.19 <i>Campanula teucroides</i> 'de tozlaşma başarısı .....	51
3.20 <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> 'da tozlaşma başarısı .....	52

## 1. GİRİŞ

Bir bitkinin yaşam öyküsü (Life history) yaşadığı süre içerisinde büyüme, farklılaşma, depolama ve üreme olaylarının tamamıdır (Michael et al., 2006). Yaşam öyküsü çöl, yağmur ormanı, tatlı su veya tuzcul bataklık gibi farklı habitatlarda yaşayan bitkiler için değişkenlik gösterir. Bunlardan farklı olan bir habitat da, kutuplardan tropik bölgelere kadar, yüksek dağların karlı veya karsız zirveleridir. Dağların zirveleri bitki yaşamı için izole bölgelerdir. Zirvelerde yaşayan bitkiler, çok değişken çevre koşullarına karşı hayatta kalma yeteneği gösterirler. Zirvelerdeki koşullar, birçok hayvan ve bitki yaşamı için sınırlayıcı etkiye sahiptir. Bunlardan biri de, çiçekli bitki kolonilerinin sınırlarını belirleyen kalıcı kar örtüsüdür. Bu ve bunun gibi nedenlerden dolayı yükseklerde bulunan bitkiler genellikle sınırlayıcı habitatlar içinde yaşamaktadırlar (Seçmen vd., 2007).

Yüksek zirvelerde yaşayan bitkilerdeki morfolojik ve fizyolojik özellikler belirgin farklılıklar göstermektedir. Benzer bir durum alpin bölgelere göre daha az çeşit ve birey bakımından daha kısıtlı bir floraya sahip arktik bölgede de görülmektedir (Crawford, 2008). Örneğin alpin bölgelerdeki bitkilerin çiçek biyolojisi ilginç özellikler göstermektedir. Bu bölgedeki bitkilerin çiçekleri oldukça etkileycili bir görünüme sahiptirler ve kendileri ile ilgilenenlerin dışında, birçok ilgisiz ziyaretçiyi de kendilerine çekebilmektedirler. Bu gibi farklılıklar yüzünden birçok araştırmacı bu konuya yönelmiş ve bitkiler ile tozlaştırıcıları arasındaki ilişkiyi araştırmaya çalışmıştır. Bu ilişkiyi anlamak için ise disiplinler arası bir çalışmaya gerek vardır. Çünkü tozlaşma biyolojisi araştırmaları; gelişim biyolojisinden topluluk ekolojisine, hayvan davranışlarından, çiçeğin evrimine ve genetikten ekosistem çalışmalarına kadar geniş yaklaşımlar ve çok çeşitli bakış açıları gerektirmektedir (Chittka and Thompson, 2001). Bu yaklaşımlar sonucunda ise genellikle tozlaşma biyolojisi için iki farklı temel bakış açısı oluşmuştur. Birincisi, çiçek mekanizmaların detaylı olarak gözlenmesi (Yeo, 1993) ve bitkiler ile tozlaştırıcıları arasındaki ekolojik ilişkinin araştırılması yaklaşımlarıdır (Carlos, 2000). İkincisi, tozlaşmadan etkilenen yapılar ve süreçlerin evrimi üzerine yoğunlaşan yaklaşımlardır (Darwin, 1862, 1876, 1877). Her iki bakış açısı ortaya çıkışlarından bu yana oldukça yaygınlaşmış ve

olgunlaşmıştır. Mekanizmaları anlamak için, günümüze değin giderek artan yapılan deneysel çalışmalar, tozlaşmanın evrimini ve ekolojisini içeren teorik temelli konular ile ilgili birçok soruyu araştırmaktadır. Buna rağmen, tozlaşma biyolojisi için birleşik ve disiplinler arası alanların güçlenmesi, devam eden evrimsel ve ekolojik perspektifler arasındaki bakış açısını yenilemeye bağlıdır (Doust and Doust, 1988).

Türkiye botanik bilimi açısından Avrupa ülkelerine göre oldukça yeni bir geçmişe sahiptir. Bu kısa geçmiş boyunca yapılan çalışmalar genellikle Türkiye'nin florasını anlamaya yönelik olmuştur. Türkiye'nin orta enlem kuşağında bulunan birçok ülkeye göre daha fazla bitki türü içerdiği (yaklaşık 8900 tür, alttür ve varyetelerle birlikte 10770 takson) ve bu bitkilerin ise büyük bir çoğunluğunun endemik olduğu (yaklaşık 3510 takson) tespit edilmiştir (Özhatay vd., 2003). Bu çalışmalar günümüzde hala devam etmesine rağmen son dönemlerde bunun yanı sıra giderek artan bir şekilde koruma biyolojisi çalışmaları da başlamıştır. Çalışılan türlerin neredeyse tamamı dağların zirvelerinde yaşayan nadir ve endemik bitkilerdir. Bu çalışmalarda; morfolojik ölçümler, yayılım alanı, birey sayısı, üretilen tohum, çimlendirme çalışmaları, iklim ve toprak koşullarının belirlenmesi, tohum stigma, polen ve tohum canlılık testleri sonuçları ortaya konmuştur (Gücel, 2005; Ersöz, 2006; Sarı, 2010). Sonradan çalışmalara, tozlaşma mekanizmaları, tozlaştırıcı aktivitesi konularının katılmasıyla bakış açısı genişletilmiştir (Seçmen vd., 2007; Yıldırım, 2010; Subaşı, 2010).

Bitkiler üzerinde yapılan tozlaşma biyolojisi çalışmaları ile bir bitkinin gerek yaşadığı habitatın çevresel koşulları, gerekse diğer canlılar ile ilişkisi ve üreme biyolojisi, olası dağılım alanları ve populasyon dinamikleri gibi çok önemli konu hakkında bilgiler sağlayabilmektedir. Bu tip veriler ile nadir ve/veya endemik bitkilerin koruma biyolojisi çalışmalarında, gelecekte nasıl bir koruma stratejisinin seçileceği konusunda detaylı bilgilere ulaşılmaktadır (Seçmen vd., 2007, 2010).

Günümüze değin yapılan üreme biyolojisi çalışmalarında tozlaşma olayına bitki ve böcek gibi iki farklı çerçeveden bakılmıştır. Bitki ile ilgili çalışmalar, stigma yapısı, polen yapısı, stigma polen ilişkisi (Sanchez, 2004; Hesse, 2009), polenin dağılıma mekanizması (Pacini and Hesse, 2005), nektar

ve tozlaşma damlacığı (Kakutani et al., 1989; Nepi et al., 2009), çiçek fenolojisi ve morfolojisi (Ingrouille and Eddie, 2006; Callow et al., 2006), çiçeksel mekanizmalar (Yeo, 1993; Barrett, 2002), çiçeğin ekolojisi ve evrimi (Harder and Barret, 2006) gibi birçok konu üzerinde yoğunlaşmıştır. Böcek ile ilgili çalışmalar ise; daha çok davranış biyolojisi (Baz, 2002), böcek morfolojisi ve anatomisi (Resh and Cardé, 2009), böceğin ekolojisi ve evrimi (Chittka and Thomson, 2001) gibi konular üzerine gerçekleştirilmiştir. Her iki bakış açısı ekolojik verilerle desteklenmektedir (Seçmen vd., 2010).

Tozlaşma mekanizmalarındaki çeşitlilik bazen familya düzeyinde, bazen alttür, bazen de varyete düzeyinde farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; Campanulaceae çiçeklerinin ana karakteristiği doğrudan anter ile değil, stilus ya da çiçek yapıları üzerinden potansiyel tozlaştırıcılara polenlerini sunmasıdır. Bu özel mekanizmaya ikincil polen sunumu denilmektedir (Carolin, 1960; Erbar and Leins, 1989, 1996; Leins and Erbar, 1990). Campanulaceae’de ikincil polen sunumu olayının can alıcı noktası; protandri çiçekler, içe dönük anterler (intrors), stamenlerin stilus üzerine temas etmesi ve yapışmasıdır. Bu özelliklerin kombinasyonu sonucu, stigmanın gelişip olgunlaşmasından önce polenlerin stilus üzerine aktarılması sağlanmaktadır. Bu olay sırasında polenler özel tüyler tarafından tutulmaktadır. Bazı Campanuloideae üyelerinin tüyleri, yapışkan polen tanelerini yerinden oynatarak üzerlerine alabilmektedirler (Shetler, 1979; Pacini and Hesse, 2005). Stilusun uzamasıyla birlikte bu tüyler anterdeki polenleri üzerine yükleyerek yükselmeye başlar. Bazı bitkilerde tozlaştırıcılar poleni stilustan almaktadır. Bir tozlaştırıcı nektar aramaya geldiği zaman polen yüklü stilus üzerindeki tüylere çarpar ve polenler stilustan tozlaştırıcının üzerine aktarılır. Tozlaştırıcı bir ajan tarafından döllenen bazı türlerde stigmatik loplara genişleyip kıvrıldıktan sonra stilus üzerindeki polen taşıyan tüylere değmesiyle kendine dölleklik mekanizması sağlanmış olur. Çiçeksel mekanizmalar dışında zoogami gösteren bitki taksonlarında böceğin boyutları, gördüğü renkler, algıladığı koku türü ve şiddeti, ağız aleti tipleri ve boyları vb. birçok parametre etkili olmaktadır. Bu parametreler sadece tozlaştırıcının bitkiyi niçin tozlaştırdığı konusunda cevap bulmamızı değil, aynı zamanda da neden tozlaştıramadığı konusunda da bilgi edinebilmemizi sağlamaktadır. Yüksek bölgelerde özellikle dağların

zirvelerindeki ağaçsız kuşağı oluşturan alpin bölgelerde iklimsel parametrelerin ani değişimleri de tozlaşmayı teşvik edici veya engelleyici etkiler oluşturmaktadır. Bu tip habitatlardaki tozlaşma olayı birçok parametre tarafından kontrol edildiği için, tozlaşma biyolojisi ile ilgili sağlanacak veriler parametrelerin türler üzerine nasıl etki ettiğini çarpıcı bir şekilde gözler önüne serecektir.

İzmir, Ödemiş, Bozdağ'ın ağaç sınırının ötesinde çok sayıda endemik bitki yaşamaktadır. Bunların çoğu Batı Anadolu ve İzmir ili endemikleridir. Bu endemiklerin koruma biyolojileri ile ilgili çalışmalar kapsamında üreme biyolojileri ve başarıları TÜBAG-108T851 nolu proje ile çalışılmaktadır (Şenol vd., 2009) Bunların arasında *Campanula teucroides* Boiss. ve *Jasione supina* Sieber subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt sadece Bozdağ endemikleridir ve burada çok dar ve sınırlı bir alanda yaşamaktadırlar. Çalışmamızın amacı, bu nadir endemiklerin yayıldığı alanlar ve birey sayıları ile gerçek tehlike kategorilerini belirlemek, çiçek özellikleri ile tozlaşma mekanizmalarını araştırarak tozlaşma biyolojilerini anlamak, bu olayın dar ve sınırlı yayılıştaki rolünün olup olmadığını saptamaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Bitkilerin Tanımı

Çalışmamızın materyallerini Campanulaceae'ye ait *Campanula teucroides* Boiss. ve *Jasione supina* Sieber subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt oluşturmaktadır. Bitkiler İzmir, Ödemiş, Bozdağ'da zirvede 1500-2170 m'ler arasında ağaç sınırının ötesinde yaşamaktadırlar. Türkiye florasına göre Campanulaceae'ye ait toplam 147 tür bulunmaktadır, bunun 75 tanesi endemiktir (Davis P.H., 1978). Endemizm oranının yaklaşık %51 olması dolayısıyla Türkiye florasında en yüksek endemizm oranına sahip familyalardan bir tanesidir. Bu familya toplamda 6 cins içermektedir. Çalıştığımız cinslerden *Campanula*, 55'i endemik (%50,9) 108, *Jasione* 6'sı endemik (%75) 8 tür içermektedir.

Davis (1978)'in editörlüğünde yazılan Türkiye florasında *Campanula teucroides*'in tanımı şu şekilde yapılmıştır (Şekil 2.1). Bodur küme şeklinde yatık çok gövdeli, geriye kıvrık-kısa havlı tüylüden az çok çıplağa kadar değişen tüy örtülü, çok yıllık otsullar. Gövdeler sürünücü, uçta yükselici, (2-)3-4(-5) cm, toprak altı gövdelere sahip, 1- veya birkaç çiçekli. Yapraklar az çok çıplaktan yatık geriye kıvrık-kısa havlı tüylüye kadar değişken; rozet yapraklar ve alttaki gövde yaprakları ovat- kuneat, basitçe pinnat parçalı, 5-15 x 3-10 mm, daralan kısa bir petiyol (1 cm kadar) ya da  $\pm$  sesil, büyükçe, obtus, kıvrık şişkinleşmiş apendajlı ve çiçeklenmeden sonra çok büyümüş ve apendajlarla gizlenmiş obkonik ağsı damarlı ovaryumlu. Korolla daralan infundibular kampanulat, tüysüz ya da az çok geriye kıvrık yatık tüylü, 10 mm'ye kadar, 1/3'üne kadar parçalanmış, 3-4 akut lanseolat loplü, menekşe renkli. Stilus genellikle çok az dışarıya çıkmış. Stigmalar 3, kısa. Kapsül yarı küremsi, dik, şişkinleşmiş kaliks apendajları tarafından gizlenmiş. Tohumlar bariz bir şekilde elipsoit, 1.3 x 1 mm, kahverengi, yumuşak kenarlı, parlak.  $2n=34$ .

Çiçeklenme 6-8. Şiştili kayalıklar ve gevşek çakıllıklar, 1600-2135 m.





Şekil 2.1. *Campanula teucroides* Boiss.

Davis (1978) *Jasione supina* subsp. *tmolea*'yı da şu şekilde tanımlamıştır (Şekil 2.2). Çok yıllık,  $\pm$  kökten itibaren çok gövdeli (caespitose), çok sayıda toprak üzerine yatık ya da uçta yükselici gövdeli, dipten 5-15 cm kadar tüylü, üst tarafları tüysüz. Dip yapraklar oblong, spatulat,  $\pm$  obtus, dipte siliat, 10-15 x 2,5-4 mm. Gövde yaprakları ovat-lanseolat, sesil. İnvolutkral brakteler  $\pm$  ovat-lanseolat, akuminat ile obtus arasında, düz ya da dentat, iç yüzleri tüysüz ya da çok az kısa tüylü. Dıştaki involukral brakteleri genellikle genişlemiş, dentat, iç yüzü tüysüz. Kapitula 10(-20) mm çapında. Kaliks lopları linear-lanseolat. Kaliks lopları 2-3 mm, ovat-lanseolat yeşil.  $2n=12$ .

Çiçeklenme 7-8. Kayalık yamaçlar, gevşek çakıllıklar, 2000-2100 m.



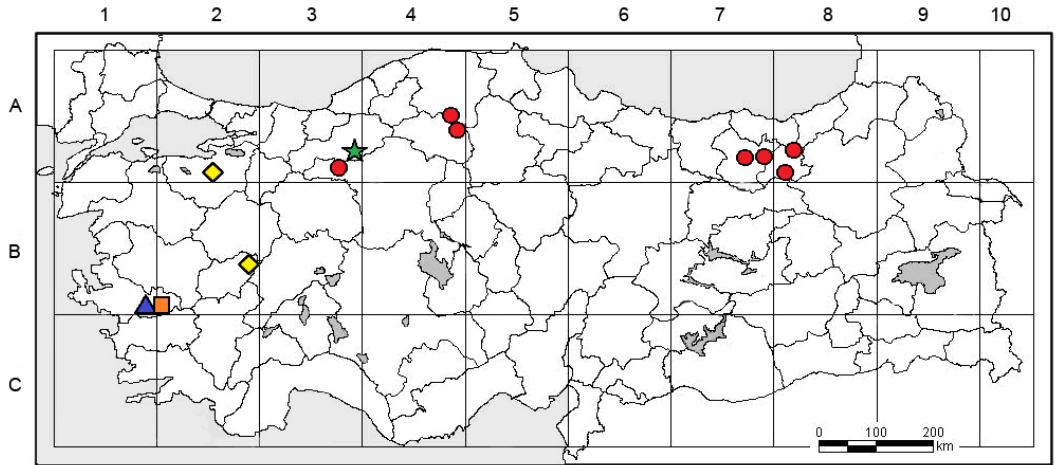
Şekil 2.2. *Jasione supina* Sieber subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt

### 2.1.2. Genel Dağılım Alanları

Boissier *Campanula teucroides*'i Birgi'nin batısında kalan Tmolea'nın (Bozdağlar'ın) üst tarafındaki alpin bölgelerdeki (~2000 m) hareketli şist kumluklar ile kaya kenarlarında belirlemiş ve 1844 yılında bilim dünyasına tanıtmıştır. Günümüze kadar bitkinin Bozdağlar dışında başka bir lokalitesi bulunamamıştır (Şekil 2.3).

Türkiye florasında *Jasione supina* 4 alttür ile bilinmektedir. Bu alttürlerin 3 tanesi Kuzey Anadolu'da yayılım göstermektedir. *Jasione supina* subsp. *supina*'nın Kuzey Anadolu haricinde Batı Anadolu'da da yayılım alanı bulunmaktadır. *Jasione supina* subsp. *tmolea* ise yalnızca Batı Anadolu'da lokal olarak bulunmaktadır (Şekil 2.3).

Boissier bitkiyi ilk kez Bozdağlar'ın batı zirvesindeki Bozdağ yaylasının üst taraflarında ~2000 - 2100 m'de kayalık yamaçlar ile gevşek kayalarda toplamış ve *Jasione supina* olarak bilim dünyasına tanıtmıştır. Daha sonra bitki, 1926 yılında Stoj tarafından toplanarak *Jasione tmolea* adıyla yeni bir tür olarak adlandırılmıştır. 1976 yılında Dambold bu bitkinin *Jasione supina*'nın bir alt türü olduğunu belirtmiş ve *Jasione supina* subsp. *tmolea* olarak bilim dünyasına tanıtmıştır. Günümüze kadar bitkinin Bozdağlar dışında başka bir lokalitesi bulunamamıştır.



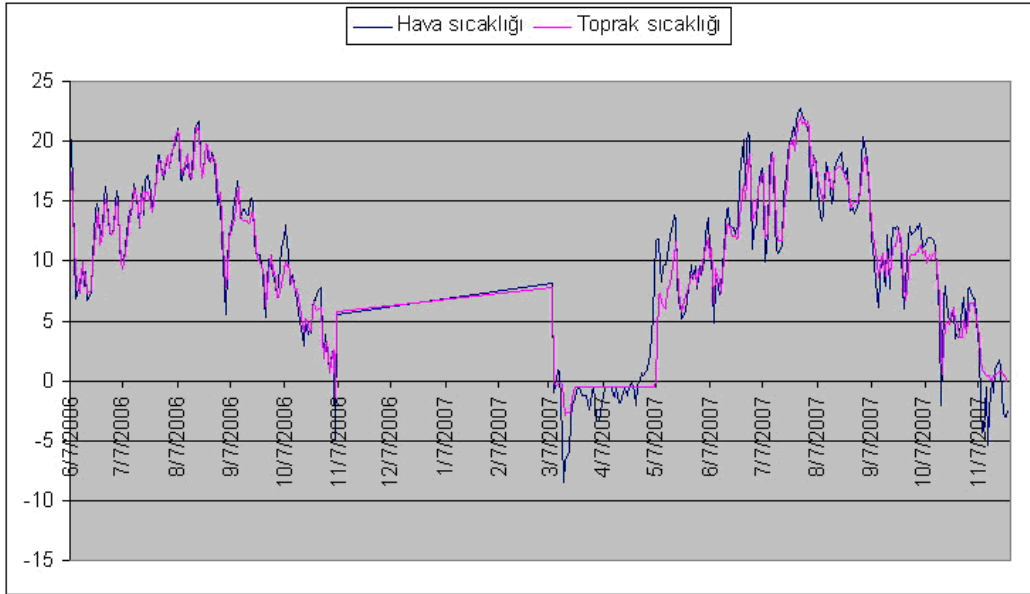
Şekil 2.3. *Jasione supina* alttürleri ve *Campanula teucroides*'in genel dağılım alanları. *J. supina* ★ subsp. *akmanii*, ● subsp. *pontica*, ◆ subsp. *supina*, ▲ subsp. *tmolea*, ■ *C. teucroides*

### 2.1.3. İklim

Yüksek dağ, subalpin, alpin gibi yüksek kuşaklarda sıcaklık, yağış ve rüzgar önemli olan iklim parametreleridir ve bitkilerin yayıldığı alanda, gerek yaşam gerekse de neslin sürdürülebilmesinde diğerlerinden daha önemlidirler. İzoterm haritasına göre, Bozdağlar da yıllık ortalama sıcaklık 7-9 °C civarındadır.

Bozdağlar ve çevresinde Akdeniz yağış rejimi görülmektedir. Bitkilerin yayılış gösterdiği yerlerde yağış çoğunlukla kar şeklindedir. Aralık, Ocak, Şubat en yağışlı aylardır. Mart–Nisan aylarında da yağış olağandır. Kurak aylar Temmuz, Ağustos, Eylül'dür.

Bozdağlar'da, kuzey ve doğu yönlü rüzgarlar egemendir ve soğuk baskınlar oluştururlar (Koçman, 1989). Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında egemen olan rüzgarın yönü Kuzey-Batı 29° olup, frekansı % 42'dir (Koçman, 1993). Bu süreç bitkilerin çiçeklenme dönemine rastlamaktadır.



Şekil 2.4. Bozdağ günlük (3 değer ortalaması) hava ve toprak sıcaklıkları (2006-2007)

2006 yılında aylık ortalama sıcaklık Mayıs ayından başlayarak, Eylül'e kadar 10°C'nin üzerindedir. Bu tarihler arasında 10°C'nin üzerindeki sıcaklığı olan gün sayısı 127 dir. 10°C'nin altındaki gün sayısı 238'dir. 22 Nisan'dan sonra sıcaklıklar 5°C'nin üzerine çıkmıştır. Sıcaklık 10°C'nin üzerine ilk kez 5 Mayıs'ta çıkmıştır. Haziran'ın ortalarından Ağustos'un sonuna kadar sıcaklık

20°C civarında seyretmiştir. 12 Ekim'den sonra 10°C'nin altına düşmüştür (Şekil 2.4).

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Yayılış Alanı ve Birey Sayılarının Belirlenmesi

Bitkilerin yayılış alanlarını belirlemek için Bozdağlar ve çevresinde gözlemler yapılmıştır. Bitkilerin gözlemlendiği alanlarda her iki takson için alt ve üst sınırlar “Magellan *Explorist 500*” marka GPS kayıtlarıyla belirlenmiş, bu kayıtlar Google Earth Pro programında düzenlenerek türler için yayılım haritası oluşturulmuş ve yayılım alanları belirlenmiştir.

