

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

***JASIONE SUPINA* ALT TÜRLERİNİN TOZLAŞMA BİYOLOJİSİ**

Volkan EROĞLU

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Serdar Gökhan ŞENOL

Biyoloji Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 401.03.00

Sunuş Tarihi : 22.08.2016

Bornova-İZMİR

2016

Volkan EROĞLU tarafından Doktora tezi olarak sunulan “*Jasione supina* Alt Türlerinin Tozlaşma Biyolojisi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 22.08.2016 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı :
Raportör Üye :
Üye :
Üye :
Üye :

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “*Jasione supina* Alt Türlerinin Tozlaşma Biyolojisi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22 / 08 / 2016

İmzası

Adı-Soyadı

ÖZET**JASIONE SUPINA ALT TÜRLERİNİN TOZLAŞMA BİYOLOJİSİ**

EROĞLU, Volkan

Doktora Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serdar Gökhan ŞENOL

Ağustos 2016, 115 sayfa

Bu tezde *Jasione supina* Sieber alt türlerinin tozlaşma biyolojisi çalışılmıştır. Çiçekleri hermafrodit, protandrik ve stilus üzerindeki polen toplayan tüyler ile ikincil polen sunumu yapmaktadır. İkincil polen sunum mekanizmasında alttürler arasında zamansal farklılıklar ortaya konmuştur. Alttürlerin ürettiği polen, ovül sayıları ile stigma aktivitesi ve polen canlılıkları karşılaştırılmıştır. Arazide gerçekleştirilen tozlaştırıcı gözlemlerinde, tozlaştırıcılar, davranışları, ziyaret saatleri, sıcaklık ve rüzgar hızı istekleri tespit edilmiştir. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde 6 farklı familyaya ait 10 tür, subsp. *akmanii*'de 7 farklı familyaya ait 9 tür, subsp. *pontica*'da 9 farklı familyaya ait 16 tür tozlayıcı böcek olarak belirlenmiştir. Üreme sistemi bakımından en avantajlı sistemin çoktan aza doğru subsp. *supina*, subsp. *akmanii*, subsp. *pontica* olduğu bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: *Jasione*, tozlaşma, ikincil polen sunumu

ABSTRACT
POLLINATION BIOLOGY OF *JASIONE SUPINA* SUBSPECIES

EROĞLU, Volkan

PhD in Biology.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar Gökhan ŞENOL

August 2016, 115 pages

In this thesis, pollination biology of *Jasione supina* Sieber subspecies have been studied. Its flowers are hermaphroditic, protandrous and exhibit secondary pollen presentation with pollen collecting hairs on the style. Temporally differences among the species was determined in the secondary pollen presentation mechanism. Stigma activities and pollen viabilities, pollen grains and ovules produced by subspecies, were compared. In the observations of pollinator realized in the field, pollinators, their behaviors, visiting hours, temperature and wind speed wishes are determined. 10 species belong to 6 family on subsp. *supina*, 9 species belong to 7 family on subsp. *akmanii*, 16 species belong to 6 family on subsp. *pontica* have been discovered as pollinator insect. The most advantageous reproductive system, gradually, were found as subsp. *supina* subsp. *akmanii* and subsp. *pontica*.

Keywords: *Jasione*, pollination, secondary pollen presentation

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın başlangıcından bu yana hep yanımda olan ve desteğini esirgemeyen doktorada ilk danışmanlığımı yapmış olan saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Özcan SEÇMEN'e, lisans, yüksek lisans ve doktora öğretimim boyunca bana hem bilgi hem çalışma disiplini öğreten ayrıca birçok konuda bana ağabeylik yapmış olan ve çalışmam boyunca her konuda elinden gelen yardımı gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Serdar Gökhan ŞENOL'a, tez izleme komitemde yer alan ve değerli görüşlerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Emin UĞURLU ve Sayın Doç. Dr. Hasan YILDIRIM'a, gerek arazi çalışmalarında gerekse laboratuvar çalışmalarında desteğini esirgemeyen dostlarım ve çalışma arkadaşlarım Sayın Buğra BAHÇECİ'ye, Sayın İlhan İlkey ÇULPAN'a, Sayın Özgür ERİZ'e, hem arazi çalışmamda hem de hayatım boyunca bana sonsuz desteğini veren babam Sayın Celal EROĞLU'na, her zaman desteklerini hissettiğim aileme ve Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi Herbaryum Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarına en içten ve samimi duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	VII
ABSTRACT	IX
TEŞEKKÜR	XI
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
2.1. Materyal.....	8
2.1.1. Bitkilerin Tanımı	8
2.1.2. Genel Dağılım Alanları.....	10
2.2. Yöntem	12
2.2.1. Arazi Çalışmaları	12
2.2.2. Stilus Ölçümleri	12
2.2.3. Çiçeklerin Yapısı ve Açılma Mekanizması Gözlemleri	13
2.2.4. Çiçek Sayılarının Belirlenmesi	13
2.2.5. Anterdeki Polen Miktarının Belirlenmesi	13
2.2.6. Canlılık Testleri	14
2.2.7. Döllenenmiş Ovül Sayımları	14
2.2.8. İkincil Polen Sunumuna Tozlayıcı Etkisi	15
2.2.9. Tozlaştırıcı Gözlemleri	15
3. BULGULAR.....	17
3.1. Stilus Ölçümleri	17
3.2. Çiçek Yapısı	17
3.3. Çiçek Fonksiyonu	18
3.4. Korimboz ve Çiçek Sayımları	19
3.5. Anterde Üretilen Polen Miktarı	20
3.6. Polen Canlılığı ve Stigma Aktifliği	21
3.7. Ovül Sayıları.....	21
3.8. İkincil Polen Sunumuna Tozlayıcı Etkisi	22

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.9. Tozlaştırıcı Gözlemleri	24
3.9.1. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>supina</i>	24
3.9.2. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>akmanii</i>	47
3.9.3. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>pontica</i>	64
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	94
KAYNAKLAR DİZİNİ	107
ÖZGEÇMİŞ	115

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1. <i>Jasione supina</i> alttürleri.....	9
2. <i>Jasione supina</i> alttürlerinin ayırt edici morfolojik özellikleri	10
3. <i>Jasione supina</i> alttürlerinin genel dağılım alanları.....	12
4: Stilus ölçümlerinin yapıldığı kısımlar.....	13
5. <i>Jasione supina</i> alt türlerinin safhalara göre stilus boyları	17
6. <i>Jasione supina</i> stilustaki polen toplayıcı tüyler	18
7. <i>Jasione supina</i> ikincil polen sunumu.....	19
8. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde bir bireydeki ortalama korimboz sayısı.....	19
9. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde bir korimbozdaki ortalama çiçek sayısı.....	20
10. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde bir anterde üretilen polen miktarları.....	20
11. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde toplam, döllenmiş ve döllenmeyen ovül sayıları	22
12. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>supina</i> ikincil polen sunumuna tozlayıcı etkisi.....	22
13. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>akmanii</i> ikincil polen sunumuna tozlayıcı etkisi	23
14. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>pontica</i> ikincil polen sunumuna tozlayıcı etkisi	24
15. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>supina</i> tozlayıcıları.....	24
16. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde saptanan 10 taksonun ordolara göre ziyaret sayısı.....	25
17. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar toplayan <i>Apis mellifera</i>	26
18. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Apis mellifera</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)	26
19. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Apis mellifera</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)	26
20. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Apis mellifera</i> 'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)	27
21. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Apis mellifera</i> 'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)	27
22. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar toplayan <i>Megachile (Eutricharaea)</i> <i>pilidens</i>	28
23. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Megachile (Eutricharaea) pilidens</i> 'in sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	28
24. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Megachile (Eutricharaea) pilidens</i> 'in rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)	29
25. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Chelostoma</i> <i>rapunculi</i>	30
26. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Chelostoma rapunculi</i> 'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	30
27. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Chelostoma rapunculi</i> 'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015).....	30
28. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Chelostoma rapunculi</i> 'nin rüzgar hızı- ziyaret grafiği (24.07.2015).....	31

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
29. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Chelostoma rapunculii</i> 'nin rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)	31
30. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde polen toplayan <i>Sphaerophoria scripta</i>	32
31. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)	32
32. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)	33
33. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)	33
34. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)	34
35. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Eristalis tenax</i>	35
36. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	35
37. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015).....	35
38. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	36
39. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015).....	36
40. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar toplayan <i>Rhamphomyia anomalina</i>	37
41. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)	37
42. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)	38
43. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)	38
44. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)	38
45. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar toplayan <i>Bombylius venosus</i>	39
46. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Bombylius venosus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	39
47. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Bombylius venosus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015).....	40
48. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Bombylius venosus</i> 'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	40
49. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Bombylius venosus</i> 'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015).....	41
50. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar toplayan <i>Pleibeius pylaon</i>	42
51. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pleibeius pylaon</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
52. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pleibeius pylaon</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)	42
53. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pleibeius pylaon</i> 'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015).....	43
54. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pleibeius pylaon</i> 'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015).....	43
55. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde gözlemlenen nektar toplayıcı <i>Pleibeius idas</i>	44
56. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pleibeius idas</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)	44
57. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pleibeius idas</i> 'ın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)	45
58. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde nektar toplayan <i>Pieris rapae</i>	46
59. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pieris rapae</i> 'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)	46
60. <i>J. supina</i> subsp. <i>supina</i> üzerinde <i>Pieris rapae</i> 'nin rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)	46
61. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>akmanii</i> tozlayıcıları	47
62. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde saptanan 9 taksonun ordolara göre ziyaret sayısı.....	47
63. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar toplayan <i>Apis mellifera</i>	48
64. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Apis mellifera</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)	48
65. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Apis mellifera</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)	49
66. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>	49
67. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)	50
68. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	50
69. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)	51
70. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)	51
71. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Dasysyrphus albostriatus</i>	52
72. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostriatus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015).....	52
73. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostriatus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	53

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
74. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostratus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)	53
75. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostratus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)	53
76. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Eristalis tenax</i>	54
77. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015).....	54
78. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	55
79. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)	55
80. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	55
81. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar ve polen toplayan Anthomyiidae üyesi.....	56
82. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015).....	56
83. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)	57
84. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar toplayan <i>Colias crocea</i>	58
85. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Colias crocea</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015).....	58
86. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Colias crocea</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015).....	58
87. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar toplayan <i>Plebeius idas</i>	59
88. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Plebeius idas</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015).....	59
89. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Plebeius idas</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	60
90. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Plebeius idas</i> 'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015).....	60
91. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Plebeius idas</i> 'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	60
92. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar toplayan <i>Coenonympha pamphilus</i>	61
93. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Coenonympha pamphilus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)	62
94. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Coenonympha pamphilus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)	62
95. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Coenonympha pamphilus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)	62

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
96. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Coenonympha pamphilus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	63
97. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde nektar toplayan <i>Macroglossum stellatarum</i>	63
98. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Macroglossum stellatarum</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015).....	64
99. <i>J. supina</i> subsp. <i>akmanii</i> üzerinde <i>Macroglossum stellatarum</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)	64
100. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>pontica</i> tozlayıcıları	65
101. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde saptanan 16 taksonun ordolara göre ziyaret sayısı	65
102. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>	66
103. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	66
104. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	67
105. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)	67
106. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i> 'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)	67
107. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Chrysura purpureifrons</i>	68
108. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Chrysura purpureifrons</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	68
109. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Chrysura purpureifrons</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	69
110. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Dolichovespula (Boreovespula) norvegica</i>	69
111. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Dolichovespula (Boreovespula) norvegica</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	70
112. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Dolichovespula (Boreovespula) norvegica</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	70
113. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Eristalis tenax</i>	71
114. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)	71
115. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)	71
116. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	72

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
117. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Eristalis tenax</i> 'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	72
118. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Sphaerophoria scripta</i>	73
119. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)	73
120. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)	73
121. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)	74
122. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Sphaerophoria scripta</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)	74
123. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Dasysyrphus albostratus</i>	75
124. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostratus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)	75
125. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostratus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)	75
126. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostratus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)	76
127. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Dasysyrphus albostratus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)	76
128. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Platycheirus albimanus</i>	77
129. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Platycheirus albimanus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)	77
130. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Platycheirus albimanus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)	77
131. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Platycheirus albimanus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)	78
132. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Platycheirus albimanus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)	78
133. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Merodon</i> sp....	79
134. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Merodon</i> sp.'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	79
135. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Merodon</i> sp.'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)	79
136. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Rhamphomyia anomalina</i>	80
137. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)	80

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
138. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	81
139. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)	81
140. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Rhamphomyia anomalina</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)	81
141. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Bombylius venosus</i>	82
142. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Bombylius venosus</i> 'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	82
143. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Bombylius venosus</i> 'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	83
144. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan Anthomyiidae üyesi.....	83
145. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	84
146. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	84
147. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	84
148. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	85
149. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar ve polen toplayan <i>Gonia bimaculata</i>	85
150. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Gonia bimaculata</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	86
151. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Gonia bimaculata</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	86
152. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Inachis io</i>	87
153. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Inachis io</i> 'nun sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)	87
154. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Inachis io</i> 'nun Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)	87
155. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Issoria lathonia</i>	88
156. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Issoria lathonia</i> 'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	88
157. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Issoria lathonia</i> 'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	89
158. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Aglais urticae</i>	89
159. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Aglais urticae</i> 'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)	90

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
160. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Aglais urticae</i> 'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	90
161. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Aglais urticae</i> 'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	90
162. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Aglais urticae</i> 'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	91
163. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde nektar toplayan <i>Vanessa cardui</i>	91
164. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Vanessa cardui</i> 'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	92
165. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Vanessa cardui</i> 'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	92
166. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Vanessa cardui</i> 'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015).....	92
167. <i>J. supina</i> subsp. <i>pontica</i> üzerinde <i>Vanessa cardui</i> 'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015).....	93
168. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde bir bitkide üretilen çiçek sayıları	96
169. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde polen canlılıkları	97
170. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde bir anterde üretilen polen miktarları	98
171. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde üretilen ovül sayısı ve dölleme başarısı	99
172. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde tozlayıcı ordolarına göre ziyaret sayıları	100
173. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde toplam tozlayıcı ziyaret oranları	100
174. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>supina</i> tozlayıcı ziyareti	102
175. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>akmanii</i> tozlayıcı ziyareti	103
176. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>pontica</i> tozlayıcı ziyareti	103
177. <i>Jasione supina</i> subsp. <i>tmolea</i> tozlayıcı ziyareti	104

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde polen canlılıkları ve stigma aktifliği	21
2. <i>Jasione supina</i> alt türlerinde bir bitkideki korimboz be bir korimbozdaki çiçek sayıları	96
3. Çalışılan alt türer üzerinde gözlemlenen türlerin davranışları	100
4. <i>Jasione supina</i> üreme başarısı	105

1.Giriş

Günümüz biyoçeşitliliğini anlamak için bitkilerin üreme sistemlerinin zaman içerisindeki değişimini kavramak büyük bir öneme sahiptir. Nasıl oldu da dünyamız bir zamanlar Gymnospermae (Açık Tohumlu) üyelerinin istilası altındayken Angiospermae (kapalı tohumlular) üyeleri daha ön plana çıktı? Bu ortaya çıkışla birlikte nasıl olduda en küçük böcekten en büyük bazı memelilere kadar çoğu çiçekler tarafından şekillendiler?

Angiospermler ortaya çıkmadan önce üreme sistemi sadece suya ve havaya bağlıydı. İlkel Gymnospermae'ler olarak bilinen Natris Gymnospermler ile suya bağımlılık polen tanelerine kadar indirgenmiştir. Polen taneleri ovüllerin üzerine rüzgarla taşındığında içerisindeki silli spermatozoidler polen içeriğindeki sıvı içerisinde yüzerek ovülü döller. Günümüzde bu gurubu temsil eden bitkiler Cycadales ordosuna ait türler ve *Gingko biloba* türüdür (Jin et al. 2012). *Pinus* spp., *Larix* spp., *Abies* spp. gibi vektris gymnospermler olarak bilinen grupla birlikte, döllenmede suya bağımlılık tamamen ortadan kalkmıştır. Çiçekli bitkilerin ilk ataları şu an tamamı fosil kayıtlar ile bilinen Bennetiales ordosuna aittir. 252 - 66 milyon yılları arasında Trias'tan Kretase'ye kadar süreçte yaşamışlardır (Rothwell and Stochey 2016). Bu grup, reseptakulum (çiçek tablası) tarafından kuşatılmış halkasal mikrosporangiyatlara sahip olduğundan, çiçekli bitkilerin atası olarak düşünülmektedir. Gerçek anlamda tam bir çiçek yapısının ortaya çıkması ise günümüzden 140 milyon yıl öncesinde olmuştur. Bu, dünya tarihindeki en önemli dönüm noktalarından bir tanesidir. 140 milyon yıl önce dünyamız, gymnospermlerin ve eğreltilerin istilası altındaydı ve günümüzdeki canlıların ancak %1'i kadar canlıya sahipti. Tek kıta (Pangea), kuzey güney yönünde iki parçaya ayrılmıştı. Bu dönem içerisinde ilk çiçekli bitkiler ortaya çıktı. Günümüzde çiçekli bitkilerin ilk atalarının çıktığı döneme ait, eski pangea ekosisteminin üyelerini barındıran yer Güney Pasifikteki Yeni Keledonya adasıdır. Bu adada ilk evrimleşen çiçekli bitkilerin en yakın akrabası ve kalıntı (relikt) bir tür olan *Amborella trichopoda* bulunmaktadır. Günümüzdeki tüm çiçekli bitkiler bu türün atalarından farklılaşmıştır. Herşeyin yeşil olduğu bir dünyada farklılaşarak beyaz petalli bir bitkinin görülmesi henüz arılar ortalıkta

olmadığından polen ile beslenen kın kanatlıları çiçeklerin üzerine çekmiştir (Endress and Doyle 2015). Bu olay bitkilere su ve hava gibi şans eseri olmayan bir üreme sistemi sağlamıştır.

Angiospermlerin (kapalı tohumlular) en çarpıcı özelliği sıradışı üreme çeşitliliğine sahip olmasıdır. Çiçekleri, boyut, renk, doku, şekil ve yapısal bakımdan oldukça fazla varyasyon gösterirler. Bu varyasyondan kaynaklı çeşitlilik angiospermlerin günümüzde karasal ekosistemlerin çoğunu işgal etmesini sağlamıştır. Türlerin bu farklılıkları kendi lehlerine kullanarak hayatta kalma stratejilerini ortaya koymak ekolojik ve evrimsel süreçlerini anlamamızı sağlamaktadır. Angiospermler içerisinde böceklerle tozlaşan gruplarda bu çeşitlilik daha yoğun bir şekilde gözlemlenmektedir. Son dönemlerde bu çeşitliliğin nedenlerini açıklayıcı çalışmalar giderek artmaktadır. Bu kapsamda, çiçekli bitkilerde üreme sistemi üzerine yapılan evrimsel biyoloji çalışmaları önemli bir yere sahiptir. Genel olarak bu kapsamda kendine dölleklik oranının evrimi, kendine uyumsuzluk, cinsiyetlerin ayrılmasının evrimi, cinsiyet kromozomları ve eşeyli üremenin korunması gibi konular ilgi çekmektedir. Fakat son yıllarda araştırmalar yukarıda belirtilen konuların yanı sıra, tozlayıcıların üreme sisteminin evrimi konusuna etkisi üzerine de yoğunlaşma göstermektedir (Devaux et al., 2014). Bunun nedeni şüphesiz ki Angiospermlerin üremesinin büyük bir çoğunluğunun (~%90) polen vektörü olarak hayvanları kullanmaya adapte olmasındandır. Üreme sisteminin üzerine yapılan bu evrimsel çalışmalar genellikle bitkinin sahip olduğu genetik yapıdan kaynaklı çiçek rengi, nektar içeriğindeki farklılıklar gibi avantaj sağlayıcı mekanizmaların çeşitliliği ile açıklanmaya çalışılmıştır. Charlesworth (2006) bu çalışmaların önemli olduğunu fakat üreme sisteminde evrim modellerinin genetik etkiyi vurgulamasına rağmen tozlayıcı bolluğu ya da bitki yoğunluğu gibi ekolojik olayların daha önemli bir yere sahip olduğunu belirtmiştir. Tozlayıcılarında dahil edildiği çalışmalar, tozlayıcıların karmaşıklığı ve çeşitliliği yüzünden bu konu hakkında genel teorilerin geliştirilmesinde zorluklar yaratmıştır. Bitki üreme sistemleri ve tozlaşma ekolojisi arasındaki belirtilen bu boşluk son on yıldan bu yana sadece hayvanlarla tozlaşan bitkiler üzerine yoğunlaşılmasına neden olmakla kalmamış (Harder & Barrett, 1996, 2006; Goodwillie et al., 2005; Mitchell et al., 2009; Eckert et al., 2010; Karron et al., 2012; Thomann et al., 2013) ayrıca rüzgarla

tozlaşan bitkiler üzerine de yoğunlaşılmasını sağlamıştır (Friedman & Barrett, 2009). Günümüzde bitki üreme sistemleri ve tozlaşma ekolojisi arasındaki genel desen ve süreç açığa çıkarılmıştır. Bu desenlerin bir tanesi polen limitlenmesi nedeniyle kendilenme oranı ve bunun uzun süreli evrimsel sonuçlarıdır (Wright et al., 2013). Örneğin, eskiden sadece tahminden öteye gidemeyen bu olgu artık arıların toplu ölümleri gibi tozlayıcı bolluğundaki düşüş ve tozlaşma hizmeti sağlayan diğer hayvanların dünya çapında kabul edilen düşüşü ile artık test edilebilir hale gelmiştir (Potts et al., 2010; Gonzalez-Varo et al., 2013).

Birçok bitki yaşamı boyunca milyonlarca polen tanesi ve binlerce ovül üretir. Fakat, bunlardan ortalama olarak sadece bir kaç tanesi sağlıklı bir popülasyonda gelecek nesli temsil eder. Açıkça; dinamik bir bitki popülasyon içinde kayda değer bir önem taşıyan polen taneleri ve ovüllerden birçoğu başarısız olur (Morgan et al. 2005). Bu başarısızlık; abiyotik etmenler, diğer türler, diğer polen taneleri ve çimlenemeyen tohumlarla artabilir. Değişken abiyotik ve biyotik çevreler, bitki üremesini yüksek derecede olasılıklı ve duruma bağlı kılar (Herrera 2002; Herrera 2004; Johnson et al. 2005). Bununla birlikte, tohum ve polenlerin maruz kaldıkları şartlardaki çeşitlilik, üreme adaptasyonu için birçok fırsat sağlar (Lloyd 1979, 1992; Harder and Wilson 1998; Harder 2000).

Polen taneleri ve ovüllerin çok farklı çevrelerdeki deneyimleri, birbirine benzemeyen birçok son ile sonuçlanır. Polen tanesi sporofit ebeveyninden bağımsızlığı süresince; hava koşulları, polen yiyen hayvanlar tarafından yenme, dağılım sırasındaki kazalar, eğer stigmaya ulaştıysa diğer polen taneleriyle ovüle ulaşma rekabeti ve pistil tarafından reddedilme gibi hayati olaylara maruz kalmaktadır. Buna karşın, Angiosperm ovülleri nispeten bir ovaryum ile korunmaktadır. Gelişen tohumlar dağılım öncesi tohum predatörleri tarafından saldırıya uğramamışsa, hayatta kalmaları esasen ovaryuma giren kalitatif ve kantitatif polene ve tohum üretimi için anasal kaynağın kullanımına bağlıdır. Polen ve ovüllerin karşılaştığı bu asimetrik değişkenler bitkilerdeki birçok eşeyssel seçim olayına (Skogsmyr and Lankinen 2002), eşey (seks) rolleri için kaynakların ayrılmasına (Charnov 1982; Lloyd 1984), çiçeğin evrimine ve çiçek durumu karakteristiklerine (Lloyd 1984; Bell 1985; Bell and Cresswell 1998) dikkati çeker.

Polenler ve ovülerin maruz kalacağı olasılıklar, ekolojik ve evrimsel önemine rağmen, nispeten az belirgin bütünleşik (integrated) analizlerle açıklanmıştır. Bu ihmal; tozlaşma çalışmalarında geleneksel ayrımları, tozlaşma öncesini ve üremede tohum gelişimi fazlarını kısmen ortaya koymuştur, bu yüzden; geç üreme evrelerine bağlı erken evreler genellikle görmezlikten gelinmektedir. Lloyd (1979,1992) polen ve ovül oranlarıyla ilgili açıklayıcı çalışmalarında kendileşme sağlayan üreme güvencesine sahip bir bitkide ne zaman ve nasıl çapraz tozlaşma, polen dağılımı ve dağılım mesafesinde fırsatçılık meydana geliyor konusunu aydınlatmıştır. Bu birleştirici bakış açısı; üreme sistemi modellerini (Schoen et al. 1996; Morgan et al. 1997; Harder and Wilson 1998) ve populasyon dinamikleri çalışmalarını gittikçe arttırmıştır (Morgan et al. 2005). Bununla beraber, bu çalışmalar ovülün maruz kalacağı değişkenleri, başka bir değişle döllenen döllendiğini görmezlikten gelmiştir. Lloyd'un kendileşme modeline alternatif tanımlaması, polenin maruz kaldığı olaylarda, bazı deneysel analizlere de imkan sağlamıştır (Eckert, 2000; Harder 2000; Goodwillie et al. 2005; Johnson et al. 2005). Buna rağmen, çalışmalarda büyük ölçüde bağımsız nispi polen oranı analizlerine karşın tohum üretimindeki kaynak sınırlanması (Casper and Neisenbaum, 1993; Ashman et al. 2004) veya polen tüpü rekabeti çalışmaları ya da tohum gelişimi -1980'ler ve 1990'lar boyunca seksüel seçilimle ilgili hareketlerde uygulanmıştır (Korbecka et al., 2002; Skogsmyr and Lankinen 2002).

Tozlayıcıların davranışlarını anlamak ve bu davranışların çiçekler üzerindeki etkilerini tespit etmek bitki popülasyonlarının gelecek yıllar içerisinde göstereceği genetiksel değişimin tespit edilmesi için önemli bir yere sahiptir. Örneğin, birçok kişi tarafından önemli bir tozlayıcı grup olarak bilinen arıların birçoğunun biyolojik hayat döngüsünde, pupadan erkek arıların dişi arılardan daha önce çıktığı gözlemlenmiştir. Pupadan erken çıkan arılar dişi arıya benzeyen yapılara ya da dişi arının feromonuna benzer özellikteki kimyasallar üreten çiçekler üzerine doğru çiftleşmek için hareket ederler. Dişi arıyı aramaları için uzun mesafeli uçuşlar yaparlar. Dişi arıya görsel ya da feromonsal olarak benzeyen çiçeklere konduklarında polen yüklenirler, kendilerini çeken çiçeklerin arı olmadıklarını anladıklarında tekrar arayışa geçer ve yine uzun mesafedeki başka bir çiçeğe konup yüklendikleri polenleri diğer bitkiye taşıyabilirler. Nektar

veya polen arayan dişi işçi arılar ise erkek arılarda olduğu gibi uzun mesafe uçmak yerine tipik olarak çiçekler arasında kısa mesafeli uçarlar, genellikle hemen yakınındaki bitkiyi ziyaret ederler (Bateman 1947; Levin and Kerster, 1969a,b) ve kısa sürede çok fazla çiçekten ödülleri alırlar (Robertson, 1992). Bu basit gibi görülen davranış bitkilerin üremesinde önemli bir faktördür. Tozlayıcıların kısa uçuşu; polen kökenli genetik materyalin dağılımı ile popülasyonun genetik yapısını (Wright, 1946; Levin and Kerster, 1968; Crawford, 1984; Levin 1988), komşuluk boyutunu (Wright, 1931; Turner et al., 1982) ve iki ebeveynli iç döllekliliğin frekansını (inbreeding depression) kısıtlı tutar. Bir eksende birçok çiçeğe sahip kendine uyumlu türlerde tozlayıcıların birkaç çiçeği ziyaret eğilimi, geitonogamik (aynı bireyin farklı çiçekleri ile gen alış verişi) türlerde kendine tozlaşmaya ve kendine dölleklilik frekansının artmasına neden olur (Harder and Barrett, 1995, 1996; Snow et al., 1996; Karron et al., 2009; Mitchel et al., 2009). Kendine uyumsuz türlerin geitonogamik tozlaşması stigmanın polenle dolmasına, neden olarak tohum üretimini azaltır (Snow et al., 1996). Uçuş mesafeleri dışında tozlayıcı böcek gruplarında bitkilerin şekillerinin de tozlayıcılar üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Örneğin stamen mimikrisi teorisi son yıllarda üzerine oldukça fazla düşünülen konulardan birisidir (Dafni 1984, Leins and Erbar 1994, Bernhardt 1996, Peisl 1997, Dafni and Giurfa 1998, 1999, Lunau 2000). Diptera üyesi ve dünya genelinde çok geniş bir yayılım alanına sahip önemli bir tozlayıcı olan *Eristalis tenax*'ın çiçek rengi ve şeklinin tür üzerindeki algısı deneylerle tespit edilmiştir. Bu deneylerin sonucunda nokta şeklinde klavuzlara sahip düzenekler; çizgi şeklindeki klavuzlara oranla daha fazla tercih ettiği ve nokta sayısı arttığında ziyaret sayısında arttığı belirtilmiştir. Ayrıca klavuz işaretlerinin renginin de ziyaret sayısını belirleyici önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. En çok ziyaretin sarı, daha sonra kırmızı ve en az siyah boyanmış olan düzeneklere olduğu tespit edilmiştir (Lunau 2007). Çiçek renklerindeki değişikliğin, tozlayıcı rejime bağlı popülasyon içerisinde zamanla kümeleşmeler ve parçalanmalar meydana getirdiği belirtilmiştir (Douglas and Paulette 2001).

Tozlaşma mekanizmalarındaki çeşitlilik bazen familya düzeyinde, bazen alttür, bazen de varyete düzeyinde farklılık gösterebilmektedir. Campanulaceae çiçeklerinin ana karakteristiği doğrudan anter ile değil, stilus ya da çiçek yapıları

üzerinden potansiyel tozlaştırıcılara polenlerini sunmasıdır. Bu özel mekanizmaya ikincil polen sunumu (secondary pollen presentation) denilmektedir (Carolin, 1960; Erbar and Leins, 1989, 1996; Leins and Erbar, 1990). Campanulaceae'de ikincil polen sunumu olayının can alıcı noktası; erkek organın dışı organdan daha önce oluştuğu (protandri) çiçekler, içe dönük anterler (intrors), stamenlerin stilus üzerine temas etmesi ve polenlerin stilusa 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 lopların 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 ne için tozlaştırdığı konusunda cevap bulmamızı değil, aynı zamanda da neden tozlaştıramadığı konusunda da bilgi edinebilmemizi sağlamaktadır.

Son yıllarda tozlaşma biyolojisi konusunda ülkemizde yapılan çalışmalar giderek artmaktadır. Bu çalışmalarda seçilen türler nadir ve endemik bitkilerdir. İlk başlarda çalışmalar, popülasyon içi çiçek sayıları, çiçek fenolojisi ve stigma-polen canlılıklarının değişimi üzerine olmuştur (Gücel, 2005; Ersöz, 2006; Sarı, 2010). Daha sonra çalışmalara tozlayıcı gözlemleride eklenmiştir. Bu gözlemlerde, çalışılan türler üzerlerine gelen tozlayıcı ya da predatör böceklerin isimleri belirtilmiştir (Seçmen vd., 2007; Yıldırım, 2010; Subaşı, 2010). Son dönemlerde yapılan çalışmalarda ise; bitkilerin sergilediği mekanizmalar, iklimsel parametrelere bağlı nektar, polen-stigma canlılık değişimleri ve tozlayıcı davranışları hakkında detaylı gözlemler yapılarak türlerin koruma biyolojisi

çalışmalarında değerlendirilmek üzere, detaylı veriler toplanmaya başlanmıştır (Eroğlu, 2011; Subaşı, 2014; Eriz, 2015).

Jasione supina türünün tozlaşma biyolojisi çalışmasına, 108T851nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yer alan İzmir Ödemiş Bozdağ'da yayılım gösteren *tmolea* Stoj (Damboldt) alttürü ile giriş yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında da *J. supina*'nın diğer üç alttürü ile çalışılarak alttür bazında tozlaşma biyolojilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Alttür bazında tozlaşma biyolojisindeki farklılıklar ile ilgili çalışmalara literatür taramalarında rastlanamamıştır. Bu bağlamda, alttür bazında gerçekleştirilen bu çalışma bir ilk niteliği taşımaktadır. Gerçekleştirilen çalışma ile; *J. supina* alt türlerinin; tozlaşma mekanizmalarındaki farklılıkların belirlemesi, tozlaşma başarılarının belirlenip karşılaştırılması, tozlayıcıları ve davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

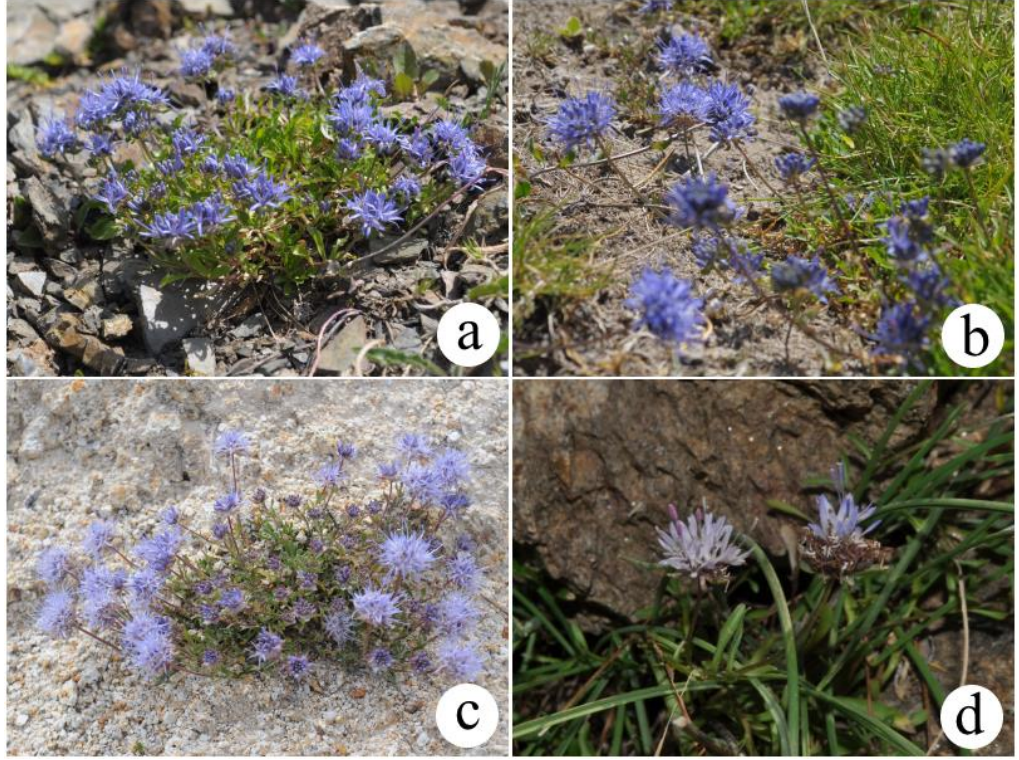
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Bitkilerin Tanımı

Bu çalışmanın materyalini Campanulaceae ailesine ait *Jasione supina* türünün alt türlerinden *J. supina* Sieber subsp. *supina*, *J. supina* subsp. *akmanii* Damboldt ve *J. supina* subsp. *pontica* (Boiss.) Damboldt bireyleri oluşturmaktadır (Şekil 1). Türkiye florasında Campanulaceae'ye ait toplam 8 cins ve bu cinslere ait 184 takson bulunmaktadır, bunların 96 tanesi endemiktir (Güner A., 2012). Endemizmin bu familyadaki oranının %52,17 olması, Türkiye Florasında en yüksek endemizm oranına sahip familyalardan bir tanesi haline getirmektedir. Çalışma materyallerimizin ait olduğu *Jasione*, 4 tür, alttür ve varyetelerle 5'i (%71,43) endemik 7 takson içermektedir. Çalışılan türün ise bütün alt türleri endemiktir.

Davis (1978)'in editörlüğünde yazılan Türkiye florasında *J. supina* şu şekilde tanımlamıştır. Çok yıllık, ± kökten itibaren çok gövdeli (caespitose), çok sayıda toprak üzerine yatık ya da uçta yükselici gövdeli, dipten 5-10 cm kadar tüylü, üst tarafları tüysüz. Dip yapraklar oblong, spatulat, ± obtus, dipte siliat, 10-15 x 2,5-4 mm. Gövde yaprakları ovat-lanseolat, sesil. İnvolutkral brakteler ± 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 loplari linear-lanseolat (Şekil 1,2)



Şekil 1. *Jasione supina* alttürleri, **a)** *J. supina* subsp. *pontica* **b)** *J. supina* subsp. *akmanii* **c)** *J. supina* subsp. *supina* **d)** *J. supina* subsp. *tmolea*

1. Kaliks lopları 1-1.5 mm, küçük, üçgen-linear, tamamı veya sadece uç kısmı mor

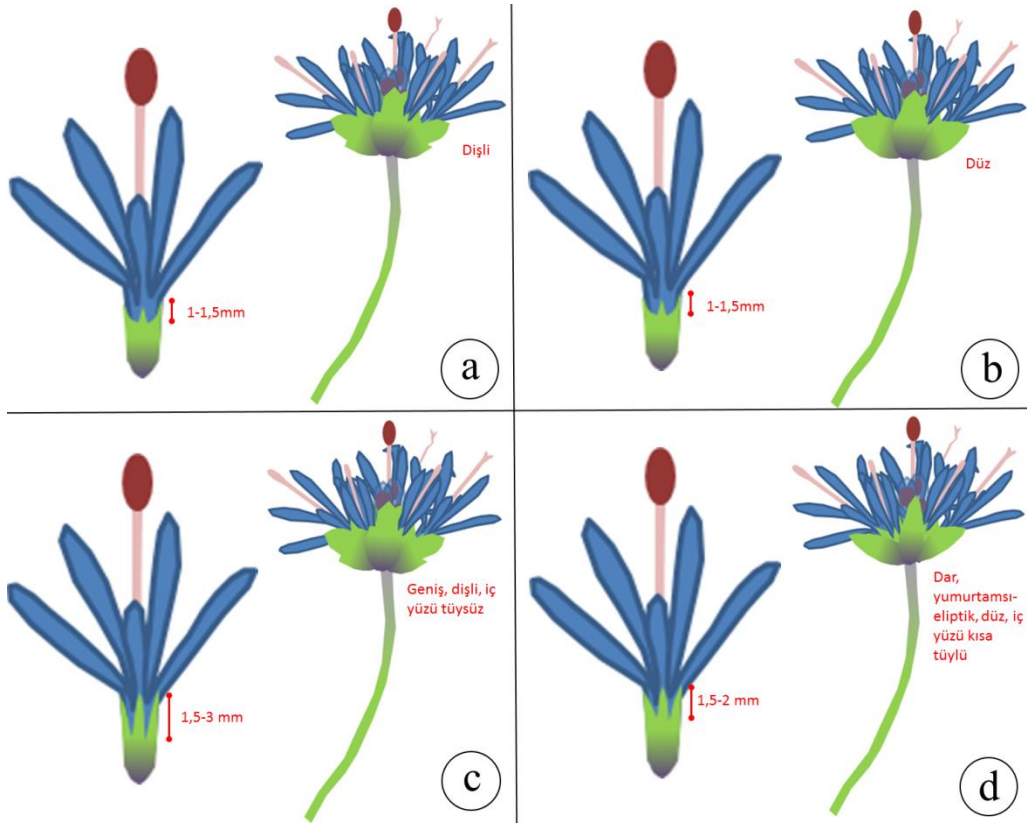
2. İnvolutkral brakteler dentat.....subsp. *pontica*

2. İnvolutkral brakteler tam.....subsp. *akmanii*

1. Kaliks lopları 1.5-3mm, ovat-lanseolat, yeşil

3. Kaliks lopları 2-3 mm; dıştaki involukral brakteler genellikle geniş, dentat, iç kısmı tüysüzsubsp. *supina*

3. Kaliks lopları 1.5-2 mm; dıştaki involukral brakteler dar, ovat eliptik, yarı-birleşmiş, iç kısmı çok az kısa tüye sahipsubsp. *tmolea*



Şekil 2. *Jasione supina* alttürlerinin ayırt edici morfolojik özellikleri, **a)** *J. supina* subsp. *pontica* **b)** *J. supina* subsp. *akmanii* **c)** *J. supina* subsp. *supina* **d)** *J. supina* subsp. *tmolea*

Çiçeklenme; *J. supina* subsp. *pontica* *J. supina* subsp. *tmolea* 7-8, *J. supina* subsp. *akmanii* 8, *J. supina* subsp. *supina* 8-10. *J. supina* subsp. *pontica*; alpin çayırliklar, kayalık yamaçlar, gevşek çakıllıklar, 2000-2800 m. *J. supina* subsp. *akmanii*, volkanik kayalıklar, 2000-2400 m. *J. supina* subsp. *supina*, kayalık yamaçlar ve gevşek çakıllıklar, 1900-2000 m. *J. supina* subsp. *tmolea*, kayalık yamaçlar, gevşek çakıllıklar, 2000-2100 m.

2.1.2. Genel Dağılım Alanları

Türkiye florasında *Jasione supina* türünün 4 alttürü ile bilinmektedir. Bu alttürlerin 3 tanesi Kuzey Anadolu'da yayılım göstermektedir. *Jasione supina* subsp. *supina*'nın Kuzey Anadolu'ya ek olarak Batı Anadolu'da da yayılım alanı bulunmaktadır. *Jasione supina* subsp. *tmolea* ise yalnızca Batı Anadolu'da İzmir, Ödemiş, Bozdağlar'da lokal olarak bulunmaktadır (Şekil 3).

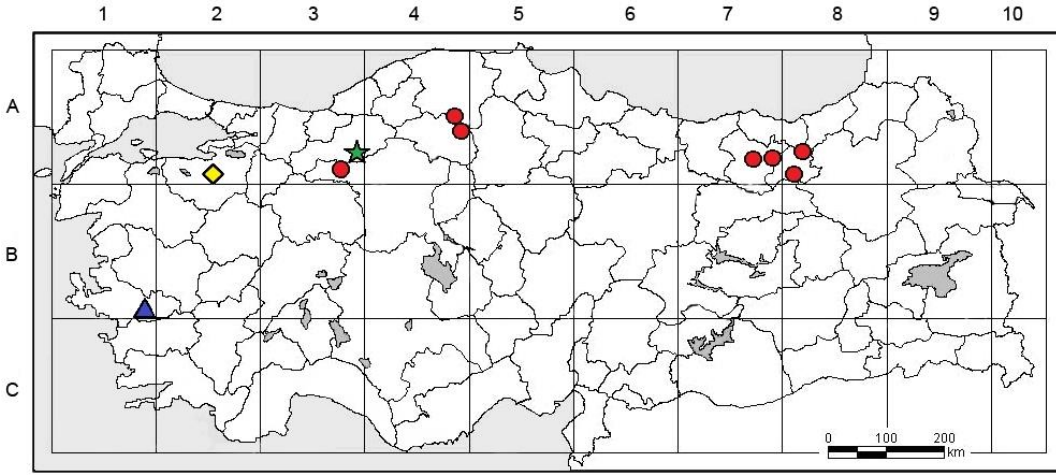
J. supina subsp. *pontica* 1875 yılında Boissier tarafından Flora Orientalis'te *J. supina* var. *pontica* adıyla bilim dünyasına tanıtılmış (Boiss, 1875) daha sonra

Hand.Mazz. 1909 yılında türün adını, Annalen des K. K. Naturhistorischen Museums dergisinde türü *J. pontica* (Boiss.) Hand.Mazz. olarak değiştirmiş (Hand.Mazz., 1909) ve en son Damboldt türün adını 1976 da Notes R.B.G. Edinburgh da türün adını *J. supina* subsp. *pontica* (Boiss.) Damboldt olarak belirlemiştir (Damboldt, 1976). 28.07.1859 tarihinde Trabzon, Çayırlar alpin kuşağından Kotschy tarafından toplanan Holotip 208'nolu herbaryum numarası ile Geneva Herbaryumunda bulunmaktadır. Ayrıca Bolu, Ala Dağlar Kartalkaya'da 2100 m, Kastamonu Ilgaz Dağı 2200-2500 m, Trabzon Uluoba ve Sümela 2050-2440 m, Rize 2600 m lokalitelerinden kayıtları mevcuttur.

J. supina subsp. *akmanii* Damboldt (1976) tarafından Damboldt in Notes R.B.G. Edinburgh'da bilim dünyasına tanıtılmıştır. Akman'ın 24.08.1975 tarihinde topladığı holotip örneğinde, 3051 herbaryum numarası ile R.B.G. Edinburgh Herbaryumunda bulunmaktadır. Ayrıca türün subsp. *pontica* ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir. Holotip'in toplandığı Bolu Köroğlu Dağları dışında herhangi başka bir lokalitesi mevcut değildir.

J. supina Sieber subsp. *supina* taksonu ilk olarak Sieber (1825)'tarafından bilim dünyasına tanıtılmıştır. Grisebach'ın olmayan (1845) yayında tür *J. orbiculata*'sı olarak değerlendirilse de sinonim olarak kalmıştır. Türün 1837 yılında Aucher tarafından Bursa Uludağ'dan toplanılan neotip örneği Geneva Herbaryumunda yer almaktadır. Neotip'in toplandığı alan dışında herhangi başka bir lokalitesi mevcut değildir.

Boissier bitkiyi ilk kez Bozdağlar'ın batı zirvesindeki Bozdağ yaylasının üstünden toplamış ve *Jasione supina* olarak bilim dünyasına tanıtmıştır. Daha sonra bitki, Stoj (1926) tarafından toplanarak *Jasione tmolea* adıyla yeni bir tür olarak adlandırılmıştır. 1976 yılında Damboldt 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 3. *Jasione supina* alttürlerinin genel dağılım alanları. *J. supina* ● subsp. *pontica*, ★ subsp. *akmanii*, ◆ subsp. *supina*, ▲ subsp. *tmolea*

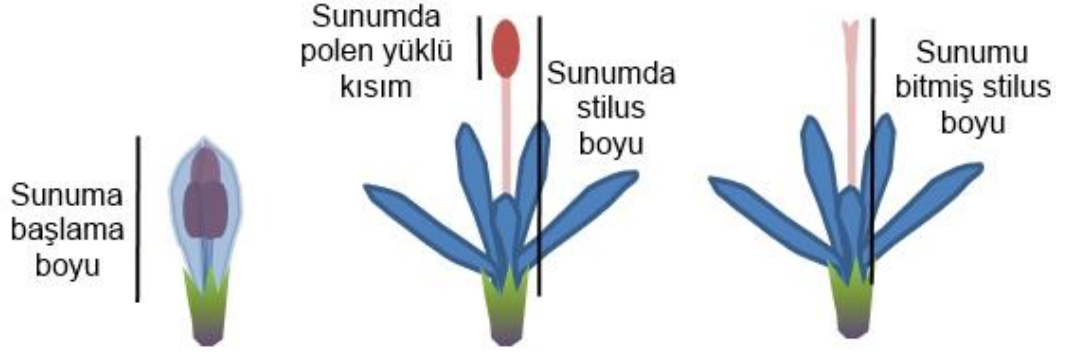
2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları gerek flora gerekse herbaryum kayıtlarından yola çıkılarak bitkilerin çiçeklendiği belirtilen dönemlerde gerçekleştirilmiştir. 23-29.07.2014 tarihinde kaynaklarda belirtilen kayıtlarından yola çıkılarak bitkilerin bulunduğu lokalitelere gidilmiş ve çalışma için uygun bireyler tespit edilmiştir. Bu tarihler arasında gözlem yapmak için açmış çiçek sayısının yetersiz olmasından dolayı gözlem yapılamamıştır. Arazi çalışmaları sırasında bütün alt türlerin aynı zaman aralığında çiçeklenmeye başlaması ve çiçeklenme periyotunun yaklaşık 2 hafta gibi kısa bir dönemde gerçekleşmesi nedeniyle çiçeklenmenin optimum olduğu dönemlerde her tür için 2 gözlem günü ayrılmış ve bu dönem içerisinde verilerin büyük bir çoğunluğu toplanmıştır. Gözlemler, 24-26.07.2016 tarihleri arasında subsp. *supina*'da, 27-28.07.2016 tarihleri arasında subsp. *akmanii*'de ve 29-31.06.2016 tarihleri arasında subsp. *pontica*'da gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Stilus Ölçümleri

Stilus ölçümlerinde çiçeğin üreme açısından kritik dönemlerindeki stilus boyları değerlendirilmiştir. Bu dönemler; atthesisin ilk başladığı safha, stilusun ikincil polen sunumu safhası ve ikincil polen sunumunun bitip stigmanın polen kabul edici yüzeyini gösterdiği dişi safhadır. Çalışılan alttürler için bu safhaların her birini temsil edecek 10 farklı bireyden 1'er adet çiçek örneği alınmıştır. Alınan örneklerde stilusun sunuma başlama boyu, sunum aşamasında sunumda polen yüklü kısım ve stilusun toplam boyu ve dişi safhada stilusun toplam boyu dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4: Stilus ölçümlerinin yapıldığı kısımlar

2.2.3. Çiçeklerin Yapısı ve Açılma Mekanizması Gözlemleri

Çiçeklerin genel karakterleri, ikincil polen sunumu aşamaları ve bu aşamalarda çiçeğin gösterdiği mekanizmalar detaylı bir şekilde kaydedilerek Nikon D5000 fotoğraf makinesi ile fotoğraflanmıştır. Gerekli illüstrasyonlar excel programında çizilerek mekanizmanın işleyişi detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

2.2.4. Çiçek Sayılarının Belirlenmesi

Bütün alttürlerde 30 farklı korimbozdaki çiçekler sayılarak ortalama olarak bir korimbozda ne kadar çiçek bulunduğu ve 30 farklı bitkide oluşturulan toplam korimbozlar sayılarak ortalama olarak oluşturulan korimboz sayısı belirlenmiş, daha sonra bu iki ortalamanın çarpımıyla bir bitkide üretilen çiçek sayısı belirlenmiştir.