Birey sayılarını tespit için *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'nın optimum yayılış gösterdiği 0,84 km<sup>2</sup>'lik alanda 40 adet 5x5 m<sup>2</sup> büyüklüğünde alınan örnek alanlarda bitkiler sayılmıştır. Bu sayımlar her iki tür için de ayrı ayrı kendi yayılım alanlarına orantılanarak alandaki yaklaşık birey sayısına ulaşılmaya çalışılmıştır.

### 2.2.2. Çiçek Fenolojisi Gözlemleri

Çiçek fenolojisi gözlemleri Haziran 2009'den Eylül 2010 sonuna kadar (1,5 yıl) gerçekleştirilmiştir. Bu gözlemlerde çiçek eksen, çiçek tomurcuğu, çiçek, meyve ve tohum oluşturma zamanları belirlenmiştir.

### 2.2.3. Çiçeklerin Özellikleri ve Açılma Mekanizması Gözlemleri

*Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da çiçeklerin morfolojik özellikleri dikkatli bir şekilde gözlemlenmiş ve tespit edilen farklılıklar belirtilmiştir. Her iki tür için de çiçek açılma mekanizmaları gözlemlenmiş fotoğraflanmış ve çizimleri yapılmıştır.

### 2.2.4. Polen Morfolojisinin Belirlenmesi

Her iki bitkinin de polen morfolojisinin belirlenmesi için 30 ayrı bireye ait anterlerden alınan polenlerin ışık mikroskopu altında intin kalınlığı (I), endekzin kalınlığı (end), ektokzin kalınlığı (ect), polar eksen boyu (P), ekvatorial eksen boyu (E), porus uzunluğu (plg), porus genişliği (plt) ve polen

şekli (P/E) ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca polenlerin SEM çekimleri yapılarak apertür, strüktür ve skülptür özellikleri belirlenmiştir.

### 2.2.5. Nektar Miktarlarının Belirlenmesi

*Campanula*'da nektar miktarını ve yoğunluğunu belirlemek için 30 Temmuz 2010 tarihinde, 21 farklı çiçekte, 0,5 ml'lik mikropipetler ile açmış çiçeklerdeki nektarlar çekilip, Bellingham&Stanley marka 0-%50 şeker ölçer el reflaktometresi ile yoğunluk ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler saat 13.00 ile 15.00 arasında yapılmıştır ve bu saatler arasında 43°C olarak ölçülen sıcaklık değişim göstermemiştir. Elde edilen veriler ile her çiçekte tespit edilen net nektar hacmi **Mikro pipetteki nektar(cm)x0,5(mikro pipet hacmi)/3,2 (Mikro pipetin boyu)** formülü ile tespit edilmiştir. Her çiçekteki sukroz miktarı (Ws miligram olarak)  $Ws=Rvc/(R+V+RV)$  denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Burada "R" refraktometredeki şeker konsantrasyonunu, "V" toplanan nektar miktarını (ml), ve "c" sükrozun özgül ağırlığını (1.522 g/ml<sup>3</sup>) temsil etmektedir (Kakutani, 1993). *Jasione supina* subsp. *tmolea* çiçekleri çok küçük olduğu için 0,5 ml'lik mikropipetler ile nektar çekilememiştir.

### 2.2.6. Çapraz ve Kendine Tozlaşma Denemeleri

Kendine-uyumsuzluk oranının belirlenmesi için 22 Temmuz 2010 tarihinde aşağıdaki kapatma denemeleri yapılmıştır. *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da protandri ve ikincil polen sunumu (polenlerin anter dışında çiçeğin başka bir organıyla sunulması) görülmesi ve ayrıca *Jasione*'de çiçeklerin çok küçük olması nedeniyle *Campanula*'da çiçek tomurcukları, *Jasione*'de ise bütün çiçekleri tomurcuk halinde olan korimbozlar kapatılmıştır (Şekil 2.5).

- a) Doğal koşullar altında tozlaşmanın hesaplanması için her iki takson için 50 bitki kontrol grubu olarak belirlemiş, hiçbir müdahale yapılmamıştır.
- b) Kendine uyuşma/uyuşmama ve geitonogami'nin tespiti için *Jasione*'de 50 adet korimboz (çiçekler tomurcuk durumundayken) kapatılmıştır.
- c) Kendine uyuşma/uyuşmama oranının tespiti için *Campanula*'da 50 adet açılmamış çiçek tomurcuğu kapatılmıştır.

Kapatma denemesi süresinde çalışma alanına dolu yağması nedeniyle *Campanula*'da 26, *Jasione*'de de 30 deneme sağlam kalabilmiştir.

*Campanula*'da parşömen kağıdıyla kapatılan 26 çiçek tomurcuğu ve kontrol grubu olarak seçilip kapatılmayan 50 çiçek bir hafta sonra toplanarak döllenmiş ovül sayımı için stereo mikroskop altında incelenmiştir. Kendine-uyumsuzluk oranı (ISI -index self-incompatibility-) tespitinde Zapata ve Arroyo (1978)'nin aşağıda belirtilen eşitliği kullanılmıştır:

ISI= kendine-tozlaşmadaki tohum sayısı / Çapraz-tozlaşmadaki tohum sayısı

ISI değerleri aşağıdaki olasılıkları yansıtmaktadır:

>1= kendine-uyumsuz, >0,2= kısmen kendine-uyumsuz, <0,2= oldukça kendine uyumsuz, 0= tamamen kendine-uyumsuz



Şekil 2.5. Tozlaşma denemesi a) *Campanula teucrioides* b) *Jasione supina* subsp. *tmolea*

### 2.2.7. Tozlaştırıcı Gözlemleri

*Jasione* ve *Campanula* üzerindeki tozlaştırıcı aktivitesinin tespiti için 1800-1850 m yükseklikler arasında, 2x2 m<sup>2</sup> lik (detaylı bir gözlem yapabilmek amacıyla) 3 adet örnek alan alınmıştır. Bu örnek alanlarda bulunan toplam bitki sayısı ve *Jasione* için toplam çiçek durumu (korimboz), *Campanula* için ise toplam çiçek sayısı belirlenmiştir. Alanlar 15-21-22 Temmuz 2010 (3 gün) tarihlerinde, tozlaşmanın aktif olduğu 10.30-18.30 saatleri arasında etkin bir biçimde gözlemlenmiş, gözlem sırasında saat başı hava sıcaklığı ölçülmüş, çiçekler üzerine konan türlerin konma sayıları ve çiçek üzerinde kalma süreleri ile bu türlerin özel davranış biçimleri gözlemlenmiştir. Ayrıca bitki üzerinde görülen böcekler mümkün olduğunca fotoğraflanıp yakalanmış ve tür tespiti

yapılmıştır. Tür tespitinde Ege Üniversitesi Zooloji Bölümü'nden, Yard. Doç. Dr. Bekir Keskin yardımcı olmuştur.

### **2.2.8. Çiçek Sayılarının Belirlenmesi**

*Campanula teucroides*'in 50 farklı bireyinde üretilen çiçekler sayılarak ortalama olarak bir bireyde üretilen çiçek sayısı belirlenmiştir. *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da ise ilk önce 50 farklı korimbozdaki çiçekler sayılarak ortalama olarak bir korimbozda ne kadar çiçek bulunduğu ve 50 farklı bitkide oluşturulan toplam korimbozlar sayılarak ortalama olarak oluşturulan korimboz sayısı belirlenmiş, daha sonra bu iki ortalamanın çarpımıyla bir bitkide üretilen çiçek sayısı belirlenmiştir.

### **2.2.9. Anterdeki Polen Miktarının Belirlenmesi**

Üretilen polen miktarını hesaplamak için 15 Temmuz 2009 tarihinde; *Jasione supina* subsp. *tmolea* ve *Campanula teucroides*'de 10 farklı bireyden birer adet alınan stamenlerdeki polenler "Wodehouse Yöntemi" ile hazır preparatlar haline getirilmiştir (Wodehouse, 1965). Daha sonra bu preparatlar mikroskop altında sayılarak her bir stamen için üretilen toplam polen sayısı hesaplanmıştır.

### **2.2.10. Diğer Bitkilerin Polenlerinin Belirlenmesi**

Çalışılan türlerle birlikte 22 Haziran – 30 Ağustos 2009 tarihleri arasında aynı habitatta çiçek açmış diğer türlerden örnek alınmıştır. Alınan bu örnekler herbaryumda teşhis edilmiş ve her biri için "Wodehouse yöntemi" ile ayrı ayrı polen preparatı hazırlanmıştır.

### **2.2.11. Stigma Üzerine Ulaşan Polen Miktarının Belirlenmesi**

Stigma üzerine ulaşan poleni hesaplamak için; *Jasione supina* subsp. *tmolea* ve *Campanula teucroides*'de, 15 Temmuz 2010 tarihinde, farklı lokalitelerden alınan 15 farklı bitkinin ikincil polen sunumunu bitirip, loplarnı açığa çıkarmış stigmalar kesilerek lam üzerine aktarılmıştır. Daha sonra üzerine pipet yardımı ile bir damla derişik sülfürik asit damlatılıp lamel ile kapatılmıştır. On saniye bekledikten sonra ışık mikroskobu altında polen tanesi sayımları yapılmıştır. Sayım sırasında stigma üzerine konan yabancı polenlerin

sayısı ve önceden hazırlanmış referans polenlerle karşılaştırılarak türleri belirlenmiştir.

## **2.2.12. Canlılık Testleri**

### **2.2.12.1. Polen Canlılık Testleri**

Polen canlılık testi için MTT ( 2,5-difenil tetrazolium bromid-tiazolyl mavisi) yöntemi kullanılmıştır. Bu testte polen tanelerinin rengi, dehidrojenaz enziminin varlığında koyu mor ya da siyaha dönüşmektedir. Test için bitkilerden alınan polenler taze olarak kullanılmıştır. %1 MTT solusyonu %5 sukroz ile karıştırılarak polen boyamasında kullanılmıştır. Preparatlar daha sonra, 160-400 x büyütme ışık mikroskopunda incelenmiştir (Rodríguez-Riano and Dafni, 2000). Sayım sırasında koyu kahverengiye boyanan polen taneleri canlı, açık renkliler cansız kabul edilerek polen canlılık oranı tespit edilmiştir.

Arazideki polen canlılık oranını belirlemek amacıyla her iki bitki için ikinci bir deneme yapılmıştır. Bu denemede stilusa polenlerini aktarmamış olan tomurcuk halindeki çiçeklerin anterlerinden ve sunum halindeki açmış çiçeklerin stiluslarından alınan polenler 0, 30, 60 ve 90'ncü dakikalarda canlılık testlerine tabi tutulmuştur. Her deneme iki defa tekrarlanmıştır.

### **2.2.12.2. Stigma Canlılık Testleri**

Stigma canlılık testi için Sigma Fast 3.3 diaminobenzidine (DAB) tablet seti (Sigma D-4168) 1ml saf su bulunduran ependorf içerisine atılarak, 5 dakika karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım lamalar üzerine çıkarılmış stigmalara birer damla damlatılmıştır ve 2-5 dakika beklenilmiştir. Ardından bu stigmalar Dino-Lite dijital mikroskop altında gözlemlenmiş ve koyu kahverengiye boyanan stigmalar canlı kabul edilmiştir. Ayrıca stilusların boy ölçümü yapılmıştır. *Campanula* ve *Jasione*'de ikincil polen sunumu ve sonrasında aşama için ayrı ayrı canlılık denemeleri yapılmıştır.

## **2.2.13. Döllenenmiş Ovül Sayımları**

Stigma üzerine konan polenlerden ne kadarının stilusu aşmış, ovülleri döylediğini tespit etmek için, 30 adet tozlaşması bitmiş ama tohuma dönmemiş



çiçek alınmıştır. Alınan bu örneklerin ovaryumları açılarak stereo mikroskop altında döllenenmiş ovüller sayılmıştır.

#### **2.2.14. Nektar Oranına Göre Polen Çimlenme Oranının Belirlenmesi**

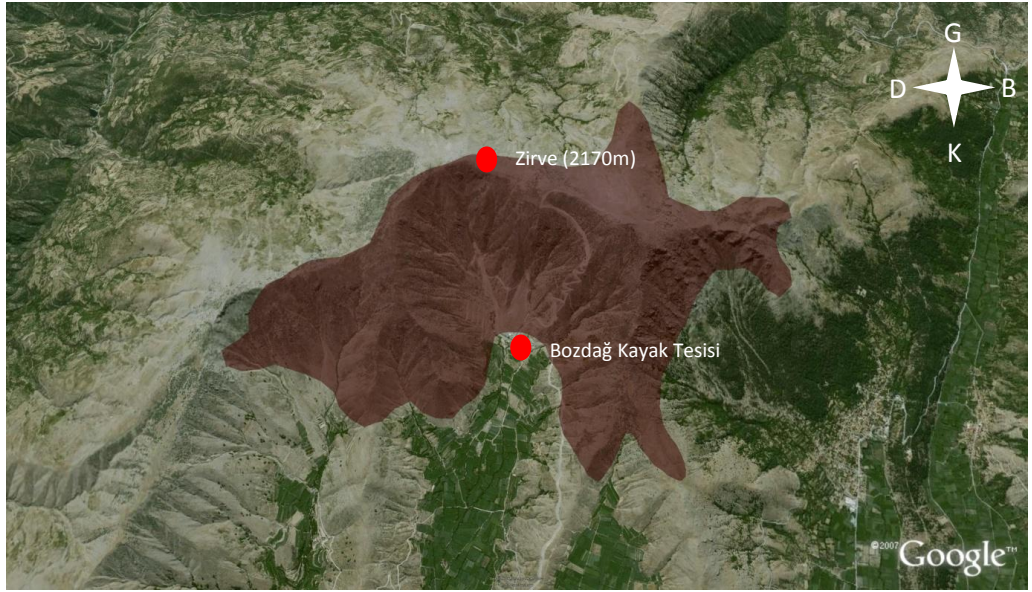
Polen tanelerinin çimlenebileceği optimum şeker oranının tespiti için 100mg/l  $H_3BO_3$  (Borik asit), 300mg/l  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  (Kalsiyum nitrat), 200mg/l  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (Magnezyum sülfat heptahidrat), distile suda çözülmüş 100mg/l  $KNO_3$  (Potasyum Nitrat) ile polen çimlendirme solüsyonu hazırlanmıştır. Daha sonra bu solüsyona şeker çözeltisi eklenip sırasıyla 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%'lik şeker oranına sahip çimlendirme solüsyonu elde edilmiştir (Dafni, 2007). Bu solüsyonların şeker oranının tam tespiti için "Bellingham&Stanley" marka şeker ölçer el-refraktometresi kullanılmıştır. Hazırlanan solüsyonlar ependorflara aktarılıp, içerisine *Campanula* ve *Jasione*'den alınan stamenler atılmıştır. Ependorflar 12°C de 24 saat bekletildikten sonra, her bir ependorftan pipet ile lam üzerine 1 damla solüsyon, bunun üzerine de bir damla %1 lik metilen mavisi damlatılarak polen ve polen tüpleri boyanmış ve üzerine lamel kapatılıp lamelin köşelerine şeffaf oje sürülerek preparatlar daimi hale getirilmiştir. Hazırlanan preparatlardan mikroskop altında sayım yapılarak çimlenen ve çimlenmeyen polen tanelerinin sayısı tespit edilmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Yayılım Alanları ve Birey Sayıları

Arazi çalışmaları sonucunda *Campanula teucroides* Boiss.'in Bozdağlar'ın batıda kalan kısmında kuzey ve batıya bakan yamaçlarında 1600-2170 m arasında, gölgede kalan kaya çatlaklarını ve döküntü kayaların arasını tercih ettiği belirlenmiştir. Bu bölgelerde de genellikle diğer bölgelere göre, daha az rüzgara maruz kalan alanlarda yayılım gösterdiği saptanmıştır.

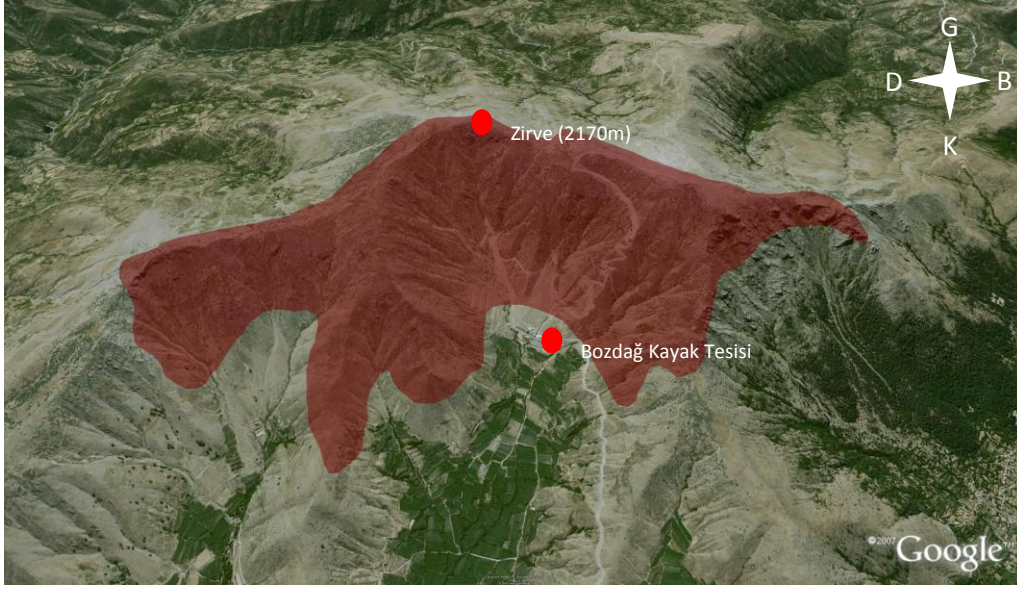
Bitkinin yayıldığı bölgenin sınırları belirlenmiş ve toplam yayılım alanı 8,95 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. 0,84 km<sup>2</sup>'lik alanda, 40 adet 5x5 m<sup>2</sup> büyüklüğünde örnek alanlarda yapılan sayımlar sonucu her bir örnek alanda 9,91 (±5,04) adet birey belirlenmiştir. Gözlem yapılan 0,84 km<sup>2</sup>'lik alanda 357 adet bitki tespit edilmiştir. 8,95 km<sup>2</sup>'lik toplam yayılım alanında ise ortalama 3804 adet bitki olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. *Campanula teucroides* Boiss.'in yayılım alanı

*Jasione supina* Sieber subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt.'un Bozdağlar'ın batıda kalan kısmında kuzey ve batıya bakan yamaçlarında 1500-2170 m arasında güneş alan bölgelerde, öbek oluşturan bitkilerin (*Festuca pinifolia* (Hackel ex Boiss) Bornm., *Genista Lydia* Boiss., *Plantago holosteam* Scop., *Minuartia recurva* subsp. *carica* McNeill. gibi) içinde veya kenarında yayılım gösterdiği saptanmıştır.

Bitkinin yayıldığı bölgenin sınırları belirlenmiş ve toplam yayılım alanı 6,55 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. 0,84 km<sup>2</sup>'lik alanda 40 adet 5x5 m<sup>2</sup> büyüklüğünde örnek alanlarda yapılan sayımlar sonucu her bir örnek alanda 15,74 (±8,19) adet birey belirlenmiştir. Gözlem yapılan 0,84 km<sup>2</sup>'lik alanda 551 adet bitki tespit edilmiştir. 6,55 km<sup>2</sup>'lik toplam yayılım alanında ise 4296 adet bitki olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. *Jasione supina* Sieber subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt.'un yayılım alanı

## 3.2. Çiçek ve Üreme Organları

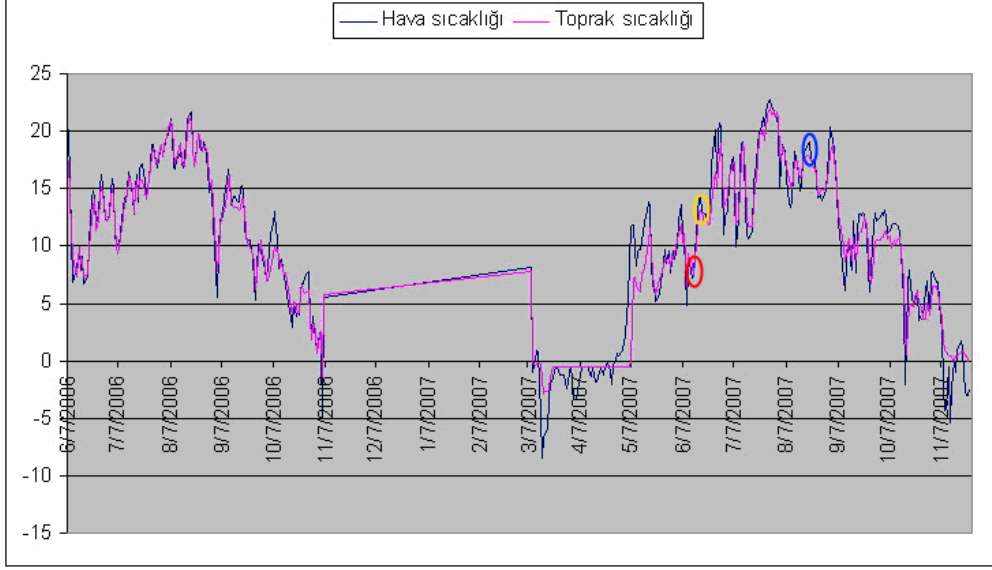
### 3.2.1. Çiçek Fenolojisi

*Campanula teucroides*, Haziran'ın ikinci haftası çiçek eksenlerinin çıkarmaya başlar, bu anda ölçülen hava sıcaklığı 7°C'dir. Ağustos'un üçüncü haftasının sonunda ölçülen sıcaklık 18°C'dir ve çiçek eksenini oluşturma işlemini tamamlanmıştır. Çiçek tomurcuğu ve çiçek oluşumu Haziran'ın üçüncü haftasında hava sıcaklığının 12,3°C olduğu dönemde başlayıp hava sıcaklığının 10°C ye düştüğü Eylül'ün ilk haftasında sona ermektedir. Kapsül oluşumu Haziran'ın son haftası başlamaktadır bu dönemde hava sıcaklığı 13°C'dir. Eylül'ün üçüncü haftası sıcaklıkların 7°C'ye düştüğü dönemde kapsül oluşumu sona ermektedir. Tohum oluşum dönemi ise hava sıcaklığının 14°C olduğu Ağustos'un üçüncü haftasında başlayıp, hava sıcaklığının 4°C'ye düştüğü Ekim'in üçüncü haftasında sona ermektedir. Bitkinin fenolojik gözlem tablosu (Çizelge 3.1.) ve iklim verilerine göre gözlemlenen değişimlerin grafiği (Şekil 3.3) aşağıda verilmiştir.