2.2.5. Anterdeki Polen Miktarının Belirlenmesi

Üretilen polen miktarını hesaplamak için 50 çiçek tomurcuğundan birer anter alınarak ayrı ayrı eppendorf tüpüne konulmuştur. Laboratuarda anterin herbiri iğne yardımı açılarak ayrı ayrı lam üzerine aktarılmıştır. Polenlerin daha iyi bir şekilde görüntülenebilmesi için, lamdaki örneklerin üzerine %96 lık etanol damlatılıp ve boyama için safraninli gliserin-jelatin maddesi kullanılmıştır (Wodehouse, 1965). "Olympus CX21FS1 model mikroskop" yardımıyla, x10 büyütmede tüm lamel alanı taranmış ve çalışılan türlerin ürettiği toplam polen miktarı sayılmıştır.

2.2.6. Canlılık Testleri

2.2.6.1. Polen Canlılık Testleri

Çalıştığımız protandrik türün ikincil polen sunumu göstermesinden dolayı polen canlılık testlerinde anthesisi gerçekleşmemiş ve polenlerini henüz stilus tüyleri üzerine yapıştırmamış açık olmayan anterlerden ve anthesisi gerçekleşmiş ve ikincil polen sunumuna başlamış stilus tüyleri üzerinden polen canlılığı için 30 farklı bitkiye ait çiçekten polen örnekleme yapılmıştır. Alınan polenlere arazide zaman kaybetmeden canlılığın hesaplanması için MTT (2,5-difenil tetrazolium bromid-tiazolyl mavisi) testi uygulanmıştır. Bu testte polen tanelerinin rengi, dehidrogenaz enziminin varlığında koyu mor ya da siyaha dönüşmektedir. %1 MTT solusyonu %5 sukroz ile karıştırılarak polen boyamasında kullanılmıştır. Preparatlar daha sonra, 160-400 x büyütme ışık mikroskopunda incelenmiştir (Rodrıquez-Riano and Dafni, 2000, Dafni, 2007). Sayım sırasında koyu kahverengiye boyanan polen taneleri canlı, açık renkliler cansız kabul edilerek polen canlılık oranı tespit edilmiştir.

2.2.6.2. Stigma Canlılık Testleri

İkincil polen sunumunu bitirerek stilus üzerindeki tüylerini dökmüş ve stigmanın polen kabul edici yüzeyini açığa çıkarmış ve meyveye henüz geçmemiş 30 farklı bitkiye ait stigma örnekleme yapılmıştır. Alınan örneklere zaman kaybedilmeden DAB test ile stigma aktiflik testi uygulanmıştır. Stigma aktiflik 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, lamlar üzerine çıkarılmış stigmalara birer damla damlatılmış ve enzim aktivasyonunun gerçekleşmesi için 2-5 dakika bekletilmiştir. Ardından stigmalarındaki renk değişimi gözlemlenerek koyu kahverengiye boyanan stigmalar aktif kabul edilmiştir (Dafni, 2007).

2.2.7. Döllenmiş Ovül Sayımları

Stigma üzerine konan polenlerden ne kadarının stilusu aşmış, ovülleri döldüğünü tespit etmek için, her tür için 50 adet tozlaşması bitmiş ama tohuma dönmemiş çiçek alınmıştır. Alınan bu örneklerin ovaryumları açılarak stereo mikroskop altında döllenmiş ve döllenmemiş ovüller sayılmıştır.

2.2.8. İkincil Polen Sunumuna Tozlayıcı Etkisi

Deneme her alt türde 5 farklı birey üzerinde 1 er adet anthesis gerçekleşir gerçekleşmez stilusun polen yüklü kısmına dokunulup kapatılan ve herhangi bir müdahale yapılmadan kapatılan korimbozlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her iki denemede de çiçeğin korollasının mor renge döndükten sonra korollanın ilk açıldığı süreç, korollanın tam açıldığı süreç, ikincil polen sunumu süreci, stigmanın ilk görüldüğü ve meyveye geçiş sürecine kadar geçen zaman aralıkları kaydedilmiştir. Çiçeklerin her aşaması fotoğraflanmıştır.

2.2.9. Tozlaştırıcı Gözlemleri

Çiçeği ziyaret eden türlere fazla uzak olmayacak yerden çiçeğe mümkün olduğunca yakın gözle türleri tanımlayabilecek uygun bir pozisyon tespit edilmiştir. Veri toplamadan önce tozlayıcı türlerin alanda olup olmadığının tespiti için birkaç dakika alanda ön gözlem yapılmıştır. Gözlem sırasında ziyaretçiler takip edilmiştir. Korimboza her konup havalanma 1 ziyaret olarak kabul edilmiştir. Her bir gözlem uygun ve tozlaşmayı temsil edebilecek olarak 30 dk da bir yapılmıştır (bu frekans tozlayıcı aktivitesine göre belirlenmiştir). Göz ile teşhise imkan vermeyen ziyaretçi türlerden laboratuvarında teşhis için atrap ile örnek alınmıştır. Notlar alınırken tozlayıcıların polen toplama, nektar alma ve benzeri davranışları not edilmiştir. Her yarım saat için mikroklimatik değişkenler (hava sıcaklığı ve rüzgar hızı), tozlayıcıların bunlara bağlı davranışı olup olmadığını tespit etmek için kaydedilmiştir. Türlerin bir veya birden fazla çiçeği ziyaret edip etmediği alanda gözlemlenerek aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

Monofilik-(çiçek): bir böcek tarafından tozlaşan

Oligofilik-(çiçek): birbirine yakın birkaç hayvan taksonu tarafından tozlaşan

Polifilik-(çiçek): birbirine ilişkisi olmayan birçok hayvan taksonu tarafından tozlaşan

Monolektik-(ziyaretçi): tek bir türü tozlaştıran bir böcek

Oligolektik-(ziyaretçi): birbiriyle ilişkili birkaç taksonu tozlayan tozlayıcı

Polilektik-(ziyaretçi): birçok taksonu tozlayan tozlayıcı

Bir bitki türü Monofili gösterebilir fakat aynı spesifik böcek başka bitkileri de tozlayabilir. Bir monolektik böcek diğer tozlayıcılarla aynı çiçek kaynağını kullanabilir. Türe spesifik tozlaşma oldukça nadirdir (örneğin, *Ficus* spp. ve *Yucca* spp.) ve bu böcek ile bitki arasında yüksek evrimsel morfolojik adaptasyonlarla ilişkilidir.

Bitkiyi kesin ziyaret eden bir tür, gerçek tozlayıcısı ve ya potansiyel tozlayıcısı olabilir, bunu kanıtlamak için aşağıdaki basamaklar dikkate alınmıştır:

-Ajan çiçeği ziyaret etmiştir.

-Ajan aynı türde canlı polenleri taşımaktadır.

-Taşınan polenler düzgün bir şekilde stigmanın polen kabul edici yüzeyine aktarılabilmektedir.

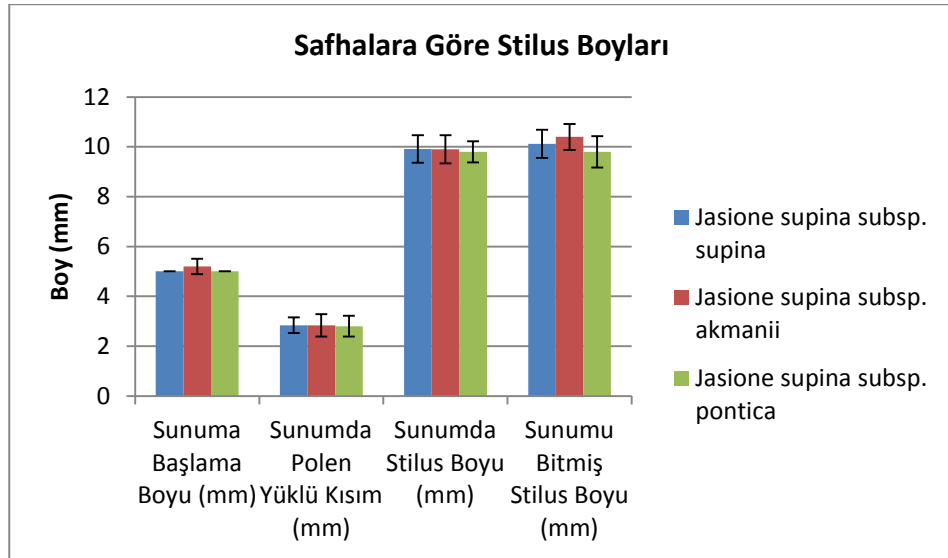
Bu basamaklar arazi gözlemleri sırasında tozlayıcı böceğin üzerine geçen polen tanelerinin tespiti ile kolayca gözlemlenebilmektedir (örneğin, tür ile temasa geçmiş bir arının scopasındaki korbikula ile).

Gözlemler tozlaşmanın aktif olduğu 8:30-17:00 saatleri arasında yapılmıştır. Gözlemler sırasında 3 ayrı gözlem ekibi oluşturulmuştur ve her bir ekip 2x2 m²'lik bir kuadrat içindeki bireyleri gözlemlemiştir. *Jasione supina* subsp. *supina* üzerine yapılan gözlemler 24-25.07.2015 tarihleri arasında, *J. supina* subsp. *akmanii* 27-28.07.2015 tarihleri arasında, *J. supina* subsp. *pontica* ise 29-30.07.2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Gözlem sırasında tespit edilen türler Nikon D-5000 fotoğraf makinası ile görüntülenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Stilus Ölçümleri

J. supina subsp *supina*'da sunuma başlama boyu 5 (± 0), sunumda polen yüklü kısım 2.84 (± 0.32), sunumda stilus boyu 9.91 (± 0.55), sunumu bitmiş dişi faza geçmiş stilus boyu 10.12 (± 0.57) dir. *J. supina* subsp *akmanii*'de sunuma başlama boyu 5.2 (± 0.31), sunumda polen yüklü kısım 2.84 (± 0.45), sunumda stilus boyu 9.9 (± 0.57), sunumu bitmiş dişi faza geçmiş stilus boyu 10.04 (± 0.52) dir. *J. supina* subsp *pontica*'da sunuma başlama boyu 5 (± 0), 2.8 sunumda polen yüklü kısım (± 0.42), sunumda stilus boyu 9.8 (± 0.42), sunumu bitmiş dişi faza geçmiş stilus boyu 9.8 (± 0.63)'dir (Şekil 5).

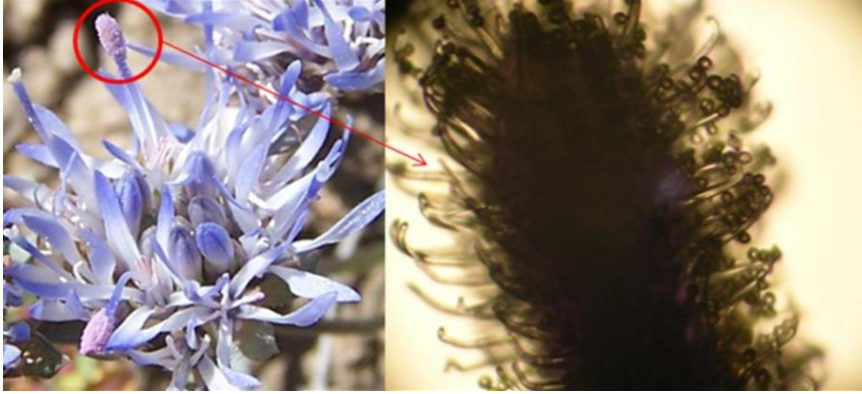


Şekil 5. *Jasione supina* alt türlerinin safhalara göre stilus boyları

3.2. Çiçek Yapısı

Korimbozlarda bulunan çiçekler hermafroditik (erdişi) ve aktinomorfiktir (ışınsal simetrik). Ovaryum alt durumludur. Korolla sinpetal, kısa tüplü (~0,5 mm) ve 5 büyük lopludur. Andrekeum beş stamenlidir ve stamenler petaller ile alternat durumdadır. İntrors stamenlerde anterler boyuna yarıklarla açılmaktadır. Anterler tetrasporangiat (4 polen keseli) ve iki tekalıdır, tomurcukta bir arada iken çiçek açılmaya başladığında birbirlerinden ayrılırlar. Ovaryum 1-2 lokuluslu, eksensel plasentasyonlu ve çok sayıda ovül taşımaktadır. Stilusun üst kısmı yukarıya doğru dönük uzun hispid tüylüdür ve tüylerin üst kısmı kıvrıktır, stilusun alt kısmı ise tüsüzdür (Şekil 6). Stigmalar 2 parçalı, üzeri tek hücreli papillalar ile kaplıdır.

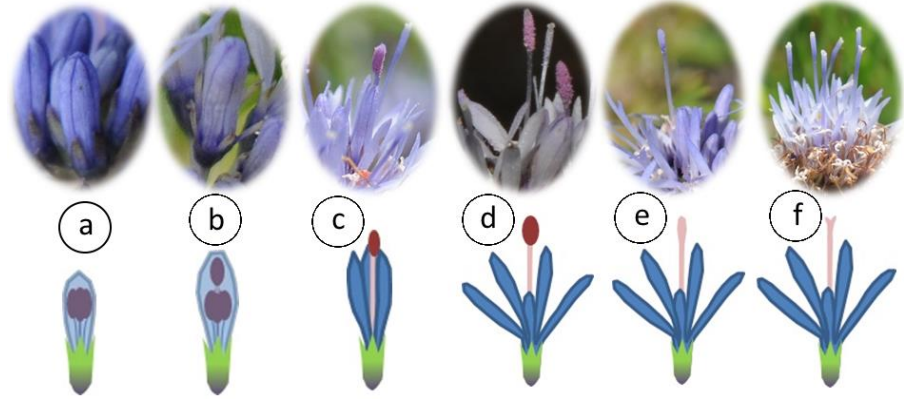
Korolla tekerleksidir ve iki petal lobunun arasında çok nadiren sericeous tüyler bulunmaktadır. Korolla tek veya iki renkli olmaktadır. Genellikle korollanın üst kısmı daha koyu alt kısmı açık renktedir. Korolla renkleri mor, soluk mor, soluk pembe, pembe nadiren beyaz olabilmektedir. Bu taksonun çiçekleri tozlaşma için ödül olarak nektar ve polen sunmaktadır. Nektarlar çok az oranda ovaryumun dibindeki disk şekilli nektaryumlardan salgılanmaktadır. Bu nektaryumlar Fahn'ın (1979) terminolojisine göre tip 9 nektaryumlar altında değerlendirilmektedir.



Şekil 6. *Jasione supina* stilustaki polen toplayıcı tüyler

3.3. Çiçek Fonksiyonu

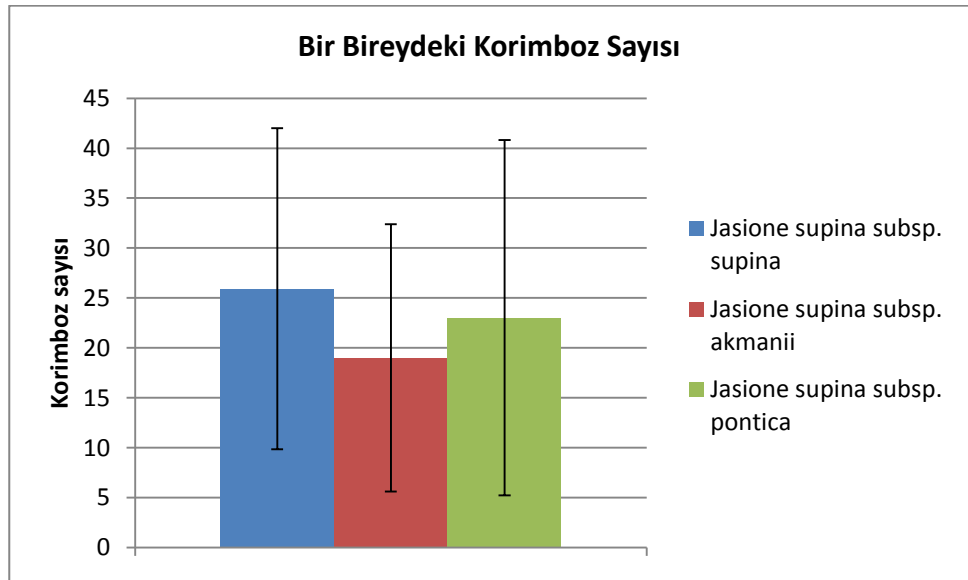
Çiçekler protandriktir. Tomurcukta intrors anterler yan yana gelip bir halka oluşturarak stilusu sararlar. Tomurcuk evresinde anterler açılarak polenlerini stilus üzerindeki fırça gibi sık olan tek hücreli tüy örtüsü üzerine boşaltırlar (Şekil 7a). Açılmamış çiçekte stilus dipten uzamaya başlayarak, tüylü kısmı ile anterdeki polen tanelerini bir fırça gibi toplayarak yükselir (Şekil 7b). Yükselen stilus korollayı tepe kısmından açar. Daha sonra petaller geriye kıvrılarak açılır. Bu esnada stilus üzerindeki tüyler ve polenler zamanla dökülür. Çiçekler açılmadan önce ve ilk açıldığı zamanlar erkek fazdadırlar (Şekil 7c). Polenler birkaç saat stilus tepesindeki tüyler üzerinde bekler ve anterler tarafından sunulmadığı için ikincil olarak sunulmuş olurlar (Şekil 7d). Polenin bu şekilde ikincil olarak sunulması Pseudo-Staubblatt (piston mekanizması) sunum olarak bilinmektedir (Yeo 1993). Polenler dökülünce stigma tepe kısmından yarılarak stigmatik lopların polen kabul edici yüzeyini açığa çıkarır. Bu aşamadan sonra çiçeklerde erkek faz bitmiş dişi faz başlamıştır (Şekil 7e). Stigma stilusun yaklaşık 1/10 oranında yarılarak polen kabul etmeye başlar (Şekil 7f).



Şekil 7. *Jasione supina* ikincil polen sunumu **a)** stilusa polen yükleme aşaması **b)** stilusun yükselme aşaması **c)** anthesis ve sunum başlangıç aşaması **d)** polen sunum aşaması **e)** stilus tüylerinin dökülerek dişi faza başlama aşaması **f)** stigmatik loplara açılarak dişi fazın başlama aşaması.

3.4. Korimboz ve Çiçek Sayımları

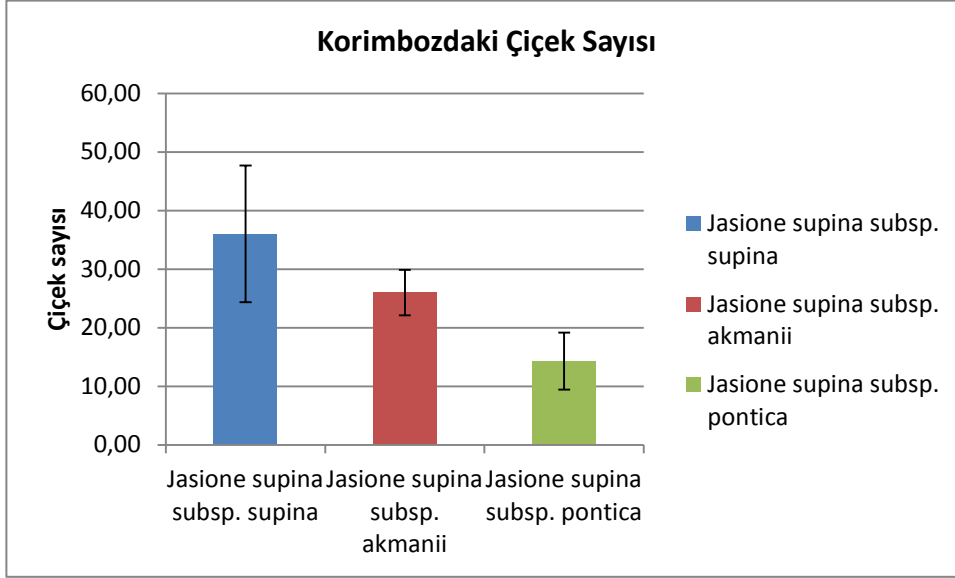
J. supina subsp. *supina*'da bir bitkide en fazla 73, en az 8, ortalama 25.93 (± 16.09) adet korimboz bulunduğu; *J. supina* subsp. *akmanii*'de bir bitkide en fazla 58, en az 4, ortalama 19 (± 13.4) adet korimboz; *J. supina* subsp. *pontica*'da ise bir bitkide en fazla 84, en az 3, ortalama 23.03 (± 17.8) adet korimboz bulunduğu hesaplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. *Jasione supina* alt türlerinde bir bireydeki ortalama korimboz sayısı

J. supina subsp. *akmanii*' bir korimbozda en fazla 47, en az 18, ortalama 36 (± 11.66) adet çiçek; *J. supina* subsp. *akmanii*'de bir korimbozda en fazla 32, en az 20, ortalama 26 (± 3.88) adet çiçek; *J. supina* subsp. *pontica*'da ise bir

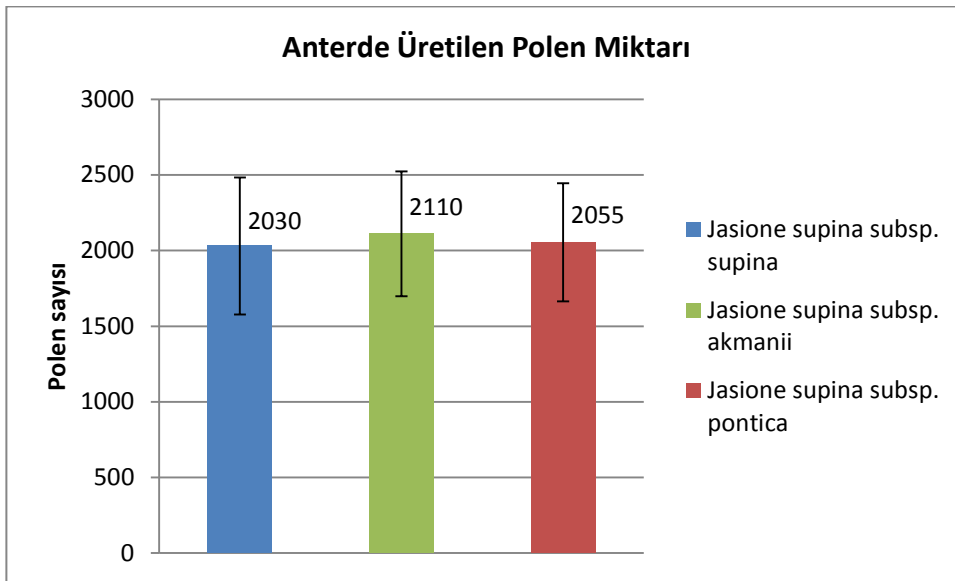
korimbozda en fazla 22, en az 8, ortalama 14.3 (± 4.85) adet çiçek bulunduğu hesaplanmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. *Jasione supina* alt türlerinde bir korimbozdaki ortalama çiçek sayısı

3.5. Anterde Üretilen Polen Miktarı

J. supina subsp *supina*'da bir anterde en çok 2750, en az 1250, ortalama 2030 (± 452.9) adet polen tanesi; *J. supina* subsp *akmanii*'de bir anterde en çok 2800 en az 1500 ortalama 2110 (± 412.8) adet polen tanesi; *J. supina* subsp *pontica*'da en çok 2550 en az 1550 ortalama 2055 (± 390.48) polen tanesi üretilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. *Jasione supina* alt türlerinde bir anterde üretilen polen miktarları

3.6. Polen Canlılığı ve Stigma Aktifliği

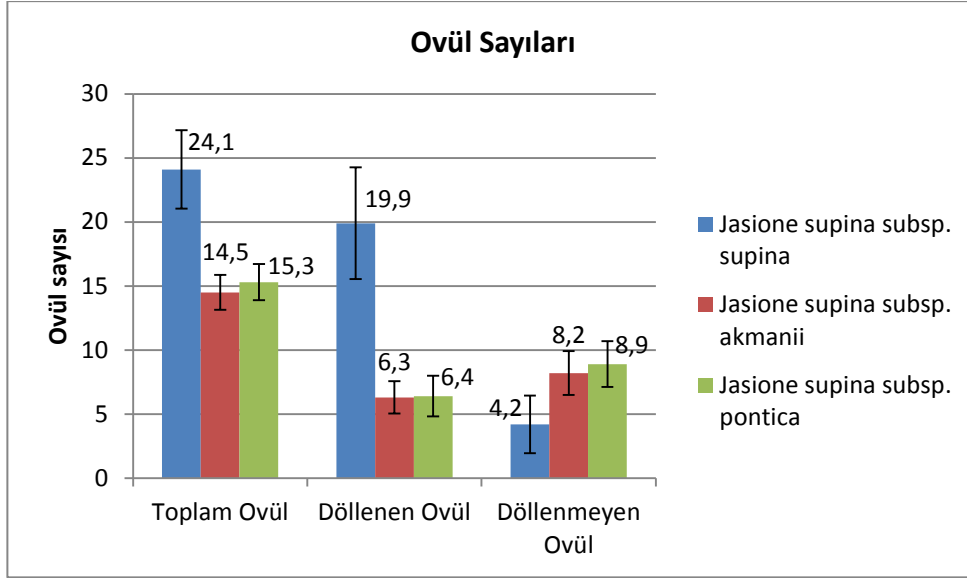
J. supina subsp *supina* sunum öncesi erkek fazda en çok %95 en az %80 ortalama %86.5 (± 6.26) polen canlılığına, sunum fazında en çok %90 en az %30 ortalama 50.4 (± 18.21) polen canlılığına sahiptir, dişi fazda bütün stigmaların aktif olduğu tespit edilmiştir. *J. supina* subsp *akmanii*'de sunum öncesi erkek fazda en çok %80 en az %30 ortalama %55.6 (± 14.3) polen canlılığına, sunum fazında en çok %80 en az %40 ortalama 58 (± 14.76) polen canlılığına sahiptir, dişi fazda bütün stigmaların aktif olduğu tespit edilmiştir. *J. supina* subsp *pontica*'da sunum öncesi erkek fazda en çok %90 en az %50 ortalama %67.5 (± 12.08) polen canlılığına, sunum fazında en çok %65 en az %40 ortalama 54 (± 7.6) polen canlılığına sahiptir, dişi fazda bütün stigmaların aktif olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Jasione supina* alt türlerinde polen canlılıkları ve stigma aktifliği

Alt türler	Polen canlılığı (%)	Polen canlılığı (%)	Stigma aktifliği (+aktif, - inaktif)
	Sunum öncesi (Erkek Faz)	Sunum (Erkek Faz)	
subsp. <i>supina</i>	Ortalama	86.5	50.4
	Std. Sapma (\pm)	6.26	18.21
	Maks- Min	95-80	90-30
subsp. <i>akmanii</i>	Ortalama	55.6	58
	Std. Sapma (\pm)	14.3	14.76
	Maks- Min	80-30	80-40
subsp. <i>pontica</i>	Ortalama	67.5	54
	Std. Sapma (\pm)	12.08	7.6
	Maks- Min	90-50	65-40

3.7. Ovül Sayıları

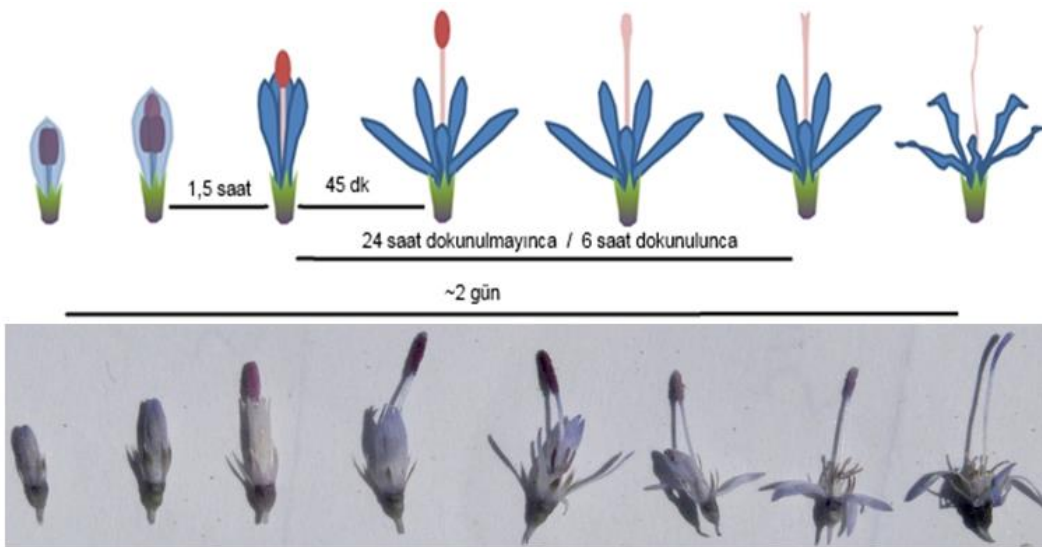
J. supina subsp *supina* bir ovaryumda en fazla 28 en az 19 ortalama 24.1 (± 3.07) ovül yapmaktadır, bunlardan en fazla 25 en az 12 ortalama 19.9 (± 4.36)'u döllenirken, en fazla 9 en az 1 ortalama 4.2 (± 2.25)'si döllenememektedir. *J. supina* subsp *akmanii*'de bir ovaryumda en fazla 17 en az 12 ortalama 14.5 (± 1.36) ovül yapmaktadır, bunlardan en fazla 8 en az 5 ortalama 6.3 (± 1.27)'ü döllenirken, en fazla 11 en az 6 ortalama 8.2 (± 1.72)'si döllenememektedir. *J. supina* subsp *pontica*'da ise bir ovaryumda en fazla 18 en az 14 ortalama 15.3 (± 1.42) ovül yapmaktadır, bunlardan en fazla 8 en az 4 ortalama 6.4 (± 1.58)'ü döllenirken, en fazla 10 en az 7 ortalama 8.9 (± 1.79)'u döllenememektedir (Şekil 11).



Şekil 11. *Jasione supina* alt türlerinde toplam, döllenmiş ve döllenmeyen ovül sayıları

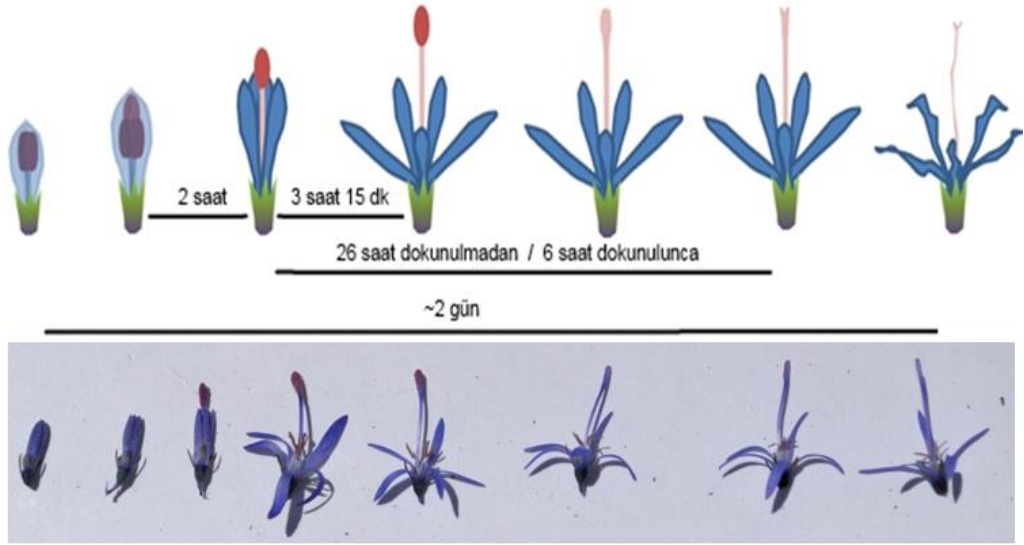
3.8. İkincil Polen Sunumuna Tozlayıcı Etkisi

J. supina subsp *supina* alt türünde çiçek kapatılıp sunum süresi kontrol edildiğinde sunumun yaklaşık 2 gün sürdüğü gözlemlenmiştir. Korollanın yeşil rengini tamamen kaybettiği aşamadan anthesis kadar süre 1,5 saat sürmektedir. Anthesis'ten sonra stilusun tam uzaması ve korolla loplarının tam açılması 45 dakikada gerçekleşmektedir. Anthesis gerçekleştikten sonra, dişi faza geçiş kapatılmış çiçekte 24 saat sürmekteyken anthesis sonrası stilus tüylerine dokunulup kapatılan çiçekte dişi faza geçiş 6 saate düşmektedir (Şekil 12).



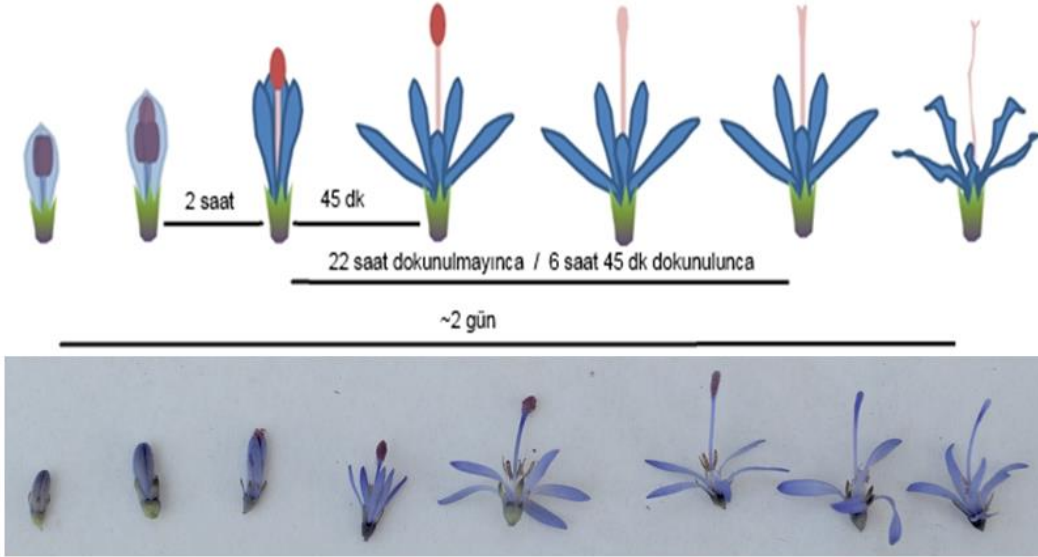
Şekil 12. *Jasione supina* subsp. *supina* ikincil polen sunumuna tozlayıcı etkisi

J. supina subsp *akmanii* alt türünde çiçek kapatılıp sunum süresi kontrol edildiğinde sunumun yaklaşık 2 gün sürdüğü gözlemlenmiştir. Korollanın yeşil rengini tamamen kaybettiği aşamadan anthesise kadar süre 2 saat sürmektedir. Anthesisten sonra stilusun tam uzaması ve korolla loplarının tam açılması 3 saat 15 dakikada gerçekleşmektedir. Anthesis gerçekleştikten sonra dişi faza geçiş, kapatılmış çiçekte 26 saat sürmekteyken anthesis sonrası stilus tüyelerine dokunulup kapatılan çiçekte dişi faza geçiş, 6 saate düşmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. *Jasione supina* subsp. *akmanii* ikincil polen sunumuna tozlayıcı etkisi

J. supina subsp *pontica* alt türünde çiçek kapatılıp sunum süresi kontrol edildiğinde sunumun yaklaşık 2 gün sürdüğü gözlemlenmiştir. Korollanın yeşil rengini tamamen kaybettiği aşamadan anthesise kadar süre yaklaşık 2 saat sürmektedir. Anthesisten sonra stilusun tam uzaması ve korolla loplarının tam açılması 45 dakikada gerçekleşmektedir. Anthesis gerçekleştikten sonra dişi faza geçiş, kapatılmış çiçekte 22 saat sürmekteyken anthesis sonrası stilus tüyelerine dokunulup kapatılan çiçekte dişi faza geçiş 6 saat 45 dakikaya düşmektedir (Şekil 14).

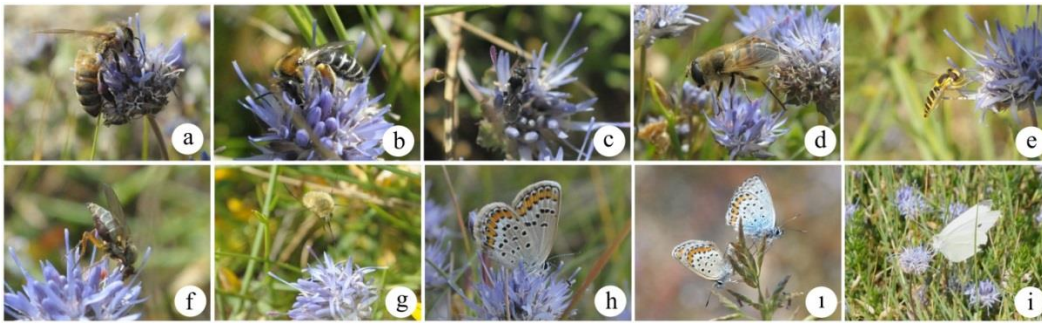


Şekil 14. *Jasione supina* subsp. *pontica* ikincil polen sunumuna tozlayıcı etkisi

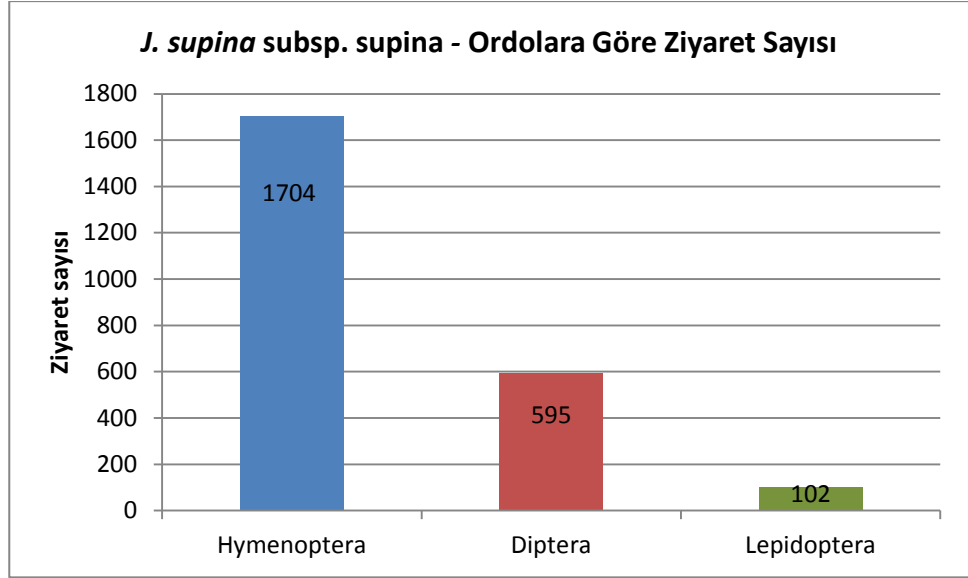
3.9. Tozlaştırıcı Gözlemleri

3.9.1. *Jasione supina* subsp. *supina*

Bursa Uludağ lokalitesinde yapılan 2 günlük gözlemler sonucunda *J. supina* subsp. *supina*'nın toplamda 6 familyaya ait 10 farklı böcek taksonu tarafından ziyaret edildiği tespit edilmiştir (Şekil 15). Ziyaret eden böcek taksonlarının 3 tanesi Hymenoptera, 4 tanesi Diptera, 3 tanesi ise Lepidoptera'ya aittir. Ziyarete bulunan türlerin geliş amacı polen yemek ve nektar toplamaktır. Bitki predadötörü herhangi bir türe rastlanmamıştır. Ordo düzeyinde bakıldığında 2 günlük gözlemdeki ziyaret sıklığı çoktan aza doğru 1704 ziyaretle Hymenoptera, 595 ziyaretle Diptera ve 102 ziyaretle Lepidoptera şeklindedir (Şekil 16).



Şekil 15. *Jasione supina* subsp. *supina* tozlayıcıları a) *Apis mellifera* b) *Megachile (Eutricharaea) pilidens* c) *Chelostoma rapunculi* d) *Eristalis tenax* e) *Sphaerophoria scripta* f) *Rhamphomyia anomalina* g) *Bombylius venosus* h) *Plebejus pylaon* i) *Pleibeius idas* j) *Pieris rapae*



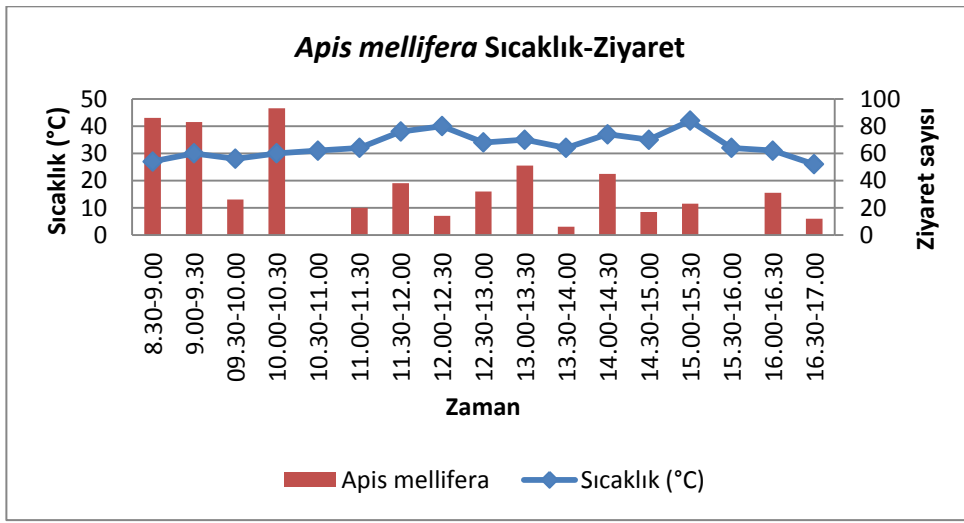
Şekil 16. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde saptanan 10 taksonun ordolara göre ziyaret sayısı

3.9.1.1. Apidae: *Apis mellifera* davranışı

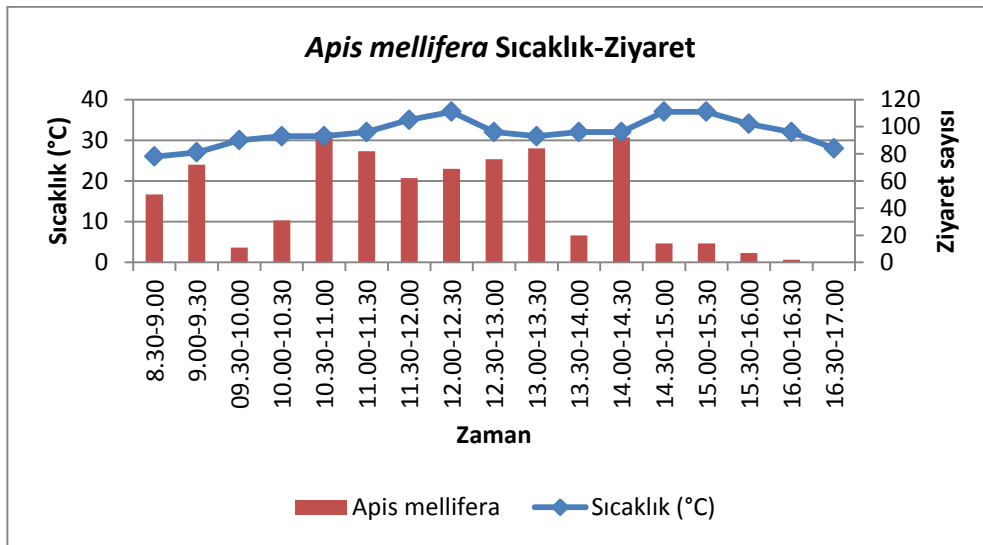
Takson Avrupa, Asya, Afrika ve 1600'lü yıllardan sonra Amerika'da olmak üzere geniş bir yayılım alanına sahiptir (Fauna Europaea 2016). Uzun dilli arılar grubunda yer alan bu taksonun bitki üzerine geliş amacı nektar ve polen toplamaktır. Vücudunun büyük oranda kıllarla kaplı olması polen tutumu için avantaj sağlamaktadır. Polen en çok skopa (scopa) bölgesi olmak üzere başın frontal kısmı ile vücudun alt bölgelerindeki kıllar ile yakalamaktadır. Büyük vücudu sayesinde korimboz tepesine konduğunda birçok stigma ve polen yüklü situlusa temas ettiği için etkin bir tozlayıcı görevi görmektedir (Şekil 17). Poligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 557, 2. gözlem gününde 782 ziyaret olmak üzere toplamda 1339 ziyaret ile bitkiye en fazla ziyaret gerçekleştiren türdür. Her iki gözlem gününde de sıcaklığın 35°C'nin üzerine çıkması türün ziyaretinde azalmaya neden olmaktadır (Şekil 18, 19). Fakat türün ziyaretini asıl belirleyen faktörün rüzgar hızı olduğu tespit edilmiştir. Rüzgar şiddetindeki ani değişiklikler türü *J. supina* subsp. *supina* üzerinden uzaklaştırıcı bir etki yaratmaktadır. Fakat rüzgar şiddetinin 10 m/sn nin altında olduğu ani değişim olmaksızın esen sürekli rüzgarlar türün ziyaretini çok fazla etkilememektedir (Şekil 20, 21). Tozlayıcının en etkin çalıştığı saatler, sabah 8.30 ile 14.30 arasındadır. 14.30'dan sonra ziyaret sayısında azalma gözlemlenmektedir.