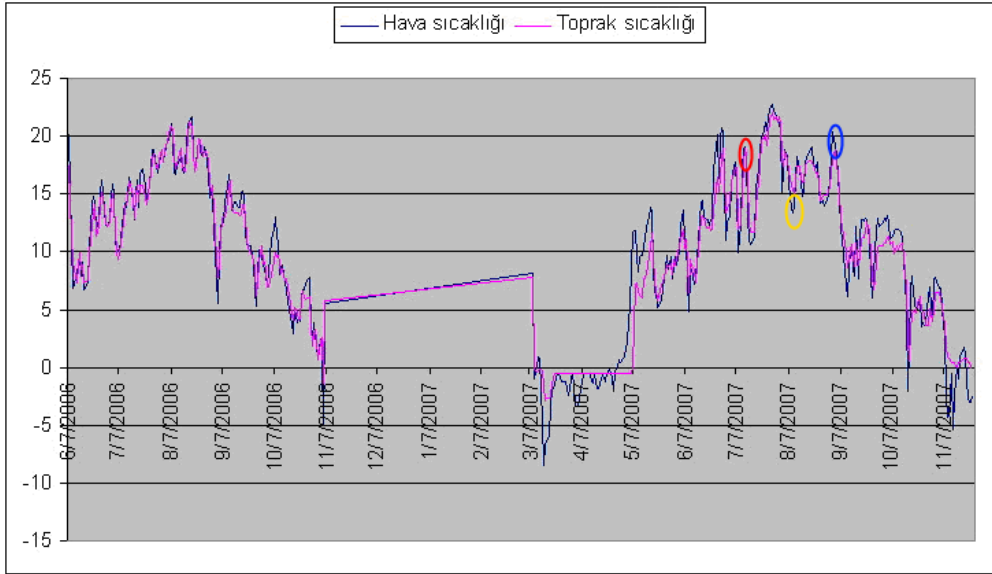
*Jasione supina* subsp. *tmolea* Temmuz'un ikinci haftası hava sıcaklığının 18°C çiçek eksenlerinin çıkarmaya başlamakta, Ağustos'un üçüncü haftasının sonunda sıcaklığın 19°C olduğu dönemde ise çiçek eksenini oluşturma sürecini tamamlamaktadır. Çiçek tomurcuğu oluşumu Temmuz'un ikinci haftasında hava sıcaklığının 18°C olduğu dönemde başlayarak, Ağustos'un son haftasında hava sıcaklığının 20°C olduğu dönemde sona ermektedir. Çiçek oluşumu Temmuz'un üçüncü haftasında hava sıcaklığının 20°C olduğu dönemde başlamaktadır. Eylül'ün ilk haftasında, sıcaklıkların 10°C'ye düştüğü dönemde de sona ermektedir. Kapsül oluşumu hava sıcaklığının 14°C olduğu Ağustos'un ilk haftası başlamakta, sıcaklıkların 6°C ye düştüğü Eylül'ün üçüncü haftasında da sona ermektedir. Tohum oluşum dönemi ise Ağustos'un son haftası 20°C hava sıcaklığında başlayıp, sıcaklığın 3°C'ye düştüğü Ekim ayının ikinci haftasına kadar sona ermektedir. Bitkinin fenolojik gözlem tablosu (Çizelge 3.1.) ve iklim verilerine göre gözlemlenen değişimlerin grafiği (Şekil 3.4.) aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** *Campanula teucrioides* (C.t.) ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'nın (J.s.) çiçek fenolojisi

Haftalar		Haziran				Temmuz				Ağustos				Eylül				Ekim				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Çiçek Eksenini	<i>C. t.</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
	<i>J. s.</i>						x	x	x	x	x	x										
Çiçek Tomurcuğu	<i>C. t.</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
	<i>J. s.</i>						x	x	x	x	x	x										
Çiçek	<i>C. t.</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
	<i>J. s.</i>							x	x	x	x	x	x									
Kapsül	<i>C. t.</i>				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
	<i>J. s.</i>										x	x	x	x	x	x						
Tohum	<i>C. t.</i>												x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	<i>J. s.</i>													x	x	x	x	x	x			



**Şekil 3.3.** 2006-2007 Bozdağ iklim verilerine göre *Campanula teucroides*'in çiçek oluşturma (kırmızı), kapsül oluşturma (sarı) ve tohum olgunlaşma (mavi) zamanları.



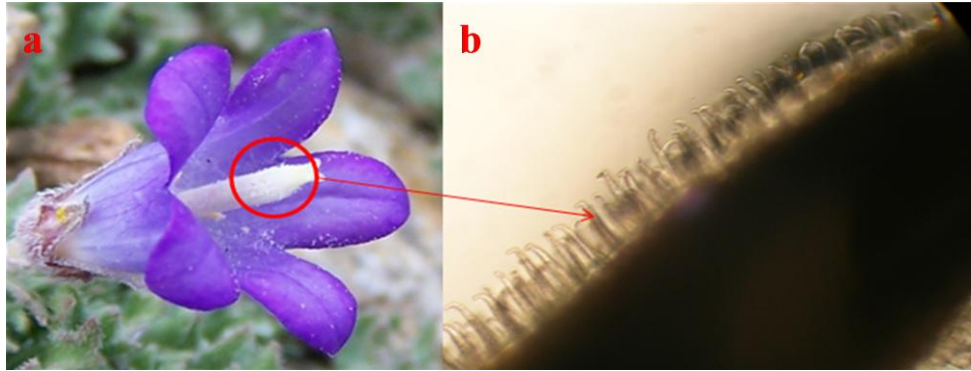
**Şekil 3.4.** 2006-2007 Bozdağ iklim verilerine göre *Jasione supina* subsp. *trolea*'nın çiçek oluşturma (kırmızı), kapsül oluşturma (sarı) ve tohum olgunlaşma (mavi) zamanları.

### 3.2.2. Çiçeklerin Özellikleri ve Açılma Mekanizmaları

#### 3.2.2.1. *Campanula teucroides* Boiss.

Çiçekler hermafrodit ve aktinomorfiktir. Ovaryum kaliks ile kaynaşmış yayvan obkonik hipantiyum'lu ve alt durumludur. Kaliksler apendaj'lıdır ve bu apendajlar ovaryumu sarmaktadır. Korolla ortalama 12 mm boyunda beş küçük

loplu ve simpetaldir. Androkeum beş stamenlidir ve stamenler petaller ile alternat dizilmiştir. Ayrıca anterler intrors olup, dip kısmından başlayarak dikey eksen boyunca yarırlar. Anterler iki tekalı ve dört spor keselidir. Çiçek tomurcuk halinde iken anterler dik durmakta, çiçek açıldığında ise polenini boşaltmış anterler geriye doğru kıvrılmaktadır. Ovaryum 3 lokulusa ve çok sayıda ovüllü eksensel bir plasentasyona sahiptir. Stilusun dip tarafları tüysüz, orta ve üst tarafları tüylüdür. Tüyler kısa ve ucu kancalı bir yapıya sahip olup, kancalar düzensiz bir şekilde kıvrılmıştır (Şekil 3.5.). Stigma genellikle üç nadiren iki veya dört parçalıdır. Stigmanın üzerinde tek hücreli papillalar bulunmaktadır. Korolla kampanulattır ve iki petalin birleştiği bölümde sericeous tüyler bulunmaktadır. Korollanın rengi genellikle açık menekşe ile koyu menekşe arasında değişmekte çok nadiren de beyaz (muhtemelen albino bireyler) olmaktadır. Alt durumlu ovaryumun üst bölümündeki dokularında bu takson için karakteristik olan disk şekilli nektaryumlardan nektar salgılanmaktadır. Bu nektaryum Fahn (1979) terminolojisine göre “tip 9” olarak karakterize edilmektedir.



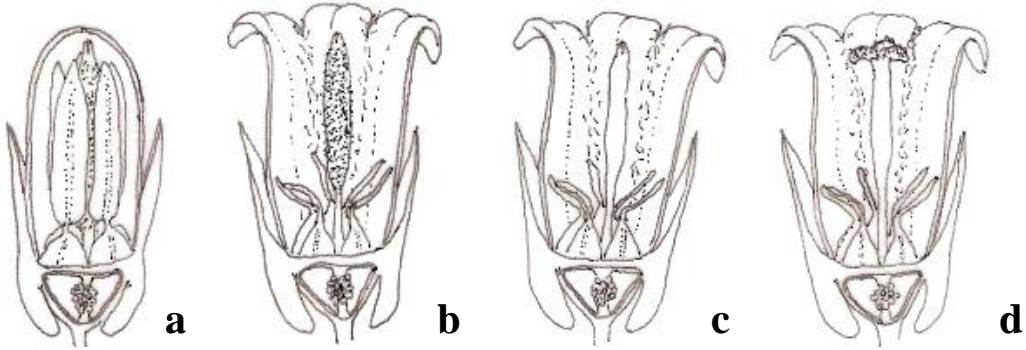
Şekil 3.5. *Campanula teucroides*'de a) Sunum halindeki bir stilus b) Stilusdaki tüyler

Çiçekler protandriktir. Tomurcukta intrors anterler yan yana gelip bir halka oluşturarak stilusu sararlar. Tomurcuk evresinde anterler açılarak polenlerini stilus üzerindeki fırça gibi sık olan tek hücreli tüy örtüsü üzerine boşaltırlar (Şekil 3.7.a). Çiçekler açılmadan önce ve ilk açıldığı zamanlar erkek fazdadırlar. Korolla açılmadan önce daralarak stamenleri stilusa iyice yapıştırır (Şekil 3.6.c). Çiçek açılırken stilus dipten uzamaya başlar ve tüylü kısım anterdeki polen tanelerini bir fırça gibi toplayarak yükselir (Şekil 3.6.c,d,e). Stilus yükseldikten sonra anterlerin hiçbir aktivesi kalmaz ve geriye doğru yatarak birbirinden ayrılırlar. Polenler birkaç gün stilus üzerindeki tüylerde beklerler ve anterler tarafından sunulmadığı için ikincil olarak sunulmuş olurlar (Şekil 3.7.b). Bu esnada stilus üzerindeki tüyler ve polenler zamanla dökülür

(Şekil 3.7.c). Polenler dökülünce stigma tepe kısmından yarılarak polen kabul edici yüzeyini açığa çıkarır. Bu aşamadan sonra çiçeklerde erkek faz bitmiş dişi faz başlamıştır (Şekil 3.6.f). Stigma stilusun 6 da 1 i oranında yarılr. Stigma lopları 45°-120° arasında geriye doğru kıvrılarak papillat yüzeyine polen kabul etmeye başlar (Şekil 3.7.d).



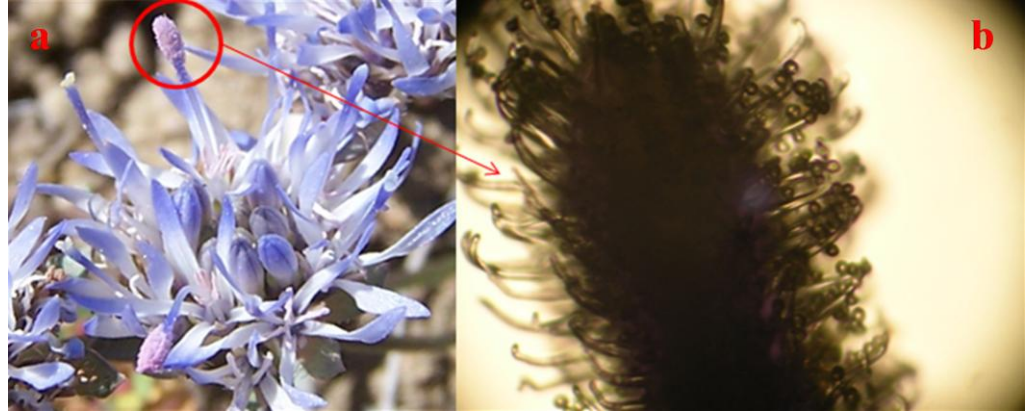
**Şekil 3.6.** *Campanula teucroides*'de çiçekten meyveye geçiş. **a)** Stamenlerin olgunlaşması **b)** stilusa polen yüklenmesi **c)** çiçeğin açılması **d)** polen sunumu **e)** stilus üzerindeki tüylerin dökülmesi **f)** stigma loplarnın açılması **g-h-i)** tozlaşma sonrası meyva oluşumu



**Şekil 3.7.** *Campanula teucroides*'de çiçek evreleri **a)** stilusa polen yüklenmesi **b)** skincil polen sunumu **c)** stilus üzerindeki tüylerin ve polenlerin dökülmesi **d)** stigmanın polen kabul edici yüzeyinin açılması

### 3.2.2.2. *Jasione supina* Sieber subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt

Çiçekler hermafrodit ve aktinomorfiktir. Ovaryum kaliks ile kaynaşmış yayvan obkonik hipantiyum'lu ve alt durumludur. Korolla ortalama 6 mm boyunda, dibe kadar yarılmış, beş loplu ve simpetaldir. Androkeum beş stamenlidir ve stamenler petaller ile alternat dizilmiştir. Ayrıca anterler intrors olup, dip kısmından başlayarak dikey eksen boyunca yarırlar. Anterler iki tekali ve dört spor keselidir. Çiçek tomurcuk halinde iken anterler dik durmakta, çiçek açıldığında ise polenini boşaltmış olan anterler yaklaşık 45° açı yapacak şekilde geriye yatmaktadır. Geriye yatan anterlerin dip kısımları birbiriyle temas halinde kalıp, ovaryumun üst tarafında bir taç oluşturmaktadır. Ovaryum 2 lokulosa ve çok sayıda ovüllü eksensel bir plasentasyona sahiptir. Stilusun dip ve orta tarafları tüysüz, uç tarafları tüylüdür. Tüyler uzun ve ucu kancalı bir yapıya sahip olup, kancalar düzenli bir şekilde yukarıya kıvrılmıştır (Şekil 3.8.). Stigma genellikle iki nadiren üç parçalıdır. Korolla rotat ve rengi genellikle açık pembe ile koyu menekşe arasında değişmektedir. Alt durumlu ovaryumun üst bölümündeki dokularında bu takson için karakteristik olan disk şekilli nektaryumlardan nektar salgılanmaktadır. Bu nektaryum Fahn (1979) terminolojisine göre “tip 9” olarak karakterize edilmektedir.

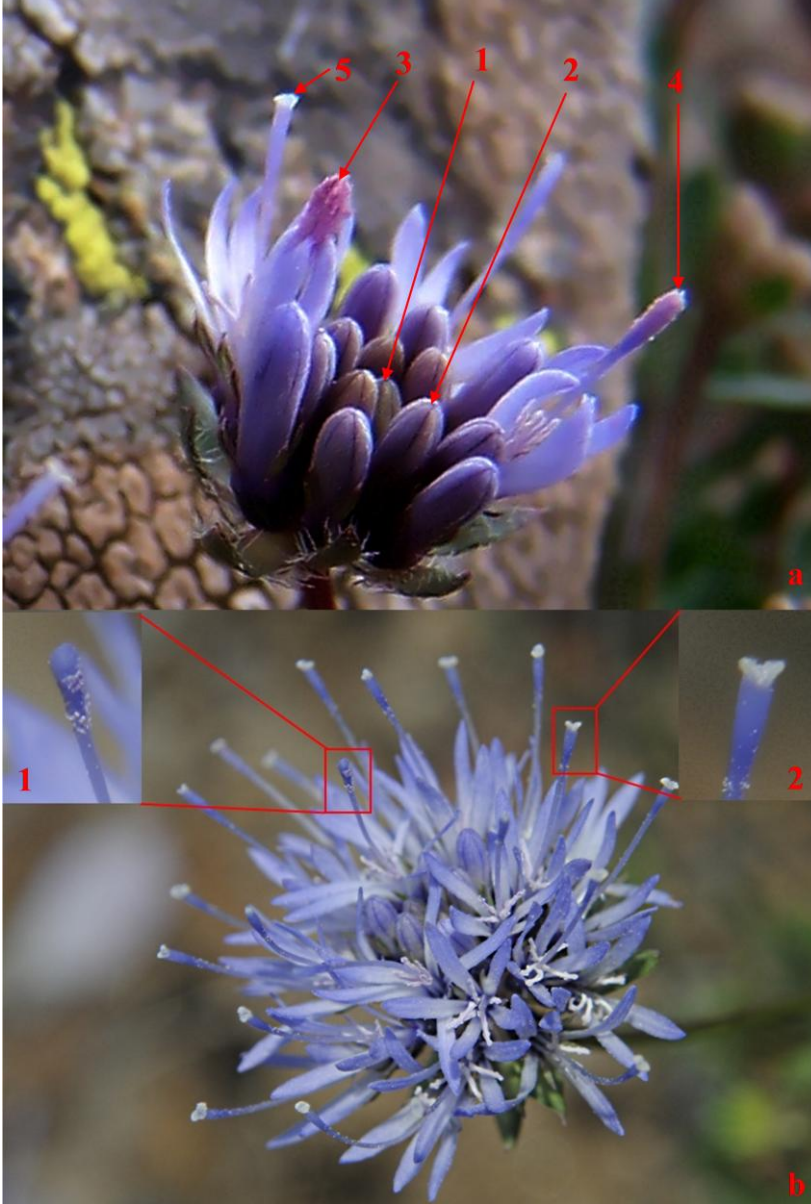


Şekil 3.8. *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da a) sunum halindeki bir stilus b) stilusdaki tüyler

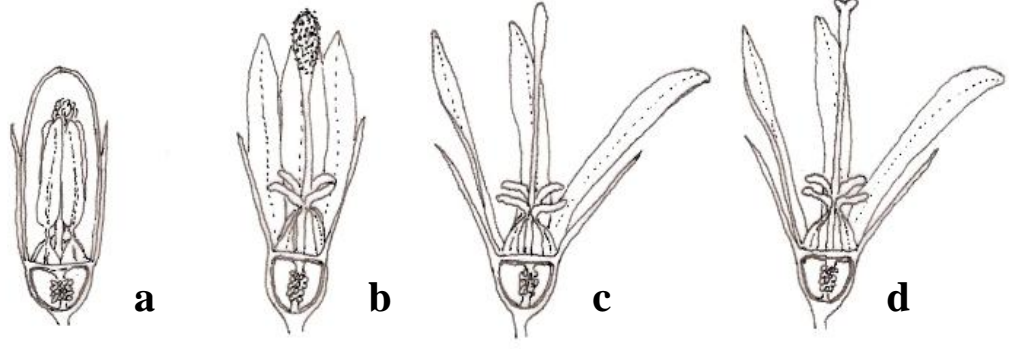
Çiçekler protandriktir. Tomurcukta intrors anterler yan yana gelip bir halka oluşturarak stilusu sararlar. Tomurcuk evresinde anterler açılarak polenlerini stilus üzerindeki fırça gibi sık olan tek hücreli tüy örtüsü üzerine boşaltırlar (Şekil 3.10.a). Çiçekler açılmadan önce ve ilk açıldığı zamanlar erkek fazdadırlar. Açılmamış çiçekte stilus dipten uzamaya başlayarak, tüylü kısmı ile anterdeki polen tanelerini bir fırça gibi toplayarak yükselir. Yükselen stilus korollayı tepe kısmından yırtar (Şekil 3.9.a3). Daha sonra petaller geriye kıvrılarak açılır. Polenler birkaç saat stilus tepesindeki tüyler üzerinde bekler



ve anterler tarafından sunulmadığı için ikincil olarak sunulmuş olurlar (Şekil 3.10.b). Bu esnada stilus üzerindeki tüyler ve polenler zamanla dökülür (Şekil 3.9.b1). Polenler dökülünce stigma tepe kısmından yarılarak stigmatik lopların polen kabul edici yüzeyini açığa çıkarır (Şekil 3.9.a5,b2, Şekil 3.10.c). Bu aşamadan sonra çiçeklerde erkek faz bitmiş dişi faz başlamıştır. Stigma stilusun yaklaşık 10 da 1 i oranında yarılarak polen kabul etmeye başlar (Şekil 3.10.d.).



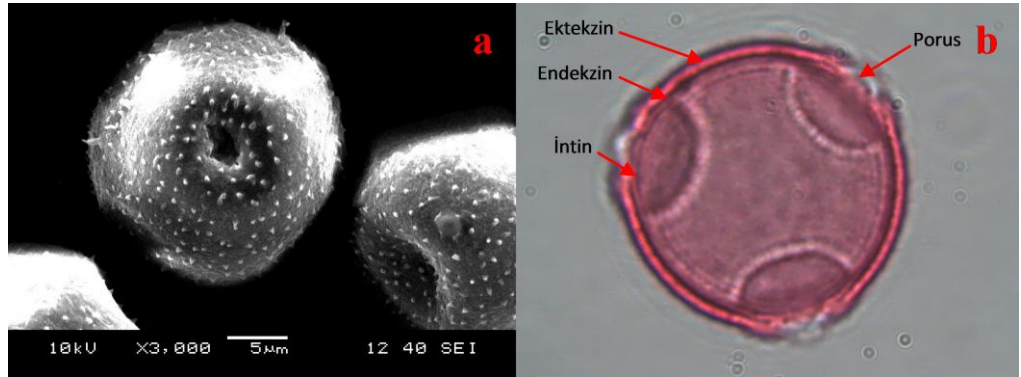
**Şekil 3.9.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da çiçek açılma mekanizması **a)** yeni açmakta olan çiçekler **b)** çiçeklenmenin son evreleri **a1)** stamenlerin olgunlaşma evresi **a2)** stilusa polen yükleme evresi **a3)** çiçeğin açılma evresi **a4)** polen sunum evresi **b1)** stilus üzerindeki tüylerin dökülme evresi **a5,b2)** stigma loplarının açılma evresi



**Şekil 3.10.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da çiçek evreleri **a)** stilusa polen yüklenmesi **b)** ikincil polen sunumu **c)** stilus üzerindeki tüylerin ve polenlerin dökülmesi **d)** stigmanın polen kabul edici yüzeyinin açılması

### 3.2.3. Polen Özellikleri

*Campanula teucroides*'in polen morfolojik ölçümlerinden elde edilen sonuçlarda ekzin tabakasının intinden daha kalın olduğu, polen tipinin triporat, polen şeklinin ise sferoidal (P/E: 1,04) olduğu tespit edilmiştir. Ornemantasyonun ise skabrat olduğu tarafımızdan saptanmıştır (Şekil 3.11., Çizelge 3.2.).