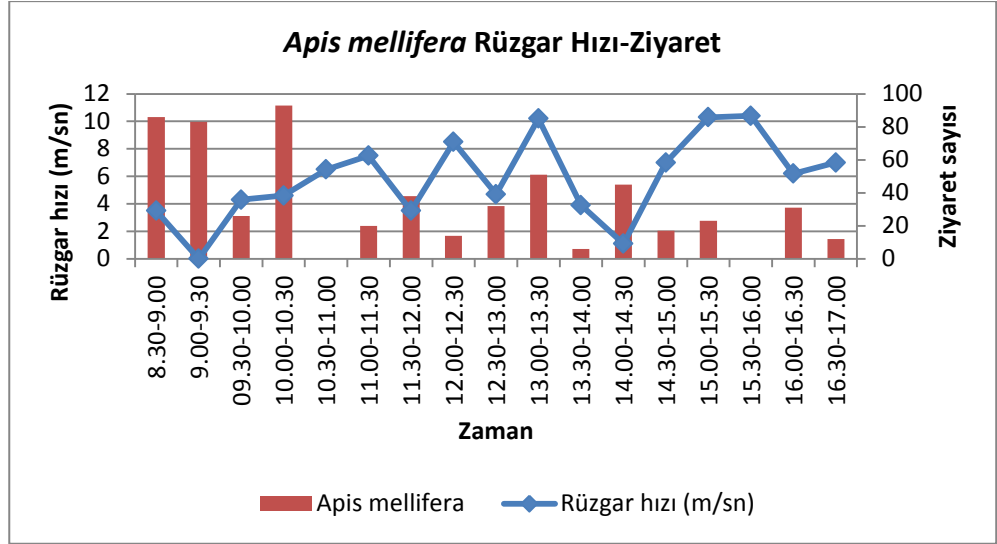
Şekil 17. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar toplayan *Apis mellifera*



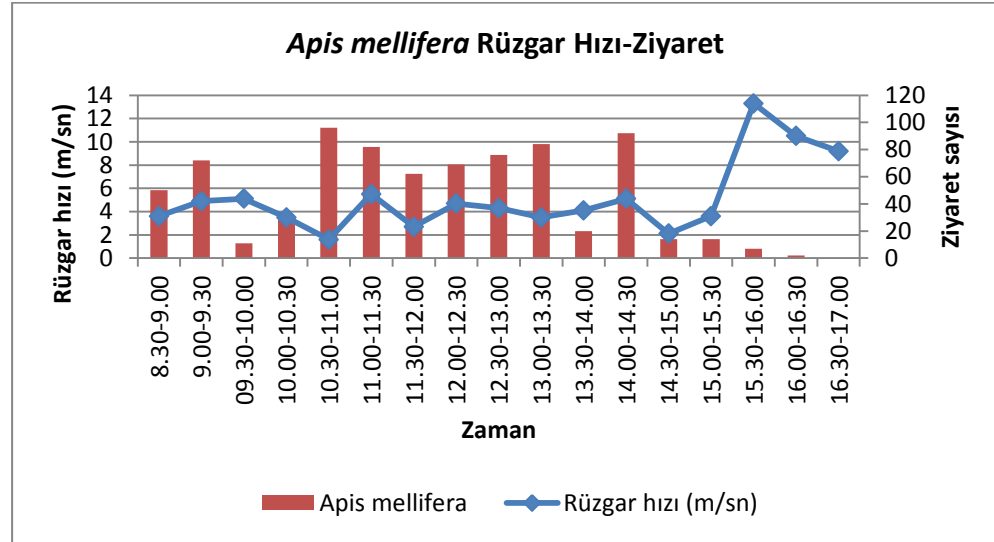
Şekil 18. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Apis mellifera*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 19. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Apis mellifera*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



Şekil 20. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Apis mellifera*'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 21. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Apis mellifera*'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

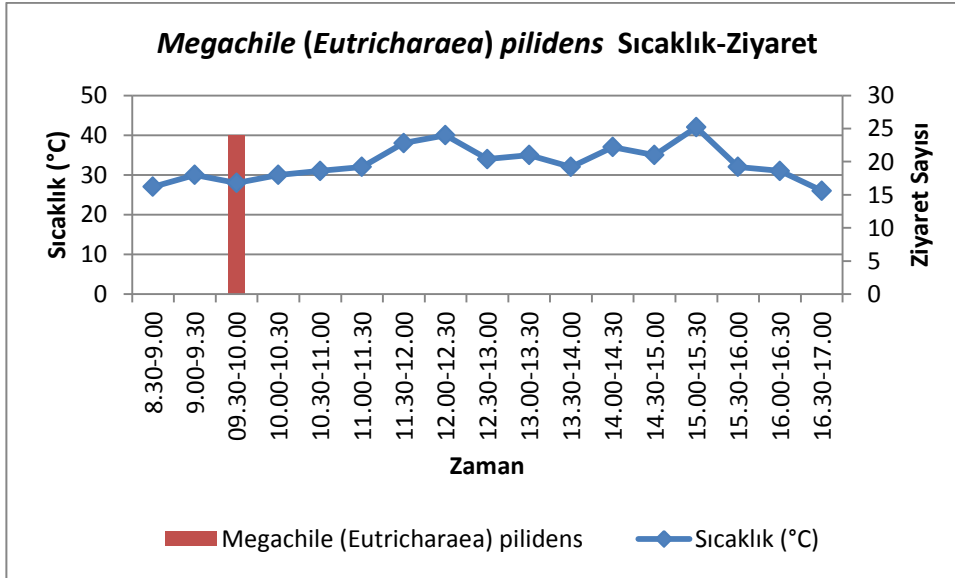
3.9.1.2. Megachilidae: *Megachile (Eutricharaea) pilidens* davranışı

Yoğun olarak Avrupa'da olmak üzere Kuzey Afrika ve Orta Asya'da yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016). Uzun dilli asosyal arılar grubunda yer almaktadır. Bitki üzerine geliş amacı nektar toplamaktır. Vücudunun büyük oranda kıllarla kaplı olması polen tutumu için avantaj sağlamaktadır. Poleni en çok scopa bölgesi olmak üzere başın frontal kısmı ile vücudun alt ve yan bölgelerindeki kıllar ile yakalamaktadır. Nispeten büyük vücudu sayesinde korimboza konduğunda stigma ve stilus a kolaylıkla temas ederek tozlaşmada etkin rol oynamaktadır (Şekil 22). Gözlem sırasında farklı bitki gruplarına konduğu

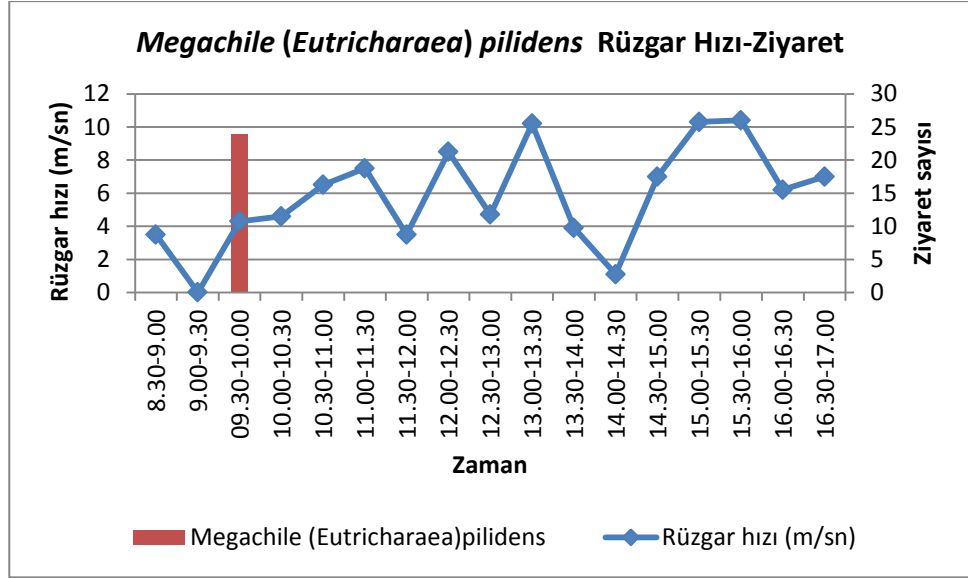
da gözlemlenmiştir. Bu sebepten oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 24 defa ziyaret gerçekleştirmesine karşın, 2. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiştir. Bu davranış *J. supina* subsp. *supina*'yı tercihen kullandığı bir nektar kaynağı olduğunu göstermektedir. Türü ziyareti sadece 9.30-10.00 arasında gerçekleştirdiği için sıcaklık ve rüzgar hızına bağlı davranışı hakkında yorum yapılamamıştır (Şekil 23, 24). Fakat ziyareti gerçekleştirdiği saat dilimi içerisindeki sıcaklık 28°C, rüzgar hızı ise 4,3 m/sn'dir (Şekil 23,24).



Şekil 22. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar toplayan *Megachile (Eutricharaea) pilidens*



Şekil 23. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Megachile (Eutricharaea) pilidens*'in sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



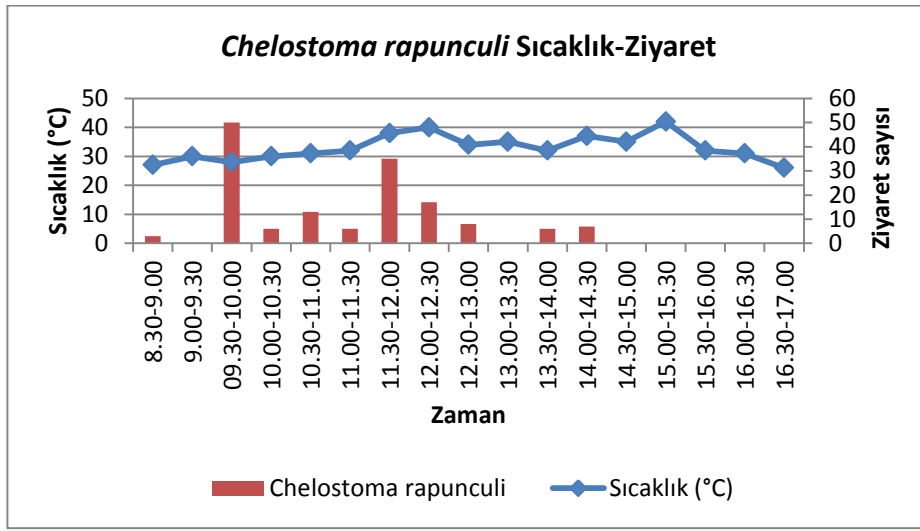
Şekil 24. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Megachile (Eutricharaea) pilidens*'in rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)

3.9.1.3. Megachilidae: *Chelostoma rapunculi* davranışı

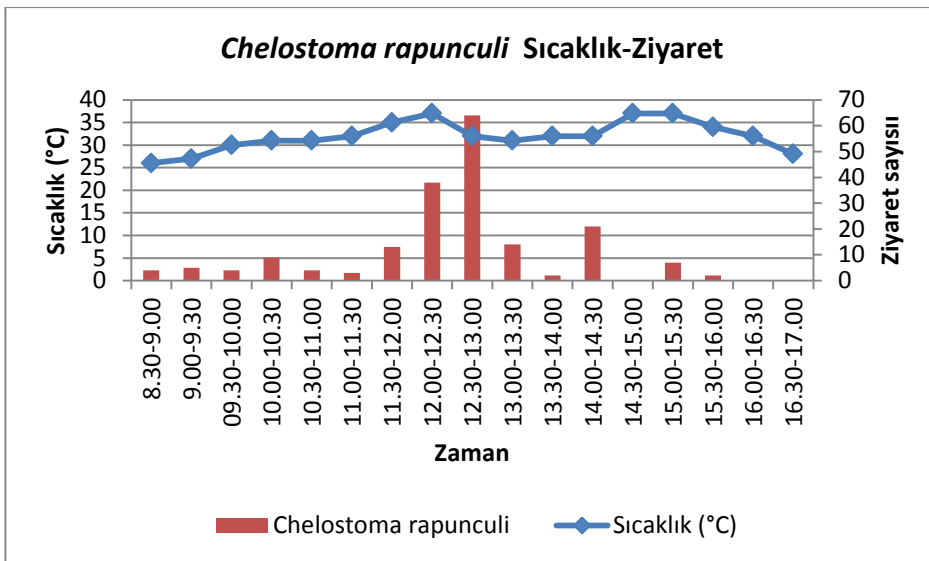
Kuzey Amerika kıtasında Kanada'nın doğusu hariç Kuzey yarım kürenin genelinde yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016). Uzun dilli arılar grubunda yer almaktadır. Bitki üzerine geliş amacı nektar toplamak ve polen ile beslenmektir. Megachilidae üyelerine göre vücudu daha seyrek tüylerle kaplıdır. Tüyler yoğun olarak abdomenin alt kısımlarında ve scopasında toplanmıştır ve bitkiden polenleri bu tüyleri sayesinde toplamaktadır. Bitkiyi ziyaret eden diğer tozlayıcılara göre daha küçük bir tozlayıcı olan bu tür korimbozdaki çiçekleri teker teker dolaşarak tozlaşmada etkin rol oynamaktadır (Şekil 25). Bitkinin üzerine konduğunda önce stilus üzerindeki tüylerdeki polenleri hedef almakta daha sonra çiçeklerin diplerindeki nektarlara yönelmektedir. Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 151, 2. gözlem gününde 190 olmak üzere toplamda 341 korimboz'u ziyaret etmiştir. Sıcaklık ve rüzgar hızına bağlı yapılan gözlemlerde türün bu iki faktöre bağlı ziyareti hakkında kesin bir şey söylenememektedir. Düzensiz yoğunlukta ziyaretlerde bulunan bu türün bitkiyi ziyareti saat 8.30 civarında başlamakta 14.30 dan sonra ise hızla düşmektedir. Saat 11.00 ile 13.00 arasında ise en fazla ziyaretini gerçekleştirmektedir (Şekil 26,27,28,29).



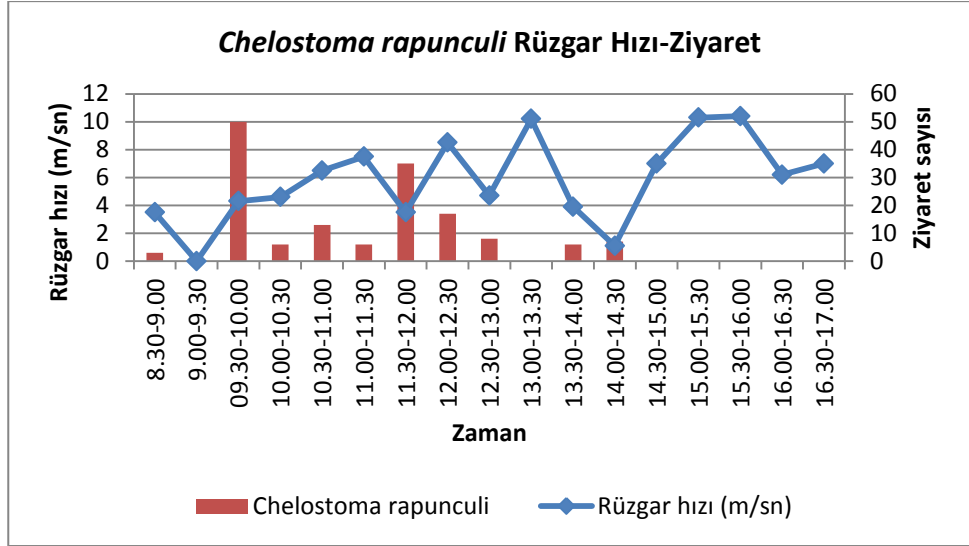
Şekil 25. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar ve polen toplayan *Chelostoma rapunculi*



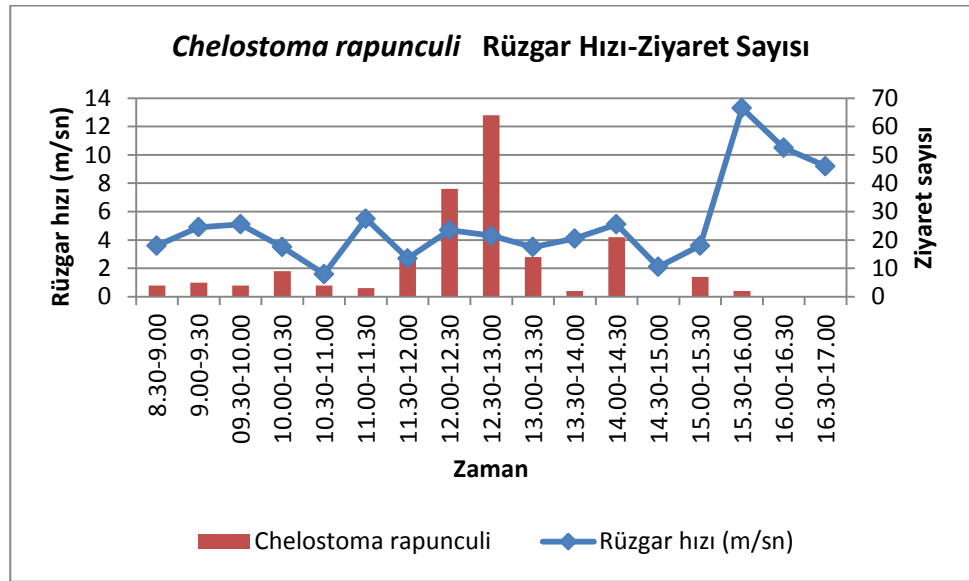
Şekil 26. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Chelostoma rapunculi*'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 27. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Chelostoma rapunculi*'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



Şekil 28. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Chelostoma rapunculi*'nin rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 29. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Chelostoma rapunculi*'nin rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

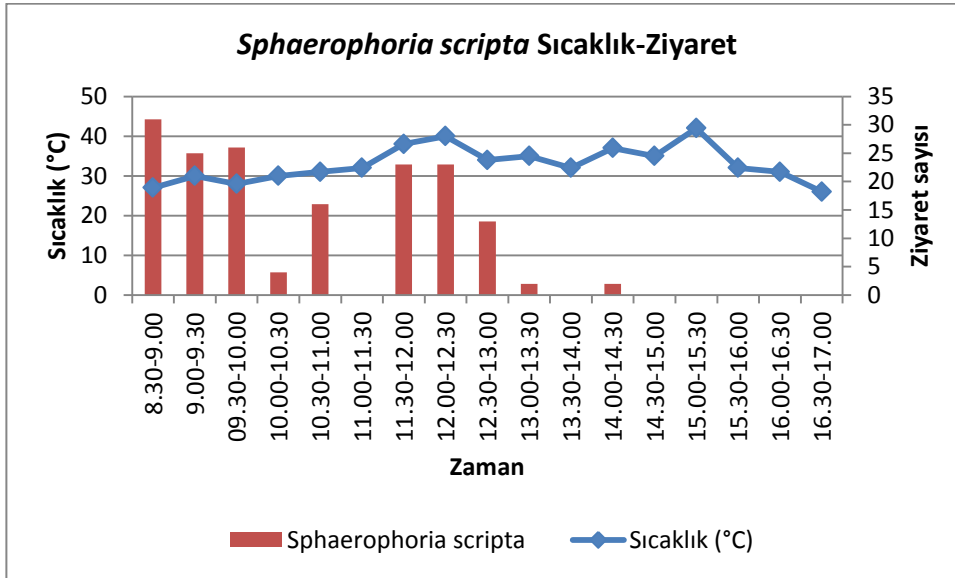
3.9.1.4. Syrphidae: *Sphaerophoria scripta* davranışı

Paleartik bölgede özellikle Akdeniz havzası civarında yayılıma sahiptir. (Fauna Europaea 2016). Nektar ve polen toplayan bu tür, bitki üzerine geldiğinde öncelikle stıgması aktifleşmemiş stiluslara konmaktadır. İlk dört ayağı ile stilusu kavrayarak stilus tüyleri üzerindeki polen taneleri ile beslenmektedir (Şekil 30). Çok sık olmamakla birlikte çiçeğin dip kısmından nektar da aldığı gözlenmiştir. Vücudundaki kıl örtüsü seyrek olan bu tür polenleri başının alt kısımlarındaki

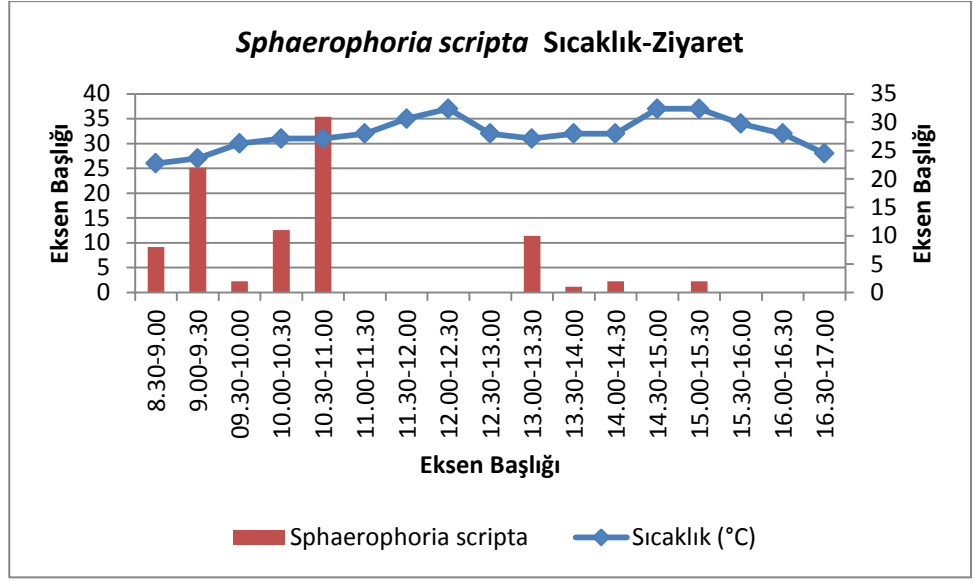
tüylerle toplamaktadır ve bir çiçekten diğerine geçerken stıgması aktif çiçeklere bu bölgedeki polenleri iletmektedir. Poligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 161, 2. gözlem gününde 112 olmak üzere toplamda 277 korimboz'u ziyaret etmesinden dolayı en sık 3. ziyareti gerçekleştiren türdür. Türün sabah saatlerinde daha aktif olduğu öğlen saatlerinde hem sıcaklık artışı hem de rüzgar hızındaki artış nedeniyle ziyaret sayısının azaldığı gözlenmiştir (Şekil 31,32,33,34).



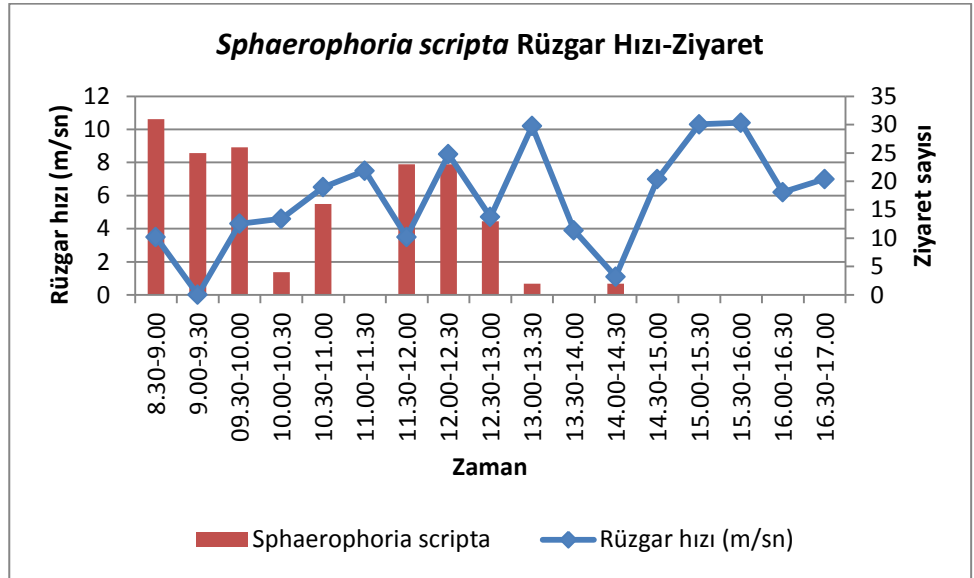
Şekil 30. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde polen toplayan *Sphaerophoria scripta*



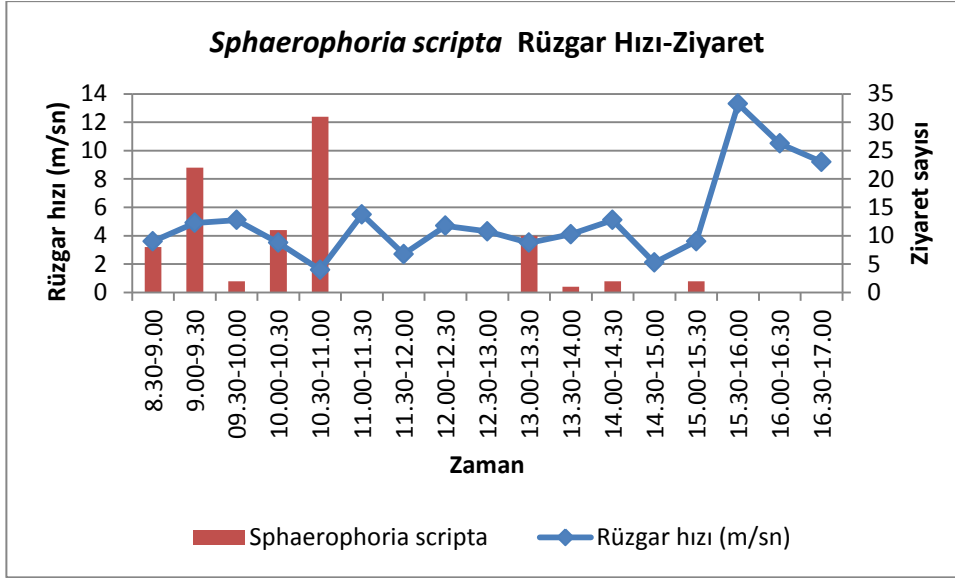
Şekil 31. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 32. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



Şekil 33. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)



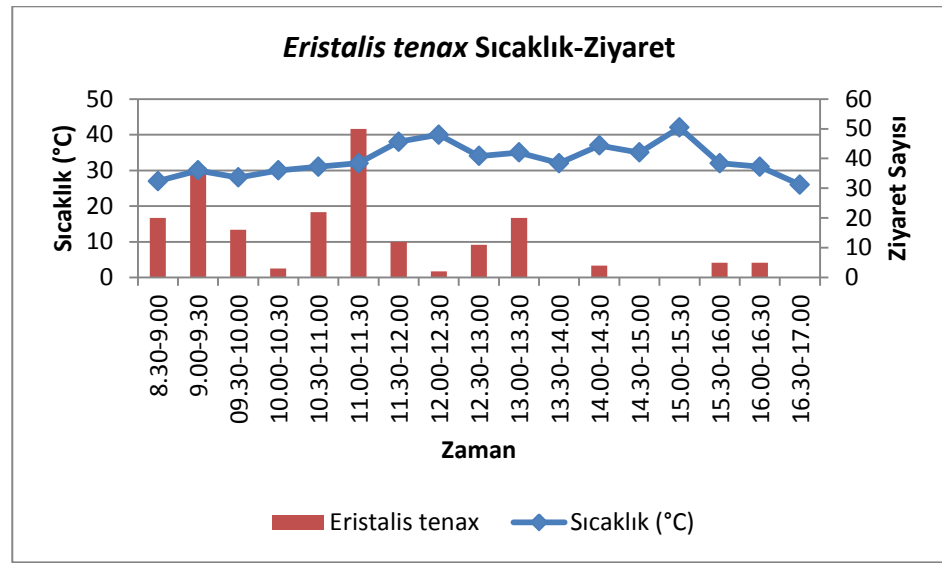
Şekil 34. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

3.9.1.5. Syrphidae: *Eristalis tenax* davranışı

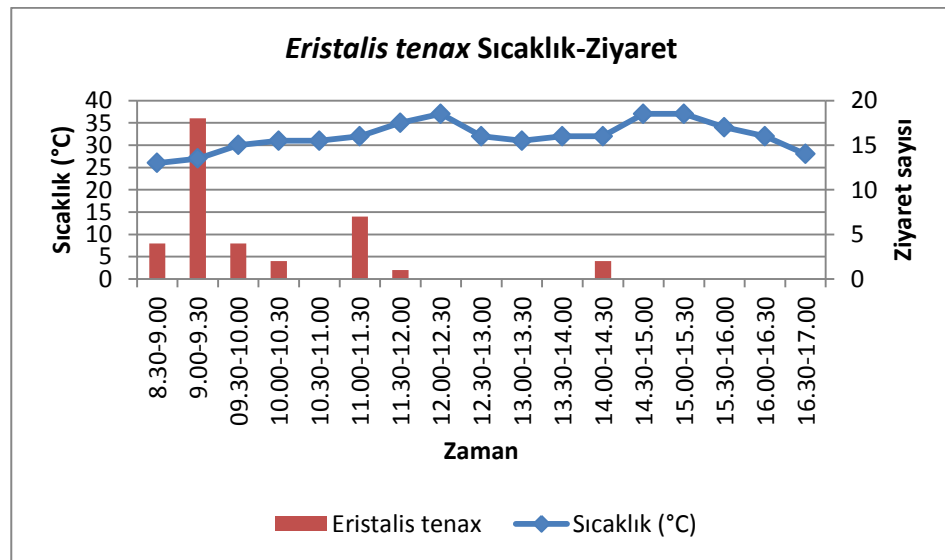
En sık Avrupa'da olmak üzere dünyanın tropikal ve yılın büyük bir kısmını kar altında geçiren bölgeleri haricinde her yerinde gözlenmektedir (Fauna Europaea 2016). Dış görünüş olarak bal arısı ile mimikri göstermektedir. Ve vücudu yoğun kıl örtüsü ile kaplıdır. Bu kıl örtüsü sayesinde polen tanelerini rahatlıkla vücudunda tutabilmektedir (Şekil 35). Büyük vücut yapısı korimboza konduğunda aynı anda birçok çiçek ile temas etmesini sağlamaktadır. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 207, 2. gözlem gününde 38 olmak üzere toplamda 245 korimboz'u ziyaret etmesinden dolayı en sık 4. ziyareti gerçekleştiren türdür. Ziyaret sayısından da anlaşılacağı üzere bu tür *J. supina* subsp. *supina*'nın çiçekli olduğu dönem içerisinde besin ihtiyacını karşılamak için başka çiçekleri de ziyaret etmektedir. Bu sebepten tek ziyaret sayısında günlük ani değişimler gözlenebilmektedir. Türün sabah ve öğlen saatlerinde daha aktif olduğu gözlemlenmiştir. Ve ziyaret sıklığı sadece günlük değil, gün içerisinde de dalgalanma göstermektedir. Akşam saatlerinde artan rüzgar ve sıcaklık türün ziyaretinde azalmaya neden olmaktadır (Şekil 36,37,38,39).



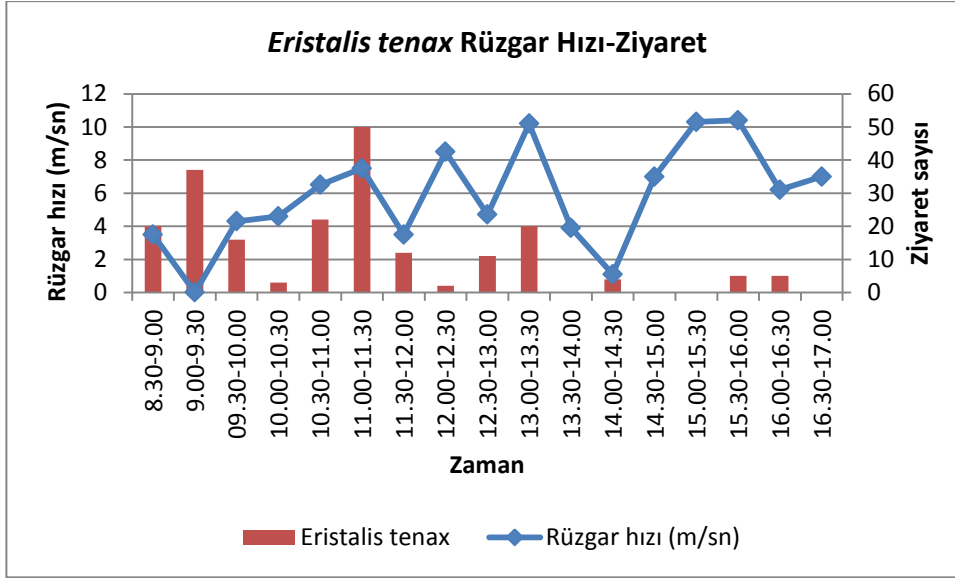
Şekil 35. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar ve polen toplayan *Eristalis tenax*



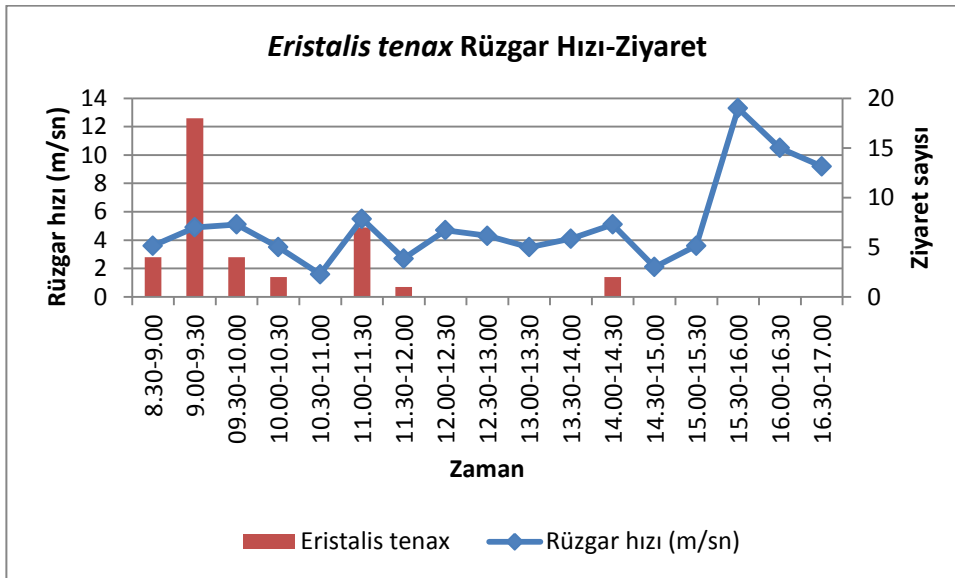
Şekil 36. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Eristalis tenax*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 37. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Eristalis tenax*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



Şekil 38. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Eristalis tenax*'ın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 39. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Eristalis tenax*'ın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

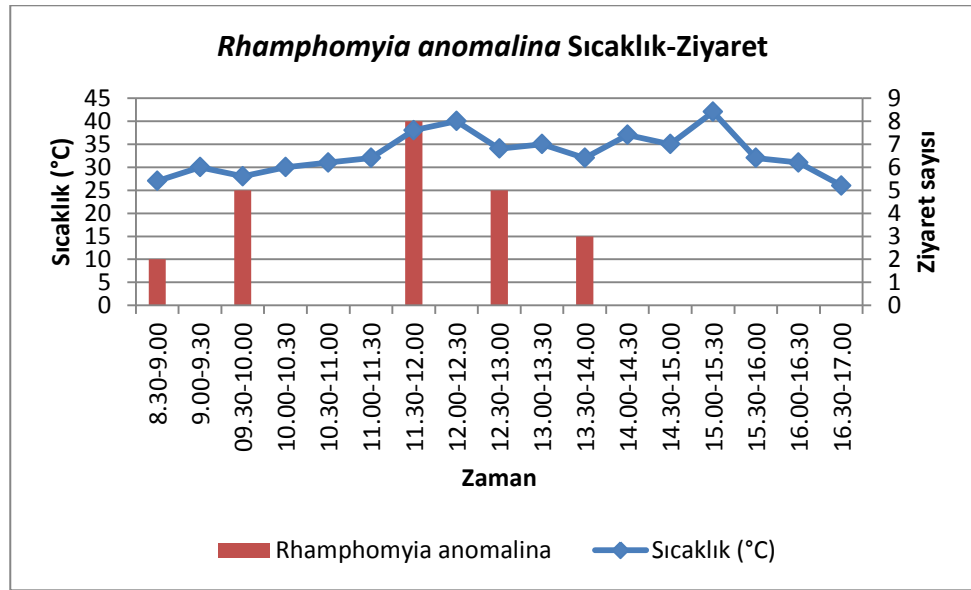
3.9.1.6. Empididae: *Rhamphomyia anomalina* davranışı

Paleartik bölgenin kuzey kısımlarında genellikle Avrupa-Sibirya bitki örtüsünün hakimiyetinde olan bölgelerde yayılıma sahip olan bir türdür (Fauna Europaea 2016). Genellikle böcek avlayarak beslenen bu tür, bitkileri nektar almak için de ziyaret etmektedir. Ziyareti sırasında stilus üzerindeki tüylere ayakları ve toraksı ile temas ederek bu bölgelerindeki kısmen seyrek kılları sayesinde az da olsa polen taşınımı sağlamaktadır (Şekil 40). Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 23, 2. gözlem gününde 7 olmak üzere

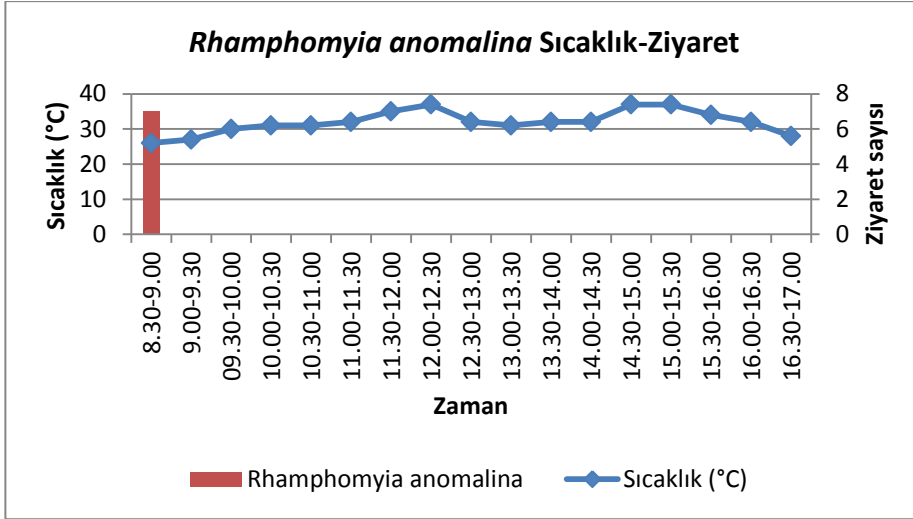
toplamda 30 korimboz'u ziyaret etmiştir. Beslenme tipinden dolayı bitkiyi ziyareti de fakültatif olduğundan birinci gün en fazla ziyaretini gerçekleştirirken 2. gün ziyaret sayısı azalmış ve sadece sabah saatlerinde çiçeği ziyaret etmiştir. Gün içerisindeki ziyareti tamamen rasgeledir. Tütün sabah ve öğlen saatlerinde daha aktif olduğu gözlemlenmiştir. Öğlen saat 2 den sonra ziyareti tamamen sonlanmaktadır (Şekil 41,42,43,44).



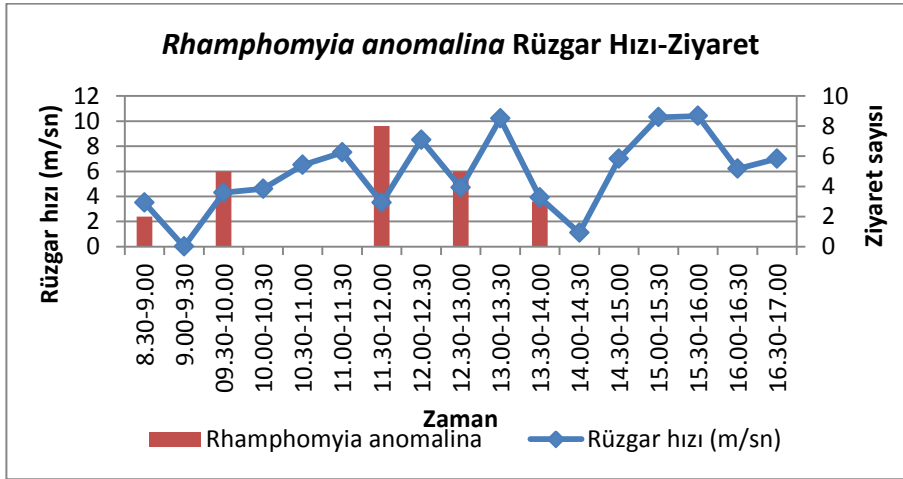
Şekil 40. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar toplayan *Rhamphomyia anomalina*



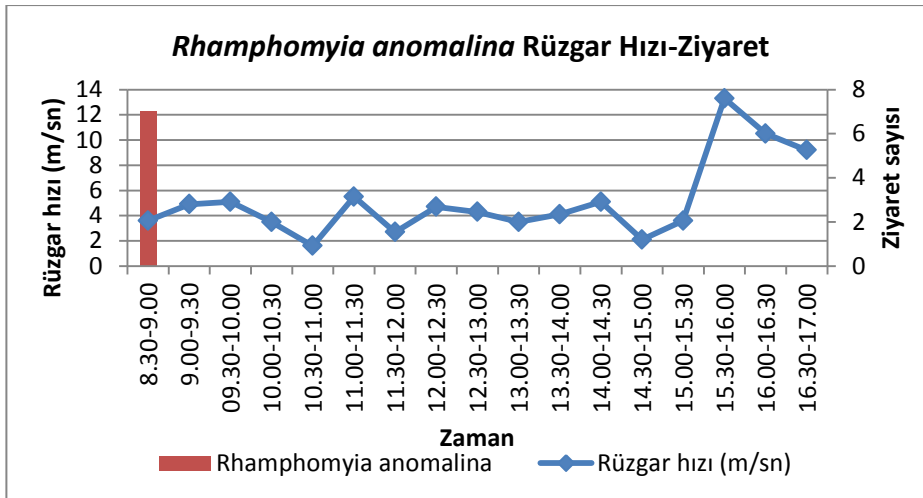
Şekil 41. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Rhamphomyia anomalina*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 42. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Rhamphomyia anomalina*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



Şekil 43. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Rhamphomyia anomalina*'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)



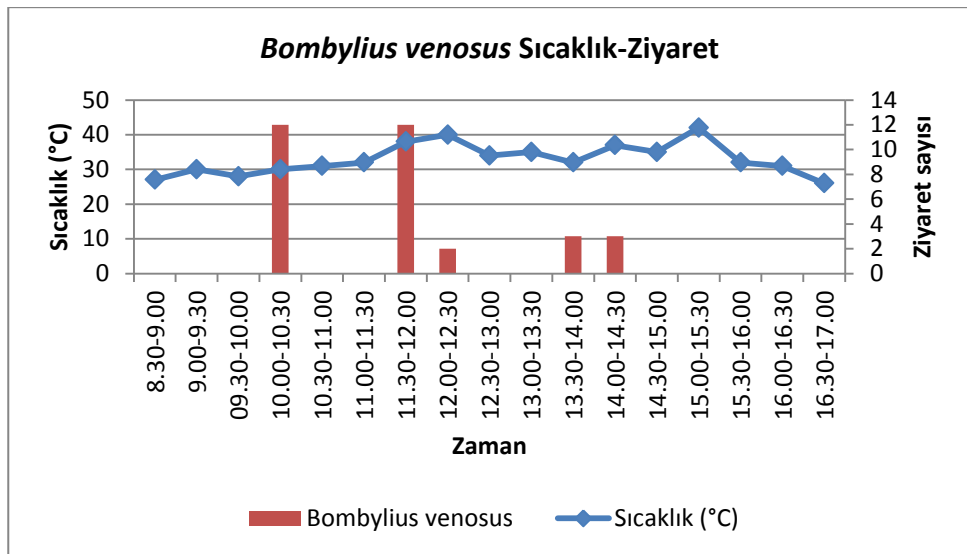
Şekil 44. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Rhamphomyia anomalina*'nın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

3.9.1.7. Bombyliidae: *Bombylius venosus* davranışı

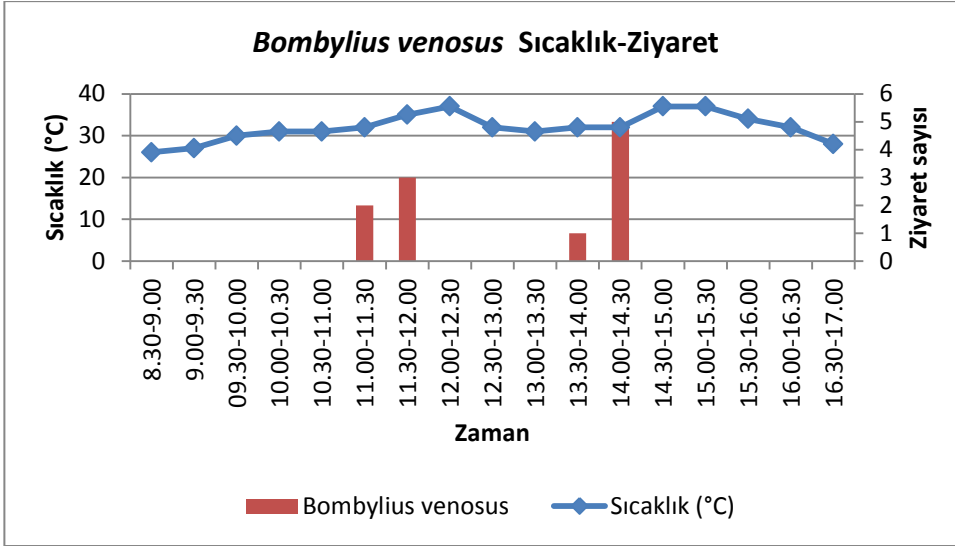
Paleartik bölgenin genelinde yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016).. Uzun stylet'i sayesinde bitkilerden nektar alarak beslenmektedir. Vücudu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğu zaman uzun bacakları sayesinde stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır (Şekil 45). Uzun styleti ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu özelliği tozlayıcı böcekler içinde bu grubu nektar hırsızı grubuna dahil etmektedir. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 32, 2. gözlem gününde 11 olmak üzere toplamda 43 korimboz'u ziyaret etmiştir. Ziyaretlerini saat 10:00-14:30 arasında gerçekleştirmekte ve rüzgar hızının 5m/sn'nin altına düştüğü anları tercih etmektedir (Şekil 46,47,48,49).