**Şekil 3.11.** *Campanula teucroides* **a)** Polenin SEM görüntüsü **b)** Polenin ışık mikroskobunda kutupsal görüntüsü

*Jasione supina* subsp. *tmolea*'nın polen morfolojik ölçümlerinden elde edilen sonuçlarda ekzin tabakasının intinden daha kalın olduğu, polen tipinin triporat, polen şeklinin ise sferoidal (P/E: 1,03) olduğu tespit edilmiştir. Ornemantasyonun ise skabrat olduğu tarafımızdan saptanmıştır (Şekil 3.12., Çizelge 3.2.).



Şekil 3.12. *Jasione supina* subsp. *tmolea* a) Polenin SEM görüntüsü b) Polenin ışık mikroskopunda ekvatorial görüntüsü

Çizelge 3.2. *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'ya ait bazı polen morfolojik ölçümleri (30 bireye ait 30 polende)

	<i>C. teucroides</i>		<i>J. supina</i> subsp. <i>tmolea</i>	
	Ort.±S.s.	Maks-Min	Ort.±S.s.	Maks-Min
İntin (I) µm	0,9±0,12	1,28-0,72	0,79±0,07	0,91-0,65
Endekzin (end) µm	1,05±0,2	1,43-0,71	0,8±0,06	0,95-0,69
Ektekin (ect) µm	1,35±0,18	1,66-0,92	1,04±0,08	1,19-0,84
Polar eksen (P) µm	40,92±1,97	44,66-35,76	39,34±2,03	43,92-36,25
Ekvatorial eksen (E) µm	39,46±2,27	44,87-35,76	38,14±1,97	42,86-35,29
Porus uzunluğu (Plg) µm	16,51±0,94	18,4-15,24	15,82±0,98	17,32-14,09
Porus genişliği (Plt) µm	21,39±1,59	23,56-15,96	16,46±1,04	18,8-14,98
Polen Şekli (P/E)	1,04±0,04	1,1-0,98	1,03±0,02	1,1-0,99

### 3.2.4. Nektar

*Campanula teucroides*'te yapılan nektar ölçümleri sonucunda bitki tarafından salgılanan nektarın ortalama %36,09 (±%9,67) oranında şeker konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Net nektar hacmi ortalama 0,36 (±0,12) ml, sükröz miktarı ise ortalama 0,4(±0,1) mg olarak bulunmuştur (Çizelge 3.3.). Ölçülen şeker konsantrasyonu %14 ile %49 arasında, sükröz miktarı 0,21 mg ile 0,5 mg arasında, net nektar hacmi ise 0,16 ml ile 0,5 ml arasında değişiklik göstermektedir.

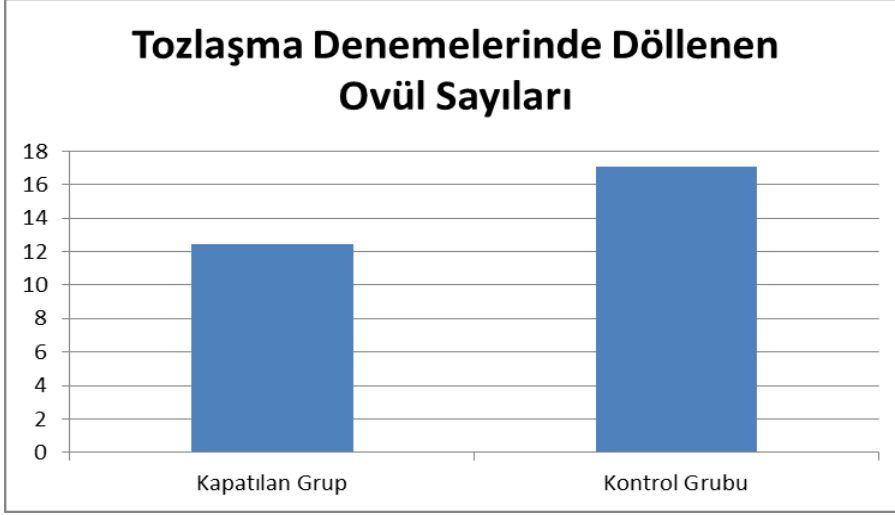
**Çizelge 3.3.** *Campanula teucroides* Boiss.'de üretilen nektar miktarı ve konsantrasyonu (21 çiçekte)

Şeker Konsantrasyonu R (%)		Mikro pipetteki nektar V <sub>m</sub> (cm)		Net hacim V (ml)		Sükroz MiktarıWs (mg)	
Min-Maks	Ort. ± S.s.	Min-Maks	Ort. ± S.s.	Min-Maks	Ort. ± S.s.	Min-Maks	Ort. ± S.s.
14-49	36,09± 9,67	3,4-1	2,33± 0,78	0,16 - 0,5	0,36± 0,12	0,21- 0,5	0,4 ± 0,1

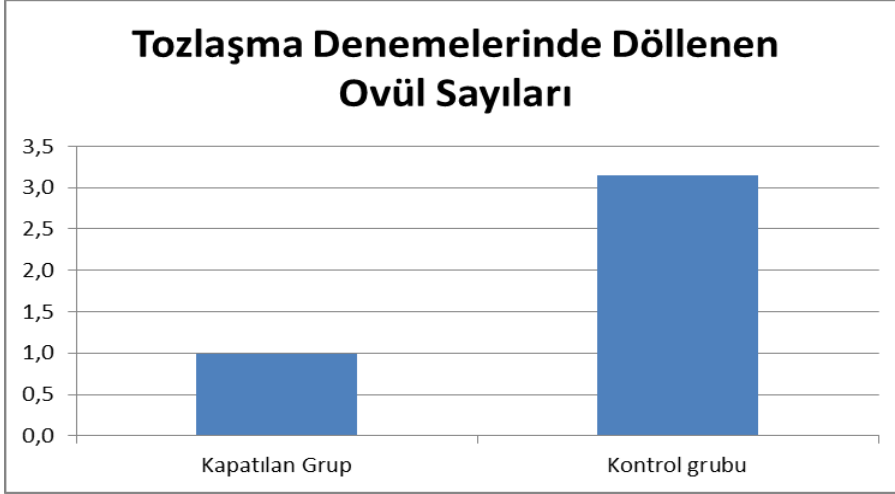
### 3.3. Tozlaşma

#### 3.3.1. Çapraz ve Kendine Tozlaşma

*C. teucroides*'de kendine-tozlaşma sonucunda ortalama 12,46 (±21,74) adet tohum oluşmuştur. *J. supina* subsp. *tmolea*'da geitonogami için ortalama 0,99 (±2,78) adet tohum oluştuğu belirlenmiştir. Açıkta bırakılan kontrol grubunda ise *Campanula teucroides* çiçek başına ortalama 17,06 (± 13,24) tohum, *Jasione supina* subsp. *tmolea* ise çiçek başına ortalama 3,15 (±2,98) tohum oluşturmuştur (Şekil 3.13., Şekil 3.14.). *Campanula teucroides*'de kendine tozlaşma için kapatılan çiçeklerin oluşturduğu ovül miktarının kontrol grubunda oluşturulan ovül miktarına yakın olması dolayısıyla bitkinin kısmen kendine-uyumsuz olduğunu belirlenmiştir (Zapata and Arroyo, 1978). Buna karşın *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da geitonogami için kapatılan çiçeklerde oluşan ovül miktarı ile kontrol grubunda oluşturulan ovül miktarı arasındaki oranın *C. teucroides*'inkine oranla daha fazla olduğu, dolayısıyla *J. supina* subsp. *tmolea*'nın kendine-uyumsuzluk oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur.



Şekil 3.13. *Campanula teucroides*'de kapatılan çiçekler ve kontrol gruplarında çiçek başına döllenmiş ovül miktarı.



Şekil 3.14. *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da kapatılan çiçek durumları ve kontrol gruplarında çiçek başına döllenmiş ovül miktarı.

### 3.3.2. Tozlaştırıcılar ve Davranışları

*Campanula teucroides* üzerinde 3 adet Coleoptera, 3 adet Diptera ve 4 adet Hymenoptera ordosuna ait toplamda 10 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen bu türler, bitkiden nektar almak, polen yemek veya olumsuz çevre şartlarından korunmak için çiçeğin içinde dinlenmek gibi çeşitli nedenlerden dolayı çiçeği ziyaret etmektedirler. Sergilemiş oldukları davranışlar türlerin ağız aletlerine ve boyutlarına göre şekillenmektedir. Bitkinin üzerinde bulunan türler ve sergiledikleri davranışlar şu şekildedir; Coleoptera'dan *Calathus* sp. ve *Pediactus* sp. küçük böcekler olup campanulat korollanın dibine düşen polenler ile beslenmektedirler ve tozlaşmada işlev görmemektedirler. Ayrıca *Pediactus* sp. olumsuz çevre koşullarında çiçeğin içinde sığınmaktadır. Coleoptera'dan

başka bir tür olan *Amercedes* sp. ise stilus üzerindeki tüylere tutunmuş olan polenleri yemekte bu sırada pasifte olsa kafasına ve bacaklarına bulaşan az miktardaki polen ile çiçeğin tozlaşmasına dolaylı bir şekilde katkı sağlamaktadır. Diptera'dan Anthomyiidae'ye ait bir tür ve *Sphaerophoria* sp. bitkinin stilusu üzerine konarak stilusu yalamaktadırlar, bu esnada bacaklarına ve abdomenlerine yapışan polenleri stigmaya taşıyarak aktif bir şekilde tozlaşmayı sağlamaktadırlar. Diptera'dan sokucu ve emici ağız aletine sahip olan Mythicomyiidae'ye ait olan bir böcek ise bitkinin dibindeki nekaryumlara gerek korollayı dışardan delerek gerekse korollanın içerisine girerek ulaşmakta ve tesadüfen stilusa teması sırasında bacaklarına bulaşan çok az poleni stigmaya ulaştırarak pasif bir şekilde bitkinin tozlaşmasını sağlamaktadır. Hymenoptera'dan Formicidae'ye ait bir karınca tesadüfi bir şekilde bitkinin üzerinde gezinmekte, bu esnada da vücuduna bulaşan birkaç poleni stigmaya taşımaktadır. Yukarıda bahsettiğimiz böcekler karşın yine Hymenoptera'ya ait *Apis mellifera*, *Halictus* sp. ve *Chelostoma campanularum* türleri, kampanulat korollada, korolla ile stilus arasındaki boşluğa girip dipteki nektarı almaya çalışmaktadırlar. Bu esnada vücutlarındaki kıllar çok fazla olduğundan stilus üzerindeki polenleri rahatlıkla abdomenlerine ya da dorsal kısımlarına oldukça fazla bir şekilde yükleyebilmekte ve bu polenleri bir çiçekten diğerine aktarabilmektedirler. Bu özelliklerinden dolayı *Apis mellifera*, *Halictus* sp. ve *Chelostoma campanularum*, *C. teucroides*'in en etkin tozlaştırıcılarıdır. Yukarıda bahsedilen türler, bu türlerin ağız aletleri ve sergilemiş oldukları davranışlar Şekil 3.15. ve Çizelge 3.4.'de belirtilmiştir.

**Çizelge 3.4.** *Campanula teucroides*'de tespit edilen böcekler

No	Ordo	Familya	Species	Ağız Aleti	Davranış
1	Coleoptera	Carabidae	<i>Calathus</i> sp.	Çiğneyici	Polen yiyici
2	Coleoptera	Cucujidae	<i>Pediacus</i> sp.	Çiğneyici	Çiçeğin içinde dinleniyor
3	Coleoptera	Curculionidae	<i>Amercedes</i> sp.	Çiğneyici	Polen yiyici
4	Diptera	Anthomyiidae		Yalayıcı	Nektar toplayıcı
5	Diptera	Mythicomyiidae		Sokucu ve emici	Nektar toplayıcı
6	Diptera	Syrphidae	<i>Sphaerophoria</i> sp.	Yalayıcı	Nektar toplayıcı
7	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Sifonlayıcı	Nektar toplayıcı
8	Hymenoptera	Halictidae	<i>Halictus</i> sp.	Sifonlayıcı	Nektar toplayıcı
9	Hymenoptera	Formicidae		Çiğneyici	Nektar toplayıcı
10	Hymenoptera	Megachilidae	<i>Chelostoma campanularum</i>	Sifonlayıcı	Nektar toplayıcı



**Şekil 3.15.** *Campanula teucroides* üzerinde gözlemlenen bazı böcekler a) *Halictus* sp. b) *Chelostoma campanularum* c) *Mythicomyiidae* d) *Amercedes* sp. e) *Formicidae*

*Jasione supina* subsp. *tmolea* üzerinde 3 adet Coleoptera, 4 adet Diptera, 5 adet Hymenoptera ve 6 adet Lepidoptera ordosuna ait tür tespit edilmiştir. Tespit edilen bu türler, bitkiden nektar almak, polen yemek veya bitkiyi yemek gibi çeşitli nedenlerden dolayı çiçeği ziyaret etmektedirler. Sergilemiş oldukları davranışlar türlerin ağız aletlerine ve boyutlarına göre şekillenmektedir. Bitkinin üzerinde bulunan türler ve sergiledikleri davranışlar şu şekildedir; Coleoptera'dan *Dailognatha quadricollis*, *Dendarus messenius* ve *Lachnaia sexpunctata* bitkinin taze sürgünlerini ve çiçek tomurcuklarını yemektirler, bu yüzden de tozlaşmada rol oynamamaktadırlar. Diptera'dan *C. teucroides*'de de gözlemlenen Anthomyiidae'ye ait bir sinek ve *Sphaerophoria* sp., *J. supina* subsp. *tmolea* içinde aynı davranışı göstermektedirler. Diptera'ya ait olan bir başka tür olan *Bombylius major* ise filamentlerin dibindeki taç kısmının aralarına ağız aletini sokarak nektara rahatça ulaşabilmektedir. Bitkinin stilusu ile fazla temas etmeyen bu tür tozlaşmada çok etkili bir rol oynamamaktadır. Buna karşın *Eristalis tenax* stilusu yalamak için çiçeklerin üzerinde gezinmekte ve bu sırada da oldukça kıllı olan abdomen kısmına, ayaklarına ve ağızına bulaşan polenleri bir stigmadan diğerine taşıyarak bitkinin en etkin tozlaştırıcılarından biri olma özelliği taşımaktadır. Hymenoptera'dan *C. teucroides* üzerinde de gözlemlenen *Apis mellifera*, *Chelostoma campanularum* ve *Halictus* sp. nektar almak için bitki üzerine konmakta bu sırada stilusler üzerindeki polenleri abdomenleri ve özellikle de ayaklarındaki scopa'ları ile oldukça fazla bir şekilde toplamaktadır. Bir bitkiden diğerine geçerken taşıdıkları yüklü miktardaki polenler ile çok etkin bir şekilde tozlaşmayı sağlamaktadırlar. Buna karşın yine Hymenoptera'dan Sphecidae'ye ait bir arı ve *Vespula* sp. nektar almak için

bitkiyi ziyaret etmekte fakat vücutlarındaki kıllar çok az olduğu için çok fazla polen taşıyamamaktadırlar. Bu yüzden her iki taksonda tozlaşmaya katkı sağlamakta fakat bu etkin bir şekilde olmamaktadır. Lepidoptera'dan *Lycaena phlaeas*, *Polyommatus icarus*, *Aglais urticae* ve *Vanessa cardui* bitkinin üzerine nektar almak için konmaktadır, bu esnada bacaklarına ve ağız aletlerine yapışan polenler ile çok etkin bir şekilde tozlaşmayı sağlamaktadır. Buna karşın aynı ordodan olan *Macroglossum stellarum* çiçeğe konmadan nektar almakta dolayısıyla poleni sadece ağız aleti ile taşıyabilmektedir. Yine aynı ordodan olan Micropterigidae'ye ait olan çok küçük bir güve bütün vücudu ile polenleri taşımakta fakat bu polenleri stigmaya ulaştırmakta pasif hareket etmektedir. Yukarıda bahsedilen türler, bu türlerin ağız aletleri ve sergilemiş oldukları davranışlar Şekil 3.16. ve Çizelge 3.5.'de belirtilmiştir.

**Çizelge 3.5.** *Jasione supina* subsp. *tmolea* 'da tespit edilen böcekler.

No	Ordo	Familya	Species	Ağız aleti	Davranış
1	Coleoptera	Tenebrionoidae	<i>Dailognatha quadricollis</i>	Çiğneyici	Fitofag
2	Coleoptera	Tenebrionoidae	<i>Dendarus (Pandarius) messenius</i>	Çiğneyici	Fitofag
3	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Lachnaia sexpunctata</i>	Çiğneyici	Fitofag
4	Diptera	Anthomyiidae		Yalayıcı	Nektar toplayıcı
5	Diptera	Bombyliinae	<i>Bombylius major</i>	Delici ve emici	Nektar toplayıcı
6	Diptera	Syrphidae	<i>Eristalis tenax</i>	Yalayıcı	Nektar toplayıcı
7	Diptera	Syrphidae	<i>Sphaerophoria</i> sp.	Yalayıcı	Nektar toplayıcı
8	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Sifonlama	Nektar toplayıcı
9	Hymenoptera	Megachilidae	<i>Chelostoma campanularum</i>	Sifonlama	Nektar toplayıcı
10	Hymenoptera	Halictidae	<i>Halictus</i> sp.	Sifonlama	Nektar toplayıcı
11	Hymenoptera	Sphecidae		Sifonlama	Nektar toplayıcı
12	Hymenoptera	Vespoidea	<i>Vespa</i> sp.	Çiğneyici	Polen yiyici
13	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Lycaena phlaeas</i>	Sifonlama	Nektar toplayıcı
14	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Polyommatus icarus</i>	Sifonlama	Nektar toplayıcı
15	Lepidoptera	Micropterigidae		Sifonlama	Nektar toplayıcı
16	Lepidoptera	Nymhalidae	<i>Aglais urticae</i>	Sifonlama	Nektar toplayıcı
17	Lepidoptera	Nymhalidae	<i>Vanessa cardui</i>	Sifonlama	Nektar toplayıcı
18	Lepidoptera	Sphingidae	<i>Macroglossum stellarum</i>	Sifonlama	Nektar toplayıcı





Şekil 3.16. *Jasione supina* subsp. *tmolea* üzerinde gözlemlenen bazı böcekler a) *Bombylius major* b) *Macroglossum stellatarum* c) *Apis mellifera* d) *Halictus* sp. e) *Sphaerophora* sp. f) Sphecidae g) *Vespula* sp. h) *Eristalis tenax* i) *Dailognatha quadricollis* i) Micropterigidae j) *Lachnaia sexpunctata* k) *Vanessa cardui*

### 3.3.3. Tozlaştırıcı Aktivitesi

#### 3.3.3.1. *Campanula teucroides* Boiss.

Arazide, önceki gözlemlerde belirlenmiş olan 10 böcekten, zamana bağlı gözlem sırasında 8 tanesi çiçeğin üzerinde gözlemlenmiş ve bunların arasında en etkin tozlaştırıcıların ise *Apis mellifera*, *Chelostoma campanularum* ve *Halictus* sp. olduğu belirlenmiştir. Tozlaştırıcıların en etkin olduğu saatlerin ise 10:30 – 14:30 aralığı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.6., Çizelge 3.7., Çizelge 3.8.).



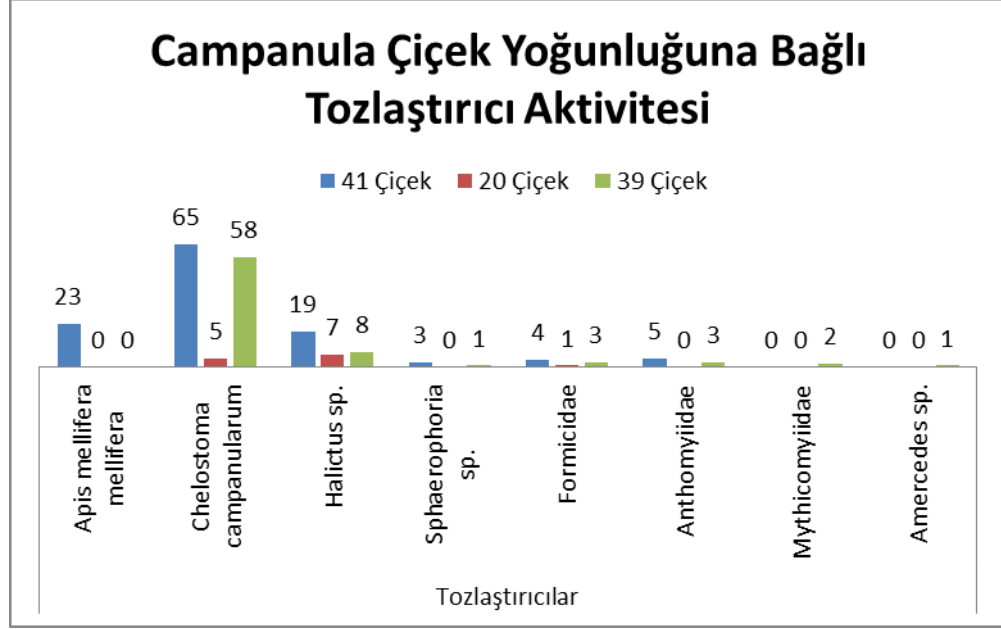
**Çizelge 3.8.** *Campanula teucroides*'de saat 10:45-15:45 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları (22 Temmuz 2010).