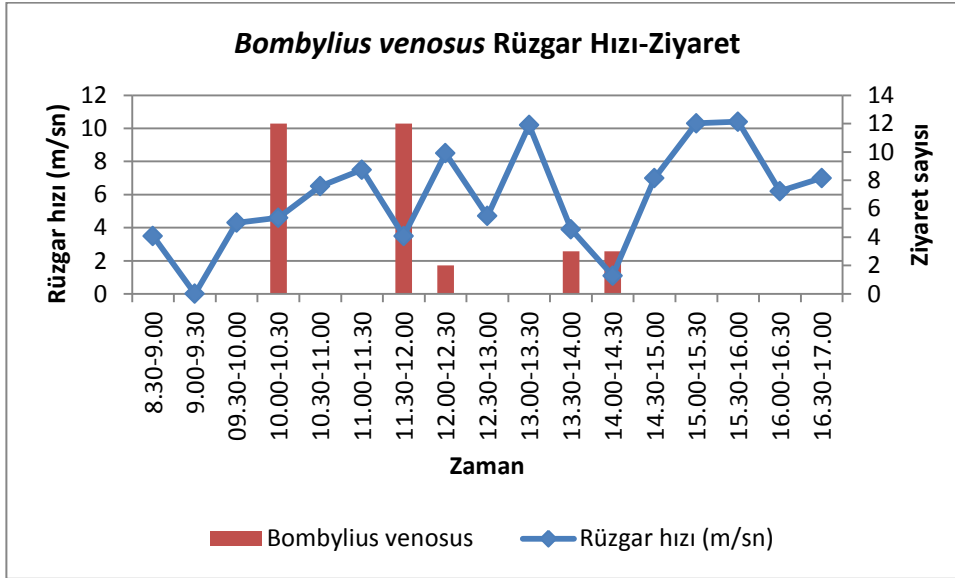
Şekil 45. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar toplayan *Bombylius venosus*



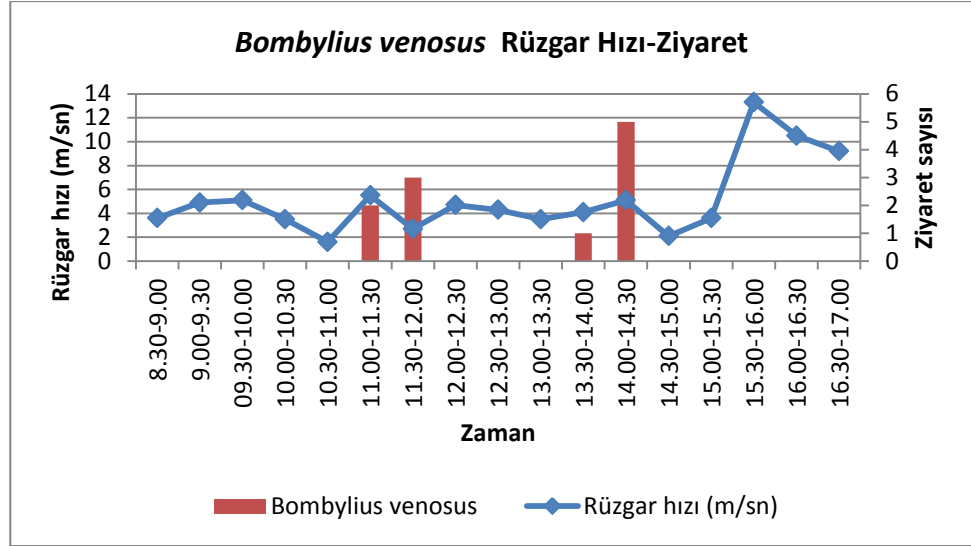
Şekil 46. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Bombylius venosus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 47. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Bombylius venosus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



Şekil 48. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Bombylius venosus*'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)



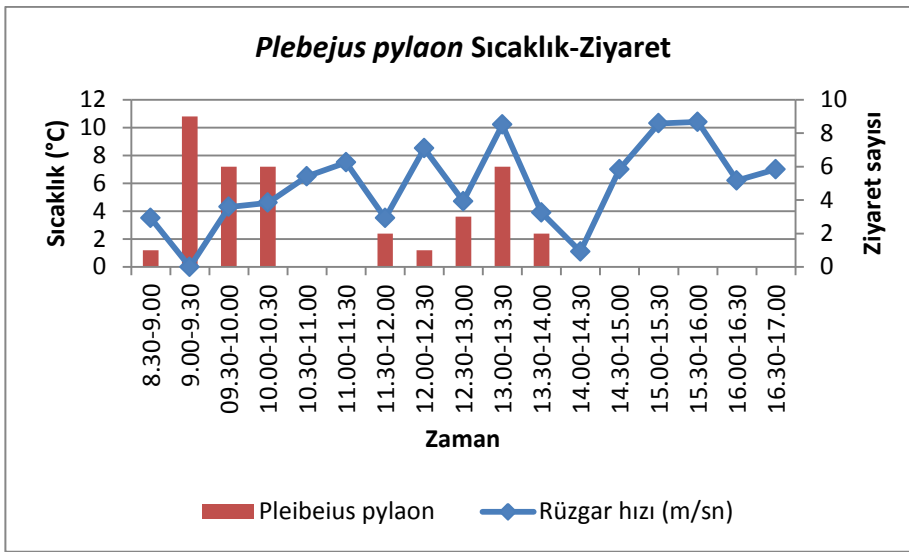
Şekil 49. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Bombylius venosus*'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

3.9.1.8. Lycaenidae: *Plebejus pylaon* davranışı

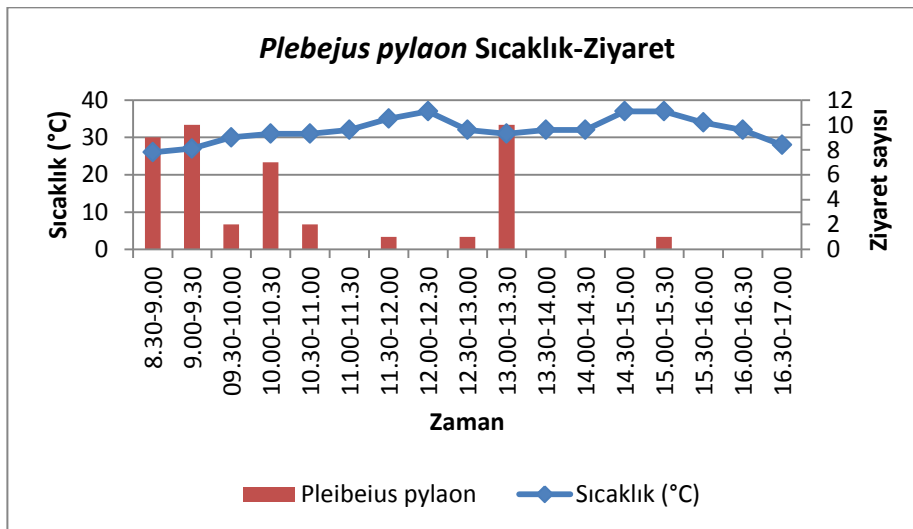
Paleartik bölgede, Orta Avrupa, Doğu Avrupa, Ön Asya'da yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016). Türkiye'de oldukça yaygın bir türdür. Mayıs sonundan Ağustos ayı ortalarına kadar uçuş süresi olan genellikle yaylalarda ve akan su kenarlarında bulunan bir türdür. Arka kanatlarında küçük siyah kenar benekleri ile diğer türlerden kolaylıkla ayrılır (Şekil 50). Sifonlayıcı tipteki ağız parçaları sayesinde bitkilerden nektar alarak beslenmektedir. Vücudu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğunda stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır. Taşıdığı polenler yoğun olarak ağız parçalarına yapışmış şekildedir. Uzun sifon ağız yapısı ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu esnada bitkinin stigmatına çok az polen taşınımı gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla bu tür bitkinin tozlaşmasına katkıda bulunsada bu etki oldukça azdır. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 36, 2. gözlem gününde 43 olmak üzere toplamda 79 korimboz'u ziyaret etmiştir. Ziyaretleri günün iki farklı saat aralığına yayılmıştır. Saat 8:30 da başlayan ziyaretler saat 10:30 dan sonra azalmakta ve 11:30 dan sonrada tekrardan artmaktadır. Ziyaretin azaldığı bu saat aralığı sıcaklığın giderek arttığı ve rüzgarın ani artışlar gösterdiği saatlerdir (Şekil 51,52,53,54).



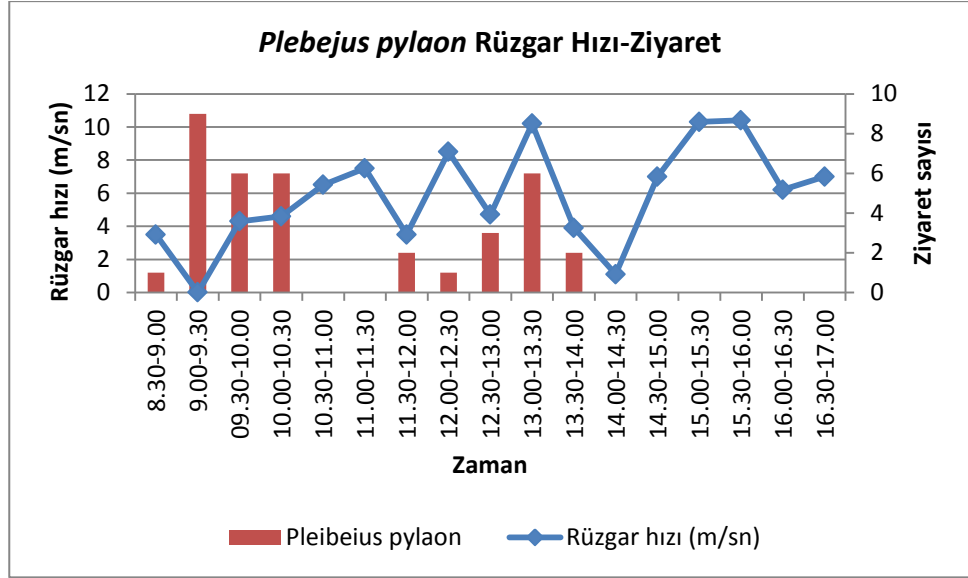
Şekil 50. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar toplayan *Plebejus pylaon*



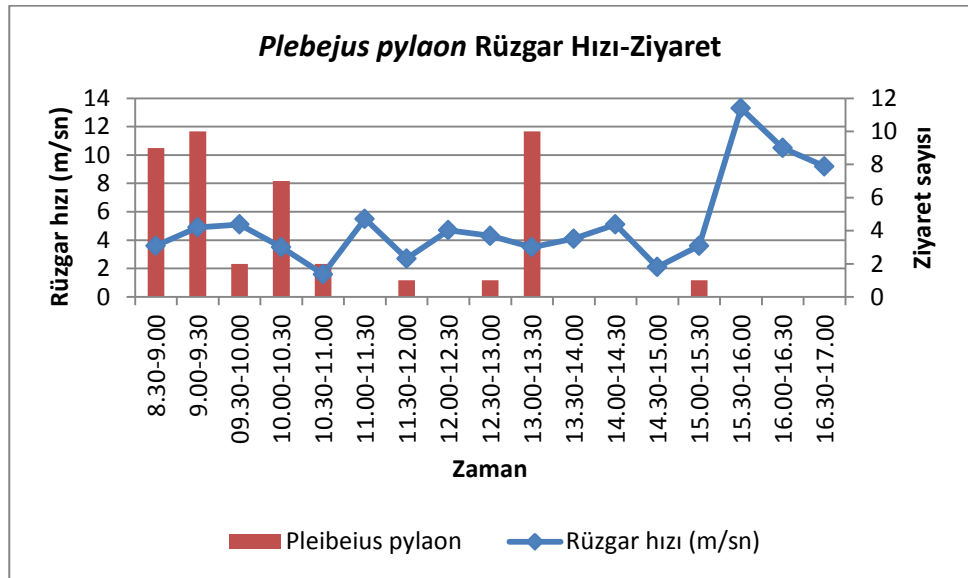
Şekil 51. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Plebejus pylaon*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 52. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Plebejus pylaon*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



Şekil 53. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Plebejus pylaon*'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (24.07.2015)



Şekil 54. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Plebejus pylaon*'un rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

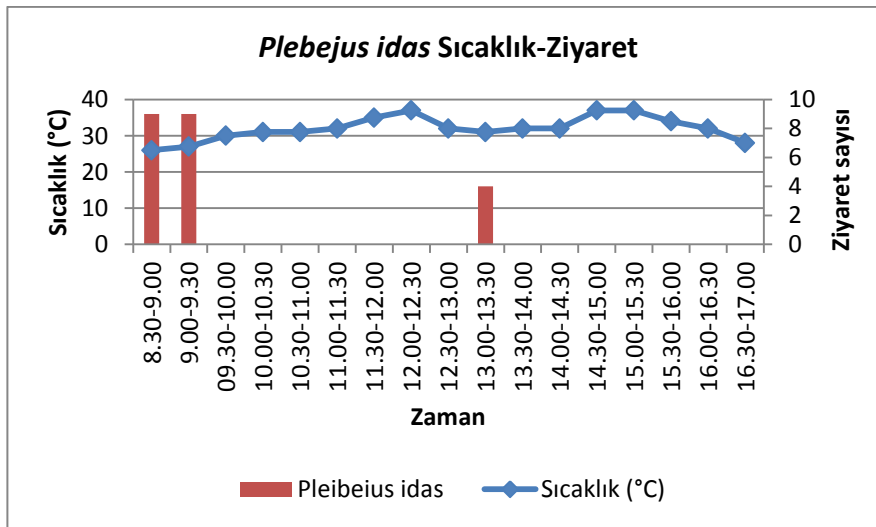
3.9.1.9. Lycaenidae: *Plebejus idas* davranışı

Yoğun olarak Palearktık bölgede, Avrupa ve Asya'da, az olarak ta Nearktık bölgede Kuzey Amerika'da yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016). Türkiye'de, Kuzey Doğuda yoğun olmak üzere Batı Karadeniz ve Toros Dağlarında da yayılışı bulunmaktadır. Mayıs'tan Eylül ayına kadar kadar uçuş süresi olan genellikle taşlık çayırliklar ve orman açıklıklarında bulunan bir türdür. Kanatların alt yüzünün zemin renginin daha gri, siyah beneklerin boyunun daha küçük olması ile diğer türlerden ayrılır (Şekil 55). Sifonlayıcı tipteki ağız parçaları sayesinde

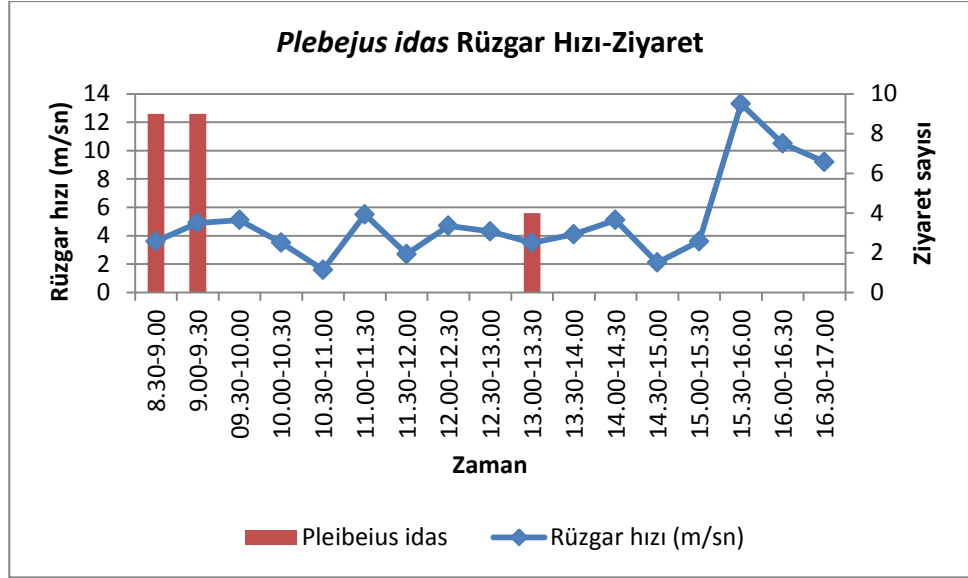
bitkilerden nektar alarak beslenmektedir. Vücudu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğunda stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır. Taşıdığı polenler yoğun olarak ağız parçalarına yapışmış şekildedir. Uzun sifon ağız yapısı ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu esnada bitkinin stigmatına çok az polen taşınımı gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla bu tür bitkinin tozlaşmasına katkıda bulunsada bu etki oldukça azdır. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiş, 2. gözlem gününde 22 korimboz'u ziyaret etmiştir. Ziyaretleri günün iki farklı saat aralığına yayılmıştır. Saat 8:30-9:30 da en yoğun ziyareti gerçekleştirmiştir. Diğer ziyareti ise 13:00-13:30 arasındadır. Bu saatler sıcaklığın 32°C nin, rüzgar hızının ise 6 m/sn'nin altında saatlerdir (Şekil 56,57).



Şekil 55. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde gözlemlenen nektar toplayıcı *Plebejus idas*



Şekil 56. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Plebejus idas*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



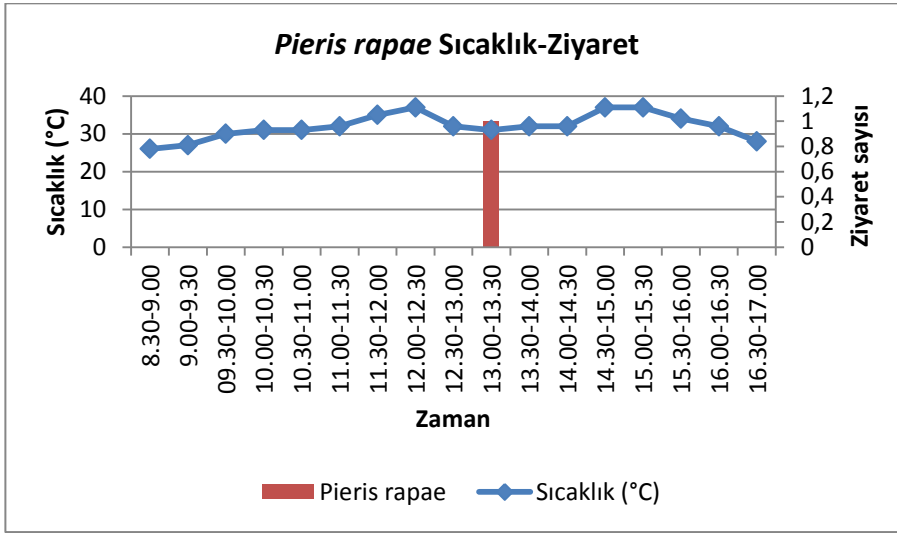
Şekil 57. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Plebejus idas*'ın rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

3.9.1.10. Pieridae: *Pieris rapae* davranışı

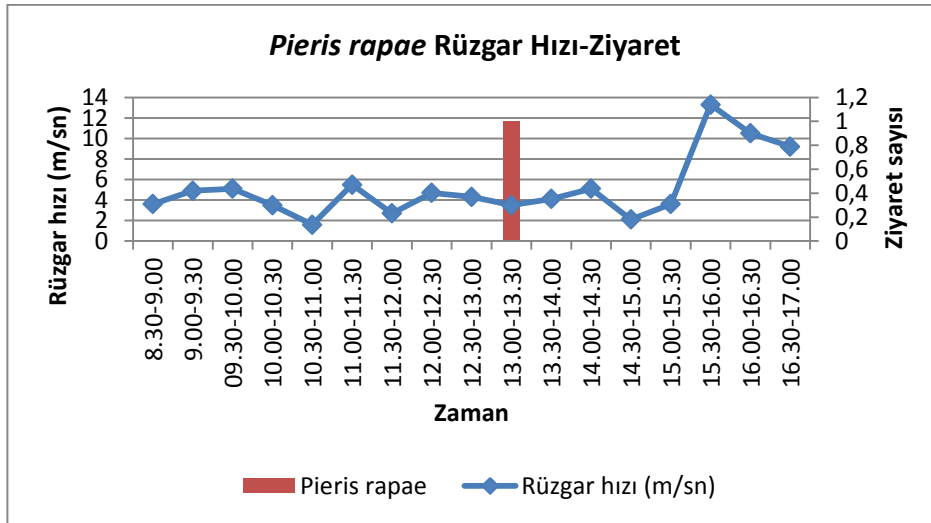
Doğal olarak Palearktikte ve Neotropikte yayılıma sahip olan bir türdür. Avrupa, Kuzey Afrika, Asya, Güney Amerika ve İngiliz Adalarında yayılıma sahiptir. Ayrıca Kuzey Amerika Avustralya ve Yeni Zeland'a taşınmış türlerdir. Türkiye'nin bütün bölgelerinde yayılışı bulunmaktadır. Mart'tan Kasım ayına kadar kadar uzun bir uçuş süresine sahip olan ve neredeyse bütün karasal habitatlarda bulunan bir türdür. Ön kanatlarının üst yüzünde erkekte 1 dişide 2 siyah benek bulunması ve ön kanat apeksindeki kısıtlı siyah leke ile diğer türlerden kolaylıkla ayrılmaktadır (Şekil 58). Sifonlayıcı tipteki ağız parçaları sayesinde bitkilerden nektar alarak beslenmektedir. Vücudu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğunda stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır. Taşıdığı polenler yoğun olarak ağız parçalarına yapışmış şekildedir. Uzun sifon ağız yapısı ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu esnada bitkinin stigmatına çok az polen taşınımı gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla bu tür bitkinin tozlaşmasına katkıda bulunsa da bu etki oldukça azdır. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiş, 2. gözlem gününde ise yalnızca 1 ziyaret gerçekleştirmiştir. Bitki üzerine sadece 1 ziyaret gerçekleştirmesi türün bitkiyi temel besin kaynağı olarak tercih etmemesinin sebebidir. Ziyaret gerçekleştirdiği saat 13:00-13:30 saatleri arasındaki sıcaklık 31°C rüzgar hızı 3,5 m/sn dir (Şekil 59,60).



Şekil 58. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde nektar toplayan *Pieris rapae*



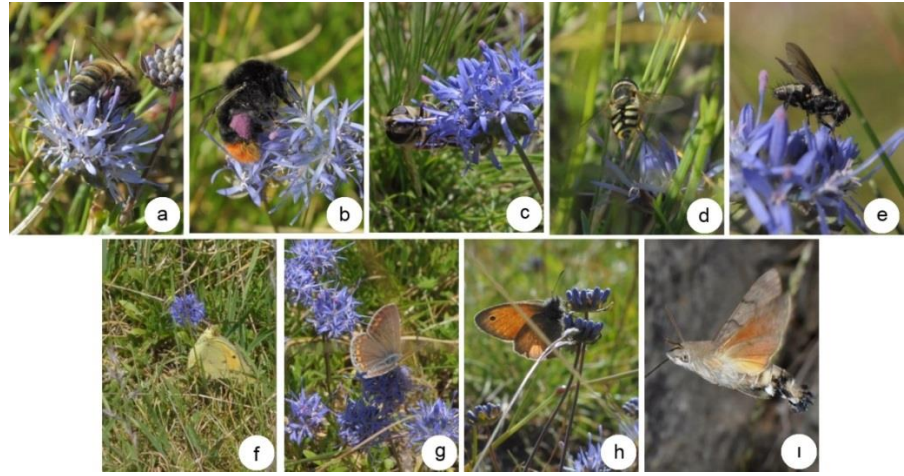
Şekil 59. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Pieris rapae*'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (25.07.2015)



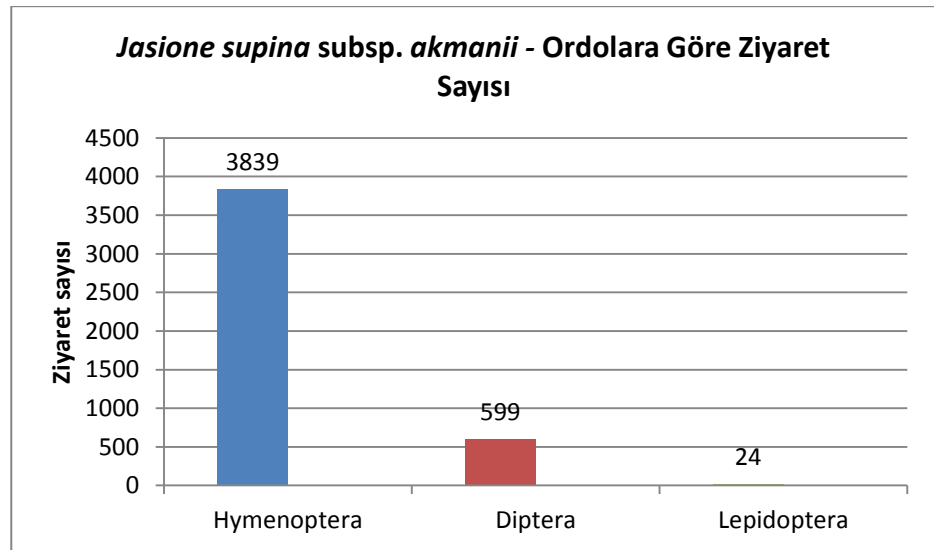
Şekil 60. *J. supina* subsp. *supina* üzerinde *Pieris rapae*'nin rüzgar hızı-ziyaret grafiği (25.07.2015)

3.9.2. *Jasione supina* subsp. *akmanii*

Bolu Koroğlu Dağları lokalitesinde yapılan 2 günlük gözlemler sonucunda *J. supina* subsp. *akmanii*'nin toplamda 7 familyaya ait 9 farklı takson tarafından ziyaret edildiği tespit edilmiştir (Şekil 61). Ziyaret eden böcek taksonlarının 2 tanesi Hymenoptera, 3 tanesi Diptera, 4 tanesi ise Lepidoptera'ya aittir. Ziyarete bulunan türlerin geliş amacı polen yemek ve nektar toplamaktır. Bitki predadötörü herhangi bir türe rastlanmamıştır. Ordo düzeyinde bakıldığında 2 günlük gözlemlerdeki ziyaret sıklığı çoktan aza doğru 3839 ziyaretle Hymenoptera, 599 ziyaretle Diptera ve 24 ziyaretle Lepidoptera şeklindedir (Şekil 62).



Şekil 61. *Jasione supina* subsp. *akmanii* tozlayıcıları a) *Apis mellifera* b) *Bombus (Psithyrus) rupestris* c) *Eristalis tenax* d) *Dasysyrphus albostriatus* e) Anthomyiidae f) *Colias coroceae* g) *Pleibeius idas* h) *Coenonympha pamphilus* i) *Macroglossum stellatarum*



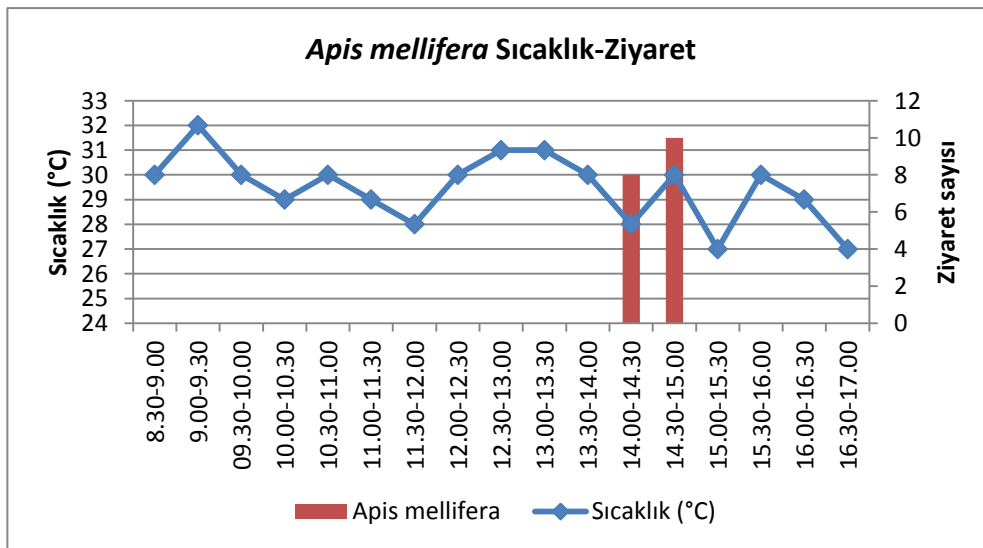
Şekil 62. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde saptanan 9 taksonun ordulara göre ziyaret sayısı

3.9.2.1. Apidae: *Apis mellifera* davranışı

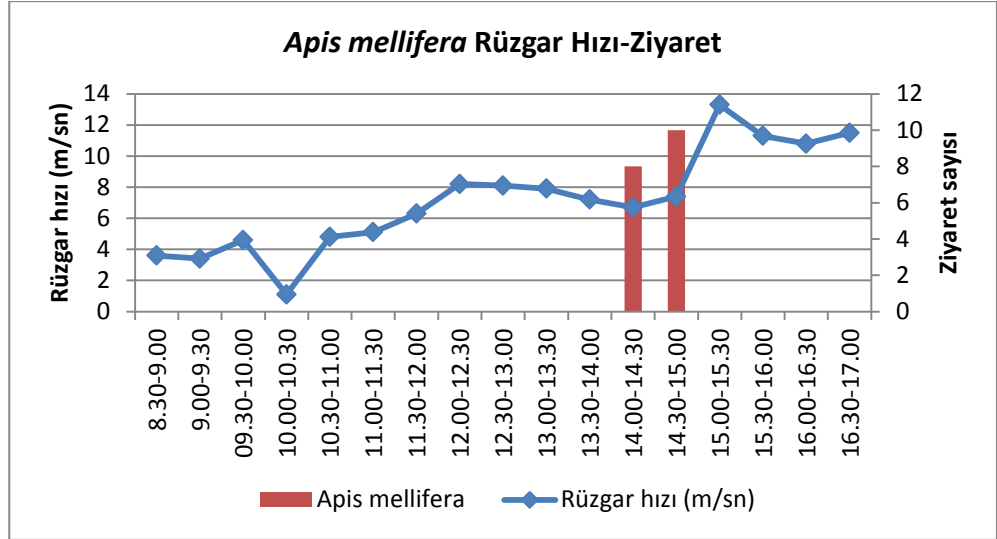
Vücudunun büyük oranda kıllarla kaplı olması polen tutumu için avantaj sağlamaktadır. Polenleri en çok scopa bölgesi olmak üzere başın frontal kısmı ile vücudun alt bölgelerindeki tüyler ile yakalamaktadır. Büyük vücudu sayesinde korimboz tepesine konduğunda birçok stigma ve polen yüklü situlusa temas ettiği için etkin bir tozlayıcı görevi görmektedir (Şekil 63) 1. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiş, 2. gözlem gününde ise 18 defa ziyarete bulunmuştur. Öğleden sonra saat 14:00-15:00 arasında sıcaklığın 30°C'nin ve rüzgar hızının 7 m/sn'nin altına düştüğü zaman ziyaretlerini gerçekleştirmektedir. Saat 15:00 dan sonra sıcaklık ve rüzgar hızının belirtilen değerler üzerine çıkmasıyla birlikte ziyaret sayısı da azalmaktadır. (Şekil 64,65).



Şekil 63. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar toplayan *Apis mellifera*



Şekil 64. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Apis mellifera*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)



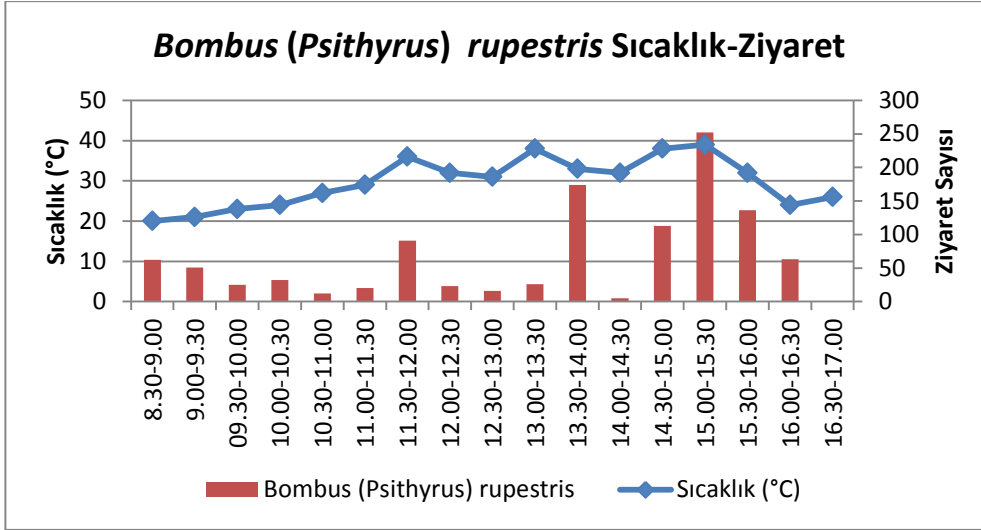
Şekil 65. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Apis mellifera*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)

3.9.2.2. Apidae: *Bombus (Psithyrus) rupestris* davranışı

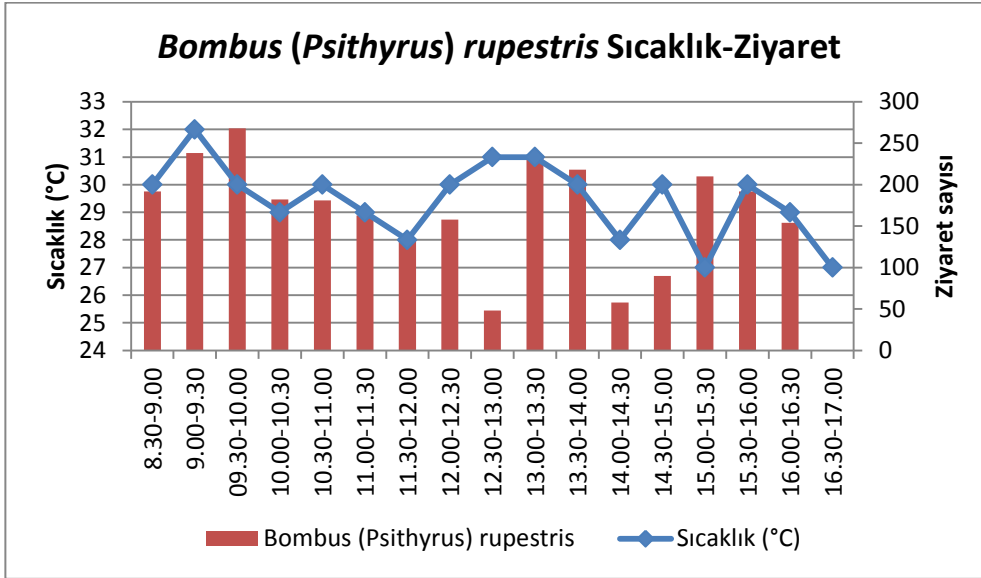
Vücudunun büyük oranda kıllarla kaplı olması polen tutumu için avantaj sağlamaktadır. Poleni en çok scopa bölgesi olmak üzere başın frontal kısmı ile vücudun alt bölgelerindeki kıllar ile yakalamaktadır. Büyük vücudu sayesinde korimboz tepesine konduğunda birçok stigma ve polen yüklü situlusa temas ettiği için etkin bir tozlayıcı görevi görmektedir (Şekil 66) Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiş, 2. gözlem gününde ise 18 defa ziyarette bulunmuştur. Öğleden sonra saat 14:00-15:00 arasında sıcaklığın 30°C'nin ve rüzgar hızının 7 m/sn'nin altına düştüğü zaman ziyaretlerini gerçekleştirmektedir. Saat 15:00 dan sonra sıcaklık ve rüzgar hızının belirtilen değerler üzerine çıkmasıyla birlikte ziyaret sayısı da azalmaktadır. (Şekil 67,68,69,70).



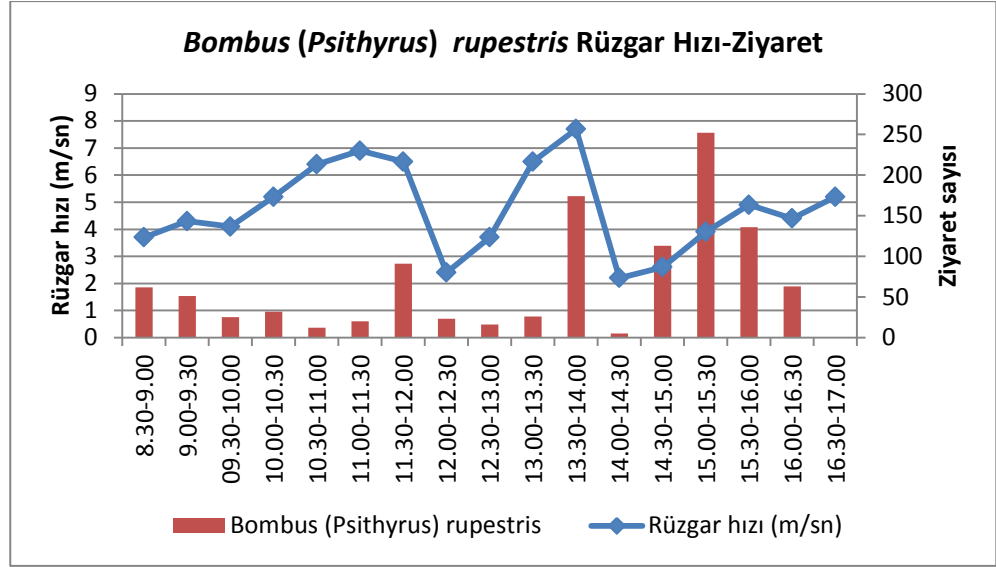
Şekil 66. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar ve polen toplayan *Bombus (Psithyrus) rupestris*



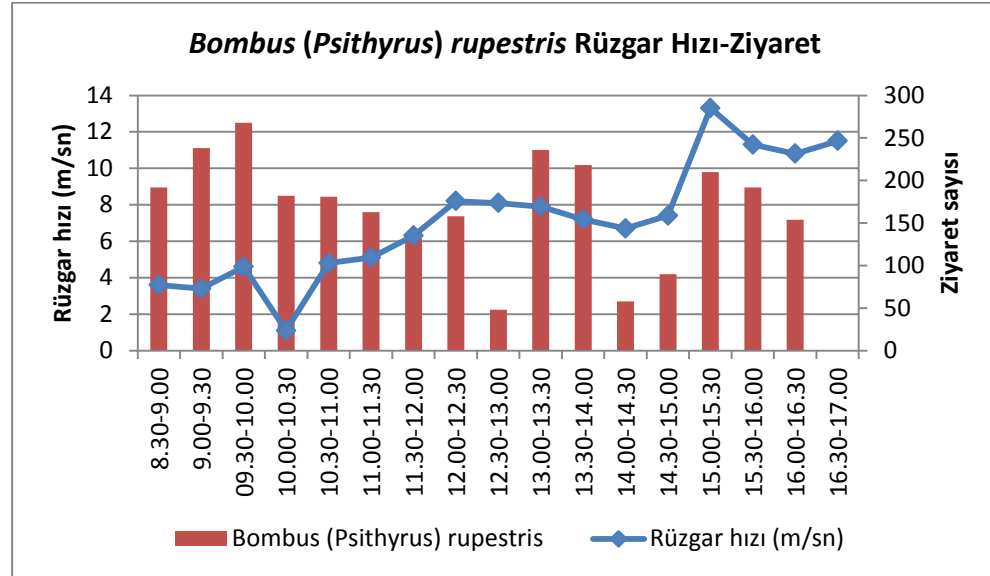
Şekil 67. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)



Şekil 68. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)



Şekil 69. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)



Şekil 70. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)

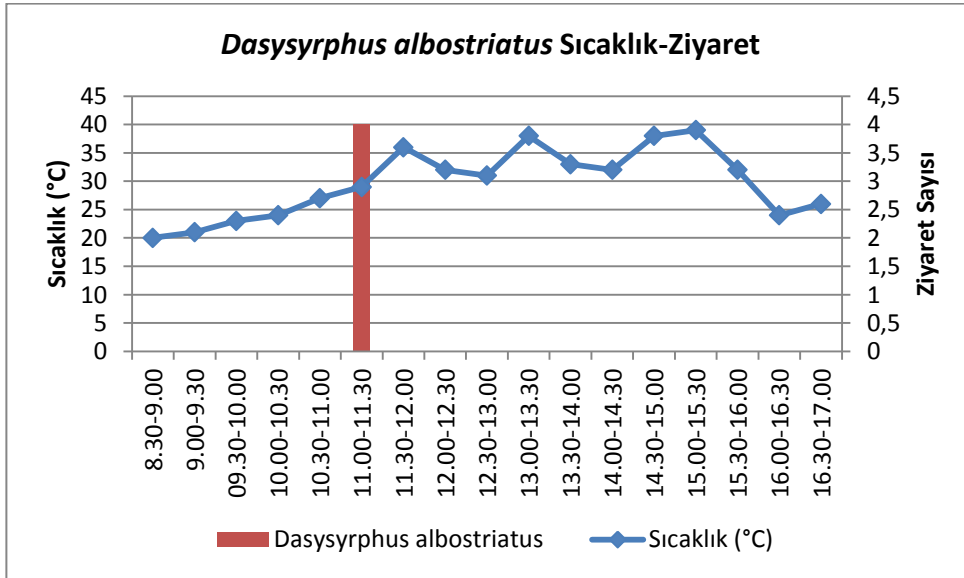
3.9.2.3. Syrphidae: *Dasysyrphus albostratus* davranışı

Türkiye'de dahil olmak üzere Avrupa'nın büyük bir kısmında yayılışa sahiptir (Fauna Europaea 2016). Nektar ve polen toplayan bu tür, bitki üzerine geldiğinde öncelikle stigmatı aktifleşmemiş stiluslara konmaktadır. İlk dört ayağı ile stilusu kavrayarak stilus tüyleri üzerindeki polen taneleri ile beslenmektedir. Çok sık olmamakla birlikte çiçeğin dip kısmından nektar da aldığı gözlenmiştir. Vücudundaki kıl örtüsü seyrek olan bu tür polenleri başının alt kısımlarındaki tüylerle toplamaktadır ve bir çiçekten diğerine geçerken stigmatı aktif çiçeklere

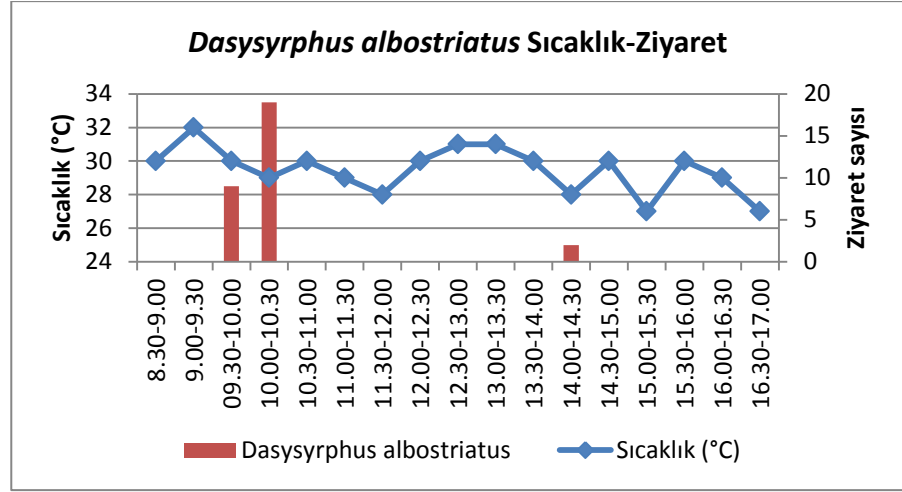
bu bölgedeki polenleri iletmektedir (Şekil 71). Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 4, 2. gözlem gününde 30 olmak üzere toplamda 34 korimboz'u ziyaret etmiştir. Tür bütün gün alan içerisinde aktif olmasına rağmen ziyaretlerinin büyük kısmını öğleden önce gerçekleştirmektedir. Rüzgar hızının 0 dan 7 m/sn arasına çıktığı değişiklikler türün ziyareti üzerinde olumsuz bir etki yaratmamaktadır (Şekil 72,73,74,75).



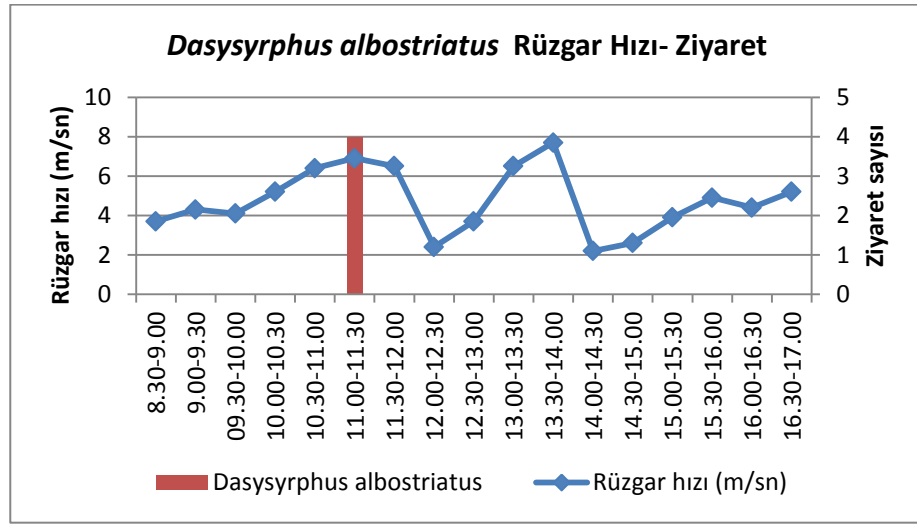
Şekil 71. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar ve polen toplayan *Dasysyrphus albostriatus*



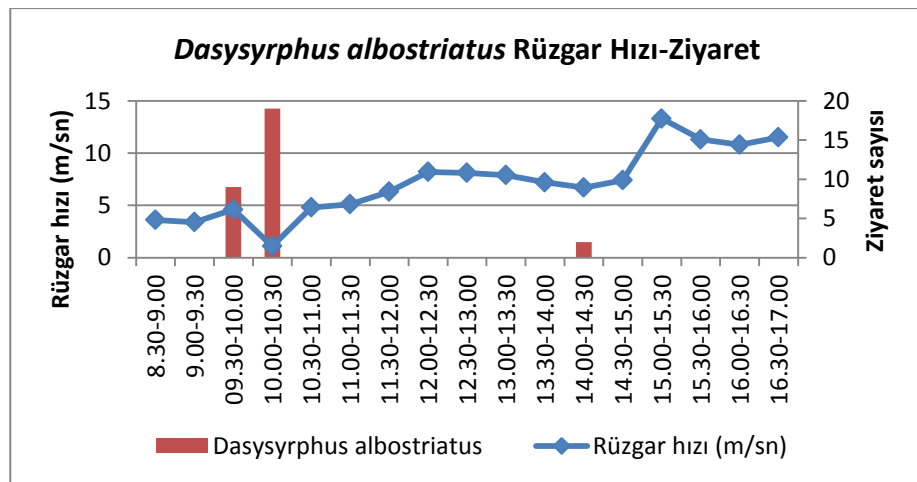
Şekil 72. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Dasysyrphus albostriatus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)



Şekil 73. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Dasysyrphus albostriatus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)



Şekil 74. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Dasysyrphus albostriatus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)



Şekil 75. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Dasysyrphus albostriatus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)

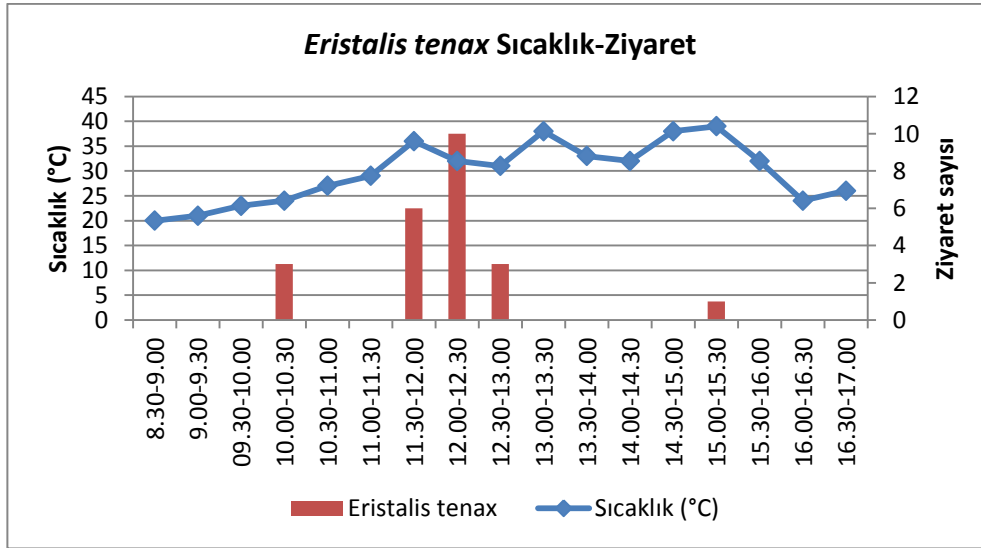
3.9.2.4. Syrphidae: *Eristalis tenax* davranışı

Bursa'da ki subsp. *supina*'nın da tozlayıcısı olan bu tür çiçek üzerinde benzer bir davranış ve tozlaşma açısından aynı avantajları sağlamaktadır (Şekil 76).

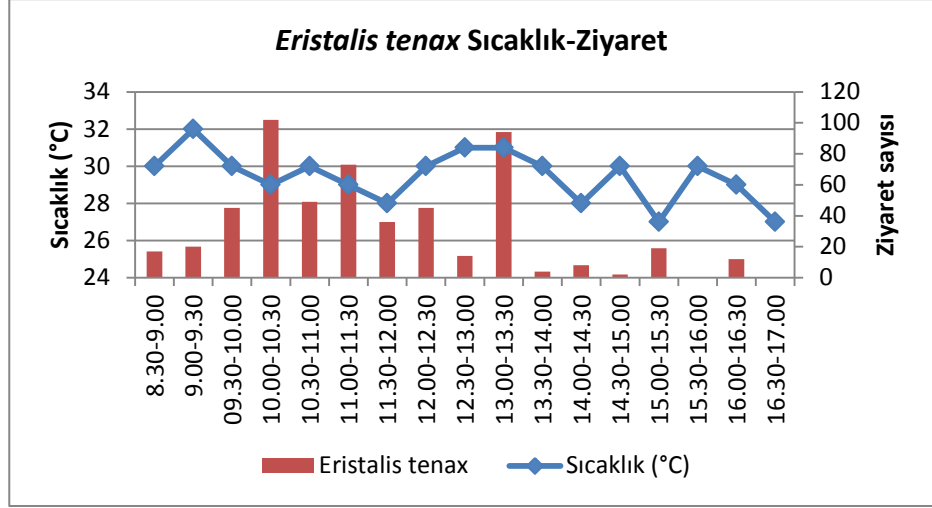
1. gözlem gününde 23, 2. gözlem gününde 540 olmak üzere toplamda 563 korimboz'u ziyaret etmesinden dolayı en sık 2. ziyareti gerçekleştiren türdür. Ziyaret sayısı subsp. *supina*'da olduğu gibi gün içerisinde sıcaklığa bağlı kalmaksızın değişiklikler göstermektedir. Fakat en fazla ziyareti yaptığı saatler 9.30-13.30 aralığındadır. Akşam saatlerinde rüzgar hızının 8 m/sn üzerine çıkması ziyaret sayısını olumsuz etkilemektedir (Şekil 77,78,79,80).



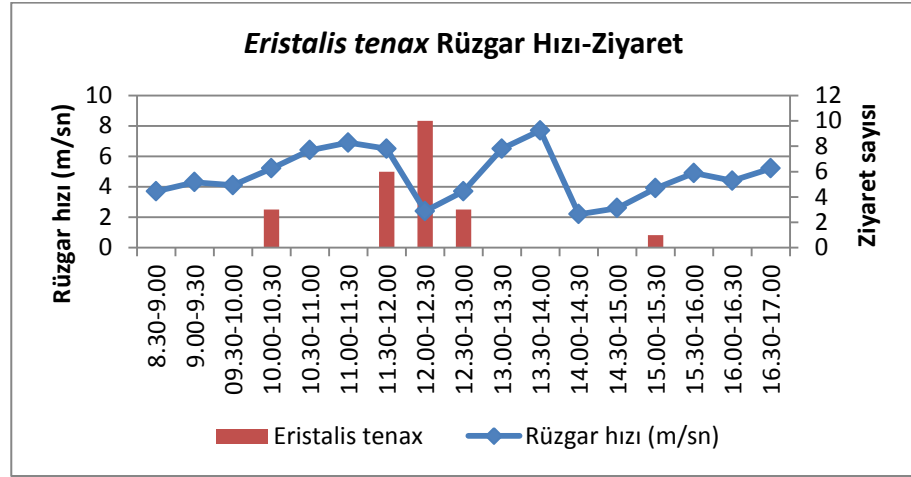
Şekil 76. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar ve polen toplayan *Eristalis tenax*



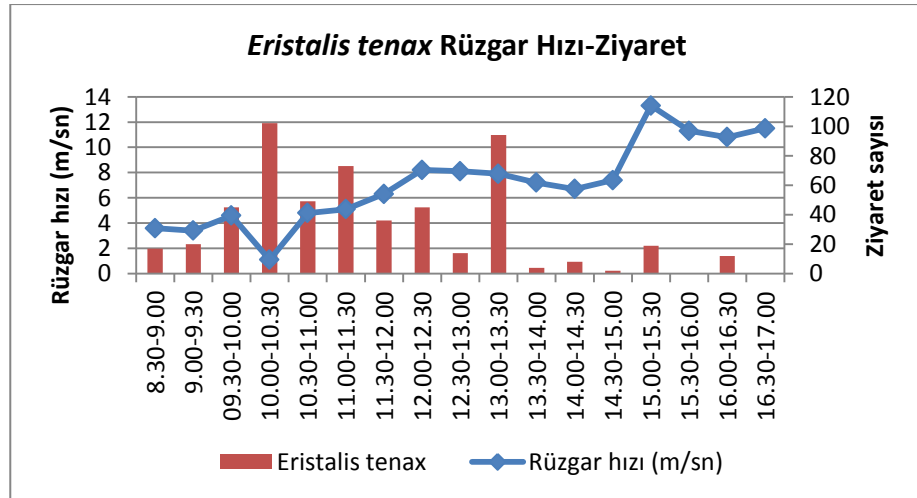
Şekil 77. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Eristalis tenax*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)



Şekil 78. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Eristalis tenax*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)



Şekil 79. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Eristalis tenax*'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)



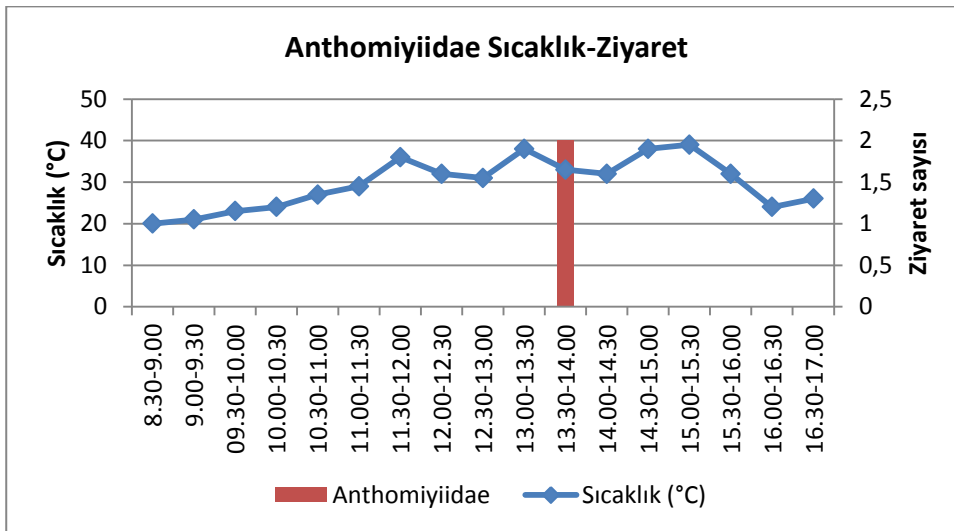
Şekil 80. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Eristalis tenax*'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)

3.9.2.5. Anthomyiidae davranışı

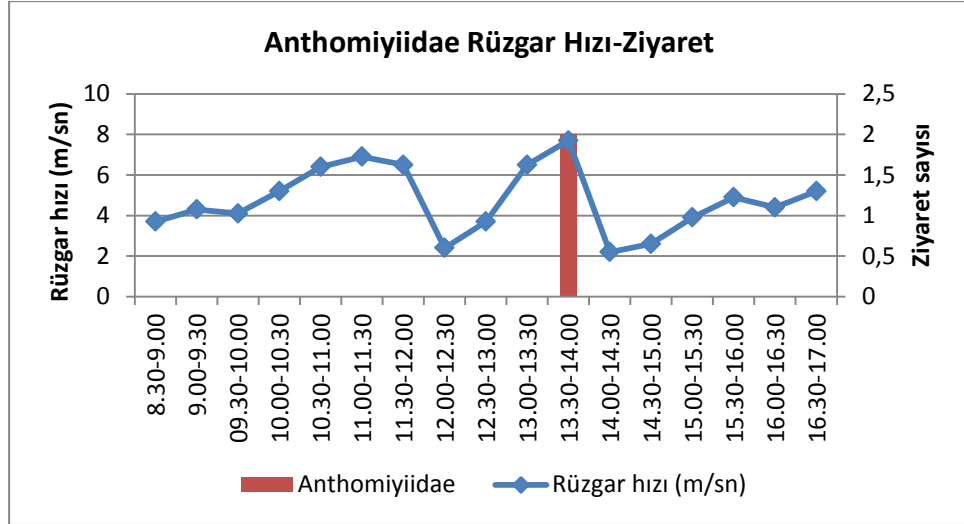
Diptera üyesi olan ve bu takson vücudunun uzun ve nispeten yoğun kıllarla kaplı olması bakımından polen taşımada etkin sayılabilecek potansiyele sahiptir (Şekil 81). Çiçeği ziyaret ettiğinde çok fazla hareket etmemekte ve bir korimboz üzerinde dakikalarca kalabilmektedir. Bu süre içerisinde stilus, stigma ve korollanın dibindeki nektardan beslenmekte ve uzun süre çiçek üzerinde dinlenmektedir. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. İki günlük gözlem boyunca bitkiyi toplamda 1 kere ziyaret etmiş ve bu ziyarette 2 korimboza konmuştur. Dolayısıyla rüzgar ve sıcaklığa bağlı davranışı hakkında kesin bir şey söylemek zordur (Şekil 82,83).



Şekil 81. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar ve polen toplayan Anthomyiidae üyesi



Şekil 82. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)



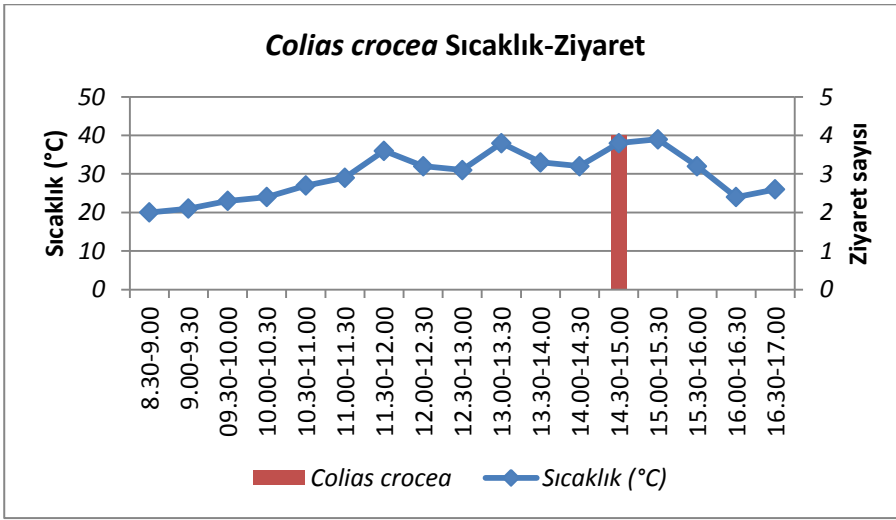
Şekil 83. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)

3.9.2.6. Pieridae: *Colias crocea* davranışı

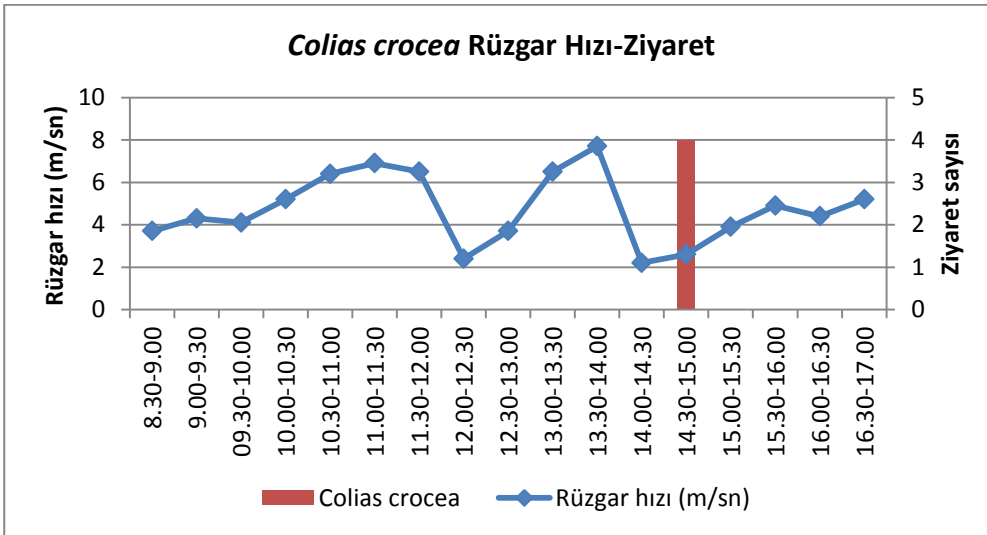
Paleartik bölgenin büyük bir kısmında yayılışa sahip olan bir türdür (Fauna Europaea 2016). Türkiye'nin hemen hemen bütün bölgelerinde görülmektedir. İki nesil uçuş dönemi bulunmaktadır bunlar; Mart-Mayıs ve Haziran-Kasım ayları arasındadır. Deniz seviyesinden 2000 m'lere kadar görülmektedir. Sifonlayıcı tipteki ağız parçaları sayesinde bitkilerden nektar alarak beslenmektedir. Vücudu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğunda stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır (Şekil 84). Taşdığı polenler yoğun olarak ağız parçalarına yapışmış şekildedir. Uzun sifon ağız yapısı ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu esnada bitkinin stigmatına çok az polen taşınımı gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla bu tür bitkinin tozlaşmasına katkıda bulunsa da bu etki oldukça azdır. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 4 ziyaret gerçekleştirmiş fakat 2. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiştir. Bitki üzerine sadece 1 ziyaret gerçekleştirmesi türün bitkiyi temel besin kaynağı olarak tercih etmemesinin sebebidir. Arazi çalışması sırasında yoğun olarak Fabaceae üyeleri'ni tercih ettiği gözlemlenmiştir. Çiçeği ziyaret ettiği saat 14:30-15:00 saatleri arasındaki sıcaklık 38°C rüzgar hızı 2.6 m/sn dir (Şekil 85,86).



Şekil 84. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar toplayan *Colias crocea*



Şekil 85. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Colias crocea*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)



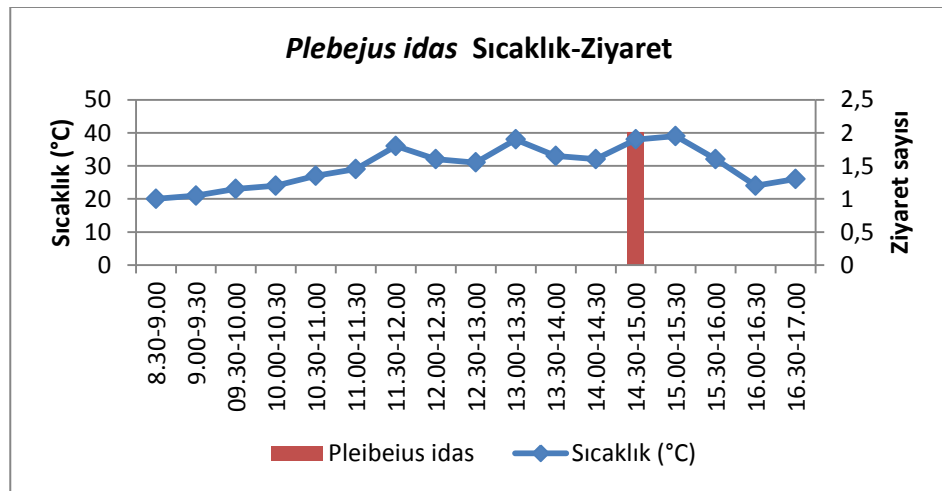
Şekil 86. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Colias crocea*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)

3.9.2.7. Lycaenidae: *Plebejus idas* davranışı

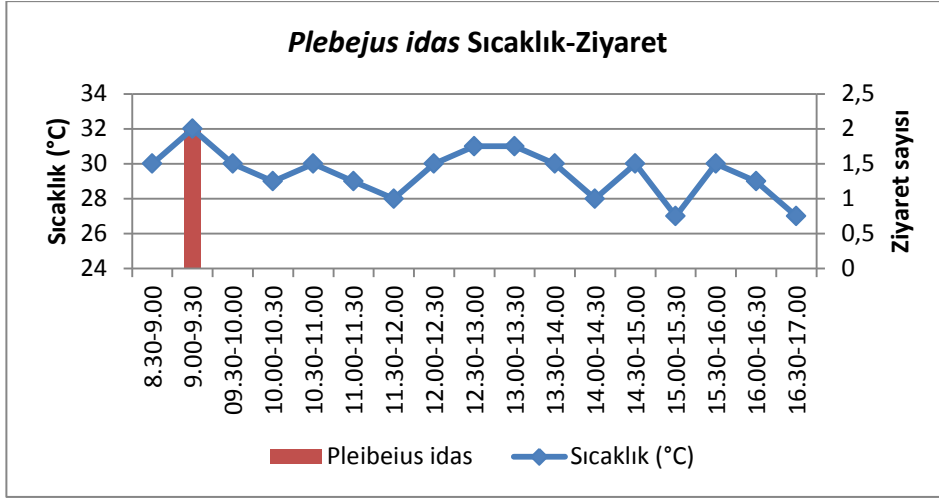
Sifonlayıcı tipteki ağız parçaları sayesinde bitkilerden nektar alarak beslenmektedir. Vücudu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğunda stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır (Şekil 87). Taşıdığı polenler yoğun olarak ağız parçalarına yapışmış şekildedir. Uzun sifon ağız yapısı ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu esnada bitkinin stigmasına çok az polen taşınımı gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla bu tür bitkinin tozlaşmasına katkıda bulunsada bu etki oldukça azdır. 1. gözlem gününde 2, 2. gözlem gününde 2 olmak üzere toplam 4 kere bitkiyi ziyaret etmiştir. Her iki gün de ziyareti gerçekleştirdiği saatlerde rüzgar hızı düşüktür (Şekil 88, 89, 90, 91).



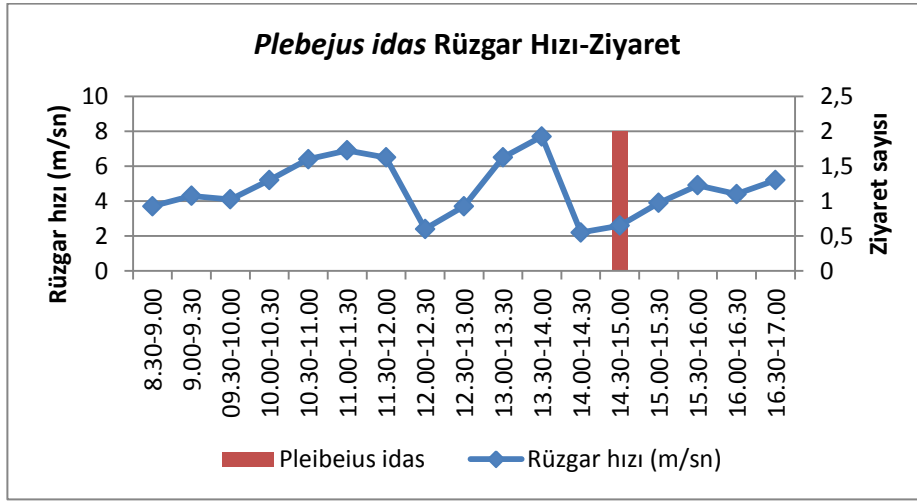
Şekil 87. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar toplayan *Plebejus idas*



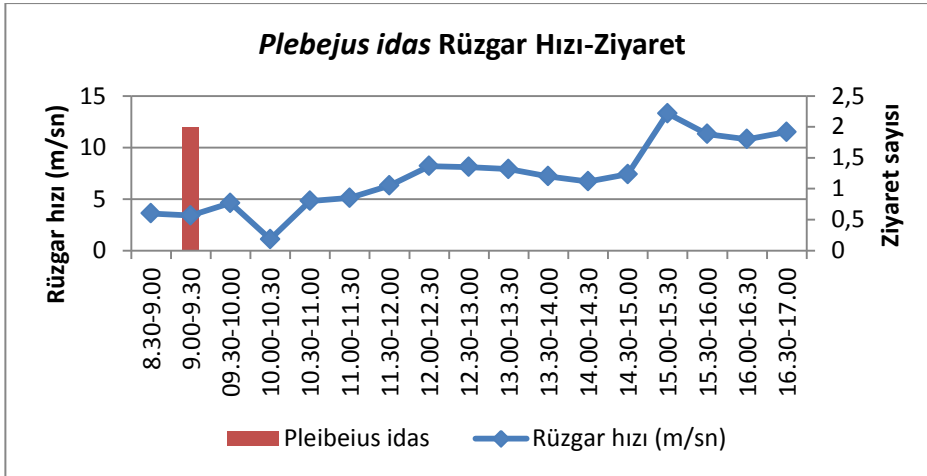
Şekil 88. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Plebejus idas*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)



Şekil 89. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Plebejus idas*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)



Şekil 90. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Plebejus idas*'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)



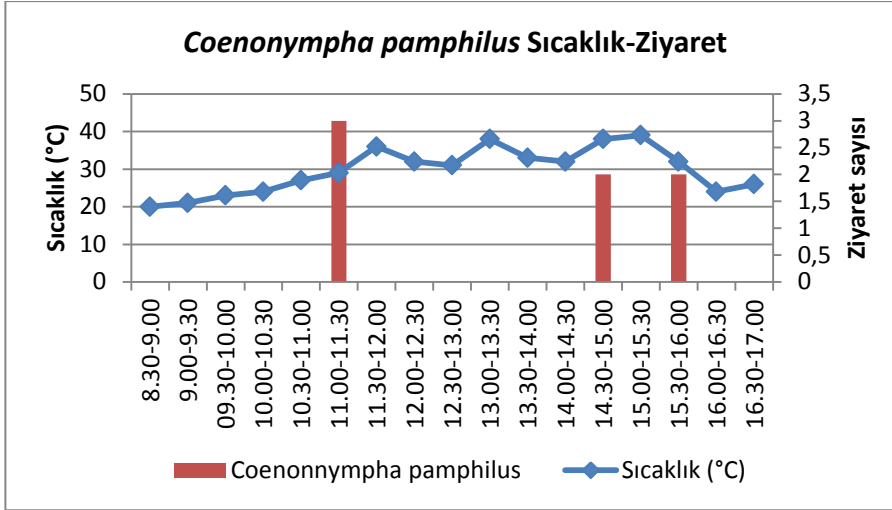
Şekil 91. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Plebejus idas*'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)

3.9.2.8. Nymphalidae: *Coenonympha pamphilus* davranışı

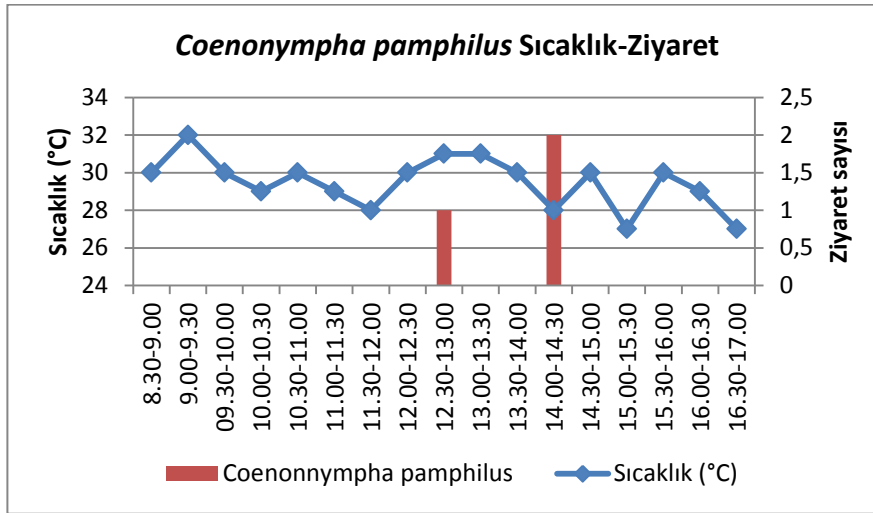
Yoğun olarak Palearktik bölgede yayılışa sahiptir (Fauna Europaea 2016). Türkiye'nin Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu'nun bir kısmı hariç hemen hemen bütün bölgelerinde görülmektedir. Küçük ve değişken bir türdür. Zemini turuncu ile derin kırmızımsı turuncu arasında değişen ön kanadın kenar çizgileri gridir ve apeksi altında etrafı sarımsı halka ile çevrili küçük bir gözbeneği bulunur (Şekil 92). Mayıs-Kasım ayları arasında iki nesil uçuş dönemi bulunmaktadır. Sifonlayıcı tipteki ağız parçaları sayesinde bitkilerden nektar alarak beslenmektedir. Vücudu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğunda stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır (Şekil 84). Taşıdığı polenler yoğun olarak ağız parçalarna yapışmış şekildedir. Uzun sifon ağız yapısı ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu esnada bitkinin stigmatına çok az polen taşınımı gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla bu tür bitkinin tozlaşmasına katkıda bulunsada bu etki oldukça azdır. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 7, 2. gözlem gününde 3 defa bitkiyi ziyaret etmiştir. Sıcaklık ve rüzgara bağlı etkinliği hakkında yorum yapmak zordur (Şekil 93,94,95,96).



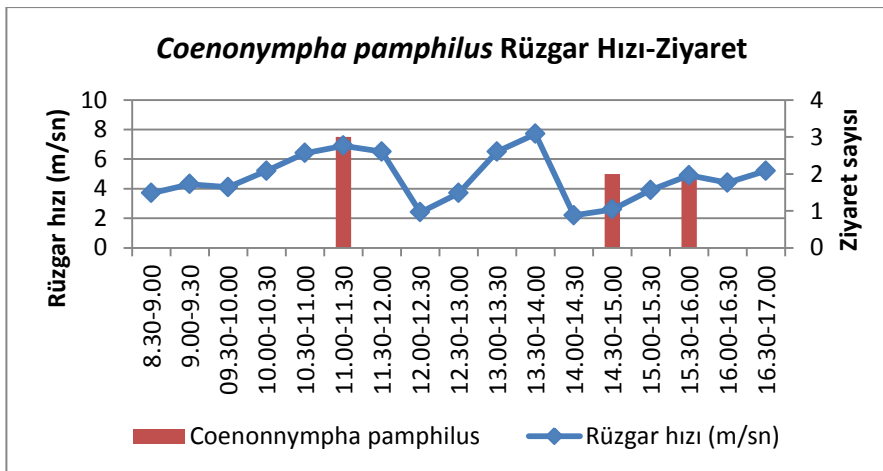
Şekil 92. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar toplayan *Coenonympha pamphilus*



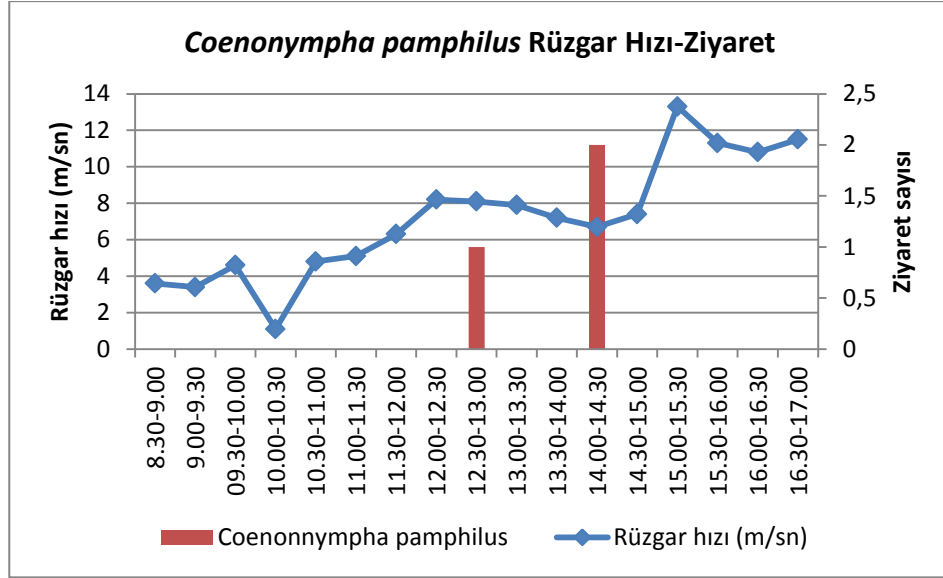
Şekil 93. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Coenonympha pamphilus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (27.07.2015)



Şekil 94. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Coenonympha pamphilus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)



Şekil 95. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Coenonympha pamphilus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (27.07.2015)



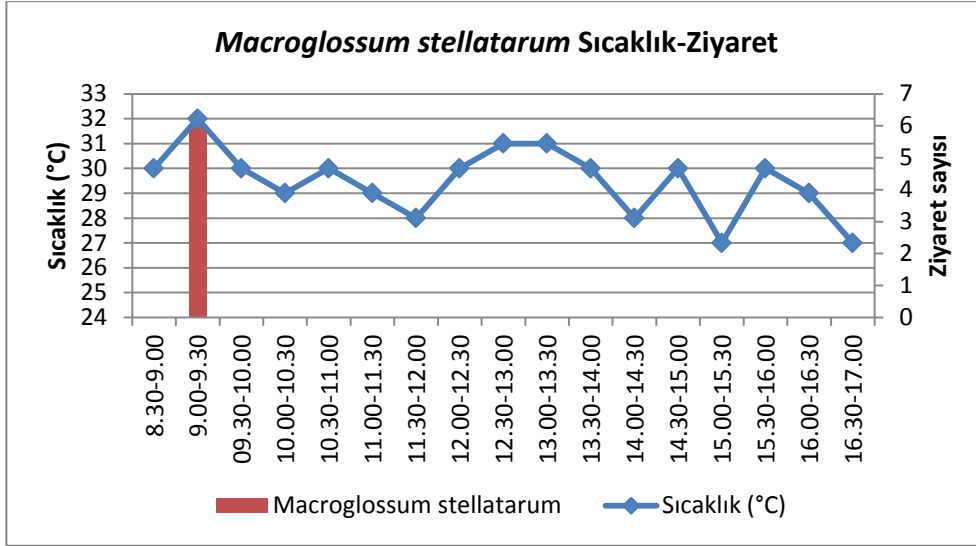
Şekil 96. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Coenonympha pamphilus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)

3.9.2.9. Siphingidae: *Macroglossum stellatarum* davranışı

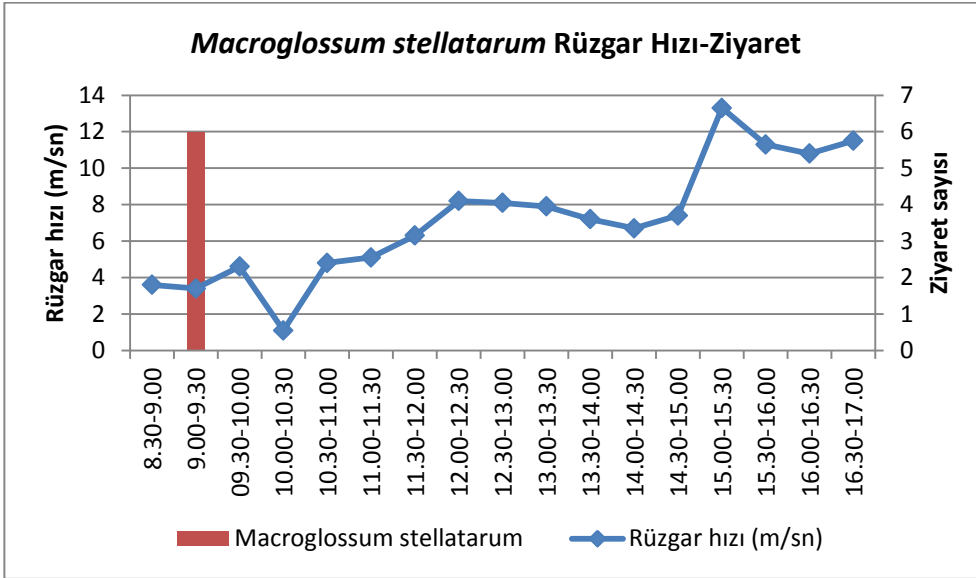
Paleartik bölgenin orta kuşağında yayılıma sahiptir. Bitki üzerine konmadan uzun proboscisi sayesinde nektarı uzaktan alır (Şekil 97). Bu esnada stilus ve stigmalara çok az temas eder dolayısıyla da polen taşınımında az rol oynamaktadır. Arazi gözlemleri sırasında türün hızlı bir şekilde bir çiçekten diğer çiçeğe geçtiği ve nektar almak için oldukça farklı gruptaki bitki taksonlarını tercih ettiği görülmüştür. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. Bitkiyi 2. gözlem gününde 6 defa bitkiyi ziyaret etmiştir. Ziyareti sabah 9.00-9.30 arasında gerçekleştirmiştir. Sıcaklık ve rüzgara bağlı etkinliği hakkında yorum yapmak zordur (Şekil 98,99).



Şekil 97. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde nektar toplayan *Macroglossum stellatarum*



Şekil 98. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Macroglossum stellatarum*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (28.07.2015)



Şekil 99. *J. supina* subsp. *akmanii* üzerinde *Macroglossum stellatarum*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (28.07.2015)

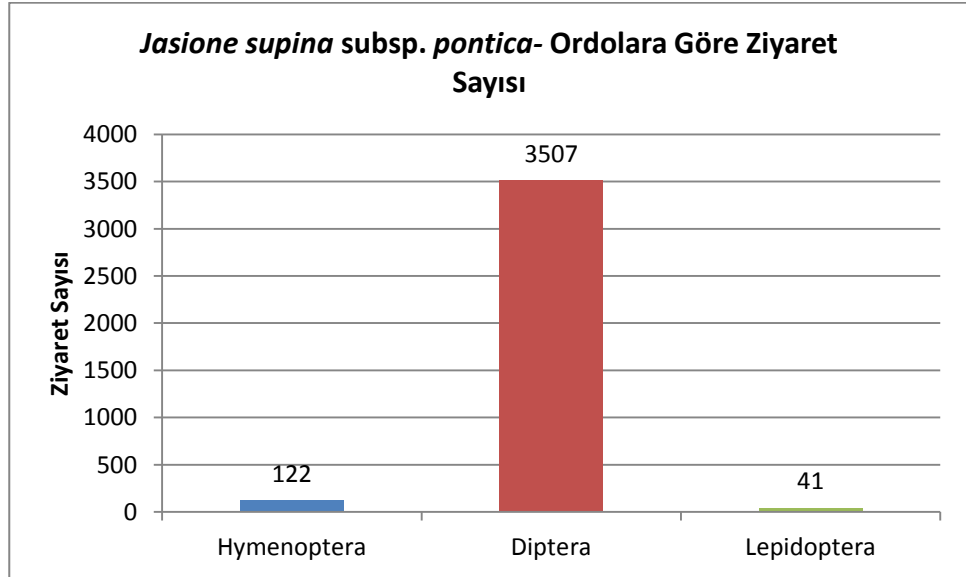
3.9.3. *Jasione supina* subsp. *pontica*

Kastamonu Ilgaz Dağları lokalitesinde yapılan 2 günlük gözlemler sonucunda *J. supina* subsp. *pontica*'nin toplamda 9 familyaya ait 16 farklı takson tarafından ziyaret edildiği tespit edilmiştir (Şekil 100). Ziyaret eden böcek taksonlarının 3 tanesi Hymenoptera, 9 tanesi Diptera, 4 tanesi ise Lepidoptera'ya aittir. Ziyarete bulunan türlerin geliş amacı polen yemek ve nektar toplamaktır. Bitki predadötörü herhangi bir türe rastlanmamıştır. Ordo düzeyinde bakıldığında

2 günlük gözlemedeki ziyaret sıklığı çoktan aza doğru, 3507 ziyaretle Diptera, 122 ziyaretle Hymenoptera ve 41 ziyaretle Lepidoptera şeklindedir (Şekil 101).



Şekil 100. *Jasione supina* subsp. *pontica* tozlayıcıları **a)** *Bombus* (*Psithyrus*) *rupestris* **b)** *Chrysura purpureifrons* **c)** *Dolichovespula* (*Boreovespula*) *norwegica* **d)** *Eristalis tenax* **e)** *Sphaerophoria scripta* **f)** *Dasysyrphus albostriatus* **g)** *Platycheirus albimanus* **h)** *Merodon* sp. **ı)** *Rhamphomyia anomalina* **i)** *Bombylius venosus* **j)** Anthomyiidae **k)** *Gonia bimaculata* **l)** *Inachis io* **m)** *Issoria lathonia* **n)** *Aglais urticae* **o)** *Vanessa cardui* **ö)** *Pieris rapae*



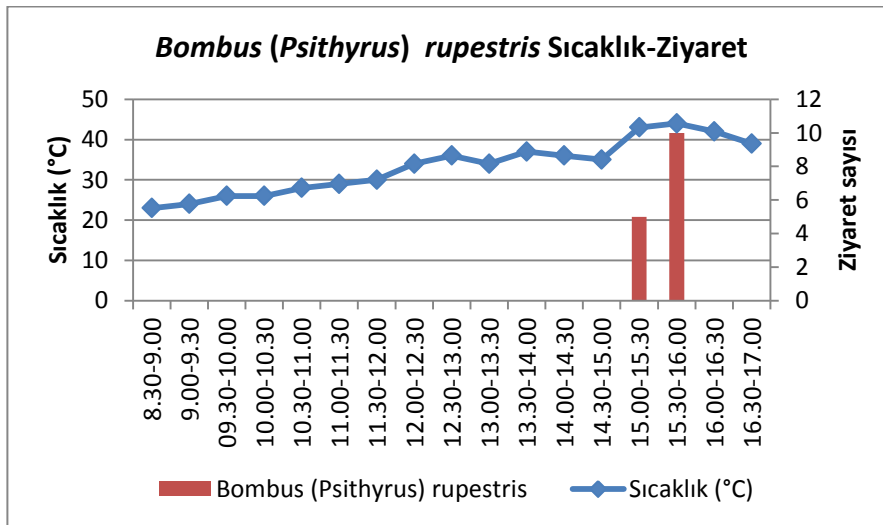
Şekil 101. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde saptanan 16 taksonun ordulara göre ziyaret sayısı

3.9.3.1. Apidae: *Bombus (Psithyrus) rupestris* davranışı

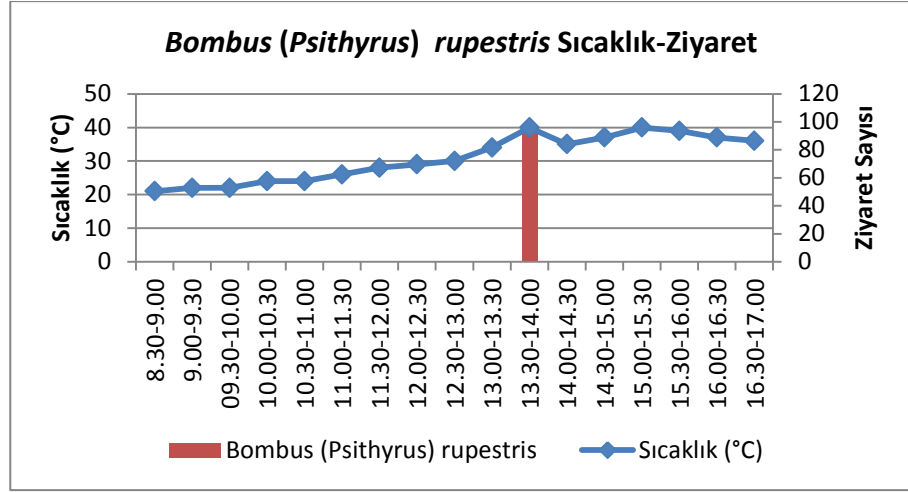
Alttür *akmanii*'yi ana nektar ve polen kaynağı olarak kullanmasının aksine *pontica* alttürünü tercihen kullanmaktadır. Çiçeği ziyaret eden bireylerin scopasındaki korbikulanın *Jasione* spp' ne ait olan pembe polenlerin yanı sıra sarı ve turuncu polenlerle de kaplı olması ve yapılan gözlemler sırasında farklı familyalardan çiçekler üzerine konması bunu destekler niteliktedir (Şekil 102). Bitkiyi nadiren ziyaret etmesine rağmen ziyareti sırasında çok sayıda korimboza konmakta ve yoğun kıllı vücut yapısına sahip olduğundan birçok çiçeği etkin bir şekilde döllemektedir. Birinci gün 15, 2. gün ise 96 olmak üzere toplamda 111 korimbozu ziyaret etmiştir. Gözlem yapılan her iki günde de sıcaklığın 40°C olduğu saatleri tercih etmektedir. 10 m/sn rüzgar olduğu zamanlarda bile aktiftir (Şekil 103, 104, 105, 106).



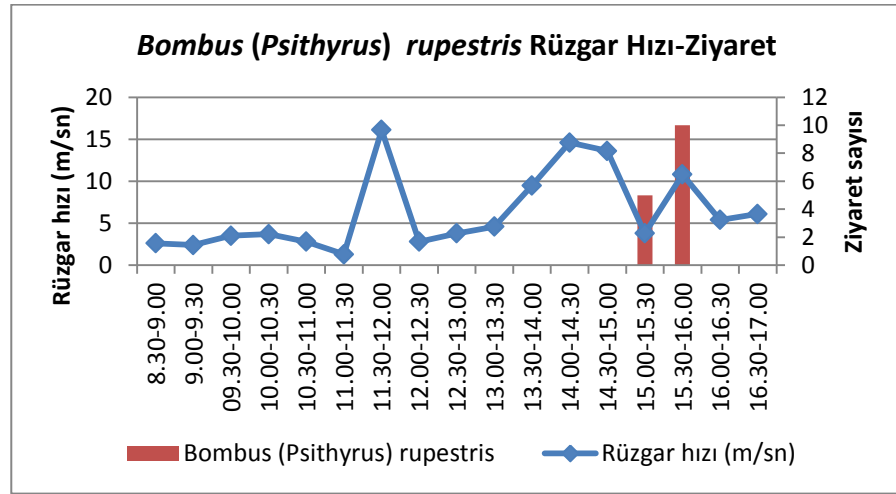
Şekil 102. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan *Bombus (Psithyrus) rupestris*



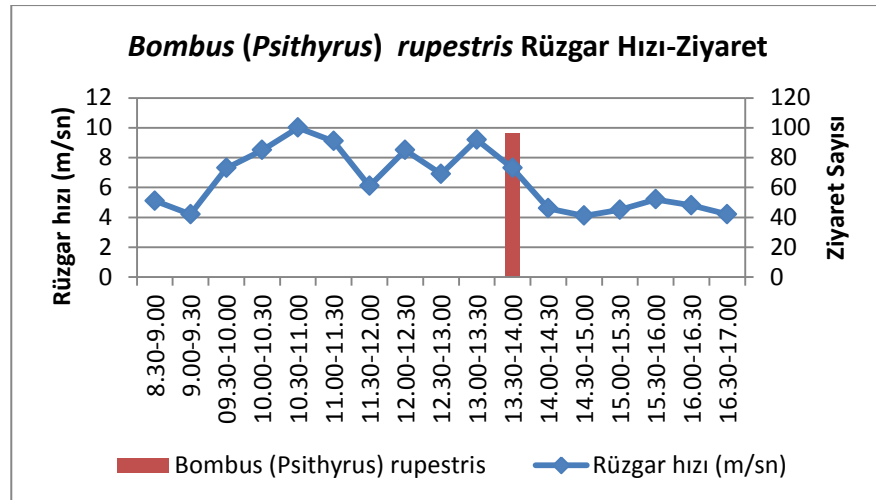
Şekil 103. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 104. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



Şekil 105. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



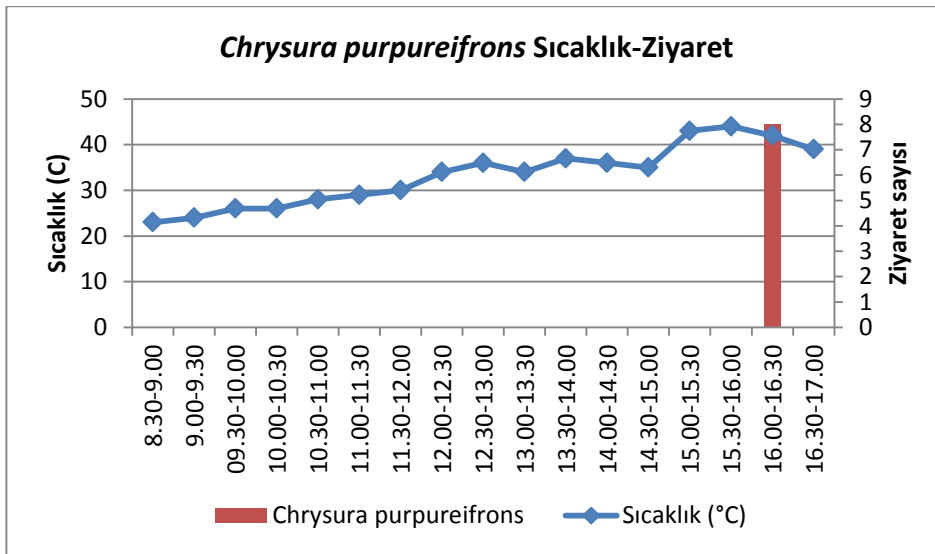
Şekil 106. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Bombus (Psithyrus) rupestris*'in Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.2. Chrysididae: *Chrysura purpureifrons* davranışı

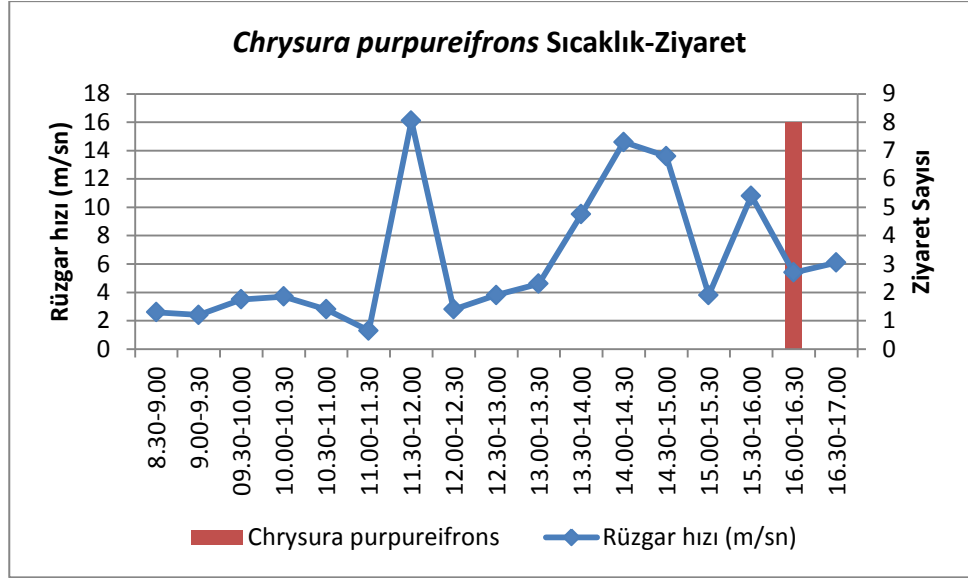
İspanya, Fransa, İtalya, Yunanistan ve Türkiye’de yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016). Toraksın kırmızı ışıkla birlikte yeşil ve mavi renklere dönüşmesi ve yan taraflarının altın mavi olması ile diğer türlerden kolaylıkla ayrılmaktadır (Şekil 107). Vücut yapısında çok fazla kıl olmaması ve polen tutucu scopa’ya sahip olmaması nedeniyle etkin bir tozlayıcı değildir. Çiçeğe konduğunda doğrudan korollanın dibindeki nektara yönelmekte ve küçük vücut yapısı yüzünden stilusta sunulan polenlere çok temas edememektedir. Bu yüzden tür için etkili bir tozlayıcı değildir. Bitkiyi ziyareti sürekli değildir. Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde toplam 8 korimboza konmuştur. Bitkiyi ziyareti 16.00-16.30 saatleri arasındadır (Şekil 108,109).



Şekil 107. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Chrysura purpureifrons*



Şekil 108. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Chrysura purpureifrons*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



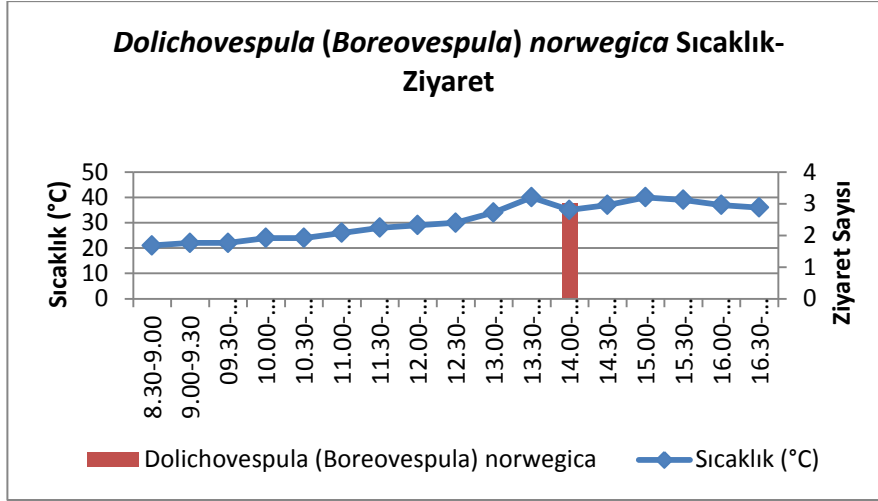
Şekil 109. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Chrysura purpureifrons*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)

3.9.3.3. Vespidae: *Dolichovespula (Boreovespula) norwegica* davranışı

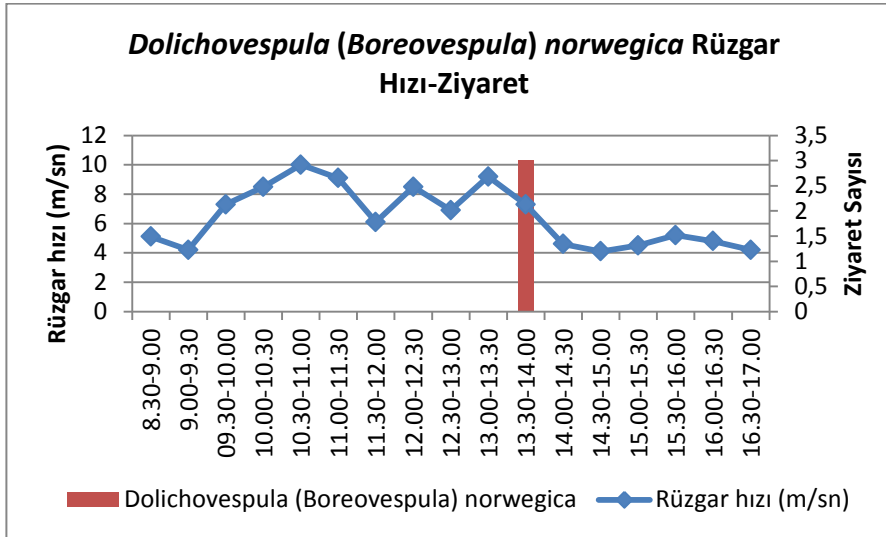
Kuzey Amerika ve Palearktık bölgenin yoğunlukla batı bölgelerinde yayılım göstermektedir (Fauna Europaea 2016). Vücudu kısa ve seyrek kıllar ile kaplıdır. Bitkiye geliş amacı nektarı toplamaktadır (Şekil 110). Fakat korimboza konduğunda vücudunda çok fazla polen tutamamaktadır. Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. Bitkiyi sadece 2. gözlem gününde ziyaret etmiş ve toplam 3 korimboza konmuştur. Bitkiyi ziyaret ettiği saat 14.00-14.30 aralığındadır (Şekil 111,112).