Zaman Aralığı	Max/Min °C	<i>Apis mellifera</i> Ziyaret/Süre	<i>Chelostoma campanularum</i> Ziyaret/Süre	<i>Halictus</i> sp. Ziyaret/Süre	<i>Sphaerophoria</i> sp. Ziyaret/Süre	Formicidae Ziyaret/Süre	Anthomyiidae Ziyaret/Süre	Mythicomyiidae Ziyaret/Süre	<i>Amercedes</i> sp. Ziyaret/Süre
10:45 - 11:45	40-28	0	31/65sn	5/8sn	0	2/5dk	0	0	0
11:45 - 12:45	39-33	0	13/65sn	2/10sn	1/5sn	0	0	2/15dk	0
12:45 - 13:45	40-36	0	13/10sn	1/5sn	0	1/10dk	2/5sn	0	0
13:45 - 14:45	38-30	0	1/10sn	0	0	0	1/5sn	0	1/10dk
14:45 - 15:45	32-30	0	0	0	0	0	0	0	0

**Çizelge 3.9.** *Campanula teucroides*'de çiçek sayısına bağlı tozlaştırıcı ziyaret sayısı.

Çiçek Sayısı	Tozlaştırıcılar							
	<i>Apis mellifera</i> (Ziyaret)	<i>Chelostoma campanularum</i> (Ziyaret)	<i>Halictus</i> sp. (Ziyaret)	<i>Sphaerophoria</i> sp. (Ziyaret)	Formicidae (Ziyaret)	Anthomyiidae (Ziyaret)	Mythicomyiidae (Ziyaret)	<i>Amercedes</i> sp. (Ziyaret)
41	23	65	19	3	4	5	0	0
20	0	5	7	0	1	0	0	0
39	0	58	8	1	3	3	2	1

2x2 m lik gözlem alanındaki çiçeklerin sayımları ile tozlaştırıcıların bitki üzerine gelme sayısı karşılaştırıldığında ise çiçek sayısının artmasına bağlı olarak tozlaştırıcıların gelme sayısının da arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.9., Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. *Campanula teucrioides*'de çiçek yoğunluğuna bağlı tozlaştırıcı aktivitesi

### 3.3.3.2. *Jasione supina* Sieber subsp. *tmolea* (Stoj.) Damboldt

Arazide, önceki gözlemlerde belirlenmiş olan 18 böcekten, zamana bağlı gözlem sırasında 10 tanesi çiçeğin üzerinde gözlemlenmiş ve bunlardan en etkin tozlaştırıcıların ise *Apis mellifera*, *Chelostoma campanularum*, *Halictus* sp. ve *Eristalis tenax* olduğu belirlenmiştir. Tozlaştırıcıların en etkin olduğu saatlerin ise 10:30 – 15:00 aralığı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.10., Çizelge 3.11., Çizelge 3.12.).

**Çizelge 3.10.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da saat 10:30-18:30 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları (15 Temmuz 2010).

Zaman Aralığı	Max/Min °C	<i>Apis mellifera</i> Ziyaret/Süre	<i>Chelostoma campanularum</i> Ziyaret/Süre	<i>Halictus</i> sp. Ziyaret/Süre	<i>Sphaerophoria</i> sp. Ziyaret/Süre	<i>Eristalis tenax</i> Ziyaret/Süre	<i>Macroglossum stellatarum</i> Ziyaret/Süre	Anthomyiidae Ziyaret/Süre	Sphecidae Ziyaret/Süre	<i>Polyommatus icarus</i> Ziyaret/Süre	<i>Lycaena phlaeas</i> Ziyaret/Süre
10:30 - 11:30	32-30	2/5sn	0	0	0	26/22sn	0	0	0	0	0
11:30 - 12:30	31-30	0	18/30sn	1/5sn	0	3/10sn	0	2/8sn	0	0	0
12:30 - 13:30	32-31	34/5sn	35/30sn	5/5sn	14/30sn	2/5sn	0	0	0	0	0
13:30 - 14:30	29-28	218/5sn	0	0	3/10sn	15/5sn	2/3sn	0	0	0	0
14:30 - 15:30	29-27	100/5sn	0	10/5sn	0	0	3/3sn	0	6/5sn	0	0
15:30 - 16:30	29-26	0	3/5sn	0	0	0	0	0	0	0	0
16:30 - 17:30	25-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:30 - 18:30	25-24	0	0	0	0	0	0	2/5sn	0	0	0

**Çizelge 3.11.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da saat 11:00-16:00 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları (21 Temmuz 2010).

Zaman Aralığı	Max/Min °C	<i>Apis mellifera</i> Ziyaret/Süre	<i>Chelostoma campanularum</i> Ziyaret/Süre	<i>Halictus</i> sp. Ziyaret/Süre	<i>Sphaerophoria</i> sp. Ziyaret/Süre	<i>Eristalis tenax</i> Ziyaret/Süre	<i>Macroglossum stellatarum</i> Ziyaret/Süre	Anthomyiidae Ziyaret/Süre	Sphecidae Ziyaret/Süre	<i>Polyommatus icarus</i> Ziyaret/Süre	<i>Lycaena phlaeas</i> Ziyaret/Süre
11:00 - 12:00	30-25	0	26/20sn	37/20sn	0	6/10sn	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	32-30	3/5sn	43/20sn	104/20sn	0	6/10sn	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	41-35	2/5sn	37/20sn	77/20sn	3/5sn	1/10sn	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	41-38	1/5sn	17/20sn	54/20sn	2/5sn	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	41-38	0	3/20sn	9/20sn	0	0	0	0	2/10sn	0	0

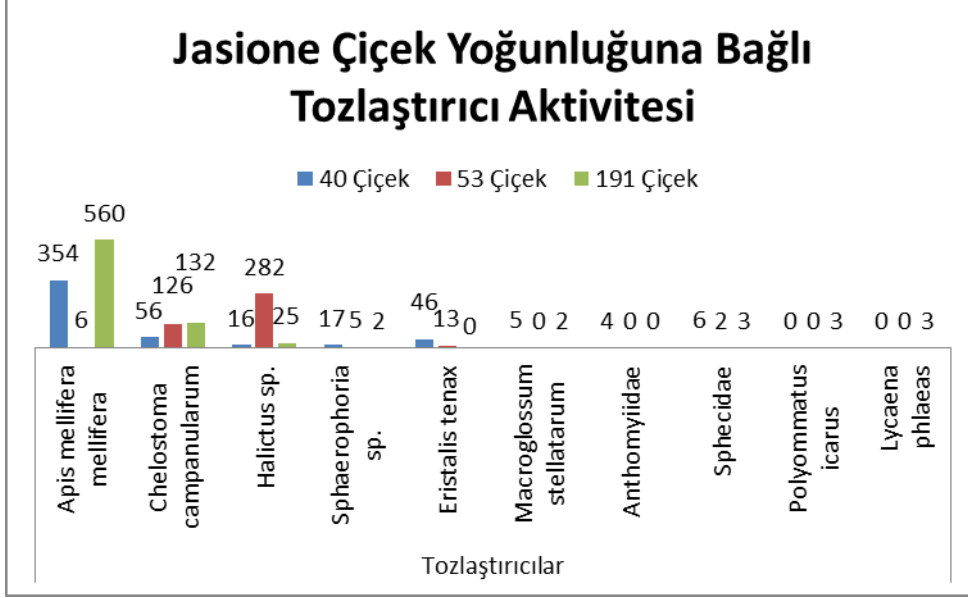
**Çizelge 3.12.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da saat 10:45-15:45 arası yapılan böcek gözlemi sonuçları (22 Temmuz 2010).

Zaman Aralığı	Max/Min °C	<i>Apis mellifera</i> Ziyaret/Süre	<i>Chelostoma campanularum</i> Ziyaret/Süre	<i>Halictus</i> sp. Ziyaret/Süre	<i>Sphaerophoria</i> sp. Ziyaret/Süre	<i>Eristalis tenax</i> Ziyaret/Süre	<i>Macroglossum stellatarum</i> Ziyaret/Süre	Anthomyiidae Ziyaret/Süre	Sphecidae Ziyaret/Süre	<i>Polyommatus icarus</i> Ziyaret/Süre	<i>Lycaena phlaeas</i> Ziyaret/Süre
10:45 - 11:45	40-28	174/5sn	88/20sn	9/20sn	0	0	12/3sn	0	0	1/10sn	0
11:45 -12:45	39-33	99/5sn	24/20sn	7/20sn	0	0	0	0	2/10sn	0	3/10sn
12:45 - 13:45	40-36	71/5sn	14/20sn	9/17sn	0	0	0	0	0	2/10sn	0
13:45 - 14:45	38-30	150/5sn	2/20sn	0	2/5sn	0	0	0	1/10sn	0	0
14:45 -15:45	32-30	66/5sn	4/20sn	0	0	0	0	0	0	0	0

**Çizelge 3.13.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da çiçek sayısına bağlı tozlaştırıcı ziyaret sayısı.

Korimboz Sayısı	Tozlaştırıcılar									
	<i>Apis mellifera</i> (Ziyaret)	<i>Chelostoma campanularum</i> (Ziyaret)	<i>Halictus</i> sp. (Ziyaret)	<i>Sphaerophoria</i> sp. (Ziyaret)	<i>Eristalis tenax</i> (Ziyaret)	<i>Macroglossum stellatarum</i> (Ziyaret)	Anthomyiidae (Ziyaret)	Sphecidae (Ziyaret)	<i>Polyommatus icarus</i> (Ziyaret)	<i>Lycaena phlaeas</i> (Ziyaret)
40	354	56	16	17	46	5	4	6	0	0
53	6	126	282	5	13	0	0	2	0	0
191	560	132	25	2	0	2	0	3	3	3

2x2 m lik gözlem alanındaki çiçeklerin sayımları ile tozlaştırıcıların bitki üzerine gelme sayısı karşılaştırıldığında işe çiçek sayısının artışına bağlı olarak tozlaştırıcıların gelme sayısının da arttığı fakat farklı bölgelerde tozlaştırıcı niteliğinin değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.13., Şekil 3.18.).



Şekil 3.18. *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da çiçek yoğunluğuna bağlı tozlaştırıcı aktivitesi

### 3.4. Tozlaşma Başarısı

#### 3.4.1. Çiçek Sayıları

*Campanula teucrioides*'de bir bireyde ortalama 13,34 ( $\pm 24,16$ ) adet çiçek üretilmektedir. *Jasione supina* subsp. *tmolea*'nın bir korimbozunda ortalama 11,5 ( $\pm 3,93$ ) adet çiçek olduğu ve korimbozlarda en az 5 en çok 22 çiçek olduğu belirlenmiş, bir bitkide ise ortalama 11,5 ( $\pm 3,93$ ) adet korimboz oluşturulduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre *J. supina* subsp. *tmolea*'nın bir bireyinde yaklaşık 109,25 çiçek oluşturulmaktadır.

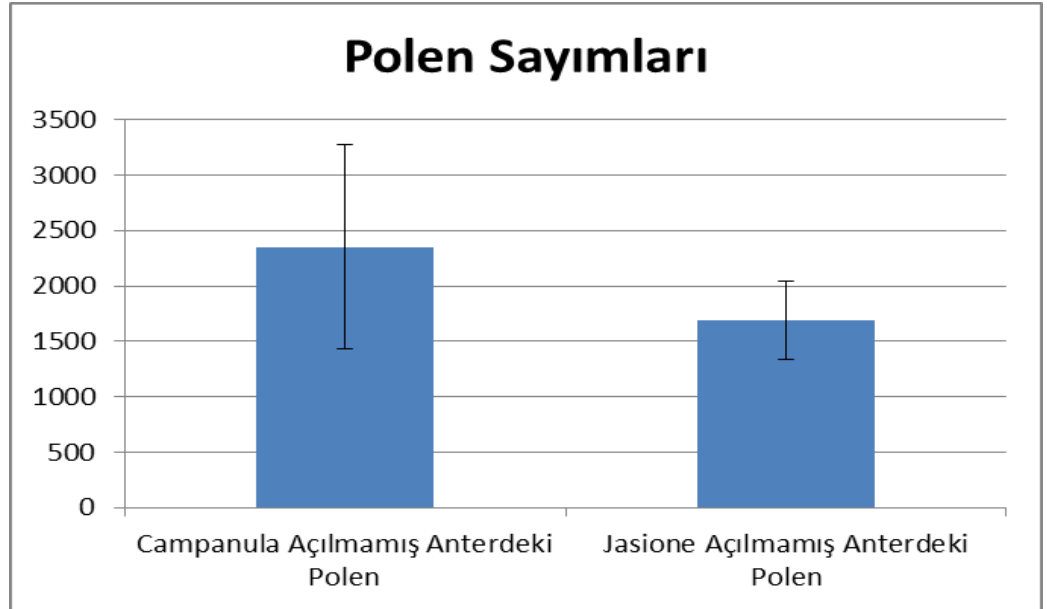
#### 3.4.2. Anterdeki Polen Miktarları

*Campanula teucrioides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da farklı bireyden alınan açılmamış anterlerdeki polenlerin sayılması sonucu aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. Bu bulgulara göre; *Campanula*'nın bir anterinde ortalama 2350 ( $\pm 921,65$ ) adet polen, *Jasione*'nin bir anterinde de ortalama 1690 ( $\pm 357,30$ ) adet polen üretilmektedir (Şekil 3.19.). Her iki bitkide de bir çiçekte toplamda 5 adet

anter bulunmaktadır. *Campanula*'nın bir çiçeğinde üretilen toplam polen sayısı 11750, *Jasione*'nin bir çiçeğinde üretilen toplam polen sayısı ise 8450 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.14.).

**Çizelge 3.14.** *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'nın açılmamış anterlerinde polen sayıları

	<i>C. teucroides</i>		<i>J. supina</i> subsp. <i>tmolea</i>	
	Ort.±S.s.	Maks-Min	Ort.±S.s.	Maks- Min
1 Anterde	2350±921,65	3850-950	1690±357,3	2250-1050
1 Çiçekte (5 anter) Toplam	11750		8450	

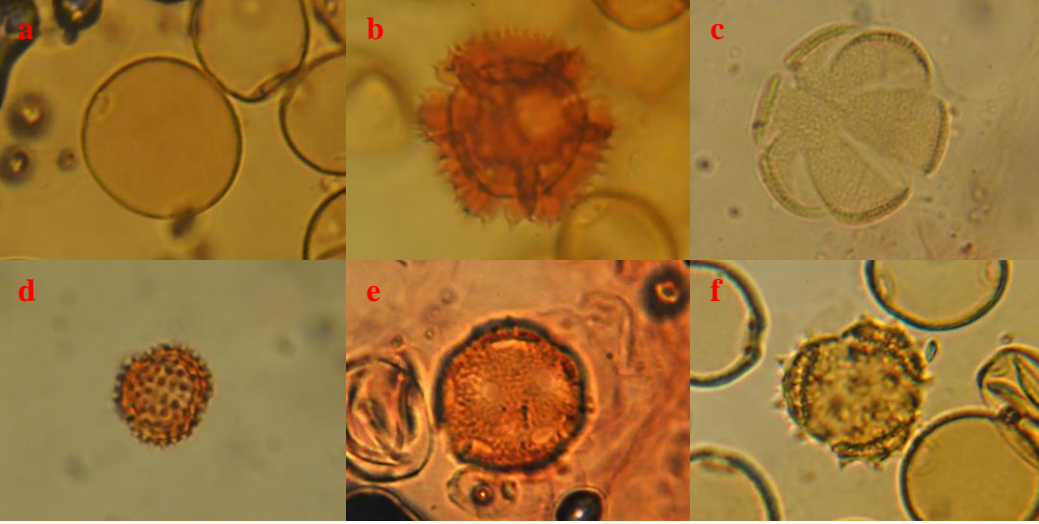


**Şekil 3.19.** Açılmamış anterdeki polen sayımları.

### 3.4.3. Diğer Bitkilerin Polenleri

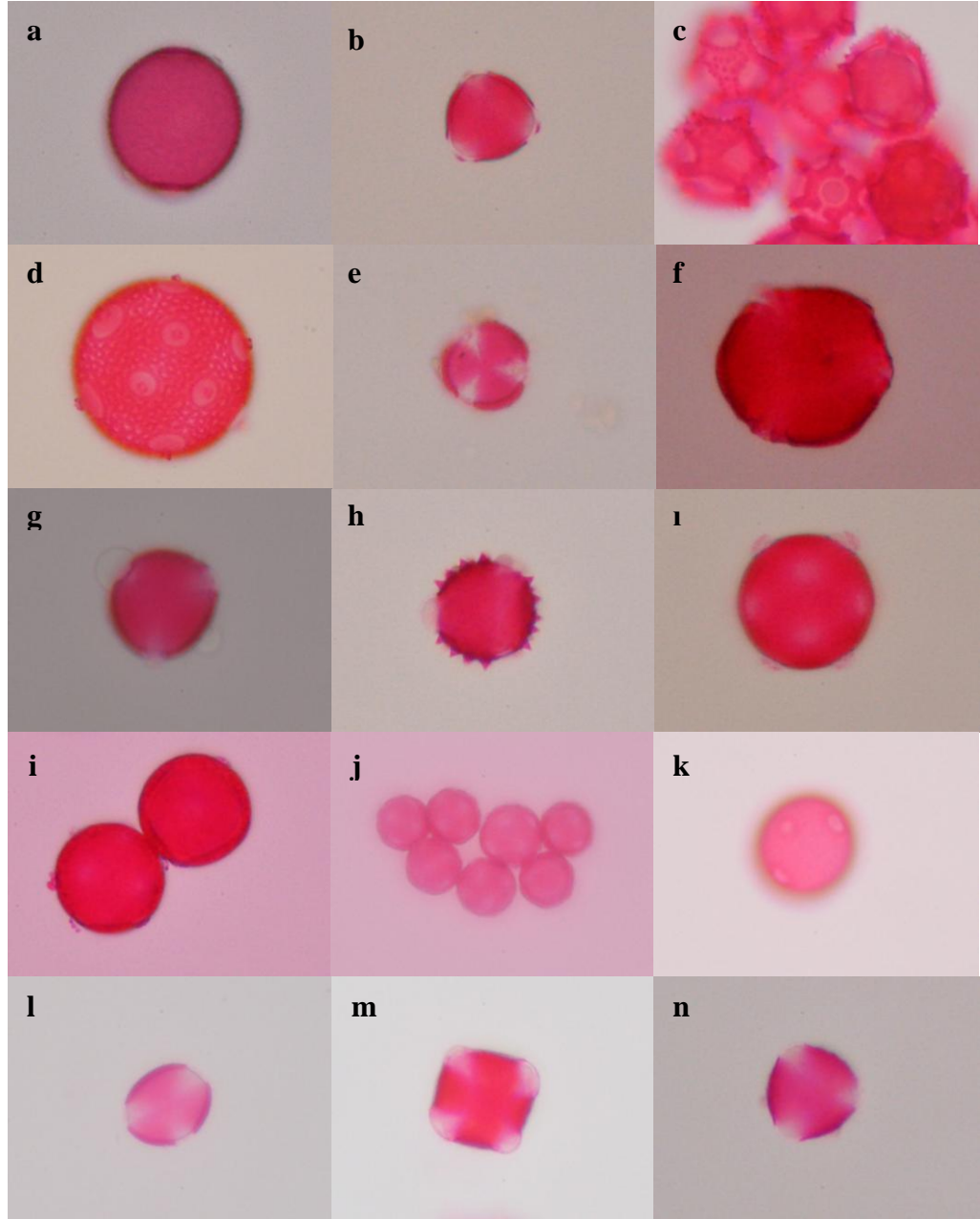
*Campanula teucroides*'in stigmatında 6 farklı taksona ait polenler tespit edilmiştir. Bu taksonlar Gramineae, *Chondrilla juncea* L., *Thymus sipyleus* Boiss., Compositae, *Minuartia anatolica* (Boiss) Woron. ve *Anthemis* spp.'dir (Şekil 3.20.). *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da ise Compositae'ye ait olan bir polen dışında *C. teucroides* üzerinde de rastlanılan 5 farklı taksona ait polenler tespit edilmiştir (Şekil 3.20.).





**Şekil 3.20.** Çalışılan türlerin stigmaları üzerinde rastlanılan diğer taksonlara ait polenler **a)** Gramineae **b)** *Chondrilla juncea* **c)** *Thymus sipyleus* **d)** Compositae **e)** *Minuartia anatolica* **f)** *Anthemis* spp.

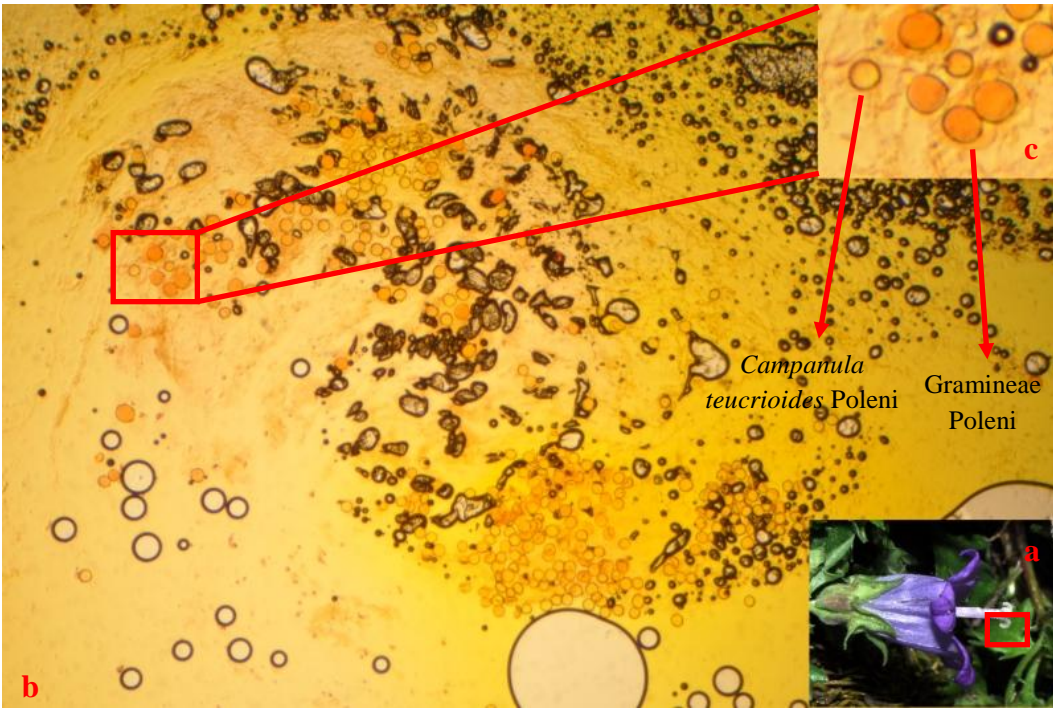
Çalışılan iki bitkininde çiçekli olduğu dönemde çiçek açarak, biyotik ve/veya abiyotik faktörler ile polenlerini *Jasione supina* subsp. *tmolea* ve/veya *Campanula teucroides* üzerine, potansiyel olarak gönderebilecek bitkilerden bazıları şunlardır; *Asyneuma limonifolium* subsp. *limonifolium* (L.) Janchen, *Chamaeocytisus eriocarpus* (Boiss.) Rothm, *Chondrilla juncea* L., *Dianthus anaticus* Boiss., *Erysimum pusilum* Bory et Caub, *Euphorbia anacampseros* var. *tmolea* M.S. Khan, *Gentiana lutea* L., *Inula oculus-christii* L., *Minuartia anatolica* (Boiss.) Woron, *Minuartia recurva* subsp. *carica* McNeill, *Paronychia anatolica* subsp. *balanse* Chaudri, *Plantago holosteam* Scop., *Scutellaria orientalis* L., *Sedum amplexicaule* DC. ve *Verbascum lydium* Boiss. (Şekil 3.21.).



**Şekil 3.21.** Çalışılan türler ile aynı habitatı paylaşan bazı taksonların polenleri. **a)***Asyneuma limonifolium* subsp. *limonifolium* **b)***Chameocytisus eriocarpus* **c)***Chondrilla juncea* **d)***Dianthus anaticus* **e)***Erysimum pusillum* **f)***Euphorbia anacarpseros* var. *tmolea* **g)***Gentiana lutea* **h)***Inula oculus-christii* **ı)***Minuartia anatolica* **ı)***Minuartia recurva* subsp. *carica* **j)***Paronychia anatolica* subsp. *balanse* **k)***Plantago holosteam* **l)***Scutellaria orientalis* **m)***Sedum amplexicaule* **n)***Verbascum lydidium*

### 3.4.4. Stigma Üzerine Ulaşan Polen Miktarı

*Campanula teucroides*'ten yayılım alanı içinde farklı lokalitelerinden alınan 15 adet stigmadaki polen sayım sonuçları şöyledir. On beş stigmada 7 ayrı bitkiye ait toplamda 11828 adet polen tanesi tespit edilmiştir (Şekil 3.22.). Bu polenler, *C. teucroides*'in kendi polenleri ile birlikte daha önce belirttiğimiz 6 taksona ait polenlerdir. Bunlardan 11702 (%98,93) tanesi kendi poleni 126 (%1,07) tanesi ise diğer bitkilerden gelen polendir. Ortalama olarak bir stigmaya 780,13 ( $\pm 469,79$ ) adet kendi poleninden, 8,4 ( $\pm 17,59$ ) adette diğer bitkilerin polenlerinden gelmektedir (Çizelge 3.15.).



**Şekil 3.22.** *Campanula teucroides*'de stigma üzerindeki polenler a) stigma'nın şekilde görünen kısmı b) preparatta polenlerin görünüşü c) preparattaki farklı bitki polenlerinin görünümü

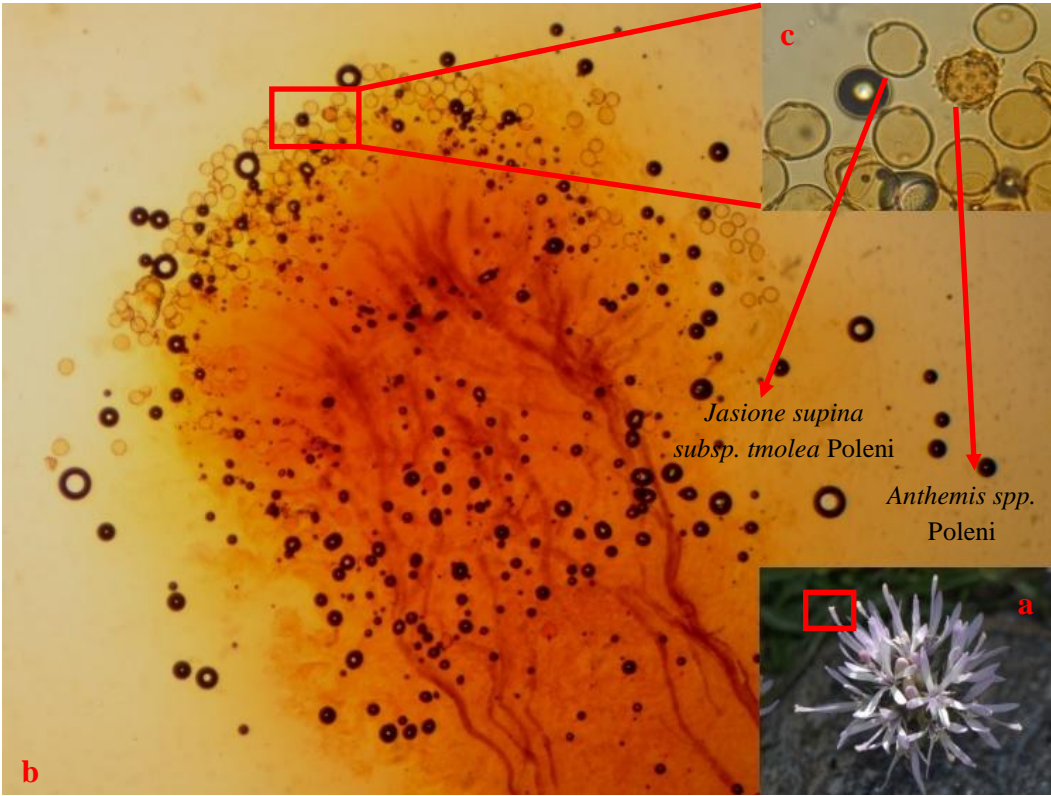
*C. teucroides* stigmaı üzerinde en çok kendi polenleri görülmüştür. Diğerlerinin arasında 5 stigmada 45 *Minuartia anatolica* polenine rastlanmıştır. Buna karşılık Gramineae polenleri daha çok stigmada görünmesine karşın sayısı daha azdır (7/28). *Anthemis* spp. ve Compositae polenleri ise 1'er stigmada bulunmuşlardır (Çizelge 3.15.).

Çizelge 3.15. *Campanula teucrioides*'de stigma üzerindeki polenler

Stigma No	<i>Campanula teucrioides</i>	<i>Thymus sipyleus</i>	<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Anthemis spp.</i>	<i>Minuartia anatolica</i>	Compositae	Gramineae
1	937						
2	584				1		
3	619	1					1
4	262						
5	1092	19	12		38		
6	280						3
7	520						1
8	1302				1		
9	1710						
10	1502			2	4		
11	794				1		10
12	1050						
13	206						2
14	416	4				7	5
15	428	4	4				6
<b>Gözlendiği Stigma sayısı / Toplam polen sayısı</b>	15/11702	4/28	2/16	1/2	5/45	1/7	7/28
<b>Ort.±S.s.</b>	780,13 ±469,79						

*Jasione supina* subsp. *tmolea*'nın yayılım alanı içinde farklı lokalitelerinden alınan 15 adet stigmadaki polen sayım sonuçları şöyledir. On beş stigmada 6 ayrı bitkiye ait, toplamda 1584 adet polen tanesi tespit edilmiştir (Şekil 3.23.). Bunlardan 1538 (%97,09) tanesi kendi poleni 46 (%2,91) tanesi ise diğer bitkilerden gelen polendir. Ortalama olarak bir stigmaya 102,33 ( $\pm$ 103,25) adet kendi poleninden, 3,07 ( $\pm$ 4,71) adette diğer bitkilerin polenlerinden gelmektedir (Çizelge 3.16.).

*Jasione supina* subsp. *tmolea* stıgması üzerinde en çok kendi polenleri görülmüştür. Diğerlerinin arasında 3 stigmada 15 *Chondrilla juncea* polenine ve yine 3 stigmadaa 13 *Thymus sipyleus* polenine rastlanmıştır. Buna karşılık Gramineae polenleri daha çok stigmada görünmesine karşın sayısı daha azdır (7/11). *Anthemis* spp. ve *Minuartia anatolica* polenleri ise 3'er stigmada az sayıda bulunmuşlardır (Çizelge 3.16.).



**Şekil 3.23.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da stigma üzerindeki polenler **a)** stigma'nın şekilde görünen kısmı **b)** preparatta polenlerin görünüşü **c)** preparattaki farklı bitki polenlerinin görünümü

Çizelge 3.16. *Jasione supina* subsp. *tmolea* 'da stigma üzerindeki polenler

Stigma No	<i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i>	<i>Thymus sipyleus</i>	<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Anthemis spp.</i>	<i>Minuartia</i> <i>anatolica</i>	Gramineae
1	25					
2	51					1
3	282					3
4	151					
5	356	8	10			
6	41		1	1	1	1
7	84	2	4			2
8	174				1	1
9	27					
10	2					
11	39				2	
12	152	3				2
13	89			1		1
14	21					
15	44			1		
Gözlendiği Stigma sayısı / Toplam polen sayısı	15/1538	3/13	3/15	3/3	3/4	7/11
Ort.±S.s.	102,33±103,25					

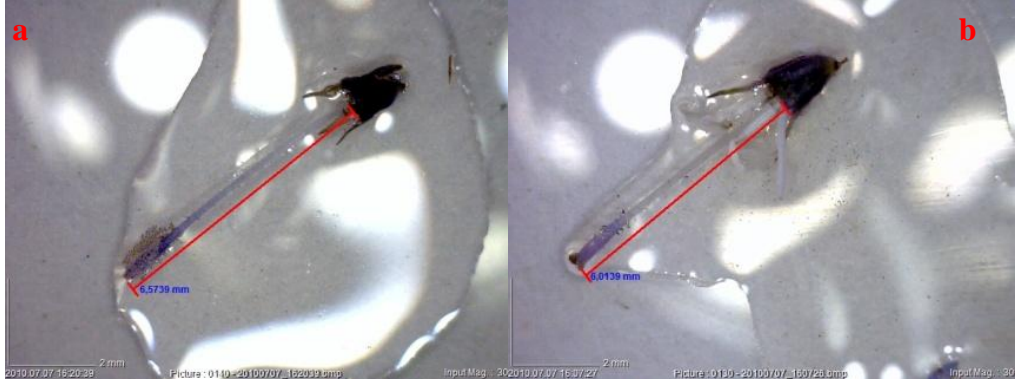
### 3.4.5. Polen ve Stigma Canlılıkları

*Campanula teucrioides*'de sunum sırasında stigma üzerinde tutunmuş olan polenler sıyrılarak yapılan polen ve stigma canlılık testinin sonuçlarına göre; tüm stigmaların cansız ve polenlerin en düşük %40 en yüksek %85 ve ortalama %69,67 ( $\pm 11,29$ ) oranında bir canlılığa sahip oldukları saptanmıştır. Ayrıca sunum sırasındaki stilus boyu en kısa 6,65 mm en uzun 12,29 mm ve ortalama 9,42 mm ( $\pm 1,46$  mm)'dir. Polenlerini tamamen yaymış çiçekte (sunum sonrasında) stigmanın canlı olduğu ve boyunun da en kısa 9,19 en uzun 13,94 ve ortalama 11,24 mm ( $\pm 1,09$  mm) olduğu saptanmıştır (Şekil 3.24., Çizelge 3.17.).



**Şekil 3.24.** *Campanula teucrioides*'de stigmalarda canlılık testi **a)** Sunum halindeki çiçek **b)** Sunum sonundaki çiçek.

*Jasione supina* subsp. *tmolea*'da sunum sırasında stigma üzerinde tutunmuş olan polenler sıyrılarak yapılan polen ve stigma canlılık testinin sonuçlarına göre; tüm stigmaların cansız ve polenlerin en düşük % 40 en yüksek %90 ve ortalama %67,5 ( $\pm 16,9$ ) oranında bir canlılığa sahip oldukları saptanmıştır. Ayrıca sunum sırasındaki stilus boyu en kısa 2,87 en uzun 6,95 ve ortalaması 5,38 mm ( $\pm 0,96$  mm)'dir. Polenlerini tamamen yaymış çiçekte (sunum sonrasında) stigmanın canlı olduğu ve stilus boyunun da en kısa 5,65 en uzun 9,66 ve ortalama 6,74 mm ( $\pm 0,84$  mm) olduğu saptanmıştır (Şekil 3.25., Çizelge 3.17.).



Şekil 3.25. *Jasione supina* subsp. *tmolea* 'da stigma canlılık testi a) Sunum halindeki çiçek b) Sunum sonundaki çiçek

Çizelge 3.17. *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da canlılık testi sonuçları

<i>Campanula teucroides</i>							
Sunum (15 stigma)				Sunum Sonu (15 stigma)			
Stigma Canlılığı	Stilus boyu (mm)		Polen canlılığı (%)		Stigma Canlılığı	Stilus boyu (mm)	
	Maks-Min	Ort.±S.s.	Maks-Min	Ort.±S.s.		Maks-Min	Ort.±S.s.
Cansız	12,29 - 6,65	9,42 ±1,46	85 - 40	69,67 ±11,29	Canlı	13,94 - 9,19	11,24 ±1,09
<i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i>							
Sunum (15 stigma)				Sunum Sonu (15 stigma)			
Stigma Canlılığı	Stilus boyu (mm)		Polen canlılığı (%)		Stigma Canlılığı	Stilus boyu (mm)	
	Maks-Min	Ort.±S.s.	Maks-Min	Ort.±S.s.		Maks-Min	Ort.±S.s.
Cansız	6,95 - 2,87	5,38 ±0,96	90 - 40	67,5 ±16,9	Canlı	9,66 - 5,65	6,74 ±0,84

*Campanula teucroides*'te arazide yapılan MTT testi sonuçlarına göre, tomurcuk halinde çiçeklerin polenlerdeki canlılık oranı, ikincil polen sunumu yapan çiçeklere göre daha düşüktür. Test başlangıcında ve ilk 30 dakikada tomurcuklarda %50, %85 olan canlılık, 60'uncü dakikadan sonra % 35 ve % 40 lara, 90'uncü dakikadan sonra %0 ve %5'lere düşmektedir. İkincil polen sunumunda, başlangıçtaki ve ilk 30'uncü dakikadaki saptanan %80 canlılık çiçek tomurcuğundaki canlılığa yakın olduğu saptanmıştır. Ancak çiçek



tomurcuğundakinin aksine 60'ncı dakikada canlılık %70, 90'ncı dakikada ise % 60'tır. Her iki formdaki çiçeklerde ise bitkiden hemen alınan polenlere göre 60 dakikadan sonra alınan polenlerin canlılık oranlarının giderek düştüğü tespit edilmiştir. Arazide yapılan polen canlılığı testi sonuçları Çizelge 3.18.'de belirtilmiştir.

*Jasione supina* subsp. *tmolea*'da arazide yapılan MTT testi sonuçlarına göre, tomurcuk halinde çiçeklerin polenlerdeki canlılık oranı, ikincil polen sunumu yapan çiçekler ile benzerdir. Test başlangıcında tomurcuklarda %95 olan canlılık, 30'uncu dakikada % 90'a, 60'ncı dakikada % 30, 90'ncı dakikada %10'lara kadar düşmektedir. İkincil polen sunumunda, başlangıçta saptanan %95 canlılık çiçek tomurcuğundaki canlılıkla aynıdır. Bu canlılık 30'uncu dakikada değişmemekte fakat 60'ncı dakikada %30 ve %40'lara, 90'ncı dakikada ise % 30 civarında seyretmektedir. Tomurcuk halindeki çiçeklerdeki polen canlılığında bitkiden hemen alınan polenler 30. dakika sonra alınanlara göre daha fazla canlılığa sahiptir. Polen sunumu formundaki çiçeklerde ise bitkiden hemen alınan polenlere göre 60. dakikadan sonra alınan polenlerin canlılık oranları giderek düşmektedir. Arazide yapılan polen canlılığı testi sonuçları Çizelge 3.18.'de belirtilmiştir.

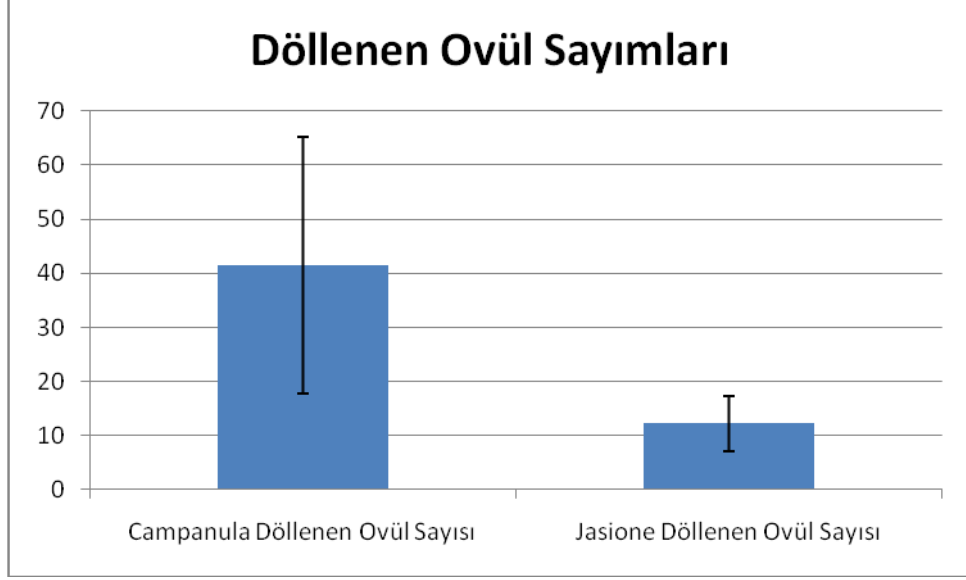
**Çizelge 3.18.** *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da arazide yapılan zamana bağlı polen canlılığı denemesi.

Form	Süre (dk)	<i>C. teucroides</i>		<i>J. supina</i> subsp. <i>tmolea</i>	
		Polen canlılığı (%)		Polen canlılığı (%)	
		1. test	2. test	1. test	2. test
Çiçek Tomurcuğu	0	50	85	95	95
	30	50	85	90	90
	60	40	35	30	30
	90	5	0	10	10
İkincil Polen Sunumu	0	80	80	95	95
	30	80	80	95	95
	60	70	70	30	40
	90	60	60	30	30

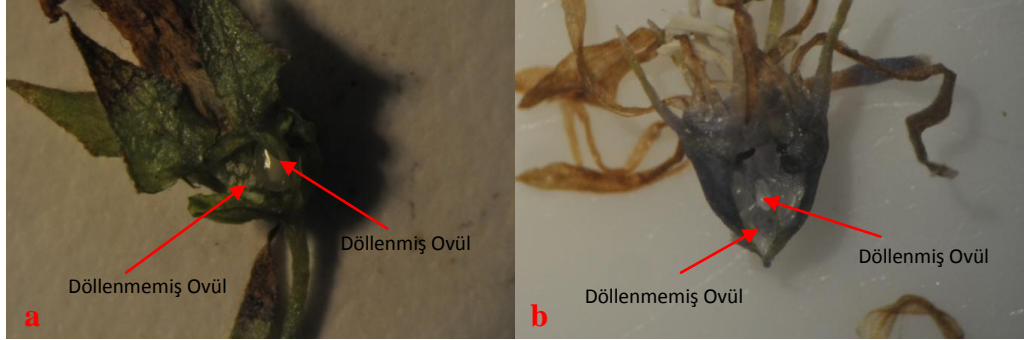
### 3.4.6. Döllenmiş Ovül Sayıları

Stigma üzerine konup çimlenen ve stilus engelini aşarak ovülleri dölleyen polen miktarını hesaplamak için (her ovülün bir adet polen tanesi tarafından döllendiğini varsayarak); *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp.

*tmolea*'da tozlaşması bitmiş ama tohuma dönmemiş 30'ar adet alınan çiçeklerin ovaryumları açılarak içerisindeki döllenmiş ovüllerin sayımı sonucu elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir. *Campanula*'da 41,47 ( $\pm 23,72$ ) adet ovül, *Jasione*'de ise 12,27 ( $\pm 5,12$ ) adet ovülün dölendiği tespit edilmiştir (Şekil 3.26., Şekil 3.27.).



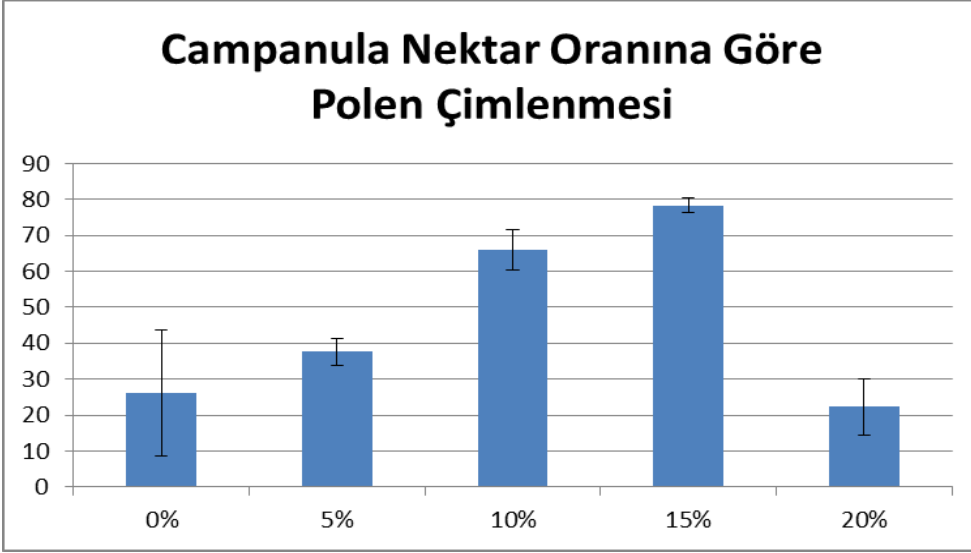
Şekil 3.26. *Campanula teucrioides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da dölenen ovül sayıları



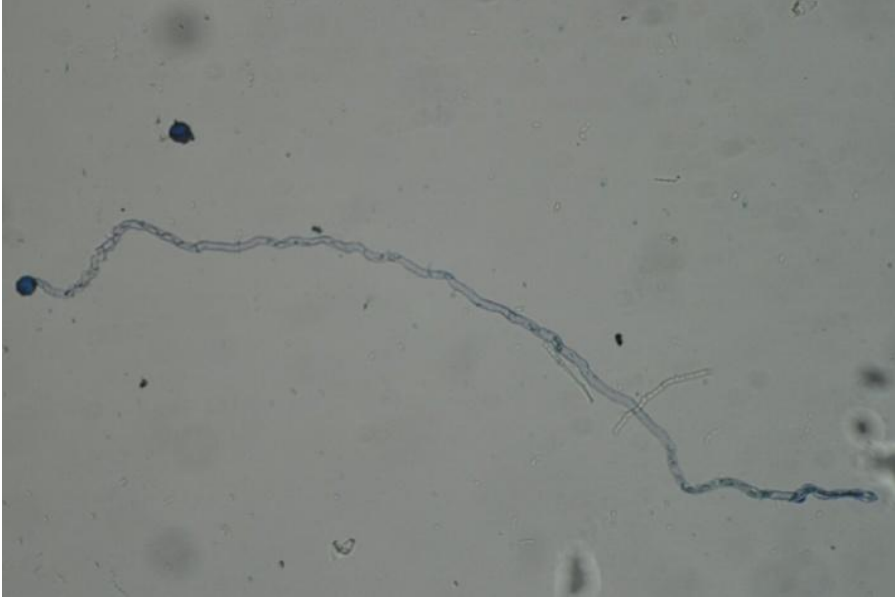
Şekil 3.27. Döllenmiş ve döllenmemiş ovüller a) *Campanula teucrioides* b) *Jasione supina* subsp. *tmolea*

### 3.4.7. Nektar Oranına Göre Polen Çimlenmesi

*Campanula teucrioides*'te 0%-20% şeker konsantrasyonu aralığında yapılan üç tekrarlı denemelerde elde edilen verilere göre en fazla polen çimlenmesi 10% ve 15%'lik şeker konsantrasyonlarında elde edilmiştir. 10%'luk şeker konsantrasyonunda maksimum polen çimlenmesi 71,64% oranında, 15%'lik şeker konsantrasyonunda ise maksimum polen çimlenmesi 80,54% oranındadır (Şekil 3.28., Şekil 3.29.).