Şekil 110. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Dolichovespula (Boreovespula) norwegica*



Şekil 111. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Dolichovespula (Boreovespula) norwegica*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



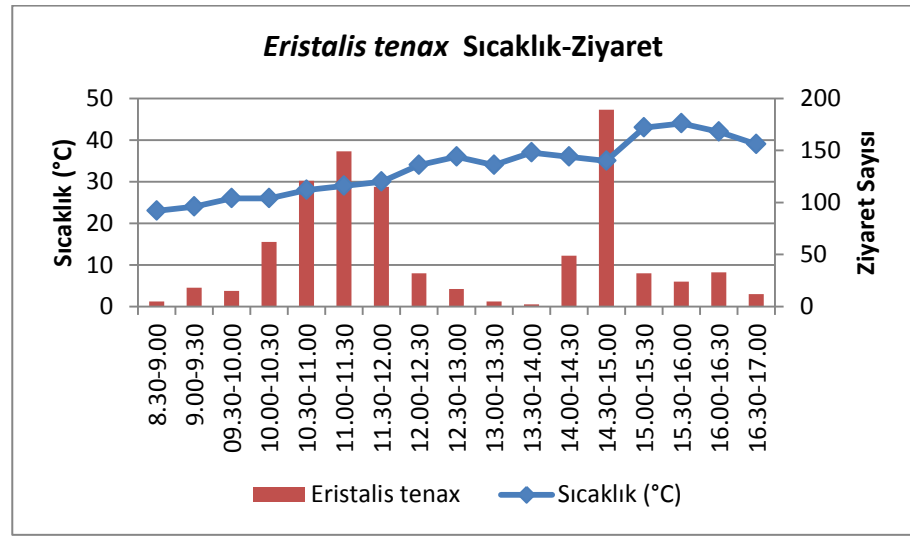
Şekil 112. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Dolichovespula (Boreovespula) norwegica*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.4. Syrphidae: *Eristalis tenax* davranışı

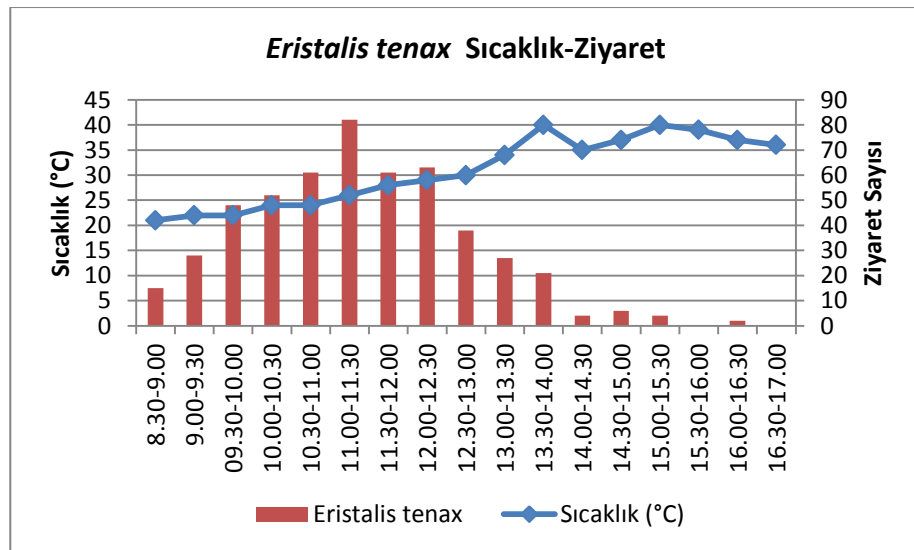
Bitkinin en etkin tozlayıcısıdır. Büyük ve yoğun kıllarla kaplı vücudu ile bitkinin etkin bir şekilde tozlaşmasını sağlamaktadır (Şekil 113). Bitkiye geliş amacı nektar ve polen toplamaktır. 1. gözlem gününde 880, 2. gözlem gününde 512 olmak üzere toplamda 1392 korimboz'u ziyaret etmesinden dolayı türü en fazla ziyaret eden tozlayıcıdır. Ziyaretleri yoğun olarak öğleden önce gerçekleştirmektedir. Öğle saatlerinde aktivasyonu düşmekte akşama doğru ise ziyaretleri değişkenlik göstermektedir. Ziyaret sayısının gün içinde artan rüzgarla düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 114, 115, 116, 117).



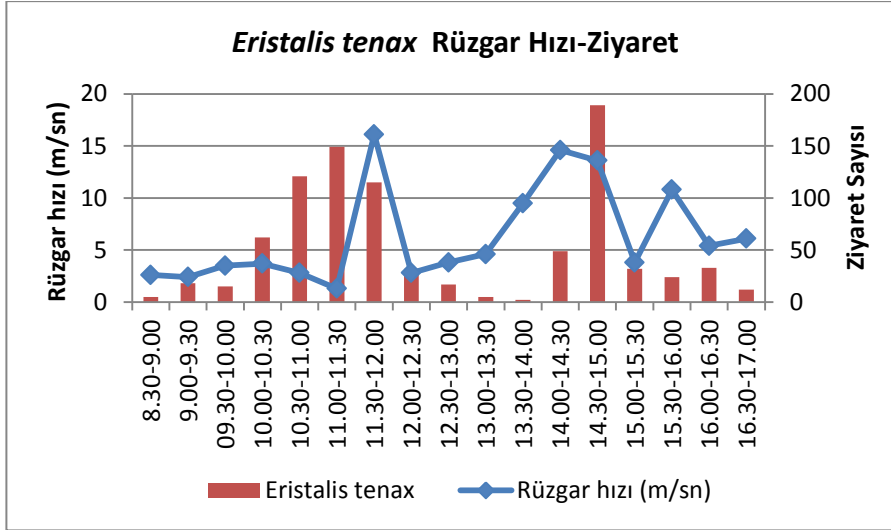
Şekil 113. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan *Eristalis tenax*



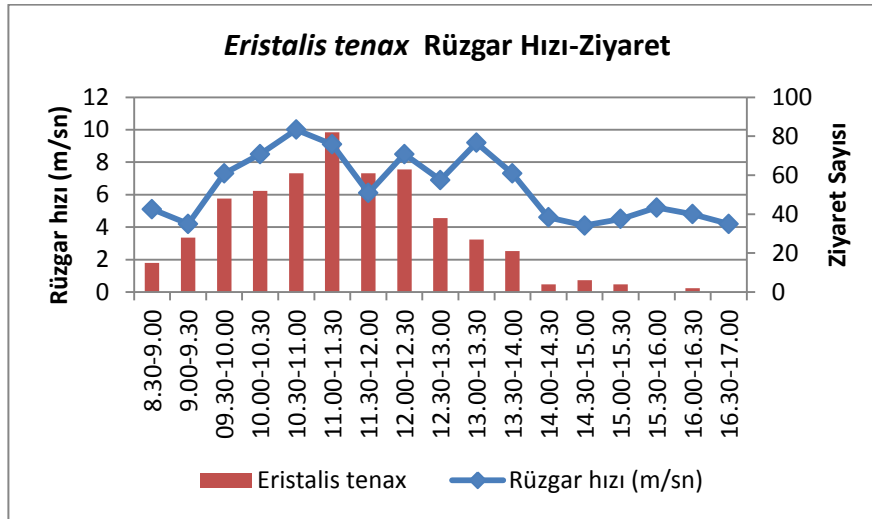
Şekil 114. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Eristalis tenax*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 115. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Eristalis tenax*'ın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



Şekil 116. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Eristalis tenax*'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



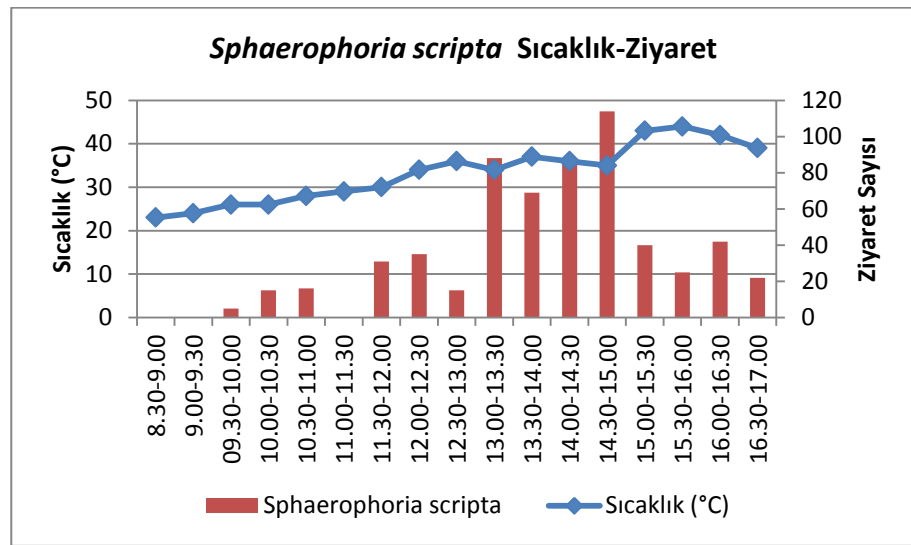
Şekil 117. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Eristalis tenax*'ın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.5. Syrphidae: *Sphaerophoria scripta* davranışı

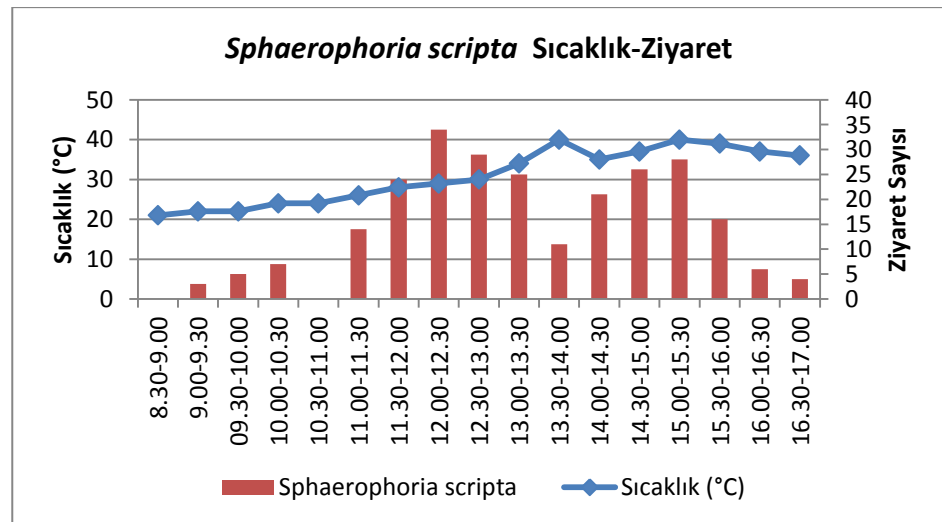
Altür *supina*'dan farklı ve yoğun olarak çiçeğin dibindeki nektarı almakta nadiren stilus üzerindeki polenlerle beslenmektedir (Şekil 118). Vücudundaki kıl örtüsü seyrek olan bu tür polenleri başının alt kısımlarındaki tüylerle toplamaktadır ve bir çiçekten diğerine geçerken stıgması aktif çiçeklere bu bölgedeki polenleri iletmektedir. 1. gözlem gününde 602, 2. gözlem gününde 253 olmak üzere toplamda 855 korimboz'u ziyaret etmesinden dolayı en sık 2. ziyareti gerçekleştiren türdür. Altür *supina*'dan farklı olarak ziyaretini öğleden sonra ve akşam saatlerinde gerçekleştirmektedir. Bu saatler sıcaklığın artış gösterdiği saatlerdir (Şekil 119, 120, 121, 122).



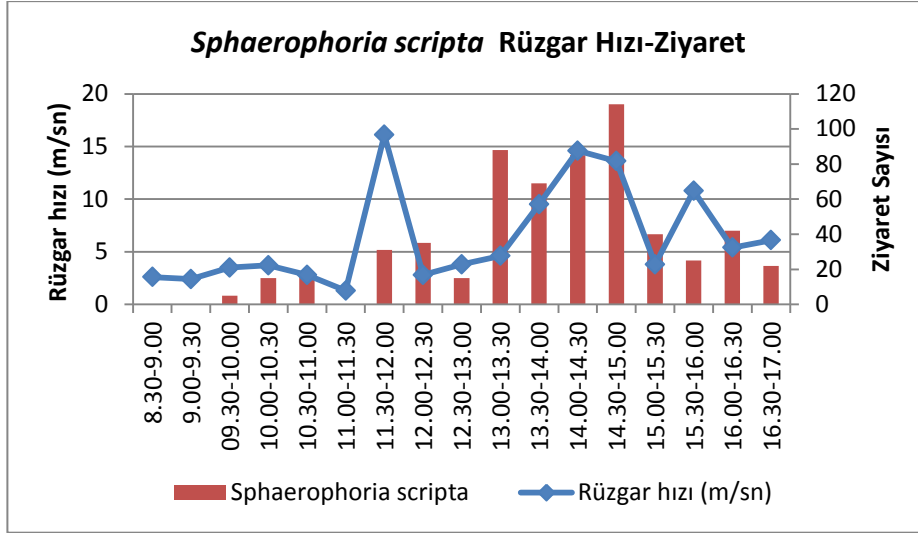
Şekil 118. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan *Sphaerophoria scripta*



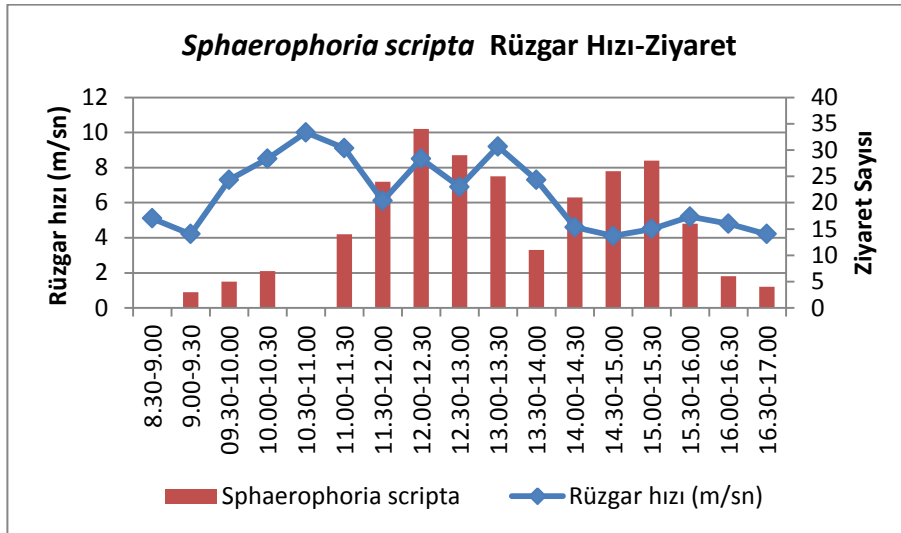
Şekil 119. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 120. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



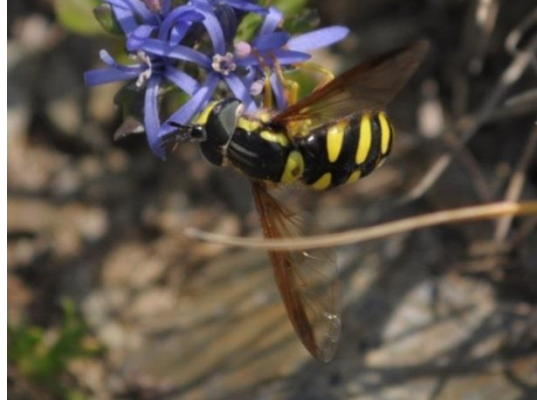
Şekil 121. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



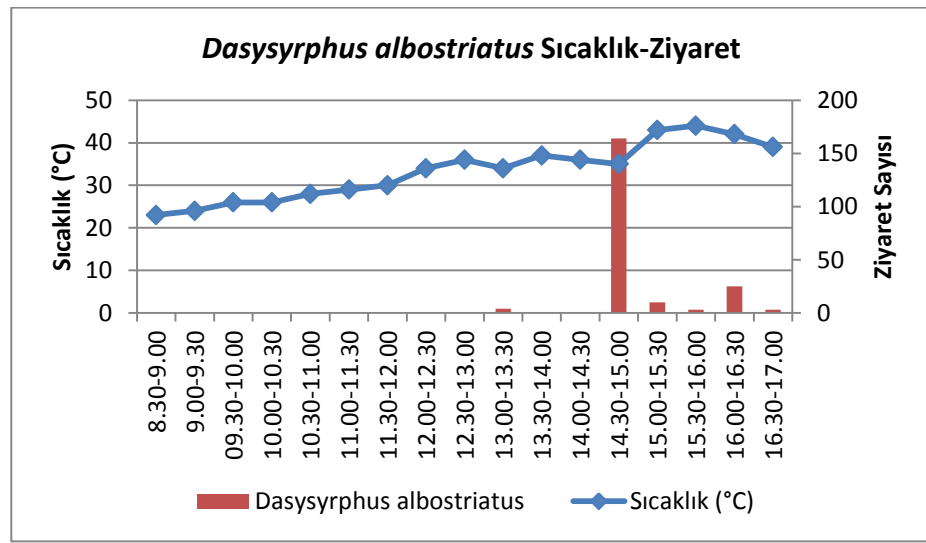
Şekil 122. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Sphaerophoria scripta*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.6. Syrphidae: *Dasysyrphus albostriatus* davranışı

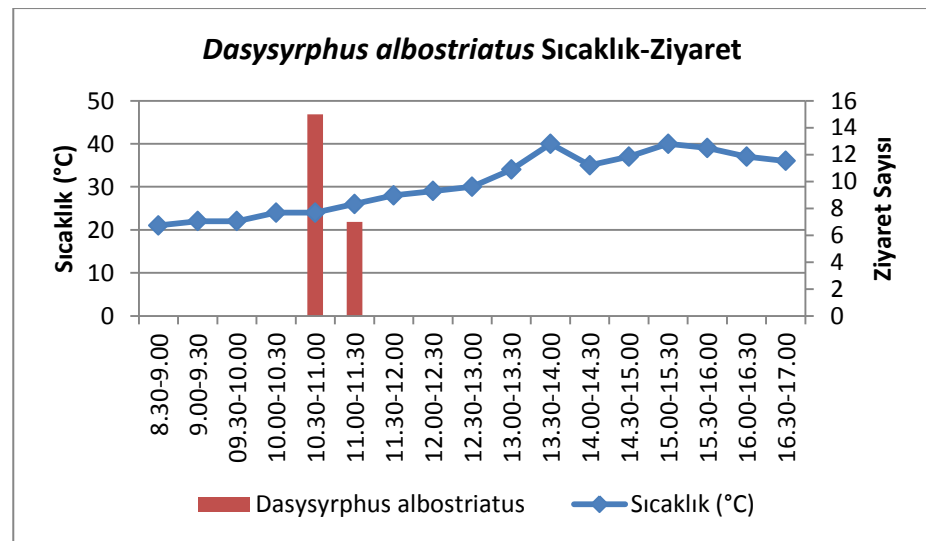
Bitki üzerinde *akmanii* alttüründe sergilediğine benzer bir davranış göstermektedir. Vücutundaki kıl örtüsü seyrek olan bu tür polenleri başının alt kısımlarındaki tüylerle toplamaktadır ve bir çiçekten diğerine geçerken stıgması aktif çiçeklere bu bölgedeki polenleri iletmektedir (Şekil 123). Bitkiye geliş amacı nektar ve polen toplamaktır. 1. gözlem gününde 209, 2. gözlem gününde 22 olmak üzere toplamda 231 korimboz'u ziyaret etmiştir. Ziyaret sayısı bakımından 4. en çok ziyareti gerçekleştiren türdür. Bitkiyi ziyaretlerini sıcaklık ve rüzgara bağlı olmaksızın gerçekleştirmektedir (Şekil 124,125,126,127).



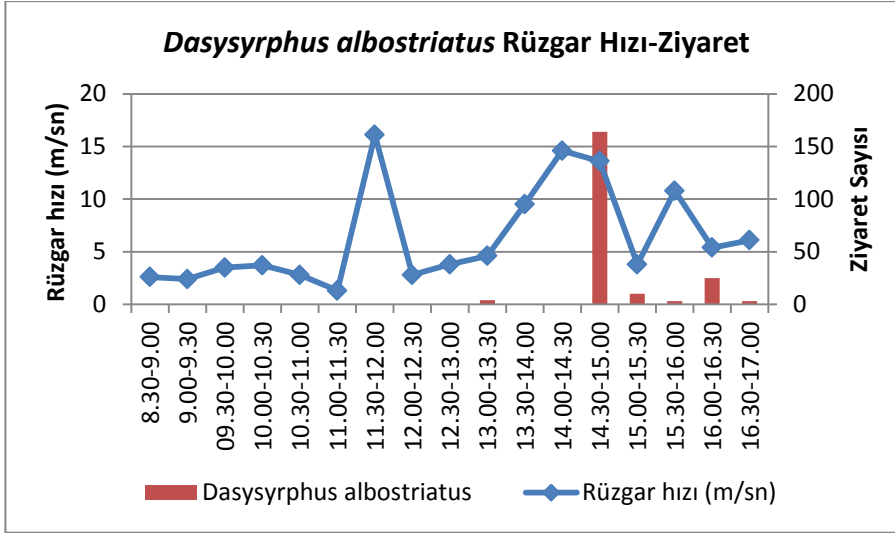
Şekil 123. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan *Dasysyrphus albostriatus*



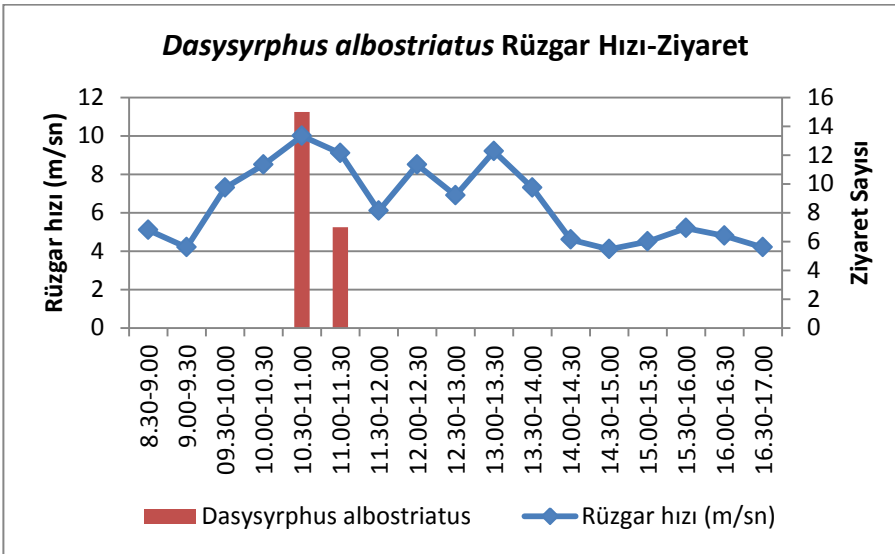
Şekil 124. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Dasysyrphus albostriatus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 125. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Dasysyrphus albostriatus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



Şekil 126. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Dasyrphus albostratus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



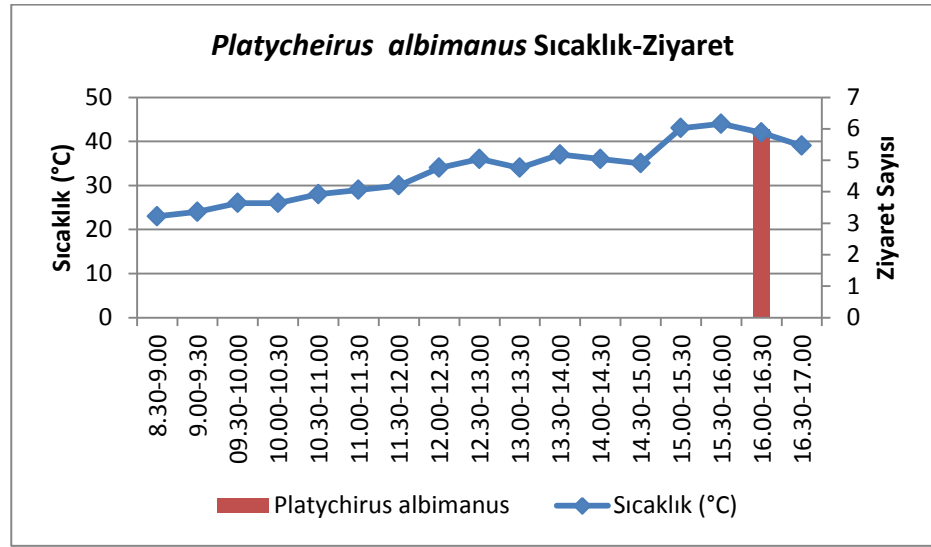
Şekil 127. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Dasyrphus albostratus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.7. Syrphidae: *Platycheirus albimanus* davranışı

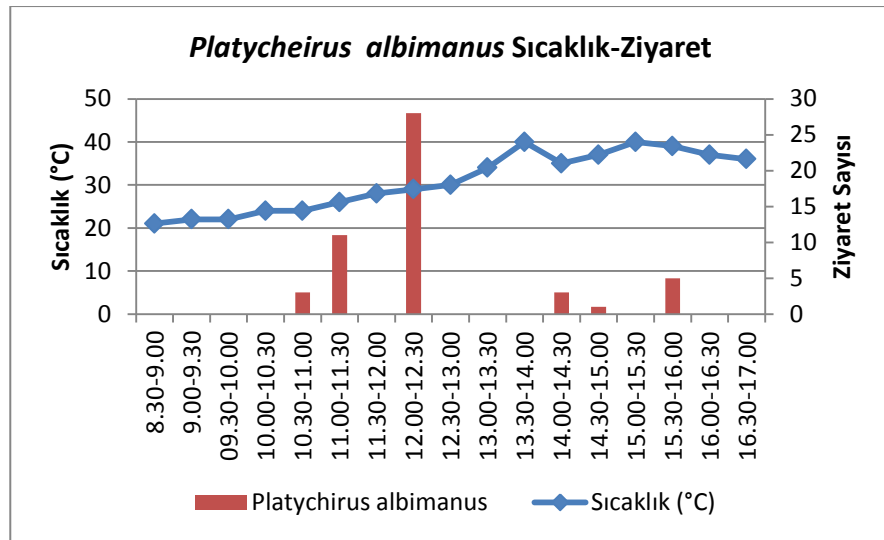
Holoarktikte yayılıma sahip bir türdür. Uçuş süresi Nisan-Ekim arasındadır. Oldukça farklı habitatlarda yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016). Bitkiye geliş amacı nektar ve polen toplamaktır. Vücudu küçük kısa kıllarla kaplıdır bu kıllar sayesinde polenleri rahat bir şekilde toplayarak tozlaşmada etkin rol oynamaktadır (Şekil 128). Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 6, 2. gözlem gününde 51 olmak üzere toplamda 57 korimboz'u ziyaret etmiştir. Gün içerisindeki ziyaretleri değişkendir. Bitkiyi ziyaretlerini sıcaklık ve rüzgara bağlı olmaksızın gerçekleştirmektedir (Şekil 129,130,131,132).



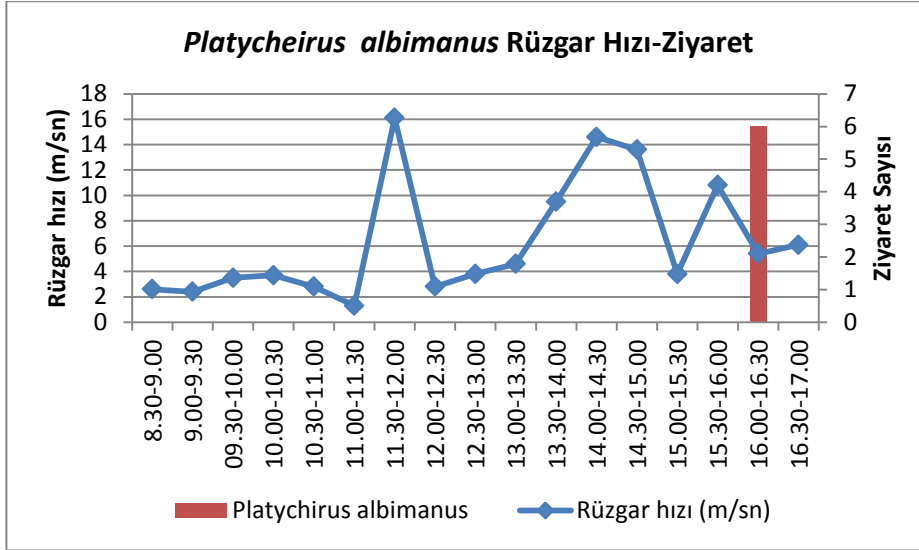
Şekil 128. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan *Platychirus albimanus*



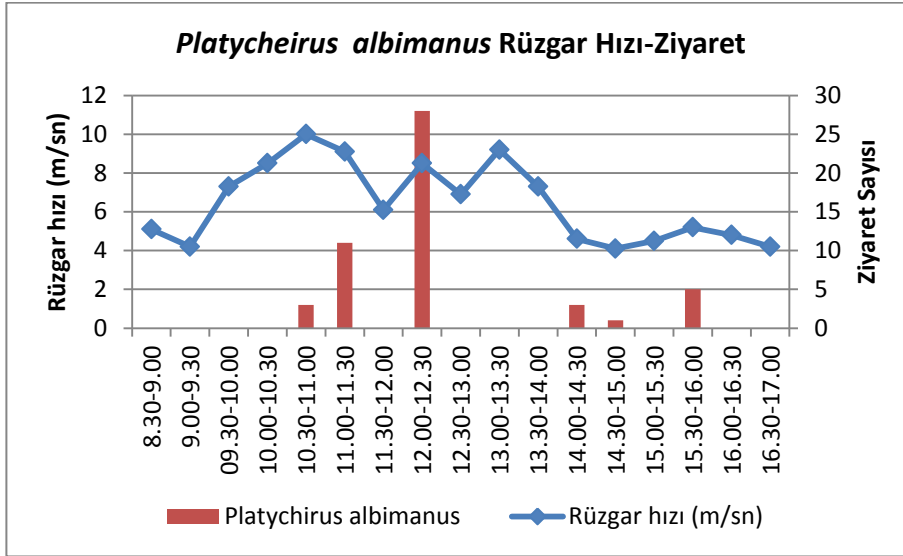
Şekil 129. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Platychirus albimanus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 130. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Platychirus albimanus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



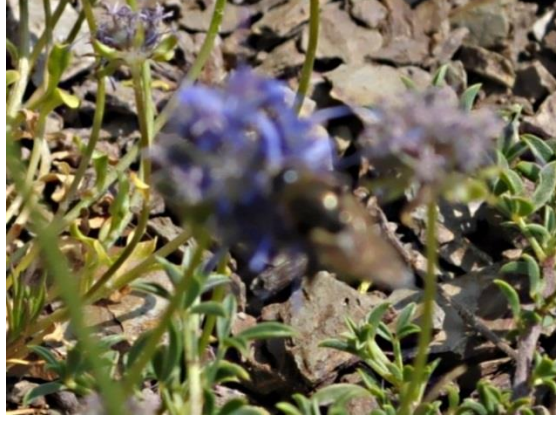
Şekil 131. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Platycheirus albimanus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



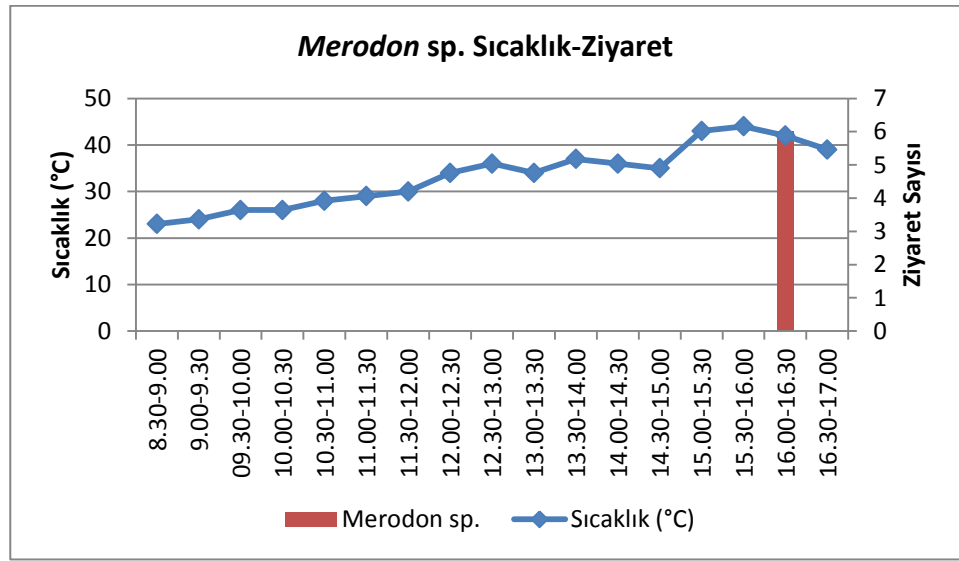
Şekil 132. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Platycheirus albimanus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.8. Syrphidae: *Merodon* sp. Davranışı

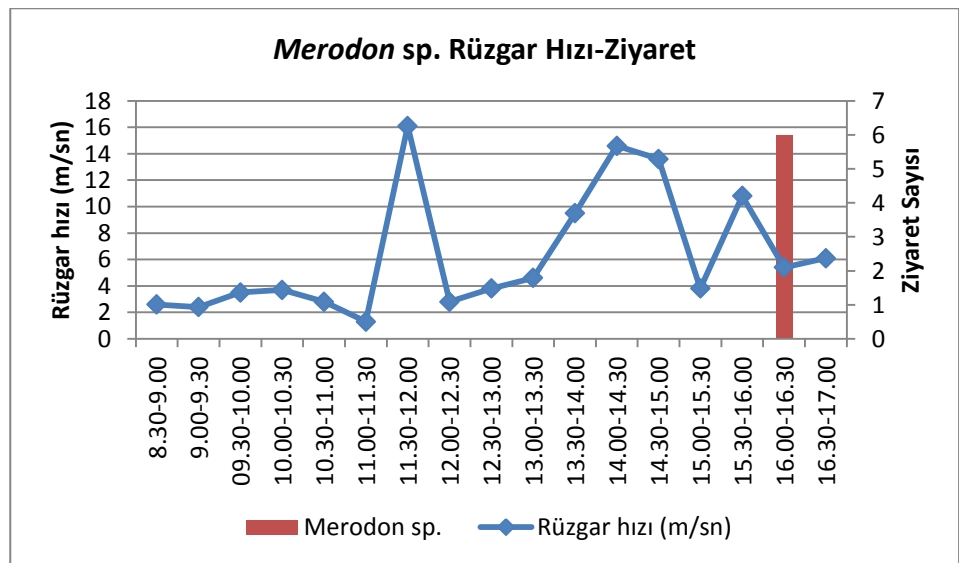
Akdeniz kökenli ve familya içerisinde en fazla üye içeren ikinci cinstir Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. Gen merkezi Türkiye'dir (Fauna Europaea 2016). Araziye gözlemlenen tür yoğun bir kıl örtüsüne sahip ve korimboza bulunduğu stülüs tüylerine temas edebilen bir vücuda sahiptir (Şekil 133). Bitkiye geliş amacı nektar ve polen toplamaktır. Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 6 ziyaret gerçekleştirirken 2. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiştir. Ziyaretini sıcaklığın 42°C ve rüzgar hızının 5.4 m/sn olduğu 16.00-16.30 saatleri arasında gerçekleştirmiştir (Şekil 134,135).



Şekil 133. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan *Merodon* sp.



Şekil 134. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Merodon* sp.'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



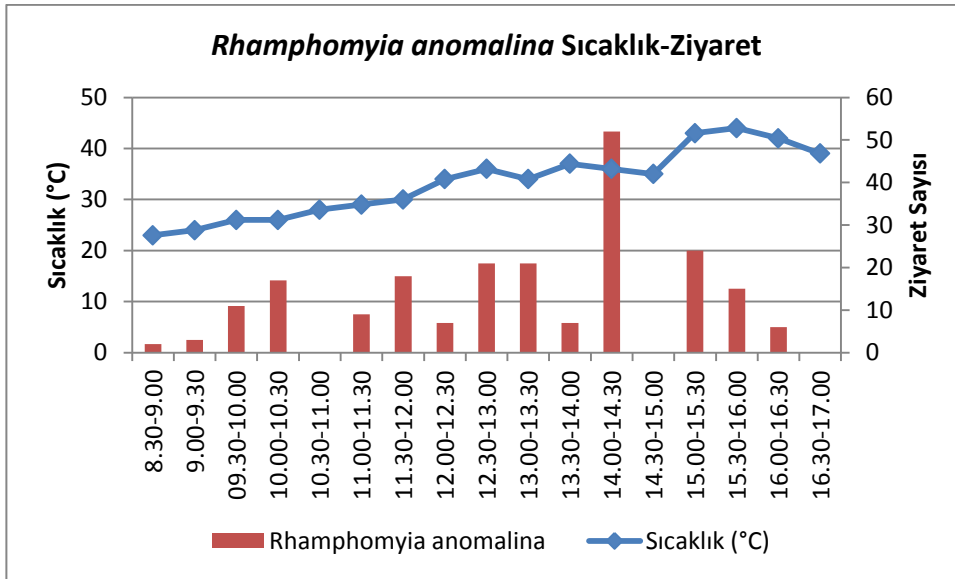
Şekil 135. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Merodon* sp.'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)

3.9.3.9. Empididae: *Rhaphomyia anomalina* davranışı

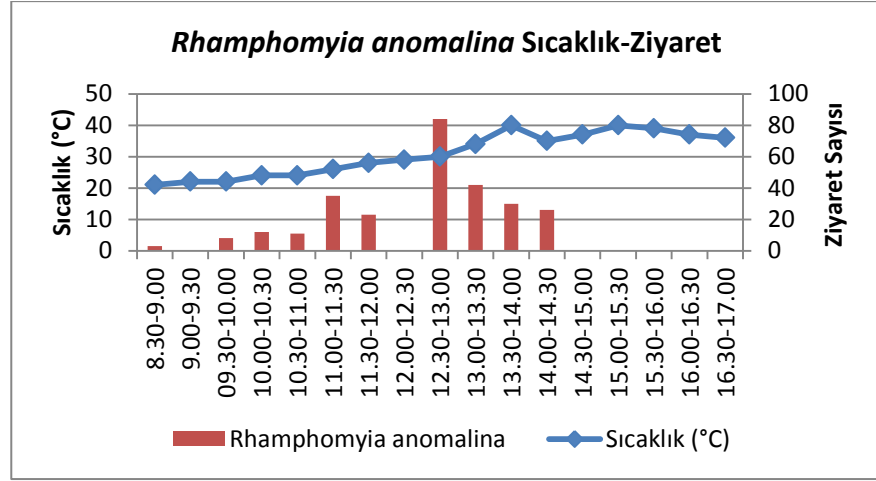
Ziyareti sırasında stilus üzerindeki tüylere ayakları ve toraksı ile temas ederek bu bölgelerindeki kısmen seyrek kılları sayesinde az da olsa polen taşınımı sağlamaktadır (Şekil 136). Bitkiyi ziyaret amacı nektar almaktır. Çiçeğe çok fazla temas etmeden stileti ile nektarı aldığından nektar hırsızlığı davranışı sergilemektedir. 1. gözlem gününde 213, 2. gözlem gününde 274 olmak üzere toplamda 487 korimboz'u ziyaret etmiştir. Günün bütün saatlerinde bitki üzerinde görülebilmektedir. Fakat ziyaretziyareti tamamen rasgeledir (Şekil 137,138,139,140).



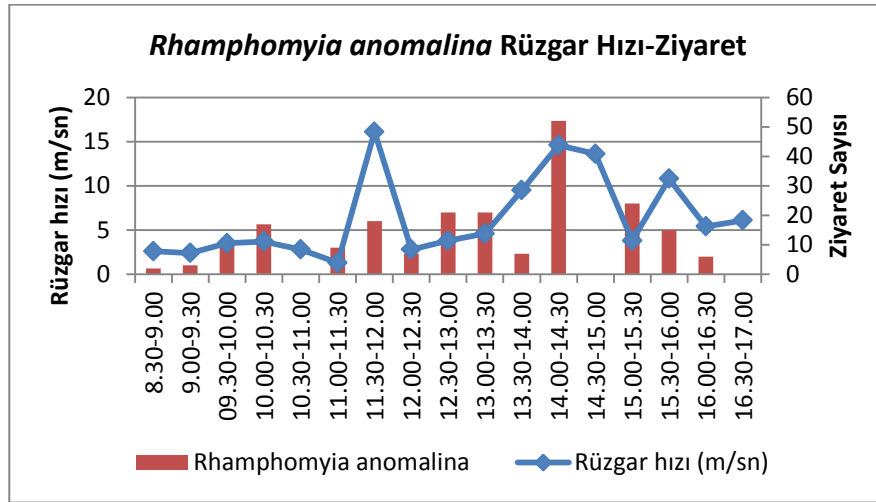
Şekil 136. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Rhaphomyia anomalina*



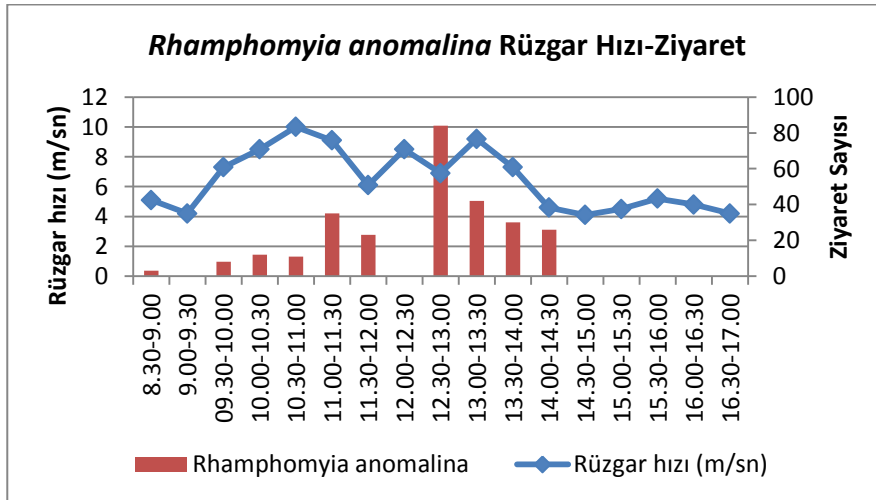
Şekil 137. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Rhaphomyia anomalina*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 138. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Rhamphomyia anomalina*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



Şekil 139. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Rhamphomyia anomalina*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



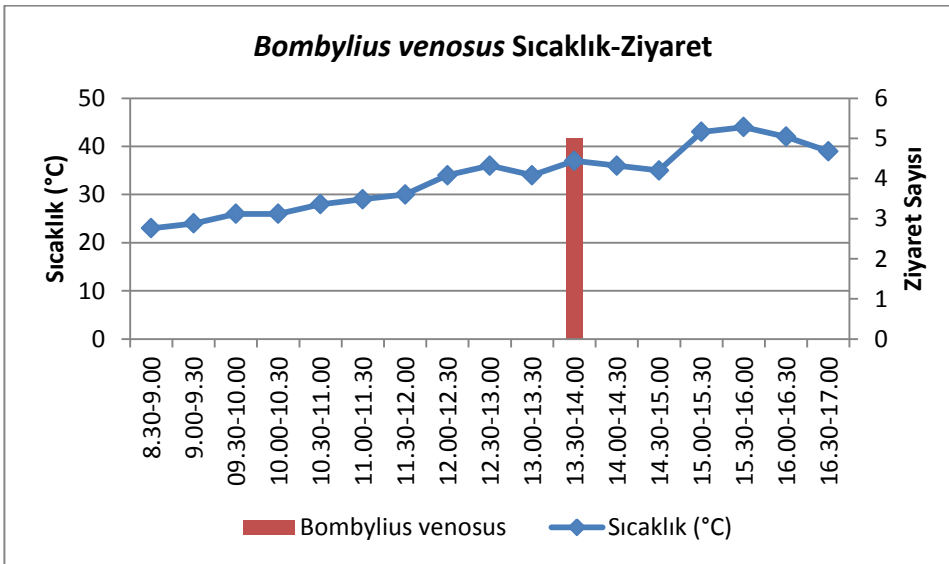
Şekil 140. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Rhamphomyia anomalina*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.10. Bombyliidae: *Bombylius venosus* davranışı

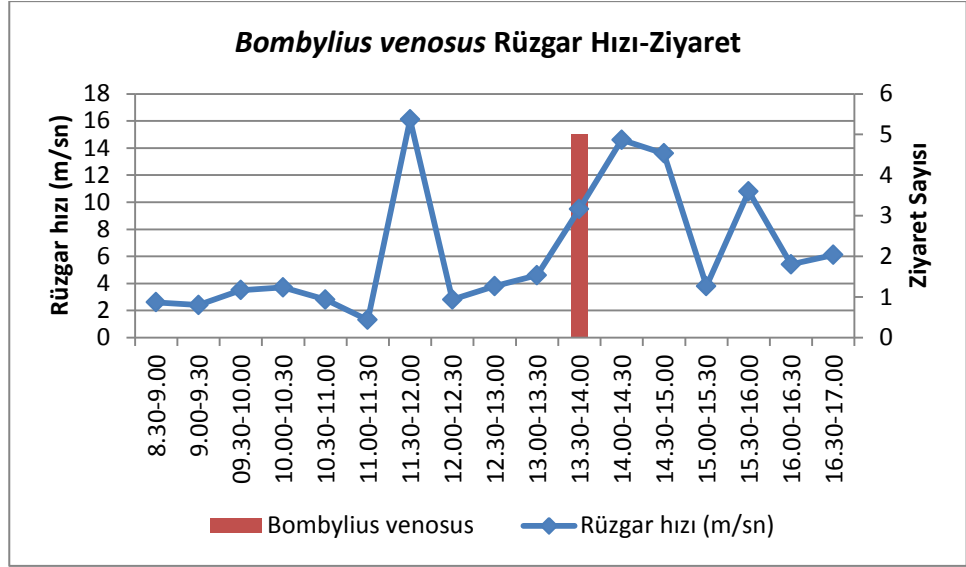
Vücutu uzun ve yoğun kıllar ile kaplı olmasına rağmen bitkiye konduğu zaman uzun bacakları sayesinde stilus tüylerine çok fazla temas etmemekte ve bu yüzden çok az polen taşımaktadır (Şekil 141). Uzun stiletli ile korolla tüpünün dip kısmındaki nektarı toplayıp başka korimbozları ziyaret etmektedir. Bu özelliği tozlayıcı böcekler içinde bu grubu nektar hırsızı grubuna dahil etmektedir. 1. gözlem gününde 5 korimbozu ziyaret etmiş, 2. gözlem gününde hiç ziyaret gerçekleştirilmemiştir. Ziyaret saati 13:00-14:00 arasındadır. Bu saat dilimindeki sıcaklık 37°C, rüzgar hızı ise 9.5m/sn'dir (Şekil 46,47,48,49).



Şekil 141. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Bombylius venosus*



Şekil 142. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Bombylius venosus*'un sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



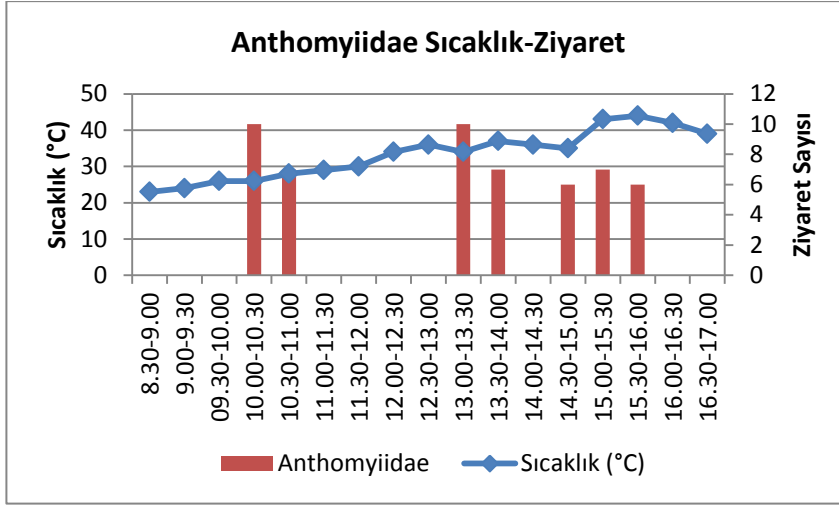
Şekil 143. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Bombylius venosus*'un Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)

3.9.3.11. Anthomyiidae davranışı

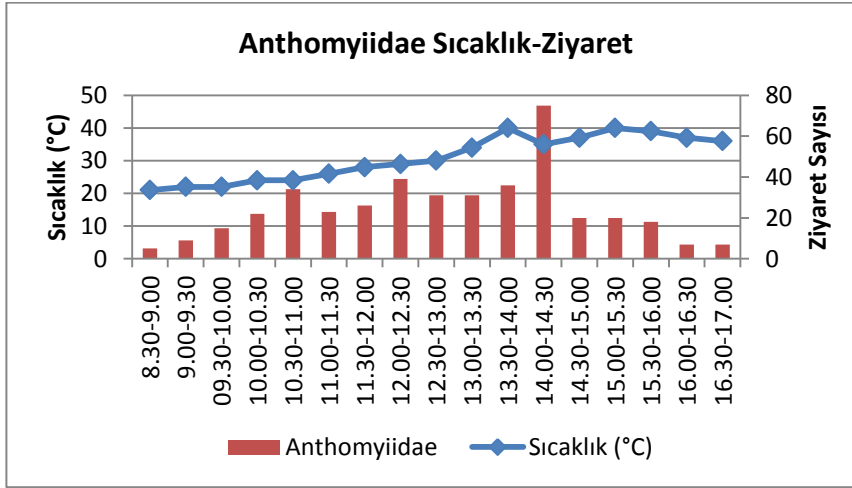
Çiçeği ziyaret eden bu taksonun vücudunun uzun ve nispeten yoğun kıllarla kaplı olması bakımından polen taşımada etkin rol oynamaktadır (Şekil 144). Çiçeği ziyaret ettiğinde çok fazla hareket etmemekte ve bir korimboz üzerinde dakikalarca kalabilmektedir. Bu süre içerisinde stilus, stigma ve korollanın dibindeki nektardan beslenmekte ve uzun süre çiçek üzerinde dinlenmektedir. 1. gözlem gününde 53, 2. gözlem gününde 418 olmak üzere toplamda 471 korimbozu ziyaret etmiştir. Ziyaretleri tüm gün içerisinde öğlene doğru giderek artan ve öğleden sonra giderek azalan bir eğim göstermektedir. Sıcaklık artışı türün ziyaretine olumlu etki göstermesine rağmen 15.30 dan sonra daha az aktiftir (Şekil 145,146,147,148).



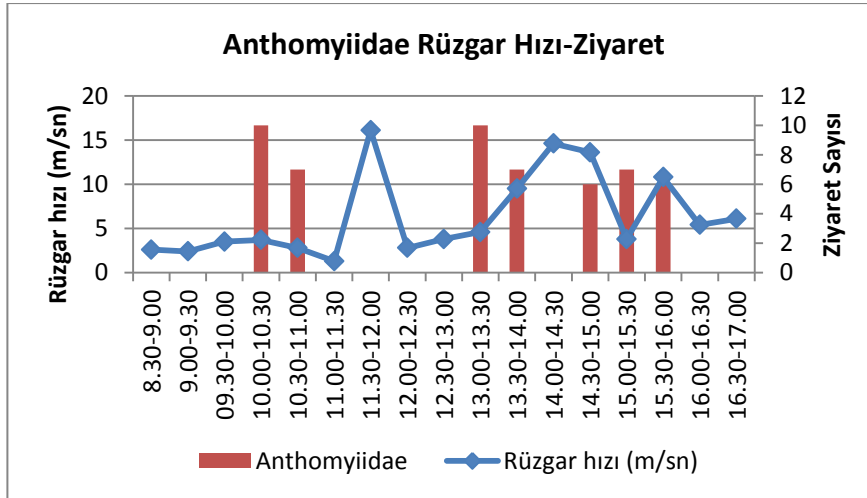
Şekil 144. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan Anthomyiidae üyesi



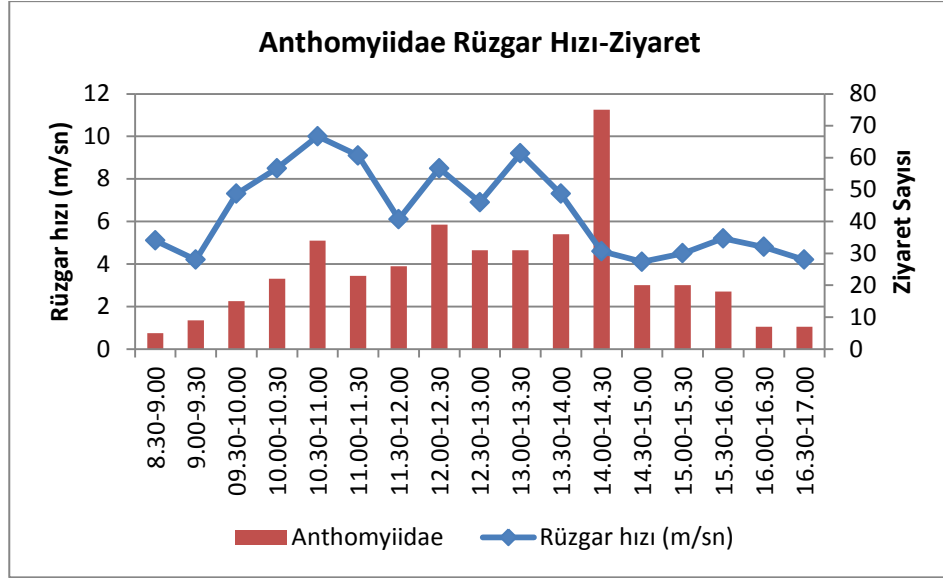
Şekil 145. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 146. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



Şekil 147. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



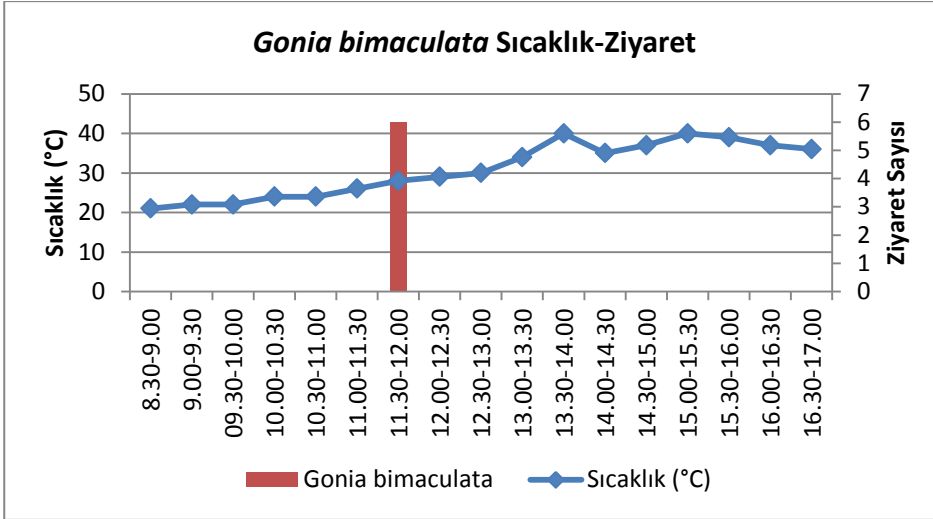
Şekil 148. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde Anthomyiidae üyesi'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.12. Tachinidae: *Gonia bimaculata* davranışı

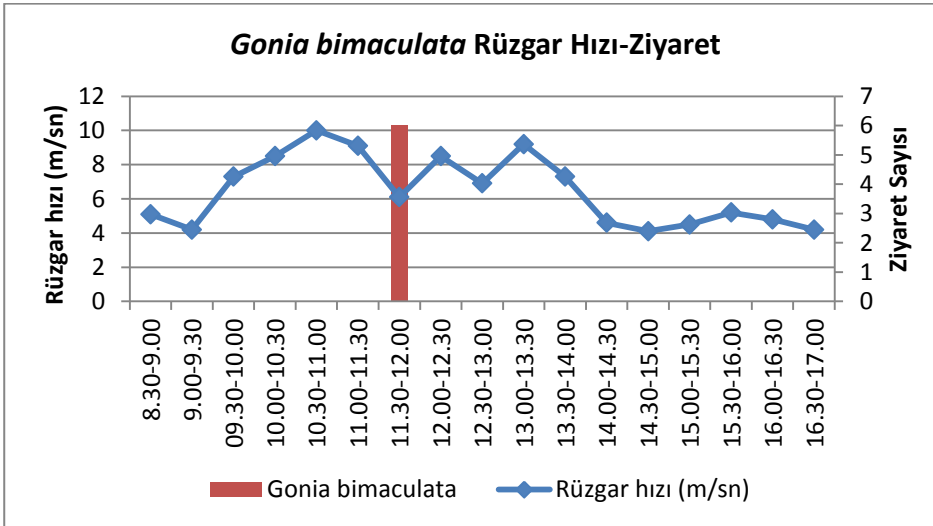
Akdeniz havzasında yayılıma sahip bir türdür (Fauna Europaea 2016). Kırmızı abdomeninde uzun kıllara sahiptir. Korimboza konduğunda vücudunun birçok yerine polen bulaşmakta ve bu polenleri stigmaya rahatça taşıyabilmektedir (Şekil 149). Bitkiyi ziyareti nektar ve polen toplamak içindir. Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiş 2. gözlem gününde 6 ziyaret gerçekleştirmiştir. 11.30-12.00 saatleri arasında sıcaklığın 28°C ve rüzga hızının 6.1 m/sn olduğu zamanda bitkiyi ziyaret etmiştir (Şekil 150,151).



Şekil 149. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar ve polen toplayan *Gonia bimaculata*



Şekil 150. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Gonia bimaculata*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



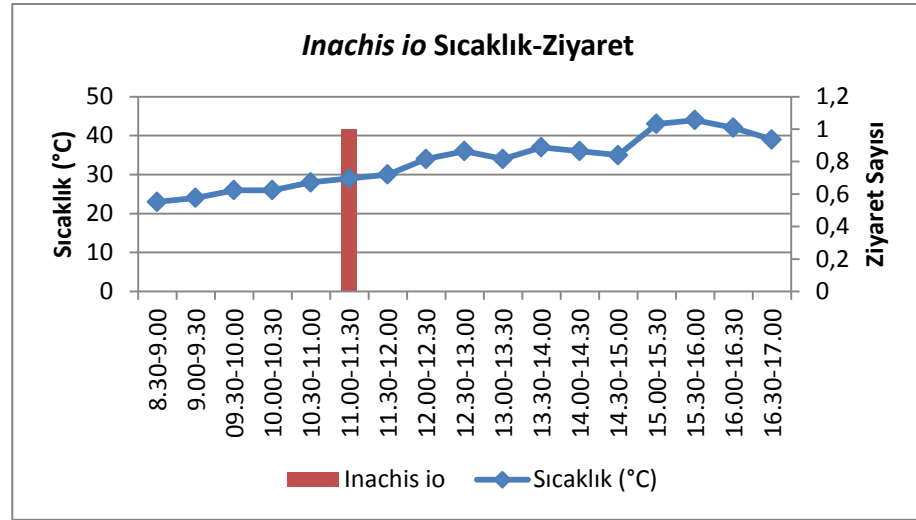
Şekil 151. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Gonia bimaculata*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.13. Nymphalidae: *Inachis io* davranışı

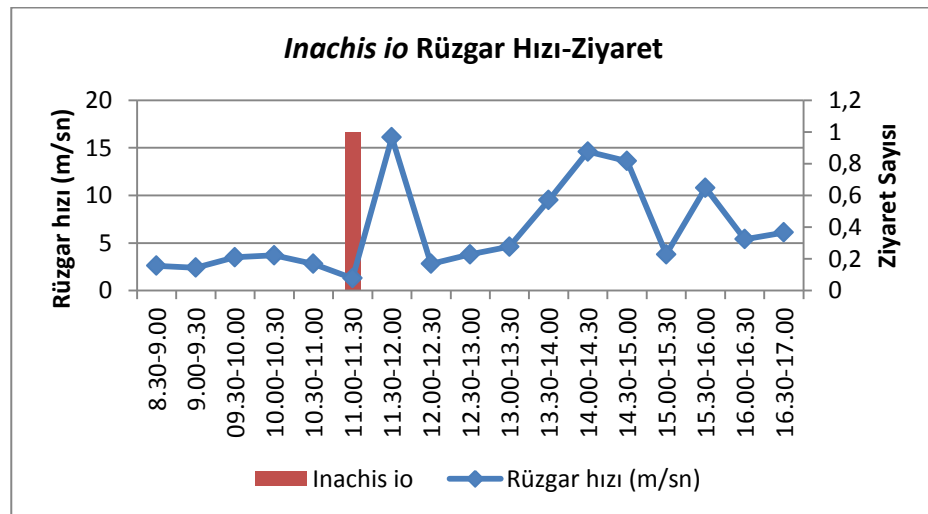
Kuzey ülkeleri hariç Avrupanın çoğu yerinde görülür. Türkiye yayılımı ise yoğun olarak Marmara ve Karadeniz Bölgesidir. Akdeniz havzasında yayılıma sahip bir türdür (Fauna Europaea 2016). Uçuş zamanı Haziran-Eylül ayları arasındadır. Bitkiye nektar almak için gelmektedir. Vücudu yoğun kıllarla kaplı olmasına rağmen nektar aldığı sırada proboscisine yapışan polenler sayesinde tozlaşmaya katkısı bulunmaktadır (Şekil 152). Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 1 defa ziyaret gerçekleştirirken, 2. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiştir. 11.00-11.30 saatleri arasında sıcaklığın 29°C ve rüzga hızının 1.3 m/sn olduğu zamanda bitkiyi ziyaret etmiştir (Şekil 153,154).



Şekil 152. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Inachis io*



Şekil 153. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Inachis io*'nun sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



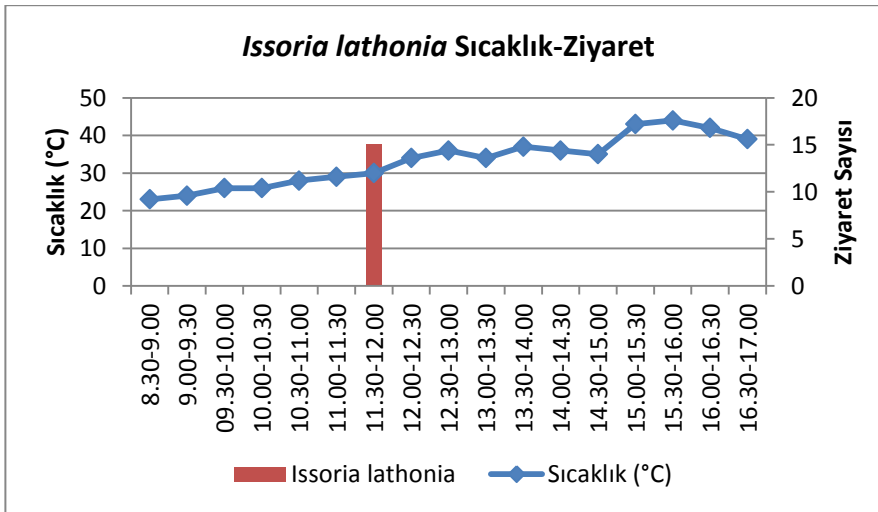
Şekil 154. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Inachis io*'nun Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)

3.9.3.14. Nymphalidae: *Issoria lathonia* davranışı

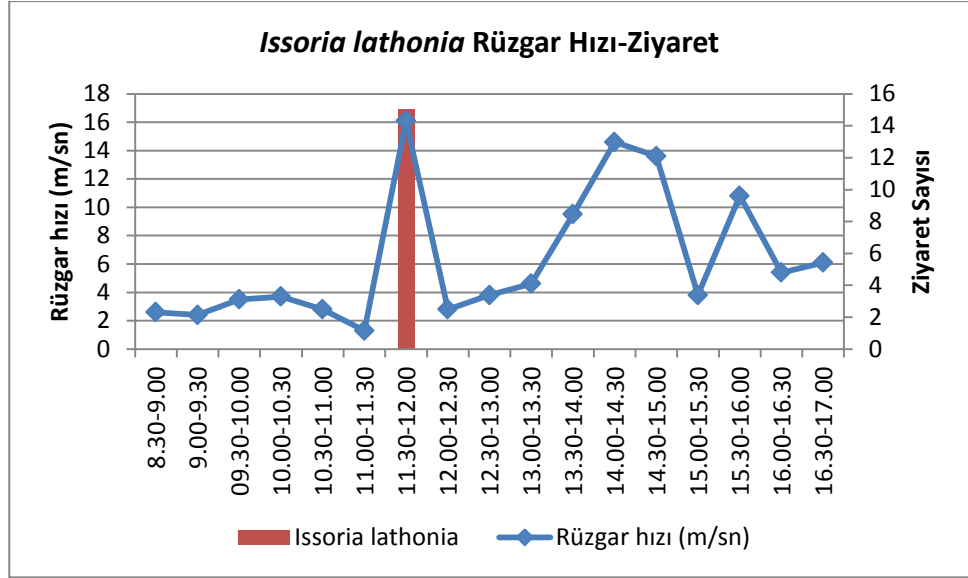
Paleartik bölgede yayılıma sahiptir. Türkiye'nin hemen hemen her yerinde görülebilir. Uçuş süresi Mart ve Ekim ayları arasında olduğunu, boyutu 38 mm ve 46 mm arasında olup, genellikle deniz seviyesinden 2700 m arasında yüksekliklerde bulunur (Fauna Europaea 2016). Ön kanadın dışı doğru uzayan apeksi ve arka kanat alt yüzündeki büyük parlak gümüş gri benekleri ile kolayca tanınır. Bitkiye geliş amacı nektar toplamaktır. Hem yoğun vücut kılları sayesinde hemde proboscisi sayesinde polen taşınımında etkin olarak rol oynamaktadır (Şekil 155). Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 15 defa ziyaret gerçekleştirirken 2. gözlem gününde bitkiyi ziyaret etmemiştir. 11.30-12.00 saatleri arasında sıcaklığın 30°C ve rüzga hızının 16.1 m/sn olduğu zamanda bitkiyi ziyaret etmiştir (Şekil 156,157).



Şekil 155. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Issoria lathonia*



Şekil 156. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Issoria lathonia*'nın sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



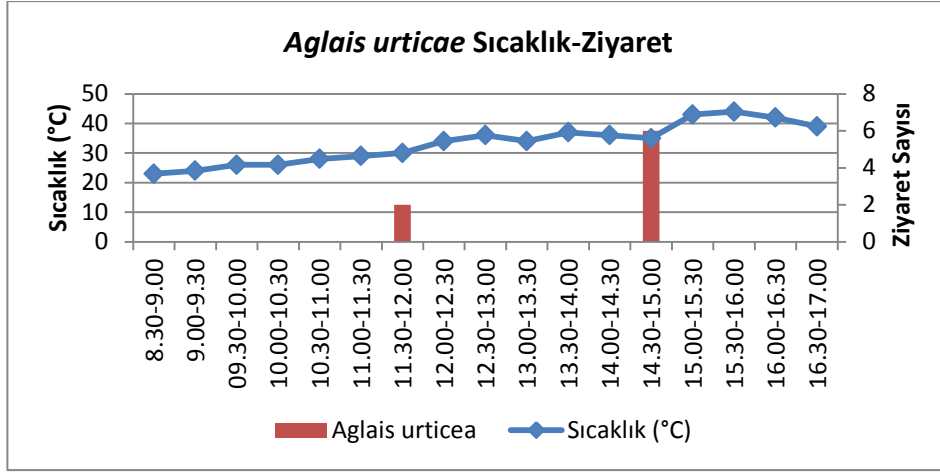
Şekil 157. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Issoria lathonia*'nın Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)

3.9.3.15. Nymphalidae: *Aglais urticae* davranışı

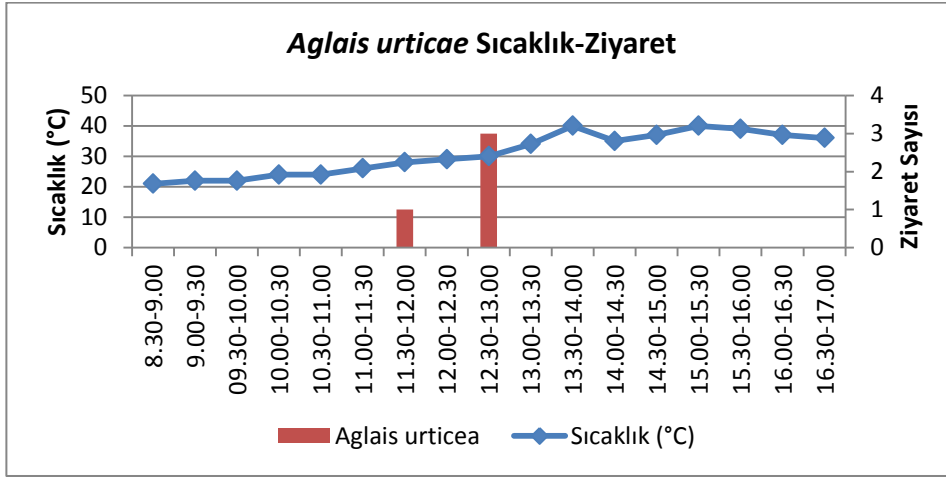
Avrupa Asya ve Pasifik kıyılarında görülen yaygın bir türdür. Oldukça yaygındırlar. Türkiye'de ise Ege sahillerinin bir kısmı ve Güneydoğu Anadolunun bir kısmı haricinde bütün bölgelerde bulunur. Mart-Ekim ayları arası 3 nesil uçuş süresi vardır. Palearktik bölgede yayılıma sahiptir (Fauna Europaea 2016). Kanat altı benzerlerinde olduğu gibi ağaç kabuğuna benzer fakat ön kanadın orta bölgesi sarı-krem rengidir. Hem yoğun vücut kılları hem de proboscisi sayesinde polen taşınımında etkin olarak rol oynamaktadır (Şekil 158). Oligolektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 8, 2. gözlem gününde 4 olmak üzere toplamda 12 korimboza konmuştur. Rüzgar hızının 4 m/sn'nin üzerinde olduğu sürelerde bitkiyi ziyaret etmiştir. (Şekil 159, 160, 161, 162).



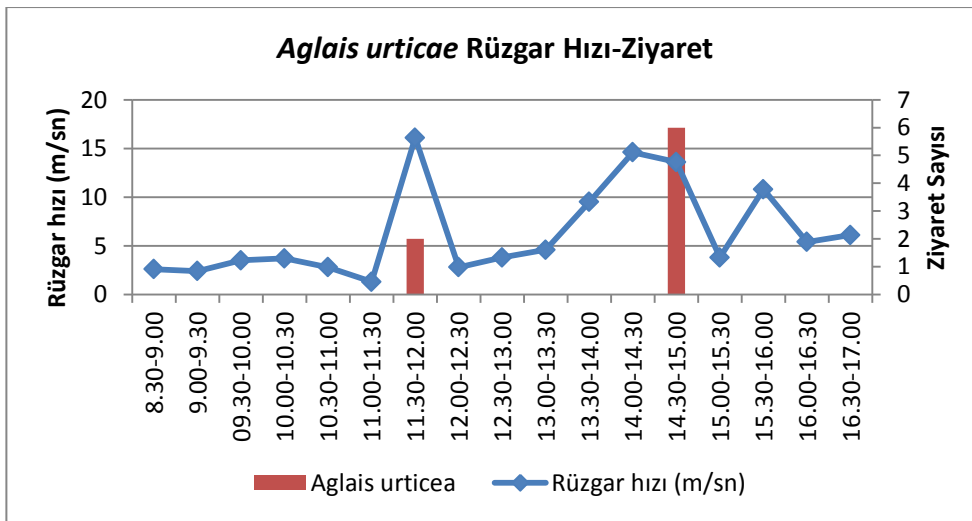
Şekil 158. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Aglais urticae*



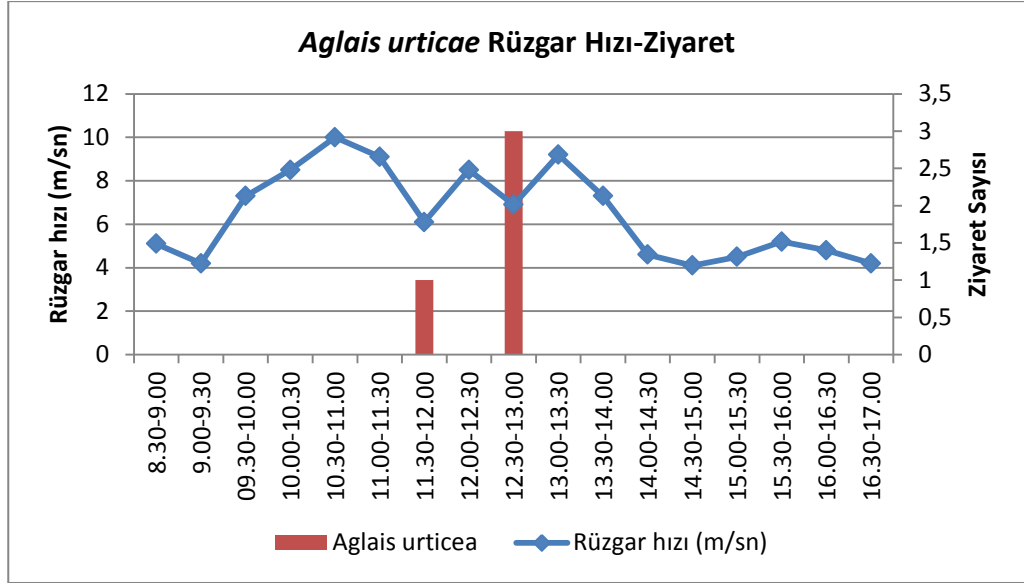
Şekil 159. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Aglais urticae*'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 160. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Aglais urticae*'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



Şekil 161. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Aglais urticae*'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



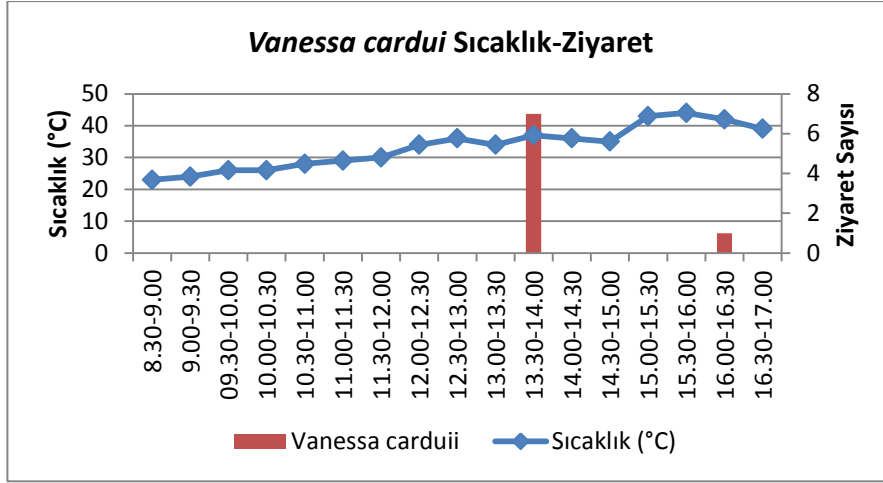
Şekil 162. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Aglais urticae*'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

3.9.3.16. Nymphalidae: *Vanessa cardui* davranışı

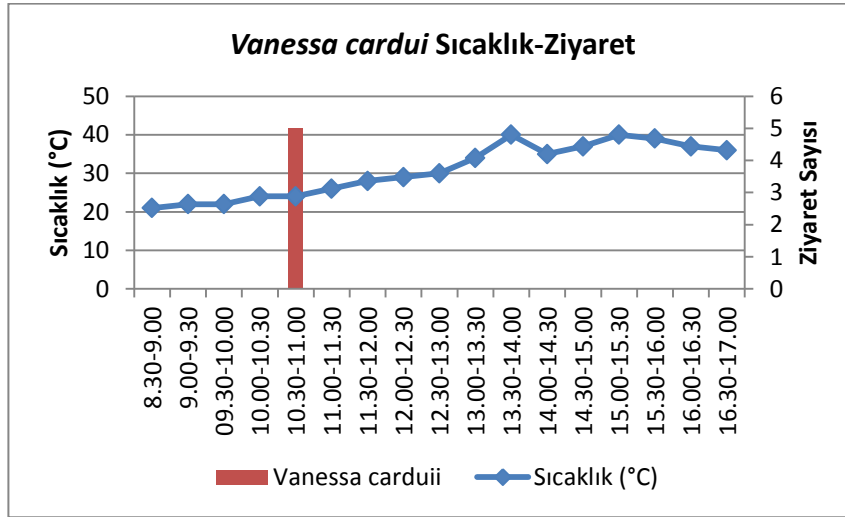
Tüm Kuzey yarımkürede, Afrika'da ve Avustralya'da görülmektedir. Türkiye'nin ise her yerinde bulunur (Fauna Europaea 2016). Hem yoğun vücut kılları sayesinde hemde proboscisi sayesinde polen taşınımında etkin olarak rol oynamaktadır (Şekil 163). Polilektik tozlayıcı grubuna aittir. 1. gözlem gününde 8, 2. gözlem gününde 5 olmak üzere toplamda 13 korimboza konmuştur. Rüzgar hızının 4 m/sn'nin üzerinde olduğu sürelerde bitkiyi ziyaret etmiştir. Ziyaretlerini rüzgar hızına ve sıcaklığa bağlı kalmaksızın gerçekleştirmektedir (Şekil 164,165,166,167).



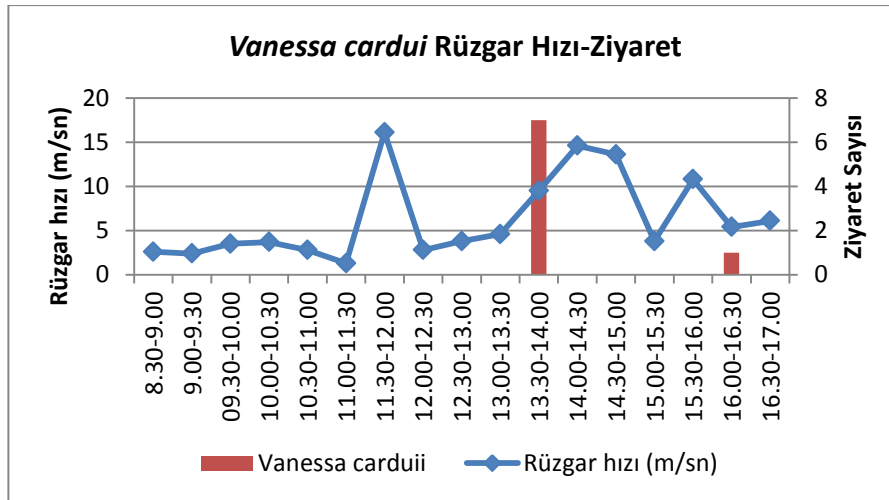
Şekil 163. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde nektar toplayan *Vanessa cardui*



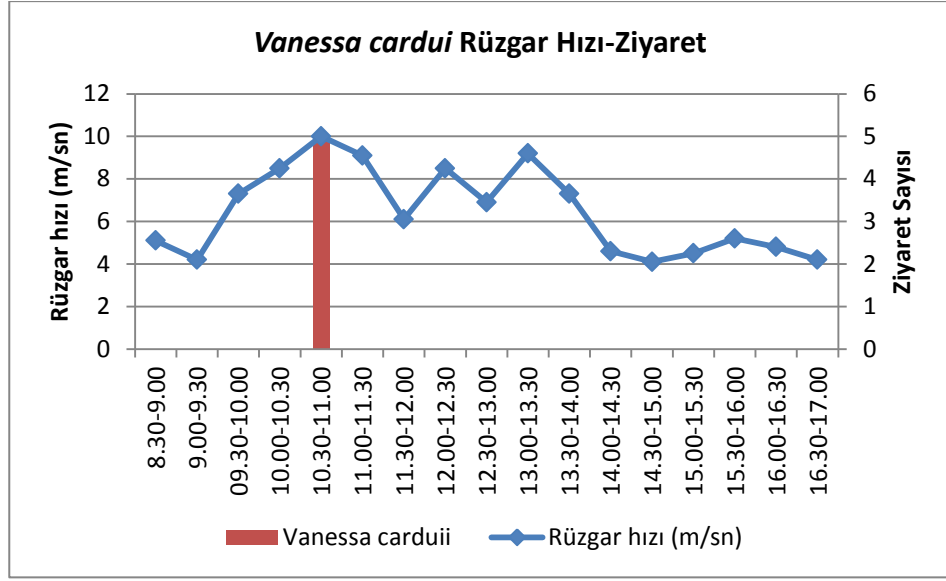
Şekil 164. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Vanessa cardui*'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 165. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Vanessa cardui*'nin sıcaklık-ziyaret grafiği (30.07.2015)



Şekil 166. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Vanessa cardui*'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (29.07.2015)



Şekil 167. *J. supina* subsp. *pontica* üzerinde *Vanessa cardui*'nin Rüzgar hızı-ziyaret grafiği (30.07.2015)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Jasione supina'nın bütün alt türleri **Pseudo-Staubblatt** ya da bazı kesimlerce **piston mekanizması** olarak belirtilen bir mekanizma ile ikincil polen sunumunu gerçekleştirmektedirler (Yeo 1993). Yani anterler, polen tanelerini stilus üzerindeki polen toplayıcı tüylere yapıştırır ve stilus uzamaya başlar. Daha sonra, polenler stilus tarafından tozlayıcılara sunulur. Sunum bittikten sonra polen toplayıcı tüyler dökülür ve stigma açılarak dişi faz başlar. Polen toplayıcı tüylerin erkek fazda çiçekten uzaklaşmasının nedenlerini ilk defa *Campanula* türlerinde Jost (1918) tarafından anatomik detaylarla verilmiştir. Jost ayrıca tüylerin tozlayıcı etkisi ile hızlı döküldüğünü sadece gözlem olarak belirtmiştir. Daha sonra Shetler (1979) tarafından yapılan çalışmalarda benzer bir sonuç gözlemlenmiştir. Shetler polen toplayıcı tüylerin tozlayıcı yokluğunda dökülme zamanının tozlayıcıların bol olduğu zamana göre daha yavaş olduğunu belirtmiştir. Bu reaksiyonun mekanizması Jost'un gözlemleri ile biraz aydınlatılabilmektedir. Jost çalıştığı türde stilusa dokunmuş ve tüyelerinin 40. dakikadan sonra tamamen döküldüğünü ama prosesin büyük bir kısmının 10. dakikada tamamlandığını belirtmiştir. Açıkça görünmektedir ki, reaksiyon öncesinde tüyler polen kaybını engellemek için direnç göstermektedir. Ayrıca, Erbar ve Leins (1989) Campanulaceae üyesi olan *Wahlenbergia* cinsinde Sunum fazının tüylerin tamamen ortadan kalktığına bittiğini belirtmiştir.

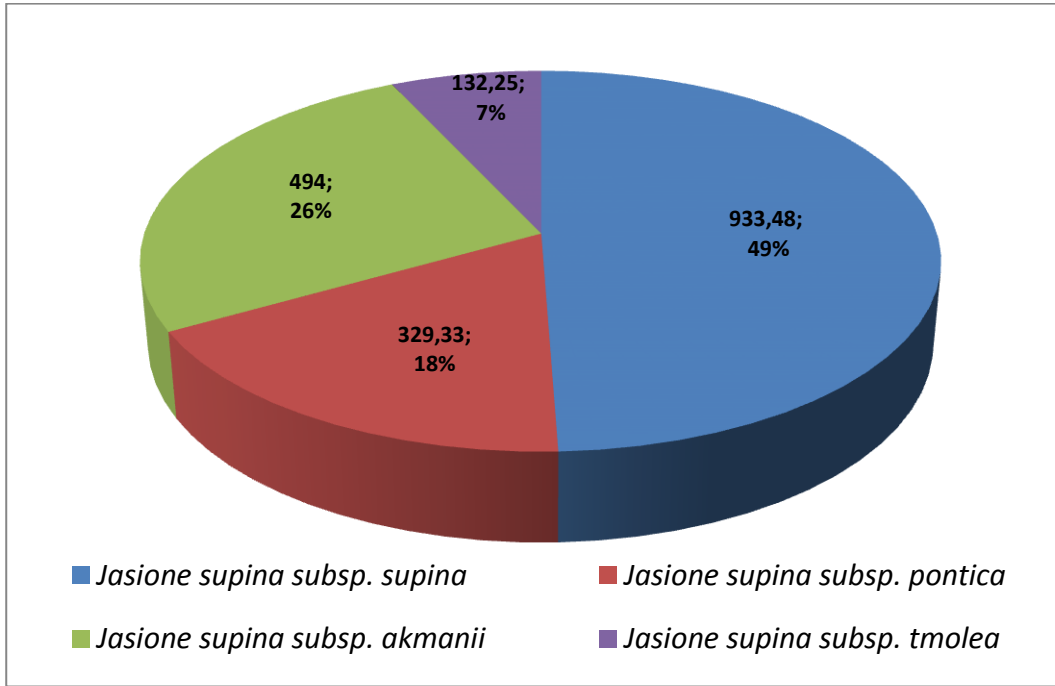
Yaptığımız çalışmada, ikincil polen sunumu boyunca alt türlerin tozlayıcı aktivitesine bağlı olarak polen toplayıcı tüylerin çiçek üzerinde kalma süresi ve çiçeklenmenin nasıl etkilendiğine bakılmıştır. Bu sürelerde alt türler bazında farklılıklara rastlanmıştır. Herhangi bir müdahale gerçekleşmediğinde, çalışılan üç alttürde de çiçeklerin renklenmeye başladığı dönemden tozlaşma bitene kadar geçen süre yaklaşık 2 gündür. Korolla rengi yeşilden mora dönen ve henüz anthesisi gerçekleşmemiş çiçeklerde stilusun uzayıp korollayı yarması *supina* alt türünde 1.5 saat sürerken *akmanii* ve *pontica* alt türlerinde 2 saat sürmektedir. Korollanın anthesisten sonra tamamen açılması ise *supina* ve *pontica* alt türlerinde 45 dakika gibi kısa bir sürede gerçekleştirirken *akmanii* alt türünde bu süre 3 saat 15 dakika gibi bir süre almaktadır. Bu veriler tam açık bir çiçekle sunuma başlama süresinin *supina* alt türünde 2 saat 15 dakika, *akmanii* alt türünde 5 saat 15 dakikada, *pontica* alt türünde ise 2 saat 45 dakika sürdüğünü göstermiştir. Stilusta

polen tutucu tüyler üzerine yapışan polenlerin ikincil olarak sunulmasında en önemli faz olan anthesisten stigma loplalarının görünmeye başlamasına kadar ki sürede alt türlerde kritik değişiklikler gözlenmiştir. Belirtilen aralıktaki erkek faz stilus üzerine tozlayıcının temas etmesi ile daha kısa bir sürede gerçekleşmektedir. Tozlayıcı ziyareti gerçekleşmediğinde, *supina* 24 saat, *akmanii* 26 saat, *pontica* ise 22 saat ikincil polen sunumunu sürdürmektedir. Anthesis gerçekleşir gerçekleşmez stilus üzerine bir tozlayıcı konduğunda ise *supina* ve *akmanii* 6 saat, *pontica* ise 6 saat 45 dakika da sunumu gerçekleştirip dişi faza geçmektedir. İkincil polen sunumunu en uzun sürede gerçekleştirmek, iklim şartlarının aniden değiştiği alpin kuşak bitkilerinde üremenin daha çok garanti altına alınması için büyük bir öneme sahiptir. Bu süreyi en iyi kullanarak avantaj sağlayan alttürün *akmanii*, en az avantaj sağlayan alt türün ise *pontica* olduğu gözlemlenmiştir. Tozlayıcı ziyaretinden sonra dişi faza geçiş süresinin uzun olması polen kökenli daha fazla genetik materyalin taşınmasına katkı sağlamaktadır. Bitki üzerine gelecek olan diğer ziyaretçiler henüz tam dökülmemiş olan polen tanelerini alarak bireyin genetik materyalini daha verimli kullanabilmektedirler. Bu kapsamda en avantajlı olan alt türün *pontica* olduğu tespit edilmiştir.

Bir bitkinin yaşam öyküsü yaşadığı süre içerisinde büyüme, farklılaşma, depolama ve üreme olaylarının tamamıdır (Michael et al., 2006). Bir türün ekolojik başarısı ise üremedeki başarısıdır. Bu kapsamda *J. supina*'nın alt türlerinde çiçek üretimi polen ve ovül üretimi, ovüllerin doğal ortamında dölllenme oranlarına bakılmıştır. Üretilen çiçeklerde *tmolea* alt türünün en az korimboz ve her bir korimbozda en az çiçeği ürettiği hesaplanmıştır (Eroğlu 2011). En çok korimboz ve çiçek üreten alt tür ise *supina* alt türüdür. Alt tür *akmanii*'nin korimbozlarda ürettiği çiçek sayısı *pontica* alttürüne göre çok olmasına rağmen *pontica*'dan daha az korimboz üretmektedir (Çizelge 2). Bir bitkide üretilen toplam çiçek sayıları bir bitkideki korimboz sayısı ve bir korimbozdaki çiçek sayısı çarpılarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuca göre çiçek üretimi çoktan aza doğru subsp. *supina*, subsp. *akmanii*, subsp. *pontica* ve subsp. *tmolea* şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 168).

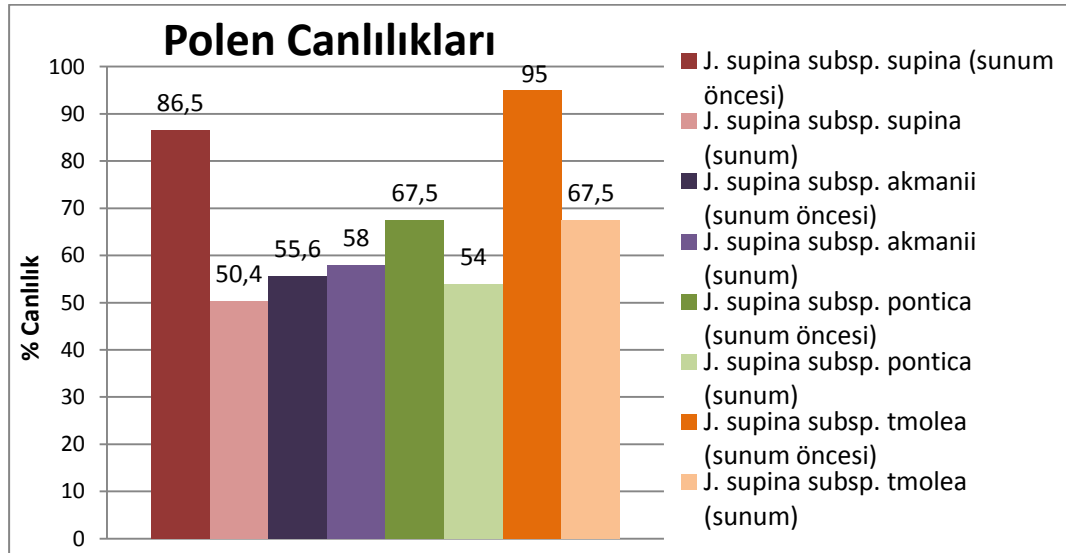
Çizelge 2. *Jasione supina* alt türlerinde bir bitkideki korimboz be bir korimbozdaki çiçek sayıları

Bir Bitkideki Korimboz Sayısı				
	subsp. <i>supina</i>	subsp. <i>akmanii</i>	subsp. <i>pontica</i>	subsp. <i>tmolea</i>
Ort	23.93 (± 16.09)	19 (± 13.40)	23.03 (± 17.8)	11.5 (± 3.93)
maks-min	73-8	58-4	83-3	20-6
Bir Korimbozdaki Çiçek Sayısı				
	subsp. <i>supina</i>	subsp. <i>akmanii</i>	subsp. <i>pontica</i>	subsp. <i>tmolea</i>
Ort	36 (± 11.66)	26 (± 3.88)	14.3 (± 4.85)	11.5 (± 3.93)
maks-min	47-18	32-20	22-8	22-5

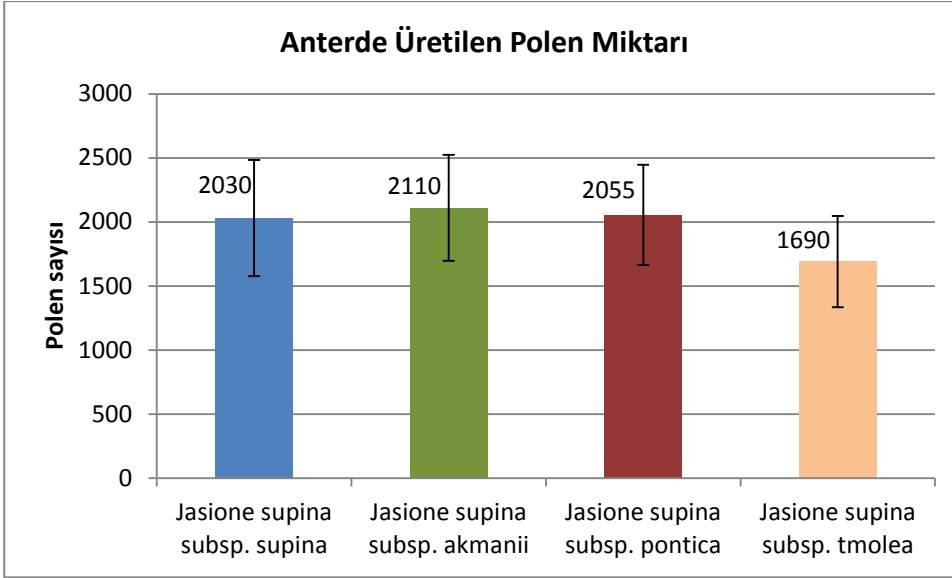
Şekil 168. *Jasione supina* alt türlerinde bir bitkide üretilen çiçek sayıları

Polen canlılıkları iki aşamada değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre *supina* alt türünde anthesis gerçekleşmeden önce polen canlılığı %86.5 iken ikincil polen sunumunda bu canlılık %50.4'e düşmüştür. Elde edilen bu veri polenlerin olgunlaşmasının büyük bir çoğunluğunun anthesisten önce olduğunu ve anthesis sonrası ise çevresel koşullar nedeniyle polen tanelerinin %36.1 inin canlılığını kaybettiğini göstermektedir. *J. supina subsp. supina*'nın aksine *akmanii* alt türünde anthesisten önce polen canlılığının %55.6'dan polen sunumunda %58'e çıktığını göstermiştir. Elde edilen bu veri *akmanii* alt türünün polen tanelerinin gelişimini anthesis sonrasında da devam ettirdiğini ve olgunlaşmasının ikincil polen sunumu sırasında olduğunu göstermiştir. Çalışılan alt türlerden *pontica*'nın anthesisten önce polen canlılığının %67.5'den, ikincil polen sunumunda ekolojik nedenlerden dolayı %54'e düşmesi *pontica* alt türünün

anthesisten önce *supina*'ya göre daha düşük canlılıkla başlamasına rağmen ekolojik koşullardan daha az etkilenecek *supina*'dan %3.4 daha yüksek bir polen canlılığına sahip olduğunu göstermiştir. Daha önceki çalışmalarda, *tmolea* alt türünden elde edilen verilere göre, gerek anthesisten önce gerekse ikincil polen sunumunda en yüksek canlılık söz konusudur (Eroğlu 2011). Polenlerin tozlayıcılara yüklenerek diğer bitkinin stigmasına götürüldüğü süreç anthesis sonrası ikincil polen sunumunun başladığı süreçtir. Buna göre doğaya salınan polenlerde canlılık bakımından en avantajlıdan en az avantajlıya sahip alttürler sırayla, subsp. *tmolea*, subsp. *akmanii*, subsp. *pontica*, subsp. *supina* şeklindedir (Şekil 169). Anterde üretilen polen miktarlarına bakıldığında en az polen tanesinin *tmolea* alttüründe üretildiği diğer alttürlerde ise polen sayılarının birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 170). Anterdeki polen sayıları ve polen canlılıkları beraber değerlendirilerek “(sunum sırasındaki polen canlılığı x üretilen polen tanesi) / 100” formülü ile bir anterde üretilen ortalama canlı polenler hesaplanmıştır. Elde edilen sonuca göre; en fazla canlı polen üretenden en aza doğru sıralamanın; subsp. *akmanii* (1223.8 polen), subsp. *tmolea* (1140.75 polen), subsp. *pontica* (1109.7 polen), subsp. *supina* (1023.12 polen) olduğu belirlenmiştir.

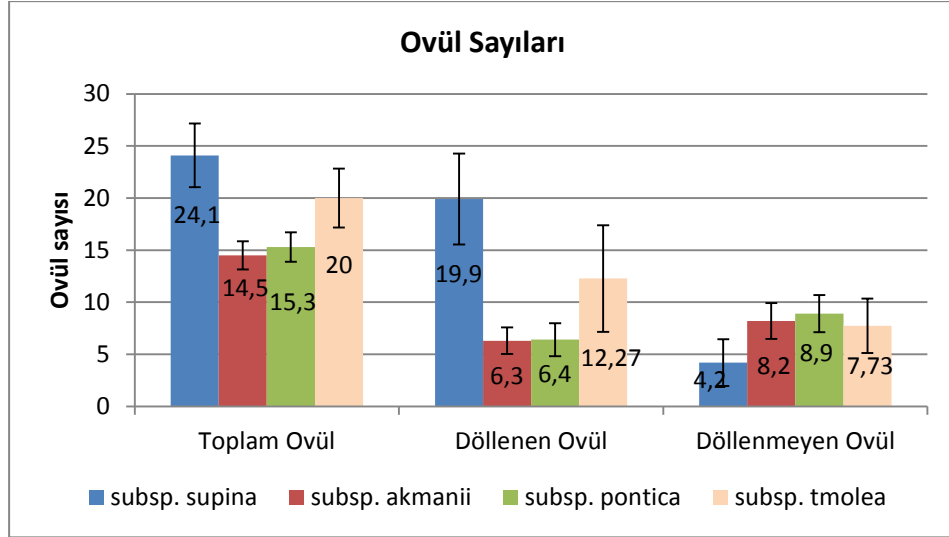


Şekil 169. *Jasione supina* alt türlerinde polen canlılıkları



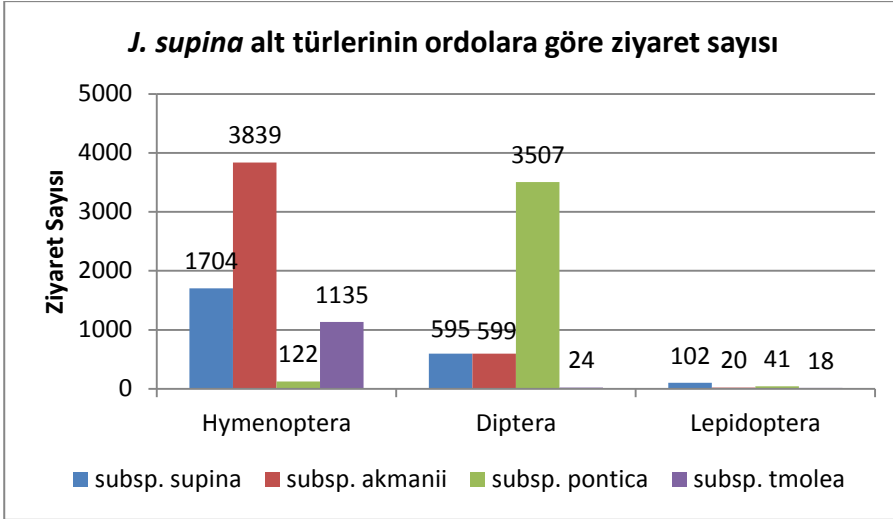
Şekil 170. *Jasione supina* alt türlerinde bir anterde üretilen polen miktarları

Bir bitkide tüm ovüller döllenmediği zaman ovül limitlenmesi meydana gelir. Bitki bütün anasal kaynaklarını kullandığında bile zigotlardan çok azı genetik ölüm veya predatörlerden kaçınabilir. Bu limit bitkilerin ovül üretimine çok az kaynak yatırımı sonucunda gerçekleşir (Harder and Barret 2006). İlginç bir şekilde kaynak sınırlanması, tohum üretimi üzerinde yaygın olarak tanınan kısıtlama olmasına rağmen, son zamana kadar çiftleşme-sistemi evriminin bir sonucu olarak düşünülmüştür (Haig and Westoby 1988, Sakai and Ishii 1999, Porcher and Lande 2005). Bitkide tohum oluşumunda polen tüplerinin döllenme için rekabeti ve embriyonun anasal kaynaklar için rekabeti, oluşan tohum sayısını belirleyen iki önemli nedendir (Burd 1995). Çalışmada anasal kaynak kullanımı etkisinin daha tam başlamadığı döllenmesi geçmiş ve daha tam tohum oluşumuna geçmemiş ovüllerde yaptığımız sayımlarda sadece polen etkisine bakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ovül üretimi en fazladan en aza sırasıyla subsp. *supina*, subsp. *tmolea*, subsp. *pontica*, subsp. *akmanii* şeklindedir. Döllenen ovül sayılarındaki sıralamada aynıdır (Şekil 171). Yüzde olarak döllenme başarısı sıralamasında ise en başarılıdan en az başarılıya sıralamanın; subsp. *supina* % 82.57, subsp. *tmolea* % 61.35, subsp. *akmanii* %43.45, subsp. *pontica* % 41.83 olduğu belirlenmiştir.

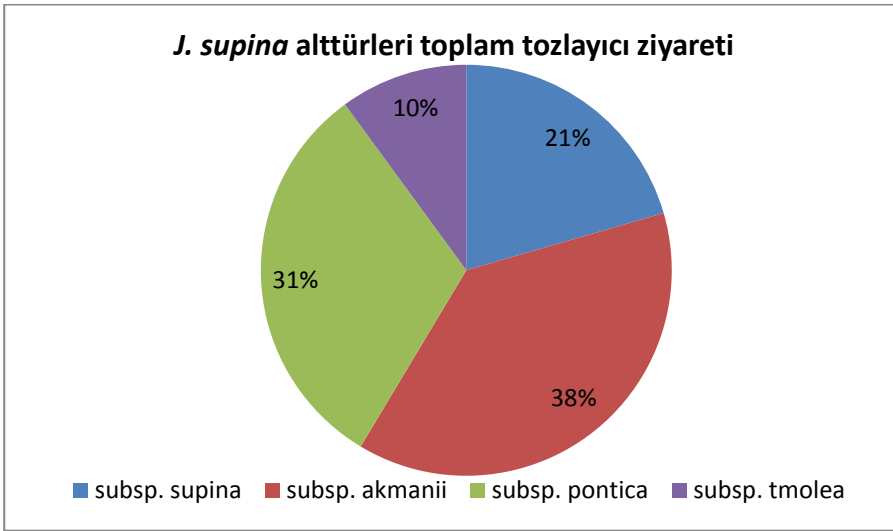


Şekil 171. *Jasione supina* alt türlerinde üretilen ovül sayısı ve döllenme başarısı

Jasione supina alt türleri üzerinde toplam 30 farklı tozlayıcı belirlenmiştir. Belirlenen tozlayıcılar, tozlayıcıların hangi alt türleri tozlaştırdığı, bitkilere hangi amaçla geldiği ve ziyaret tipleri aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen sonuçlara göre tozlayıcıların 19 tanesi sadece tek alttür üzerinde gözlenmiştir. Tespit edilen 19 tozlayıcı türün yapılan literatür taramalarında ve arazi gözlemleri sırasında başka bitki türlerini de tercih ettiği görülmüştür. Ayrıca Diptera'ya ait *Eristalis tenax* bütün alttürler üzerinde gözlenmiş ve bitkiler üzerindeki sergilediği davranış nedeniyle bütün türlerde etkin bir tozlayıcı görevi gördüğü tespit edilmiştir. Alttürler üzerine gelen tozlayıcıların ordolarına göre karşılaştırılmasında subsp. *supina*, subsp. *akmanii* ve subsp. *tmolea* üzerine en çok ziyareti Hymenoptera üyeleri gerçekleştirirken, subsp. *pontica*'nın yoğun olarak Diptera üyeleri tarafından tozlaştığı belirlenmiştir (Şekil 172). Toplam tozlayıcı ziyaretinde ise ziyaretlerin çoktan aza doğru sıralaması subsp. *akmanii*, subsp. *pontica*, subsp. *supina*, subsp. *tmolea* şeklindedir (Şekil 173).



Şekil 172. *Jasione supina* alt türlerinde tozlayıcı ordolarına göre ziyaret sayıları



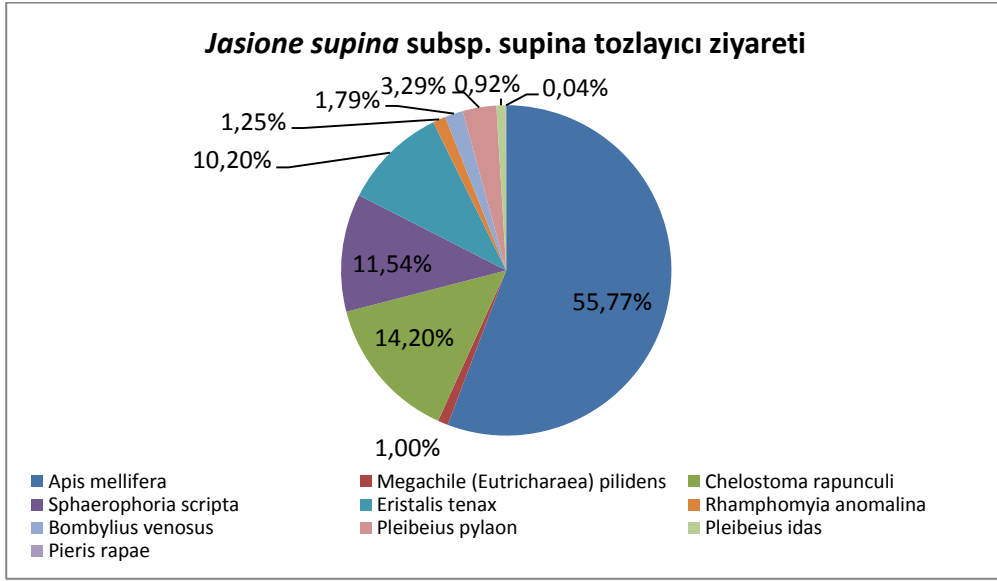
Şekil 173. *Jasione supina* alt türlerinde toplam tozlayıcı ziyaret oranları

Çizelge 3. Çalışılan alttürler üzerinde gözlemlenen türlerin davranışları

Ordo	Familya	Takson	Davranış	Gözlemlendiği alttür	Ziyaret tipi
Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus (Psithyrus) rupestris</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>akmanii, pontica</i>	Oligolektik
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>supina, akmanii, tmolea</i>	Polilektik
Hymenoptera	Chrysididae	<i>Chrysura purpureifrons</i>	Nektar toplayıcı	<i>pontica</i>	Oligolektik
Hymenoptera	Halictidae	<i>Halictus sp.</i>	Nektar toplayıcı	<i>tmolea</i>	Oligolektik
Hymenoptera	Megachilidae	<i>Megachile (Eutricharaea) pilidens</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>supina</i>	Oligolektik
Hymenoptera	Megachilidae	<i>Chelostoma campanularum</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>tmolea</i>	Oligolektik

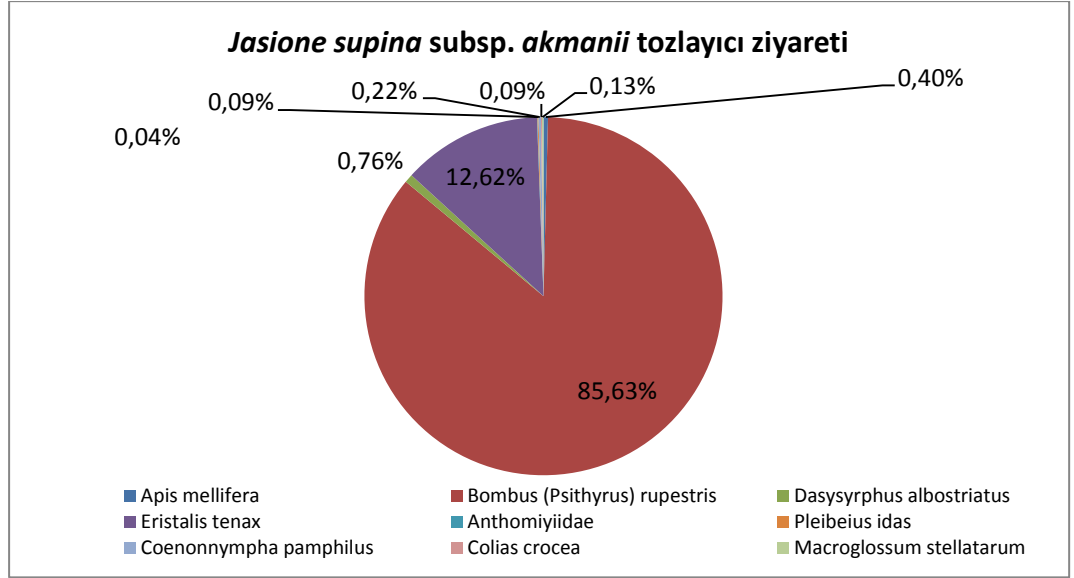
Hymenoptera	Megachilidae	<i>Chelostoma rapunculi</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>supina</i>	Oligolektik
Hymenoptera	Sphecidae	-	Nektar toplayıcı	<i>tmolea</i>	Oligolektik
Hymenoptera	Vespidae	<i>Dolichovespula (Boreovespula) norwegica</i>	Nektar toplayıcı	<i>pontica</i>	Oligolektik
Diptera	Syrphidae	<i>Eristalis tenax</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>supina, akmanii, pontica, tmolea</i>	Polilektik
Diptera	Syrphidae	<i>Merodon sp.</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>pontica</i>	Oligolektik
Diptera	Syrphidae	<i>Sphaerophoria scripta</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>supina, pontica, tmolea</i>	Polilektik
Diptera	Syrphidae	<i>Dasysyrphus albostratus</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>akmanii, pontica</i>	Oligolektik
Diptera	Syrphidae	<i>Platycheirus albimanus</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>pontica</i>	Polilektik
Diptera	Bibionidae	<i>Rhamphomyia anomalina</i>	Nektar toplayıcı	<i>supina, pontica</i>	Polilektik
Diptera	Bombyliidae	<i>Bombylius venosus</i>	Nektar toplayıcı	<i>supina, pontica</i>	Polilektik
Diptera	Anthomyiidae	-	Nektar ve polen toplayıcı	<i>akmanii, pontica, tmolea</i>	Polilektik
Diptera	Tachinidae	<i>Gonia bimaculata</i>	Nektar ve polen toplayıcı	<i>pontica</i>	Polilektik
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris rapae</i>	Nektar toplayıcı	<i>supina, pontica</i>	Polilektik
Lepidoptera	Pieridae	<i>Colias crocea</i>	Nektar toplayıcı	<i>akmanii</i>	Polilektik
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Lycaena phlaeas</i>	Nektar toplayıcı	<i>tmolea</i>	Polilektik
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Plebejus pylaon</i>	Nektar toplayıcı	<i>supina</i>	Polilektik
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Plebejus idas</i>	Nektar toplayıcı	<i>supina, akmanii</i>	Polilektik
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Polyommatus icarus</i>	Nektar toplayıcı	<i>tmolea</i>	Polilektik
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Inachis io</i>	Nektar toplayıcı	<i>pontica</i>	Oligolektik
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Vanessa cardui</i>	Nektar toplayıcı	<i>pontica</i>	Polilektik
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Issoria lathonia</i>	Nektar toplayıcı	<i>pontica</i>	Polilektik
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Aglais urticae</i>	Nektar toplayıcı	<i>pontica</i>	Oligolektik
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Coenonympha pamphilus</i>	Nektar toplayıcı	<i>akmanii</i>	Polilektik
Lepidoptera	Siphingidae	<i>Macroglossum stellatarum</i>	Nektar toplayıcı	<i>akmanii, tmolea</i>	Polilektik

J. supina subsp. *supina*'nın en etkili tozlayıcısı *Apis mellifera*'dır. Tozlayıcı ziyaretlerinin %55.77'sini bu tür gerçekleştirmektedir. En çok gözlemlenen ikinci tozlayıcı *Chelostoma rapunculi*, üçüncü tozlayıcı *Sphaerophoria scripta*, dördüncü tozlayıcı ise *Eristalis tenax*'tır. Bu dört tür toplam ziyaretin %91.62'sini gerçekleştirmektedir. Belirtilen türlerden *S. scripta* diğerlerine göre tozlaşmada daha az bir etkiye sahip iken diğer üç tür etkin bir şekilde türü tozlaştırmaktadır. Alttür üzerinde 10 farklı tozlayıcı tespit edilmiştir (Şekil 174). Tozlayıcıların toplam ziyaret sayısı 2401'dir.



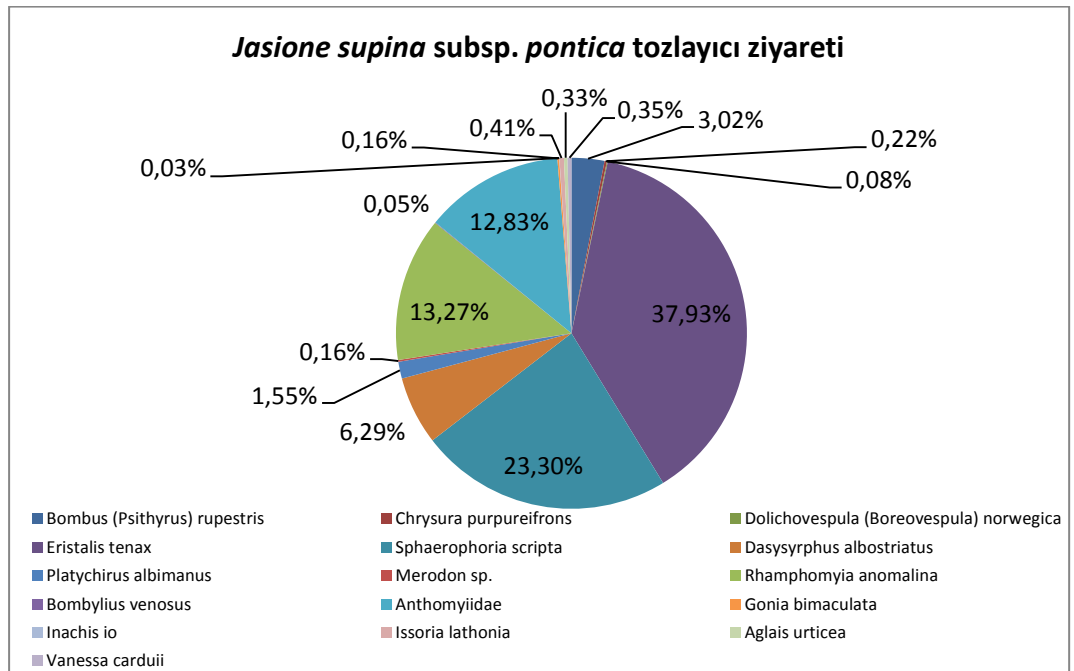
Şekil 174. *Jasione supina* subsp. *supina* tozlayıcı ziyareti

J. supina subsp. *akmanii*'nin en etkili tozlayıcısı *Bombus (Psithyrus) rupestris*'tir ve ziyaret sayısı bakımından tüm alt türler üzerinde gözlemlenen tozlayıcılar arasında 3821 ziyaretle polen taşınımını en fazla gerçekleştiren türdür. Bitkiyi ikinci en çok ziyaret eden tür *E. tenax*'tır. Tozlayıcı ziyaretlerinin %55.77'sini bu tür gerçekleştirmektedir. En çok gözlemlenen ikinci tozlayıcı *C. rapunculi*, üçüncü tozlayıcı *S. scripta*, dördüncü tozlayıcı ise *E.tenax*'tır. Bu iki tür toplam ziyaretin %98.25'ini gerçekleştirmektedir. Tür üzerinde 9 farklı tozlayıcı tespit edilmiştir (Şekil 175). Tozlayıcıların toplam ziyaret sayısı 4462'dir.



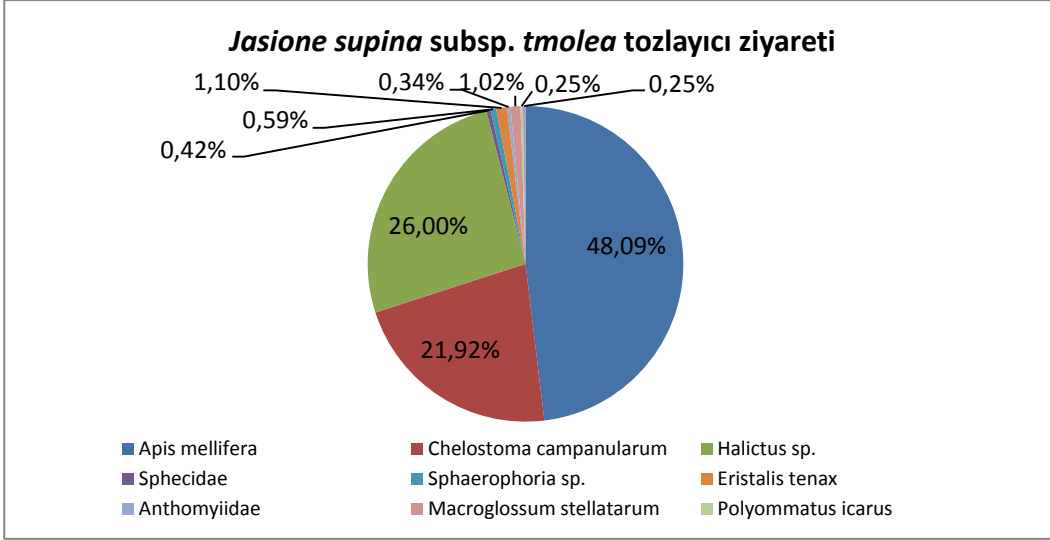
Şekil 175. *Jasione supina* subsp. *akmanii* tozlayıcı ziyareti

J. supina subsp. *pontica*'nın en etkili tozlayıcısı *Eristalis tenax*'tır ve toplam ziyaretlerin %37.93'ünü bu tür gerçekleştirmektedir. Diğer en çok ziyaret eden dört tür sırasıyla *S. scripta*, *Rhamphomyia anomalina*, Anthomyiidae üyesi ve *Dasysyrphus albostratus*'tur. Sık ziyarette bulunan bu beş tür toplam ziyaretin %93.62'sini gerçekleştirmektedir. *J. supina* alt türleri arasında en fazla tozlayıcı görülen altür *pontica*'dır. Tür üzerinde 16 farklı tozlayıcı tespit edilmiştir (Şekil 176). Tozlayıcıların toplam ziyaret sayısı 3670'dir.



Şekil 176. *Jasione supina* subsp. *pontica* tozlayıcı ziyareti

J. supina subsp. *tmolea*'nın en etkili tozlayıcısı *Apis mellifera*'dır ve toplam ziyaretlerin %48.09'unu bu tür gerçekleştirmektedir. Diğer en çok ziyaret eden iki tür sırasıyla *Halictus* sp. ve *Chelostoma campanularum*'dur. Bu türler toplam ziyaretin %96.01'ini gerçekleştirmektedir. Tür üzerinde 10 farklı tozlayıcı tespit edilmiştir (Şekil 177). Tozlayıcıların toplam ziyaret sayısı 1177'dir. (Eroğlu 2011)



Şekil 177. *Jasione supina* subsp. *tmolea* tozlayıcı ziyareti (Eroğlu 2011)

Böceklerle tozlaşan bitkilerde popülasyonun yayılım alanı için sınırlayıcı bir etki de tozlayıcıların etkin tozlaşma gerçekleştirdiği alanlardır. Tozlayıcının geniş bir alanda etkin çalışması popülasyon büyüklüğü için olumlu bir etki sağlarken dar alanda çalışan tozlayıcılar popülasyonun küçük ve parçalı olmasına neden olmaktadır. *Apis mellifera*'da yapılan bir araştırmaya göre bu sosyal arıların 10 km'den daha geniş bir alanda tozlaşma işlemini gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir (Visscher and Seeley 1982; Beekman and Ratnieks 2000). Buna karşılık soliter arılarda bu mesafenin 750 m'den daha da düşük bir alanda gerçekleştiği belirtilmiştir (Stefan-Dewenter et al. 2002). Uzun dilli arılar (euglossine bees) ile havada asılı kalan güvelerde (Hawk moth) ise tozlaşma mesafesinin her iki gruptan da daha fazla olduğu belirtilmiştir (Thomson et al. 1987). *Jasione supina* alttürleri üzerinde tespit edilen *A. mellifera*, *B. rupestris* sosyal arılar grubunda, *C. pupureifrons*, *Halictus* sp., *M. pilidens*, *C. campanularum* ve *C. rapunculii* türleri uzun dilli arılar grubunda, *Macroglossum stellatarum* ise havada asılı kalan grubunda yer almaktadır. Her dört alttürün de yayılım alanında sosyal ve soliter arılar tozlayıcı olarak tespit edilmiştir. Sosyal arılar, popülasyon içerisinde geniş

genetik materyal dağılımını sağlarken asosyal arılar, parçalanmış küçük popülasyonlarda genetik materyalin parçalanmış alanlar içerisinde dengeli dağılımını sağlamaktadır. Fakat bu türler mevsime bağlı olarak başka çiçekleri de tercih etmektedir. Bu da popülasyonun tozlayıcıya bağlı yayılım alanını sadece türlerin var olmasının değil iklimsel parametrelere bağlı olarak da değişebileceğini göstermektedir. Baz (2002), Apollo kelebeklerinin (*Parnassius apollo*), çiçekli olan birçok bitki taksonundan, 4 tane taksonu tercih etmesinin kelebeğin nektar diyetinin çok seçici olmasından kaynaklandığını belirtmektedir. Apollo kelebeğinin mevsimsel olarak nektar aldığı bir türün çiçeklenme döneminin geçtiğinde veya mevsime bağlı olarak benzer renklerde ve morfolojide olan diğer türlerin açmasının nektar kaynağı olarak kullandığı ana türü değiştirebileceğini yaptığı çalışmada vurgulamıştır. Çalışılan taksonlarda da tozlayıcıların bunlara benzer bir davranış sergilediği gözlemlenmiştir.

Çalışılan alttürlerin tozlaşma ve dölleme başarısının ortak olarak değerlendirilmesi, üremelerindeki başarıları hakkında fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır. Ayrıca, bu değerlendirme alttürlerin evrimsel sürecine de ışık tutmaktadır. Bir bitkinin toplam ürettiği polenden ziyade toplam ürettiği canlı polen sayısı değerlendirilmiş ve alt türlerin polen üretimi karşılaştırılmıştır. Üretilen canlı polenin hesaplanması için; ((bir anterde üretilen toplam polen sayısı x polen canlılık oranı / 100) x bir bireyin ürettiği toplam çiçek sayısı) formülü kullanılmıştır. Elde edilen sonuca göre canlı polen üretiminin çoktan aza doğru sırasıyla subsp. *supina*, subsp. *akmanii*, subsp. *pontica*, subsp. *tmolea* olduğu tespit edilmiştir. Ovül üretiminde ise bir bitkinin ürettiği döllemiş ovül sayısını hesaplamak için; (bir çiçekte üretilen ortalama döllemiş ovül x bir bireyin ürettiği toplam çiçek sayısı) formülü kullanılmıştır. Elde edilen sonuca göre bir bireyin döllemiş ovül sayısı çoktan aza doğru; subsp. *supina*, subsp. *akmanii*, subsp. *pontica*, subsp. *tmolea* olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. *Jasione supina* üreme başarısı

Alttür	1 bireydeki çiçek sayısı	1 antedeki toplam polen	Canlı polen (%)	1 çiçekteki döllemiş ovül	1 bitkideki canlı polen	1 bitkideki döllemiş ovül
<i>supina</i>	933.48	2030	50.4	19.9	955062.1	18576.2
<i>akmanii</i>	494	2110	58	6.3	604557.2	3112.2
<i>pontica</i>	329.33	2055	54	6.4	358799.3	2107.7
<i>tmolea</i>	132.25	1690	67.5	12.27	150864.2	1622.7

Çalışılan konunun kapsamına girmemesine rağmen arazi çalışmaları sırasında karşılaşılan bir başka karmaşıklıkta *akmanii* ile *pontica* alttürünün morfolojik olarak her ikisinde karakterini gösteren bitkilerin bulunmasıdır. Bunun aksine subsp. *supina* ve daha önce çalışılmış olan subsp. *tmolea*'da morfolojik farklılıklar açıkça görülebilmektedir. *Jasione supina*'nın alt türlerinin bulunduğu dağlar arasındaki kuş uçuşu mesafeler çoktan aza doğru; Bozdağ-Ilgaz 580 km, Uludağ-Ilgaz 408 km, Bozdağ-Kartalkaya 402 km, Uludağ-Kartalkaya 227 km, Bozdağ-Uludağ 217 km, Kartalkaya-Ilgaz 183 km şeklindedir. *J. supina* subsp. *akmanii* ve subsp. *pontica* birbirine en yakın mesafedeki alt türlerdir. Her iki popülasyonda volkanik kayalık yapıda gevşek çakıllıkların oluşturduğu subalpin yamaçlarda yayılım göstermektedir. Bunun yanı sıra *J. supina* subsp. *supina* granit bazlı gevşek çakıllıkların oluşturduğu subalpin çayırıklarda, *J. supina* subsp. *tmolea* ise kalşits yapısında subalpin döküntü kayalıklı yamaçlarda yayılım göstermektedir. Ayrıca *tmolea* alt türü Ege masifinde yer almakta iken diğer alttürler Kuzey Anadolu Masifinde yer almaktadırlar. Yaşadığı ortama bakıldığında *akmanii* ve *pontica* alt türleri birbirine benzer anakaya ve Kuzey Anadolu masifinde yaşarken, *supina* ve *tmolea* alt türleri oldukça farklı anakayalarda yayılım göstermektedir. Alt türlerin Türkiye Florasında birbirinden ayırımı için belirtilen özelliklerinden *pontica* ve *akmanii* alt türleri sadece involukral braketlerinden ayrılmaktadır. Eğer involukral brakteler dentat ise *pontica*, tam ise *akmanii* alt türüdür şeklinde tanımlanmıştır (Davis 1978). Arazi çalışmalarında *akmanii* popülasyonu içerisinde bazı bireylerin involukral braktelerinin hem düz hem de dentat olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlem *akmanii* ile *pontica*'nın aslında tek bir alt tür olabileceği düşüncesini akıllara getirmiştir.

Hem ekolojik hem de moleküler çalışmalar ortak değerlendirildiğinde türe bağlı alttürlerin evrimsel süreci hakkında birçok konu açığa kavuşturulacaktır. Bu tez kapsamına girmemesi yüzünden bu konunun daha sonra aydınlatılması açısından bitki örneklerinin morfolojik ölçümleri gerçekleştirilmiş ve moleküler analizler için tüm alt türlerden örneklemeler yapılmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ashman, T-L., Knight, T.M., Steets, J.A., et al.,** 2004, Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences, *Ecology*, 85, 2408p.
- Bateman, A.J.,** 1947, Contamination of seed crops. III. Relation with isolation an distance, *Heredity*, 1: 303-336 p.
- 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 p.
- Beekman, M. and Ratnieks, F.L.W.,** 2000, Long-range foraging by the honeybee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology*, 14: 490–6 p.
- Bell, G.,** 1985, On the function of flowers, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 224, 223–65 p.
- Bell, S.A. and Cresswell, J.E.,** 1998, The phenology of gender in homogamous flowers: temporal change in the residual sex function of flowers of oil-seed rape (*Brassica napus*), *Functional Ecology*, 12: 298–306 p.
- Bernhardt, P.,** 1996, Anther adaptations for animal pollination, — In: D’Arcy, W. & Keating, R. (eds.), *The Biology of Anthers*. 192–222. p.—New York: Cambridge Univ. Press.
- Boissier, E.,** 1875, *Flora Orientalis III*, Genevae et Basileae.
- Burd, M.,** 1995, Ovule packaging in stochastic pollination and fertilization environments, *Evolution*, 49: 100–9 p.
- Carolin, R.C.,** 1960, The structures involved in the presentation of pollen to visiting insects in the order Campanales, *Linn. Soc. New South Wales*, 85:197–207 p.
- Casper, B.B. and Niesenbaum, R.A.,** 1993, Pollen versus resource limitation of seed production: a reconsideration, *Current Science*, 65:210–3p.
- Charlesworth, D.,** 2006. Evolution of plant breeding systems, *Curr. Biol.*, 16: 726–735 p.
- Charnov. E.L.,** 1982, *The theory of sex allocation*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Crawford. T.R.,** 1984, The estimation of neighbourhood parameters for plant populations, *Heredity*, 52: 273-283 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dafni, A. and Giurfa, M.**, 1998, Nectar guides and insect pattern recognition a reconsideration, *Anais do Encontro sobre Abelhas*, 3: 55–66 p.
- Dafni, A.**, 1984, Mimicry and deception in pollination. — *Annu. Rev., Ecol. Syst.*, 15: 259–278 p.
- Dafni, A., and Giurfa, M.**, 1999, The functional ecology of floral guides in relation to insects behaviour and vision, In: Waser, S.P. (ed.), *Evolutionary Theory and Processes: Modern Perspectives*, Paper in Honour of Eviatar Nevo., 363–383p., Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Dafni, A.**, 2007, *Manual of Pollination Ecology: Field Methods*, (Text book) Laboratory of Pollination Ecology, Institute of Evolution University of Haifa.
- Damboldt, J.**, 1976, *Jasione L.* In: Davis PH (ed). *Flora of Turkey & the East Aegean Islands*, 6: 86-89 p., Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., (ed.)** 1978, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol-6. Edinburgh: Edinburgh University Press
- Devaux, C., Lepers, C. and Porcher, E.**, 2014, Constraints imposed by pollinator behaviour on the ecology and evolution of plant mating systems, *Journal of Evolutionary Biology*, 27: 1413-1430 p.
- Douglas, W.S., and Paulette, B.**, 2001, Perspective: Evolution of Flower Color In *The Desert Annual Linanthus Parryae: Wright Revisited*, *Evolution*, 55(7): 1269-1282 p.
- Eckert, C.G.**, 2000, Contributions of autogamy and geitonogamy to self-fertilization in a mass-flowering, clonal plant, *Ecology*, 81, 532–42 p.
- Eckert, C.G., Kalisz, S., Geber, M.A., Sargent, R., Elle, E., Cheptou, P.-O. et al.**, 2010, Plant mating systems in a changing World, *Trends Ecol. Evol.*, 25: 35–43 p.
- Endress, P.K., Doyle. J.A.**, 2015, Ancestral traits and specializations in the flowers of the basal grade of living angiosperms, *Taxon*, 64(6): 1093-1116 p.
- 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 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Erbar, C. and Leins, P.**, 1996, Distribution of the character states “early sympetaly” and “late sympetaly” within the “Sympetalae Tetracycliae” and presumably allied groups, *Botanica Acta*, 109: 427–440 p.
- Eriz, Ö.**, 2015, *Ferula anatolica* Boiss.’in Yayılışı ve Tozlaşma Biyolojisi, (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Eroğlu, V.**, 2011, *Campanula teucroides* Boiss. ve *Jasione supina* subsp *tmolea* (Stoj.) Damboldt’un tozlaşma biyolojisi, (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- 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.
- Fahn, A.**, 1979, Secretory tissues in plants. Academic Press London.
- Fauna, Europaea**, 2016, “<http://www.faunaeur.org/index.php>” (2016) Erişim tarihi: (04 Ağustos 2016)
- Friedman, J., and Barrett, S.C.H.**, 2009., Wind of change: new insights on the ecology and evolution of pollination and mating in wind-pollinated plants, *Ann. Bot.*, 103: 1515–1527 p.
- Gonzalez-Varo, J.P., Biesmeijer, J.C., Bommarco, R., Potts, S.G., Schweiger, O., Smith, H.G. et al.**, 2013, Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination, *Trends Ecol. Evol.*, 28: 524–530 p.
- Goodwillie, C., Kalisz, S. and Eckert, C.G.**, 2005, The evolutionary enigma of mixed mating systems in plants: Occurrence, theoretical explanations, and empirical evidence, *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 36: 47–79 p.
- Grisebach auct. non.**, 1845, *Jasione* L. In: Davis PH (ed). *Flora of Turkey & the East Aegean Islands* , 6: 86-89 p., Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Gücel, S.**, 2005, *Minuartia nifensis* McNeill ve *Asperula daphneola* O.Schwarzd’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.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Güner, A., (ed.)** 2012, Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), 300-312 p., Nezehat İstanbul: Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları
- Haig, D. and Westoby, M.,** 1988, On limits to seed production, *American Naturalist*, 131:757–9 p.
- Hand.Mazz.,** 1978, *Jasione* L. In: Davis PH (ed). *Flora of Turkey & the East Aegean Islands* 6: 86-89 p., Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Harder, L.D. and Barret, S.C.H.,** 2006, *Ecology and Evolution of Flowers* Newyork: Oxford University Press
- Harder, L.D. and Barrett, S.C.H.,** 2006, *Ecology and Evolution of Flowers.* Oxford University Press, Oxford.
- Harder, L.D. and Wilson, W.G.,** 1998, A clarification of pollen discounting and its joint effects with inbreeding depression on mating-system evolution, *American Naturalist*, 152, 684–95 p.
- Harder, L.D., Barrett, S.C.H.,** 1995, Mating costs of large floral displays in hermaphrodite plants, *Nature*, 373: 512-514 p.
- Harder. L.D., Barrett, S.C.H. and Cole, W.W.,** 2000, The mating consequences of sexual segregation within inflorescences of flowering plants, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 267:315–20 p.
- Harder. L.D., Barrett, S.C.H.,** 1996, Pollen dispersal and mating patterns in animal-pollinated plants. In: Lloyd DG. Barrett SCH eds. *Floral biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants*, New York: Oxford University Press.
- Harder., L.D.,** 2000, Pollen dispersal and the floral diversity of Monocotyledons, In KL Wilson and D Morrison, eds. *Monocots: systematics and evolution*, 243–57 p.
- Herrera, C.M.,** 2002, Censusing natural microgametophyte populations: variable spatial mosaics and extreme finegraininess in winter-flowering *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae), *American Journal of Botany*, 89, 1570–8 p.
- Herrera, C.M.,** 2004, Distribution ecology of pollen tubes: fine-grained, labile spatial mosaics in southern Spanish Lamiaceae, *New Phytologist*, 161:473–84 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jin, B., Zhang, L., Lu, Y., Wang, D., Jiang, X.X., Zhang, M. and Wang L.,** 2012, The mechanism of pollination drop withdrawal in *Ginkgo biloba* L., BMC Plant Biology, 12:59 p.
- Johnson, S.D., Neal, P.R., and Harder, L.D.,** 2005, Pollen fates and the limits on male reproductive success in an orchid population, Biological Journal of the Linnean Society, 86:175–90 p.
- Jost, L.,** 1918, Die Griffelhaare der Campanulablüte, Flora, 111: 478-489 p.
- Karron, J.D. and Mitchell, R.J.,** 2012, Effects of floral display size on male and female reproductive success in *Mimulus ringens*, Ann. Bot., 109:563–570 p.
- Karron, J.D., Holmquist, K.G., Flanagan, R.J., Mitchell, R.J.,** 2009, Pollinator visitation patterns strongly influence among-flower variation in selfing rate, Annals of Botany, 103: 1379-1383p.
- Korbecka, G., Klinkhamer, P.G.L., and Vrieling, K.,** 2002, Selective embryo abortion hypothesis revisited a molecular approach, Plant Biology, 4:298–310 p.
- Leins, P. and Erbar, C.,** 1990, On the mechanisms of secondary pollen presentation in the Campanulales-Asterales complex, Botanica Acta, 103: 87–92 p.
- Leins, P., and Erbar, C.,** 1994, Flowers in Magnoliidae and the origin of flowers in other subclasses of the angiosperms. II. The relationship between flowers of Magnoliidae, Dilleniidae, and Caryophyllidae, Pl. Syst. Evol. (Suppl.), 8: 209–218 p.
- Levin, D.A.,** 1988, The Paternity Pools of Plants, American Naturalist, 132(3):309-317 p.
- Levin, D.A., Kerster, H.W.,** 1968, Local gene dispersal in Phlox, Evolution, 22: 130-139 p.
- Levin, D.A., Kerster, H.W.,** 1969a, The dependence of bee-mediated pollen and gene dispersal upon plant density, Evolution, 23:560-571 p.
- Levin, D.A., Kerster, H.W.,** 1969b, Density-depenent gene dispersal in Liatris, American Naturalist, 103:61-74 p.
- Lloyd, D.G.,** 1979, Some reproductive factors affecting self-fertilization in angiosperms, American Naturalist, 113:67–79 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lloyd, D.G.**, 1984, Gender allocations in outcrossing cosexual plants. In R Dirzo and J Sarukha'n, eds. Perspectives on plant population ecology, 277–300 p. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.
- Lloyd, D.G.**, 1992, Self- and cross-fertilization in plants. II. The selection of self-fertilization, International Journal of Plant Sciences, 153:370–80 p.
- Lunau, K.**, 2000, The ecology and evolution of visual pollen signals, Pl. Syst. Evol., 222: 89–111 p.
- Lunau, K.**, 2007, Stamens and mimic stamens as components of floral colour patterns, Bot. Jahrb. Syst., 127:13–41 p.
- 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, Ann. Bot., 103:1355–1363 p.
- Morgan, M.T., Schoen, D.J. and Bataillon, T.M.**, 1997, The evolution of self-fertilization in perennials, American Naturalist, 150: 618–38 p.
- Morgan, M.T., Wilson, W.G. and Knight, T.M.**, 2005, Plant population dynamics, pollinator foraging, and the selection of self-fertilization, American Naturalist, 166:169–83 p.
- Pacini, E. and Hesse, M.**, 2005, Pollenkitt – its composition, forms and functions, Flora, 200: 399–415 p.
- Peisl, P.**, 1997, Die Signalfunktion von Blüten, Bot. Helv., 103: 22–28 p.
- Porcher, E. and Lande, R.**, 2005, Reproductive compensation in the evolution of plant mating systems, New Phytologist, 166: 673–84 p.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. and Kunin, W.E.**, 2010, Global pollinator declines: trends, impacts and drivers, Trends Ecol. Evol., 25: 345–353 p.
- Robertson, A.W.**, 1992, The relationship between floral display size, pollen carryover and geitonogamy in *Myosotis clensoi* (Kirk) Macbride (Boraginaceae), Biological Journal of the Linnean Society, 46: 333-349 p.
- Rodrigues-Riano, T. and Dafni, A.**, 2000, A new procedure to asses pollen viability, Sex Plant Reprod ., 12:241–244 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rothwell, G.W., Stockey, R.A.,** 2016, Phylogenetic diversification of Early Cretaceous seed plants: The compound seed cone of *Doylea tetrahedrasperma*, American Journal Of Botany, 103(5): 923-937 p.
- Sakai, S. and Ishii, H.S.,** 1999, Why be completely outcrossing? Evolutionary stable outcrossing strategies in an environment where outcross-pollen availability is unpredictable, Evolutionary Ecology Research, 1:211–22 p.
- 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., Güvensen, A., Şenol, S.G. ve Gücel, S.,** 2007, *Linum aretioides* Boiss." in Koruma Biyolojisi, TÜBİTAK, 104T340 no"lu proje raporu.
- Schoen, D.J., Morgan, M.T., and Bataillon, T.,** 1996, How does self-pollination evolve? Inferences from floral ecology and molecular genetic variation, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, 351:1281–90 p.
- Shetler, S.G.,** 1979, Pollen-collecting hairs of *Campanula* (Campanulaceae), I. Historical review, Taxon, 28:205–215 p.
- Skogsmyr, I. and Lankinen, A.,** 2002, Sexual selection: an evolutionary force in plants?, Biological Reviews, 77:537–62 p.
- Snow, A.A., Spira, T.P., Simpson, R., Klips, R.A.,** 1996, The ecology of geitonogamous pollination. In: Lloyd DG., Barrett SCH. Eds. Floral biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants New York: Oxford University Press.
- Steffan-Dewenter, I., Münzenberg, U., Bürger, C., Thies, C., and Tschardt, T.,** 2002, Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds, Ecology, 83:1421–1432 p.
- Stoj, 1926,** *Jasione* L. In: Davis PH (ed). Flora of Turkey & the East Aegean Islands 6:86-89 p. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Subaşı, Ü.,** 2010, *Salvia smyrnaea* Boiss. üzerine otoekolojik incelemeler, (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Subaşı, Ü.,** 2014, *Campanula tomentosa* Lam. ve *C. vardariana* Bocquet'nın Koruma Biyolojisi ve Genetik Çeşitliliği, (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Thomann, M., Imbert, E., Devaux, C. and Cheptou, P.O.**, 2013, Flowering plants under global pollinator decline, *Trends Plant Sci.*, 18:353–359 p.
- Thomson, J.D., Peterson, S.C., and Harder, L.D.**, 1987, Response of traplining bumble bees to competition experiments—Shifts in feeding location and efficiency, *Oecologia*, 71: 295–300 p.
- Turner, M.E., Stephens, J.C., Anderson, W.W.**, 1982, Homozygosity and patch structure in plant populations as a result of nearest-neighbour pollination, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 79: 203-207
- Visscher, P.K. and Seeley, T.D.**, 1982, Foraging strategy of honey bee colonies in a temperate deciduous forest, *Ecology*, 63:1790–801 p.
- Wodehouse, R.P.**, 1965, *Pollen Grains*, Hamer Press., Newyork, 249 p.
- Wright, S.**, 1931, Evolution in mendelian populations, *Genetics*, 16:97-159 p.
- Wright, S.**, 1946, Isolation by distance under diverse systems of mating, *Genetics*, 31: 39-59 p.
- Wright, S.I., Kalisz, S. and Slotte, T.**, 2013, Evolutionary consequences of self-fertilization in plants, *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, 280:201 p.
- Yeo, P.F.**, 1993, *Secondary Pollen Presentation: Form, Function and Evolution*, New York: Springer.
- Yıldırım, H.**, 2010, *Chionodoxa* Boiss. (Liliaceae) cinsinin revizyonu, ekolojisi ve üremesi, (Doktora tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.

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, 2008-2011 yılları arasında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Botanik Anabilim Dalında Yüksek Lisans yaptı. 2011 yılında aynı üniversitede doktora başladı. 2013 yılında Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümün’e Uzman olarak atandı.