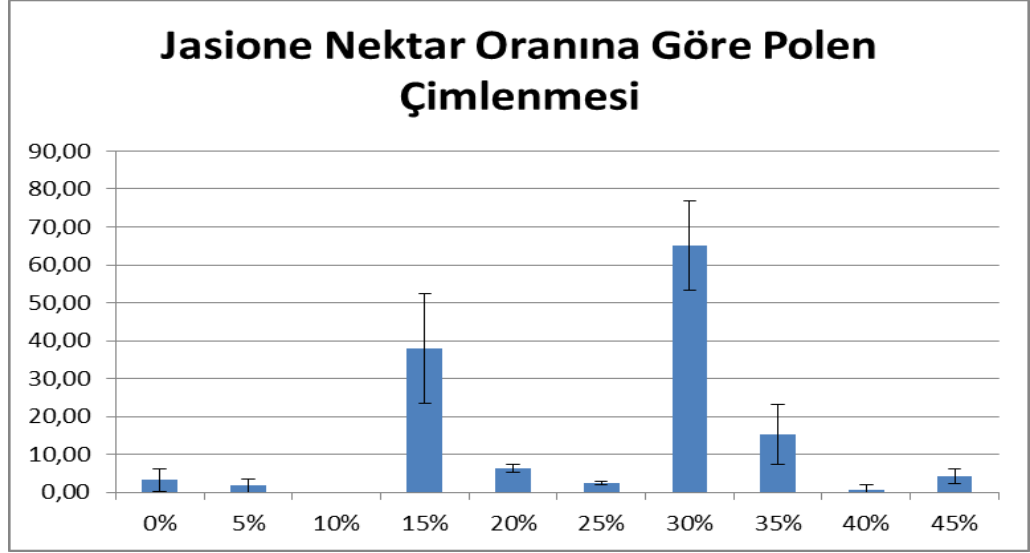


**Şekil 3.28.** *Campanula teucroides*'de nektar oranına göre polen çimlenme yüzdeleri



**Şekil 3.29.** *Campanula teucroides*'in polen çimlendirme solüsyonunda çimlenmiş poleni

*Jasione supina* subsp. *tmolea*'da %0-%45 şeker konsantrasyonu aralığında yapılan üç tekrarlı denemelerde elde edilen verilere göre en fazla polen çimlenmesi 15% ve 30%'luk şeker konsantrasyonlarında tespit edilmiştir. 15%'lik şeker konsantrasyonunda maksimum polen çimlenmesi 53,70% oranında, 30%'lik şeker konsantrasyonunda ise maksimum polen çimlenmesi 74,66% oranındadır (Şekil 3.30., Şekil 3.31.).



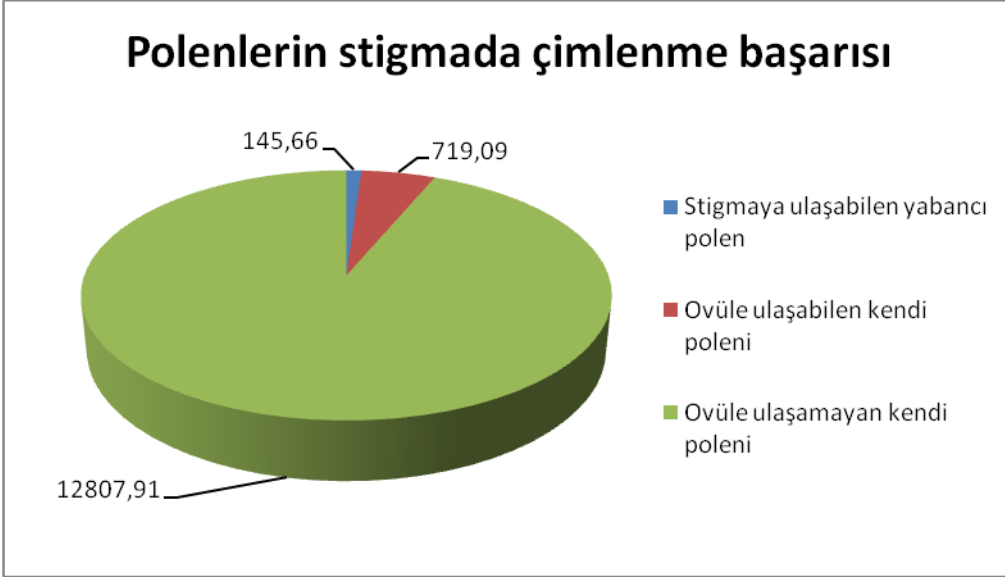
**Şekil 3.30.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da nektar oranına göre polen çimlenme yüzdeleri



**Şekil 3.31.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'nın polen çimlendirme solüsyonunda çimlenmiş poleni

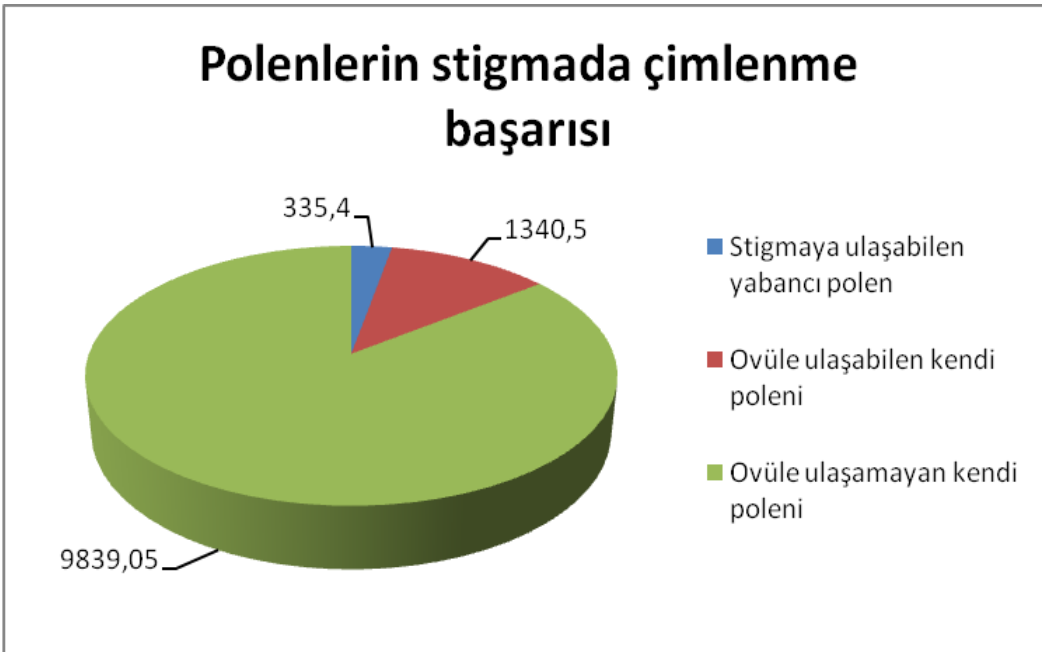
### 3.4.8. Polenlerin Başarısı

*Campanula teucrioides*'de bir bireyde ortalama olarak hesaplanan 13673,11 polen tanesi stigmaya ulaşmaktadır. Bunlardan 145,66 (%1,06)'sı alanda bulunan diğer taksonlara ait polen, 13527,45 (%98,94)'i ise kendi polenleridir. Kendi polenlerinden 719,09 (%5,26)'u stigma üzerinde çimlenerek ovüllere ulaşabilmekte, 12807,91 (%93,68)'i ise çeşitli nedenlerden dolayı ovüllere ulaşamamaktadır (Şekil 3.32.). Bitkinin tozlaşma biyolojisi ile ilgili bilgiler Çizelge 3.19'da verilmiştir.



**Şekil 3.32.** *Campanula teucroides*'de bir bireyde stigmaya ulaşan polenlerin çimlenme başarısı

*Jasione supina* subsp. *tmolea*'da bir bireyde ortalama olarak hesaplanan 11514,95 polen tanesi stigmaya ulaşmaktadır. Bunlardan 335,4 (%2,9)'ü alanda bulunan diğer taksonlara ait polen, 11179,55 (%97,1)'i ise kendi polenleridir. Kendi polenlerinden 1340,5 (%11,46)'u stigma üzerinde çimlenerek ovüllere ulaşabilmekte, 9839,05 (%85,64)'i ise çeşitli nedenlerden dolayı ovüllere ulaşamamaktadır (Şekil 3.33.) Bitkinin tozlaşma biyolojisi ile ilgili bilgiler Çizelge 3.20'te verilmiştir.



**Şekil 3.33.** *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da bir bireyde stigmaya ulaşan polenlerin çimlenme başarısı

Çizelge 3.19. *Campanula teucroides*'de tozlaşma başarısı

<i>Campanula teucroides</i> Tozlaşma Başarısı			1 bireyde oluşturulan ortalama çiçek	17,34 ( $\pm 24,16$ )	Ç
1 stamende oluşturulan ortalama polen	2350 ( $\pm 921,65$ )	St	1 bireyde oluşturulan ortalama stamen	86,7	Ç x 5
1 çiçekte oluşturulan ortalama polen	11750	St x 5	1 bireyde oluşturulan ortalama polen	1018725	(Ç x 5) x (St x 5)
1 stigmaya gelen ortalama polen (Kendinin)	780,13 ( $\pm 469,79$ )	Pk	1 bireyde stigmalara ulaşan ortalama polen (Kendinin)	13527,45	Ç x Pk
1 stigmaya gelen ortalama polen (Yabancı)	8,4 ( $\pm 17,59$ )	Py	1 bireyde stigmalara ulaşan ortalama polen (Yabancı)	145,66	Ç x Py
1 Ovaryumda döllenmiş ortalama ovül	41,47 ( $\pm 23,72$ )	O	1 bireyde döllenmiş ortalama ovül	719,09	Ç x O

Çizelge 3.20. *Jasione supina* subsp. *tmolea*'da tozlaşma başarısı

<b><i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> Tozlaşma Başarısı</b>					
1 stamende oluşturulan ortalama polen	1690 ( $\pm 357,30$ )	St	1 korimbozda stigmalara ulaşan ortalama polen (Yabancı)	35,31	Kç x Py
Bir çiçekte oluşturulan ortalama polen	8450	St x 5	1 korimbozda döllenmiş ortalama ovül	141,11	Kç x O
1 stigmaya gelen ortalama polen (Kendinin)	102,33 ( $\pm 103,25$ )	Pk	1 bireyde oluşturulan ortalama korimboz	9,5 ( $\pm 8,36$ )	K
1 stigmaya gelen ortalama polen (Yabancı)	3,07 ( $\pm 4,71$ )	Py	1 bireyde oluşturulan ortalama çiçek	109,25	K x Kç
1 ovaryumda döllenmiş ortalama ovül	12,27 ( $\pm 5,12$ )	O	1 bireyde oluşturulan ortalama stamen	546,25	(K x Kç) x 5
1 korimbozda oluşturulan ortalama çiçek	11,5 ( $\pm 3,93$ )	Kç	1 bireyde oluşturulan ortalama polen	923162,5	(K x Kç) x 5 x St
1 korimbozda oluşturulan ortalama stamen	57,5	Kç x 5	1 bireyde stigmalara ulaşan ortalama polen (Kendinin)	11179,55	(K x Kç) x Pk
1 korimbozda oluşturulan ortalama polen	97175	(Kç x 5) x St	1 bireyde stigmalara ulaşan ortalama polen (Yabancı)	335,4	(K x Kç) x Py
1 korimbozda stigmalara ulaşan ortalama polen (Kendinin)	1176,8	Kç x Pk	1 bireyde döllenmiş ortalama ovül	1340,5	K x Kç x O

#### 4. TARTIŞMA

Endemik bitkilerin dar ve sınırlı yayılış göstermeleri, en önemli özellikleridir. Bunun çeşitli nedenleri arasında habitat bozulması gibi belirgin (deterministik) olaylar olabileceği gibi, üreme biyolojisini etkileyecek herhangi bir belirsiz (stokastik) olayda olabilir (Brussard, 1991). Bunlardan hangisi ile olursa olsun, bir canlının yayılış alanının sınırlı ve popülasyonunun küçük olması, neslinin yok olma olasılığını arttırmaktadır. Bu endemik bitkilerden ikisi, Campanulaceae'den sadece İzmir, Ödemiş, Bozdağlar'a özgü, çok dar yayılışlı ve az sayıda bireyine rastlanan, *Campanula teucroides* ve *Jasione supina* subsp. *tmolea*'dır. Bu bitkiler Bozdağ'da 1500-2170 m'ler arasında, ağaç sınırının ötesinde yaşamaktadırlar. Çalışmamızda *C. teucroides*'in 1600-2170 m'ler arasında 8,95 km<sup>2</sup>'lik, *J. supina* subsp. *tmolea*'nın 1500-2170 m'ler arasında 6,55 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yaşadıkları belirlenmiş, bu alanlarda *C. teucroides*'in 3804, *J. supina* subsp. *tmolea*'nın 4296 bireyi olduğu hesaplanmıştır. Türkiye bitkileri kırmızı kitabına göre her iki bitkininde tehdit kategorisi VU (Hassas) olarak belirtilmiştir (Ekim vd., 2000). Bulgularımıza göre ise, bu bitkilerin her ikisinde IUCN Red List kategorileri ve kriterleri versiyon 3.1 e göre, tehlike kategorisinin, yayılım alanına göre, CR B1ab(i,ii,iii) (kritik yok olma) kategorisine girmesi, diğer bir ifade ile yok olma olasılığı çok yüksek olan bitkiler olduğunu ortaya koymaktadır. Bitkilerin üreme biyolojisi ile elde etmiş olduğumuz sonuçlar da bu durumu desteklemektedir. Yine aynı alanda yapılmış bir çalışma sonucunda diğer dar yayılışlı endemik bir bitki olan *Linum aretioides*'de aynı kategori değişiklikleri yapılmıştır (Seçmen vd., 2007). Araştırma bölgemiz ve buna yakın diğer bölgelerdeki bazı endemik taksonlarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Ersöz, 2006; Gücel ve Seçmen, 2008, 2009; Subaşı 2010).

Familya içerisinde ikincil polen sunumu mekanizmasının işleyişinde tür düzeyinde farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklar çiçeğin morfolojik özelliklerinden ya da bitkinin bulunduğu ortamın ekolojik farklılıklarından kaynaklanabilir (Mitchell et al., 2009). Yaptığımız çalışmada her iki türün, stilusları üzerinde bulunan tüylerin birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. *C. teucroides*'in stilusu üzerindeki kısa ve düzensiz bir şekilde bulunan tüyler ile *J. supina* subsp. *tmolea*'nın stilusundaki uzun ve yukarıya dönük tüyler oldukça dikkat çekicidir. Her iki bitkinin yaşam ortamlarına bakıldığında stiluslar üzerinde bulunan tüylerin görevi daha iyi anlaşılmaktadır. *Jasione* subalpin topraklarda, yastıkçık oluşturan bitki öbeklerinin arasında yaşamakta ve doğrudan rüzgara maruz kalmaktadır. *Campanula* ise genellikle kayaların diplerinde rüzgarın



etkisinin daha az olduğu kuytu yerlerde bulunmaktadır. Açık alanda esen rüzgar genellikle tek yönlü hareket eder ve bir yere çarpmadıkça hızı çok fazla kesilmez. Fakat herhangi bir düz zemine çarpan rüzgar, çarptığı anda birçok yöne hareketini devam ettirir ve çarpmanın etkisiyle rüzgarın şiddeti azalır. *Jasione*'de polen tutucu stilus tüylerinin ucundaki kancaların tek yöne kıvrık olmasının, aşırı rüzgara maruz kalan alanlarda polenlerin daha uzun süre tutulmasını sağlamak amacıyla gelişmiş evrimsel bir mekanizma olduğu düşünülmektedir. *Campanula*'da ise rüzgar şiddeti nispeten az olduğu için stilustaki tüylerin kısa ve ani bir şekilde dağılan rüzgara maruz kalması nedeniyle de düzensiz olduğu düşünülmektedir.

Stilus tüylerinin morfolojik şekillerindeki farklılıkların yanı sıra bu tüylerin işlevleri de oldukça dikkat çekicidir. Nyman (1993), *Campanula*'da stilus üzerindeki tüylerin polen toplama görevinin yanı sıra stilus olgunlaşmasını kontrol eden bir mekanizma olarak hizmet ederek, çapraz-tozlaşmayı teşvik ettiğini bildirmektedir. Bu mekanizmada, tozlaştırıcıların stilus ile teması, tüylerin ve polen tanelerinin dökülmesine sebep olmakta ve bu olay allogami oranını negatif olarak etkilemektedir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada stilus tüylerinin tozlaşma üzerine etkileri detaylı olarak belirlenememiştir. Stilus tüyleri üzerindeki tozlaştırıcı etkisinin tanımlanması, ileride yapılacak olan çalışmalarda, tozlaşma mekanizmalarının anlaşılması için katkı sağlayacaktır.

Her iki türde de stigma canlılığı tespiti için yapılan denemelerde stigmanın sunum halindeyken canlı olmayıp, sunum bitiminden sonra canlanmaya başlaması, ikincil polen sunumu için özelleşmiş bir mekanizma oluşunun ve yabancı tozlaşmayı teşvik ettirdiğinin bir kanıtıdır. Yine her iki bitkide, stilus boyu ile stigma canlılığı arasındaki ilişkiyi anlamak için yapılan ölçümlerde benzer boydaki stigmaların canlı veya cansız olması durumu, iki olayın arasında belirgin bir bağın olmadığını ortaya koymuştur. *Campanula*'da arazide yaptığımız zamana bağlı polen canlılığı testinde, çiçek tomurcuğundaki polenlerin canlılığının, sunum sırasındaki canlılıktan daha düşük olduğu ve mevcut canlılıklarının hızla düştüğü bulunmuştur. Bu olayın, polenlerin tomurcukta iken koruyucu eksin tabakasını tam oluşturamadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca sunum halindeki çiçeklerde polen canlılığının uzun süre korunması, polenlerin de ikincil polen sunumu mekanizmasına adapte olduğunun çarpıcı bir örneğidir. *Jasione*'de arazide yapılan zamana bağlı polen canlılığı testinde ise tomurcuk halindeki çiçeklerden alınan polenlerin ve ikincil polen sunumu formundaki çiçeklerden

alınan polenlerin canlılıkları az çok aynıdır. Fakat tomurcuktaki polenlerin canlılığı, sunum sırasındakilere göre *Campanula*'da olduğu gibi daha hızlı düşmektedir.

Teorik olarak stamenlerden çıkan polenin tamamının stigmaya ulaşması beklenmektedir. Fakat çalışmamızda *C. teucroides*'in bir bireyinin yaydığı polenlerinin ancak % 1,33'ü, *J. supina* subsp. *tmolea*'da ise ancak %1,21'inin stigmaya ulaşabildiği hesaplanmıştır. Whelan ve arkadaşları (2009), yaptıkları bir çalışmada da benzer bir sonuca ulaşıp, anterlerden çıkan polenin %5'den küçük bir bölümünün stigmada kalabildiğini belirtmişlerdir. Polen taşınımı sırasındaki kayıpların, temel olarak çiçeksel mekanizmalar ve iklimsel faktörlerden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Situlusta tüyler tarafından tutulan polenler, zaman ve çevre şartlarına bağlı olarak dökülmekte, bu yüzden de stigmaya ulaşamamaktadırlar. Ayrıca yüksek dağ ikliminin bir getirisi olarak çiçekli dönemde Kuzey-Batı 29° yönünde ve % 42 frekansta esen rüzar, polenlerin stilus üzerinden ayrılmasına neden olabilir. Bu iki sebep dışında, polen predatörlerinin etkisi (Chittka and Thomson, 2001), tozlaştırıcı tipinden kaynaklı polen taşınımı sırasında polenlerin dökülmesi de (Conner et al., 2009), kaybın en önemli nedenleri arasında olabileceği düşünülmektedir.

Arazide yapılan böcek gözlemlerinde bitkilere gelen böceklerin niteliğinin ve sayısının zamana, bitkilerin bulunduğu konuma, çiçeklerin şekline ve nektarın bulunduğu konuma göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Gün içinde yapılan gözlemlerde *Campanula*'da böcek aktivitesinin 10:30 – 14:30 saatleri arasında *Jasione*'de ise 10:30 – 15:00 saatleri arasında aktif olduğu bulunmuştur. Gözlem yapılan saatlerde hava sıcaklığının 14:30'dan sonra yavaş yavaş düştüğü ve güneşin batıya geçerek gözlem yapılan bölgeyi dağın gölgesinde bıraktığı gözlemlenmiştir. Bitkinin bulunduğu konuma göre güneş alan çiçeklerin, beklenen bir şekilde, tozlaştırıcı aktivitesinin gölgede kalan çiçeklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan gözlemler boyunca *Jasione* çiçeklerinde Lepidoptera ordosuna ait 6 farklı böcek tespit edilirken *Campanula*'da hiç gözlemlenmemesinin ve *Jasione*'ye yapılan böcek ziyaretlerinin *Campanula*'ya yapılandıktan daha fazla olma nedeninin bitkilerin bulunduğu konumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Genellikle gölge alan yerlerde bulunan *Campanula*'ya, soğuğa karşı daha dirençli olan Diptera, Hymenoptera ve Coleoptera üyeleri gelirken, soğuğa direnci az olan Lepidoptera üyelerinin *Campanula* yerine güneşli bölgelerde bulunan *Jasione*'yi tercih

etmeleri beklenen bir sonuçtur. Çiçek şekli tozlaştırıcıların sayısını ve niteliğini değiştirmektedir. Örneğin; *Campanula*'nın kampanulat korollası içerisinde bazı böcekler çevre koşullarının etkisinden korunabilmek amacıyla dinlenmekte fakat *Jasione*'nin rotat olan korollasını güvensiz olduğu için tercih etmemektedirler. Bitkilerin nektaryumları Fahn'ın (1979) terminolojisinde belirtildiği gibi, ovaryumun üst dokusunda yer almaktadır. Bu nektaryum dokusunun, her iki bitkide de filamentlerin dip kısımlarının oluşturduğu bir taç ile kısmen saklanması, nektarın güneş etkisiyle bir an önce buharlaşmasının engellenerek yavaş yavaş saçılmasını sağladığını düşündürmektedir. Diğer taraftan, nektarın yavaş yavaş saçılması, nektar kokusuna hassas olan Hymenoptera'lara, Lepidoptera'lara ve Diptera ordosundan Syrphidae familyasına ait taksonların çiçekleri ziyaret periyodunun, uzatılması için sağlanmış bir mekanizma olabileceği düşündürmektedir.

Çiçek özelliklerinin böcekler üzerindeki etkisi, araştırmaların birçoğunda vurgulanmıştır (Yeo, 1993; Inoue et al., 1995; Dafni, 2007; Brunet, 2009; Vazquez et al, 2009). Çalışma alanında *C. teucroides* üzerinde iki yaygın ve etkili tozlaştırıcı gözlemlenmiştir. Bunlar, *Halictus sp.* (34 ziyaret/24 sn) ve *Chelostoma campanularum* (138 ziyaret/24 sn)'dur. *Campanula punctata*, *C. microdonta* (K. Inoue et al. 1995) ve *C. persica* (Jason, 1983) üzerinde görülen tozlaştırıcıların'da Megachilidae ve Halictidae'ye ait oluşu, bu taksonlarla *Campanula*'nın birlikte evrimleştiği düşüncesini oluşturmaktadır. Gözlemlendiğimiz böceklerin her ikisinde küçüktür, bu türler çan şekilli çiçekleri tozlaştırmak için iyi adapte olmuşlardır. Ayrıca çalışma alanında yaygın olarak bulunmakta ve hareketleri polen sunucuya ve stigmalara temas edecek şekilde olmaktadır. Diğer iki türe göre daha az etkili tozlaştırıcı *Apis mellifera*'dır (23 ziyaret / 5 saniye). Bu tozlaştırıcıların bitkiyi ziyaret etmesindeki temel neden ise oldukça yüksek konsantrasyondaki nektardır. Etkili tozlaştırıcılara ek olarak, bu çalışma ile *Campanula* üzerinde, Coleoptera'dan, *Calathus sp.*, *Pediacus sp.* ve *Amercedes sp.*, Diptera'dan, *Mythicomyiidae*, *Anthomyiidae* ve *Sphaerophoria sp.*, Hymenoptera'dan, *Formicidae* ilk kez rapor edilmiştir. *Jasione* üzerinde ise 4 yaygın ve etkili tozlaştırıcı gözlemlenmiştir. Bunlar, *Apis mellifera* (926 ziyaret/5 sn), *Chelostoma campanularum* (314 ziyaret/20,4 sn) *Halictus sp.* (322 ziyaret/15,6 sn) ve *Eristalis tenax* (59 ziyaret / 10 sn)'dır. Bu tozlaştırıcılardan *Apis mellifera* polenleri abdomen bölgesi ve ayaklarındaki tüyler ile (özellikle skopa bölgesi ile) tutmakta ve taşıdığı polenleri etkin bir şekilde stigmalara temas ettirerek tozlaşmayı gerçekleştirmektedir. Ayrıca *Chelostoma campanularum* ve *Halictus sp.*'nin de

*Jasione*'nin tozlaşmasında etkin bir rol alması, bu türlerin sadece *Campanula* türleri ile değil, diğer Campanulaceae üyeleriyle de ilişkili olabileceği düşüncesini akıllara getirmektedir. *Jasione*'de belirlenen etkin tozlaştırıcılara ek olarak bu çalışma ile Çizelge 3.5'de belirtilen böcekler ilk kez rapor edilmiştir.

Zapata ve Arroyo (1978)'nin formülüne göre, kendine-uyumsuzluk oranı (ISI), *C. teucroides*'de, 0,73 (kısmen kendine-uyumsuz) olarak belirlenmiştir. Bitkinin yüksek oranda kendine uyumlu olmasının yüksek dağ koşullarında neslin devamını sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir adaptasyon olduğu düşünülmektedir. *J. supina* subsp. *tmolea*'da çiçek yerine çiçek durumu kapatıldığından ISI formülü uygulanamamıştır. Bunun yanı sıra kendine ve çapraz tozlaşma denemelerinde, açıkta bırakılan grup ile kapatılan grup'ta oluşturulan ovül miktarı arasındaki fark, allogaminin etkisini göstermektedir. Buna göre *C. teucroides*'te % 26,96'lık *J. supina* subsp. *tmolea*'da ise % 68,57'lik allogami etkisi bulunmaktadır. Her iki bitkide de allogami ajanı böceklerdir. Bu böceklerden ziyaret sayısı en çok olanlar bitkinin etkin tozlaştırıcılarıdır ve bu tozlaştırıcılar nektar almak için bitkileri ziyaret etmektedirler. Bitkilerin çiçeklerinde üretilen nektar oranı ise tür içerisinde, çiçeğin yaşı, bitkideki ya da çiçek durumundaki konumu, çevresel parametreler (sıcaklık ve nisbi nem), tozlaştırıcı tipi ve vücut büyüklüğüyle ilişkili olarak değişiklik göstermektedir (Opler, 1983; Pacini and Nepi, 2007). *C. teucroides*'de yaptığımız nektar ölçümleri sonucu %36,09  $\pm$ 9,67'lik şeker konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu konsantrasyon, birçok taksona oranla yüksek düzeydedir (Nepi et al., 2009). Olukça yüksek olan bu şeker konsantrasyonu, etkin tozlaştırıcıların tamamının, nektar toplayıcı böcekler olma nedeninin açık bir göstergesidir. Bunun yanı sıra, bitkideki yüksek konsantrasyondaki şeker ve etkin tozlaştırıcıların, nektar ile beslenen böcekler olması, bitki ile böcek arasındaki evrimsel bir bağın olduğunu göstermektedir. Ayrıca *C. teucroides*'de gözlemlenen etkin tozlaştırıcıların *J. supina* subsp. *tmolea*'da da oluşu, bu bitkide de nektar konsantrasyonunun yüksek olabileceğini düşündürmektedir. Baz (2002), Apollo kelebeklerinin, arazide çiçekli olan birçok bitki taksonundan, 4 tane taksonu tercih etmesinin kelebeğin nektar diyetinin çok seçici olmasından kaynaklandığını belirtmektedir. Buna benzer bir ilişkinin *C. teucroides* ve *J. supina* subsp. *tmolea* üzerinde gözlemlenen bazı etkin tozlaştırıcılar arasında da olabileceği düşünülmektedir.

Gerek allogami gerekse otopolinyasyon ile bitkinin stigmalarına gelen polenlerin birçoğu stigma üzerinde çimlenememektedir. *C. teucroides*'de bir bireyde

stigmaya ulaşan polenlerden ancak % 5,26, *J. supina* subsp. *tmolea*'da ise %11,46 kadarı çimlenip ovüllere ulaşabilmektedir. Döllenmedeki başarısızlıklarının en önemli nedenlerinden birisinin düşük polen canlılığı olduğu kanısındayız. *C. teucroides* anterleri ilk açıldığında polenlerin canlılık oranı %80, *J. supina* subsp. *tmolea*'da ise %95 olarak bulunmuştur. Bu oranın ise zamana ve çevre şartlarına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Dafni (2007) canlı polenlerde, polen taneleri ile stigma arasındaki negatif genetik etkileşim, stigma üzerinde çok fazla polenin birikmesiyle birçok polenin yeteri kadar su alıp aktive olamaması, tüp oluşturan polenlerden bazılarının çeşitli nedenlerle stilus engelini aşamaması, stigma üzerinde yabancı bitki polenlerinden kaynaklı stigmanın yüzeyine tutunma sorunu gibi birçok nedenle polenlerin ovüllere ulaşmada başarısız olduğunu belirtmiştir. Dafni'nin bu nedenlerine ek olarak, yaptığımız çalışmada, polenlerin, farklı şeker konsantrasyonlarında çimlenme oranındaki değişiklik, stigma üzerinde çimlenme için bunun önemli bir faktör olduğunun göstergesidir.

Bitkilerin tozlaşma biyolojilerini anlamak, üreme başarısı hakkında oldukça önemli bilgiler sağlamaktadır. Fakat bu bilgiler üreme biyolojisini tamamen anlamak adına tek başına yeterli değildir. *Linum arctoides*'de yapılan bir çalışmada bitkide heterostili ve tozlaştırıcı tipine bağlı olarak çok az tohumun oluştuğu fakat oluşan bu tohumların toprak yapısı ve aşırı rüzgardan dolayı çok azının başarılı olduğu belirtilmiştir (Seçmen vd., 2007). *Anthemis xylopoda*'da oluşturulan tohumların büyük bir çoğunluğunun böcekler tarafından yenildiği rapor edilmiştir (Seçmen vd., 2010), *Dianthus erinaceus*'ta da bitkinin bulunduğu farklı lokalitelerde sıcaklık farklılığı nedeniyle birey sayılarının ve morfolojilerinin değiştiği gözlemlenmiştir (Ersöz ve Seçmen, 2009). *Salvia smyrnaea*'da ise sağlıklı bir şekilde büyüyen bitkilerin aşırı otlatma baskısı nedeniyle neslinin devamının tehlikeye girdiği bildirilmiştir (Subaşı, 2010). Bu çalışmalar bize canlılığın üreme biyolojisini tam olarak anlamamız için, tozlaşma biyolojisinin yanı sıra döllenme sonrası zigot gelişimi, tohum gelişimi, tohum canlılığı, tohum çimlenmesi, fidelite, rekabet, adaptasyon, genetik gibi birçok konunun da araştırılması gerektiğini göstermektedir. Gelecekte bu yönde yapılacak çalışmalarda, yurdumuzun birçok endemik taksonunun dar yayılış nedenlerinin aydınlatılabileceği kanısındayız.

## KAYNAKLAR

- Barrett, S.C.H.**, 2002, The Evolution of plant sexual diversity, *Nature reviews, Genetics* 3, Department of Botany University of Toronto.
- Baz, A.**, 2002, Nectar plant sources for the threatened Apollo butterfly (*Parnassius apollo* L. 1758) in populations of central Spain, *Biological Conservation*, 103: 277-282.
- Brunet, J.**, 2009 Pollinators of the Rocky Mountain columbine: temporal variation, functional groups and associations with floral traits, *Annals of Botany*, 103: 1567-1578.
- Brussard, P.F.**, 1991, The role of ecology in biological conservation. *Ecological Application*, 1(1), 6-12.
- Callow, J.A., Soltis, D.E., Leebens, J.H. and Soltis P.S.**, 2006, Advances in Botanical Research incorporating advances in plant pathology Developmental genetics of the flowers 44, *Academic Press is an imprint of Elsevier*.
- Carlos, M.H.**, 2000, Flower-to-seedling consequences of different pollination regimes in an insect-pollinated shrub, *Ecology*, 81(1): 15-29 pp.
- Carolin, R.C.**, 1960, The structures involved in the presentation of pollen to visiting insects in the order Campanales [sic]. *Proc. Linn. Soc. New South Wales*, 85:197–207.
- Chittka, L. and Thomson, J.D.**, 2001, Cognitive Ecology of Pollination Animal Behaviour and Floral Evolution; *Cambridge University Press*.
- Conner, J.K., Sahli, H.F. and Karoly, K.**, 2009, Test of adaptation: function studies of pollen removal and estimates of natural selection on anther position in wild radish, *Annals of Botany*, 103: 1547-1566.
- Crawford, R.M.M.**, 2008, Plants at the Margin, *Cambridge University Press*.
- Dafni, A.**, 1992, Pollination Ecology: A Practical Approach. *Oxford University Press*, Oxford.
- Dafni, A.**, 2007, Manual of Pollination Ecology: Field Methods, (Text book) Laboratory of Pollination Ecology, Institute of Evolution University of Haifa.

### KAYNAKLAR (devam)

- Darwin, CR.**, 1862, The various contrivances by which orchids are fertilized by insects, *London: John Murray*.
- Darwin, CR.**, 1876, The effects of cross and self fertilization in the vegetable kingdom, *London: John Murray*.
- Darwin, CR.**, 1877, The different forms of flowers on plants of the same species. *London, John Murray*.
- Davis, P.H.**, 1978, Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 6, Edinburgh.
- Davis, P.H.**, 1988, Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 1-9 and 10 (Suppl.), Edinburgh.
- Doust, J.L. and Doust, L.L.**, 1988, Plant Reproductive Ecology Patterns and Strategies, *Oxford University Press, New York-U.S.A.*
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N.**, 2000, Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- Erbar, C. and Leins, P.**, 1989, On the early floral development and the mechanisms of secondary pollen presentation in *Campanula*, *Jasione* and *Lobelia*. *Botanische Jahrbücher für Systematik*, 111: 29–55.
- Erbar, C. and Leins, P.**, 1996, Distribution of the character states “early sympetaly” and “late sympetaly” within the “Sympetalae Tetracyclidae” and presumably allied groups. *Botanica Acta*, 109: 427–440.
- Ersöz, M.**, 2006, *Dianthus erinaceus* Boiss. var. *erinaceus*'un biyosistematiği ve ekolojisi üzerine araştırmalar, (Yüksek lisans tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Ersöz, M. and Seçmen, Ö.**, 2009, Some of ecological features and relations with reproductive success in the populations of *Dianthus erinaceus* var. *erinaceus* endemic to Turkey, *Biological Diversity and Conservation*, 2/3: 65-74.
- Fahn, A.**, 1979, Secretory tissues in plants. Academic Press London.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Gücel, S.**, 2005, *Minuartia nifensis* McNeill ve *Asperula daphneola* O.Schwarz'ın Populasyon Biyolojisi, Ex-Situ Koruma Yöntemleri/Uygulamaları en İn-situ Koruma Stratejileri, (Doktora tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Gücel, S. and Seçmen, Ö.**, 2008, Reproductive biology of subalpin endemic *Minuartia nifensis* Mc Neill (Caryophyllaceae) from West Anatolia, Turkey, *Biological Diversity and Conservation*, 1/1 66-74.
- Gücel, S. and Seçmen, Ö.**, 2009, Conservation biology of *Asperula daphneola* (Rubiaceae) in Western Turkey, *Turkish Journal of Botany*, 33 (2009) :257-262.
- Harder, L.D. and Barret, S.C.H.**, 2006, Ecology and Evolution of Flowers, *Oxford University Press*, New York-U.S.A.
- Hesse, M., Heidemarie H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A. and Ulrich, S.**, 2009, Pollen Terminology an illustrated handbook, *Springer*, Verlag/Wien Austria.
- Ingrouille, M.J. and Eddie, B.**, 2006, Plants Diversity and Evolution, *Cambridge University Press*.
- Inouue, K., Maki, M. and Masuda, M.**, 1995 Different responses of pollinating bees to size variation and sexual phases in flowers of *Campanula*, *Ecological Research*, 10: 267-273.
- Inouue, K., Maki, M. and Masuda, M.**, 1996, Evolution of *Campanula* flowers in relation to insect pollinators on islands. In: Lloyd D. G., Barrett S. C. H. (eds.) *Floral Biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants*. Chapman and Hall, New York, 377-400 pp.
- Janson, L.A.**, 1983 Pollination studies of *Campanula persicifolia* (Campanulaceae) in Sweden, *Grana*, 22: 153-165.
- Kakutani, T., Inoue, T. and Kato, M.**, 1989, Nectar secretion pattern of the dish-shaped flower, *Cayratia japonica* (Vitaceae), and nectar utilization pattern by insect visitors, *Researches on Population Ecology*, 31, 381 400.



### KAYNAKLAR (devam)

- Kakutani, T.**, 1993, Nectar secretion patterns of flowers and nectar utilization patterns by insect visitors. In: Inoue T, Kato M (eds) Co-evolution of flower and pollinator (in Japanese). Heibonsha, Tokyo, 79-102 pp.
- Koçman, A.**, 1989, Uygulamalı Fiziki Coğrafya Çalışmaları ve İzmir- Bozdağlar Yöresi Üzerinde Araştırmalar, No: 49, *Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları*, İzmir, (1989). 184 S.
- Koçman, A.**, 1993, İnsan Faaliyetleri ve Çevre Üzerine Etkileri Açısından Ege Ovalarının İklimi, *Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları: 73*
- Kubitzki, K.**, 2007, The Families and Genera of Vascular Plants, VIII Flowering plants Eudicots Asterales, ISBN-10 3-504-31050-9 *Springer*, Berlin Heidelberg New York.
- Leins, P. and Erbar, C.**, 1990, On the mechanisms of secondary pollen presentation in the Campanulales-Asterales complex. *Botanica Acta*, 103: 87-92.
- Michael, B., Colin, R.T. and John, L.H.**, 2006, Ecology from individuals to Ecosystems, *Blackwell Publishing Ltd*.
- Mitchell, R.J., Irwin, R.E., Flanagan, R.J. and Karron, J.D.**, 2009, Ecology and evolution of plant-pollinator interactions, *Annals of Botany*, 1355-1363.
- Nepi, M., Aderkas, P., Wagner, R., Mugnaini, S., Coulter, A. and Pacini, E.**, 2009, Nectar and Pollination drops: How different are they?, *Annals of Botany*, 104: 205-219.
- Nyman, Y.**, 1993, The pollen-collecting hairs of *Campanula* (Campanulaceae). II. Function and adaptive significance in relation to pollination, *American Journal of Botany*, 80: 1437-1443.
- Opler, P.A.**, 1983, Nectar production in tropical ecosystem. In Bentley B, Elias T. eds. The biology of nectaries. New York, NY, *Columbia University Press*, 30-79.
- Özhatay, N., Byfield, A. and Atay, S.**, 2003, Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları, WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Pacini, E. and Nepi, M.**, 2007, Nectar production and presentation. In: Nicolson S., Nepi M., Pacini E., eds. Nectaries and Nectar. Dordrecht: *Springer*, 167-214.
- Pacini, E. and Hesse, M.**, 2005, Pollenkitt – its composition, forms and functions, *Flora*, 200: 399–415.
- Resh, V.H. and Cardé, R.T.**, 2009, Encyclopedia of Insects, (Second edition) *Acedemic Press is an imprint of Elsevier*.
- Sanchez, A.M., Bosch, M., Bots, M., Nieuwland, J., Feron, R. and Mariani, C.**, 2004, Pistil Factors Controlling Pollination, *The Plant Cell*, 16, S98-S106.
- Sarı, D.**, 2010, *Erodium somanum* H. Peşmen'un autekolojisi ve koruma biyolojisi, (Doktora Tezi), Celal Bayar Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Manisa.
- Seçmen, Ö.**, 1972, Türkiye'de *Ceratonia siliqua* L.'nin Dağılışı, Ekolojisi ve taksonomik Özellikleri İle İlgili Bir İnceleme, (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Fak., Genel Botanik Kürsüsü.
- Seçmen, Ö., Güvensen, A. ve Çetin, E.**, 2004, Mahmut Dağındaki (Kemalpaşa-İzmir) *Anthemis xylopoda* O. Schwarz Populasyonunun Koruma Çalışmaları. XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi, Adana, 21-25 Haziran 2004.
- Seçmen, Ö., Güvensen, A., Şenol, S. ve Gücel, S.**, 2006, Dar yayıllı endemik *Linum aretioides* Boiss.'in yaşam yeri özellikleri ve yayılışı. XVIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran, Kuşadası-Aydın, 2006.
- Seçmen, Ö., Güvensen, A., Şenol, S.G. ve Gücel, S.**, 2007, *Linum aretioides* Boiss.' in Koruma Biyolojisi, *TÜBİTAK*, 104T340 no'lu proje raporu.
- Seçmen, Ö., Güven, A., Güvensen, A. ve Şenol, S.G.**, 2010, *Anthemis xylopoda* (L.) Schwarz' ın Populasyon Çalışmaları, *Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma*, 07 BBH 001 no'lu proje raporu.
- Seçmen, Ö., Güvensen, A., Şenol, S.G. and Gücel, S.**, 2010, Pollination behaviour of *Linum aretioides* Boiss. (Linaceae) and its relations with air temperature and humidity, *Turkish Journal of Botany*, 34 (2010):355-365.
- Shetler, S.G.**, 1979, Pollen-collecting hairs of *Campanula* (Campanulaceae). I. Historical review, *Taxon*, 28: 205–215.

### KAYNAKLAR (devam)

- Simpson, M.G.**, 2006, Plant Systematics, *Elsevier Academic Press*.
- Subaşı, Ü.**, 2010, *Salvia smyrnaea* Boiss. üzerine otoekolojik incelemeler, (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Şenol, S.G., Seçmen, Ö., Güvensen, A. ve Gücel, S.**, 2008, Tehlikede Olan *Linum aretioides* Boiss'in Tozlaşması. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran, Trabzon.
- Şenol, S.G., Seçmen, Ö., Güvensen, A. ve Eroğlu, V.**, 2009, İzmir-Ödemiş Bozdağ'a özgü endemik bitkilerin koruma biyolojisi *TÜBİTAK*, 108T851 no'lu proje.
- Vazquez, D.P., Blüthgen, N., Cagnolo, L. and Chacoff, N.P.**, 2009, Uniting pattern and process in plant-animal mutualistic networks: a review, *Annals of Botany*, 103:1445-1457.
- Whelan, R.J., Ayre, D.J. and Beynon F.M.** 2009, The birds and the bees: pollinator behaviour and variation in the mating system of the rare shrub *Grevillea macleayana*, *Annals of Botany*, 103: 1395-1401
- Wodehouse, R.P.**, 1965, Pollen Grains, *Hamer Press*. Newyork, 249 P.
- Yeo, P.F.**, 1993, Secondary Polen Presentation Form, function and evolution, *Plant Systematics and Evolution Supplementum 6*.
- Yıldırım, H.**, 2010, *Chionodoxa* Boiss. (Liliaceae) cinsinin revizyonu, ekolojisi ve üremesi, (Doktora tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Zapata, T.R. and Arroyo, M.T.K.**, 1978 Plant reproductive ecology of a Secondary Deciduous Tropical Forest in Venezuela, *Biotropica*, 10(03) 221-230.

## ÖZGEÇMİŞ

15 Şubat 1985 yılında, Kayseri’de doğdu. İlköğretimini Mehmet Ali Bakkaloğlu İlkokulu’nda, ortaöğretimini Sabahat Hıfzı Gözübüyük Ortaokulu’nda, liseyi Fevzi Çakmak Lisesi’nde tamamladı. 2003 yılında Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümünü kazandı. Dört yıllık lisans eğitiminden sonra, 2008 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Botanik Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı.