

**KARABÜK YENİCE BÖLGE ORMANLARINDA
ÜRETİLEN *TILIA* BALLARININ PALİNOLOJİK VE
FİZİKOKİMYASAL ANALİZİ İLE *TILIA* ÇİÇEKLERİNİN
ANATOMİK ÇALIŞMASI**

**PALYNOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL
ANALYSIS OF *TILIA* HONEY PRODUCED IN KARABÜK
YENICE FORESTS AND ANATOMICAL
INVESTIGATION OF *TILIA* FLOWERS**

DENİZ CANLI

PROF. DR. KADRIYE SORKUN

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2021

ÖZET

KARABÜK YENİCE BÖLGE ORMANLARINDA ÜRETİLEN *TILIA* BALLARININ PALİNOLOJİK VE FİZİKOKİMYASAL ANALİZİ İLE *TILIA* ÇİÇEKLERİNİN ANATOMİK ÇALIŞMASI

Deniz CANLI

Doktora, BİYOLOJİ Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

Haziran 2021, 345 sayfa

Monofloral bal, arıların ağırlıklı olarak tek tür bitkiden nektar toplayarak ürettikleri, spesifik tat, renk ve kokuya sahip olan baldır. Bu çalışma kapsamında Karabük İlinin %87'si ormanlarla kaplı ilçesi olan Yenice'de üretilen ve hem ülkemiz hem de AB pazarında ticari potansiyeli olan monofloral ıhlamur balının melissopalinojik ve fizikokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Ayrıca, çalışmamızda bölge ballarına kaynak olan ıhlamur çiçeklerinin nektaryumları, nektaryumların bitkide buldukları yer ve sahip oldukları yapıya da ışık tutmak istenmiştir.

Bu amaçlar doğrultusunda 2018 ve 2019 yıllarında Yenice bölgesindeki 13 farklı lokasyonda üretilen 54 bal örneği incelenmiştir. Melissopalinojik analizler neticesinde bölge ballarında toplam 37 familyaya ait 87 takson tespit edilmiştir. Bölgede üretilen 54 baldan 8 tanesi dominant, 7 tanesi sekonder, 24 tanesi minör ve 8 tanesi eser oranda *Tilia* poleni içermektedir. 7 balda ise hiç *Tilia* polenine rastlanmamıştır. Yenice bölgesi ballarında bulunma sıklıkları en yüksek olan taksonlar Rosaceae (%91), *Tilia* spp. (%87),

Sambucus spp. (%83), *Cistus creticus* (%81), *Clematis vitalba* (%80), *Paliurus spinachristi* (%78), *Castanea sativa* (%67), *Erica* spp. (%63), *Rosa canina* (%63) ve *Crataegus* spp. (%61) olarak tespit edilmiştir. Bu taksonların, ballarda değişen oranlarda bulunduğu ve bölge balının karakteristik polen spektrumunu oluşturduğu ortaya konulmuştur. Balların 10 g baldaki toplam polen sayıları (TPS-10) ortalama 22.174 ± 27.024 olarak tespit edilmiştir.

Bal örneklerinin ortalama diastaz içerikleri $18,75 \pm 7,69$, elektriksel iletkenlik değerleri $0,873 \pm 0,169$ mS/cm, HMF $4,409 \pm 2,020$ mg/kg, kül $0,288 \pm 0,068$, nem $17,60 \pm 1,24$, pH $4,08 \pm 0,254$, prolin $665,955 \pm 210,527$ mg/kg, serbest asitlik $37,57 \pm 11,74$, suda çözünmeyen madde $0,0344 \pm 0,038$ g/100 g, G+F $68,45 \pm 4,90$ g/100 g, sakkaroz $1,70 \pm 0,53$ g/100 g olarak saptanmıştır. Bal örneklerinin element içerikleri $K > Mg > Na > Ca > Fe > Zn > Mn > Ni > Ba$ olarak bulunmuştur.

Fizikokimyasal analiz parametrelerinin PCA ile değerlendirilmesi sonucunda elektriksel iletkenlik, pH, prolin ve serbest asitlik değerlerinin balların *Tilia* poleni oranlarına göre ayrımında %86,893 oranında belirleyici karakterler olarak kullanılabileceği saptanırken element içeriklerinden Na, Mg ve Mn değerlerinin %85,6 belirleyici karakterler olduğu ortaya konulmuştur. Tüm analiz parametreleri bir arada değerlendirildiğinde ise PCA sonuçları; balların *Tilia* poleni oranına göre ayrımında Na, Mg, Mn, serbest asitlik, pH, prolin ve iletkenlik parametrelerinin %65,385 oranında belirleyici karakterler olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

Balların uçucu bileşen analizleri sonucunda *Tilia* polen oranı yüksek olan ballarda bulunan heneikosan, pentakosan ve tetrakosan miktarının diğer ballara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fenolik bileşiklerden fenol, 2,4-bis (1,1-dimetil etil), aldehitlerden ise benzaldehit *Tilia* ballarında en fazla rastlanan madde olmuştur.

Bölge ballarının botanik orijinine büyük oranda katkı sağlayan *Tilia tomentosa* ve *T. rubra* subsp. *caucasica* taksonlarının nektaryum yapılarının morfolojik ve anatomik incelemeleri sonucunda ise her iki taksonda nektarın salgı tüyleri vasıtasıyla salgılandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tilia*, ıhlamur balı, Yenice, melissopalınoloji, fizikokimyasal içerik, PCA, nektaryum, salgı tüyü

ABSTRACT

PALYNOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF *TILIA* HONEY PRODUCED IN KARABÜK YENICE FORESTS AND ANATOMICAL INVESTIGATION OF *TILIA* FLOWERS

Deniz CANLI

Doctor of Philosophy, Department of BIOLOGY

Supervisor: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

June 2021, 345 pages

Monofloral honey is a type of honey which has a distinctive taste, color and aroma due to it is produced predominantly from the nectar of a single plant species by honeybees. Within this study, it was aimed to reveal the melissopalynological and physicochemical properties of monofloral linden honey produced in Yenice, which is 87% covered with forests in Karabük Province and has commercial potential in both our country and the EU market. In addition, it was aimed to shed light on the nectaries of the linden flowers, its structure, and where it is found on the plant.

For these purposes, 54 honey samples produced in 13 different locations in Yenice region in 2018 and 2019 were examined. As a result of the melissopalynological analysis, overall 87 taxa belong to 37 families were determined in the honey samples collected from the region. Out of 54 honeys produced in the region, 8 of them are dominant, 7 of them are secondary, 24 of them are minor and 8 of them consist of trace amount of *Tilia* pollen. On the other hand, any *Tilia* pollens were not observed in the remaining 7 samples. The taxa with the highest frequency of occurrence of the Yenice region honeys have been

determined as Rosaceae (91%), *Tilia* spp. (87%), *Sambucus* spp. (83%), *Cistus creticus* (81%), *Clematis vitalba* (80%), *Paliurus spina-christi* (78%), *Castanea sativa* (67%), *Erica* spp. (63%), *Rosa canina* (63%), and *Crataegus* spp. (61%). It has been found that these taxa exist in different proportions in honeys and also they compose the characteristic pollen spectrum of the regional honey. The total number of pollen (TPS-10) in 10 g of honey was determined as an average 22.174 ± 27.024 .

The average diastase number 18.75 ± 7.69 , electrical conductivity 0.873 ± 0.169 mS/cm, HMF $4,409 \pm 2,020$ mg/kg, ash $0.288 \pm 0.068\%$, humidity $17.60 \pm 1.24\%$, pH 4.08 ± 0.254 , proline 665.955 ± 210.527 mg/kg, free acidity 37.57 ± 11.74 , water-insoluble substance 0.0344 ± 0.038 g/100 g, G + F 68.45 ± 4.90 g/100 g and sucrose 1.70 ± 0.53 g/100 g of honey samples were determined. The element contents of honey samples were found as K > Mg > Na > Ca > Fe > Zn > Mn > Ni > Ba.

As a result of the evaluation of the physicochemical analysis parameters with PCA, it was determined that the electrical conductivity, pH, proline and free acidity values can be used as determinant factor at a rate of 86.893% in the differentiation of honeys according to *Tilia* pollen rates. It has been found that values of Na, Mg and Mn elements 85.6% determining characters. When all analysis parameters are evaluated together, PCA results showed that, in differentiation of honeys according to *Tilia* pollen ratio, Na, Mg, Mn, free acidity, pH, proline, and conductivity parameters can be used as determinant characters at the rate of 65,385%.

As a consequence of the analysis of the volatile components of the honey, it was detected that the ratio of heneicosan, pentacosan and tetracosan was higher in honey with high *Tilia* pollen. Among the phenolic compounds, phenol, 2,4-bis (1,1-dimethyl ethyl), and benzaldehyde among the aldehydes were the most common substances in *Tilia* honeys.

As a result of the morphological and anatomical examinations of the nectaries structures of *Tilia tomentosa* and *T. rubra* subsp. *caucasica* taxa which contribute mainly to the botanical origin of the Yenice honey, it was determined that the nectar was produced by the glandular trichomes in both taxa.

Keywords: *Tilia*, linden honey, Yenice, melissopalynology, physicochemical content, PCA, nectaries, glandular trichomes

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim hayatım boyunca bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bana her zaman yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Kadriye SORKUN'a,

Tez İzleme Komitesi toplantılarında değerli fikirleri ile yol gösteren ve tezime katkı sağlayan Prof. Dr. Nur Münevver PINAR ve Prof. Dr. Bekir SALİH'e,

Arazi çalışmaları ve bal örneklerinin toplanmasında destek sağlayan T.C. Yenice Kaymakamlığı, İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne, İlçe Müdürü Hakan YILMAZ, çalışma ekibi ve bölge arıcılarına,

Arazi çalışmaları sırasında toplamış olduğum bitkilerin teşhisinde yardımcı olan Dr. Golshan ZARE'ye, fizikokimyasal analizler konusunda yardımcı olan Bingöl Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarına, bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren Dr. Duygu Nur ÇOBANOĞLU'na, her ihtiyacım olduğunda yardımını esirgemeyen Dr. Çiğdem ÖZENİRLER'e, Arı Ürünleri ve Palinoloji Laboratuvarında bilgilerini benimle paylaşan Doç. Dr. Aslı ÖZKÖK ve Doç. Dr. Ömür GENÇAY ÇELEMLİ'ye, manevi destekleri ve yardımları için bilim uzmanı Fatma GÜZEL ve Dr. Nesrin ECEM BAYRAM'a,

Lisansüstü eğitim hayatımın bir kısmında birlikte çalıştığım ve beni her zaman destekleyen Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği'ne, Yönetim Kurulu Başkanı Ziya ŞAHİN'e ve eski başkan merhum Bahri YILMAZ'a,

Bingöl Üniversitesi'nde göreve başladığım günden itibaren bana hep destek olan ve anlayış gösteren Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi Yöneticilerine, manevi destekleri için Arş. Gör. Sultan TOY ve çalışma arkadaşlarıma,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi tez çalışmam sırasında da maddi, manevi ve bilimsel desteklerini hep yanımda hissettiğim, istatistiksel analizler konusunda yardımcı olan ve yol gösteren dostlarım ve meslektaşlarım Dr. Aydan ACAR ŞAHİN ve Dr. Mehmet Kürşat ŞAHİN'e,

Her zaman yanımda olan ve attığım her adımda beni koşulsuz destekleyerek güç veren aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Deniz CANLI

Haziran, 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Dünya’da ve Türkiye’de Arıcılık.....	4
2.2. Bal.....	6
2.2.1. Balda Kalite Parametreleri.....	7
2.3. Bal Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Yasal Mevzuatlar.....	19
2.4. Monofloral Ballar İçerisinde İhlamur Balının Yeri.....	20
2.5. İhlamur Türlerinin Türkiye ve Dünyadaki Durumu.....	29
2.6. Nektar ve Nektaryum.....	31
2.7. Araştırma Alanı.....	34
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	39
3.1. Balların Melissopalinolojik Analizleri.....	39
3.1.1. Bal Numunelerinin Toplanması.....	39
3.1.2. Çalışma alanının Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS) habitat sınıflandırması.....	40
3.1.3. Balda polen analizi için preparat hazırlanması ve incelenmesi.....	42
3.1.4. Bazık fuksinli gliserin jelatin hazırlanması.....	43
3.1.5. Balda toplam polen sayısı (TPS-10 g) analizi için preparat hazırlanması ve incelenmesi.....	44

3.1.6. Araştırma alanı çevresindeki bitki örtüsünün tespiti ve referans preparatların hazırlanması	45
3.2. Balın Fizikokimyasal Analizleri	46
3.2.1. Diastaz Analizi.....	46
3.2.2. Elektriksel İletkenlik Analizi	47
3.2.3. GC-MS ile Uçucu Bileşen Analizi.....	47
3.2.4. ICP-MS ile Element Analizi	48
3.2.5. Kül Analizi.....	50
3.2.6. Nem Analizi	50
3.2.7. pH Analizi.....	50
3.2.8. Prolin Analizi	50
3.2.9. Serbest Asitlik Analizi	51
3.2.10. Suda Çözünmeyen Madde Analizi	51
3.2.11. Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı ile HMF Analizi ..	52
3.2.12. Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı ile şeker analizi....	53
3.3. İhlamur çiçeklerinin nektaryum anatomisi	55
3.3.1. Anatomik inceleme için kesitlerin alınması.....	55
3.3.2. Işık mikroskobu incelemeleri.....	55
3.3.3. Elektron mikroskobu incelemeleri	55
3.4. İstatistiksel analizler	55
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	57
4.1. Melissopalınolojik Analizler.....	57
4.1.1. Balda Polen Analizi	57
4.1.2. Toplam Polen Sayısı (TPS-10 g) Analizi	148
4.2. Fizikokimyasal Analizler	152
4.2.1. Diastaz Analizi.....	152
4.2.2. Elektriksel İletkenlik Analizi	158
4.2.3. Element Analizi	164
4.2.4. HMF Analizi	184
4.2.5. Kül Analizi.....	189
4.2.6. Nem Analizi.....	194
4.2.7. pH Analizi.....	198
4.2.8. Prolin Analizi.....	203

4.2.9. Serbest Asitlik Analizi	209
4.2.10. Suda Çözünmeyen Madde Analizi	216
4.2.11. Şeker Analizi	221
4.2.12. Temel Bileşenler Analizi (PCA)	236
4.2.13. Uçucu Bileşen Analizi.....	246
4.3. Ihlamur çiçeklerinin nektaryum anatomisi.....	282
5. YORUM.....	291
6. KAYNAKLAR.....	295
EKLER	315
EK 1 – Bölgeden toplanıp teşhis edilen bitkilerin listesi	315
EK 2 – Referans polen fotoğrafları	317
EK 3 – Spektrumlar.....	326
EK 4 - Tez Çalışması Orjinallik Raporu	344
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yenice'nin Türkiye Florası Grid Kareleme Sistemindeki Yeri	34
Şekil 2.2. Karabük Habitat Tipleri Haritası	35
Şekil 2.3. Türkiye üzerinde bulunan sıcak noktalar.....	36
Şekil 3.2. HMF için standart kalibrasyon eğrisi	53
Şekil 4.1. 1 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	58
Şekil 4.2. 2 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	59
Şekil 4.3. 3 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	60
Şekil 4.4. 4 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	61
Şekil 4.5. 5 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	62
Şekil 4.6. 6 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	63
Şekil 4.7. 7 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	64
Şekil 4.8. 8 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	66
Şekil 4.9. 9 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	67
Şekil 4.10. 10 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	68
Şekil 4.11. 11 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	69
Şekil 4.12. 12 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	70
Şekil 4.13. 13 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	71
Şekil 4.14. 14 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	72
Şekil 4.15. 15 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	73
Şekil 4.16. 16 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	74
Şekil 4.17. 17 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	75
Şekil 4.18. 18 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	77
Şekil 4.19. 19 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	79
Şekil 4.20. 20 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	81
Şekil 4.21. 21 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	83
Şekil 4.22. 22 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	84
Şekil 4.23. 23 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	85
Şekil 4.24. 24 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	86
Şekil 4.25. 25 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	87
Şekil 4.26. 26 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı	88

Şekil 4.27. 27 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	90
Şekil 4.28. 28 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	92
Şekil 4.29. 29 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	93
Şekil 4.30. 30 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	95
Şekil 4.31. 31 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	97
Şekil 4.32. 32 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	99
Şekil 4.33. 33 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	100
Şekil 4.34. 34 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	102
Şekil 4.35. 35 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	104
Şekil 4.36. 36 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	107
Şekil 4.37. 37 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	109
Şekil 4.38. 38 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	111
Şekil 4.39. 39 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	113
Şekil 4.40. 40 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	115
Şekil 4.41. 41 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	117
Şekil 4.42. 42 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	118
Şekil 4.43. 43 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	120
Şekil 4.44. 44 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	122
Şekil 4.45. 45 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	124
Şekil 4.46. 46 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	126
Şekil 4.47. 47 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	128
Şekil 4.48. 48 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	130
Şekil 4.49. 49 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	132
Şekil 4.50. 50 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	134
Şekil 4.51. 51 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	136
Şekil 4.52. 52 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	138
Şekil 4.53. 53 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	140
Şekil 4.54. 54 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı.....	141
Şekil 4.55. Polenine rastlanılana takson sayısının dönemlere göre dağılımı	144
Şekil 4.56. Balların <i>Tilia</i> poleni oranına göre dağılımı.....	145
Şekil 4.57. <i>Tilia</i> polen oranlarının dönemlere göre dağılımı	146
Şekil 4.58. Yıllara göre numunelerin yüzdesel <i>Tilia</i> polen oranı dağılımı	146
Şekil 4.59. TPS-10 g değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı.....	151

Şekil 4.60. TPS-10 g değerlerinin dönemlere göre dağılımı	151
Şekil 4.61. Diastaz sonuçlarının bal örneklerine göre dağılımı	155
Şekil 4.62. Diastaz değerlerinin dönemlere göre dağılımı.....	155
Şekil 4.63. Elektriksel iletkenlik değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı	160
Şekil 4.64. Elektriksel iletkenlik değerlerinin dönemlere göre dağılımı	161
Şekil 4.65. Na değerinin bal örneklerine göre dağılımı	168
Şekil 4.66. Na değerlerinin dönemlere göre dağılımı	168
Şekil 4.67. Mg değerinin bal örneklerine göre dağılımı	169
Şekil 4.68. Mg değerlerinin dönemlere göre dağılımı	169
Şekil 4.69. Ca değerinin bal örneklerine göre dağılımı	170
Şekil 4.70. Ca değerlerinin dönemlere göre dağılımı	170
Şekil 4.71. Mn değerinin bal örneklerine göre dağılımı	171
Şekil 4.72. Mn değerlerinin dönemlere göre dağılımı	171
Şekil 4.73. Fe değerinin bal örneklerine göre dağılımı.....	172
Şekil 4.74. Fe değerlerinin dönemlere göre dağılımı.....	172
Şekil 4.75. Ni değerinin bal örneklerine göre dağılımı.....	173
Şekil 4.76. Ni değerlerinin dönemlere göre dağılımı.....	173
Şekil 4.77. Zn değerinin bal örneklerine göre dağılımı	174
Şekil 4.78. Zn değerlerinin dönemlere göre dağılımı	174
Şekil 4.79. Ba değerinin bal örneklerine göre dağılımı	175
Şekil 4.80. Ba değerlerinin dönemlere göre dağılımı	175
Şekil 4.81. Element miktarlarının ballara göre dağılımı.....	176
Şekil 4.82. HMF değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı.....	186
Şekil 4.83. HMF değerlerinin dönemlere göre dağılımı	186
Şekil 4.84. % kül değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı.....	191
Şekil 4.85. % kül değerlerinin dönemlere göre dağılımı	191
Şekil 4.86. % nem içeriklerinin bal örneklerine göre dağılımı.....	196
Şekil 4.87. % nem içeriklerinin dönemlere göre dağılımı	196
Şekil 4.88. pH içeriklerinin bal örneklerine göre dağılımı	200
Şekil 4.89. pH içeriklerinin dönemlere göre dağılımı	201
Şekil 4.90. Prolin içeriklerinin bal örneklerine göre dağılımı	205
Şekil 4.91. Prolin içeriklerinin dönemlere göre dağılımı.....	206
Şekil 4.92. Serbest asitlik değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı.....	211

Şekil 4.93. Serbest asitlik değerlerinin dönemlere göre dağılımı	212
Şekil 4.94. Suda çözünmeyen madde miktarlarının bal örneklerine göre dağılımı	218
Şekil 4.95. Suda çözünmeyen madde miktarlarının dönemlere göre dağılımı.....	218
Şekil 4.96. G+F değerleri bal örneklerine göre dağılımı.....	228
Şekil 4.97. G+F değerleri dönemlere göre dağılımı.....	228
Şekil 4.98. Sakkaroz değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı	229
Şekil 4.99. Sakkaroz değerlerinin dönemlere göre dağılımı	229
Şekil 4.100. Elementlerin dönemsel etkisini gösteren PCA.....	237
Şekil 4.101. Elementlerin <i>Tilia</i> poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA	239
Şekil 4.102. Fizikokimyasal parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA	240
Şekil 4.103. Fizikokimyasal parametrelerin <i>Tilia</i> poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA.....	242
Şekil 4.104. Tüm parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA	244
Şekil 4.105. Tüm parametrelerin <i>Tilia</i> poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA .	245
Şekil 4.106. <i>Tilia tomentosa</i>	283
Şekil 4.107. <i>Tilia rubra</i> subsp. <i>caucasica</i>	284
Şekil 4.108. <i>Tilia tomentosa</i>	285
Şekil 4.109. <i>Tilia rubra</i> subsp. <i>caucasica</i>	286
Şekil 4.110. <i>Tilia tomentosa</i> sepal enine kesitinde tüylerin yapısı	287
Şekil 4.111. <i>Tilia rubra</i> subsp. <i>caucasica</i> sepal enine kesitinde tüylerin yapısı.....	288

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünya bal üretiminde ilk beş sıradaki ülkelerin koloni sayıları.....	4
Çizelge 2.2. Dünya bal üretiminde ilk beş sıradaki ülkelerin bal üretim miktarları.....	5
Çizelge 2.3. Koloni sayısı ve bal üretimi en yüksek ülkelerin birim alana düşen koloni varlığı.....	6
Çizelge 2.4. Balda Kalite Parametrelerinin Sınıflandırılması.....	9
Çizelge 3.1. Numunelerin bölgelere göre dağılımı.....	40
Çizelge 3.2. Yenice habitat tiplerinin kapladığı alanlar.....	42
Çizelge 3.3. Diastaz Analiz Şablonu	46
Çizelge 4.1. 1 no'lu numune polen analiz sonucu	58
Çizelge 4.2. 2 no'lu numune polen analiz sonucu	59
Çizelge 4.3. 3 no'lu numune polen analiz sonucu	60
Çizelge 4.4. 4 no'lu numune polen analiz sonucu	61
Çizelge 4.5. 5 no'lu numune polen analiz sonucu	62
Çizelge 4.6. 6 no'lu numune polen analiz sonucu	63
Çizelge 4.7. 7 no'lu numune polen analiz sonucu	64
Çizelge 4.8. 8 no'lu numune polen analiz sonucu	65
Çizelge 4.9. 9 no'lu numune polen analiz sonucu	66
Çizelge 4.10. 10 no'lu numune polen analiz sonucu	67
Çizelge 4.11. 11 no'lu numune polen analiz sonucu	68
Çizelge 4.12. 12 no'lu numune polen analiz sonucu	69
Çizelge 4.13. 13 no'lu numune polen analiz sonucu	70
Çizelge 4.14. 14 no'lu numune polen analiz sonucu	71
Çizelge 4.15. 15 no'lu numune polen analiz sonucu	72
Çizelge 4.16. 16 no'lu numune polen analiz sonucu	73
Çizelge 4.17. 17 no'lu numune polen analiz sonucu	74
Çizelge 4.18. 18 no'lu numune polen analiz sonucu	76
Çizelge 4.19. 19 no'lu numune polen analiz sonucu	78
Çizelge 4.20. 20 no'lu numune polen analiz sonucu	80
Çizelge 4.21. 21 no'lu numune polen analiz sonucu	82
Çizelge 4.22. 22 no'lu numune polen analiz sonucu	83

Çizelge 4.23. 23 no'lu numune polen analiz sonucu.....	84
Çizelge 4.24. 24 no'lu numune polen analiz sonucu.....	85
Çizelge 4.25. 25 no'lu numune polen analiz sonucu.....	86
Çizelge 4.26. 26 no'lu numune polen analiz sonucu.....	87
Çizelge 4.27. 27 no'lu numune polen analiz sonucu.....	89
Çizelge 4.28. 28 no'lu numune polen analiz sonucu.....	91
Çizelge 4.29. 29 no'lu numune polen analiz sonucu.....	92
Çizelge 4.30. 30 no'lu numune polen analiz sonucu.....	94
Çizelge 4.31. 31 no'lu numune polen analiz sonucu.....	96
Çizelge 4.32. 32 no'lu numune polen analiz sonucu.....	98
Çizelge 4.33. 33 no'lu numune polen analiz sonucu.....	99
Çizelge 4.34. 34 no'lu numune polen analiz sonucu.....	101
Çizelge 4.35. 35 no'lu numune polen analiz sonucu.....	103
Çizelge 4.36. 36 no'lu numune polen analiz sonucu.....	106
Çizelge 4.37. 37 no'lu numune polen analiz sonucu.....	108
Çizelge 4.38. 38 no'lu numune polen analiz sonucu.....	110
Çizelge 4.39. 39 no'lu numune polen analiz sonucu.....	112
Çizelge 4.40. 40 no'lu numune polen analiz sonucu.....	114
Çizelge 4.41. 41 no'lu numune polen analiz sonucu.....	116
Çizelge 4.42. 42 no'lu numune polen analiz sonucu.....	118
Çizelge 4.43. 43 no'lu numune polen analiz sonucu.....	119
Çizelge 4.44. 44 no'lu numune polen analiz sonucu.....	121
Çizelge 4.45. 45 no'lu numune polen analiz sonucu.....	123
Çizelge 4.46. 46 no'lu numune polen analiz sonucu.....	125
Çizelge 4.47. 47 no'lu numune polen analiz sonucu.....	127
Çizelge 4.48. 48 no'lu numune polen analiz sonucu.....	129
Çizelge 4.49. 49 no'lu numune polen analiz sonucu.....	131
Çizelge 4.50. 50 no'lu numune polen analiz sonucu.....	133
Çizelge 4.51. 51 no'lu numune polen analiz sonucu.....	135
Çizelge 4.52. 52 no'lu numune polen analiz sonucu.....	137
Çizelge 4.53. 53 no'lu numune polen analiz sonucu.....	139
Çizelge 4.54. 54 no'lu numune polen analiz sonucu.....	140
Çizelge 4.55. Taksonlara ait polenlerin görülme sıklıkları ve sıklık kategorileri	143

Çizelge 4.56. Numunelerin TPS-10 g değerlerine göre gruplandırılması	149
Çizelge 4.57. Numunelerin diastaz sonuçları	153
Çizelge 4.58. Diastaz analiz verilerinin normalite ve varyans testleri.....	157
Çizelge 4.59. Diastaz verilerinin Pairwise Wilcoxon testi	157
Çizelge 4.60. Numunelerin elektriksel iletkenlik analiz sonuçları	159
Çizelge 4.61. Elektriksel iletkenlik analiz verilerinin normalite ve varyans testleri	162
Çizelge 4.62. Elektriksel iletkenlik verilerinin Pairwise Wilcoxon testi	163
Çizelge 4.63. Numunelerin element analizi sonuçları	165
Çizelge 4.64. Element analiz verilerinin normalite ve varyasyon testleri	177
Çizelge 4.65. Element analizi verilerinin Tukey testi.....	178
Çizelge 4.66. Element analizi verilerinin Pairwise Wilcoxon testi	179
Çizelge 4.67. Numunelerin HMF analiz sonuçları	184
Çizelge 4.68. HMF analiz verilerinin normalite ve varyans testleri.....	188
Çizelge 4.69. HMF analiz verilerinin Pairwise Wilcoxon testi	188
Çizelge 4.70. Numunelerin kül analiz sonuçları.....	189
Çizelge 4.71. % kül analiz verilerinin normalite ve varyans testleri	192
Çizelge 4.72. % kül analiz verilerinin Pairwise Wilcoxon testi	193
Çizelge 4.73. Numunelerin nem analiz sonuçları	194
Çizelge 4.74. Nem analiz verilerinin normalite ve varyans testleri.....	197
Çizelge 4.75. Numunelerin pH analiz sonuçları	199
Çizelge 4.76. pH değerlerinin normalite ve varyans testleri.....	202
Çizelge 4.77. pH değerlerinin Pairwise Wilcoxon testi.....	202
Çizelge 4.78. Numunelerin prolin analiz sonuçları	204
Çizelge 4.79. Prolin değerlerinin normalite ve varyans testleri.....	207
Çizelge 4.80. Prolin değerlerinin Pairwise Wilcoxon testi.....	207
Çizelge 4.81. Numunelerin serbest asitlik analiz sonuçları	210
Çizelge 4.82. Serbest asitlik analiz verilerinin normalite ve varyans testleri	213
Çizelge 4.83. Serbest asitlik analiz verilerinin Tukey testi.....	214
Çizelge 4.84. Numunelerin suda çözünmeyen madde analiz sonuçları.....	216
Çizelge 4.85. Suda çözünmeyen madde miktarlarının normalite ve varyans testleri ...	220
Çizelge 4.86. Numunelerin glukoz analiz sonuçları	222
Çizelge 4.87. Numunelerin fruktoz analiz sonuçları	223
Çizelge 4.88. Numunelerin sakkaroz analiz sonuçları.....	225

Çizelge 4.89. Numunelerin G+F, F/G ve G/Su analiz sonuçları ile kristalleşme durumları	226
Çizelge 4.90. G+F ve sakkaroz analiz verilerinin normalite ve varyans testleri.....	233
Çizelge 4.91. G+F analiz verilerinin Tukey testi	233
Çizelge 4.92. Elementlerin dönemsel etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri	237
Çizelge 4.93. Elementlerin <i>Tilia</i> polen oranları açısından etkisini gösteren PCA değişken verileri.....	238
Çizelge 4.94. Fizikokimyasal parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA değişken verileri.....	240
Çizelge 4.95. Fizikokimyasal parametrelerin <i>Tilia</i> poleni oranları açısından etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri	241
Çizelge 4.96. Tüm parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri.....	243
Çizelge 4.97. Tüm parametrelerin balların <i>Tilia</i> poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri	245
Çizelge 4.98. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (1-8 nolu örnekler)	247
Çizelge 4.99. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (9-16 nolu örnekler)	252
Çizelge 4.100. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (17-24 nolu örnekler)	257
Çizelge 4.101. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (25-32 nolu örnekler)	261
Çizelge 4.102. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (33-40 nolu örnekler)	266
Çizelge 4.103. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (41-48 nolu örnekler)	270
Çizelge 4.104. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (49-54 nolu örnekler)	275

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat derece
%	Yüzde
µg	Mikro gram
µm	Mikro metre
µS	Mikro siemens
mS	Mili siemens
g	Gram
kg	Kilogram
meq	milliequivalent

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
GC-MS	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
ICP-MS	İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
IHC	International Honey Commission
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TGK	Türk Gıda Kodeksi

1. GİRİŞ

Türkiye, jeolojik dönemlerde yaşanan tektonik hareketler sonucunda sahip olduğu topografik yapı, coğrafik konum ve farklı iklim kuşaklarının (karasal, akdeniz, okyanus) etkisi altında olması nedeni ile son derece zengin bitki örtüsüne sahiptir. Bu zenginliğin oluşmasında çok farklı habitat alanlarının varlığı ve alt iklim bölgelerinin bulunması etkili olmuştur. Hem Avrupa hem de Orta Doğu ülkeleri arasında tür ve endemik tür sayısı bakımından en zengin ülkelerden biri Türkiye'dir. Türkiye bitki örtüsünde 11.707 takson tespit edilmiş olup bunlardan 3.649'u yani yaklaşık olarak %31,82'si endemiktir [1]. Bu floral zenginlik içerisinde arılara neredeyse yıl boyunca nektar ve polen sağlayan çeşitli bitkisel kaynakların bulunması ülkemizi arıcılık açısından da avantajlı bir konuma getirmektedir. Türkiye florasında doğal ve kültüre alınan yaklaşık 450 bitki taksonunun nektar ve polen kaynağı olarak arıcılık için önem arz ettiği bilinmektedir [2].

Türkiye, sahip olduğu floral çeşitliliğin yanı sıra arı ırk ve ekotipleri için de önemli bir gen havzası durumunda olup [3] farklı ekolojik koşullara uyum sağlayabilen birçok arı ırk ve ekotipine ev sahipliği yapmaktadır [4]. Ülkemizde bölgelere göre; Orta Anadolu'da Anadolu arısı, Kuzeydoğu Anadolu'da Kafkas arısı, Düzce yöresinde Yığılca arısı, Gökçeada yöresinde Gökçeada arısı, Ege kıyılarında Muğla arısı, Güneydoğu Anadolu'da İran arısı, Hatay yöresinde Suriye arısı ve Trakya bölgesinde Karniyol arısının varlığından söz edilmektedir [3,5]. Arıcılıkta kullanılan arı ırkının bölgeye adaptasyonunun bal verimini ve kalitesini etkileyen faktörlerden biri olduğu tespit edilmiştir [6].

Ülkemiz, floral zenginliği ve arı ırkı çeşitliliği göz önüne alındığında arıcılık açısından son derece elverişli bir konumdadır. Bu zenginliğin sonucu olarak Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre; bal üretimi bakımından dünyada ikinci sırada, koloni varlığı açısından ise üçüncü sırada olup Dünya arıcılığında söz sahibi ülkelere biridir [7]. Ülkemizde üretilen balın büyük bir kısmı iç pazarda satışa sunulurken yaklaşık %5'i diğer ülkelere ihraç edilmektedir [7]. İhraç edilen balın büyük bir kısmını ülkemizin üretiminde lider olduğu çam balı oluşturmaktadır. Avrupa ülkeleri çam balının en önemli alıcısı durumundadır. Avrupa'da bal tüketicisinin standart kullandığı ballara ilave olarak farklı özellikte olan, kaynağı belli ve güvenilir ballara yöneliyor olması [4] çam balında

ihracat oranının diğerk ballara oranla neden yüksek olduğunu açıklayan önemli bir faktördür. Oysaki ülkemizin farklı bölgelerinde, farklı botanik orijinlere sahip, tadı, aroması ve terapötik özellikleriyle öne çıkan pek çok monofloral bal üretilmektedir. Bu çeşitlilik sayesinde Türkiye, Avrupa Birliği (AB) ülkelerine coğrafi yakınlığı ve aynı zamanda aday ülke olması itibariyle AB için önemli bir bal tedarikçisi olabilme potansiyeline sahiptir [4].

Monofloral balların çoğu lokal alanlarda sınırlı miktarda üretildiklerinden ticari potansiyelleri de sınırlıdır. Bu nedenle dünya genelinde pek çok monofloral bal çeşidi olmasına rağmen bunlardan yalnızca bir kısmı dünya bal pazarında yer bulabilmektedir. Monofloral balların çoğu Avrupa'da pazarlanmakta ve değerli ballar sınıfında kabul edilerek karışık çiçek ballarına göre daha yüksek fiyatlara satılmaktadır. Dolayısıyla botanik orijine göre sınıflandırılmış ballar piyasada yaygın bir şekilde yer bulmaktadır. Fransa, İtalya ve İspanya gibi ülkelerde bal pazarının %30-50'sini monofloral ballar oluşturmaktadır [8]. Monofloral bal çeşitliliği ve üretim potansiyeli açısından Avrupa ülkelerinden daha avantajlı durumda olmamıza rağmen ülkemizde monofloral ballara olan ilgi ve tüketici farkındalığı son yıllarda artış göstermiştir. Oluşan bu pazar talebiyle birlikte yeni monofloral bal çeşitleri raflarda yer bulmaya başlamıştır.

Günümüzde tüketicilerin gıda kalitesine göstermiş oldukları ilgi oldukça artmıştır. Buna bağlı olarak bir çeşit kalite garantisi olan coğrafi kökeni öne çıkaran sertifikalar veya sahip olduğu spesifik botanik orijin ile satışa sunulan ballar, organoleptik veya farmokoaktif özelliklerinin etkisiyle daha yüksek fiyat bandından alıcı bulmaktadır [9].

Avrupa'da Protected Designation of Origin (PDO) uygulaması ile değerli ürünlerin adı ve ürün kalitesi korunmaktadır. Bu uygulamaya paralel olarak ülkemizde de "Coğrafi İşaret Menşe Adı" olarak bilinen sistem yürürlüğe girmiştir. Üzerinde Coğrafi İşaret Menşe Adı logosu bulunan ürünlerin, üretildikleri bölgeye ait olduğu ve belirgin kalite özelliklerini gösterdiği garanti altına alınmaktadır. Coğrafi işaretler hem üreticiyi hem de tüketiciyi birlikte korumaktadır [4]. Dolayısıyla doğru etiketleme, izlenebilirlik ve tağşişli ürünlerden kaçınma eğiliminde olan üretici ve tüketiciler coğrafi işaretli ürünlere yönelmektedir [9]. Avrupa'da bal için en fazla coğrafi işaretli ürüne sahip olan ülke

Portekiz olup 9 adet balını tescil ettirmiştir [10]. Portekiz'i 5 balla İspanya, 3'er balla Bulgaristan, Polonya ve İtalya takip etmektedir [4]. Ülkemizde ise 2021 yılı Nisan ayı itibarıyla 13 bal coğrafi işaret tescili almış, 22 bal ise başvuru değerlendirme aşamasındadır. Tescili kesinleşen ballar; Anzer Balı, Ardahan Çiçek Balı, Babadağ Kekik Balı, Bayburt Balı, Dikmen Çiçek Balı/Dikmen Kekik Balı, Kars Balı, Kırklareli Meşe Balı, Marmaris Çam Balı, Muğla Çam Balı, Pervari Balı, Refahiye Balı, Sinop Kestane Balı ve Özvatan Çiçek Balı'dır [11]. Türkiye'nin AB tarafından tescillenmiş balı ise bulunmamaktadır [4].

AB ve diğer ülkelere Türkiye'nin kaliteli bal pazarlayabilmesi için üretim potansiyelini etkili şekilde değerlendirmesi ve bu balların botanik ve coğrafi orijinini öne çıkaran kalite belgesi veya sertifikasyon sistemlerini kullanması gerekmektedir. Bunun için de öncelikle ürünün ayırt edici özelliklerini ortaya koyan nitelikli bilimsel çalışma sayısının artırılması önerilmektedir [4,12].

Kısaca hem ulusal hem de uluslararası tüketicinin satın alma tercihlerinde balın coğrafi ve botanik orijini büyük rol oynadığından balların melissopalnolojik özellikleri ve fizikokimyasal içerikleri tespit edilmeli, bölgeler arası farklılıklar ortaya konulmalı ve her balın sahip olması gereken kalite kriterleri belirlenmelidir.

Bu bağlamda Türkiye'de üretimi yapılan ve hem ülkemiz hem de AB pazarında ticari potansiyeli olan monofloral ballara katkı sağlamayı hedeflediğimiz bu çalışmada amacımız; Karabük İlinin %87'si ormanlarla kaplı ilçesi olan Yenice'de üretilen balların, melissopalnolojik ve fizikokimyasal özelliklerini ortaya çıkararak bölgenin kendi bal kalite kriterlerinin belirlenmesine öncülük etmektir. Çalışma alanımız olan Yenice ormanları, Türkiye'nin 122 önemli bitki alanı, Avrupa'nın ise acil olarak korunması gereken 100 ormanından birisi olarak ilan edilmiştir. Ayrıca, çalışmamızda bölge ballarına kaynaklık ettiği bilinen ıhlamur çiçeklerinin nektaryumları, nektaryumların bitkide buldukları yer, sahip oldukları yapı ve muhtemel salgılama mekanizmaları anatomik olarak da incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dünya’da ve Türkiye’de Arıcılık

Arıcılık, yüksek sermaye gerektirmemesi, topraktan bağımsız ve düşük girdi maliyetiyle sürdürülebilmesi nedeniyle en yaygın olarak yapılan tarımsal faaliyetlerden biridir. Arılar ürettikleri ürünlerin hammaddesini tamamen doğadan sağladıkları için arıcılık bitki örtüsünün zengin olduğu her yerde diğer hayvancılık faaliyetleri veya tarımsal faaliyetlerle bir arada yapılabilmektedir [13,14].

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün 2019 yılı verilerine göre dünyada toplam 90.166.413 koloni ile 1.852.598 ton bal üretimi yapılmaktadır. Dünya’daki koloni varlığının %9,2’sine sahip olan Türkiye (Çizelge 2.1), Dünya bal üretiminde ise 109.330 ton ile %5,9’luk bir paya sahiptir (Çizelge 2.2) [7].

Çizelge 2.1. Dünya bal üretiminde ilk beş sıradaki ülkelerin koloni sayıları

No	Ülkeler	Koloni Sayısı	Dünya Koloni Varlığındaki Payı (%)
1	Hindistan	12.247.332,00	13,59
2	Çin	9.088.404,00	10,09
3	Türkiye	8.128.360,00	9,02
4	İran	7.516.720,00	8,34
5	Etiyopya	6.220.182,00	6,90
	Dünya	90.116.413,00	100

Çizelge 2.2. Dünya bal üretiminde ilk beş sıradaki ülkelerin bal üretim miktarları

No	Ülkeler	Bal Üretimi (ton)	Dünya Bal Üretimindeki Payı (%)	Kg/Koloni
1	Çin	444.100,00	23,97	48,86
2	Türkiye	109.330,00	5,90	13,45
3	Kanada	80.345,00	4,34	112,60
4	Arjantin	78.927,00	4,26	26,44
5	İran	75.463,00	4,07	10,04
	Dünya	1.852.598,00	100	20,55783

Koloni varlığı ve bal üretiminde oldukça üst sıralarda yer alan ülkemiz maalesef koloni başına bal üretimi söz konusu olunca 13,45 kg seviyeye dünya ortalamasının (20,6 kg/koloni) oldukça altında kalmaktadır [7]. Arıcılıkta verim düşüklüğünün sebepleri ülkelerin iklimi, bitki örtüsü, topografik yapısı gibi çevresel faktörler olabileceği gibi arı genotipi, ıslah düzeyi, arıcıların bilgi düzeyleri ve üretim teknikleri gibi faktörler de verimi etkileyebilmektedir [15]. Ancak ülkelerin bal verimleri ile birim alana düşen koloni varlıklarını karşılaştırdığımızda bal verimi yüksek olan ülkelerin birim alana düşen koloni sayısının 1 koloni/km²'yi geçmediği görülmektedir (Çizelge 2.3). Birim alana yaklaşık 10 koloninin düştüğü ülkemizde verim düşüklüğünün bir nedeni de koloni yoğunluğumuz olarak yorumlanabilir [15,16].

Çizelge 2.3. Koloni sayısı ve bal üretimi en yüksek ülkelerin birim alana düşen koloni varlığı

No	Ülkeler	Koloni Sayısı	Yüz ölçümü	koloni/km ²
1	Hindistan	12.247.332,00	3.287.260	3,73
2	Çin	9.088.404,00	9.600.000	0,95
3	Türkiye	8.128.360,00	783.560	10,37
4	İran	7.516.720,00	1.745.150	4,31
5	Etiyopya	6.220.182,00	1.104.300	5,63
6	Kanada	713.551,00	9.985.000	0,07
7	Arjantin	2.985.026,00	2.780.400	1,07

2.2. Bal

Balın tanımlanmasında çeşitli ifadeler kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre bal "Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının, bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı, doğası gereği kristallenebilen doğal ürün" olarak tanımlanmaktadır [17]. Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan Bal Standardı'nda ise yine tebliğe benzer şekilde bal; "Bitkilerin çiçeklerinden ya da diğer canlı kısımlarından salgılanan nektarın ve bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin, bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak salgıladığı tali maddelerin, bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırması sonucunda meydana gelen doğal ve tatlı bir ürün" olarak tanımlanmıştır [18]. Da Silva ve arkadaşları ise balı, ağırlıklı olarak şekerden oluşan ve ayrıca içeriğinde zengin amino asit, vitamin, mineral ve çeşitli biyoaktif bileşenler barındıran doğal bir besin olarak ifade etmişlerdir [19].

Balın genel bileşimi benzer olsa da, arının kullandığı nektar/salgı kaynaklarının çeşitliliği, üretim yapılan bölgenin iklim özellikleri ve coğrafi şartlarının farklı olması nedeniyle

hiçbir balın bileşimi ve biyoaktif özellikleri bir diğeriyle aynı değildir [20–22]. Özellikle koku, tat, renk ve aroma özellikleri balın bitkisel orijininden direkt olarak etkilenebilmektedir [23–25].

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre ballar çeşitli şekillerde sınıflandırılmışlardır. Üretim veya pazara sunuş şekillerine göre; petekli bal, doğal petekli bal, karakovan balı, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres balı ve filtre edilmiş bal olarak isimlendirilirken elde edildikleri kaynağa göre ballar ikiye ayrılmaktadır. Bitki nektarından elde edilen ballar çiçek balı, bitkilerin çiçek dışındaki kısımlarının salgılarından veya bitkilerin üzerinde yaşayan emici böceklerin (Hemiptera) salgılarından elde edilen ballar ise salgı balı olarak adlandırılmaktadır [17].

2.2.1. Balda Kalite Parametreleri

Bal, içeriğinde 200'den fazla bileşen bulunduran oldukça kompleks bir gıda olup [26] ortalama %79,6 şeker ve %17,2 su içermektedir. Balda her biri insan metabobizmasında farklı işleve sahip 25 farklı şeker türü bulunmaktadır. Bu şekerlerin çoğu direk nektardan gelmez, balın olgunlaştırılması sırasında nektar şekerleri bal arısı tarafından farklı şeker formlarına dönüştürülerek bala katılır. Balda en çok bulunan şekerler insan vücudu tarafından kolaylıkla kullanılabilen formlar olan fruktoz (%38,2) ve glukozdur (%31,3) [27]. Bal ayrıca proteinler, enzimler (invertaz, glukoz oksidaz, katalaz ve fosfatazlar), amino ve organik asitler (glukonik asit, asetik asit vb.), lipitler, vitaminler (askorbik asit, niasin, piridoksin vb.), uçucu kimyasallar, fenolik asitler, flavonoidler ve karotenoidler gibi bazı küçük bileşenler içerir [28–30]. Balın bu bileşimi öncelikle arıların ziyaret ettiği bitki türüne ve çeşitliliğine ayrıca üretim yapılan bölgenin coğrafi özelliklerine, toprak yapısına, iklim koşullarına ve arıcının üretim sürecindeki uygulamalarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir [31]. Balın kompozisyonunda meydana gelen bu değişiklikler kokusunu, aromasını, tadını, rengini, kıvam ve akışkanlığını etkilemektedir.

Bal, besleyici değeri (303 kcal/100 g bal) oldukça yüksek fonksiyonel bir gıdadır. İçeriğindeki karbohidratların insan vücudunda hızlı emilim göstermesi nedeniyle de her

yaştan insan için uygun bir besindir [30,32]. Gross ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma günlük bal tüketiminin insanlarda kandaki antioksidan madde seviyesini yükselttiğini göstermiş ve bal tüketimi ile kandaki polifenolik antioksidan seviyeleri arasında doğrudan bir bağlantı olduğunu bildirmişlerdir [33].

Besleyici değeri bu kadar yüksek olan ve yaygın bir şekilde tüketilen bal, tağşişe uğramamalı, hijyenik ve saf olmalıdır. Ancak, bu değerli ürün, hem üretim hem de işleme sürecinin her aşamasında çeşitli yollarla tağşişe uğramaya oldukça açıktır [32,34,35]. İnsanların güvenli bir şekilde bal tüketebilmesi için balın kalitesi mutlaka laboratuvar analizleri ile ortaya konulmalı, hijyenik bir şekilde işlenip paketlenmeli ve doğru bilgilerle etiketlendikten sonra tüketime sunulmalıdır.

Balda kalite, botanik ve coğrafi köken ile bağlantılı olarak duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal karakterleri içeren çok faktörlü bir parametre olup [28,31,36] bu karakterlerin birlikte değerlendirilmesi ile belirlenir. Parametrelerin bal kalitesine katkıları ve sınıflandırılması Çizelge 2.4’de verilmiştir. Çizelge hazırlanırken Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğı ve Avrupa Birliğı Bal Direktifi’nde (EU Directive 110/2001) yer alan parametreler esas alınmıştır.

Çizelge 2.4. Balda Kalite Parametrelerinin Sınıflandırılması [37]

Sınıflandırma	Parametreler
Fermentasyonun önlenmesi ile ilgili parametreler	Nem pH Serbest asitlik ve total asitlik
Tazelik ile ilgili parametreler	Diastaz aktivitesi İnvertaz aktivitesi Hidroksimetilfurfural (HMF)
Olgunlaşma ile ilgili parametreler	Prolin Nem Sakkaroz
Botanik orijini ile ilgili parametreler	Polen % kül Nem Renk Elektriksel iletkenlik F/G Glukoz/nem pH Serbest asitlik ve total asitlik Prolin Şeker kompozisyonu
Tağşişle ilgili parametreler	Sakkaroz Glukoz- Fruktoz-Sakkaroz profili Prolin Hidroksimetilfurfural (HMF)
Kristalizasyon ile ilgili parametreler	F/G Glukoz/nem

2.2.1.1. Diastaz

Diastazlar, α - ve β -amilazları içeren bir grup amilolitik (nişasta parçalayan) enzimlerdir. α -amilaz, nişasta zincirlerini α -D- (1 \rightarrow 4) bağlarından hidrolize ederek dekstrin üretirken; β -amilaz, nişasta zincirini zincirin sonundan hidrolize ederek maltoz

oluşumuna yol açar [19,38]. Baldaki enzimlerin pek çok kaynağı vardır bu kaynaklar; nektar, arının tükrük veya hipofaranjiyal bez salgılarıdır [38,39].

Balların diastaz içerikleri farklı olup bu farklılıklar, arıların yaşına, nektar toplama dönemine, koloninin fizyolojik durumuna, nektar akışının yoğunluğuna ve şeker içeriğine bağlı olarak değişebilir. Bunun nedeni yüksek yoğunluklu nektar akışının daha düşük enzim içeriğine ve düşük polen tüketimine sebep olmasıdır [19].

HMF gibi diastaz aktivitesi de depolama süresi ve koşullarından etkilendiği için balın tazeliğinin ya da uygulanan ısı işleminin bir göstergesidir [31,40]. Ayrıca arılara tağşiş amaçlı şeker şurubu (sakkaroz çözeltisi, hidrolize nişasta veya yüksek fruktozlu mısır şurubu) ile besleme yapıldığında da balın diastaz aktivitesi azalmaktadır [19,34,39]. Yapılan bu tağşişi maskeleyen için "fırıncı mayası amilazı" gibi yabancı bakteriyel amilazların bala eklenebildiği tespit edilmiştir [39].

Diastaz aktivitesi, 40 °C'de 1 saat içerisinde 1 g balda bulunan ve 0,01 g nişastayı hidrolize edebilen enzimin aktivitesine karşılık gelir ve Göthe birimine (ya da Schade birimi) göre diastaz sayısı olarak ifade edilir [19,41].

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), Avrupa Birliği Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'a göre balın diastaz sayısı en az 8 birim olmalıdır. Ancak narenciye balı gibi yapısında doğal olarak daha az enzim bulunduran ballarda HMF değeri 15 mg/kg'dan fazla olmamak koşuluyla diastaz sayısının alt sınırı 3 birim olarak kabul edilmektedir [17,42,43].

Balda bulunan bir diğer enzim olan invertaz, arıların hipofarenjiyal bezlerinden salgılanır ve glukoprotein yapıdadır [44]. İvertaz, sakkarozu ve maltozu arılar için kullanılabilir formlar olan glukoz ve fruktoza parçalayan enzimdir [44]. İvertaz sayısı, 100 g baldaki sakkarozu 1 saat içerisinde hidrolize eden gram başına enzim miktarını ifade eder [45]. İvertaz depolama ve ısıdan kaynaklanan hasara karşı daha hassastır ve bazı ülkelerde balın saflığının ve tazeliğinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Ancak hem diastaz

hem de invertaz aktiviteleri botanik orijine bağlı olarak geniş bir aralıktaki değişiklik gösterdiğinden tek başına balın tazeliğini göstermek için yeterli değildir [46–48].

Balda bulunan bir başka enzim glukoz oksidazdır. Glukoz oksidaz, glukozu glukonik asidi hidrolize eden δ -glukanolakton'a dönüştürür. Glukoz oksidaz, δ -glukanolaktonun yanı sıra, bakterisidal etkiye sahip olan hidrojen peroksit üretir [49].

Düşük enzim içeriğine sahip ballar, erken ilkbaharda çiçeklenen bitki nektarlarından üretilirler. Bu balların enzim içeriğinin düşük olmasının nedeni nektar konsantrasyonu ve arıların gelişim dönemi olması nedeniyle azalan aktivitelere bağlı yüksek sakkaroz içeriğidir [44,47].

2.2.1.2. Elektriksel iletkenlik

Balın içeriğinde bulunan mineraller ve asitler elektrik akımını iletilemekte ve elektrolit görevi yapmaktadırlar. Bu özellikten yararlanılarak 1964 yılında geliştirilen elektriksel iletkenlik ölçüm yöntemi günümüzde hala rutin olarak kullanılan hızlı ve ekonomik analiz yöntemlerinden biridir [50]. Elektriksel iletkenlik ölçümü yakın bir zamanda uluslararası kodeks olan "Codex Alimentarius" ve Avrupa Kodeksinde (2001/110/EC) %kül ölçümünün yerini almıştır. Zaman içerisinde de balın orijininin belirlenmesinde kullanılan yaygın bir yöntem haline gelmiştir [51,52].

Elektriksel iletkenlik değeri baldaki iyonların ve organik asitlerin miktarını yansıtan %kül ve asit içeriğine bağlıdır; kül ve asit içeriği ne kadar yüksekse, ortaya çıkan iletkenlik sonucu da bir o kadar yüksek olur [53]. Yani balın mineral içeriği ile elektriksel iletkenliği arasında lineer bir ilişki vardır [24].

Balın fizikokimyasal özellikleri içerisinde botanik orijine göre en fazla değişkenlik gösteren parametrelerden biri elektriksel iletkenliktir ve bu sayede çiçek balları ile salgı ballarının ayırt edilmesinde rutin kontrol yöntemi olarak kullanılabilir [51,54].

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), Avrupa Birliği Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'a göre; çiçek balı ve çiçek-salgı balı karışımlarının elektriksel iletkenlik değeri $\leq 0,8$ mS/cm, salgı ve kestane balları ile bunların çiçek balı ile karışımlarında elektriksel iletkenlik değeri $\geq 0,8$ mS/cm olmalıdır. Ancak bazı monofloral ballar [Kocayemiş (*Arbutus unedo*), Funda (*Erica* spp.), Okalıptus (*Eucalyptus camaldulensis*), Ihlamur (*Tilia* spp.), Püren (*Calluna vulgaris*), Manuka veya Okyanus mersini (*Leptospermum* spp.), Çay ağacı (*Melaleuca* spp.), ve Pamuk (*Gossypium* spp.)'dan elde edilen ballar] bu kuralın dışında tutulmuştur [17,42,43].

2.2.1.3. Element içeriği

Bal %0,02-1,03 arasında değişen oranlarda mineral içermektedir [26,55]. Potasyum, balın toplam mineral içeriğinin yaklaşık üçte birini oluşturur ve balda bulunan en bol elementtir [56–59]. Balın içeriğinde potasyumun yanı sıra yüksek miktarda bulunan elementler Ca, Mg ve K iken; Fe, Cu, Zn, Co, Si, S, Mn, F, Mo, Cr ve I eser miktarda bulunan elementlerdir [37].

Potasyum, kalsiyum ve sodyum gibi makro elementler ile demir, bakır, çinko ve manganez gibi iz elementler biyolojik sistemlerin işleyişinde kritik rol oynamaktadır. Bu elementler; vücuttaki fizyolojik reaksiyonların gerçekleşmesi ve metabolizmanın işleyişinde, çeşitli biyokimyasal reaksiyonlarda katalizör etkisi göstererek üreme ve dolaşım sistemleri üzerinde etki göstermektedir [60,61]. Bunun yanı sıra başta kadmiyum, civa ve alüminyum olmak üzere bazı ağır metaller de maksimum kalıntı limitlerini aştıklarında zehir etkisi gösterebilmektedir [55,62–64].

Balın botanik orijini ile kimyasal içeriğinin ilişkilendirilmesinde, içeriğinin büyük bir kısmını oluşturan karbohidratlar, organik asitler ve polifenoller yerine daha az miktarda bulunan mineral içeriğinin kullanılması uygulanabilir ve güvenilir bir yöntemdir [65].

Balın mineral ve eser element içeriği, hem çevre kirliliğinin hem de balın coğrafi kökeninin bir göstergesi olabilmektedir [32,55]. Yapılan çalışmalarda endüstriyel alanların yakınında üretilmiş ballarda eser element konsantrasyonunun arttığı

gözlemlenmiştir [66]. Bu nedenle baldaki toksik özellik gösteren kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko gibi eser elementlerin miktarının belirlenmesi, insan sağlığı ve gıda güvenliği ile çevre biyoizlemesi açısından önem kazanmaktadır [19,67,68].

Balın içeriğindeki vitaminler, enzimler ve aminoasitler ısıya, ışığa, oksitleyici maddelere, ekstrem pH'lara veya organik besinleri etkileyen diğer faktörlere maruz kaldıklarında bozulurken; elementler bu faktörlerden etkilenmezler [19].

Açık renge sahip balların mineral içeriği daha düşükken koyu renkli ballar daha yüksek mineral içeriğe sahiptir [32,55,69]. Bal, arıların nektar ve polen topladıkları bitkilerin kimyasal bileşenlerini ve dolayısıyla bitkinin yetiştiği toprak özelliklerini de yansıtır [32,55,70].

2.2.1.4. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural (HMF) fruktozun asidik ortamda dehidrasyonu sonucu ortaya çıkan ve gıda güvenliği açısından istenmeyen bir Maillard reaksiyonu ürünüdür [19,28]. Konsantrasyonuna bağlı olarak toksik etkiye sahiptir [19]. Yeni hasat edilen ballarda eser düzeyde bulunurken balın depolanması ve uzun süre ısıya maruz bırakılması sonucunda HMF'de artış gözlenmektedir [31,71]. HMF oluşumu balın pH değeri ile yakından ilgilidir, asidik pH'ya sahip balların HMF değerleri daha hızlı yükselirken bazik pH gösteren ballarda bu süreç daha yavaş ilerler [48]. Kısa süreli ısı uygulamalarında ısı yüksek olsa bile HMF artışı daha yavaş olurken; depolama esnasında maruz kalınan sürekli ısıda HMF artışı daha fazla olmaktadır [72].

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), Avrupa Birliği Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'a göre balın HMF içeriği en fazla 40 mg/kg olmalıdır. Tropik bölgelerde üretildiği beyan edilen ballarda ise üst sınır 80 mg/kg olarak kabul edilmektedir [17,42,43]. Almanya, İtalya, Finlandiya, İsviçre gibi bazı ülkeler, özel olarak "kaliteli" veya "işlenmemiş/ham" diye etiketlenmiş ballar için HMF değerini en fazla 15 mg/kg belirlemişlerdir [48].

Balın HMF değerinin dūřuk olması arıcıların bal sağımı sırasında iyi hasat ve depolama uygulamalarını izlediğinin de bir gōstergesidir [31].

2.2.1.5. Kūl

Kūl iğeriği, balın botanik ve coğrafi orijini ağısından önemli bir kalite kriteri olup iğeriğinde bulunan mineral ve eser element miktarını temsil eder [73,74]. Bogdanov'a gōre, iek balları çoğunlukla %0,1-0,3 arasında mineral iğeriğine sahipken, salgı ballarında bu oran % 1,0'e kadar ulaşabilmektedir [48].

Yapılan arařtırmalar, eser element ięerięinin temel olarak balın botanik orijinine baęlı olduęunu, açık renkli balların koyu renkli ballara oranla daha dūřuk element ięerdięini gōstermiřtir [48,69,75,76]. řahinler ve arkadaşlarının yaptıęı çalıřmada ise řeker řurubu ile beslenen kolonilerden ūretilen balın kūl ięerięinin daha dūřuk olduęu ortaya konulmuřtur [73].

Kūl iğeriği değeri ulusal ve uluslararası mevzuatlarda yer alan kalite parametreleri ve rutin analizler arasındaki yerini elektrik iletkenliğine bırakmıştır.

2.2.1.6. Nem

Balın nem oranı, botanik kōken, iklim kořulları ve olgunluk derecesinin yanı sıra arıcılık uygulamaları, iřleme teknikleri ve saklama kořullarına da baęlıdır [77]. Nem, balın bařta aroma ve granūlasyonu olmak ūzere tūm duyuusal ūzellikleri ūzerinde būyūk bir etkiye sahiptir [37]. Yūksek nem ięerięi, balda bulunabilecek ozmotolerant mayaların etil alkol ve karbondioksit sentezlemesi sonucu balın fermente olmasına neden olabilmektedir. Fermentasyon ile ortaya çıkan alkol ise oksitlenip asetik asit ve suya dōnūřerek bala ekři bir tat verir [37,51]. Nem oranı %17,1'in altında olan ballarda fermentasyon riski oldukça dūřūkken daha yūksek nem oranlarında ozmotolerant maya sayısına baęlı olarak fermentasyon riski artmaktadır [78]. Dolayısıyla nem ięerięinin dūřūk olması balın raf ūmrūnūn uzun olmasını saęlamaktadır [52,79]. Tūrk Gıda Kodeksi Bal Teblięi (2020/7), Avrupa Birlięi Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'a gōre baldaki genel nem oranı <%20, pūren balı ve fırıncılık ballarında ise <%23 olmalıdır [17,42,43].

2.2.1.7. pH

Balın pH değeri, stabilitesi ve raf ömrü ile ilişkilidir ve aynı zamanda olası mikrobiyal kontaminasyonun önemli bir göstergesi olabilmektedir. Balın pH değeri genellikle 3,5 ile 5,5 arasındadır. Bu değeri belirleyen, balın içeriğinde başta glukonik asit olmak üzere organik asitlerin ve inorganik iyonların (fosfat ve klorür gibi) varlığıdır [54]. Bakterilerin çoğunluğu nötr ve hafif alkali ortamlarda çoğalırken; maya ve küfler asidik (pH 4,0–4,5) ortamlarda gelişirler [37,78]. Yapılan çalışmalar salgı ballarının pH değerinin çiçek ballarından daha yüksek olduğunu göstermiştir [54,79–81].

2.2.1.8. Prolin

Balın eser miktarda protein içerdiği ve bunun çoğunun proteince zengin ve doğal bir kaynak olan polenden [82] bir kısmının ise glukoz oksidaz, invertaz, katalaz ve diastaz gibi bazı enzimlerden kaynaklandığı bilinmektedir [32,52,72,82]. Baldaki proteinler ve amino asitler hem hayvansal hem de bitkisel kaynaklı olabilmektedir [83].

Baldaki toplam protein içeriği en fazla %1 civarındayken bunun yaklaşık %50-85'ini prolin oluşturmaktadır [32,83]. Prolin dışında balda 26 farklı aminoasit daha bulunmaktadır [83]. Bunlardan bazıları; glutamik asit, aspartik asit, glutamin, histidin, glisin, treonin, β -alanin, arginin, α -alanin, γ -aminobütirik asit, prolin, tirozin, valin, metiyonin, sistein, izolösin, lösin, triptofan, fenilalanin, ornitin, serin, asparagin ve alanindir [19,84,85]. Bu aminoasitlerin nispi oranları balın botanik orijinine yani polen içeriğine göre değişiklik göstermektedir [52,83].

Prolin, çoğunlukla nektarın bala dönüştürülmesi esnasında bal arısının tükürük salgılarından gelmektedir [83,86]. Bazı araştırmacılar salgı ballarının prolin değerinin daha yüksek olduğunu bu nedenle çiçek balı/salgı balı ayrımı için kullanılabileceğini bildirmektedirler [48,81,86]. Buna karşın bazı araştırmacılar ise balların prolin seviyelerindeki yüksek değişkenlik sebebiyle prolinin balın botanik orijin tespitinde kullanılmasını imkansız kıldığını bildirmişlerdir [54,81,87].

Prolin içeriği hem bal olgunluğunun ve hem de bazı durumlarda şeker tağşışının bir göstergesi olabilmektedir [54,86]. Tağşış yapılan balların prolin seviyesi oldukça düşüktür [88]. Prolin içeriği 180 mg/kg'dan daha az olan bal, olgunlaşmamış veya tağşış edilmiş bal olarak kabul edilir [89]. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre hem iek hem de salgı ballarında prolin içeriği en az 300 mg/kg olmalıdır. Buna karşın kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ve firıncılık ballarında prolin en az 180 mg/kg, biberiye, akasya ballarında en az 120 mg/kg, kestane ballarında ise en az 500 mg/kg olmalıdır [17].

2.2.1.9. Serbest Asitlik

Balın asitliği, içeriğinde doğal olarak bulunan organik asitler (zellikle glukonik asit) ile bağlantılı olup bu asitlik; esterler, laktonlar ve bazı inorganik iyonlarla (fosfatlar, sülfatlar ve klorürler gibi) dengelenmiş haldedir [51,86,90]. Organik asitler balın karakteristik lezzeti, aroması ve mikrobiyal bozunmaya karşı stabilitesinden sorumludur [52]. Balın asitlik değerinin yüksek olması balda fermantasyonun başladığını ve şeker fermentasyonu sonucu ortaya çıkan alkolün organik asit oluşumuna sebep olduğuna işaret etmektedir [19,51,91].

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), Avrupa Birliği Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'a göre balın asitlik değeri en fazla 50 meq/kg olmalıdır [17,42,43]. Literatürde yer alan çalışmalar, koyu renkli balların asit içeriğinin açık renge sahip ballara göre daha yüksek olduğunu dolayısıyla bu balların fermentasyona daha meyilli olduğunu göstermektedir [51,91]. Balın içeriğindeki organik asit ve amino asit miktarının botanik orijininin doğrudan etkilendiği yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur [91–93]. Bazı araştırmacılar [31] serbest asitlik değerinin salgı balları ile iek ballarının ayırımında kullanılabileceğini önermiş olsa da karışık iek ballarının asitlik değerinin daha yüksek olduğu çalışmalar da bulunmaktadır [92].

2.2.1.10. Suda znmeyen Madde

Suda çözünmeyen madde değeri (balmumu, polen, petek parçası gibi) balın saflığını bozan ve kirliliğine sebep olabilecek maddelerin miktarını ölçmek amacıyla kullanılır

[42,94,95]. Suda çözünmeyen madde ölçümü balların preslenerek hasat edildiği ve eski tip kovanların kullanıldığı zamanlarda daha gerekliyken günümüzde daha çok modern kovanlar kullanıldığı ve hasat işlemi santrifüj sistemlerine sahip modern sağım makinaları ile yapıldığından suda çözünmeyen madde kontaminasyonu en aza inmiş haldedir. Gobessa ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada eski tip kovanlardan hasat edilen balların suda çözünmeyen madde miktarlarının modern kovanlardan hasat edilen ballardan daha yüksek bulunduğu, bu farkın hasat yöntemine ve saklama koşullarına bağlı olabileceği bildirilmiştir [95]. En önemli suda çözünmeyen madde kontaminantı balmumudur ancak kodekste yer alan metot ile balmumu tespit edilememektedir [89].

Ulusal ve uluslararası mevzuatlara göre baldaki suda çözünmeyen madde miktarı 0,1 g/100 g'ı geçmemelidir, pres ballarında ise üst sınır 0,5 g/100 g'dır [17,42,43]. Bogdonav'a göre kodekte yer alan 0,1 g/100 g değeri oldukça yüksek olup günümüz ballarında bu değer 0,005–0,05 g/100 g aralığındadır [89].

2.2.1.11. Şeker içeriği

Balın içeriğindeki karbohidratlar, çeşitli enzimlerin nektar şekerleri üzerindeki etkisiyle oluşur ve balın %70-80'ini, kuru ağırlığının ise yaklaşık %95'ini oluşturur [37,48,86].

Balda bulunan başlıca karbohidratlar nektardan gelen sakkarozun hidrolizi ile oluşan glukoz (%25-40) ve fruktoz (%30-44) monosakkaritleridir [96]. Bunun yanı sıra balda tespit edilmiş yaklaşık 25 şeker daha bulunmaktadır [74,97,98]. Bunlar içerisinde çiçek ballarında bulunan başlıca oligosakkaritler ve disakkaritler sakkaroz, maltoz, turanoz ve erloz iken salgı ballarında ayrıca trisakkaritler olan melezitöz ve rafinoz da bulunmaktadır [48,86]. Bunlara ek olarak balda eser miktarda tetra ve pentasakkaritler de tespit edilmiştir [48,74]. Salgı balları ile çiçek ballarının şeker profilleri arasındaki önemli farklılıklar nedeniyle bu iki balın ayırımının yapılmasında şeker profili analizi kullanılabilir.

Balda sakkaroz miktarının yüksek olması şekerle beslemenin fazla yapıldığına veya balın olgunlaşmadan hasat edildiğine işaret etmektedir [32,99]. Arılara fazla besleme yapıldığında veya bal erken hasat edildiğinde arılar yeteri kadar sakkarozu, glukoz ve

fruktoza dönüştüremediğinden baldaki sakkaroz miktarı artmaktadır. Bu nedenle sakkaroz analizi tağşiş parametresi olarak yaygınlıkla kullanılmaktadır [98,100,101].

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), Avrupa Birliği Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'a göre balın fruktoz ve glukoz değerleri toplamı çiçek ballarında en az 60 g/100 g, salgı ballarında en az 45 g/100 g; fruktoz/glukoz değeri ise çiçek ballarında 0,9-1,4 aralığında (kestane 1,0-1,85, akasya 1,2-1,85, kekik 1,0-1,65), salgı ballarında ise 1,0-1,4 aralığında olmalıdır. Ayrıca balın sakkaroz değeri en fazla 5 g/100 g (*Robinia pseudoacacia*, *Medicago sativa*, *Banksia mezeisii*, *Hedysarum* spp., *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucryphia lucida*, *Eucyrphia milliganii* ve *Citrus* spp. ballarında 10 g/100 g), maltoz değeri ise en fazla 4 g/100 g olmalıdır [17,42,43].

Bal, şeker oranının yüksek olması nedeniyle çok doymuş bir çözeltilidir. Çok doymuş çözeltiler kararlı değildir ve içerisinde çözünen maddenin katı hale geçip çökmesiyle kararlı hale gelirler. Balda yüksek miktarda bulunan şekerlerden glukozun sudaki çözünürlüğü fruktozdan daha düşüktür. Bu nedenle bal içeriğindeki fazla glukozun kristalize olmasıyla kararlı hale gelir [102]. Balın içeriğinde bulunabilecek mikropartiküller (balmumu, polen, küçük kristal parçaları, hava kabarcıkları, toz vb.) katalizör görevi görerek kristalizasyonu hızlandırır [52,103,104]. Halk arasında kristalize olan balın sahte olduğuna dair yanlış bir algı vardır. Bu durum balın glukoz/fruktoz oranı ile ilgilidir ve balda kristalize olan katı çökelti glukoz monohidrattır [105,106]. Yani kristalizasyon tamamen kendiliğinden gelişen doğal bir süreçtir. Ham veya ısıl işlem görmemiş balların çoğu, zamanla kristalleşme eğilimindedir. Kristalizasyon sonucu balın sadece dokusu ve rengi değişmekte kimyasal yapısında bir değişiklik olmamaktadır [96]. Baldaki fruktoz oranı ne kadar yüksekse kristalizasyon eğilimi bir o kadar düşüktür [86,107]. Dolayısıyla botanik orijine bağlı olarak her bal farklı sürede kristalize olmaktadır. Bazı ballar kovandan hasat edildikten sonra birkaç hafta gibi kısa bir sürede kristalize olurken bazıları uzun süre kristalleşmeden kalabilir. Kristalleşme hızını ayrıca balın depolama sıcaklığı da etkilemektedir [32,96]. Balın kristalizasyonu için en uygun sıcaklık 10-15 °C (ideal sıcaklık 14 °C) olup, 10 °C altında kristalizasyon yavaşlamakta, 25 °C üzerinde ise bal kristalize olmadan kalmakta, 40 °C üzerinde ise balda oluşan kristaller çözülmeye başlamaktadır [96,106]. Ancak balın uzun süre 40 °C üzerinde ısıya

maruz kalması içerisindeki enzimlerin parçalanarak kalitesinin azalmasına, tat ve aroma kaybına ve ayrıca renginin koyulaşmasına neden olabilmektedir [96]. Balın kristalizasyonunu etkileyen bir diğer etmen ise baldaki glukoz-su oranıdır. Su içeriği düşük, glukoz oranı yüksek olan balların kristalize olma eğilimi daha yüksektir. Glukoz/su oranı 1,0'ın altında olan ballar daha geç kristalleşirken, bu oran 2,0'ın üzerine çıktığında kristalizasyon oldukça hızlanır veya bal tamamen kristalleşir [52,108,109].

Bal petek gözlerindeyken kristalize olmaz [110], Crane'e göre bunun nedeni balın sırlanmış kapalı petek gözlerinde nem, toz ve diğer kontaminantlardan korunmuş halde saklanmasıdır [103].

Balın kristalizasyonu esnasında ortaya çıkan en büyük problem üstte kalan akışkan fazın nem içeriğinin artmasıdır. Artan nem sebebiyle balın içerisinde doğal olarak bulunan ancak yüksek viskozitede aktivite gösteremeyen mayaların çoğalması için uygun ortam oluşmakta ve bu durum fermantasyonun başlamasına neden olmaktadır [98]. Bu nedenle yarı kristal haldeki ballarda depolama koşulları oldukça önem arz etmekte ve ballardaki kristalizasyon sürecinin kontrollü bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir [104].

2.3. Bal Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Yasal Mevzuatlar

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ortaklığıyla kurulan Kodeks Alimentarius Komisyonu (KAK) dünya genelinde gıda ile ilgili uygulamaların sağlık ve teknoloji yönünden standartlaştırılması için çalışmalar yapmaktadır. Bu amaçla oluşturulan "Kodeks Alimentarius Standartları" güvenilir gıda üretiminde tüm dünya ülkelerine referans sağlamaktadır [111,112]. Komisyonun bal için hazırlanmış olduğu Bal Standardı (CXS-12-1981) 1981 yılında kabul edilmiş, 1987 ve 2001'de revize edilerek bugün kullanıldığı halini almıştır [42,113]. Bu standartla balın sahip olması gereken palinolojik ve fizikokimyasal özelliklerin alt veya üst limitleri belirlenmiştir. Ülkeler bu standardı temel alarak, kendi sahip oldukları bal çeşitliliği ve bu balların özelliklerine göre bir takım değişiklikler veya eklemeler yapmak suretiyle ulusal mevzuatlarını oluşturmaktadırlar [113]. Avrupa Birliği Komisyonu da Kodeks

Alimentarius Bal Standardını esas alarak 2001 yılında kendi Bal Direktifi'ni (2001/110/EC) yayınlamıştır.

Ülkemizde ise T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği çerçevesinde hazırlanmış Bal Tebliği (Tebliğ No: 2020/7) bulunmaktadır. Tebliğin amacı balın doğru tekniklerle ve hijyen kurallarına dikkat edilerek üretilmesi, işlenmesi, depolanması, sevk edilmesi ve pazarlanması süreçlerinde uyulması gereken standartları açıklamaktadır [17]. Tebliğde ayrıca “Avrupa Birliği mevzuatına uyum” başlığı altında 2001/110/EC sayılı Bal Direktifi dikkate alınarak hazırlandığı belirtilmektedir. Diğer taraftan Türk Standartları Enstitüsü tarafından da TS 3036 standart numarası ile 2010 yılında yayımlanan Bal Standardı bulunmaktadır [18]. Ayrıca arıcılık, arı ürünleri ve arı ürünlerinin analizi ile ilgili TS 13356, TS 13357, TS 13359, TS 13360, TS 13363, TS 13364, TS 13365, TS 13366, TS 12272, TS 12393, TS 12437, TS 12723, TS 12910, TS 13102, TS 13126, TS 12120, TS 12231, TS 12064 numaraları ile yayımlanmış 18 adet standard daha vardır. TSE'nin iş programında da Çam Balı, Arı Zehiri ve Arı Zehiri Toplayıcısı Standardları bulunmaktadır [114].

2.4. Monofloral Ballar İçerisinde İhlamur Balının Yeri

Monofloral bal, arıların ağırlıklı olarak tek tür bitkiden nektar alarak ürettikleri, spesifik tat, renk ve aromaya sahip olan baldır. Önceleri polifloral ballar tüketici tarafından daha fazla tercih edilirken son yıllarda monofloral ballara olan eğilim artmaya başlamıştır. Monofloral balların kendine has bir aroması olduğundan tüketiciye seçme şansı tanımakta, özel tatlara karşı ilgisi olan kişilere hitap etmekte ayrıca balın kalitesi ve izlenebilirliği konusunda da tüketiciye güven vermektedir [113,115,116]. Ayrıca monofloral ballara olan ilginin artmasında Yeni Zellanda'da üretilen manuka balının dünya çapında bilinirliğinin artması ve terapötik özellikleriyle öne çıkması da etki sağlamış olabilir [117].

Ülkemizin sahip olduğu topografik yapı nedeniyle her bölgenin kendine özgü ekolojik koşulları ve iklimsel özellikleri vardır. Kuzeyden güneye veya doğudan batıya gidildikçe, çok kısa mesafelerde bile hem floral çeşitlilik hem de bitkilerin çiçeklenme dönemleri

farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle farklı bölgelerde çok farklı çeşitlilikte ballar üretilmektedir. Can ve arkadaşlarının “ülkemiz monofloral bal çeşitliliği açısından zengin ülkelerden biridir” [88] demesine rağmen Türkiye’de bitki çeşitliliğinin çok fazla olması nedeni ile üretim açısından monofloral balların polifloral ballardan daha zor temin edilebileceği bir gerçektir [2]. En fazla bilinen ve ticarete konu olan monofloral ballar ile bölgesel bazda bir değerlendirme yapıldığında, Karadeniz Bölgesinde kestane, ormangülü ve ıhlamur balları; Marmara Bölgesinde özellikle Trakya bölümünde ayçiçeği, kanola ve meşe balları, Şile, Ağva taraflarında ise kestane ve püren balı; Ege Bölgesinde salgı ballarından çam ve sedir balı, çiçek ballarından ise püren, hayıt ve kekik balları; Akdeniz Bölgesinde narenciye, lavanta, harnup, püren ve sedir balı; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde pamuk, narenciye ve maydanoz balları; Doğu Anadolu Bölgesinde ise geven ve üçgül balları üretilmektedir. Ancak bu balların üretim miktarları sınırlı olmasına rağmen polifloral bal üretimi her zaman monofloral bal üretiminden daha fazladır.

Ülkemizde üretilen bazı monofloral balların, botanik orijini belirtilerek etiketlenmesi ve satışa sunulabilmesi için içermeleri gereken minimum polen oranları TGK Bal Tebliği’nde verilmiştir. Tebliğe göre ballar; normal olan unifloral türler, yoğun olan unifloral türler, az olan unifloral türler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. İlk grupta yer alan ve temsil ettikleri bitkinin polenini en az %45 oranında içermesi gereken ballar; Geven (*Astragalus* spp.), püren/funda (*Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Erica* spp.), kanola (*Brassica napus* L.), yonca (*Medicago sativa* L.), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), üçgül (*Trifolium* spp.), hayıt (*Vitex* spp.) ve fazelya (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) ballarıdır. İkinci grupta yer alan kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve okaliptüs (*Eucalyptus* spp.) balları adını aldıkları bitkinin polenini en az %70 oranında içermelidirler. Son grupta yer alan ballardan yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) en az %15; narenciye (*Citrus* spp.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), kekik (*Thymus* spp., *Origanum* spp., *Tymbra* spp., *Coridathymus* spp.) en az %10; ıhlamur (*Tilia* spp.) en az %5 oranında temsil ettiği bitkinin polenini içermek zorundadır [17].

Monofloral ballarda botanik orijin tespitinin yasal bir zorunluluk haline gelmesi ile birlikte palinolojik analizler daha fazla önem kazanmıştır. Balın botanik orijini belirlemek palinolojinin en önemli alt dallarından biri olan melissopalinolojinin çalışma

alanına girmektedir. Melissopalinojik analizler, balın içeriğinde bulunan polenlerin mikroskop altında morfolojik özellikleri incelenerek tanınması temeline dayanmaktadır [20,118,119]. Dolayısıyla bu analizler uzmanlık ve alan tecrübesi isteyen, kişiye bağımlı, ayrıca zaman alan analizlerdir [20,120–122]. Son yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından alternatif yöntemler geliştirilmeye çalışılsa da hala en geçerli ve güvenilir yöntem melissopalinojik analizlerdir [123–126].

Ihlamur balının polen içeriğinin düşük olduğu ve monofloral ıhlamur ballarının az sayıda polen ile temsil edildiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [127–129]. Persano Oddo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kültürü yapılan bazı *Tilia* türlerinin steril olabileceği ve ballarının hiç *Tilia* poleni içermeyebileceği de rapor edilmiştir [130].

Ihlamur ballarının melissopalinojik ve fizikokimyasal özellikleri ile ilgili dünyada ve Türkiye’de yapılmış çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Türkiye’de üretilen 10 farklı monofloral bal ile yapılan bir çalışmada Kastamonu Azdavay’dan temin edilen ıhlamur balında *Tilia* spp. polen oranının %66 olarak saptandığı belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada yer alan ıhlamur balının bazı biyokimyasal değerleri; kül %0,32 ±0,03, elektriksel iletkenlik 0,70 ±0,06 mS/cm, nem %17,90 ±0,18, pH 4,56 ±0,01, asitlik 41,27 ±0,42 meq/kg, HMF 5,06 ±1,22 mg/kg, diastaz sayısı 17,9 ±0,00, invert şeker %74,08 ±0,74, sakkaroz %2,67 ±0,54 olarak bildirilmiştir [131].

Pehlivan ve Gül tarafından yapılan bir başka çalışmada; 2012 yılında Türkiye’nin farklı bölgelerinde üretilen 23 farklı monofloral balın ağır metal içerikleri incelenmiş ve Kastamonu Azdavay’da üretilmiş olan ıhlamur balının 0,12 mg/kg Pb, 0,48 mg/kg Zn, 2,97 mg/kg Fe, <0,0001 mg/kg Cd, 0,14 mg/kg Cu, 0,004 mg/kg Cr, 0,14 mg/kg Mn, 0,22 mg/kg Ni, <0,0001 mg/kg S içerdiği tespit edilmiştir [132].

Türkiye’nin farklı bölgelerinde üretilmiş 23 farklı monofloral balın antioksidan aktivitelerinin incelendiği bir başka çalışmada Ordu’da üretilmiş ıhlamur balının %66 oranında *Tilia* spp. poleni içerdiği tespit edilmiş olup, total fenolik içeriği 268,81 ±1,82

mg/100 g GAE, DPPH radikal yakalama kapasitesi $27,48 \pm 1,05$ mg/ml, Demir(III) indirgeyici antioksidan kapasitesi $0,0064 \pm 2,4 \times 10^{-5}$ mg/100 g bal, β -karoten içeriği ise $\%83.87 \pm 0.87$ OE olarak rapor edilmiştir. Diğer monofloral ballar ile karşılaştırıldığında ıhlamur balının ortalamasının üzerinde antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve en yüksek aktiviteyi Demir (III) indirgeyici antioksidan kapasitesi ile gösterdiği bildirilmiştir [133].

Çelebioğlu ve arkadaşları Balıkesir-Edremit ormanlarında 10 farklı aralıkta üretilmiş ıhlamur ballarını en iyi bilinen probiyotikler olan *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Lactobacillus rhamnosus* GG büyüme ortamına ekleyerek probiyotik özelliklerine etkisini incelemiş, insan göğüs ve kolon kanseri hücre hatları üzerindeki in-vitro sitotoksik etkisini gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda büyüme ortamına ıhlamur balı eklenen laktobasillerin büyüme hızının ve probiyotik özelliklerinin arttığı dolayısıyla bal tüketiminin laktobasillerin büyümesini modüle ederek kanser gelişimini azaltabileceği rapor edilmiştir [134].

Persano Oddo ve arkadaşlarının İtalya monofloral balları ile yaptıkları çalışmada 14 farklı monofloral bal çeşidi organoleptik, mikroskobik ve fizikokimyasal parametreler yönünden incelenmiştir. Toplamda 40 ıhlamur balının incelendiği çalışmada ıhlamur ballarının polen yüzdelerinin çok düşük ve TPS-10 g değerlerinin de 20.000'in altında olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ıhlamur ballarının akışkan haldeyken su beyazı, kristalize haldeyken beyaz-krem renkte olduğu, yavaş granülasyon gösterdiği ve kristal yapısının düzensiz olduğu, koku ve tat özelliklerinin ise yoğun, taze, mentollü, yumuşak, çok kalıcı olduğu belirtilmiştir. ıhlamur ballarının fizikokimyasal özellikleri ise; renk 43 ± 17 mm Pfund, elektriksel iletkenlik $0,67 \pm 0,12$ mS/cm, kül $\%0,30$, nem $\%16,9 \pm 0,8$, HMF $4,2 \pm 2,4$ mg/kg, diastaz sayısı $17,9 \pm 5,3$, pH $4,4 \pm 0,3$, toplam asitlik $24,6 \pm 8,7$ meq/kg, fruktoz $38,3 \pm 4,0$ g/100 g, glukoz $30,3 \pm 2,2$ g/100 g, F/G $1,27 \pm 0,13$, F+G $68,7 \pm 5,2$ g/100 g, sakkaroz $\%0,1 \pm 0,1$ g/100 g, maltoz $1,3 \pm 0,7$ g/100 g, izomaltoz $1,1 \pm 0,4$ g/100 g olarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak çalışmada ıhlamur balının fizikokimyasal değerler üzerinden tanımlanmasının zor olduğu, analiz değerlerinde varyasyonun fazla olduğu ve polen oranının da düşük olması nedeniyle balın tanımlanmasında organoleptik analizlerin en önemli teşhis kriteri olabileceği belirtilmiştir [130].

International Honey Commission (IHC) çatısı altında 11 ülkeden 20 laboratuvar ve 28 araştırmacının dahil olduğu çalışma grubu, Avrupa’da üretimi yapılan temel monofloral balların kalite kriterlerini belirlemek ve her bir bal için ayrıntılı tanımlayıcı şablon oluşturmak amacıyla bir araya gelmişlerdir. Bu çalışma grubu farklı ülkelerden gelen toplam 261 ıhlamur balına ait analiz verilerini bir araya getirip değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda ıhlamur ballarının dominant polen oranı ortalama %22,9 ±16,6, TPS-10 g değerinin ise ortalama 15.800 ±9.600 olduğu tespit edilmiş ve buna bağlı olarak ıhlamur balının az polenle temsil edilen bir bal çeşidi olduğu rapor edilmiştir. Ihlamur türlerinin nektarın yanı sıra ağaç üzerinde yaşayan *Eucallipterus tiliae* gibi bitki afitleri vasıtasıyla balçığı üreterek bal üretimine katkı sağladığı bildirilmiştir. Bu çalışmada *Tilia* ballarının diğer ballar ile karşılaştırıldığında ortalama fizikokimyasal değerlere sahip olduğu ancak elektriksel iletkenlik açısından nektar ballarına göre daha yüksek değerler gösterebildiği de belirtilmiştir. Ayrıca bazı numunelerde sakkaroz içeriğinin de 5 g/100 g’ı aştığı gözlenmiştir. Çalışmada ıhlamur balına ait ortalama fizikokimyasal değerler; renk 33,3 ±13,1 mm Pfund, elektriksel iletkenlik 0,62 ±0,12 mS/cm, pH 4,4 ±0,3, serbest asitlik 20,8 ±7,7 meq/kg, nem %16,9 ±1,2, diastaz sayısı 16,8 ±3,4, prolin 352 ±102 mg/kg, fruktoz 37,5 ±2,9 g/100 g, glukoz 31,9 ±2,5 g/100 g, sakkaroz 1,2 ±1,9 g/100 g, F+G 69,5 ±4,0 g/100 g, F/G 1,18 ±0,12 olarak rapor edilmiştir [135].

Romanya’nın kuzeydoğusunda üretilen 9 akasya, 9 ıhlamur, 9 ayçiçeği ve 9 salgı balı numunesi ile yapılan çalışmada ıhlamur ballarının polen spektrumu *Tilia europaea*, *Brassica napus*, *Helianthus annuus*, *Galium* spp. ve *Trifolium* spp. olarak saptanmıştır. Bu balların ıhlamur poleni oranları ise %31,2-87,4 aralığında saptanmıştır [93].

Romanya’nın kuzeydoğusunda yer alan Suceava, Neamt ve Iasi şehirlerinde 2020 yılında üretilen 22 farklı ıhlamur balı ile yapılan bir başka çalışmada ıhlamur ballarının fruktoz içeriğinin %31,94-35,22, glukoz içeriğinin %26,76-33,15 ve sakkaroz içeriğinin ise %0-2,20 aralığında bulunduğu bildirilmiştir [136].

Moise tarafından yapılan bir başka çalışmada Romanya’da üretilen kişniş (*Coriandrum sativum*), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), karışık çiçek, ıhlamur (*Tilia* spp.) ve

salgı balları incelenmiş ve ıhlamur balının nem oranı %18,4, kuru madde miktarı %82,1, serbest asitlik değeri 2,9 meq/kg, diastaz sayısı ise 10,9 olarak tespit edilmiştir [137].

Litvanya'nın balları ile yapılan bir çalışmada ülkenin güneyindeki Dzūkija Ulusal Parkı ve doğusundaki Armona Jeolojik Rezervi'nde üretimi yapılan ıhlamur ballarının %79,0 ve %53,9 oranında *Tilia cordata* Mill poleni içerdiği tespit edilmiştir. Monofloral ıhlamur ballarında ıhlamur polenin yanı sıra sekonder oranda *Brassica napus* L. ve minör/eser oranda *Rubus idaeus* L., *Carum carvi* L., *Trifolium repens* L., *Salix* spp., *Ribes* L., *Sinapis arvensis*, *Cerasus* Mill. polenlerine ve bir numunede de eser oranda balçığı elementine rastlanmıştır [138].

Romanya'nın kuzeydoğusunda 2012 yılında elde edilen 30 akasya, 12 ıhlamur ve 8 ayçiçeği balı ile yapılan çalışmada ıhlamur ballarının dominant olarak ortalama %63,5 *Tilia europaea* poleni, minör ve eser oranda *Brassica napus*, *Heliathus annuus* ve *Galium* spp. poleni içerdiği saptanmıştır. ıhlamur ballarına ait fizikokimyasal analiz sonuçları; nem %17,96 ±1,56, elektriksel iletkenlik 0,668 ±0,081 mS/cm, HMF 18,70 ±4,96 mg/kg, Fruktoz %40,98 ±1,38, Glukoz %32,61 ±1,64, F/G 1,29 ±0,05 olarak bildirilmiştir. Bu ballar uçucu bileşenler bakımından incelendiğinde ıhlamur ballarının akasya ve ayçiçeği ballarından farklı olarak 3-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butenal, 1-(4-methyl-phenyl)-ethanone, 3-hepten-2-one, dimethyl disulfide, borneol, carvacrol ve α -terpinene bileşiklerini içerdiği ancak bunların hepsinin marker olarak kullanılamayacağı bildirilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada akasya ballarının uçucu bileşen içeriği 3,92 μ g/100 g, ayçiçeği ballarının uçucu bileşen içeriği 8,66 μ g/100 g ve ıhlamur ballarının uçucu bileşen içeriği 10,11 μ g/100 g olarak bulunmuş ve bu durum ıhlamur balının diğer ballara göre daha kokulu ve aromatik bir bal olması ile ilişkilendirilmiştir [139].

Fransa'da üretilen 10 adet ıhlamur ve 10 adet kestane balı ile yapılan çalışmada ıhlamur ballarının polen oranı %5-23 aralığında tespit edilmiş olup aroma bileşenlerinden ethylmethylphenol, estragole ve carvacrol ıhlamur balları için marker olarak önerilmiştir [140].

Radovic ve arkadaşları tarafından monofloral ballardaki spesifik aroma bileşiklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 7 akasya, 3 ökaliptus, 8 püren, 2 lavanta, 4 ıhlamur 4 kanola, 2 biberiye ve 4 ayçiçeği balı analiz edilmiş ve 2'si Almanya, 2'si Hollanda menşeli ıhlamur balları için 2-Pentanone, acetoin, furfural, 4-Methylacetophenone, methyl isopropylbenzene, dimethylstyrene marker bileşikler olarak önerilmiştir [141].

Ratiu ve arkadaşlarının 10 farklı ülkeden gelen 18 farklı bal çeşidiyle yaptıkları çalışmada ıhlamur balının Pfund skalasına göre 68,01 mm değerinde ve açık amber renginde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında incelenen ıhlamur balının fizikokimyasal özellikleri; pH 4,02 ±0,01, asitlik 23,0 meq/kg, elektriksel iletkenlik 0,678 ±0,03 mS/cm, antioksidan aktivite 4,46 ±0,1 olarak tespit edilmiştir [91].

Majewska ve arkadaşları Polonya'da üretilen karabuğday, ıhlamur, kanola ve akasya ballarından oluşan 38 monofloral bal örneği ile yaptıkları çalışmada 15 adet ıhlamur balının ortalama fizikokimyasal özelliklerini; nem %19,1, elektriksel iletkenlik 398 mS/cm, kül %0,17, serbest asitlik 37,8 meq/kg ve pH 4,11 olarak bildirmişlerdir. Bu analiz sonuçlarını kemometrik olarak değerlendirdiklerinde elektriksel iletkenlik ve kül içeriğinin ıhlamur ve karabuğday ballarının botanik kökenini belirlemede kullanılabilecek en güvenilir belirteçler olduğunu tespit etmişlerdir [51].

İspanya, Romanya ve Çekya ülkelerinde üretilen ıhlamur, akasya ve ayçiçeği balları ile yapılan bir çalışmada 20'si ıhlamur balı olan 80 ham bal örneği incelenmiş ve Romanya'da üretilen ıhlamur ballarının fizikokimyasal parametreleri; HMF 7,1 ±6,5 mg/kg, diastaz sayısı 8,8 ±0,9, nem %17,5 ±0,12, iletkenlik 0,50 ±0,08 mS/cm, renk 37,3 ±3,9 mm Pfund, glukoz %29,7 ±0,8, fruktoz %41,3 ±1,6, sakkaroz %0,9 ±0,4, F/G 1,3 ±0,1 iken Çekya'da üretilen ballarda HMF 18,8 ±14,9 mg/kg, diastaz sayısı 14,6 ±5,2, nem %16,4 ±1,05, iletkenlik 0,80 ±0,12 mS/cm, renk 42,2 ±17 mm Pfund, glukoz %33,1 ±1,4, fruktoz %41,9 ±1,4, sakkaroz %1,5 ±0,1, F/G 1,2 ±0,03 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda *Tilia* ballarının iletkenlik değerinin yüksek olması, bu balın *Calluna*, *Erica* veya *Arbutus* balları gibi mineral içeriğinin yüksek olması ile ilişkilendirilmiş ve bu kritere göre değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca karvakrol ve α -terpinen uçucu bileşiklerinin *Tilia* balları için önemli birer belirteç olduğu tespit edilmiştir [77].

Kropf ve arkadaşları tarafından Slovenya’da 2004-2006 yılları arasında üretilen 55 yalancı akasya, 30 ıhlamur ve 37 kestane balı ile yapılan çalışmada toplam 122 bal numunesi incelenmiştir. Ihlamur ballarının botanik orijin tespitinde minimum ıhlamur poleni oranı %20 kabul edilmiştir. Ihlamur ballarının coğrafi orijine göre sınıflandırılmasında elektriksel iletkenlik ve kül değerlerinin lineer diskriminant analizi ile etkin bir şekilde kullanılabilceği tespit edilmiştir [142].

Romanya’nın Suceava şehrinde üretilen akasya, ıhlamur, ayçiçeği, salgı ve karışık çiçek ballarından oluşan toplam 50 numune ile yapılan çalışmada ıhlamur ballarında bulunan *Tilia europaea* polen oranı ortalama %64,5 (%min. 62,1–maks. 69,8) iken bunun yanında ikincil olarak *Brassica napus* (%10,2, %min. 8,8–maks. 11,5) ve *Helianthus annuus* (%2,3, %min. 1,5–maks. 3,2) polenleri ve eser miktarda *Galium* ile *Trifolium* poleni tespit edilmiştir. Ihlamur balının fizikokimyasal parametreleri ise; nem %17,8 (min.16,9–maks. 18,8), pH 5,5 (min. 5,0–maks. 6,4), serbest asitlik 6,63 (min.1,91– maks. 11,34) meq/kg), elektriksel iletkenlik 549,3 (min. 450,6–maks. 647,9) μ S/cm, kül %0,27(min. 0,22–maks. 0,32) olarak rapor edilmiştir. Toplam fenolik içerik bakımından ıhlamur balının diğer ballara göre en yüksek değere (6,87 mg/100 g) sahip olduğu belirtilmiştir. Ihlamur balını, salgı balı (4,22 mg/100 g), ayçiçeği balı (3,88 mg/100 g), karışık çiçek balı (3,42 mg/100 g) ve son olarak akasya balının (2,47 mg/100 g) takip ettiği bildirilmiştir [92].

Kadar ve arkadaşları İspanya, Romanya ve Çekya’da 2009 yılında üretilen 5 ayçiçeği, 5 ıhlamur ve 5 akasya balının biyokimyasal özelliklerini ortaya çıkarmışlardır. Bu çalışmada ıhlamur balının diastaz sayısı 15,82, HMF 14,53 mg/kg, nem %16,44, iletkenlik 0,71 μ S/cm, renk 45,89 Pfund, glukoz 29,90 g/100 g, fruktoz 40,14 g/100 g, sakkaroz ise 1,72 g/100 g olarak rapor edilmiştir [143].

Hırvatistan’da üretilen ıhlamur, göknar salgı ve adaçayı ballarının uçucu profilini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; α,α -4-trimethylbenzenemethanol (p-cymen-8-ol), 4-(1-methylethyl) benzenemethanol (p-cymen-7-ol), methylstyrene, 4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone (diacetone alcohol), verbenol, p-mentha-1,5-dien-8-ol, 4-(1-methylethyl) benzaldehyde (cumin aldehyde), 4-methyl-1-(1-methylethyl) bicyclo [3.1.0]hexen-2-one (umbellulone), 4-hydroxybenzenemethanol, 2,3-dimethyltricyclo

[2.2.1.02,6] heptane-3-methanol (teresantalol), 2-methyl-6-(2-propenyl) phenol (6-allyl-o-cresol), 5-methyl-2-(1-methylethylidene)cyclohexanone (pulegone) ve 2-xylylethanolün ıhlamur balları için karakteristik olabileceği önerilmiştir [144].

Romanya'nın Suceava, Botosani ve Vaslui şehirlerinde üretilen akasya, ıhlamur, ayçiçeği ve karışık çiçek ballarının ağır metal konsantrasyonunu belirlemek ve bu elementlerin botanik orijin tespitinde kullanılıp kullanılmayacağını araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, ıhlamur ballarının As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, ve Zn içerikleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda ıhlamur balının 6,9 µg/kg As, 3,81 µg/kg Cd, 49,40 µg/kg Cr, 335,42 µg/kg Cu, 28285,4 µg/kg Fe, 1,25 µg/kg Hg, 2528,8 µg/kg Mn, 325,4 µg/kg Ni, 78,0 µg/kg Pb ve 3870,7 µg/kg Zn içerdiği bildirilmiştir. Bu sonuçlar Lineer Diskriminant Analizi ile değerlendirildiğinde ıhlamur ballarının botanik orijin tespitinde %69,6 etkinlikle kullanılabilceği rapor edilmiştir [145].

Bulgaristan'da 2006-2009 yılları arasında üretilen monofloral balların palinolojik ve element içeriğini tespit etmek için yapılan çalışmada ıhlamur ballarının monofloral polen oranı %36,8-87,8 aralığında, TPS-10 g değeri ise ortalama 17.670 olarak tespit edilmiş olup; Bulgaristan Bal Standardında monofloral ıhlamur balları için kabul edilen alt limit %30 olarak rapor edilmiştir. Çalışmada ayrıca, ıhlamur balının renk özelliklerinin açık amberden koyu ambere değişebildiği, fizikokimyasal parametreleri ise nem %17,1, pH 4,07, elektriksel iletkenlik 0,689 mS/cm olarak belirtilmiştir. ıhlamur balının element içeriği K > Ca > P > S > Mg > Na > Mn > Fe > Zn > Al > Sr > Cu şeklinde sıralanmış olup, incelenen ballar (*Robinia*, salgı, *Lotus*, *Vicia*, *Sophora*, *Amorpha*, *Helianthus*, *Brassica napus*, *Prunus*, *Paliurus spina-christi*, *Stachys*, *Castanea sativa*, *Coriandrum*, *Daucus*, *Salix* balları) içerisinde en yüksek pH ve elektriksel iletkenlik değerine ayrıca en yüksek Ca, K, Mg, Mn, S, Sr ve Zn içeriğine sahip bal çeşidinin ıhlamur balı olduğu bildirilmiştir [146].

Tomczyk ve arkadaşları tarafından Polonya ve Slovakya ballarını karşılaştırmak için yapılan çalışmada her bir ülkeden 10 karışık çiçek, 5 akasya, 5 ıhlamur, 5 kanola ve 5 orman balı incelenmiş ve her iki ülkeden gelen ıhlamur balının antioksidan ve

fizikokimyasal parametreler açısından en fazla farklılık gösteren bal çeşidi olduğu tespit edilmiştir [147].

Bulgaristan'da 2001 yılında üretilen ıhlamur balları ile yapılan çalışmada ıhlamur ballarının dominant polen oranı %77,5-71,8 aralığında 10 gram baldaki toplam polen sayıları ise 9.870 -13.460 aralığında bulunmuştur. Ihlamur ballarında ayrıca Brassicaceae, *Helianthus annuus*, Apiaceae, *Trifolium* tip, *Cirsium/Carduus* tip, *Achillea* tip, *Trifolium repens* tip, *Robinia* ve *Mentha/Lavandula* tip polenlere rastlanmıştır. Ihlamur ballarının diastaz sayısı ise 22,4-16,7 aralığında tespit edilmiştir [148].

Scripca ve Amariei'nin Romanya'nın Suceava şehrinde üretilen balların fizikokimyasal parametrelerinin kristalizasyon süreci ve kristal boyutu üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada; ıhlamur ballarının kristalizasyon sürecini ve kristal boyutunu en fazla etkileyen parametrenin fruktoz içeriği ve ikinci sırada nem olduğu belirtilmiştir [149].

Hırvatistan'nın farklı bölgelerinde 2009-2011 yılları arasında üretilen 74 akasya, 50 ıhlamur ve 50 kestane balının botanik ve coğrafi kökeninin mineral içeriği üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada ıhlamur balının mineral içeriği kestane balından düşük, akasya balından yüksek bulunmuştur. Ayrıca ICP-MS tekniğinin balın botanik ve coğrafi kökeninin tespitinde rutin olarak kullanılabilir uygun bir analiz metodu olduğu belirtilmiştir [150].

2.5. Ihlamur Türlerinin Türkiye ve Dünyadaki Durumu

Tilia L. cinsinin dünya genelinde 23 türü bulunmakta olup Avrupa, Batı ve Doğu Asya ile Kuzey ve Orta Amerika'da yayılış göstermektedir [151]. Bu türlerden 4 tanesi ülkemizde doğal olarak yetişmektedir.

Ülkemizde bulunan *Tilia* cinsine ait taksonlar, basit yapraklı olup yaprak kenarları dişli veya testere dişlidir. Yaprakta bulunan basit veya kalkan şeklindeki tüyler, yaprak tabanı

şekli, çiçek durumundaki çiçeklerin ve çiçeklerdeki stamenlerin sayısı tür ayrımı yapılmasında kullanılan önemli karakterlerdir [152].

Tilia tomentosa Moench (*Tilia argentea* DESF. EX DC (Syn)), yaprak ayasının alt yüzünün gümüşü renkte sık tüylerle örtülü olması nedeniyle gümüşü ıhlamur olarak bilinmektedir [153,154]. Marmara Bölgesi, Batı Karadeniz Bölümü, Asıl Ege Bölümü, ve Adana Bölümü'nde yayılış göstermekte olup, Avrupa-Sibirya elementidir [152,155].

Tilia rubra DC. subsp. *caucasica* (Rupr.) V.Engl., Güney Marmara, Asıl Ege ve Erzurum-Kars Bölümleri ile Karadeniz Bölgesinde bulunur [152,155]. Yöresel adı felamur olarak bilinir [155]. Öksin elementidir [153].

Tilia platyphyllos subsp. *platyphyllos* Scop. Türkçe adı yaz ıhlamurudur. Çatalca-Kocaeli, Güney Marmara, Doğu Karadeniz ve Antalya Bölümlerinde doğal olarak yayılış gösterir [155].

Tilia cordata Mill. en geç çiçek açan (temmuz) ıhlamur olması sebebiyle kış ıhlamuru veya küçük yapraklı ıhlamur olarak bilinir [153,154]. Bazı kaynaklara göre Türkiye'de doğal yayılışı yoktur, park ve bahçelerde süs ağacı olarak yetiştirilmektedir [155]. Ancak diğer kaynaklarda İstanbul-Tekirdağ sınırındaki Karadeniz'e dökülen bazı akarsuların çevresinde birkaç lokalitede var olduğu bildirilmiştir [151,153].

ıhlamur ağaçları yaz aylarında (haziran-temmuz) çiçek açar ve bol miktarda polen ve nektar üretirler. Çiçeklenme döneminde devam eden çok güçlü kokuya sahip çiçekleri vardır. Bir çiçek kurulumunda 4-40 çiçek bulunabilir ve bu çiçekler farklı zamanlarda açarak bir çiçek kurulu içerisinde çiçeklenmenin her safhasından çiçeklerin gözlenebilmesine olanak tanır. Anderson'ın bildirdiğine göre; ıhlamur çiçekleri ilk kez öğleden sonra geç saatlerde açılır ve 24 saat boyunca önemli miktarda polen sağlar ve çiçeğin tamamen açıldığı ve stigmanın olgunlaştığı ikinci gün nektar üretmeye başlar [156,157]. *Tilia cordata*'nın bir tane çiçeği 43.000 polen tanesi üretebilirken bir çiçek kurulu 200.000 polen üretebilmektedir [158].

Ihlamur bitkisinin eski dünyadaki yaygın olarak kullanılan bir diğeri adı “arı ağacı”dır. Çünkü ihlamurun en önemli ziyaretçileri ve polinatörleri arılardır. Arılar dışında çeşitli gündüzcül (diurnal) ve gececil (nocturnal) türler tarafından da ziyaret edilmektedirler [156]. Argoti yaptığı çalışmada *Tilia americana*, *T. cordata*, *T. tomentosa* ve *T. platyphyllos* türlerinin ziyaretçilerini gözlemlemiş ve 2014 yılında ziyaretçilerin %69’unun bal arıları, %8’inin ise bombus arıları; 2015 yılında ise %84’nün bal arıları %13’ünün ise bombus arıları olduğunu rapor etmiştir. Haliktidler, eşek arıları ve dipterler ise diğeri tozlaştırıcılar olarak bildirilmiştir [157].

2.6. Nektar ve Nektaryum

Nektar, böceklerle ya da kuşlarla tozlaşan bitkilerde nektar bezlerinden veya nektaryumlardan salgılanan şekerli bir sıvıdır. Nektar terimi ilk defa M.Ö. 70-19 yılları arasında yaşamış, aynı zamanda arıcılık da yapan ünlü Romalı şair Virgil tarafından arıların çiçeklerden emdiği sıvı için kullanılmıştır. Nektaryum terimi ise ilk kez 1735 yılında Linnaeus tarafından ortaya atılmıştır [159]. Bal arıları bu şekerli sıvıyı karbohidrat kaynağı olarak toplayıp, kovana getirmekte ve olgunlaştırarak bala dönüştürmektedir.

Nektar içeriğinin büyük bir kısmını (yaklaşık %80’e kadar) çeşitli oranlarda çözünmüş şekerler oluşturur [98]. Bu şekerler temelde sakkaroz ile onun bileşenleri olan glukoz ve fruktozdur. Bu üç çeşit şeker dışında az miktarda da olsa maltoz, ksiloz, melezitöz, trehaloz, melibiyoz, rafinoz ve rhamnoz da nektarın yapısında bulunur [2]. Nektarın ve nektardan üretilen balın kendine has özelliklerine ve aromasına asıl katkıyı sağlayan nektar içeriğindeki organik asitler, eterik yağlar, eser miktardaki reçine gibi diğeri maddelerdir [159]. Nektar içerisinde ayrıca su, çeşitli iyonlar, aminoasitler, düşük moleküler ağırlıklı çözünebilir proteinler, enzimler, lipidler, alkaloidler ve fenoller gibi toksik bileşikler, antibiyotikler ve antioksidanlar bulunmaktadır [160].

Bal arıları, bazı bitkilerin nektarını daha fazla tercih etmektedir. Bu tercihi; çiçeğin yapısı, korolla rengi, nektar miktarı, nektarın içeriğindeki şeker ve aminoasit kompozisyonu gibi değişkenler etkilemektedir [161]. Bal arısının nektar tercihinde şeker konsantrasyonu da çok önemlidir. Fruktoz bakımından zengin olan nektarı bal arıları daha çok tercih

etmektedir [162]. Rabinowitch ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada *Capsicum annuum* bitkisinin nektar hacmi ve şeker konsantrasyonu arasında yüksek korelasyon olduğu belirlenmiştir [163].

Nektar, kök hariç bitkinin hemen hemen tüm organlarından salgılanabilir [164]. Nektaryumlar bitkide buldukları yere göre çiçekte ise floral nektaryum, çiçek dışındaki bir organelde ise ekstra floral nektaryum olarak adlandırılır. Ekstra floral nektaryumlara sahip bitkiler; çoğunlukla karıncalar, parazitoidler ve predatörler tarafından ziyaret edilirken floral nektaryuma sahip bitkiler en fazla arılar ve onların yakın akrabası olan diğer Hymenoptera, Diptera ve Lepidoptera takımı üyeleri tarafından ziyaret edilirler [160,164].

Nektar, polinatörler ve çiçekli bitkiler arasındaki mutualist ilişkide anahtar rol oynamaktadır. Bitkiler, polenlerinin taşınması için nektarı bir ödül olarak tozlaştırıcılarına sunmaktadırlar [165]. Angiospermilerin çoğu ve bazı Gymnosperm türleri, floral nektar salgılayarak nektar ile beslenen böcek veya omurgalı polinatörleri kendisine çeker ve neslinin devamı için etkili bir polinasyon sağlar [165,166]. Örneğin; Orchidaceae familyasında nektarlı türlerin nektarsız türlere göre meyve tutumunda daha başarılı olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur [167]. Bazı angiospermiler, gymnospermiler ve 100'den fazla eğrelti ailesi ise ekstrafloral nektar salgılayarak karıncalar, parazitoidler ve diğer predatörleri kendine çekerken, herbivorlara karşı da dolaylı bir savunma görevi yapar [164]. Bazı ekstrafloral nektarlar çiçek durumları içerisinde bulunabiliyor olsa da (tozlaşmaya dair bir görevi yoktur) nektarın salgılandığı yer ile fonksiyonu birbiriyle örtüşmektedir [168].

Nektar ve nektaryumlar sahip oldukları sistematik öneme rağmen bitki bilimciler tarafından çok fazla çalışılmamıştır. Nektar içerisinde bulunan yeni madde grupları tespit edilmeye devam edilmektedir [160]. Hatta sentez ve salgılanma mekanizması hakkında daha da az şey bilinmektedir [164]. Son yıllarda artan çalışmalarla birlikte; nektarın salgılanma mekanizması, bitki grupları arasındaki farklılıkları, nektar ve vektör/predatör arasındaki ilişkileri aydınlatmak için çeşitli projeler yapılmaktadır [169–171].

Nektaryumlar, bitkide buldukları yer, sahip oldukları yapı ve muhtemel salgılama mekanizmaları açısından da son derece çeşitlilik gösterebilirler. Bazen nektaryumlar dışarıdan görülebilen herhangi bir yapıya sahip olmayabilir bu durumda sadece nektarın bitki yüzeyinde görüldüğü alanlar olarak tanımlanabilirler. Bazen de anatomik olarak farklı ve oldukça göze çarpan kompleks yapılar oluşturabilirler. Nektaryumların yapısı ve bitkide buldukları yer neresi olursa olsun araştırmacıların ortak görüşü nektaryumların fluem, ksilem veya her ikisiyle birden bağlantılı olabileceği yönündedir [2,166,172]. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda bazı nektaryumların iletim dokusuyla bir bağlantısının olmayabileceği de ortaya konmuştur [164,173]. Nektaryumlar farklılaşmış bir epidermis tabakasına ve özelleşmiş bir parankimaya sahiptir. Bu özelleşmiş parankima hücreleri genellikle küçük olup, yoğun granüler bir sitoplazma ve nispeten büyük nükleus içerirler [172].

Nektar, nektaryumdan dışarıya dejenere olmuş stoma veya trikom adı verilen salgı tüyleri vasıtasıyla çıkabilir. Nektar, açılıp kapanma özelliğini kaybetmiş bir stoma tarafından da salgılansa, Malvaceae ve bazı Cucurbitaceae üyelerinde olduğu gibi salgı tüyleri vasıtasıyla da salgılansa ya da *Helleborus*'daki gibi tek bir hücrenin dejenerasyonu ile oluşan nektaryumdan da salgılansa salgılanma şeklinden bağımsız olarak her zaman mikro damlalar şeklinde nektaryum yüzeyine ulaşır. Salgılanan bu mikro damlalar birleşerek daha büyük nektar damlalarını oluşturur [160].

Mevcut literatür kaynakları *Tilia* türlerinde nektarın, sepal tabanında bulunan çok sayıda salgı tüyü vasıtasıyla salgılandığını bildirmektedir [174–177]. *Tilia cordata*'da salgı tüyleri sepalin adaksiyal bazal yüzeyinde, yoğun bir şekilde kümelenmiş halde bulunur. Salgı tüylerinin üzeri kamçı şeklinde nonglandular tüylerle kaplıdır. Klavat şekilli salgı tüyleri çok hücreli bir kafa, birkaç hücreden oluşan bir sap ve birkaç hücreli bir tabandan oluşmaktadır [175]. Malvaceae familyasının diğer bazı üyelerinde de benzer lokasyonlarda benzer salgı tüyleri çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir [178–181].

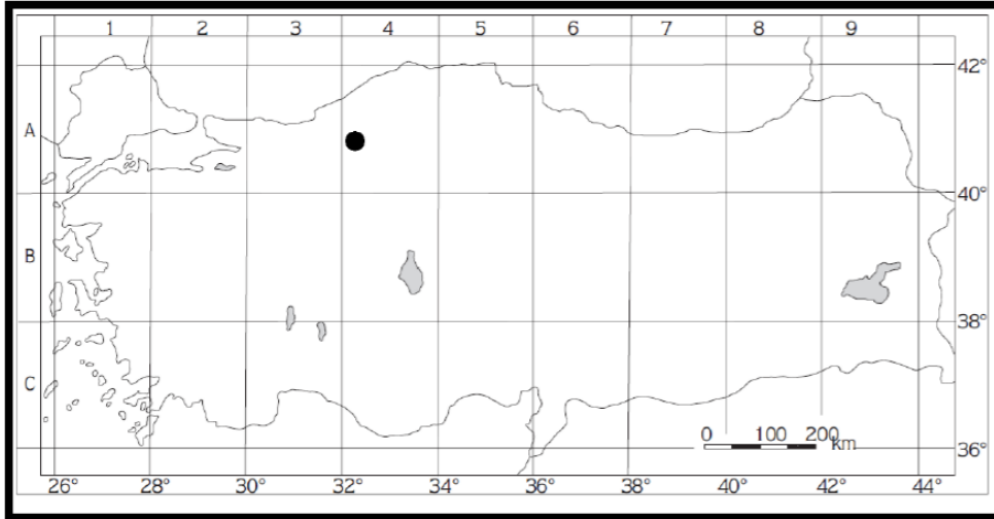
Tilia salgı dokusunda bulunan parankimatik hücrelerde depolanmış nişastaların varlığı, nektar sentezi esnasında bu nişastaların karbohidrat kaynağı olarak kullanıldığını

göstermektedir. Nektar üretimi esnasında bu nişastalar hidrolize olup bileşenleri nektar yapısına katılmaktadır [175].

Tilia cordata sepalinde ayrıca iki çeşit non-glandular örtü tüyü bulunmaktadır. Bu tüyler, nektarın buharlaşarak uçmasını veya sepalden dışarıya akmasını engellemektedir [175].

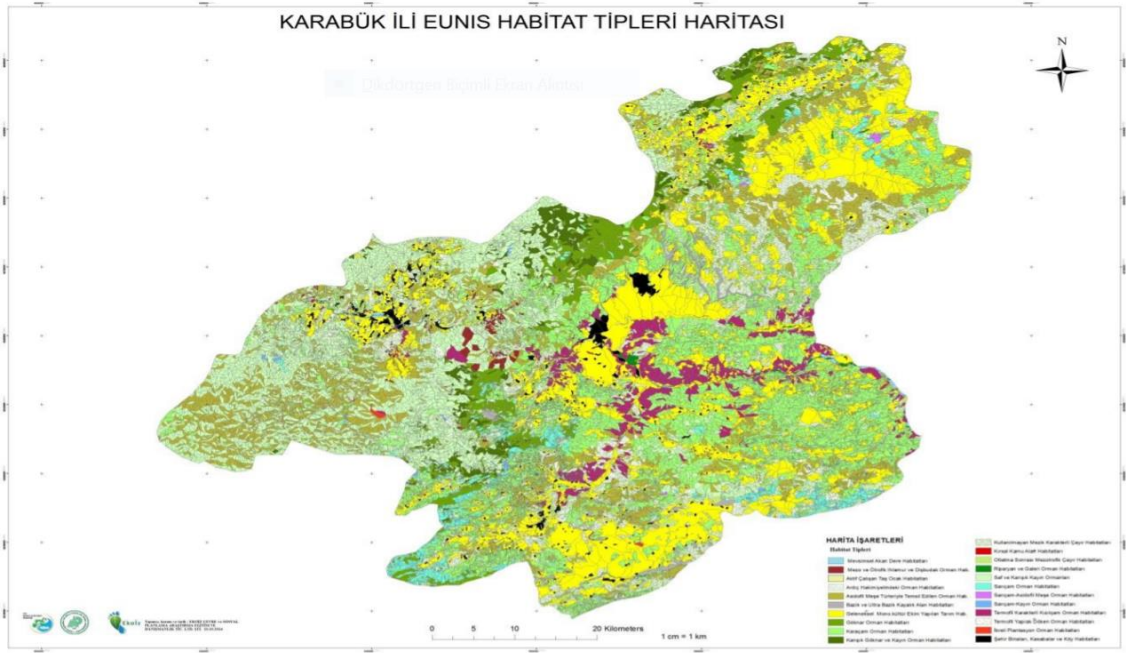
2.7. Araştırma Alanı

Karabük İli coğrafi olarak Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümünde, fitocoğrafik olarak ise Avrupa-Sibirya bölgesinin öksin provensinde yer almaktadır. Ayrıca Davis'in kareleme sistemine göre A4 karesi içinde bulunmaktadır (Şekil 2.1) [182].



Şekil 2.1. Yenice'nin Türkiye Florası Grid Kareleme Sistemindeki Yeri (A4 karesi) [183]

İlin yüzölçümü 4.145 km² olup bu alanın 271.403 hektarını ormanlık alanlar, 93.020 hektarını tarım arazileri, kalan kısmını ise meralar, yerleşim bölgeleri ve diğer alanlar oluşturmaktadır (Şekil 2.2). İlin %65,48'i ormanlarla kaplıdır [184].

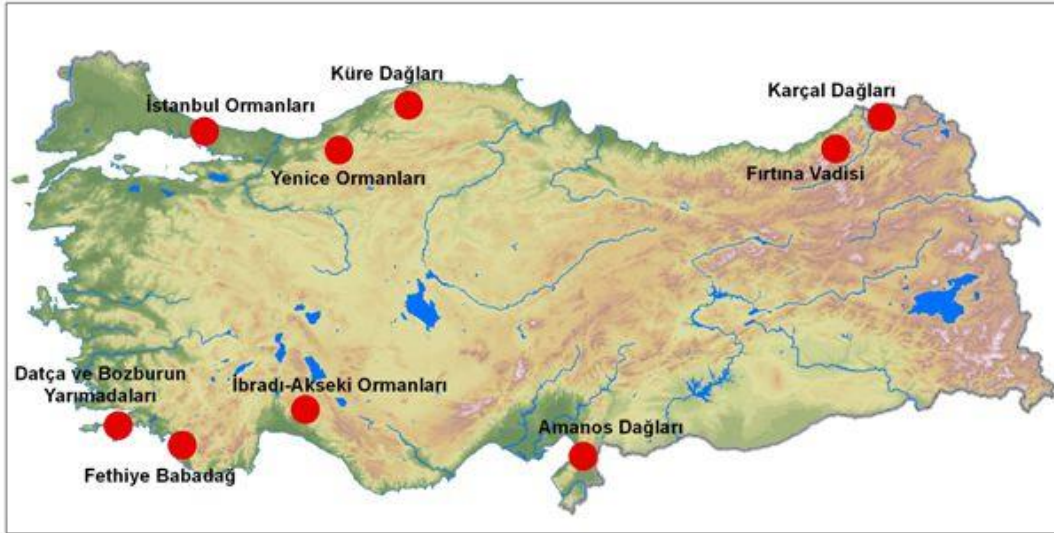


Şekil 2.2. Karabük Habitat Tipleri Haritası [185]

Karadeniz Bölgesi'nin batısında yer alan Karabük'te kısmen Karadeniz ikliminin etkisi görülse de iç kesimlerde kaldığı için Karadeniz'in nem etkisi azalmakta ve karasal iklimin etkisi çoğalmaktadır. Bu nedenle iki iklim tipi arasında geçiş iklimi etkili olmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık $13,2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Temmuz ayı sıcaklık ortalaması ise $23,1 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.

Karabük ilinin en batıdaki ilçesi olan Yenice'nin il merkezine uzaklığı 33 km 'dir. Toplam yüzölçümü 1.150 km^2 olan ilçenin meyilli ve engebeli bir arazi yapısı olduğundan tarıma uygun değildir. İlçe yüzölçümünün %87'si orman alanları ile kaplıdır ve geçim kaynağı ormancılık ve hayvancılık faaliyetlerinden sağlanmaktadır [184]. İlçe merkezi deniz seviyesinden 130 m yükseklikte olup yerleşim merkezinden geçen Yenice Irmağı ilçe topraklarını ikiye bölmektedir. Yenice Irmağı'nın oluşturduğu dar vadi mikro klima özelliği görülmektedir [186]. Yenice, Karabük'ün en fazla yağış olan ilçelerinden biridir. Kışları soğuk ve yağışlı yazları ise serin geçmektedir. Nemli, yağışlı ve sisli bir iklime sahip olan yörede, yıllık ortalama sıcaklık $13,6 \text{ }^\circ\text{C}$, yıllık ortalama yağış miktarı $693,3 \text{ mm}^3$ 'dür.

Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF-World Wide Fund for Nature), 1999 yılında yaptığı bir çalışma ile biyolojik çeşitlilik bakımından Avrupa'nın en zengin ve acil olarak korunması gereken 100 orman alanını belirlemiştir. Bu alanlar Avrupa ormanlarının sıcak noktaları olarak adlandırılmış olup dokuz tanesi ülkemizde bulunmaktadır (Şekil 2.3). Sıcak noktalar endemik tür bakımından zengin, Avrupa'ya özgü orman tiplerini içeren, alansal büyüklük (parçalanmamışlık) faktörünün önemli olduğu ve habitat kaybı riskinin yüksek olduğu alanlardır. Yenice Ormanları da bu dokuz alandan bir tanesidir [187]. Ayrıca Yenice Ormanları Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı içerisinde de yer almaktadır. Önemli bitki alanları belirlenirken; en zengin bitki çeşitliliğini içeren alanlar belirlenmekte ve tehlike altında olan doğal bitki türlerinin ve doğal yaşam alanlarının koruma altına alınması sağlanmaktadır [188].



Şekil 2.3. Türkiye üzerinde bulunan sıcak noktalar [189]

Yenice ilçesi engebeli bir topografyaya sahiptir. Yükselti 100 m'den başlayarak 1999 m'ye kadar çıkabilmektedir. Bu yükselti farkı, yerleşim birimlerinin fazla genişlemesine olanak tanımamış ve ekosistemin korunmasına katkı sağlamıştır. Ayrıca topografik çeşitlilik ilçe florasına da yansımıştır [190]. Alanda bulunan yüksek biyolojik çeşitliliğin ana sebebi anıt niteliğindeki ağaçlar, doğal yaşlı ormanlar, derin ağaçlık vadiler ve akarsu ekosistemleri gibi farklı ekosistem tiplerinin bir arada bulunmasıdır [183]. Özellikle

doğal yaşlı ormanlar, yüzyıllardır buldukları alanda biyolojik çeşitlilik, estetik değer ve nadir türler ile hem bilimsel hem de görsel açıdan eşsiz ekosistemlerdir [191].

Tübives kayıtlarına göre Karabük'ün il genelinde 312 farklı takson listelenmiş, bunlardan 51 tanesinin endemik olduğu belirtilmiştir [192]. Ayteğin ve arkadaşlarının Yenice Kavaklı Tabiatı Koruma Alanında 2017 ve 2018 yıllarında yaptıkları çalışma sonucunda 75 familyaya ait 239 cins ve 416 farklı takson rapor edilmiştir [193]. Yenice Kaymakamlığı'nın Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı (BAKKA) ile yaptığı bir çalışmada ise Karabük il sınırında 88'i endemik olmak üzere 990 bitki taksonunun bulunduğu, bunun yaklaşık 51'inin endemik 312 taksonunun ise Yenice Ormanlarında bulunduğu bildirilmiştir [194]. Karabük İli 2018 Çevre Durum raporunda yapılan flora güncellemesi ile de ilde ulaşılan toplam bitki taksonu sayısının 1.010'a endemik takson sayısının ise 90'a ulaştığı bildirilmiştir [185].

Büyük ölçüde nemli orman topluluklarından oluşan Yenice ormanlarında en fazla meşe, kayın, gürgen, göknar, sarıçam ve karaçam türleri görülmektedir. Ayrıca ıhlamur, akçaağaç, böğürtlen, laden ve kuşburnu da sık rastlanan türlerdendir [195].

Yenice ırmağının güneyinde orman formasyonunun bozulduğu alanlarda nemcil çalı türleri hâkimdir. Bunlardan en yaygın olanları; *Cornus mas*, *C. sanguinea*, *Corylus avellana*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera caucasica*, *Pyrus eleagnifolia*, *Sambucus nigra*, *Sorbus torminalis*, *S. aucuparia* ve *Viburnum lantana*'dır. Bunların yanısıra yer yer *Euonymus latifolius*, *Rosa canina*, *Rubus canescens*, *R. hirtus*, *R. idaeus*, *Pyracantha coccinea*, *Crataegus monogyna* ve *C. microphylla* da görülmektedir [188].

Yenice ırmağı vadisinde oluşan mikroklima alanında Akdeniz ikliminin görülmesi bu alanda *Arbutus andrachne*, *Cistus salviifolius*, *Erica arborea*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea latifolia* ve *Pistacia terebinthus* gibi bazı maki elemanlarının yetişmesine olanak sağlamaktadır [188,195].

Yenice ilçesinde toplam orman alanı içerisinde ıhlamur ağaçlarının kapladığı alan 357,6 hektar olup, ıhlamurların en yoğun olduğu alanlar Gökbel, Yirmibeşoğulları, Esenköy, Kayaarkası, Ibrıcak, Yeniköy, Çamlıköy ve Şenköy'dür [195].

Yenice Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü verilerine göre ilçede 2017 yılında 21 adet alanda, 25 arıcılık işletmesine ait 1797 koloni ile 8060 kg bal, 499 kg balmumu, 119 kg polen üretilmiştir [195].

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışma kapsamında yapılan incelemeler üç ana başlık altında toplanmış olup bunlar; balların melissopalnolojik analizi, balların fizikokimyasal analizi ve ıhlamur çiçeklerinin nektaryum anatomisidir.

3.1. Balların Melissopalnolojik Analizleri

3.1.1. Bal Numunelerinin Toplanması

Çalışmada kullanılan toplam 54 adet bal numunesi 2018 ve 2019 yıllarında Yenice Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü katkılarıyla temin edilmiştir. Müdürlük kayıtlarına göre bölgede arıcılık yapan 25 arıcı bulunmaktadır ve bunlardan yaklaşık 16-17 tanesi profesyonel anlamda arıcılık yapmaktadır.

Bölgenin dar bir alan olması ve az sayıda arıcı bulunması nedeniyle numunelerin toplanmasında istatistiki örnekleme yöntemi kullanılamamış, tüm bölgeyi temsil etmesi adına profesyonel arıcılık yapan tüm arıcılardan örnek alınmıştır. Numunelerin birinci grubu 2018 yılında ıhlamur ağaçlarının çiçeklenme dönemi biter bitmez, ikinci grubu aynı yıl bölge arıcılarının normal sağım döneminde, üçüncü grubu ise 2019 yılında yine arıcıların sağım döneminde alınmıştır. Yenice ilçesinde bal üretimi yapan ve çalışma için örnekleri toplanan arıcıların isimleri saklı tutularak örneklerin toplandığı köy/mahalleler ve toplanma dönemleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Laboratuvara ulaştırılan numuneler analizlere başlanmadan önce kolaylık sağlaması adına 1’den 54’e kadar geliş sırasına göre numaralandırılmış ve tüm analizler bu kodlar üzerinden yürütülmüştür.

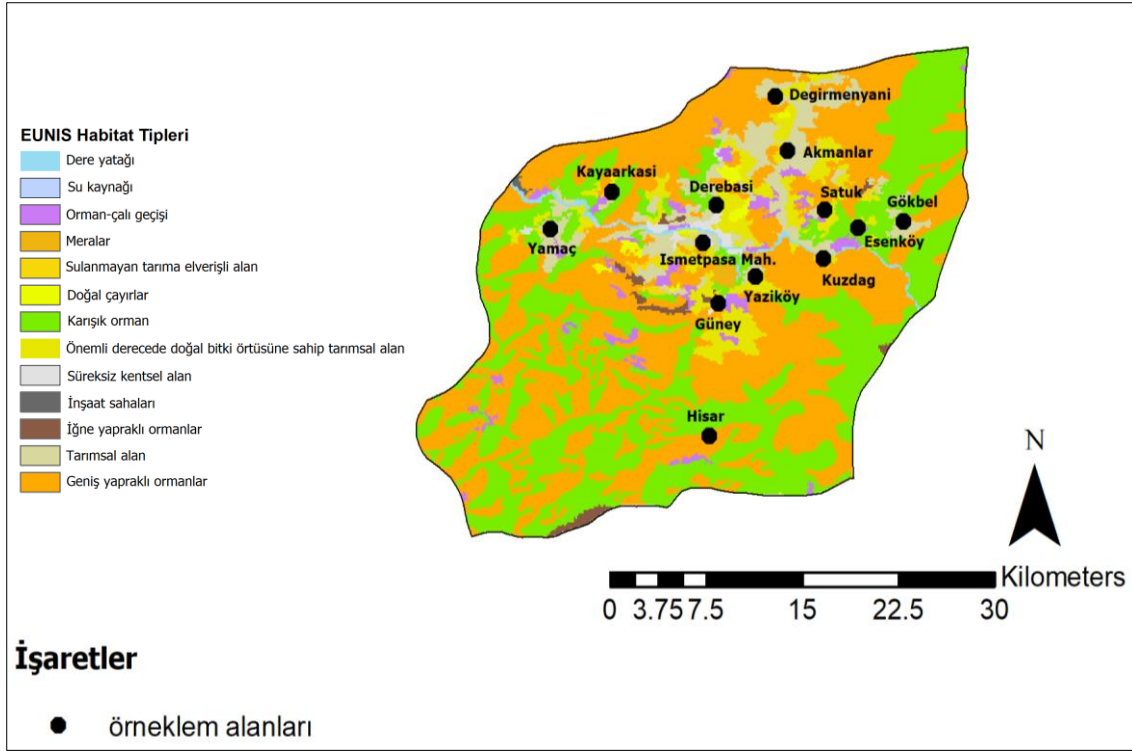
Çizelge 3.1. Numunelerin bölgelere göre dağılımı

Köy	2018/1 Örnek Sayısı	2018/2 Örnek Sayısı	2019 Örnek Sayısı
Akmanlar	2	1	1
Derebaşı	2	3	2
Değirmenyanı	-	1	1
Esenköy	1	1	1
Gökbek	1	1	1
Güney	1	1	1
Hisar	2	2	2
İsmetpaşa Mh.	-	-	1
Kayaarkası	2	2	2
Kuzdağ	1	3	2
Satuk	2	-	1
Yamaç	2	2	2
Yazıköy	1	1	2
TOPLAM	17	18	19

3.1.2. Çalışma alanının Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS) habitat sınıflandırması

Avrupa Çevre Ajansı (European Environment Agency; EEA) Avrupa'da habitat sınıflandırmasını standardize etmek için Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS)'ni geliştirmiştir [196]. EUNIS habitat sınıflamasının iki temel amacı bulunmakta olup ilki Avrupa bazlı habitat tiplerini tanımlamak, diğeri ise bu habitat tiplerinin hiyerarşik sınıflaması ile karşılaştırılabilir habitat verisi oluşturmaktır [197].

Bu tez kapsamında çalışma alanının EUNIS habitat sınıflandırması ArcGIS 10.6 programı üzerinden uygun maskeleme işlemleri ile belirlenmiştir (Şekil 3.1) [198]. Bölgenin habitat özellikleri ise oransal olarak Çizelge 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Yenice habitat tipleri haritası

Çizelge 3.2. Yenice habitat tiplerinin kapladığı alanlar

Kapladığı alan %'si	EUNIS Habitat tipi
46,17	Geniş yapraklı ormanlar
34,64	Karışık ormanlar
6,87	Tarımsal alan
6,28	Önemli derecede doğal bitki örtüsüne sahip tarımsal alan
2,42	Orman-çalı geçişi
0,86	İğne yapraklı ormanlar
0,75	Dere yatağı
0,64	Süreksiz kentsel alan
0,63	Doğal çayırlar
0,35	Meralar
0,26	Sulanmayan tarıma elverişli alan
0,07	İnşaat sahaları
0,05	Su kaynağı

3.1.3. Balda polen analizi için preparat hazırlanması ve incelenmesi

Balda polen analizleri gerçekleştirilirken Wodehouse yöntemi uygulanmıştır [199]. Bu yöntemde;

1. Ballar cam baget yardımı ile 2 dk boyunca homojen olana kadar karıştırıldıktan sonra 10 g tartılıp santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerine 20 ml distile su ilave edilmiştir.
2. Bal-distile su karışımının tamamen çözünmesi için tüpler, yaklaşık 45 °C sıcaklığındaki su banyosunda 15 dakika kadar bekletilmiş ve bir vorteks yardımıyla homojen bir karışım elde edilene kadar karıştırılmıştır.
3. Karışım, 3500 rpm'de 45 dakika santrifüj edilerek içeriğindeki polen ve varsa diğer partiküllerin çökmesi sağlanmıştır.

4. Santrifüjden alındıktan sonra tüpler ters çevrilerek süpernatant kısmı dökülmüş ve içerisindeki su tamamen süzülene kadar kurutma kağıdı üzerinde ters bir şekilde bekletilmiştir.
5. Diseksiyon iğnesinin ucuna 1-2 mm³ kadar bazik-fuksinli gliserin-jelatin alınarak tüpün dibindeki çökeltiye iyice bulaştırılmış ve materyal lam üzerine aktarılmıştır.
6. Lam, 40-50 °C'ye ısıtılmış ısıtıcı tabla üzerinde bazik-fuksinli gliserin-jelatin eriyene kadar bekletilip, eridikten hemen sonra ısıtııcıdan kaldırılarak iğne yardımıyla iyice karıştırılmış ve polenlerin homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Üzerine 18x18 mm²'lik lamel kapatılan preparat, etiketlenerek polenlerin yüzeye yaklaşmasını sağlamak amacıyla ters çevirilerek donmaya bırakılmıştır.
7. Hazırlanan preparatlar yaklaşık 12 saat sonra incelemeye hazır hale gelmiştir.

Preparatlar incelenirken Olympus BX43 trinoküler mikroskop ve SC180 kamera görüntüleme sistemi kullanılmıştır. Polenleri tanımlarken küçük boyuttaki polenleri rahat ayırt edebilmek için X20 oküler, X40 ve X60'lik objektifler, gerektiğinde ise immersiyon objektif (X100) kullanılmıştır. Polen teşhislerinde araştırma bölgesinden toplanan bitkilerden hazırlanan referans polen preparatları ile çeşitli polen atlasları ve çevrimiçi veritabanları kullanılmıştır [2,200–202].

Preparatlar incelenirken önce tüm alan taranarak içerisinde bulunan polenlerin ait olduğu taksonlar teşhis edilmiş ardından başa dönülerek polen sayısı 200'ü bulana kadar sayılmıştır. Sayım sonuçlarına göre; polen oranları %45'den fazla çıkan taksonlar dominant, %16-44 arası sekonder, %3-15 arası minör, %3 ve daha az olanlar ise eser olarak sınıflandırılmıştır [2,121].

3.1.4. Bazik fuksinli gliserin jelatin hazırlanması

Bazik fuksinli gliserin jelatin hazırlanırken Brown ve arkadaşlarının geliştirdiği method kullanılmıştır [203]. Bu yönteme göre;

1. 7 g jelatin plak 42 ml ılık distile su içerisinde iki saat bekletilmiştir.
2. Yumuşayan jelatinin üzerine 50 ml gliserin eklenerek iyice karıştırılmıştır.

3. Polenlerin boyanması için üzerine birkaç damla bazik fuksin ve küflenmesini önlemek amacıyla 0,5 g karbolik asit kristali ilave edilmiştir.
4. İyice karıştırılarak 15 dakika ılık su banyosunda bekletilen karışım ince tabaka halinde 3-4 petri kabına paylaştırılmış ve soğumaya bırakılmıştır.

3.1.5. Balda toplam polen sayısı (TPS-10 g) analizi için preparat hazırlanması ve incelenmesi

Toplam Polen Sayısının (TPS-10 g) hesaplanması için preparatlar Moar tarafından geliştirilen yöntemle göre hazırlanmıştır [204]. Bu yöntemde;

1. Karıştırılarak homojen hale getirilmiş bal numunesinden 10 g deney tüpü içerisine tartılmıştır.
2. Numune üzerine 20 ml distile su ve 1 adet belirli sayıda (9666 adet) *Lycopodium* spp. sporu içeren tablet (Batch no: 3862, Lund Üniversitesi, İsveç) ilave edilerek tüpler 45 °C'lik su banyosunda tablet tamamen eriyene kadar bekletilmiştir.
3. Tablet eridikten sonra karışım içerisine birkaç damla bazik fuksin damlatılarak vorteks yardımıyla homojen olana kadar karıştırılmıştır.
4. Karışım 3500 rpm'de 45 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı dökülerek ters halde bekletilmiş ve fazla suyun süzülmesi sağlanmıştır.
5. Ardından tüpün içerisine 100 µl %50'lik gliserin eklenerek iyice karıştırılmış ve karışımdan 10 µl çekilerek 90 µl %50'lik gliserin konulmuş başka bir tüpe aktarılmıştır.
6. Seyreltme işlemi yapılmış yeni karışımdan 10 µl çekilerek lam üzerine aktarılmış ve 18x18 mm² lamel kapatılarak preparat incelemeye hazır hale getirilmiştir.

İnceleme esnasında her bir preparat Olympus BX43 trinoküler mikroskop altında X20 oküler ve X20 ve X40'lik objektif ile alan tamamen taranarak tür ayrımı yapmaksızın polenler sayılmıştır. Ardından yine tüm alandaki *Lycopodium* spp. sporu sayılmış ve elde edilen veriler aşağıdaki formüle uygulanarak 10 g baldaki toplam polen sayısı (TPS-10 g) hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam polen sayısı TPS } 10 \text{ g}^* = \frac{\text{Sayılan polen sayısı} \times 9666^{**}}{\text{Sayılan } Lycopodium \text{ sporu}} \times 100^{***}$$

* TPS-10: 10 g baldaki Toplam Polen Sayısı

** 9666: Bir *Lycopodium* spp. tabletinde bulunan spor sayısı

***100: Seyreltme faktörü

TPS-10 g değeri balın bitki kaynağına göre 15.000 ile 150.000 arasında, değişebilmektedir. Eğer TPS-10 g değeri, 15.000'in altında ya da 150.000'in üstünde ise bu balın tüketime hazırlanması aşamasında yapılan herhangi bir problemten ya da tağşişten şüphe edilmesi ve diğer kimyasal ve fiziksel analizlerin yapılması gerekmektedir [2].

3.1.6. Araştırma alanı çevresindeki bitki örtüsünün tespiti ve referans preparatların hazırlanması

Araştırma alanı çevresindeki bitkilerin tespit edilmesi amacıyla 2018 ve 2019 yıllarında arazi incelemeleri yapılmış ve aralık alanlarının yaklaşık 5 km çevresinde yer alan bitkiler toplanmıştır. Toplanan bitkiler preslenip kurutulmuş herbarium materyali haline getirilmiş ve sistematik botanik uzmanlarından yardım alınarak teşhisleri yapılmıştır. Teşhisi yapılan bitkilerin referans polen preparatları Wodehouse yöntemiyle hazırlanmıştır [199]. Bunun için;

1. Bitkinin çiçekli kısmı lam üzerine alınıp üzerine 1-2 damla etil alkol damlatılmış ve bir iğne yardımıyla iyice parçalanmıştır. Parçalanma işlemi ile polenlerin anterden dışarı çıkması sağlanmıştır.
2. Lam, ısıtıcı tabla üzerine konularak kalan alkol uçurulup polenler lam üzerine sabitlendikten sonra kalan bitki parçaları iğne yardımıyla ortamdaki uzaklaştırılmıştır.
3. Bazik-fuksinli gliserin-jelatin karışımından 1-2 mm³ büyüklüğünde alınarak polenlerin bulunduğu kısma bırakılmış ve ısıtıcı tabla üzerinde karışımın erimesi sağlanmıştır.
4. Eriyen bazik-fuksinli gliserin jelatin iğne ucuyla iyice karıştırılarak polenlerin homojen bir şekilde dağıtılması sağlandıktan sonra üzerine lamel kapatılarak etiketlenip ters bir şekilde donmaya bırakılmıştır.

5. Yaklaşık 12 saat sonra incelemeye hazır hale gelen preparatlar, balda polen teşhisi yapılırken rastlanan polenler ile karşılaştırılarak referans polen preparatı olarak kullanılmıştır.

3.2. Balın Fizikokimyasal Analizleri

3.2.1. Diastaz Analizi

Diastaz analizleri yapılırken TSE Bal Standardında önerilen yöntem uygulanmıştır [18]. Bu yöndemde; 10 g bal 40-50 ml distile suda çözüldükten sonra 100 ml'lik balon jöjeye aktarılarak distile su ile hacmi tamamlanmıştır. Seri halde dizilmiş 12 deney tüpüne Çizelge 3.2'de verilen miktarlarda bal çözeltisi, distile su ve nişasta-tampon karışımı ilave edilerek iyice karışması sağlanmış ve 48 °C'lik su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Su banyosundan alınıp soğutulan tüplere birer damla 0,1 N iyot çözeltisi damlatılarak iyice karıştırılmış ve renk değişimi gözlenmiştir. Mavi renk gözlenen ilk tüp sınır kabul edilmiş ve bir önceki renksiz tüp üzerinden diastaz sayısı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.3. Diastaz Analiz Şablonu

Tüp no	Bal Çözeltisi	Distile Su	Nişasta-Tampon	Toplam	Diastaz Sayısı
1	10 ml	5,33 ml	2,67 ml	18,0 ml	1,0
2	10 ml	3,3 ml	4,7 ml	18,0 ml	2,5
3	10 ml	0 ml	8,0 ml	18,0 ml	5,0
4	7,7 ml	2,3 ml	8,0 ml	18,0 ml	6,5
5	6,0 ml	4,0 ml	8,0 ml	18,0 ml	8,3
6	4,6 ml	5,4 ml	8,0 ml	18,0 ml	10,9
7	3,6 ml	6,6 ml	8,0 ml	18,0 ml	13,9
8	2,8 ml	7,2 ml	8,0 ml	18,0 ml	17,9
9	2,1 ml	7,9 ml	8,0 ml	18,0 ml	23,0
10	1,7 ml	8,3 ml	8,0 ml	18,0 ml	29,4
11	1,3 ml	8,7 ml	8,0 ml	18,0 ml	38,5
12	1,0 ml	9,0 ml	8,0 ml	18,0 ml	50,0

3.2.2. Elektriksel İletkenlik Analizi

Balın nem değeri hesaba katılarak 20 g kuru madde içerecek miktarda bal tartılmış ve 50 ml distile suda çözülmüştür. Balon joje kullanılarak çözelti hacmi distile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Çözeltiden 40-50 ml behere aktarılmış ve önce kalan çözelti ile pH metrenin probu yıkanmış ardından beherdeki çözeltinin iletkenliği okunmuştur [45].

3.2.3. GC-MS ile Uçucu Bileşen Analizi

Bal örneklerinin metillenme işlemi Hara ve Radin metodu revize edilerek oluşturulmuştur [205]. Bunun için 1 g bal örneği tartılmış ve üzerine 5 ml hekzan/izopropanol (3:2) karışımı eklenerek vorteks yardımıyla iyice karıştırılmıştır. Karışım 4500 rpm de 10 dk santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı alınıp süzülerek deney tüplerine aktarılmıştır. Tüplerin içerisine 2,5 ml %2'lik metanolik sülfirik asitten eklenip tekrar vortekslenmiş ve elde edilen karışım 50 °C de 15 saat bekletilerek metillenmenin gerçekleşmesi sağlanmıştır.

Metillenme işlemi gerçekleştikten sonra tüpler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve 2,5 ml %5'lik NaCl eklenip iyice karıştırılmıştır. Oluşan yağ asidi metil esterleri 2,5 ml hekzan ile ekstrakte edilip hekzan fazı üstten pastör pipeti yardımıyla alınmıştır. 2,5 ml %2 lik Na₂CO₃ ile muamele edilip 1 saat beklenerek fazların ayrışması sağlanmıştır. Ardından üst faz alınıp karışım 45 °C de azot altında uçurulmuş ve tüpte kalan yağ asitleri 1 ml hekzan ile çözünerek viallere alınmış ve GC-MS cihazında analiz edilmiştir. Analizde Agilent marka 7890A model GC, 5975C model MS ile beraber FID dedektör eş zamanlı olarak kullanılmıştır.

GC-MS cihazı ile analiz koşulları;

- Kolon BPX90 Özellikleri: SGE 054596: 260 °C: 100 m x 250 µm x 0.25 µm
- Enjeksiyon hacmi 1 µL ve splitless mod
- Kolon Akış Hızı 1 mL (taşıyıcı gaz helyum)
- İnlet Basıncı: 36.563 psi
- Toplam Akış: 54 mL/min
- Septum Purge akışı: 3 mL/min

- Ortalama Hız: 17,758 cm/sec
- Başlangıç fırın sıcaklığı: 120 °C
- İnlet-F sıcaklığı: 250 °C
- Column-1 Flow Cal. 1.0
- MS Source: 230 °C
- MS Quad: 150 °C
- Aux-2 sıcaklığı: 270 °C

Kromotografik koşullar: 40°C' den başlayarak 150°C' ye 4 °C/dk hızla ulaşır ve burada 5 dk bekletilir. Daha sonra 255 °C' ye 4 °C/dk hızla ulaşır ve burada da 10,5 dk bekletilir. Toplam analiz süresi 70 dk'dır.

MS sonuçları cihazın hafızasında bulunan Wiley ve NIST kütüphaneleri ile karşılaştırılarak tespit edilmiştir.

3.2.4. ICP-MS ile Element Analizi

Numunelerden yaklaşık 1 gram tartılarak mikro dalga fırının teflon kaplarına aktararak her bir numunenin üzerine derişik 10 ml nitrik asit eklenmiştir. Teflon kapların kapağı sıkıca kapatılarak CEM marka MARS6 ONE TOUCH (USA) model mikrodalga parçalayıcı fırına yerleştirilmiştir. 15 dakika içinde maksimum sıcaklık 200 °C'ye kadar yükseltilerek bu sıcaklıkta 15 dakika bekletilmiştir. Toplamda 30 dakika kapalı sistemde bekletilerek çözündürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga fırın sıcaklığının ortam koşullarına dönmesinden sonra teflon kaplarda bulunan çözelti ultra saf su ile teflon kapların kapakları ile beraber iyice yıkanarak 30 mL balon jöjeye alınmıştır.

Element analizleri için kuarz nebulizer (sisleştirici), cyclonic spraychamber (sisleştirme odası) ve entegre bir auto-sampler bulunduran ICP-MS NexION® 2000 C (PerkinElmer®Inc., USA) cihazı kullanılmıştır.

ICP-MS kalibrasyonu için; ticari olarak satılan çoklu element standartları %1'lik suprapure nitrik asit-ultra saf su karışımı ile seyreltilerek 1 ppm, 10 ppm, 30 ppm, 50 ppm ve 100 ppm derişiminde standartlar hazırlanmış ve kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur.

Her ölçümden önce ICP- MS kalibrasyonu yenilenmiş ve element analizlerinin kontrolü için 45 Sc, 89 Y internal standartlar kullanılmıştır.

ICP-MS Cihaz Koşulları:

- Nebulizatör: MEINHARD® plus Glass Type C
- Püskürtme Odası: Glasscyclonic (baffled), 4 °C
- Tek Parça Torç: w/2.5 mm Quartz Injector
- Enfektör: 2.0 mm i.d.
- Nebulizatör Akışı: <%2 oksitler için optimize edilmiştir
- RF Gücü: 1600 W
- Koniler: Ni
- Tekrar: 3
- Bekleme süresi: 50 ms
- Aerosol Seyreltme: 2,5x
- Örnek varış hızı: 350 µL/dk
- Yıkama süresi: 45 saniye
- Nebulizatör gaz akış hızı: 0,93 L/dk
- Deflektör voltajı: -12 V,
- Analog faz voltajı: -1750 V
- Atış fazı voltajı: 1100 V,
- Ayrım eşiği: 26
- Numune kanalı (Turuncu-Sarı): Flared PVC Pump Tubes 0.51 mm/0.89mm
- Internal Standart Kanalı (Turuncu-Kırmızı): Flared PVC Pump Tubes 0.19 mm/0.91mm
- Peristaltik pompa hızı: 35 rpm
- Alternatif akım (AC) çubuk ofset: -4

3.2.5. Kül Analizi

Balda % kül miktarı belirlenirken Sancho ve arkadaşları ile Piazza ve arkadaşları tarafından geliştirilen metot değiştirilerek uygulanmıştır [206,207]. Bunun için; darası alınan kroze içerisine 1 g bal eklenerek, kroze önce hafif alevde sonra kuvvetli alevde ısıtılarak kül haline gelene kadar yakılmıştır. Numune desikatörde soğutulduktan sonra yeniden tartılarak %kül miktarı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\%Kül = \frac{\text{Kül ağırlığı}}{\text{Numune ağırlığı}} \times 100$$

3.2.6. Nem Analizi

Balda nem analizleri yapılırken Bogdanov tarafından önerilen metod ve Abbe tipi refraktometre kullanılmış ve kırılma indisinden yararlanılarak baldaki nem içeriği saptanmıştır [45].

Bu yöntemde; ballar kristalize olmuşsa su banyosunda bekletilerek çözünmesi sağlanmıştır. Ardından homojen hale gelen baldan 1 g alınarak, 20 °C koşullarına ayarlanmış abbe tipi refraktometrenin prizma alanını kaplayacak şekilde hazneye konulmuştur. Kapağı kapatıldıktan sonra kısa bir süre beklenerek mercekli kısımdaki cetvelden balın nem içeriği okunmuştur. Ölçümler her bir bal için üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.7. pH Analizi

Balın bazik titrasyonuna başlamadan önce ölçülen ilk değer örneğin pH'sı olarak tespit edilmiştir [45].

3.2.8. Prolin Analizi

5 g bal tartılmış ve 50 ml su içerisinde çözülerek 100 ml'lik balon jøjeye aktarılarak hacmi distile su ile tamamlanmış ve iyice çalkalanmıştır. Birinci tüpe 0,5 ml numune çözeltisi,

ikinci tüpe 0,5 ml distile su, üçüncü tüpe ise 0,5 ml prolin standart çözeltisi eklenmiştir. Her bir tüpe 1 ml formik asit ve 1 ml ninhidrin çözeltisi eklenmiş ve iyice çalkalanmıştır. Tüpler kaynar su banyosuna çözelti seviyesine kadar daldırılarak 15 dk ve daha sonra 70 °C'lik su banyosunda 10 dk bekletilmiştir. Su banyosunda çıkarılan tüplere 5 ml 2-propanol-su (1:1 v:v) çözeltisi eklenmiş ve yaklaşık 45 dk sonra spektrofotometrede 1 cm'lik küvetlerle 510 nm'de absorbansı ölçülmüştür. Prolin hesaplamasında aşağıdaki formül kullanılmıştır [45].

$$\text{Prolin (mg / kg)} = \frac{E_s}{E_a} \times \frac{E_1}{E_2} \times 80$$

E_s: Numune çözeltisinin absorbansı

E_a: Prolin standart çözeltisinin absorbansı

E₁: Standart çözelti için alınan prolin (mg)

E₂: Balın g cinsinde ağırlığı

80: Seyreltme faktörü

3.2.9. Serbest Asitlik Analizi

10 g bal tartılarak 75 ml distile su içerisinde çözdürülmüştür. Çözeltiye 6 damla fenolftalein damlatıldıktan sonra NaOH ile eşdeğerlik noktasında oluşan kırmızı renk 20 sn sabit kalana kadar titre edilmiştir. Harcanan çözelti miktarı kaydedilmiştir [45].

3.2.10. Suda Çözünmeyen Madde Analizi

Suda çözünmeyen madde analizinde TSE Bal Standardında önerilen yöntem uygulanmıştır [18]. Bu yöntemde 20 g bal tartılarak 50 ml distile su içerisinde çözülmüş ve çözelti darası alınmış cam krozedden süzülmüştür. Krozede kalan katı madde 5 defa yıkadıktan sonra kroze kurutulmuş ve ağırlığı ölçülmüştür. %katı madde miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{S. Ç. M (\%)} = \frac{\text{katı madde ağırlığı}}{\text{numune ağırlığı}} \times 100$$

3.2.11. Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı ile HMF Analizi

HMF analizleri Bogdanov tarafından önerilen ve IHC tarafından kabul edilen HPLC yöntemi ile gerçekleştirilmiştir [45].

HPLC cihaz koşulları;

Dedektör: UV

Kolon: 250 x 0,46 mm AGILENT C 18 kolon

Mobil faz: Saf su+Methanol (HPLC Grade)

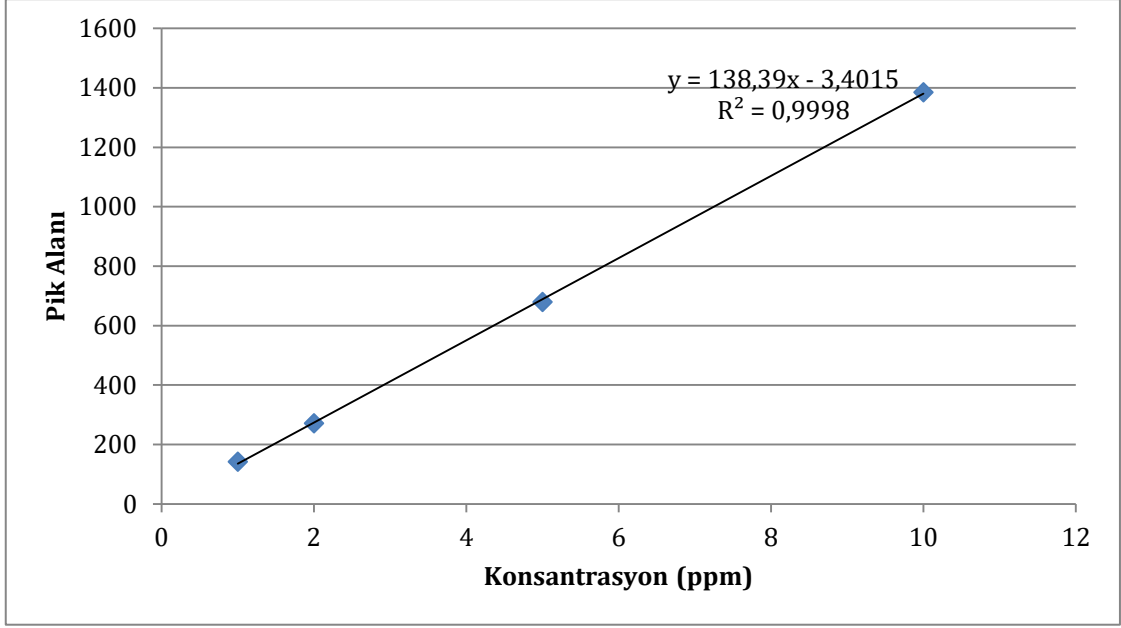
Kolon fırın sıcaklığı: 30 °C

Akış hızı: 1,5 ml/dakika

Enjeksiyon hacmi: 20 µl.

Numune analizleri öncesinde distile su kullanılarak 1 ppm, 2 ppm, 5 ppm ve 10 ppm derişiminde HMF standartları hazırlanmış ve 0,45 mikron membran filtreden geçirilerek cihaza enjekte edilmiştir. Elde edilen sonuçlarla bir kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve bu eğriye göre numuların HMF oranları hesaplanmıştır.

Bal örnekleri hazırlanırken; beher içerisine 10 g bal tartılarak 25 ml distile suda çözüldükten sonra 50 ml'lik balon jojeye aktarılarak hacmi distile su ile tamamlanmıştır. İçerisinden bir miktar çekilerek 0,45 mikron membran filtreden vial içerisine süzülüp cihaza verilmiştir. Her bir bal örneğinin pik alanı ile standart solüsyonun pik alanı karşılaştırılarak HMF içerikleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. HMF için standart kalibrasyon eğrisi

y = standart kalibrasyon eğrisinde bulunan değer

Her bal numunesinden 2'şer örnek hazırlanmış ve her örnek cihazda ikişer tekrarlı çalışılmıştır.

3.2.12. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı ile şeker analizi

Balın şeker içeriğinin tespit edilmesinde Uluslararası Bal Komisyonu (IHC) tarafından kabul edilen yöntem uygulanmıştır [45]. Bu yöntem, HPLC cihazı ile nitel ve nicel ölçüm esasına dayanan ve balın şeker içeriğinin tespitinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir.

3.2.12.1. Standart çözeltilerin hazırlanması

Analiz edilecek her şeker türünün standardı tartılarak (fruktoz 2,00 g, glukoz 1,50 g, sakkaroz 0,25 g) 40 ml suda çözdürülüp ve 100 ml'lik balon jøjeye aktarılmıştır. Ardından 25 ml metanol eklenerek çözelti su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

3.2.12.2. Numunenin hazırlanması, enjekte edilmesi ve sonuçların hesaplanması

Cam beher içerisine 5 g bal örneği tartılmış ve 40 ml distile su içerisinde çözdürülmüştür. Çözelti içerisine 25 ml metil alkol eklendikten sonra karıştırılıp 100 ml'lik balon jöjeye aktarılmış ve distile su ile hacmi tamamlanmıştır.

Tüm örneklerden bir miktar şırıngaya çekilmiş ve 0,45 µm'lik filtrelerden süzülerek viallere aktarılmıştır. Ardından akış hızı 1 ml/dk, kolon sıcaklığı 30 °C, enjeksiyon hacmi 50 µl ve hareketli faz asetonitril/su oranı 80 ml/20 ml olan HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

Standart çözeltiler için elde edilen piklerin alıkonma zamanları ile numuneler için elde edilen piklerin alıkonma zamanları karşılaştırılarak nitel tespitler yapılmıştır. Ardından numune için elde edilen kromatogramda her bir şeker türüne karşılık gelen piklerin alanları ve yükseklikleri ölçülerek nicel tespit yapılmıştır.

Elde edilen veriler kullanılarak her bir şekerin g/100 g baldaki kütle yüzdesi, aşağıda verilen W formülüne göre hesaplanmıştır.

$$W = \frac{A_1 \times V_1 \times m_1 \times 100}{A_2 \times V_2 \times m_0}$$

A₁:numune çözeltisindeki her bir şekere ait pik alanı veya pik yüksekliği

A₂:standart çözeltideki her bir şekere ait pik alanı veya pik yüksekliği

V₁:numune çözeltisinin toplam hacmi

V₂:standart çözeltinin toplam hacmi

m₀:Numunenin kütlesi

m₁:V₂ (standart çözelti) hacmindeki şeker kütlesi

3.3. İhlamur çiçeklerinin nektaryum anatomisi

3.3.1. Anatomik inceleme için kesitlerin alınması

Yenice bölgesinde doğal olarak bulunan; *Tilia rubra* DC. subsp. *caucasica* (RUPR.) V. ENGLER, *T. tomentosa* Moench taksonlarının çiçekleri toplanmış ve incelemeler yapılanaya kadar %70'lik etil alkol içerisinde bekletilmiştir. Alkolden çıkarılan örneklerin sepalinden enine kesit alınarak salgı tüylerinin varlığı incelenmiştir. Kesitler; hem Crytome Leica CM1520 ile numuneyi dondurarak hem de strafor köpük ve jilet yardımıyla el ile alınmıştır.

3.3.2. Işık mikroskobu incelemeleri

Tilia rubra subsp. *caucasica* ve *T. tomentosa* taksonlarının sepallerinden alınan kesitler incelenirken; Olympus BX43 trinoküler mikroskop ve SC180 kamera görüntüleme sistemi ve X20 oküler, X40 ve X60'lik objektifler kullanılmıştır. Çiçek yapısı ve genel sepal görüntüsü ise Leica S8 APO stereo mikroskop ile incelenerek fotoğraflanmıştır.

3.3.3. Elektron mikroskobu incelemeleri

Tilia rubra subsp. *caucasica* ve *T. tomentosa* taksonlarının çiçekleri alkolden çıkarılarak kurutulduktan sonra altın ile kaplanarak Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsünde bulunan ZEISS EVO 40 taramalı elektron mikroskobu ile hem genel görünümüleri hem de üzerinde yer alan örtü ve salgı tüyleri incelenerek fotoğraflandırılmıştır.

3.4. İstatistiksel analizler

Bu çalışmada yer alan istatistiksel hesaplamalar R programlama dili kullanılarak RStudio arayüzünde gerçekleştirilmiştir [208]. Her bir fizikokimyasal analiz veri grubunun normal dağılıp dağılmadığı Shapiro-Wilk Normallik testleri ile sınanarak $p > 0,05$ ise verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Normal dağılan veri grupları ANOVA ile dağılmayanlar ise Kruskal-Wallis ile test edilerek numune toplanma dönemleri ve *Tilia* oranları ile elde edilen veriler arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı test edilmiştir.

Anova ile test edilen verilerde anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu görmek için Tukey; Kruskal-Wallis ile test edilen verilerde anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu görmek için ise Pairwise Wilcoxon Test'i uygulanmıştır.

Bu veri gruplarının gruplar arasındaki farklılığa katkı oranları ise Temel Bileşenler Analizi (PCA) kullanılarak açıklanmaya çalışılmıştır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar üç temel başlık altında verilmiştir. Bu kapsamda; ıhlamur ballarının melissopalinojik ve fizikokimyasal özellikleri ile ıhlamur çiçeklerinin nektaryum yapısına ait anatomik özellikleri incelenmiştir.

4.1. Melissopalinojik Analizler

4.1.1. Balda Polen Analizi

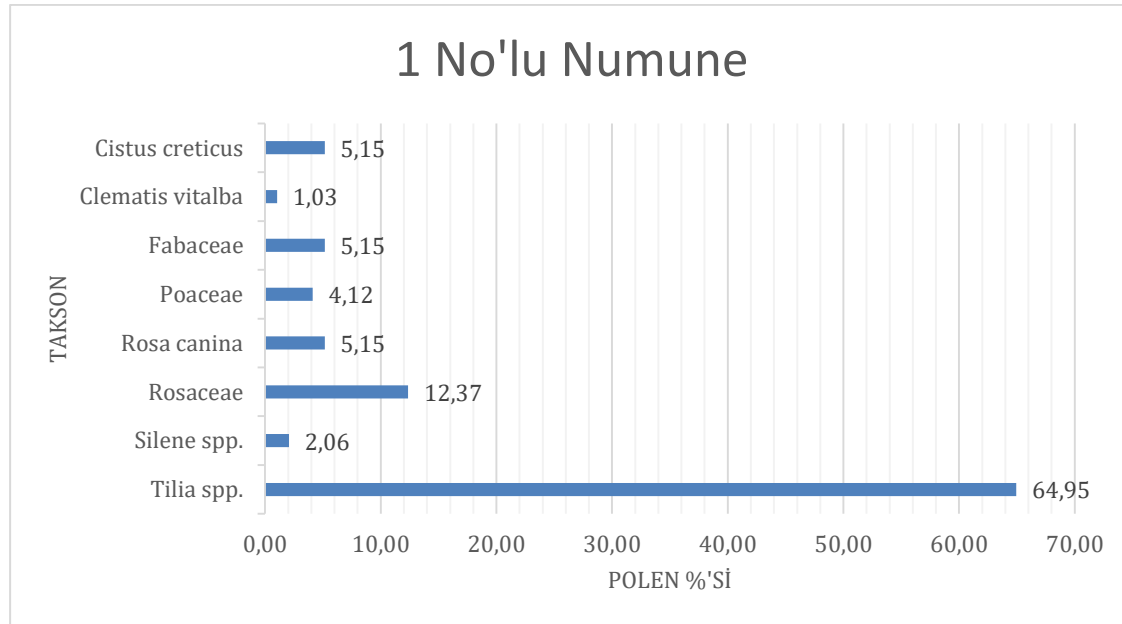
Yenice ilçesindeki 13 lokasyondan toplanan 54 bal numunesinin polen içerikleri tespit edilmiştir. bu lokasyonlardan arazi çalışmaları sırasında toplanıp teşhis edilen bitkilerin listesi ek-1’de, melissopalinojik analizlerde referans olarak kullanılan polen fotoğrafları ise ek-2’de sunulmuştur.

4.1.1.1. 2018 birinci dönemde toplanan balların polen analizi

2018/1 döneminde ıhlamur bitkisinin çiçeklenme dönemi tamamlandıktan sonra (Temmuz ayında 1. ve 2. hafta) 10 farklı lokasyondan toplam 17 adet bal numunesi toplanmış ve analiz edilmiştir. Diğer 3 lokasyondan çeşitli nedenlerle örnek alınamamıştır (arıcıya ulaşamaması, iklim koşulları vb.). Bal örneklerinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve bu taksonlara ait polenlerin balda bulunma %’leri Çizelge 4.1-4.17’de sunulmuştur. Arılar tarafından yalnızca polen kaynağı olarak kullanıldığı bilinen taksonlar * ile belirtilmiştir. Ayrıca bal örneklerinin polen analiz sonuçları kümelenmiş çubuk grafikleri ile özetlenerek Şekil 4.1-4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 1 no'lu numune polen analiz sonucu

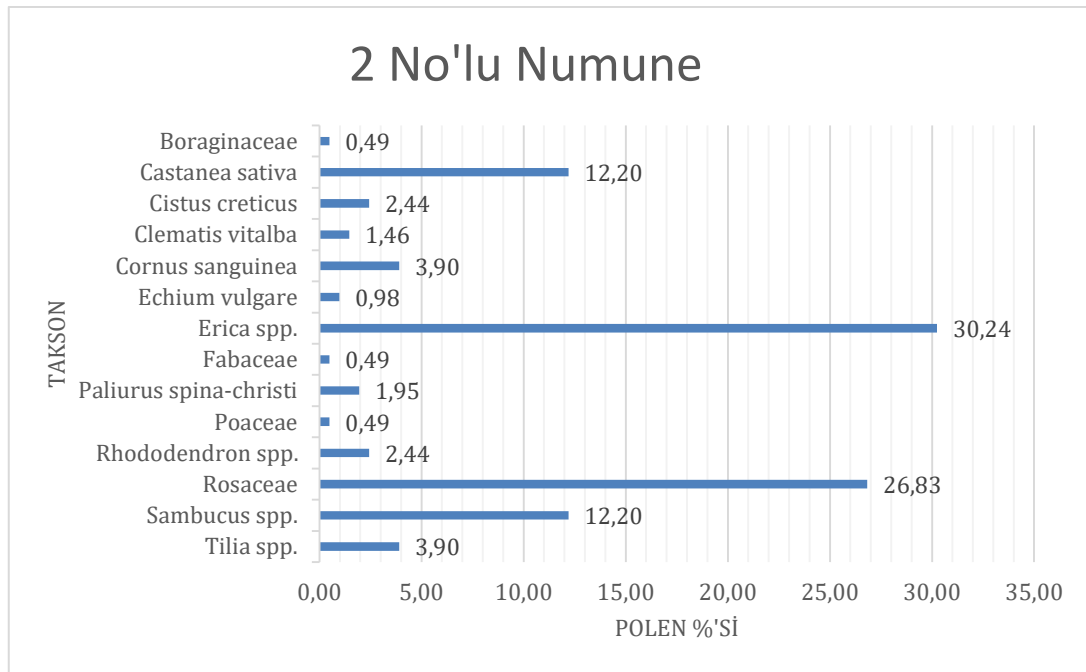
1 No'lu Numune (Gökbel)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Caryophyllaceae	<i>Silene</i> spp.	2,06	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	5,15	Minör
Fabaceae	Fabaceae	5,15	Minör
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	64,95	Dominant
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	1,03	Eser
Rosaceae	Rosaceae	12,37	Minör
	<i>Rosa canina</i>	5,15	Minör
Poaceae	Poaceae	4,12	Minör



Şekil 4.1. 1 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.2. 2 no'lu numune polen analiz sonucu

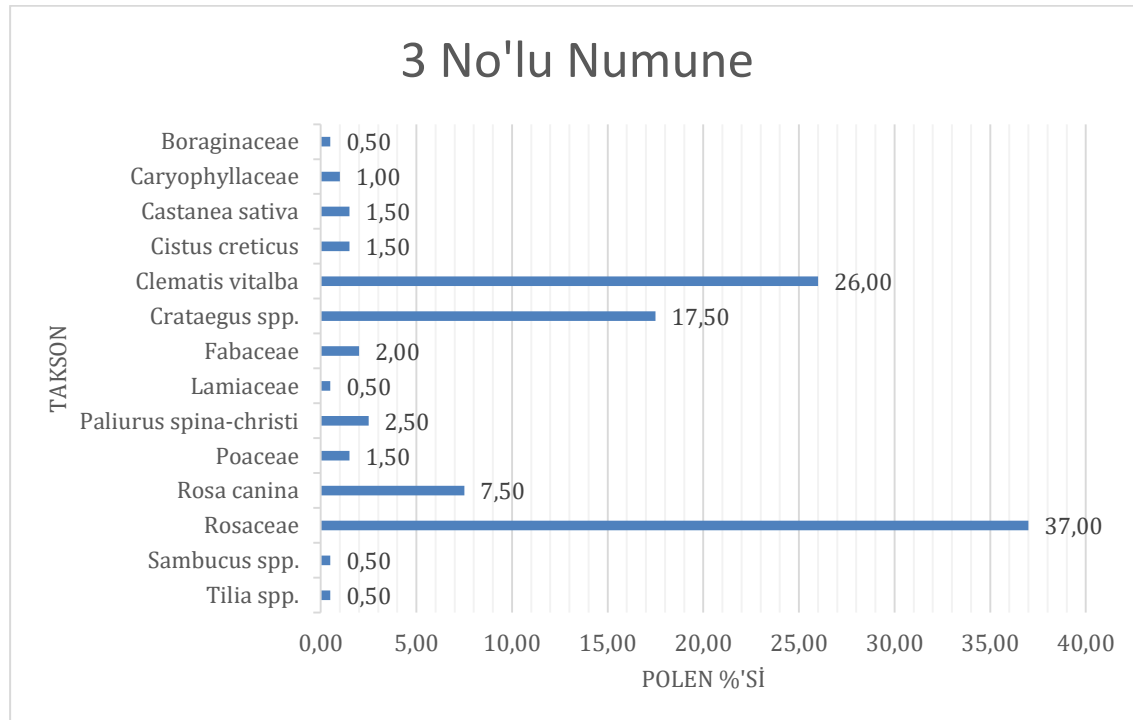
2 No'lu Numune (Yamaç)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	12,20	Minör
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,98	Eser
	Boraginaceae	0,49	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,44	Eser
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	3,90	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	30,24	Sekonder
	<i>Rhododendron</i> spp.	2,44	Eser
Fabaceae	Fabaceae	0,49	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	12,20	Minör
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	3,90	Minör
Poaceae	Poaceae	0,49	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	1,46	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	1,95	Eser
Rosaceae	Rosaceae	26,83	Sekonder



Şekil 4.2. 2 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.3. 3 no'lu numune polen analiz sonucu

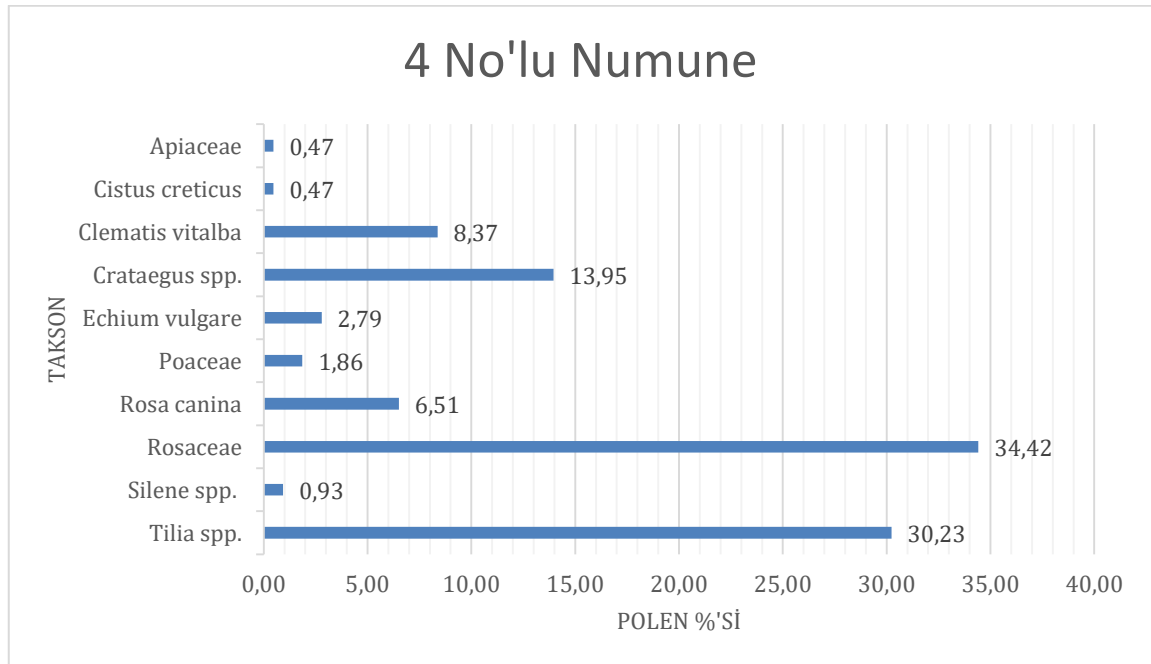
3 No'lu Numune (Hisar)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	0,50	Eser
Boraginaceae	Boraginaceae	0,50	Eser
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	1,50	Eser
Fabaceae	Fabaceae	2,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	1,50	Eser
Lamiaceae	Lamiaceae	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	0,50	Eser
Poaceae	Poaceae	1,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	26,00	Sekonder
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	2,50	Eser
Rosaceae	Rosaceae	37,00	Sekonder
	<i>Crataegus</i> spp.	17,50	Sekonder
	<i>Rosa canina</i>	7,50	Minör



Şekil 4.3. 3 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.4. 4 no'lu numune polen analiz sonucu

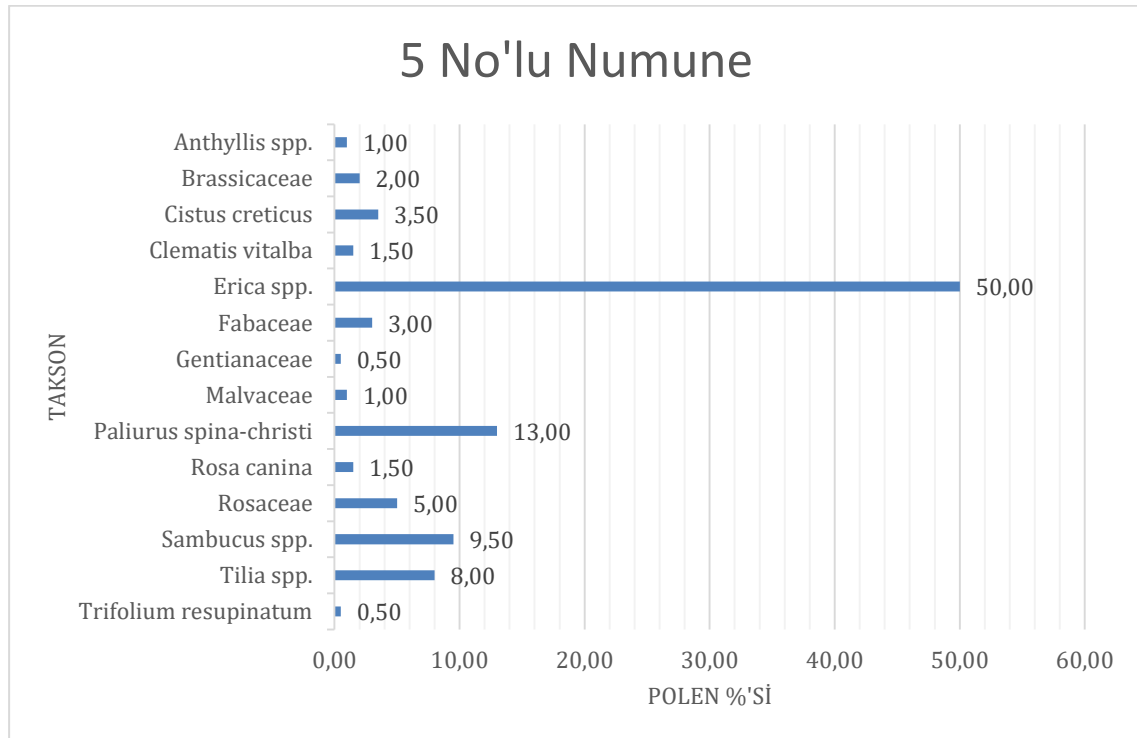
4 No'lu Numune (Yazıköy)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Apiaceae	Apiaceae	0,47	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	2,79	Eser
Caryophyllaceae	<i>Silene</i> spp.	0,93	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	0,47	Eser
Poaceae	Poaceae	1,86	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	30,23	Sekonder
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	8,37	Minör
Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	6,51	Minör
	Rosaceae	34,42	Sekonder
	<i>Crataegus</i> spp.	13,95	Minör



Şekil 4.4. 4 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.5. 5 no'lu numune polen analiz sonucu

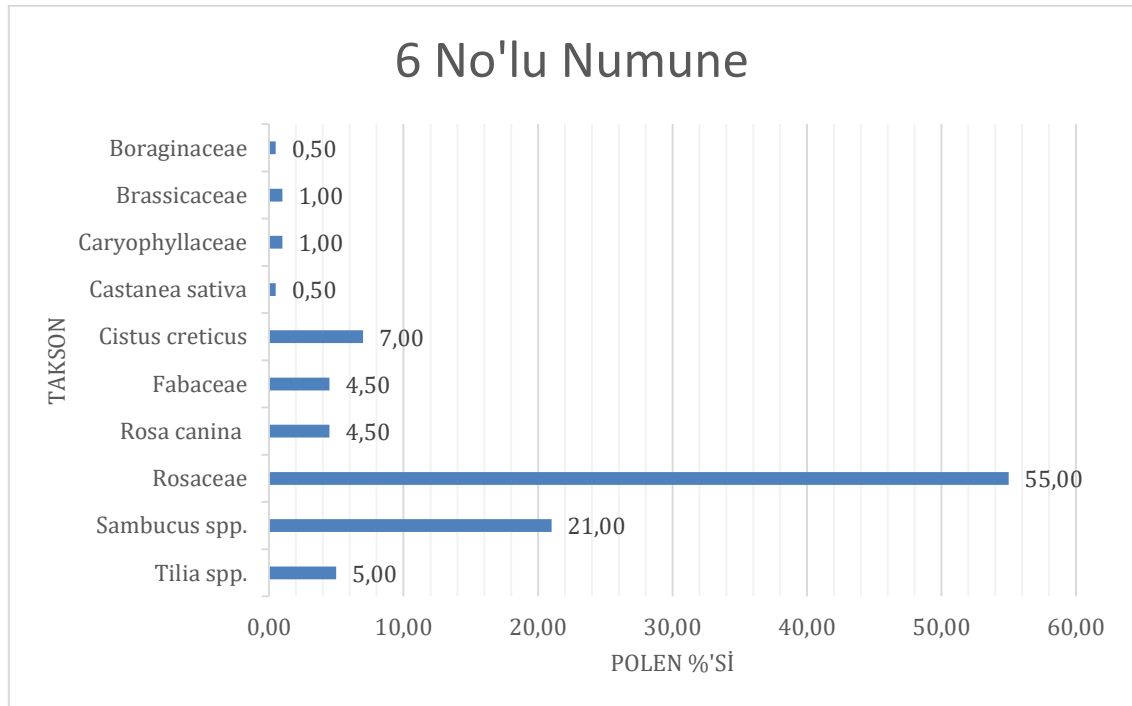
5 No'lu Numune (Kayaarkası)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	9,50	Minör
Brassicaceae	Brassicaceae	2,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	3,50	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	50,00	Dominant
Fabaceae	Fabaceae	3,00	Minör
	<i>Anthyllis</i> spp.	1,00	Eser
	<i>Trifolium resupinatum</i>	0,50	Eser
Gentianaceae	Gentianaceae	0,50	Eser
Malvaceae	Malvaceae	1,00	Eser
	<i>Tilia</i> spp.	8,00	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	1,50	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	13,00	Minör
Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	1,50	Eser
	Rosaceae	5,00	Minör



Şekil 4.5. 5 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.6. 6 no'lu numune polen analiz sonucu

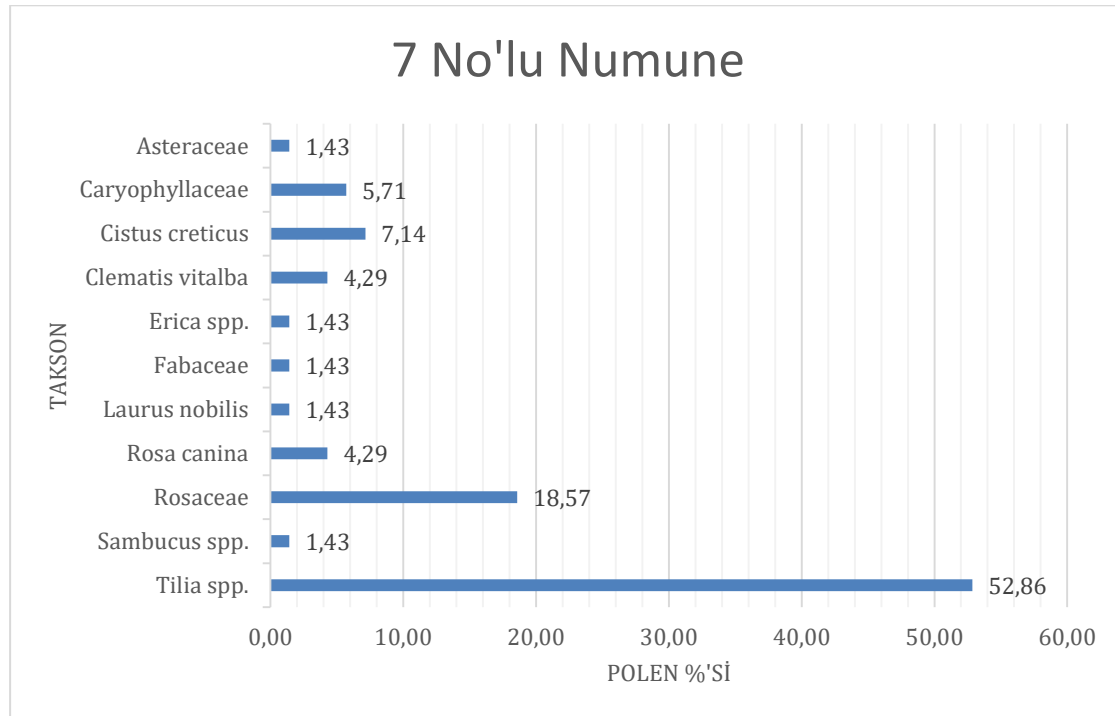
6 No'lu Numune (Akmanlar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	21,00	Sekonder
Boraginaceae	Boraginaceae	0,50	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	1,00	Eser
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	7,00	Minör
Fabaceae	Fabaceae	4,50	Minör
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,00	Minör
Rosaceae	Rosaceae	55,00	Dominant
	<i>Rosa canina</i>	4,50	Minör



Şekil 4.6. 6 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.7. 7 no'lu numune polen analiz sonucu

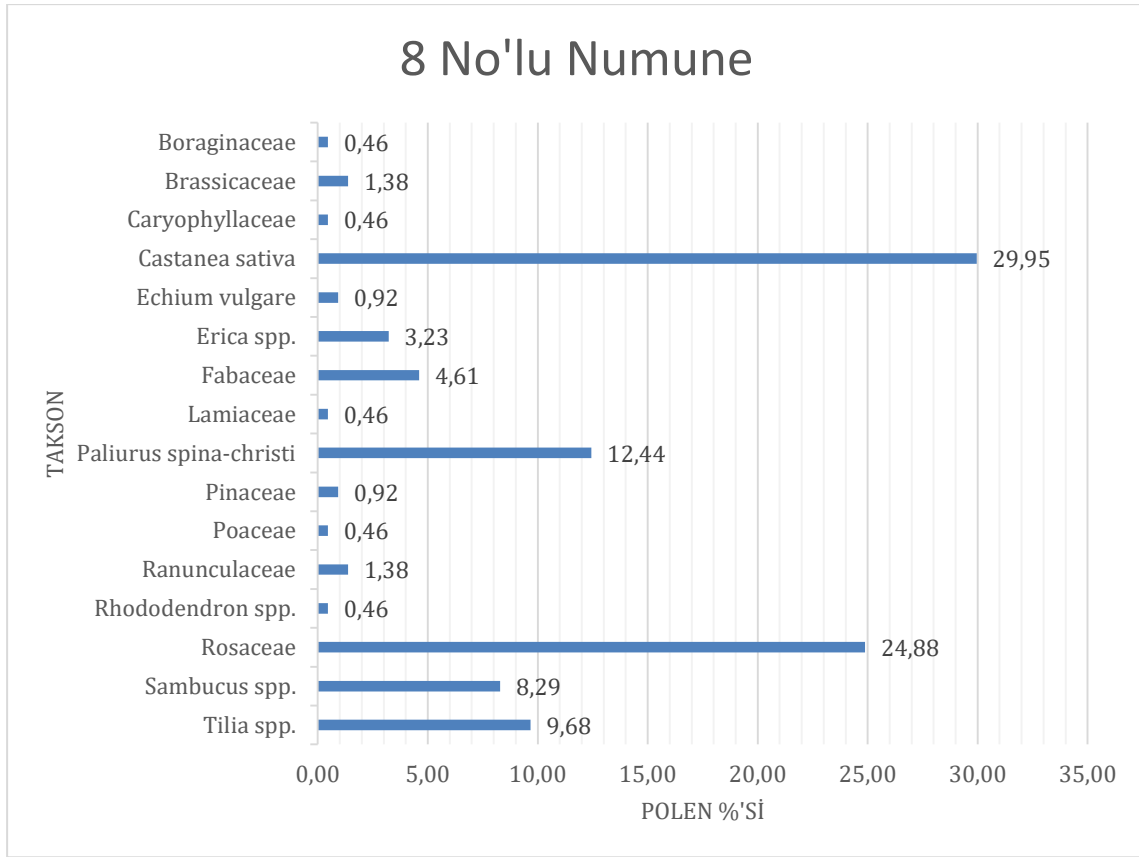
7 No'lu Numune (Esenköy)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	1,43	Eser
Asteraceae	Asteraceae	1,43	Eser
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	5,71	Minör
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	7,14	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	1,43	Eser
Fabaceae	Fabaceae	1,43	Eser
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	1,43	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	52,86	Dominant
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	4,29	Minör
Rosaceae	Rosaceae	18,57	Sekonder
	<i>Rosa canina</i>	4,29	Minör



Şekil 4.7. 7 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.8. 8 no'lu numune polen analiz sonucu

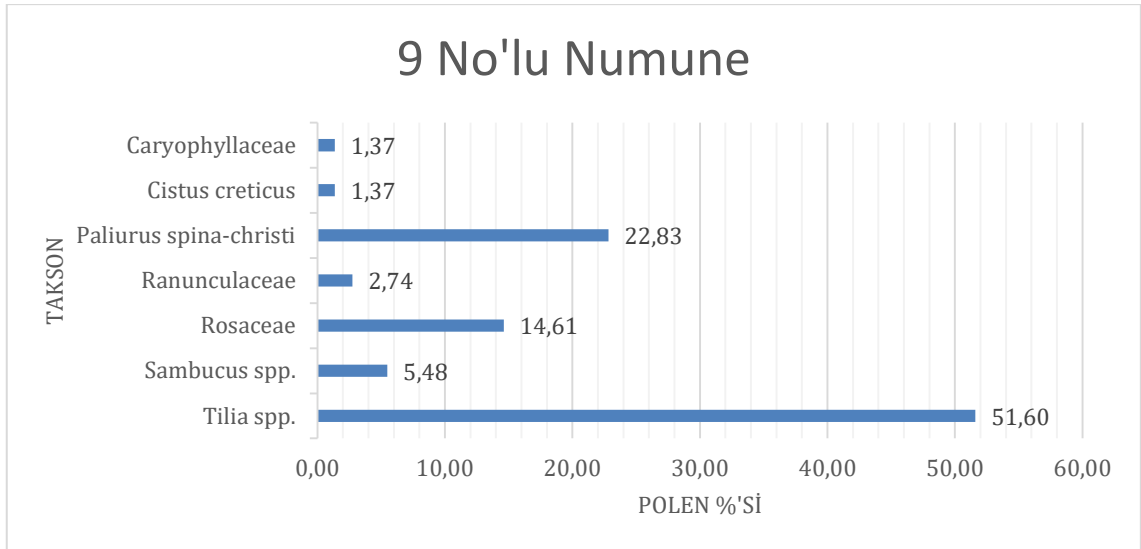
8 No'lu Numune (Derebaşı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	8,29	Minör
Boraginaceae	Boraginaceae	0,46	Eser
	<i>Echium vulgare</i>	0,92	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	1,38	Eser
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	0,46	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	3,23	Minör
	<i>Rhododendron</i> spp.	0,46	Eser
Fabaceae	Fabaceae	4,61	Minör
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	29,95	Sekonder
Lamiaceae	Lamiaceae	0,46	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	9,68	Minör
Pinaceae	Pinaceae	0,92	Eser
Poaceae	Poaceae	0,46	Eser
Ranunculaceae	Ranunculaceae	1,38	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	12,44	Minör
Rosaceae	Rosaceae	24,88	Sekonder



Şekil 4.8. 8 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.9. 9 no'lu numune polen analiz sonucu

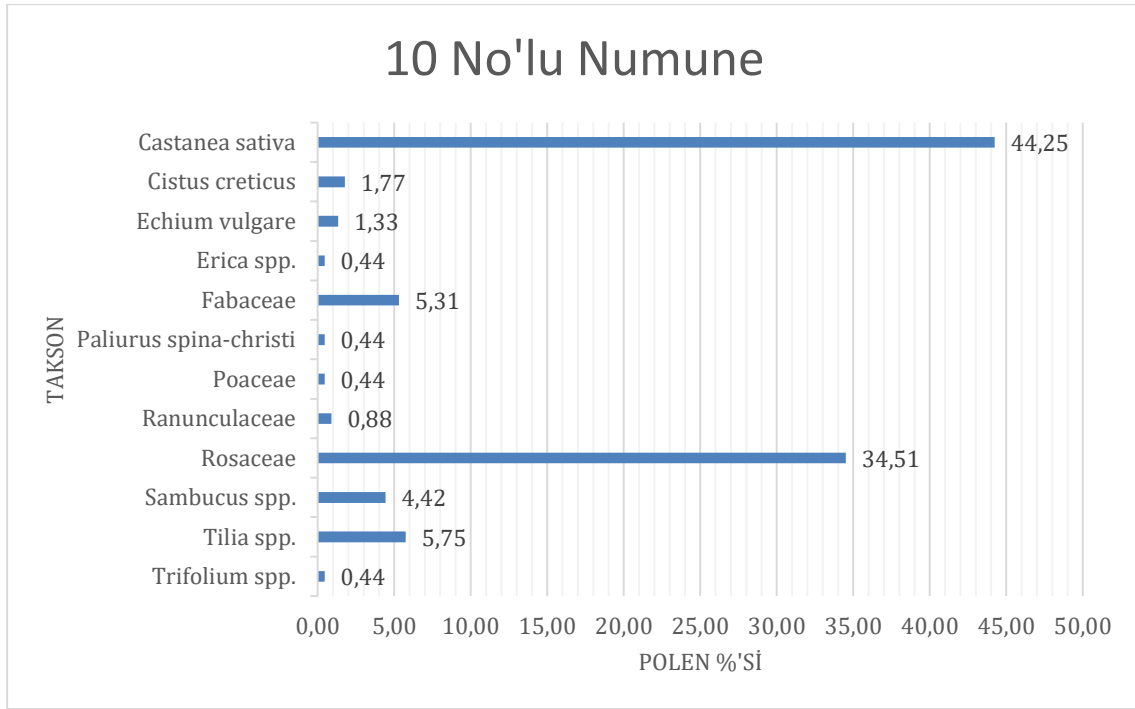
9 No'lu Numune (Satuk)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	5,48	Minör
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	1,37	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	1,37	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	51,60	Dominant
Ranunculaceae	Ranunculaceae	2,74	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	22,83	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	14,61	Minör



Şekil 4.9. 9 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.10. 10 no'lu numune polen analiz sonucu

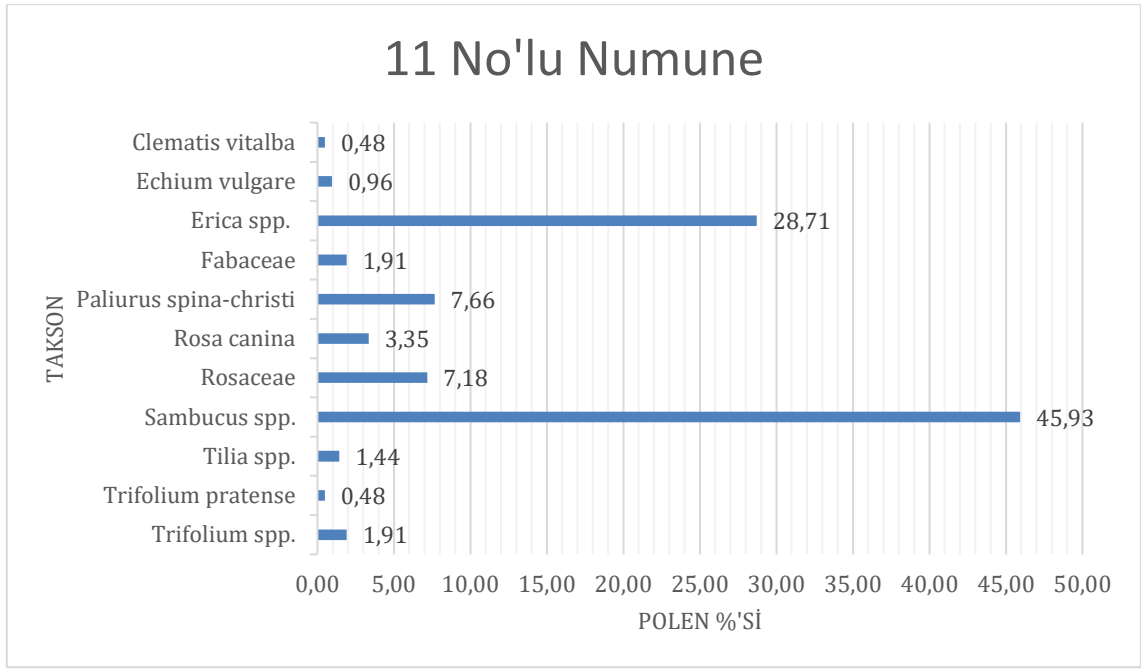
10 No'lu Numune (Kayaarkası)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	4,42	Minör
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	1,33	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	1,77	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	0,44	Eser
Fabaceae	Fabaceae	5,31	Minör
	<i>Trifolium spp.</i>	0,44	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	44,25	Sekonder
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	5,75	Minör
Poaceae	Poaceae	0,44	Eser
Ranunculaceae	Ranunculaceae	0,88	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	0,44	Eser
Rosaceae	Rosaceae	34,51	Sekonder



Şekil 4.10. 10 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.11. 11 no'lu numune polen analiz sonucu

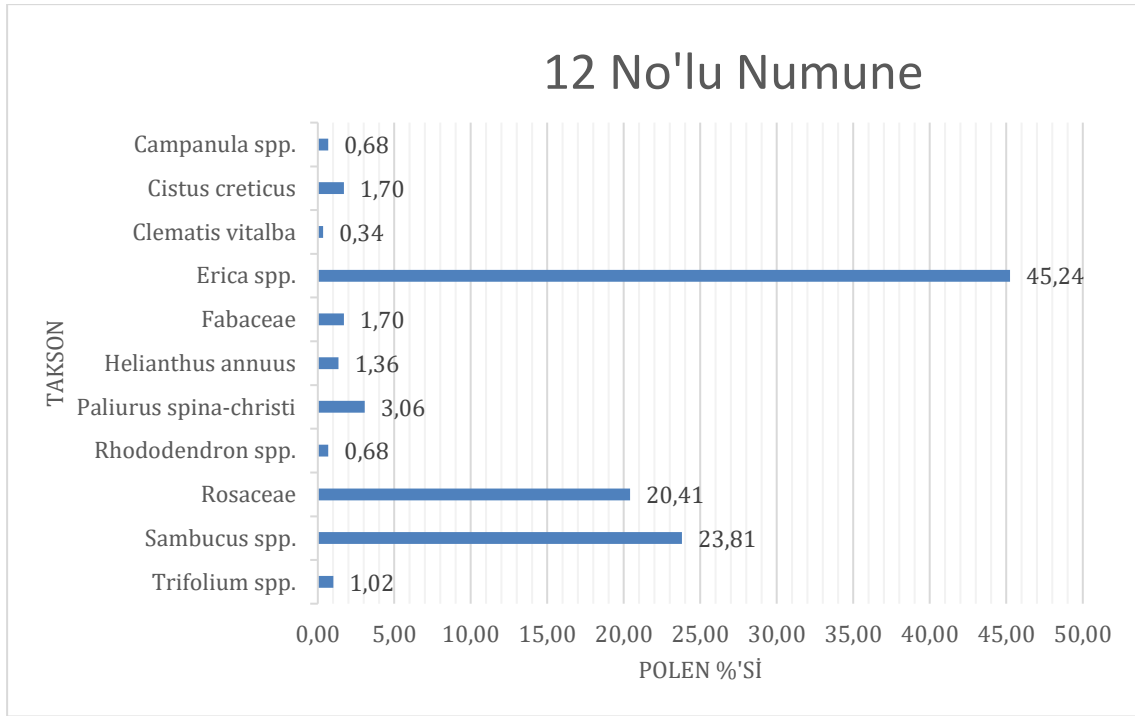
11 No'lu Numune (Derebaşı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	45,93	Dominant
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,96	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	28,71	Sekonder
Fabaceae	Fabaceae	1,91	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	0,48	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium spp.</i>	1,91	Eser
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	1,44	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	0,48	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	7,66	Minör
Rosaceae	Rosaceae	7,18	Minör
	<i>Rosa canina</i>	3,35	Minör



Şekil 4.11. 11 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.12. 12 no'lu numune polen analiz sonucu

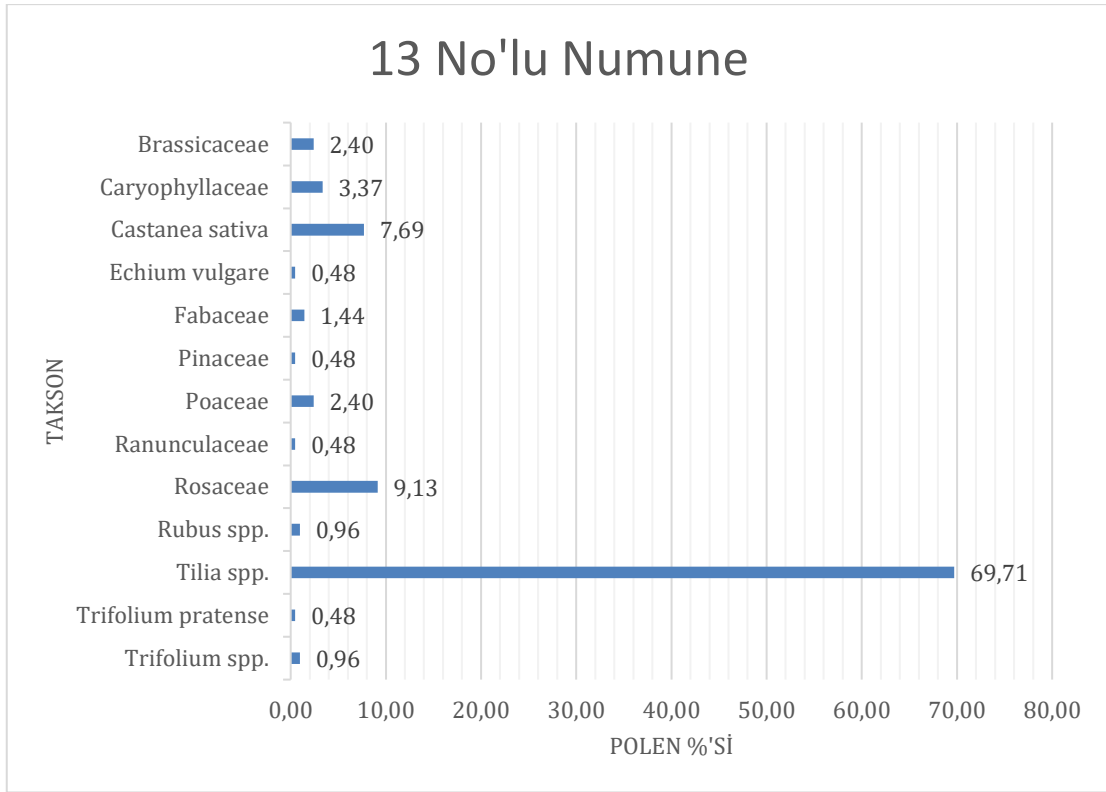
12 No'lu Numune (Hisar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	23,81	Sekonder
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>	1,36	Eser
Campanulaceae	<i>Campanula spp.</i>	0,68	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	1,70	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	45,24	Dominant
	<i>Rhododendron spp.</i>	0,68	Eser
Fabaceae	Fabaceae	1,70	Eser
	<i>Trifolium spp.</i>	1,02	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	0,34	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	3,06	Minör
Rosaceae	Rosaceae	20,41	Sekonder



Şekil 4.12. 12 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.13. 13 no'lu numune polen analiz sonucu

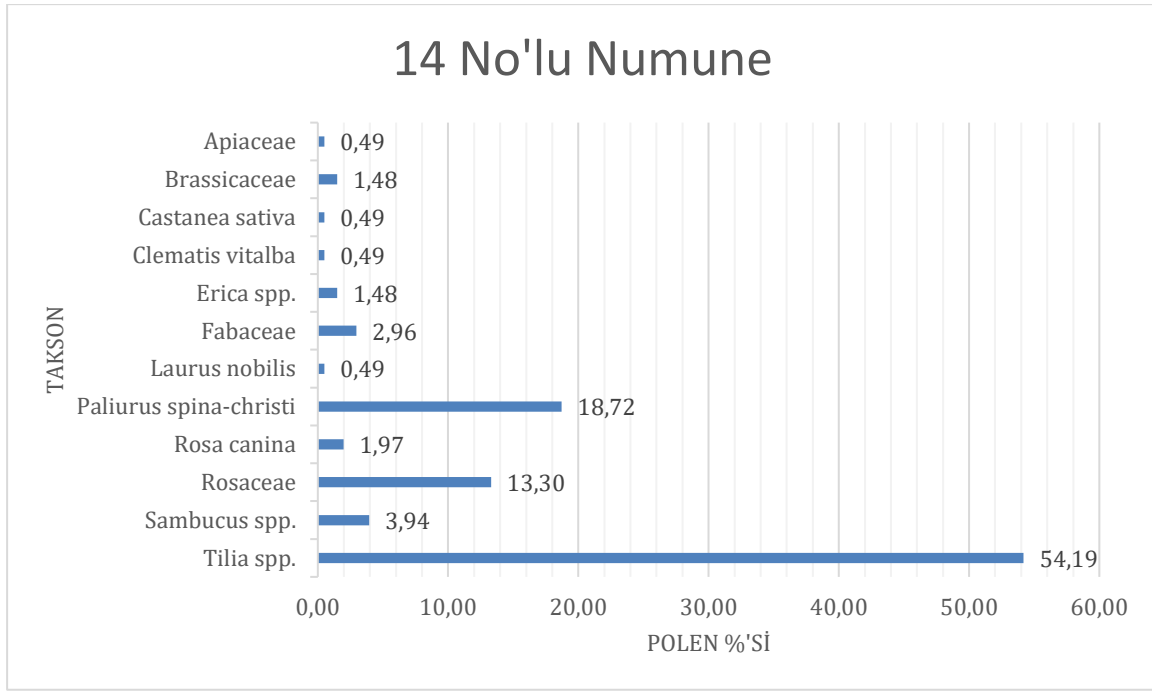
13 No'lu Numune (Satuk)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,48	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	2,40	Eser
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	3,37	Minör
Fabaceae	Fabaceae	1,44	Eser
	<i>Trifolium pratense</i>	0,48	Eser
	<i>Trifolium spp.</i>	0,96	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	7,69	Minör
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	69,71	Dominant
Pinaceae	Pinaceae	0,48	Eser
Poaceae	Poaceae	2,40	Eser
Ranunculaceae	Ranunculaceae	0,48	Eser
Rosaceae	Rosaceae	9,13	Minör
	<i>Rubus spp.</i>	0,96	Eser



Şekil 4.13. 13 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.14. 14 no'lu numune polen analiz sonucu

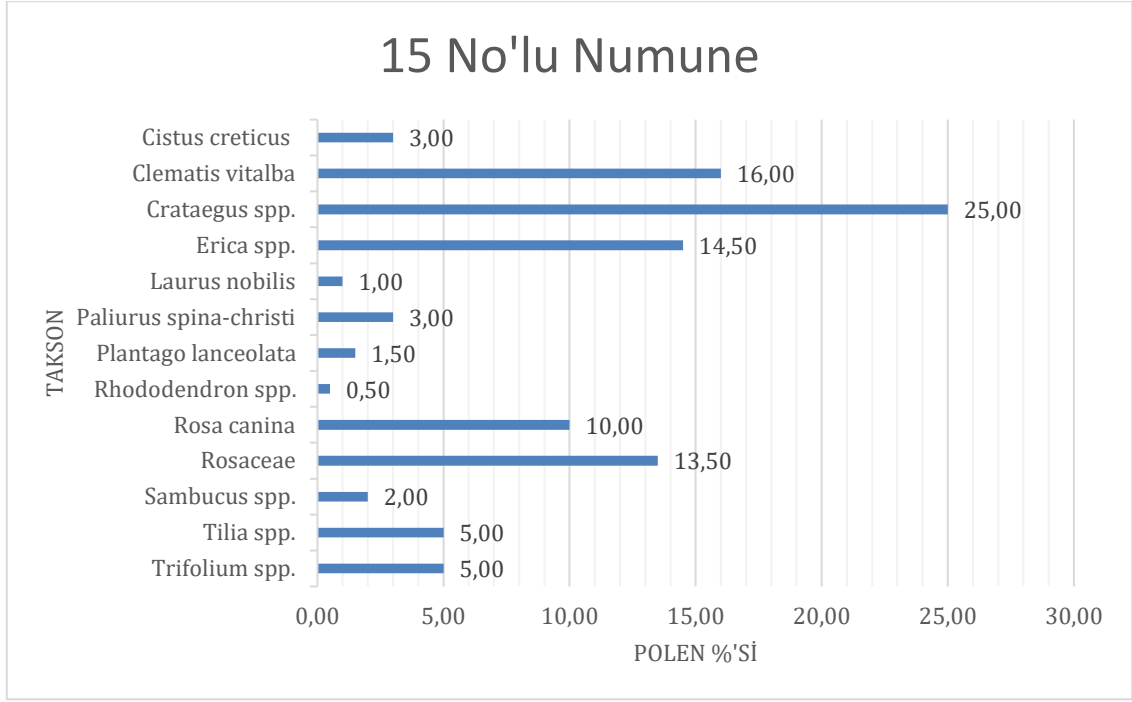
14 No'lu Numune (Kuzdağ)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	3,94	Minör
Apiaceae	Apiaceae	0,49	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	1,48	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	1,48	Eser
Fabaceae	Fabaceae	2,96	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	0,49	Eser
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	0,49	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	54,19	Dominant
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	0,49	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	18,72	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	13,30	Minör
	<i>Rosa canina</i>	1,97	Eser



Şekil 4.14. 14 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.15. 15 no'lu numune polen analiz sonucu

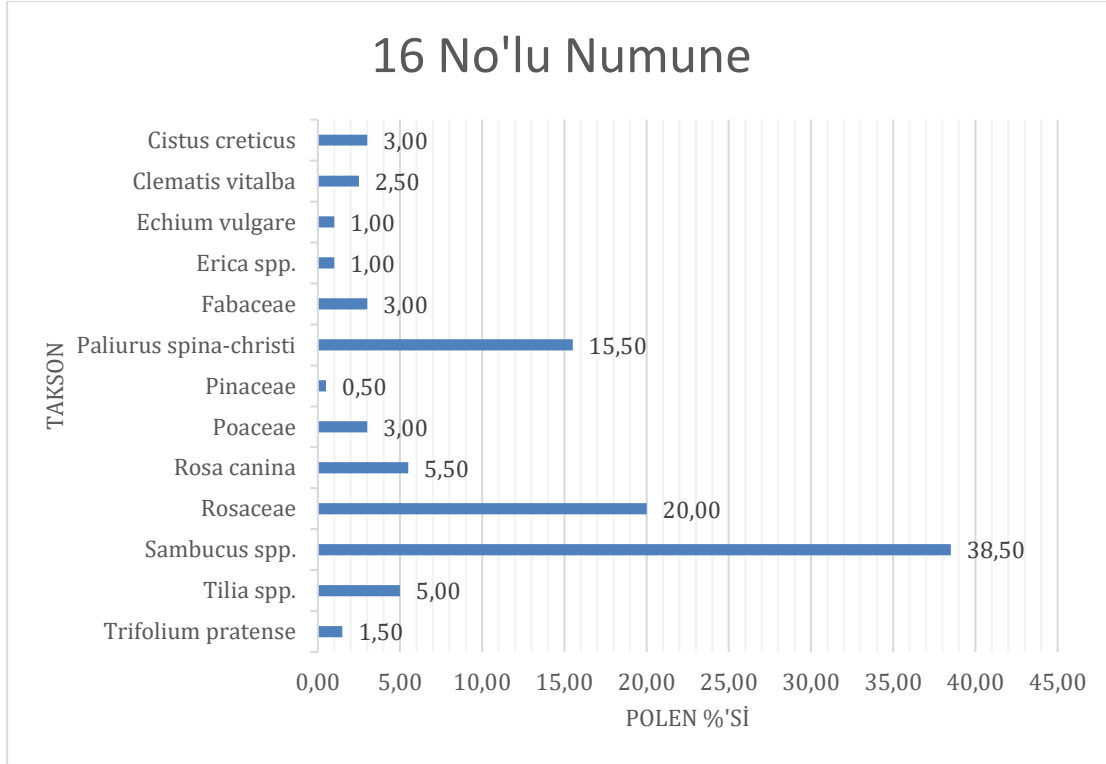
15 No'lu Numune (Yamaç)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	2,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i>	3,00	Minör
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	14,50	Minör
Ericaceae	<i>Rhododendron spp.</i>	0,50	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium spp.</i>	5,00	Minör
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	5,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata*</i>	1,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	16,00	Sekonder
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	3,00	Minör
	Rosaceae	13,50	Minör
Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	10,00	Minör
	<i>Crataegus spp.</i>	25,00	Sekonder



Şekil 4.15. 15 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.16. 16 no'lu numune polen analiz sonucu

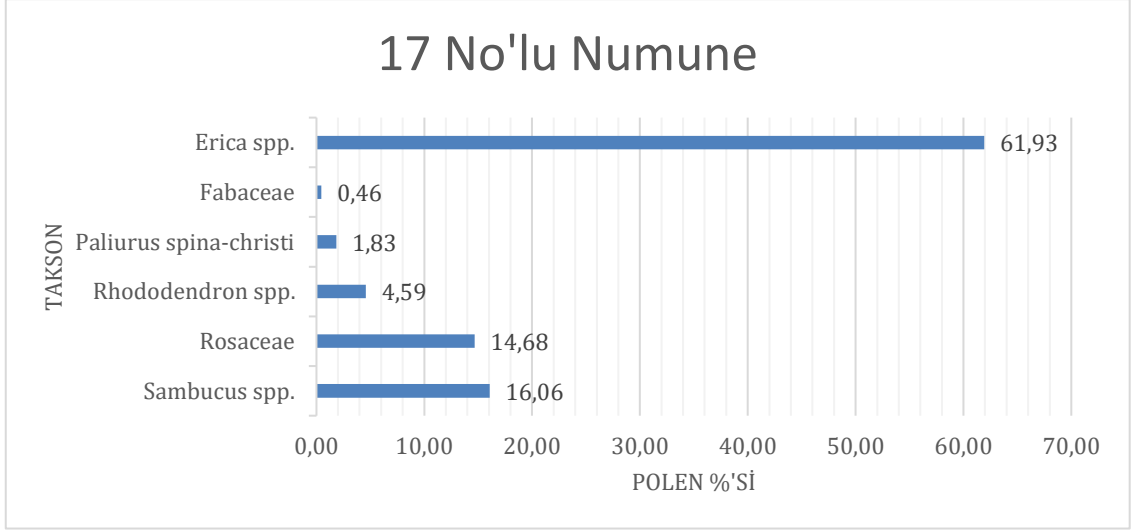
16 No'lu Numune (Akmanlar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	38,50	Sekonder
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	3,00	Minör
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	1,00	Eser
Fabaceae	Fabaceae	3,00	Minör
	<i>Trifolium pratense</i>	1,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	5,00	Minör
Pinaceae	Pinaceae	0,50	Eser
Poaceae	Poaceae	3,00	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	2,50	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	15,50	Minör
Rosaceae	Rosaceae	20,00	Sekonder
	<i>Rosa canina</i>	5,50	Minör



Şekil 4.16. 16 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.17. 17 no'lu numune polen analiz sonucu

17 No'lu Numune (Güney)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	16,06	Sekonder
Brassicaceae	Brassicaceae	0,46	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	61,93	Dominant
	<i>Rhododendron spp.</i>	4,59	Minör
Fabaceae	Fabaceae	0,46	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	1,83	Eser
Rosaceae	Rosaceae	14,68	Minör



Şekil 4.17. 17 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

2018/1 dönem balları genel olarak değerlendirildiğinde; 17 baldan 5 tanesinde *Tilia* polen oranı %45'in üzerinde bulunmuş ve bu balların Gökbel, Esenköy, Satuk (2) ve Kuzdağ bölgelerinden temin edildiği görülmüştür. Sekonder oranda *Tilia* polenine sahip 1 numune; minör oranda *Tilia* polenine sahip 7 numune ve eser oranda *Tilia* polenine sahip 2 numune tespit edilmiştir. Ayrıca Güney ve Hisar bölgelerinden temin edilen 2 numunede ise hiç *Tilia* polenine rastlanılmamıştır.

Ballarda dominant oranda polenleri bulunan diğer taksonlar; *Erica* spp. (3), *Sambucus* spp. (1) ve Rosaceae (1)'dir. Sekonder oranda polenlerine rastlanılan taksonlar; *Erica* spp. (2), Rosaceae (1), *Clematis vitalba* (1), *Crataegus* spp. (1), *Sambucus* spp. (2), *Castanea sativa* (2) ve *Paliurus spina-christi* (2) olarak tespit edilmiştir. Minör ve eser miktarda polenine rastlanılan bitkilerin bala katkısı genelde dikkate alınamayacak düzeyde olduğundan burada bu taksonlardan bahis edilememiştir.

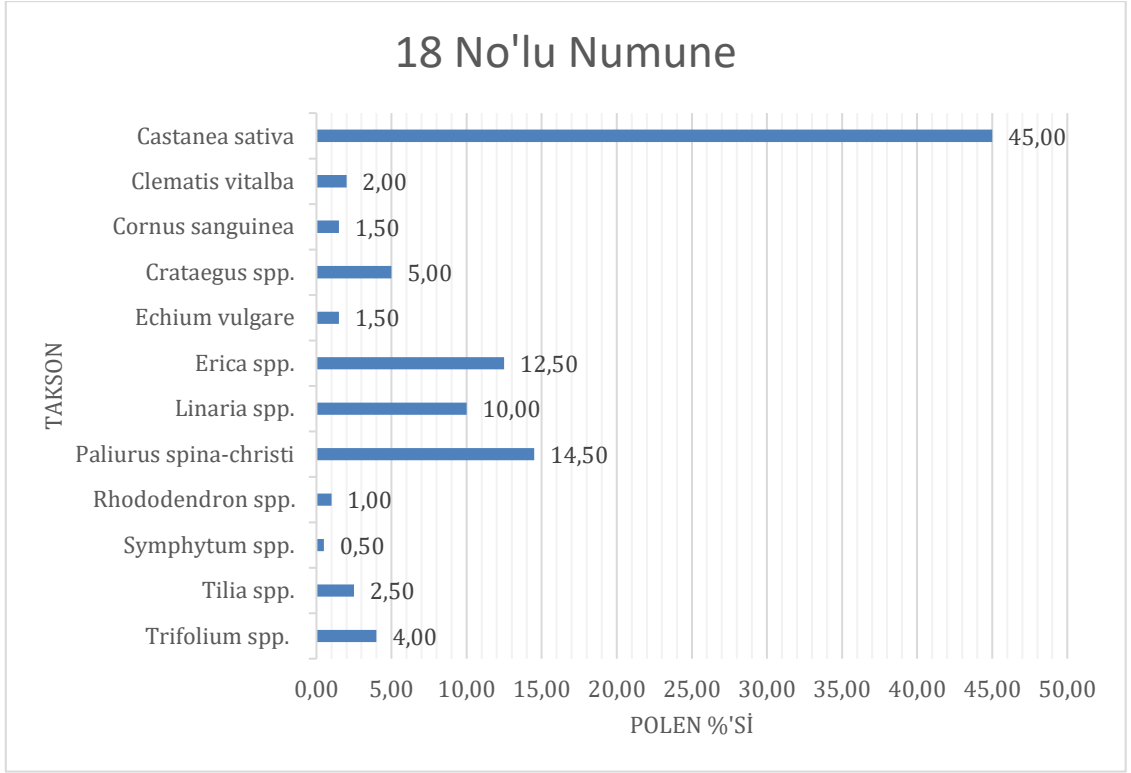
4.1.1.2. 2018 ikinci dönemde toplanan balların polen analizi

2018/2 döneminde yöre arıcılarının normal sağıım döneminde (Ağustos ayında 3. ve 4. hafta) 11 farklı lokasyondan toplam 18 adet bal numunesi toplanmış ve analiz edilmiştir. Diğer 2 lokasyondan çeşitli nedenlerle örnek alınamamıştır (arıcıya ulaşılabilmesi, iklim koşulları vb.). Bu grup içerisindeki bal numunelerinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve

bu taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Çizelge 4.18-4.35'de verilmiştir. Arılar tarafından yalnızca polen kaynağı olarak kullanıldığı bilinen taksonlar * ile belirtilmiştir. Ayrıca bal örneklerinin polen analiz sonuçları kümelenmiş çubuk grafikleri ile gösterilmiştir (Şekil 4.18-4.35.)

Çizelge 4.18. 18 no'lu numune polen analiz sonucu

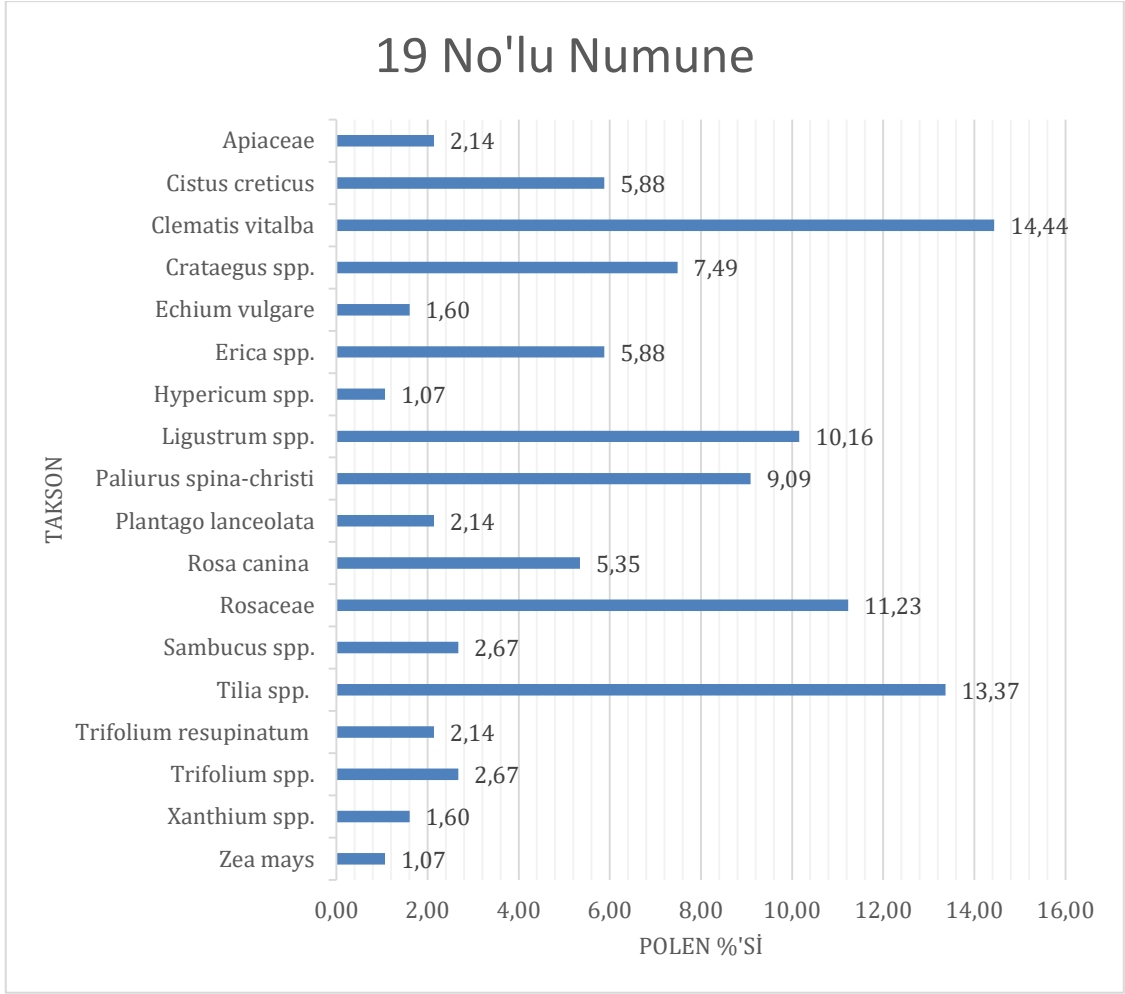
18 No'lu Numune (Derebaşı)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	1,50	Eser
	<i>Symphytum</i> spp.	0,50	Eser
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	1,50	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	12,50	Minör
	<i>Rhododendron</i> spp.	1,00	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium</i> spp.	4,00	Minör
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	45,00	Dominant
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	2,50	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	10,0	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	2,00	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	14,50	Minör
Rosaceae	<i>Crataegus</i> spp.	5,00	Minör



Şekil 4.18. 18 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.19. 19 no'lu numune polen analiz sonucu

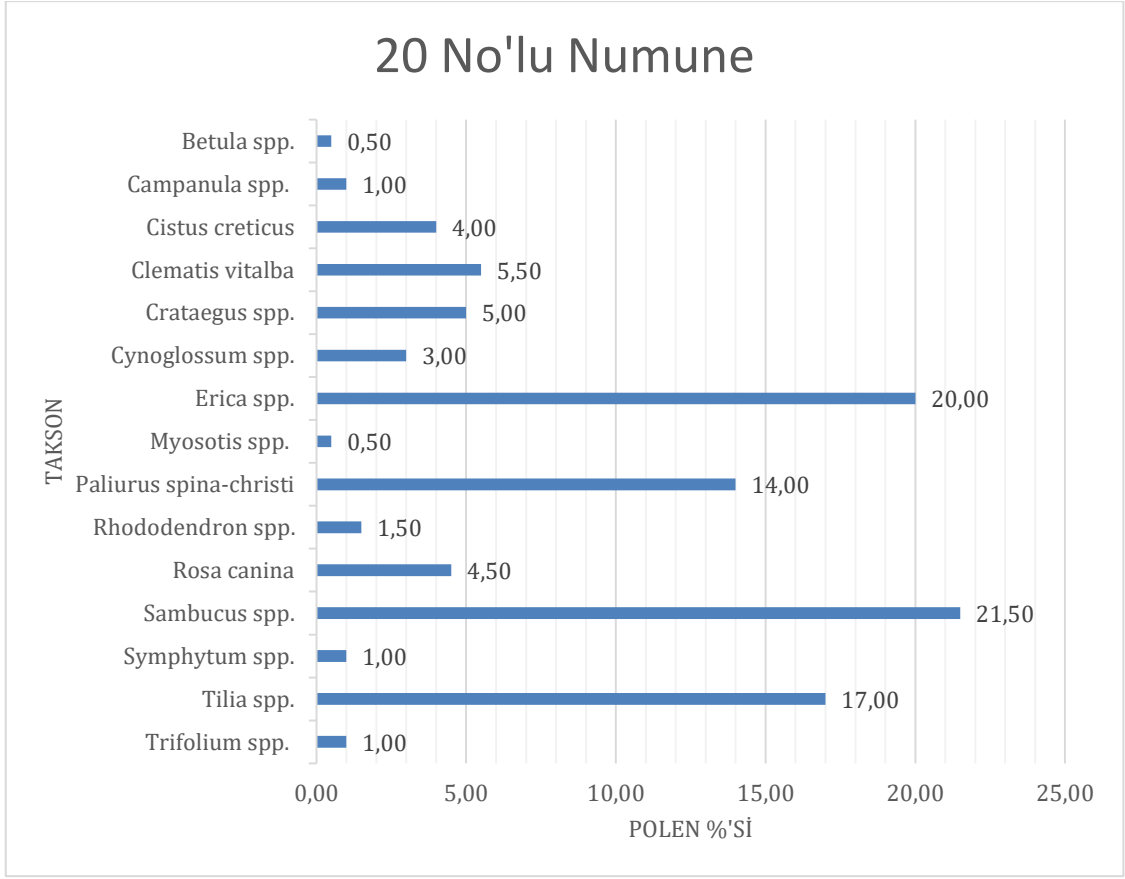
19 No'lu Numune (Kuzdağ)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	2,67	Eser
Apiaceae	Apiaceae	2,14	Eser
Asteraceae	<i>Xanthium</i> spp.	1,60	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	1,60	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	5,88	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	5,88	Minör
Fabaceae	<i>Trifolium</i> spp.	2,67	Eser
	<i>Trifolium resupinatum</i>	2,14	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	1,07	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	13,37	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	10,16	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	2,14	Eser
Poaceae	<i>Zea mays</i>	1,07	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	14,44	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	9,09	Minör
Rosaceae	Rosaceae	11,23	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	7,49	Minör
	<i>Rosa canina</i>	5,35	Minör



Şekil 4.19. 19 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.20. 20 no'lu numune polen analiz sonucu

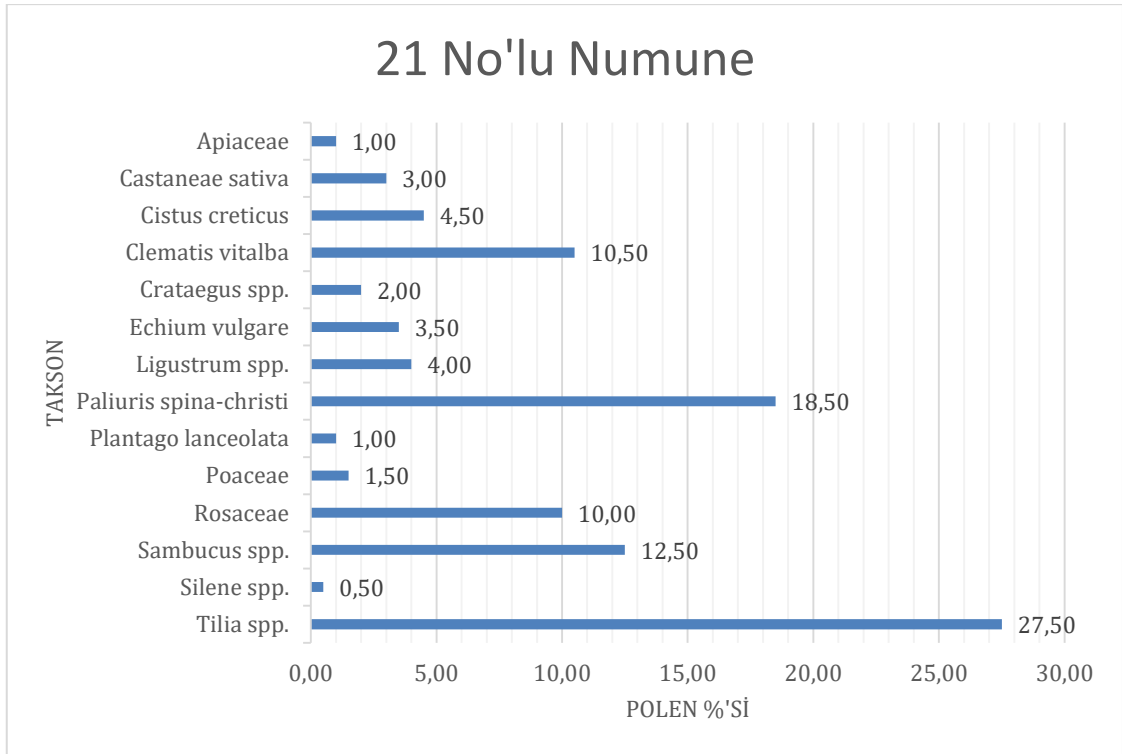
20 No'lu Numune (Esenköy)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	21,50	Sekonder
Betulaceaea	<i>Betula</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Cynoglossum</i> spp.	3,00	Minör
Boraginaceae	<i>Myosotis</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Symphytum</i> spp.	1,00	Eser
Campanulaceae	<i>Campanula</i> spp.	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	4,00	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	20,00	Sekonder
	<i>Rhododendron</i> spp.	1,50	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium</i> spp.	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	17,00	Sekonder
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	5,50	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	14,00	Minör
Rosaceae	<i>Crataegus</i> spp.	5,00	Minör
	<i>Rosa canina</i>	4,50	Minör



Şekil 4.20. 20 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.21. 21 no'lu numune polen analiz sonucu

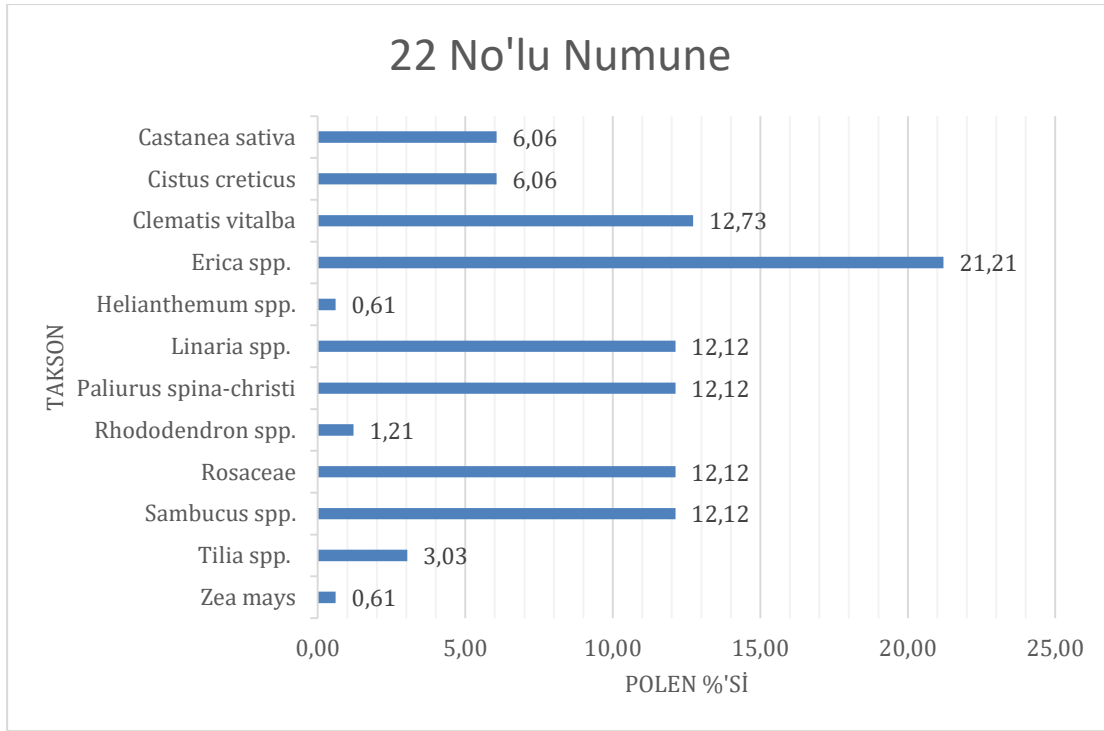
21 No'lu Numune (Kuzdağ)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	12,50	Minör
Apiaceae	Apiaceae	1,00	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	3,50	Minör
Caryophyllaceae	<i>Silene</i> spp.	0,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	4,50	Minör
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	3,00	Minör
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	27,50	Sekonder
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	4,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	1,00	Eser
Poaceae	Poaceae	1,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	10,50	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	18,50	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	10,00	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	2,00	Eser



Şekil 4.21. 21 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.22. 22 no'lu numune polen analiz sonucu

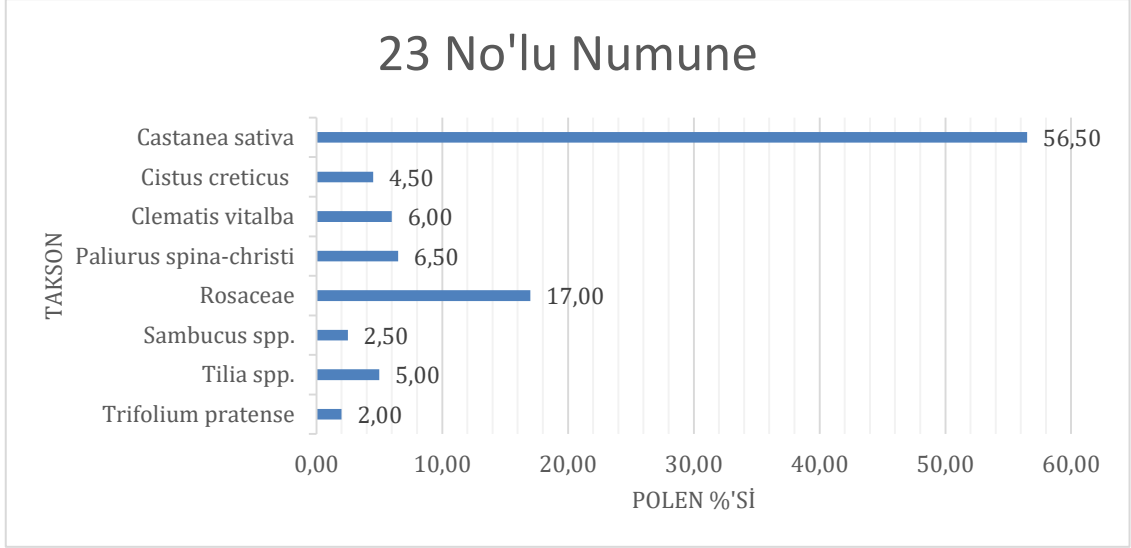
22 No'lu Numune (Güney)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	12,12	Minör
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	6,06	Minör
	<i>Helianthemum spp.</i>	0,61	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	21,21	Sekonder
	<i>Rhododendron spp.</i>	1,21	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	6,06	Minör
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	3,03	Minör
Plantaginaceae	<i>Linaria spp.</i>	12,12	Minör
Poaceae	<i>Zea mays</i>	0,61	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	12,73	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	12,12	Minör
Rosaceae	Rosaceae	12,12	Minör



Şekil 4.22. 22 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.23. 23 no'lu numune polen analiz sonucu

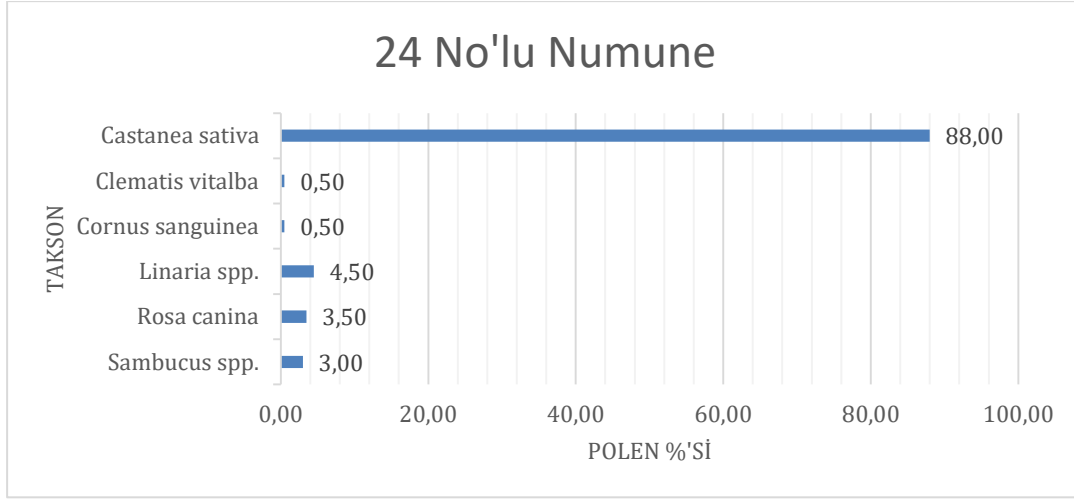
23 No'lu Numune (Akmanlar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	2,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus *</i>	4,50	Minör
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	2,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	56,50	Dominant
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	5,00	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	6,00	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	6,50	Minör
Rosaceae	Rosaceae	17,00	Sekonder



Şekil 4.23. 23 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.24. 24 no'lu numune polen analiz sonucu

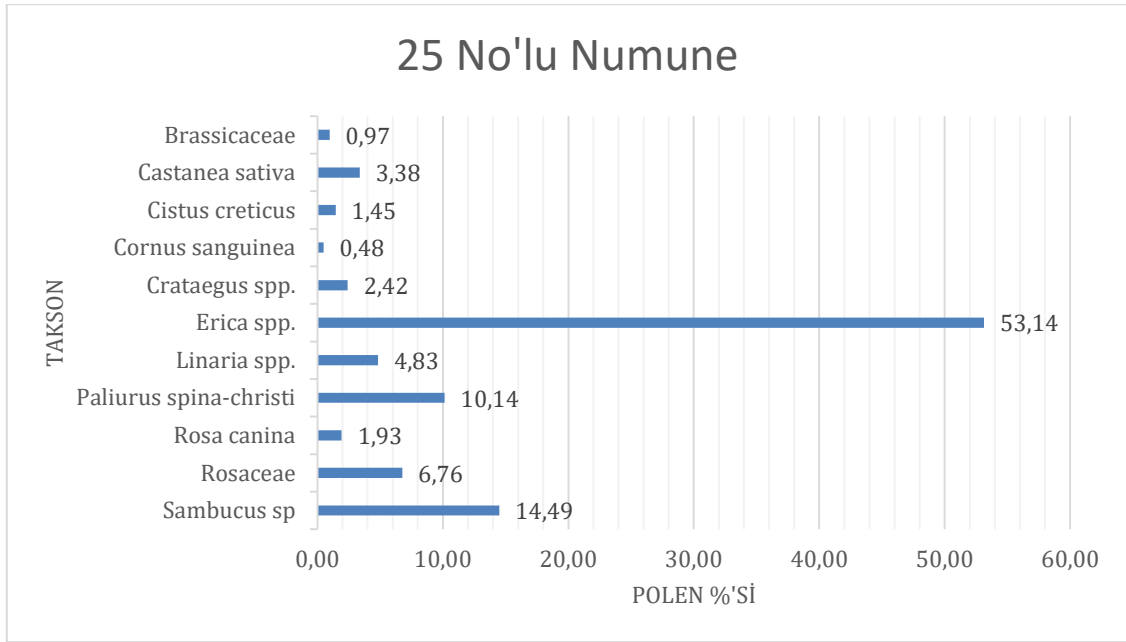
24 No'lu Numune (Değirmenyanı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	3,00	Minör
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	0,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	88,00	Dominant
Plantaginaceae	<i>Linaria spp.</i>	4,50	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	0,50	Eser
Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	3,50	Minör



Şekil 4.24. 24 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.25. 25 no'lu numune polen analiz sonucu

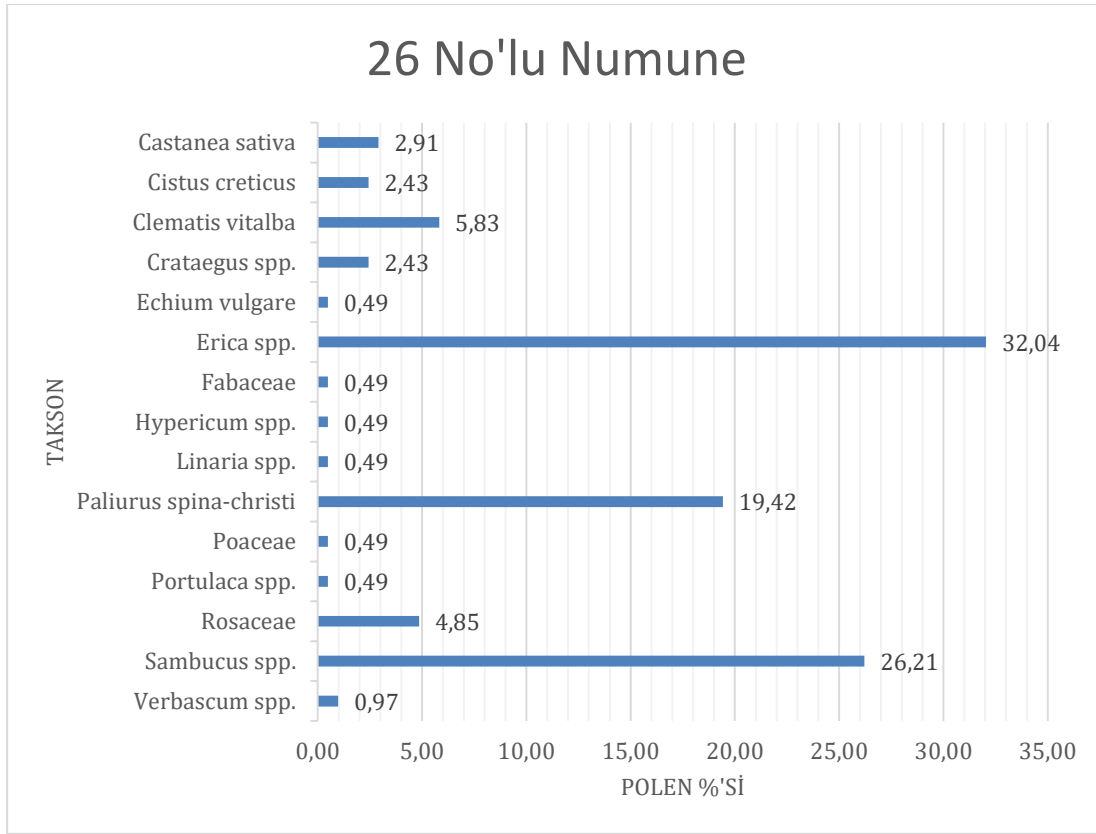
25 No'lu Numune (Hisar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	14,49	Minör
Brassicaceae	Brassicaceae	0,97	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	1,45	Eser
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	0,48	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	53,14	Dominant
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	3,38	Minör
Plantaginaceae	<i>Linaria spp.</i>	4,83	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	10,14	Minör
	Rosaceae	6,76	Minör
Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	1,93	Eser
	<i>Crataegus spp.</i>	2,42	Eser



Şekil 4.25. 25 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.26. 26 no'lu numune polen analiz sonucu

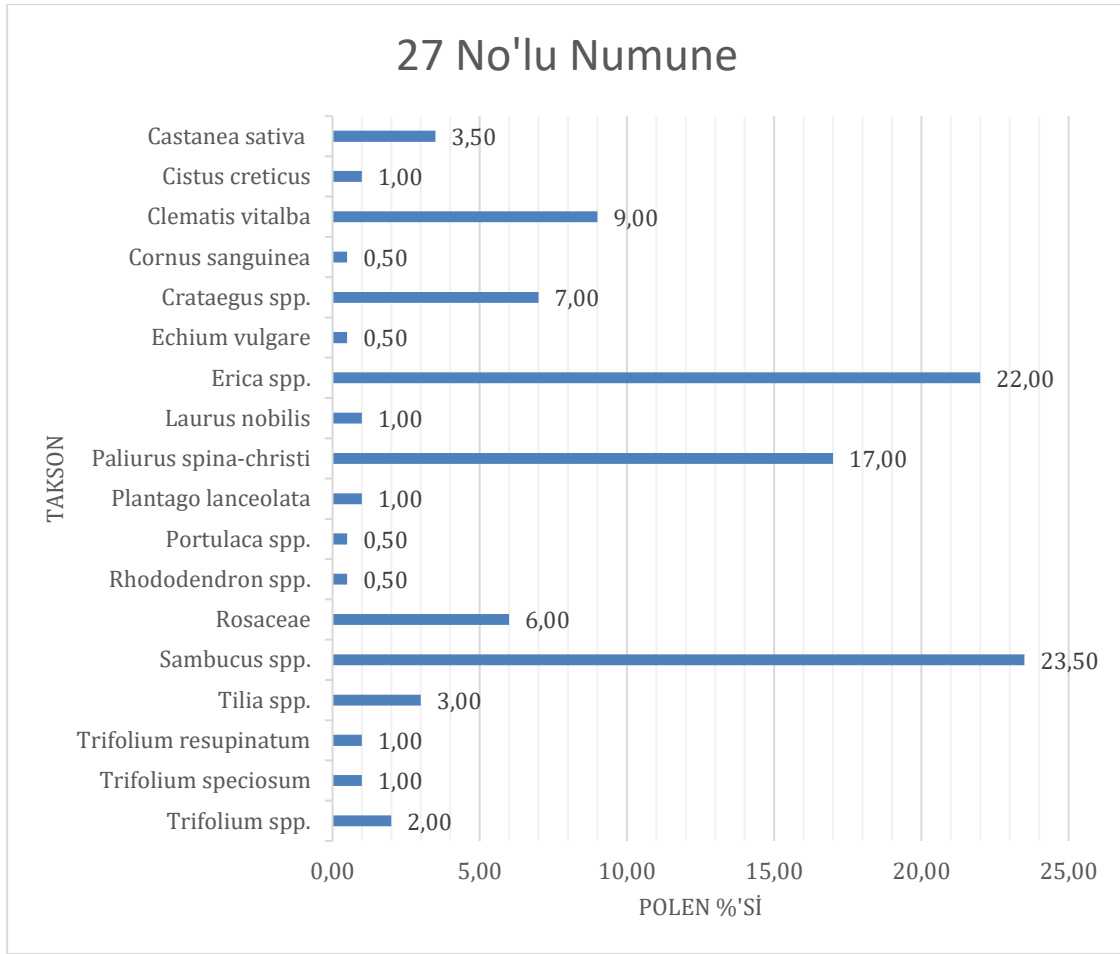
26 No'lu Numune (Derebaşı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	26,21	Sekonder
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,49	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	2,43	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	32,04	Sekonder
Fabaceae	Fabaceae	0,49	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	2,91	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum spp.</i>	0,49	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria spp.</i>	0,49	Eser
Poaceae	Poaceae	0,49	Eser
Portulacaceae	<i>Portulaca spp.</i>	0,49	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	5,83	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	19,42	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	4,85	Minör
	<i>Crataegus spp.</i>	2,43	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum spp.</i>	0,97	Eser



Şekil 4.26. 26 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.27. 27 no'lu numune polen analiz sonucu

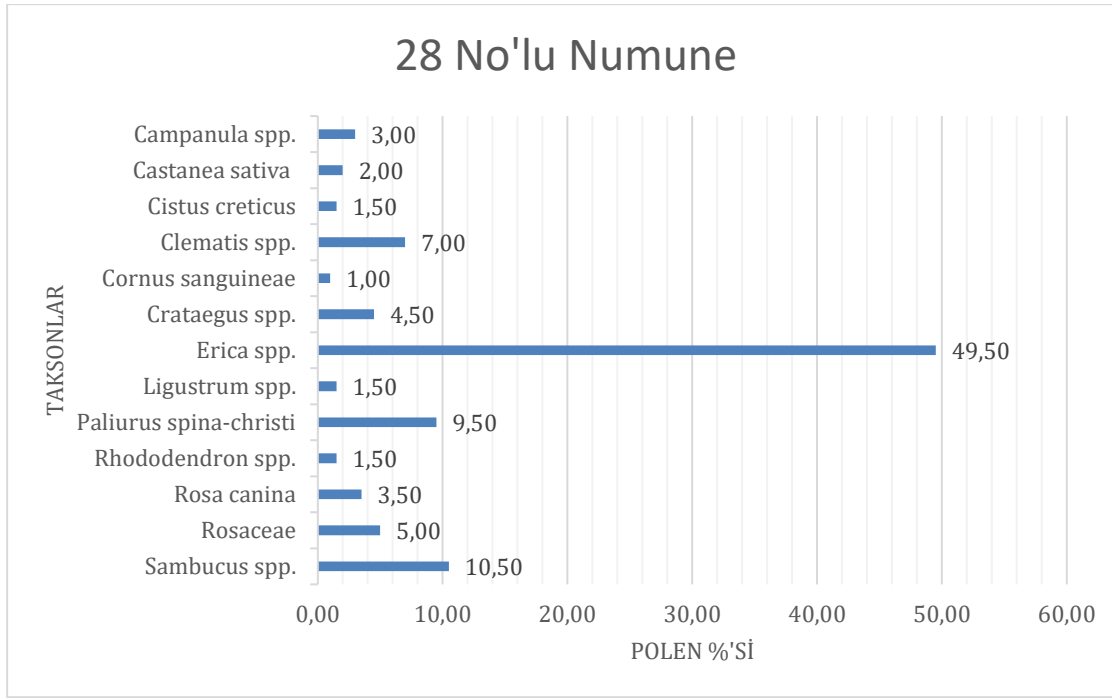
27 No'lu Numune (Derebaşı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	23,50	Sekonder
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	1,00	Eser
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	0,50	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	22,00	Sekonder
	<i>Rhododendron</i> spp.	0,50	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i>	1,00	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	2,00	Eser
	<i>Trifolium speciosum</i>	1,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	3,50	Minör
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	3,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	1,00	Eser
Portulacaceae	<i>Portulaca</i> spp.	0,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	9,00	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	17,00	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	6,00	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	7,00	Minör



Şekil 4.27. 27 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.28. 28 no'lu numune polen analiz sonucu

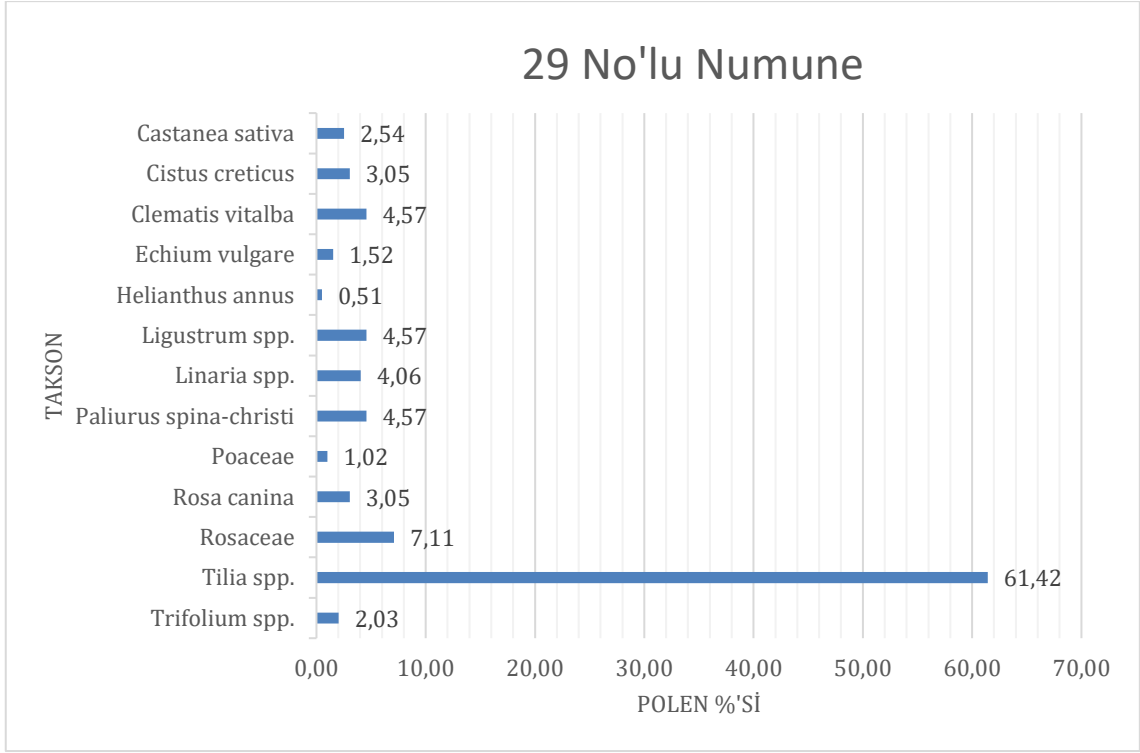
28 No'lu Numune (Hisar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	10,50	Minör
Campanulaceae	<i>Campanula</i> spp.	3,00	Minör
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	1,50	Eser
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	1,00	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	49,50	Dominant
	<i>Rhododendron</i> spp.	1,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	2,00	Eser
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	1,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	7,00	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	9,50	Minör
Rosaceae	Rosaceae	5,00	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	4,50	Minör
	<i>Rosa canina</i>	3,50	Minör



Şekil 4.28. 28 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.29. 29 no'lu numune polen analiz sonucu

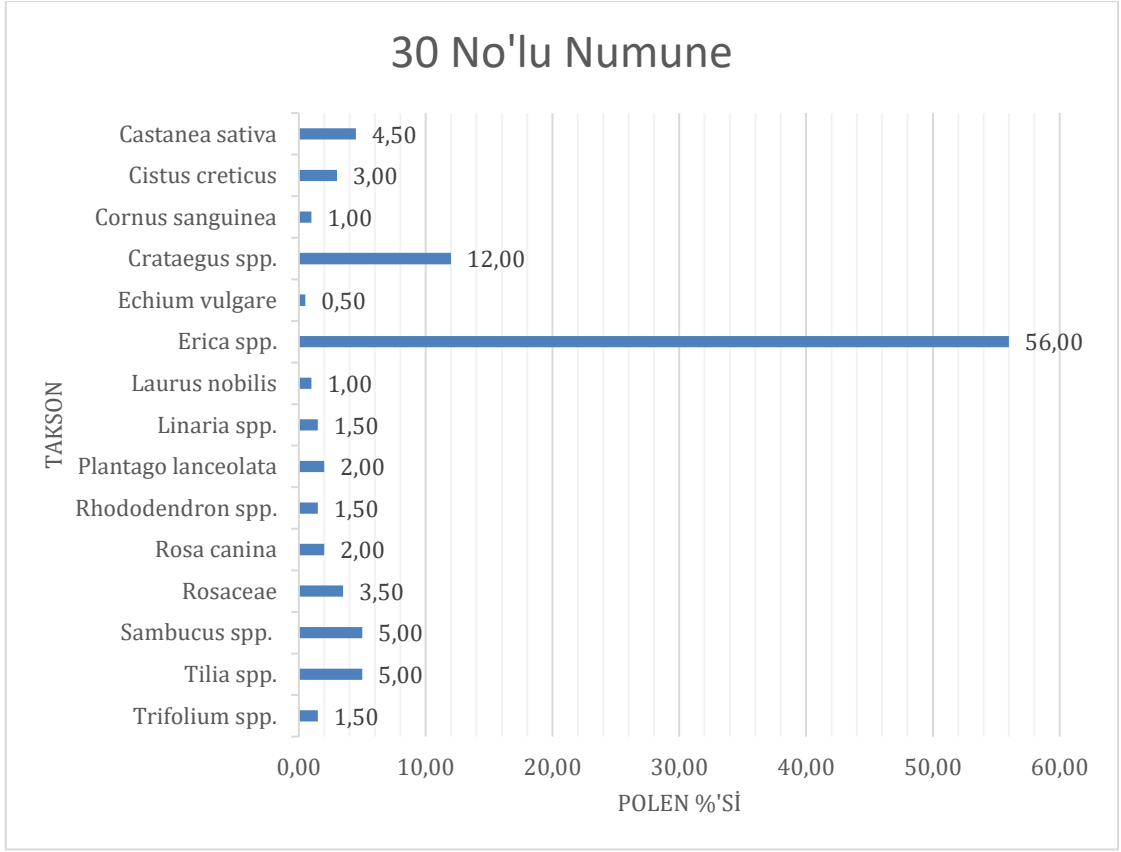
29 No'lu Numune (Gökbel)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>	0,51	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	1,52	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	3,05	Minör
Fabaceae	<i>Trifolium spp.</i>	2,03	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	2,54	Eser
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	61,42	Dominant
Oleaceae	<i>Ligustrum spp.</i>	4,57	Minör
Plantaginaceae	<i>Linaria spp.</i>	4,06	Minör
Poaceae	Poaceae	1,02	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	4,57	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	4,57	Minör
Rosaceae	Rosaceae	7,11	Minör
	<i>Rosa canina</i>	3,05	Minör



Şekil 4.29. 29 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.30. 30 no'lu numune polen analiz sonucu

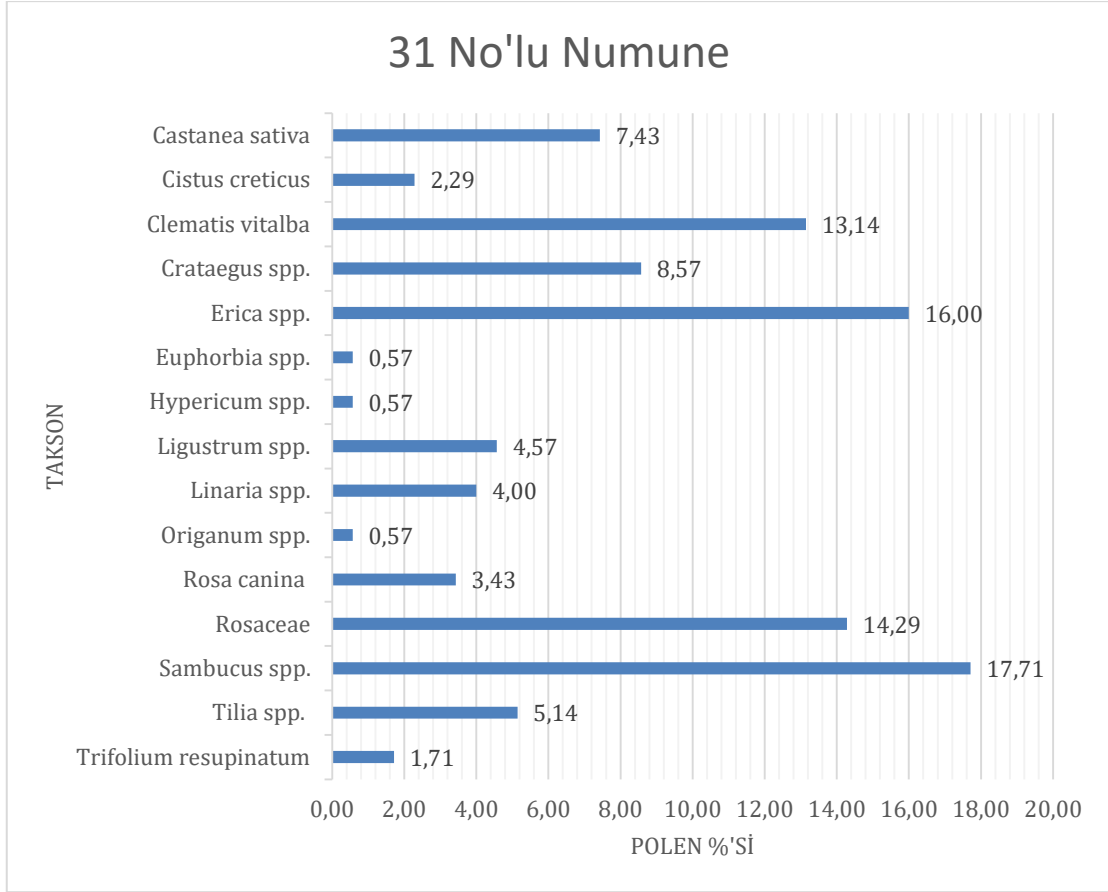
30 No'lu Numune (Yamaç)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp. *	5,00	Minör
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	3,00	Minör
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	1,00	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	56,00	Dominant
	<i>Rhododendron</i> spp.	1,50	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium</i> spp.	1,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	4,50	Minör
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	2,00	Eser
	<i>Linaria</i> spp.	1,50	Eser
Rosaceae	Rosaceae	3,50	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	12,00	Minör
	<i>Rosa canina</i>	2,00	Eser



Şekil 4.30. 30 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.31. 31 no'lu numune polen analiz sonucu

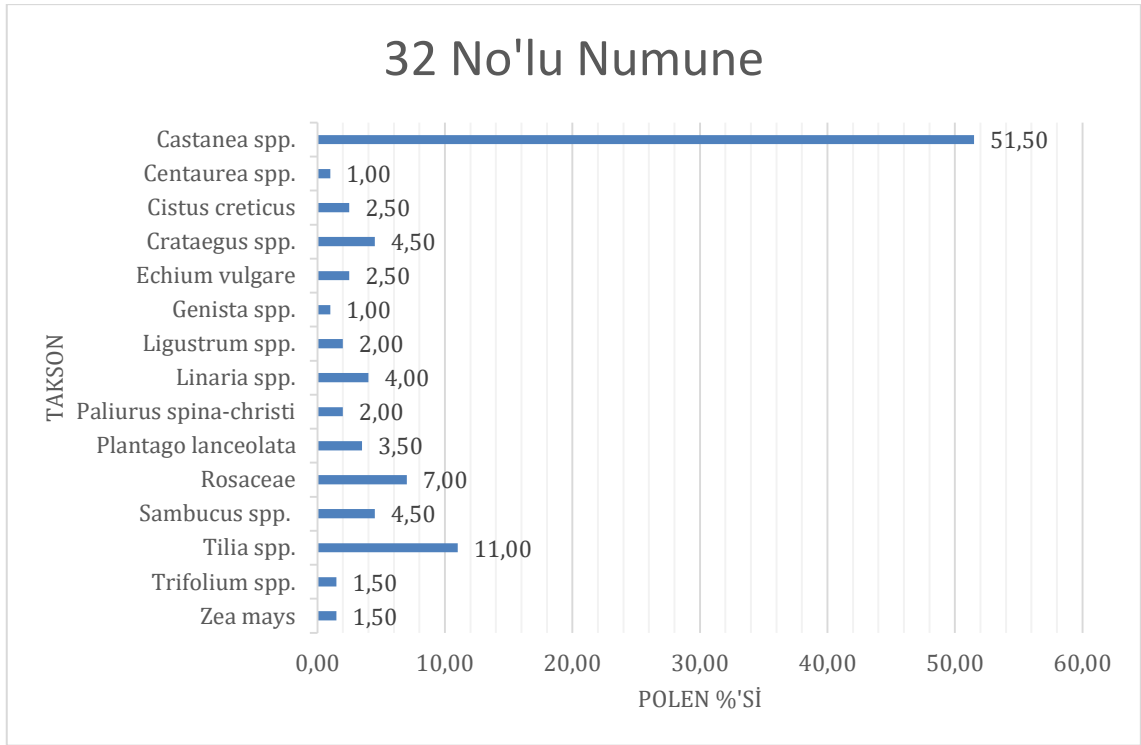
31 No'lu Numune (Yamaç)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	17,71	Sekonder
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,29	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	16,00	Sekonder
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	0,57	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i>	1,71	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	7,43	Minör
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,57	Eser
Lamiaceae	<i>Origanum</i> spp.	0,57	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,14	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	4,57	Minör
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	4,00	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	13,14	Minör
Rosaceae	Rosaceae	14,29	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	8,57	Minör
	<i>Rosa canina</i>	3,43	Minör



Şekil 4.31. 31 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.32. 32 no'lu numune polen analiz sonucu

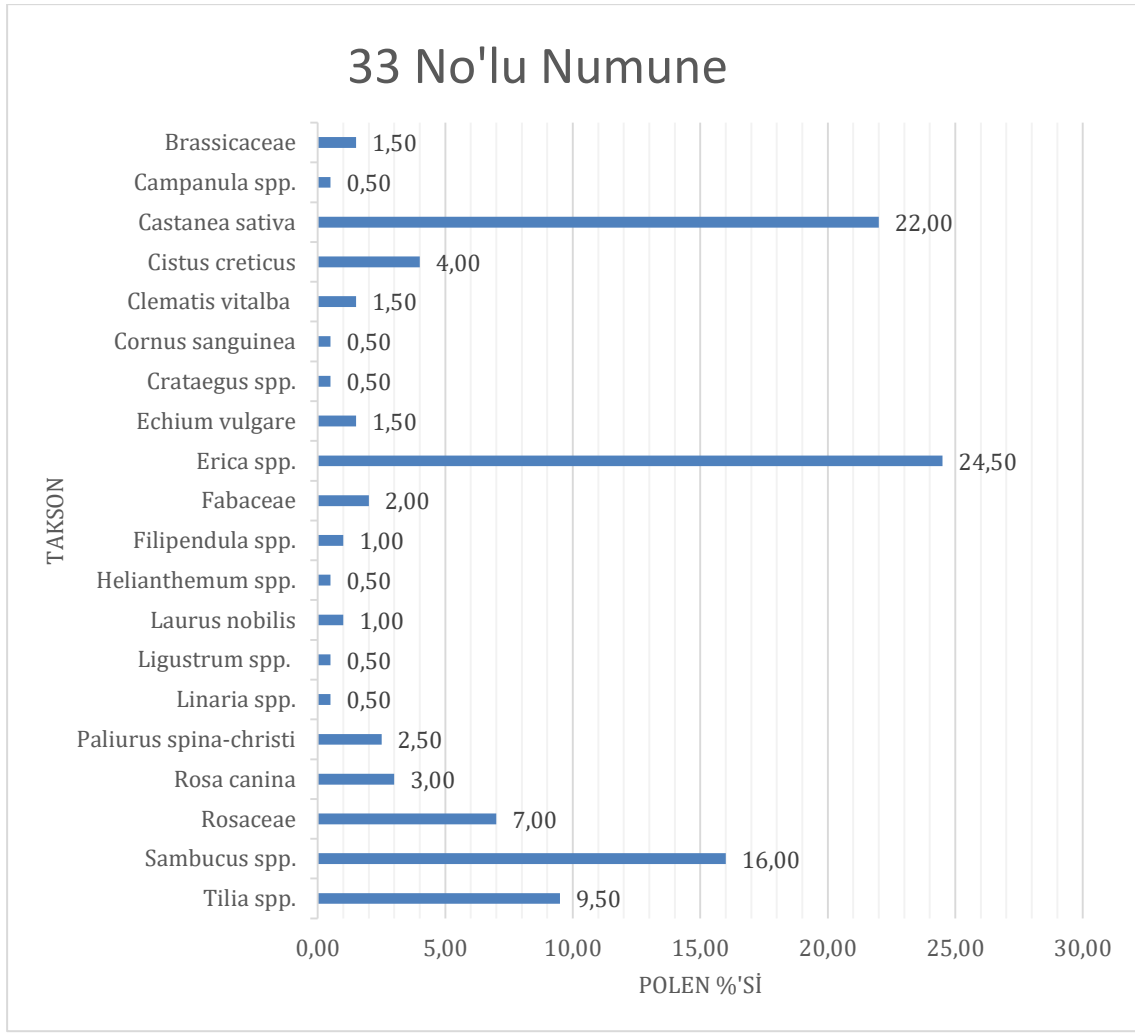
32 No'lu Numune (Kayaarkası)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	4,50	Minör
Asteraceae	<i>Centaurea</i> spp.	1,00	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	2,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,50	Eser
Fabaceae	<i>Genista</i> spp.	1,00	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	1,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	51,50	Dominant
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	11,00	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	2,00	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	4,00	Minör
	<i>Plantago lanceolata</i> *	3,50	Minör
Poaceae	<i>Zea mays</i>	1,50	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	2,00	Eser
Rosaceae	Rosaceae	7,00	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	4,50	Minör



Şekil 4.32. 32 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.33. 33 no'lu numune polen analiz sonucu

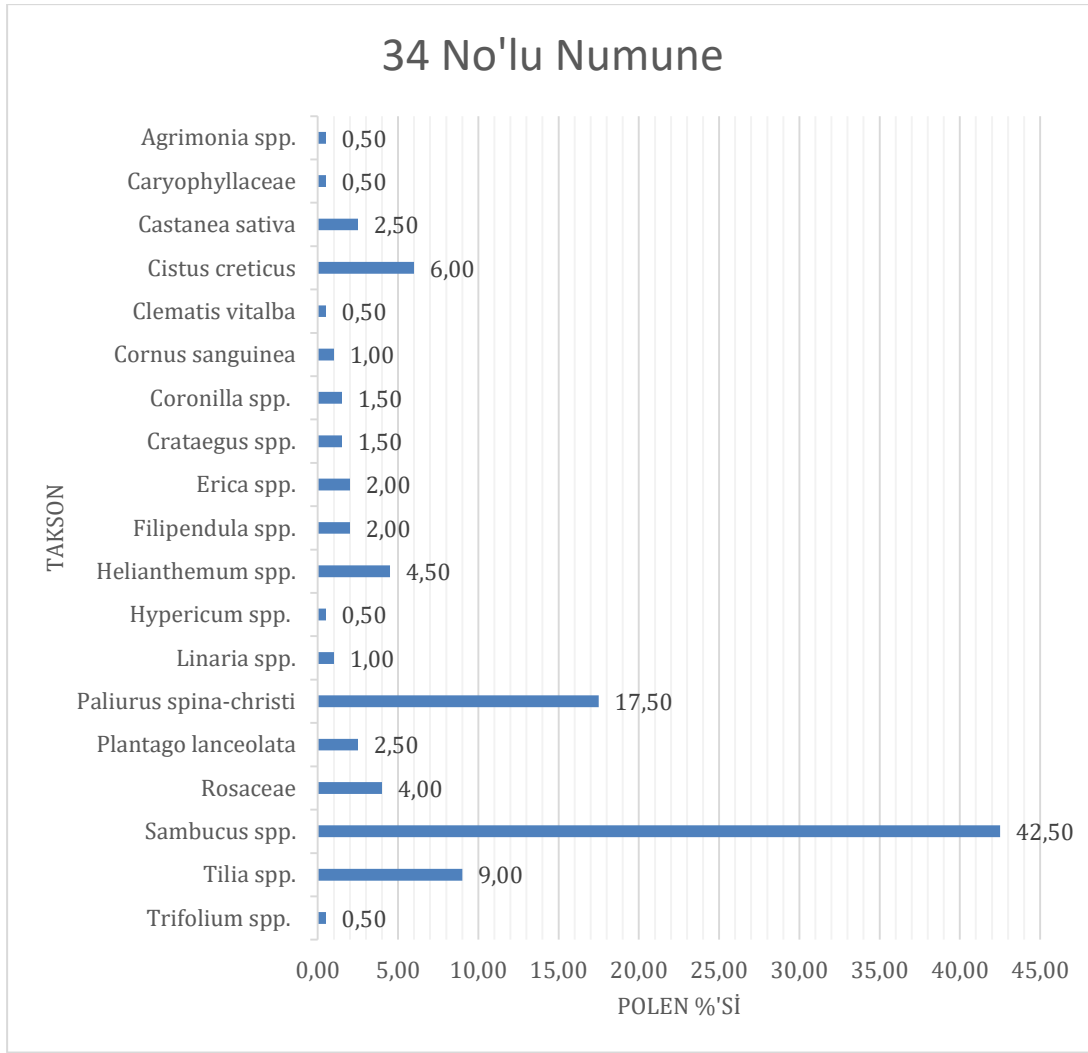
33 No'lu Numune (Kayaarkası)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus spp.*</i>	16,00	Sekonder
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	1,50	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	1,50	Eser
Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	24,50	Sekonder
Fabaceae	Fabaceae	2,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	22,00	Sekonder
Malvaceae	<i>Tilia spp.</i>	9,50	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	1,50	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	2,50	Eser
	<i>Laurus nobilis</i>	1,00	Eser
Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	3,00	Minör
	Rosaceae	7,00	Minör



Şekil 4.33. 33 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.34. 34 no'lu numune polen analiz sonucu

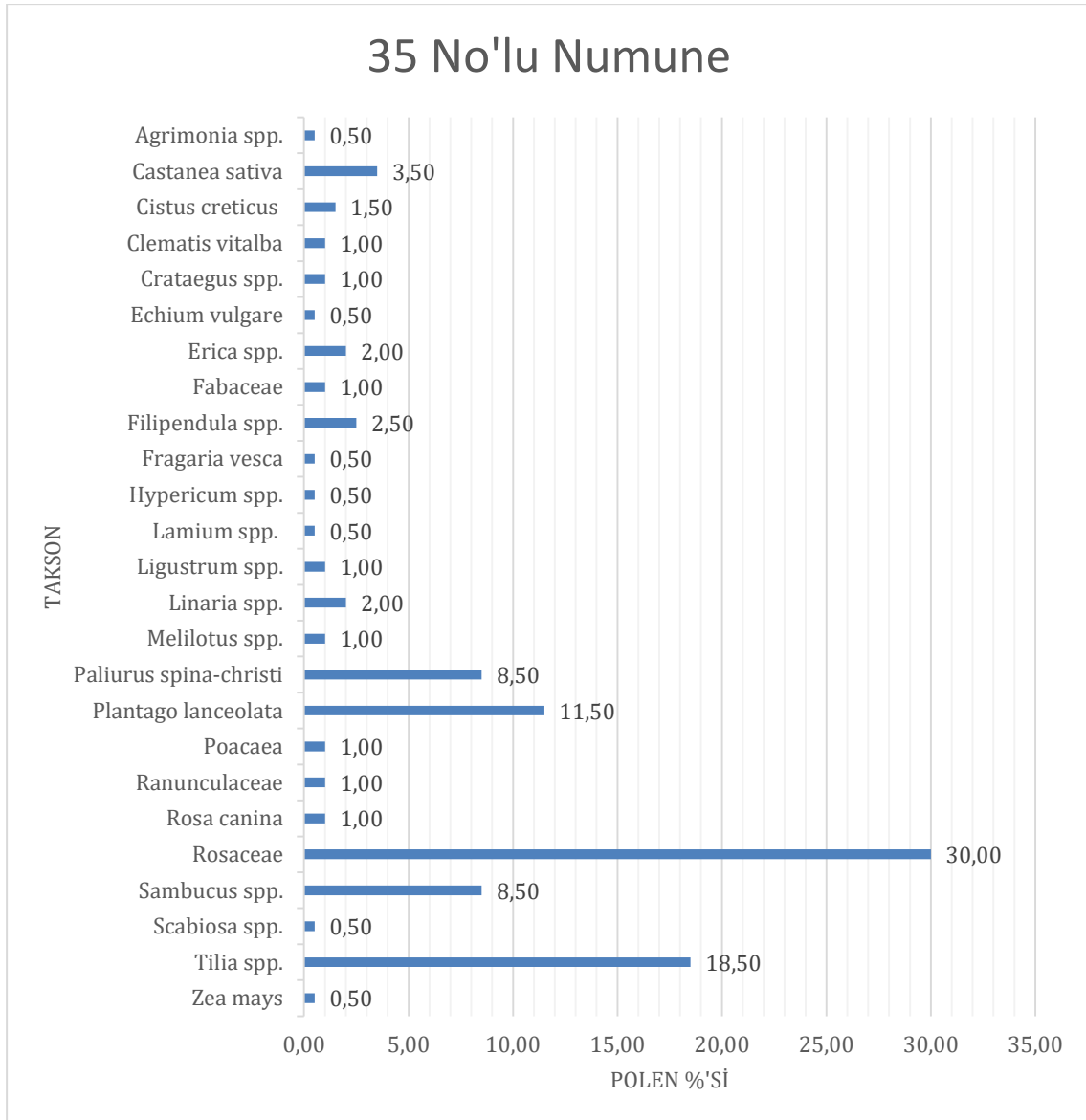
34 No'lu Numune (Kuzdağ)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	42,50	Sekonder
Caryophyllaceae	Caryophyllaceae	0,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	6,00	Minör
	<i>Helianthemum</i> spp.	4,50	Minör
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	1,00	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	2,00	Eser
Fabaceae	<i>Coronilla</i> spp.	1,50	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	0,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	2,50	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	9,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	2,50	Eser
	<i>Linaria</i> spp.	1,00	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	0,50	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	17,50	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	4,00	Minör
	<i>Agrimonia</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Crataegus</i> spp.	1,50	Eser
	<i>Filipendula</i> spp.	2,00	Eser



Şekil 4.34. 34 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.35. 35 no'lu numune polen analiz sonucu

35 No'lu Numune (Kuzdağ)			
Familya	Takson	Polen % 'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	8,50	Minör
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,50	Eser
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i> spp.	0,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	1,50	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	2,00	Eser
Fabaceae	Fabaceae	1,00	Eser
	<i>Melilotus</i> spp.	1,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	3,50	Minör
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,50	Eser
Lamiaceae	<i>Lamium</i> spp.	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	18,50	Sekonder
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	1,00	Eser
	<i>Plantago lanceolata</i> *	11,50	Minör
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	2,00	Eser
	Poaceae	1,00	Eser
Poaceae	<i>Zea mays</i>	0,50	Eser
	<i>Clematis vitalba</i>	1,00	Eser
Ranunculaceae	Ranunculaceae	1,00	Eser
	<i>Paliurus spina-christi</i>	8,50	Minör
Rosaceae	Rosaceae	30,00	Sekonder
	<i>Agrimonia</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Crataegus</i> spp.	1,00	Eser
	<i>Filipendula</i> spp.	2,50	Eser
	<i>Fragaria vesca</i>	0,50	Eser
	<i>Rosa canina</i>	1,00	Eser



Şekil 4.35. 35 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

2018/2 dönem balları genel olarak değerlendirildiğinde; 18 baldan 1 tanesinde dominant (%45'in üzerinde); 3 tanesinde sekonder; 9 tanesinde minör ve 1 tanesinde ise eser oranda *Tilia* poleni tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Gökbel bölgesi dominant *Tilia* poleni içeren ıhlamur balının üretildiği önemli bölgelerden biridir. *Tilia* polenlerinin sekonder oranda bulunduğu ballar ise Esenköy ve Kuzdağ (2) bölgelerinde üretilmiştir. Değirmenyanı, Hisar (2) ve Derebaşı bölgelerinden temin edilen 4 balda ise hiç *Tilia* polenine rastlanılmamıştır.

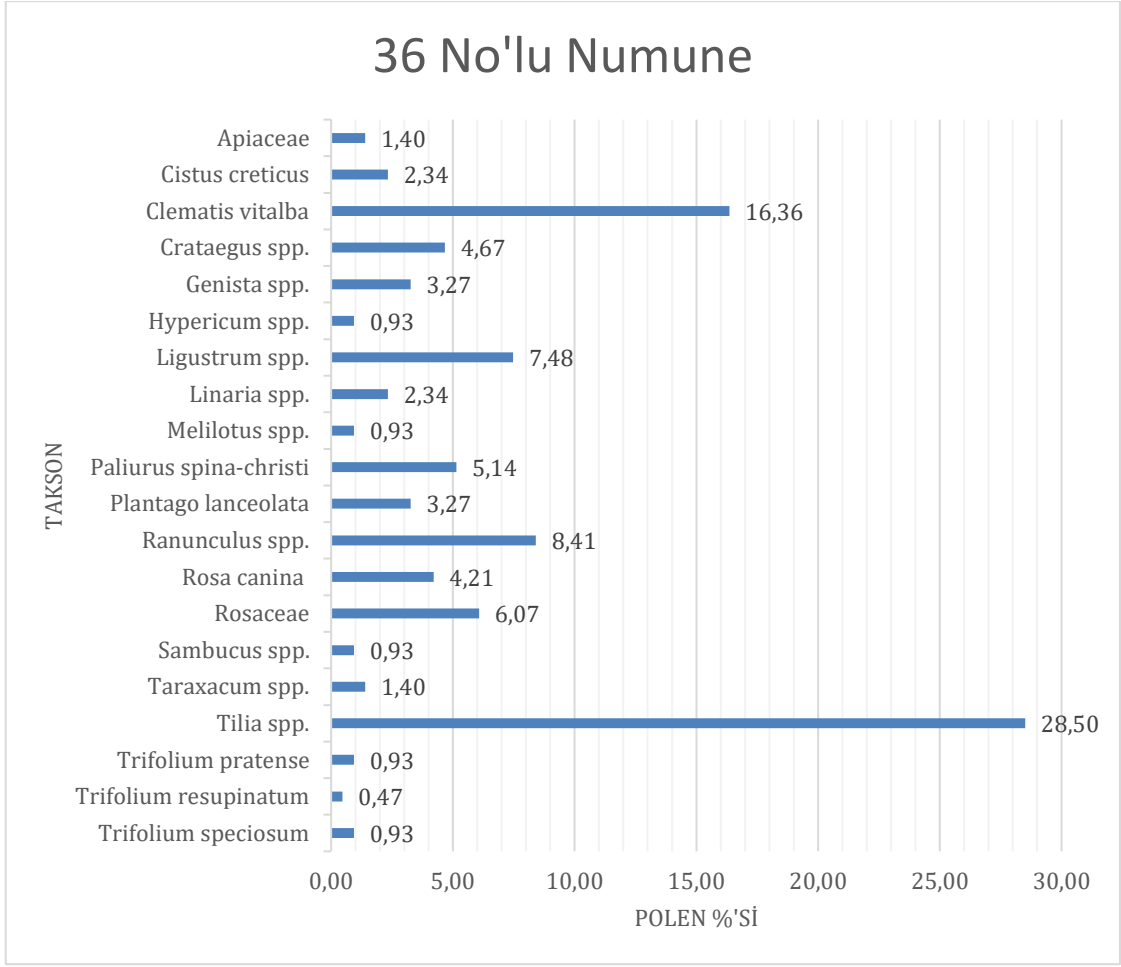
İncelenen ballarda polenlerine dominant oranda rastlanılan diğerk taksonlar; *Castanea sativa* (4), *Erica* spp. (3), olurken; polenlerine sekonder oranda rastlanan taksonlar; *Sambucus* spp. (6), *Erica* spp. (6), *Paliurus spina-christi* (4), Rosaceae (2) ve *Castanea sativa* (1) olarak tespit edilmiştir. Minör ve eser miktarda polenine rastlanılan bitkilerin bala katkısı genelde dikkate alınamayacak düzeyde olduğundan burada bu taksonlardan bahis edilmemiştir.

4.1.1.3. 2019 döneminde toplanan ballarının polen analizi

2019 yılında bölgedeki 13 farklı lokasyondan toplam 19 adet bal numunesi toplanmış ve analiz edilmiştir. Bu gruptaki ballar içerisinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve bu taksonlara ait polenlerin ballarda bulunma %'leri Çizelge 4.36-4.54'de verilmiştir. Arılar tarafından yalnızca polen kaynağı olarak kullanıldığı bilinen taksonlar * ile belirtilmiştir. Ayrıca bal örneklerinin polen analiz sonuçları kümelenmiş çubuk grafikleri ile gösterilmiştir (Şekil 4.36-4.54).

Çizelge 4.36. 36 no'lu numune polen analiz sonucu

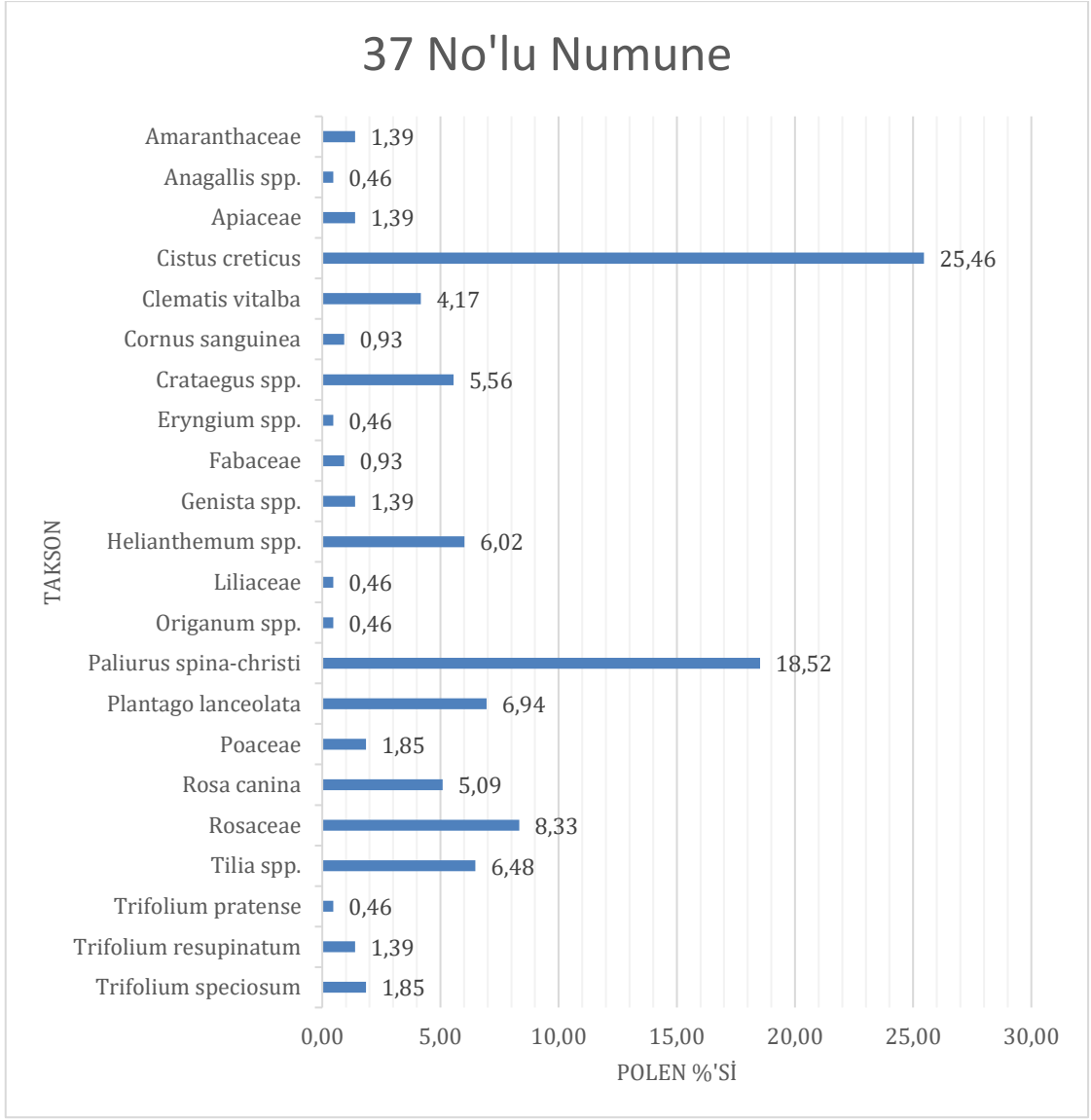
36 No'lu Numune (Kuzdağ)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	0,93	Eser
Apiaceae	Apiaceae	1,40	Eser
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> spp.	1,40	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,34	Eser
	<i>Genista</i> spp.	3,27	Minör
	<i>Melilotus</i> spp.	0,93	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i>	0,47	Eser
	<i>Trifolium pratense</i>	0,93	Eser
	<i>Trifolium speciosum</i>	0,93	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,93	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	28,50	Sekonder
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	7,48	Minör
	<i>Linaria</i> spp.	2,34	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	3,27	Minör
	<i>Clematis vitalba</i>	16,36	Sekonder
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> spp.	8,41	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	5,14	Minör
	Rosaceae	6,07	Minör
Rosaceae	<i>Crataegus</i> spp.	4,67	Minör
	<i>Rosa canina</i>	4,21	Minör



Şekil 4.36. 36 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.37. 37 no'lu numune polen analiz sonucu

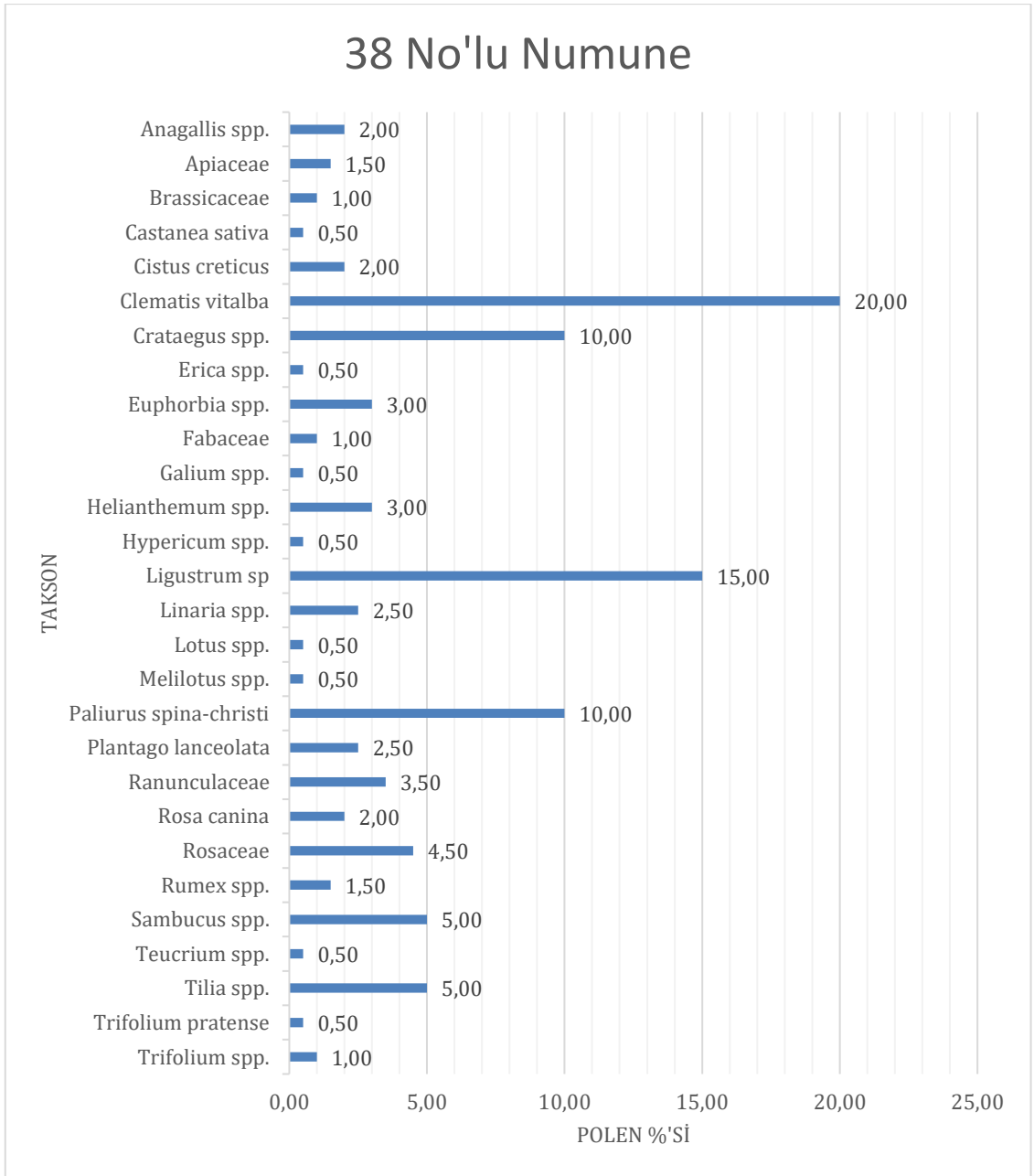
37 No'lu Numune (Satuk)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Amaranthaceae	Amaranthaceae	1,39	Eser
Apiaceae	Apiaceae	1,39	Eser
	<i>Eryngium</i> spp.	0,46	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	25,46	Sekonder
	<i>Helianthemum</i> spp.	6,02	Minör
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	0,93	Eser
Fabaceae	Fabaceae	0,93	Eser
Fabaceae	<i>Genista</i> spp.	1,39	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i>	0,46	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i>	1,39	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium speciosum</i>	1,85	Eser
Lamiaceae	<i>Origanum</i> spp.	0,46	Eser
Liliaceae	Liliaceae	0,46	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	6,48	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	6,94	Minör
Poaceae	Poaceae	1,85	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	0,46	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	4,17	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	18,52	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	8,33	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	5,56	Minör
	<i>Rosa canina</i>	5,09	Minör



Şekil 4.37. 37 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.38. 38 no'lu numune polen analiz sonucu

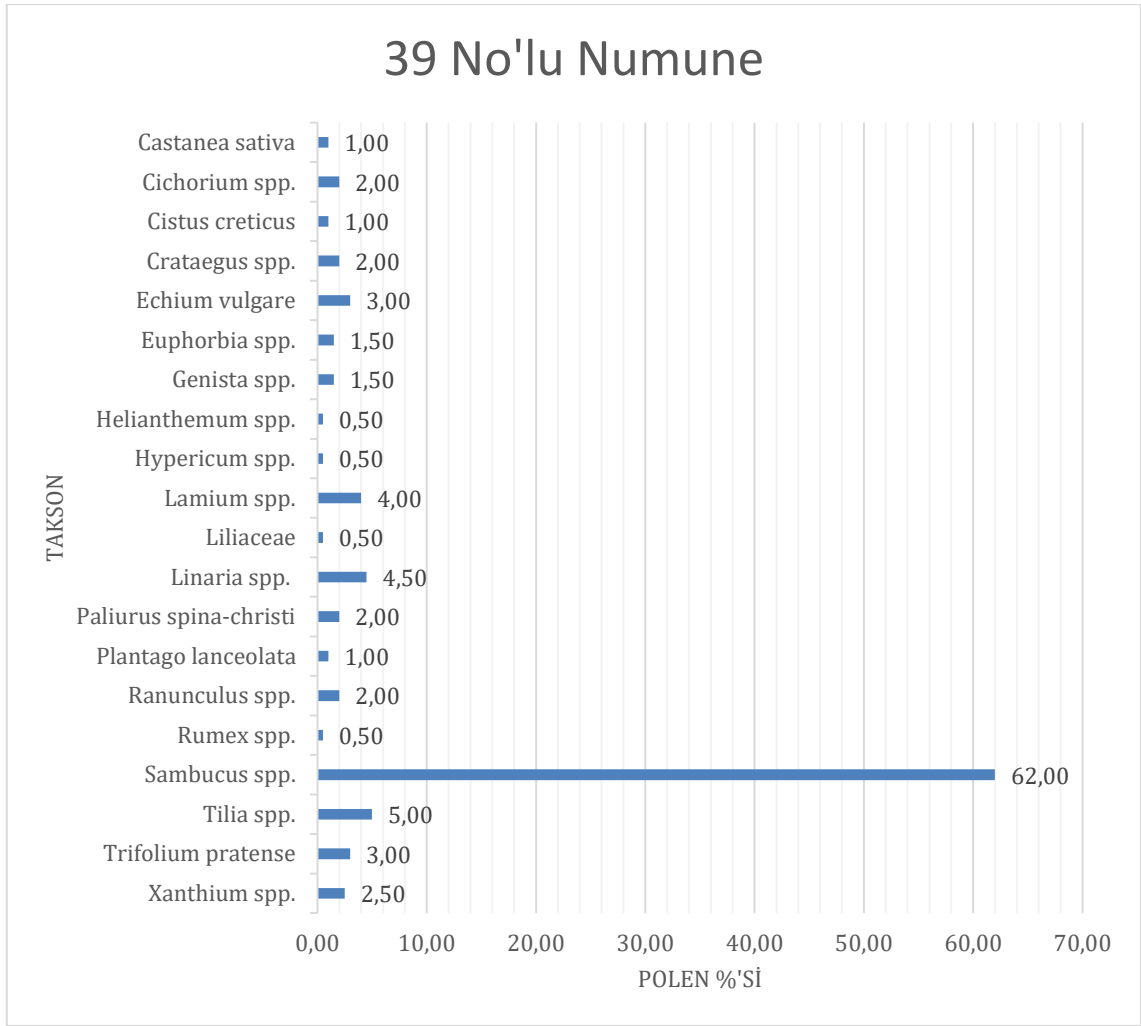
38 No'lu Numune (Yazıköy)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	5,00	Minör
Apiaceae	Apiaceae	1,50	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,00	Eser
	<i>Helianthemum</i> spp.	3,00	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	0,50	Eser
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	3,00	Minör
Fabaceae	Fabaceae	1,00	Eser
	<i>Lotus</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Melilotus</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Trifolium pratense</i>	0,50	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	1,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	0,50	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,50	Eser
Lamiaceae	<i>Teucrium</i> spp.	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,00	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	15,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	2,50	Eser
	<i>Linaria</i> spp.	2,50	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.	1,50	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	2,00	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	20,00	Sekonder
	Ranunculaceae	3,50	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	10,00	Minör
Rosaceae	Rosaceae	4,50	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	10,00	Minör
	<i>Rosa canina</i>	2,00	Eser
Rubiaceae	<i>Galium</i> spp.	0,50	Eser



Şekil 4.38. 38 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.39. 39 no'lu numune polen analiz sonucu

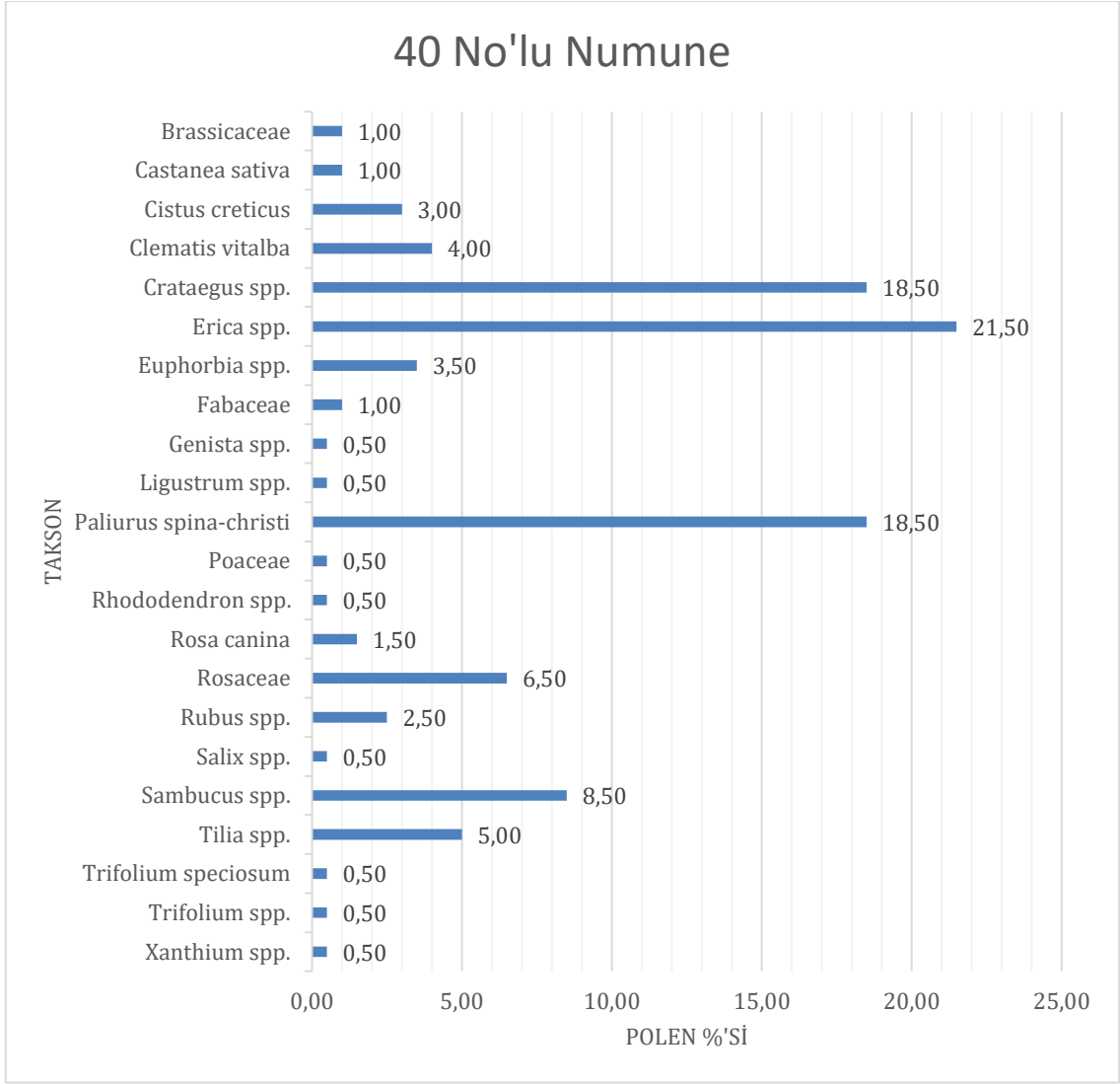
39 No'lu Numune (Kayaarkası)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	62,00	Dominant
Asteraceae	<i>Cichorium</i> spp.	2,00	Eser
	<i>Xanthium</i> spp.	2,50	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	3,00	Minör
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	1,00	Eser
	<i>Helianthemum</i> spp.	0,50	Eser
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	1,50	Eser
Fabaceae	<i>Genista</i> spp.	1,50	Eser
	<i>Trifolium pratense</i>	3,00	Minör
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	1,00	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,50	Eser
Lamiaceae	<i>Lamium</i> spp.	4,00	Minör
Liliaceae	Liliaceae	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	4,50	Minör
	<i>Plantago lanceolata</i> *	1,00	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.	0,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> spp.	2,00	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	2,00	Eser
Rosaceae	<i>Crataegus</i> spp.	2,00	Eser



Şekil 4.39. 39 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.40. 40 no'lu numune polen analiz sonucu

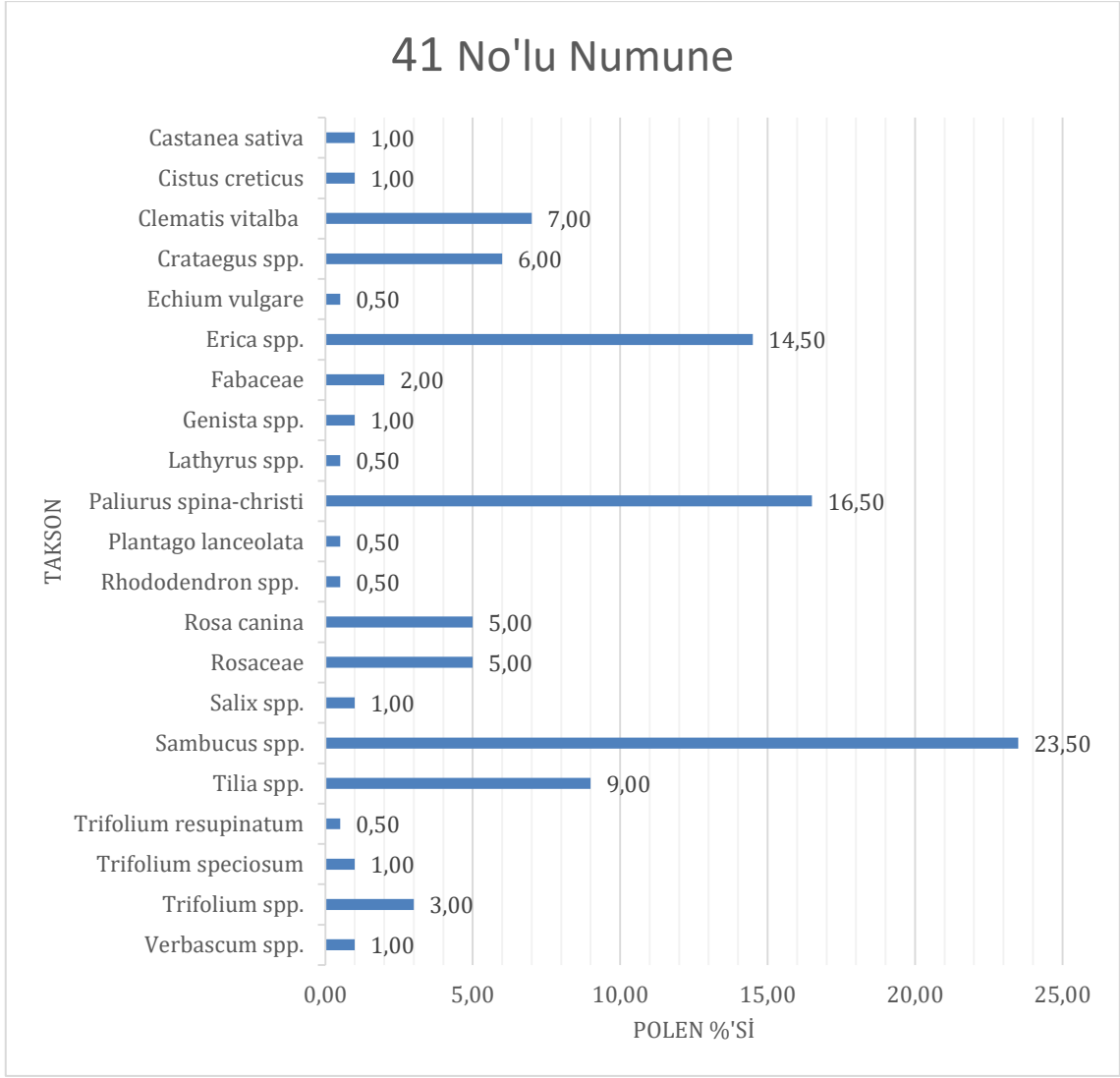
40 No'lu Numune (Hisar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	8,50	Minör
Asteraceae	<i>Xanthium</i> spp.	0,50	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	3,00	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	21,50	Sekonder
	<i>Rhododendron</i> spp.	0,50	Eser
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	3,50	Minör
Fabaceae	Fabaceae	1,00	Eser
	<i>Genista</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Trifolium speciosum</i>	0,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,00	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	0,50	Eser
Poaceae	Poaceae	0,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	4,00	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	18,50	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	6,50	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	18,50	Sekonder
	<i>Rosa canina</i>	1,50	Eser
	<i>Rubus</i> spp.	2,50	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.	0,50	Eser



Şekil 4.40. 40 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.41. 41 no'lu numune polen analiz sonucu

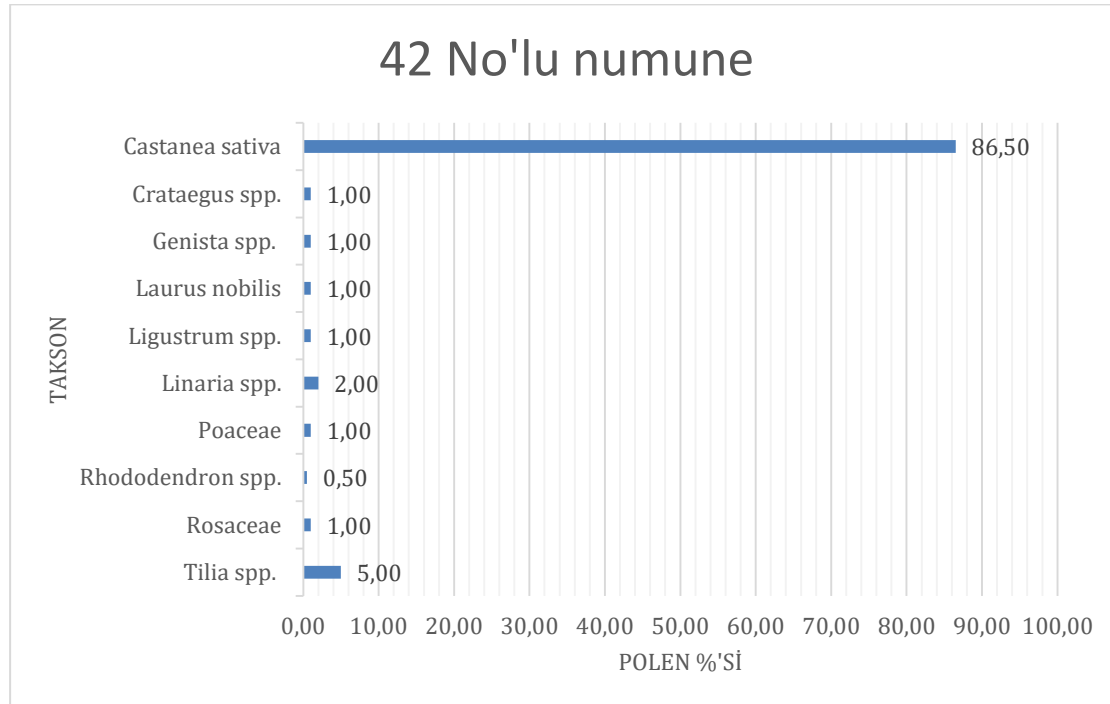
41 No'lu Numune (İsmetpaşa Mahallesi)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	23,50	Sekonder
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	1,00	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	14,50	Minör
	<i>Rhododendron</i> spp.	0,50	Eser
Fabaceae	Fabaceae	2,00	Eser
	<i>Genista</i> spp.	1,00	Eser
	<i>Lathyrus</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Trifolium resupinatum</i>	0,50	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	3,00	Minör
	<i>Trifolium speciosum</i>	1,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	9,00	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	0,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	7,00	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	16,50	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	5,00	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	6,00	Minör
	<i>Rosa canina</i>	5,00	Minör
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.	1,00	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> spp.	1,00	Eser



Şekil 4.41. 41 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.42. 42 no'lu numune polen analiz sonucu

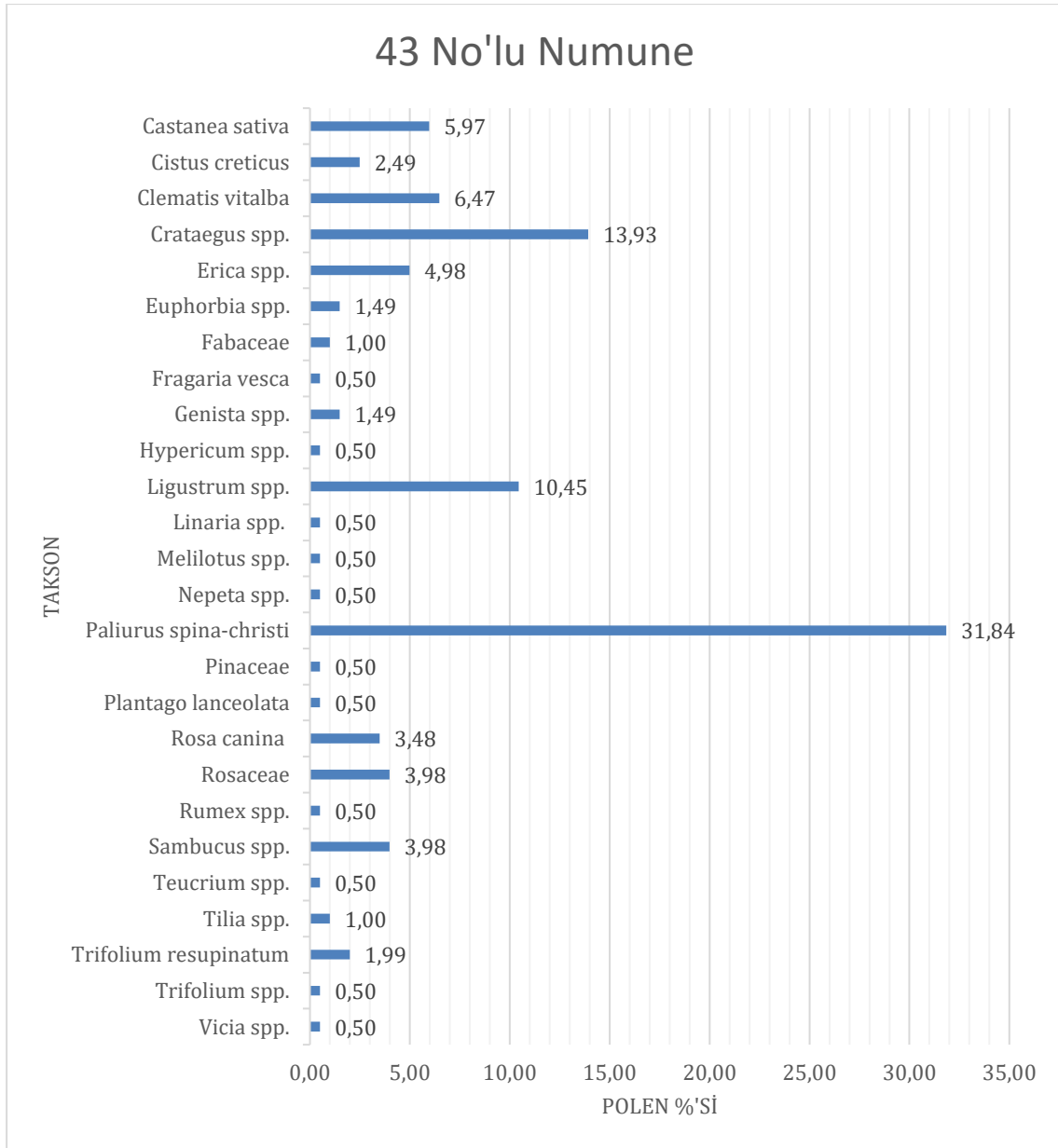
42 No'lu Numune (Akmanlar)			
Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Ericaceae	<i>Rhododendron</i> spp.	0,50	Eser
Fabaceae	<i>Genista</i> spp.	1,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	86,50	Dominant
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,00	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	1,00	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	2,00	Eser
Poaceae	Poaceae	1,00	Eser
Rosaceae	Rosaceae	1,00	Eser
	<i>Crataegus</i> spp.	1,00	Eser



Şekil 4.42. 42 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.43. 43 no'lu numune polen analiz sonucu

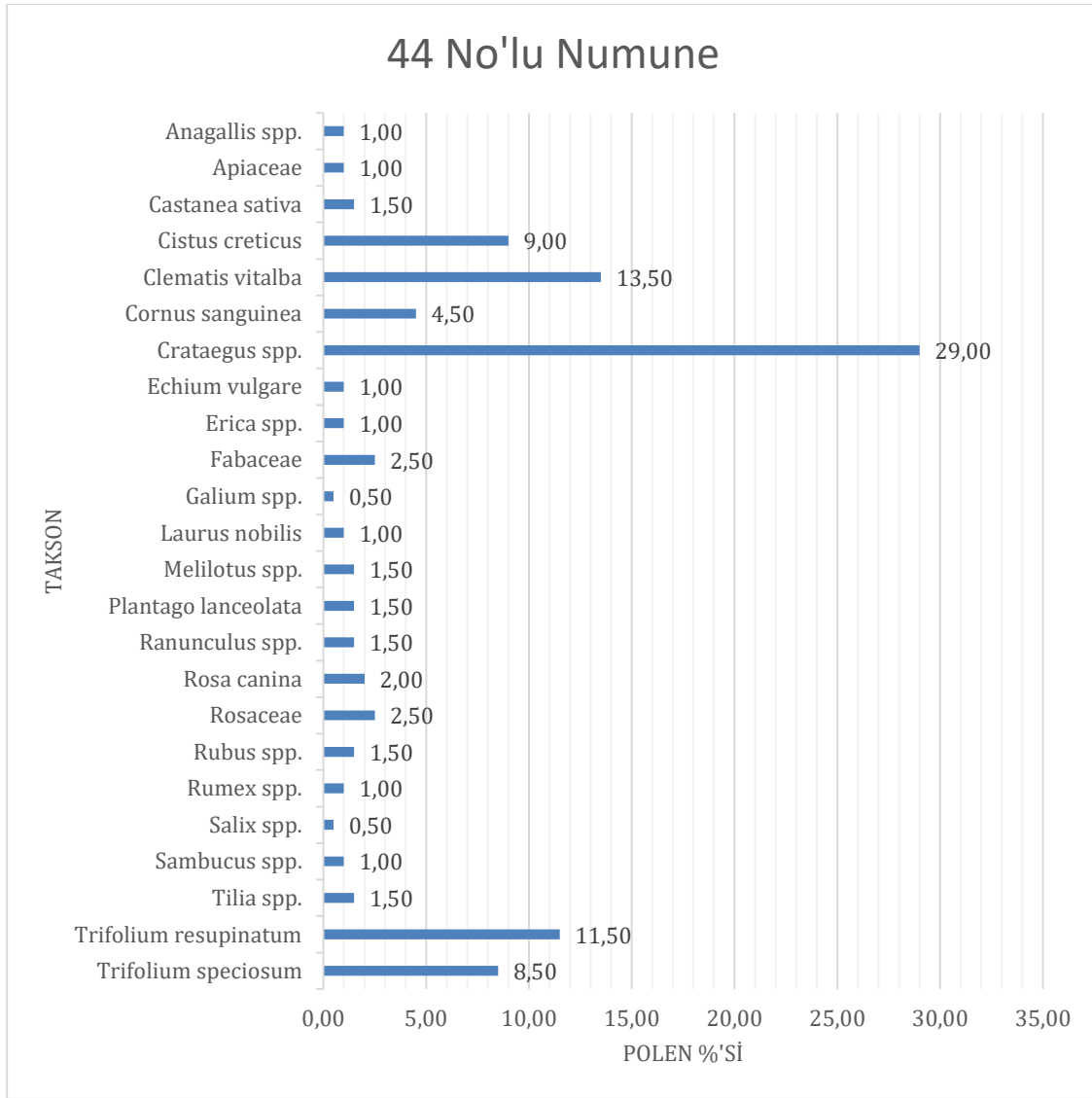
43 No'lu Numune (Güney)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	3,98	Minör
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,49	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	4,98	Minör
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	1,49	Eser
Fabaceae	Fabaceae	1,00	Eser
	<i>Genista</i> spp.	1,49	Eser
	<i>Melilotus</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Trifolium resupinatum</i>	1,99	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Vicia</i> spp.	0,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	5,97	Minör
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,50	Eser
Lamiaceae	<i>Nepeta</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Teucrium</i> spp.	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	1,00	Eser
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	10,45	Minör
Pinaceae	Pinaceae	0,50	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Plantago lanceolata</i> *	0,50	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.	0,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	6,47	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	31,84	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	3,98	Minör
	<i>Fragaria vesca</i>	0,50	Eser
	<i>Crataegus</i> spp.	13,93	Minör
	<i>Rosa canina</i>	3,48	Minör



Şekil 4.43. 43 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.44. 44 no'lu numune polen analiz sonucu

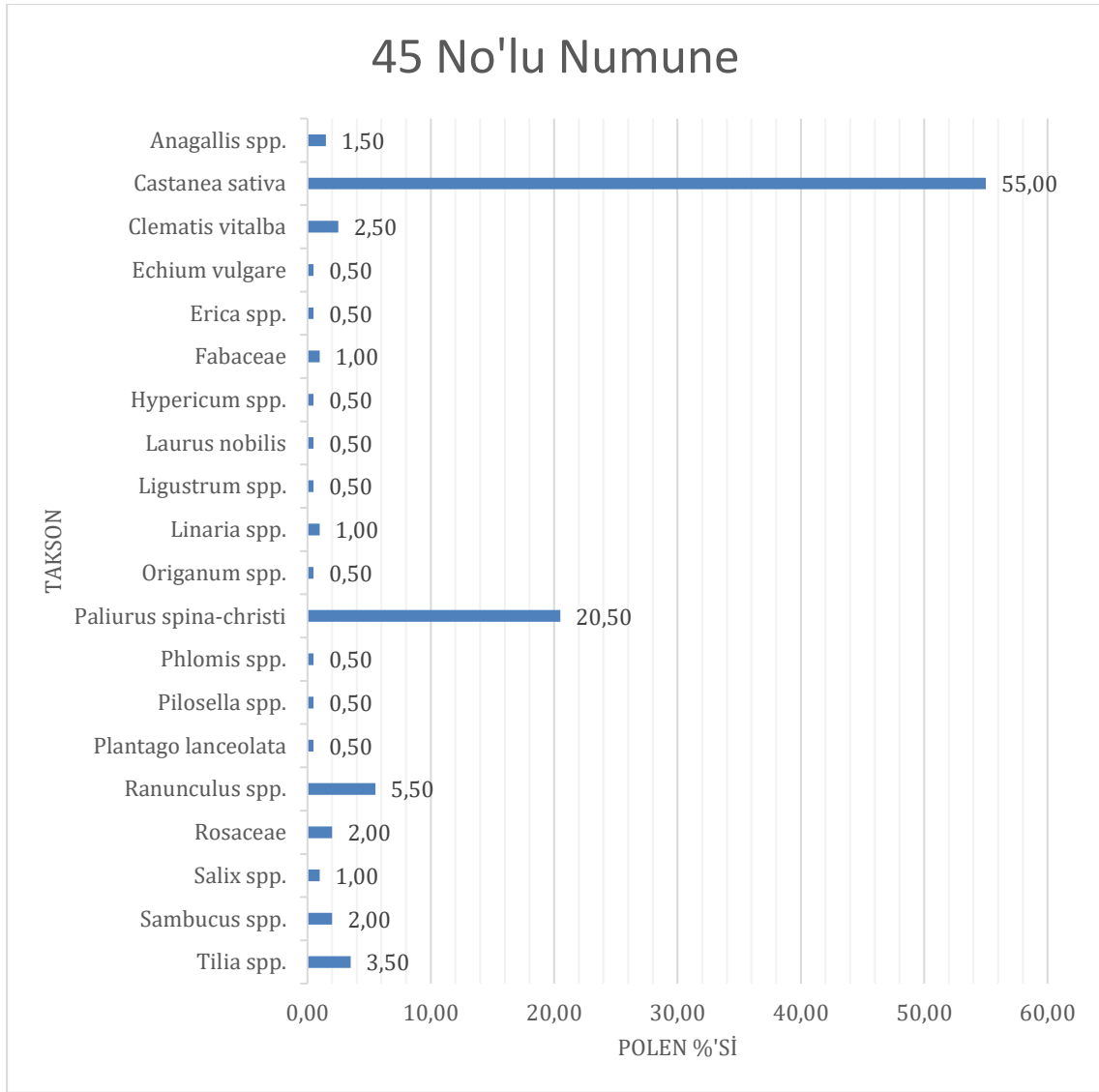
44 No'lu Numune (Yamaç)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	1,00	Eser
Apiaceae	Apiaceae	1,00	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	9,00	Minör
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	4,50	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	1,00	Eser
Fabaceae	Fabaceae	2,50	Eser
	<i>Melilotus</i> spp.	1,50	Eser
	<i>Trifolium resupinatum</i>	11,50	Minör
	<i>Trifolium speciosum</i>	8,50	Minör
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	1,50	Eser
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	1,50	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	1,50	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.	1,00	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	1,00	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	13,50	Minör
	<i>Ranunculus</i> spp.	1,50	Eser
Rosaceae	Rosaceae	2,50	Eser
	<i>Crataegus</i> spp.	29,00	Sekonder
	<i>Rosa canina</i>	2,00	Eser
	<i>Rubus</i> spp.	1,50	Eser
Rubiaceae	<i>Galium</i> spp.	0,50	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.	0,50	Eser



Şekil 4.44. 44 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.45. 45 no'lu numune polen analiz sonucu

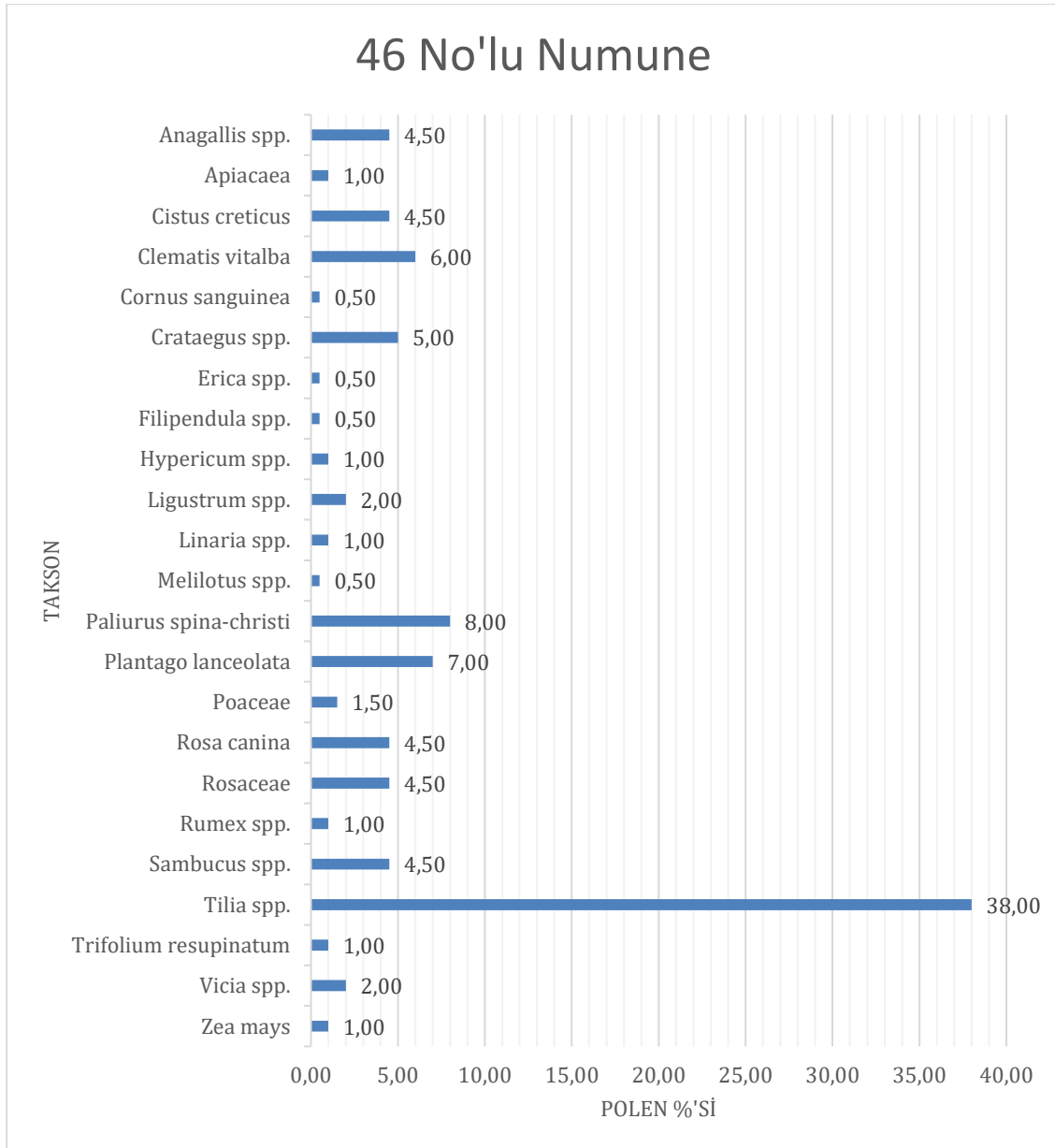
45 No'lu Numune (Derebaşı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	2,00	Eser
Asteraceae	<i>Pilosella</i> spp.	0,50	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,50	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	0,50	Eser
Fabaceae	Fabaceae	1,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	55,00	Dominant
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,50	Eser
Lamiaceae	<i>Phlomis</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Origanum</i> spp.	0,50	Eser
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	3,50	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	0,50	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	1,00	Eser
	<i>Plantago lanceolata</i> *	0,50	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	1,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	2,50	Eser
	<i>Ranunculus</i> spp.	5,50	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	20,50	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	2,00	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.	1,00	Eser



Şekil 4.45. 45 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.46. 46 no'lu numune polen analiz sonucu

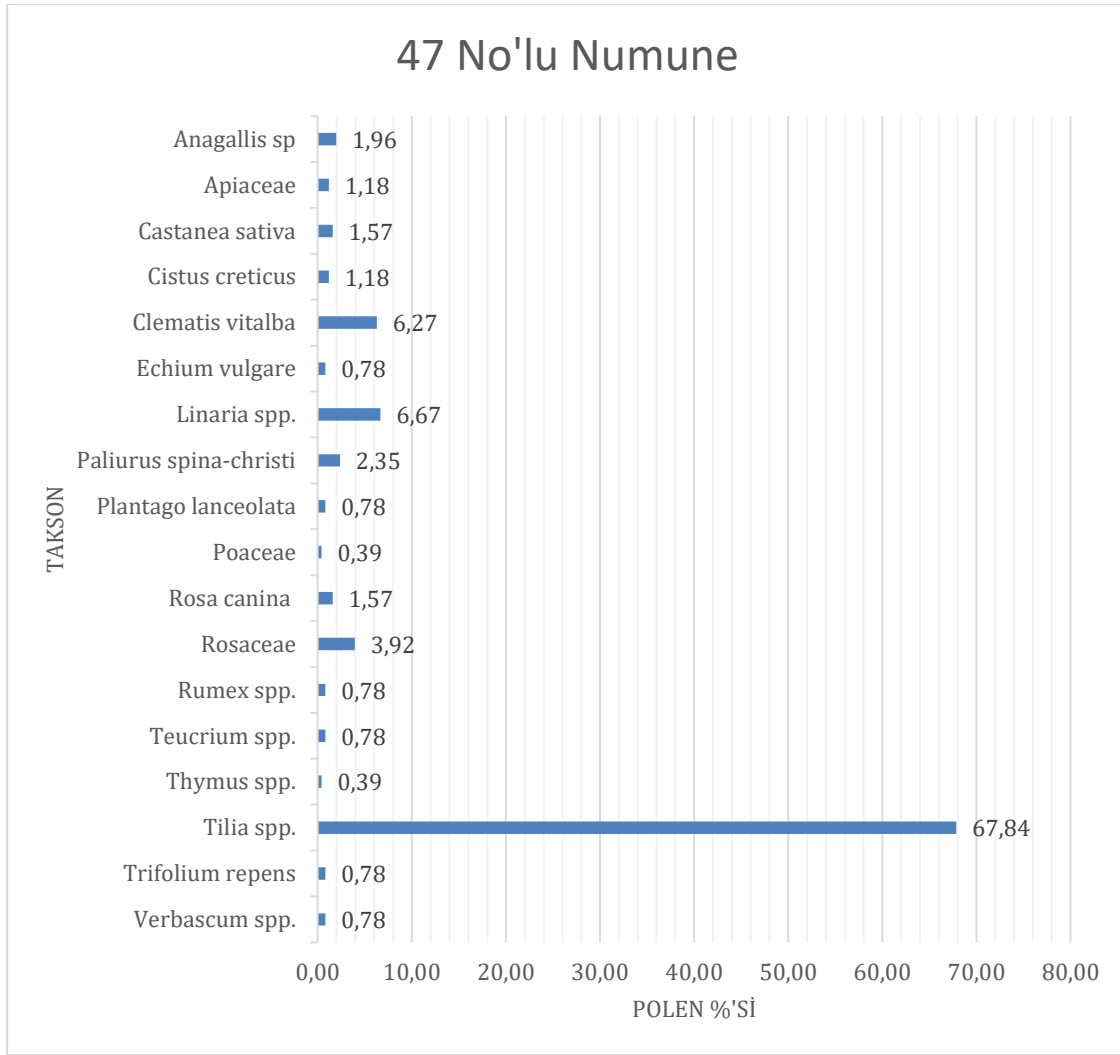
46 No'lu Numune (Kuzdağ)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	4,50	Minör
Apiaceae	Apiaceae	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	4,50	Minör
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	0,50	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Melilotus</i> spp.	0,50	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i>	1,00	Eser
	<i>Vicia</i> spp.	2,00	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	1,00	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	38,00	Sekonder
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	2,00	Eser
	<i>Linaria</i> spp.	1,00	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	7,00	Minör
	Poaceae	1,50	Eser
Poaceae	<i>Zea mays</i>	1,00	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.	1,00	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	4,50	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	6,00	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	8,00	Minör
	Rosaceae	4,50	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	5,00	Minör
Rosaceae	<i>Filipendula</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Rosa canina</i>	4,50	Minör



Şekil 4.46. 46 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.47. 47 no'lu numune polen analiz sonucu

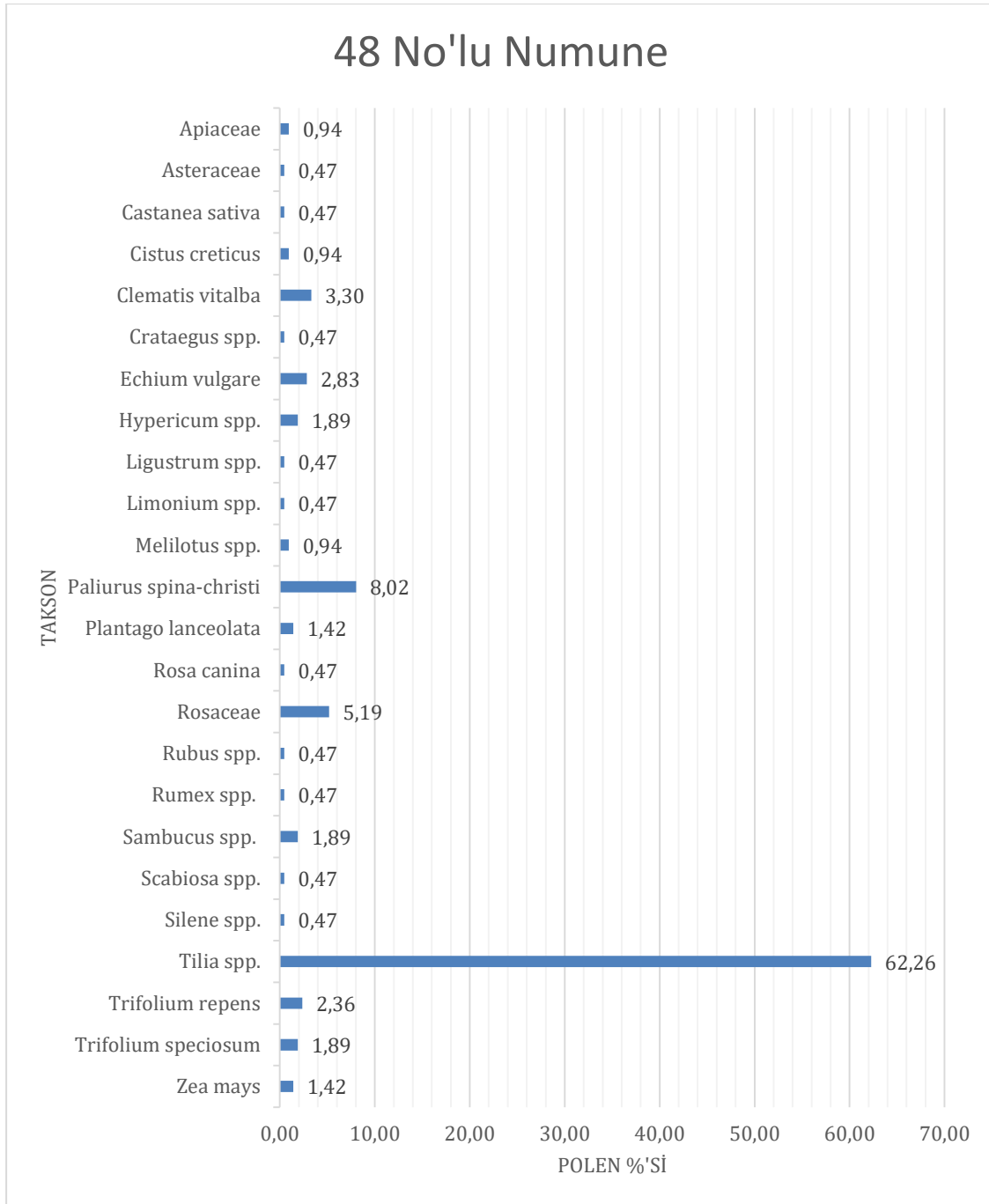
47 No'lu Numune (Gökbel)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Apiaceae	Apiaceae	1,18	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,78	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus*</i>	1,18	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	0,78	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	1,57	Eser
Lamiaceae	<i>Teucrium</i> spp.	0,78	Eser
	<i>Thymus</i> spp.	0,39	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	67,84	Dominant
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	6,67	Minör
	<i>Plantago lanceolata*</i>	0,78	Eser
Poaceae	Poaceae	0,39	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.	0,78	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	1,96	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	6,27	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	2,35	Eser
Rosaceae	Rosaceae	3,92	Minör
	<i>Rosa canina</i>	1,57	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> spp.	0,78	Eser



Şekil 4.47. 47 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.48. 48 no'lu numune polen analiz sonucu

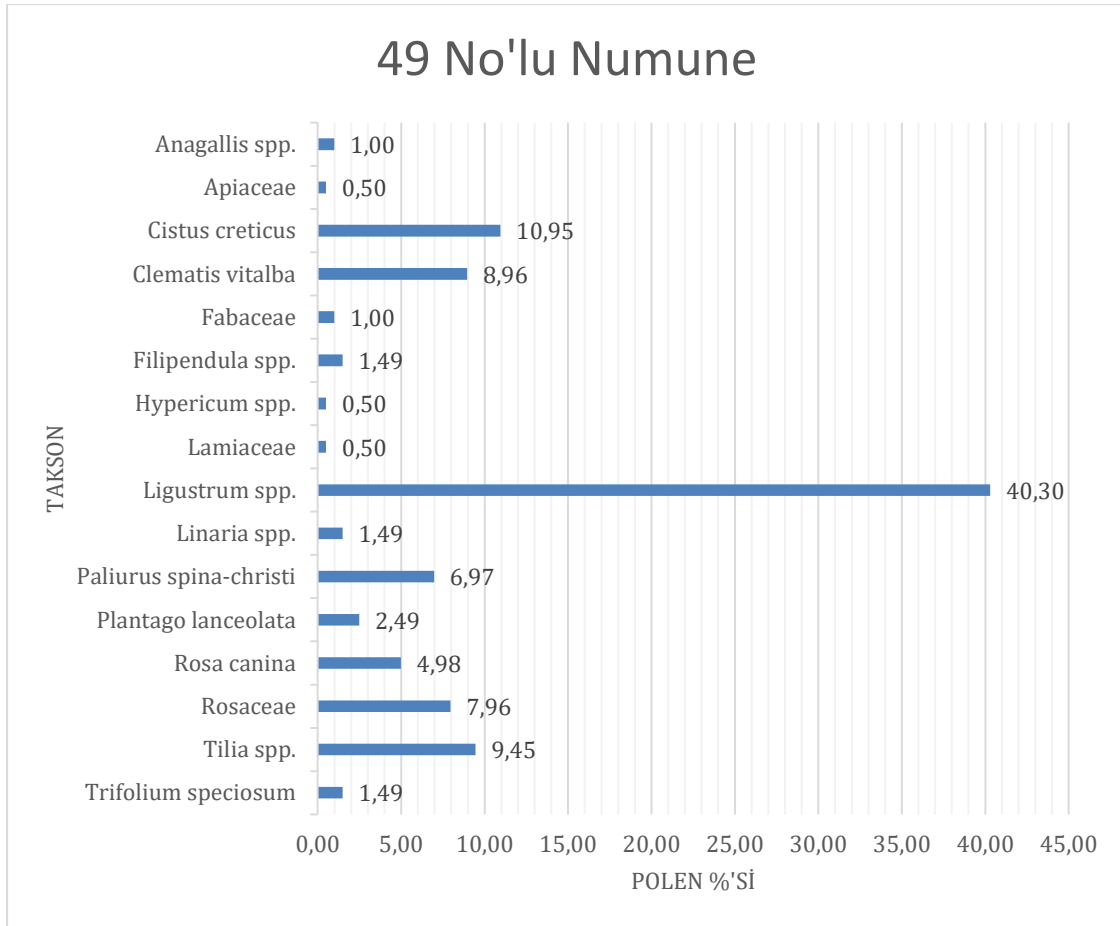
48 No'lu Numune (Yazıköy)			
Familya	Takson	Polen % 'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	1,89	Eser
Apiaceae	Apiaceae	0,94	Eser
Asteraceae	Asteraceae	0,47	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	2,83	Eser
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i> spp.	0,47	Eser
Caryophyllaceae	<i>Silene</i> spp.	0,47	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	0,94	Eser
	<i>Melilotus</i> spp.	0,94	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium speciosum</i>	1,89	Eser
	<i>Trifolium repens</i>	2,36	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	0,47	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	1,89	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	62,26	Dominant
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	0,47	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	1,42	Eser
Plumbaginaceae	<i>Limonium</i> spp.	0,47	Eser
Poaceae	<i>Zea mays</i>	1,42	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.	0,47	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	3,30	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	8,02	Minör
	Rosaceae	5,19	Minör
Rosaceae	<i>Crataegus</i> spp.	0,47	Eser
	<i>Rosa canina</i>	0,47	Eser
	<i>Rubus</i> spp.	0,47	Eser



Şekil 4.48. 48 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.49. 49 no'lu numune polen analiz sonucu

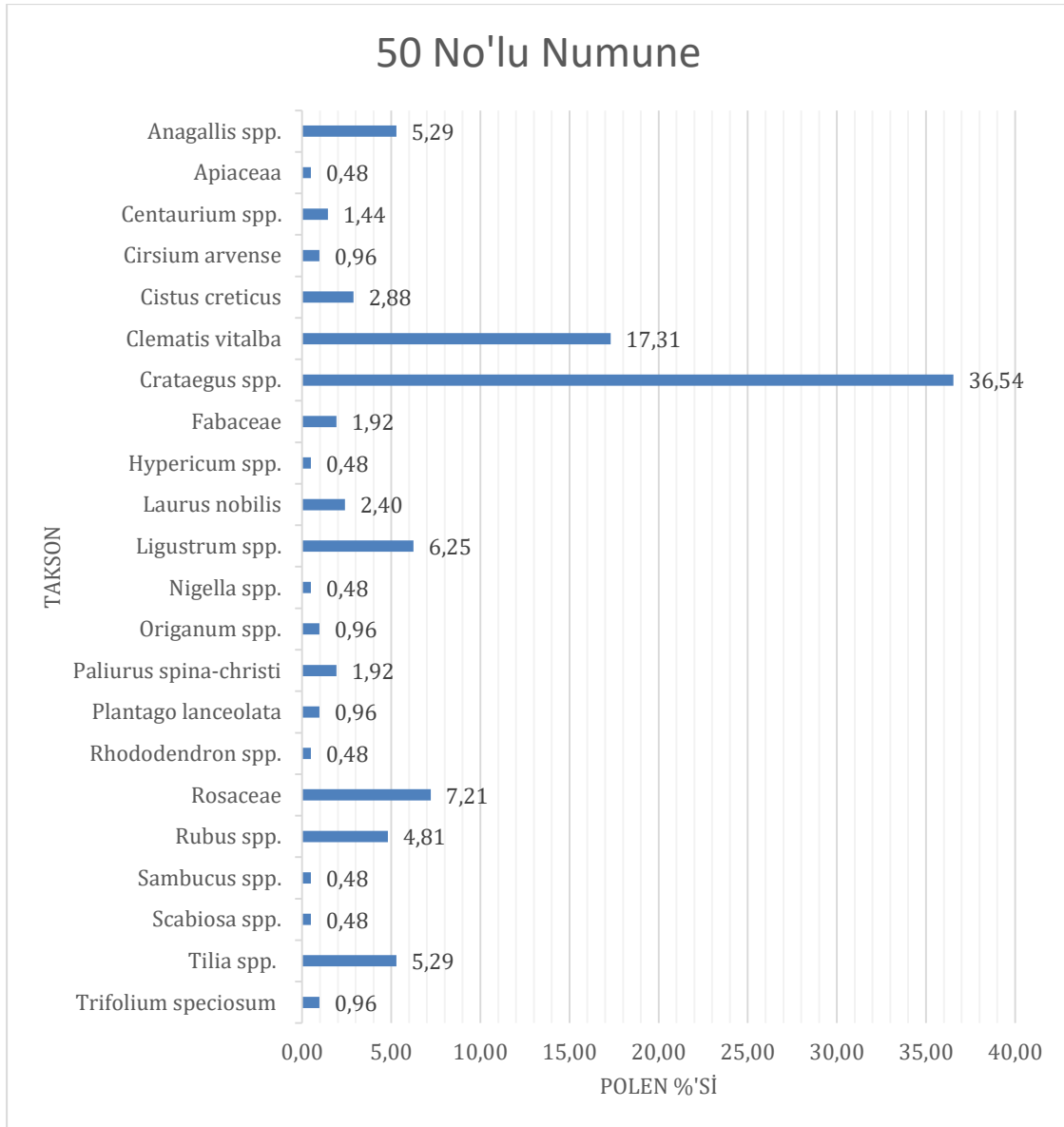
49 No'lu Numune (Esenköy)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Apiaceae	Apiaceae	0,50	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	10,95	Minör
Fabaceae	Fabaceae	1,00	Eser
	<i>Trifolium speciosum</i>	1,49	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,50	Eser
Lamiaceae	Lamiaceae	0,50	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	9,45	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	40,30	Sekonder
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	1,49	Eser
	<i>Plantago lanceolata</i> *	2,49	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	1,00	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	8,96	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	6,97	Minör
Rosaceae	Rosaceae	7,96	Minör
	<i>Filipendula</i> spp.	1,49	Eser
	<i>Rosa canina</i>	4,98	Minör



Şekil 4.49. 49 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.50. 50 no'lu numune polen analiz sonucu

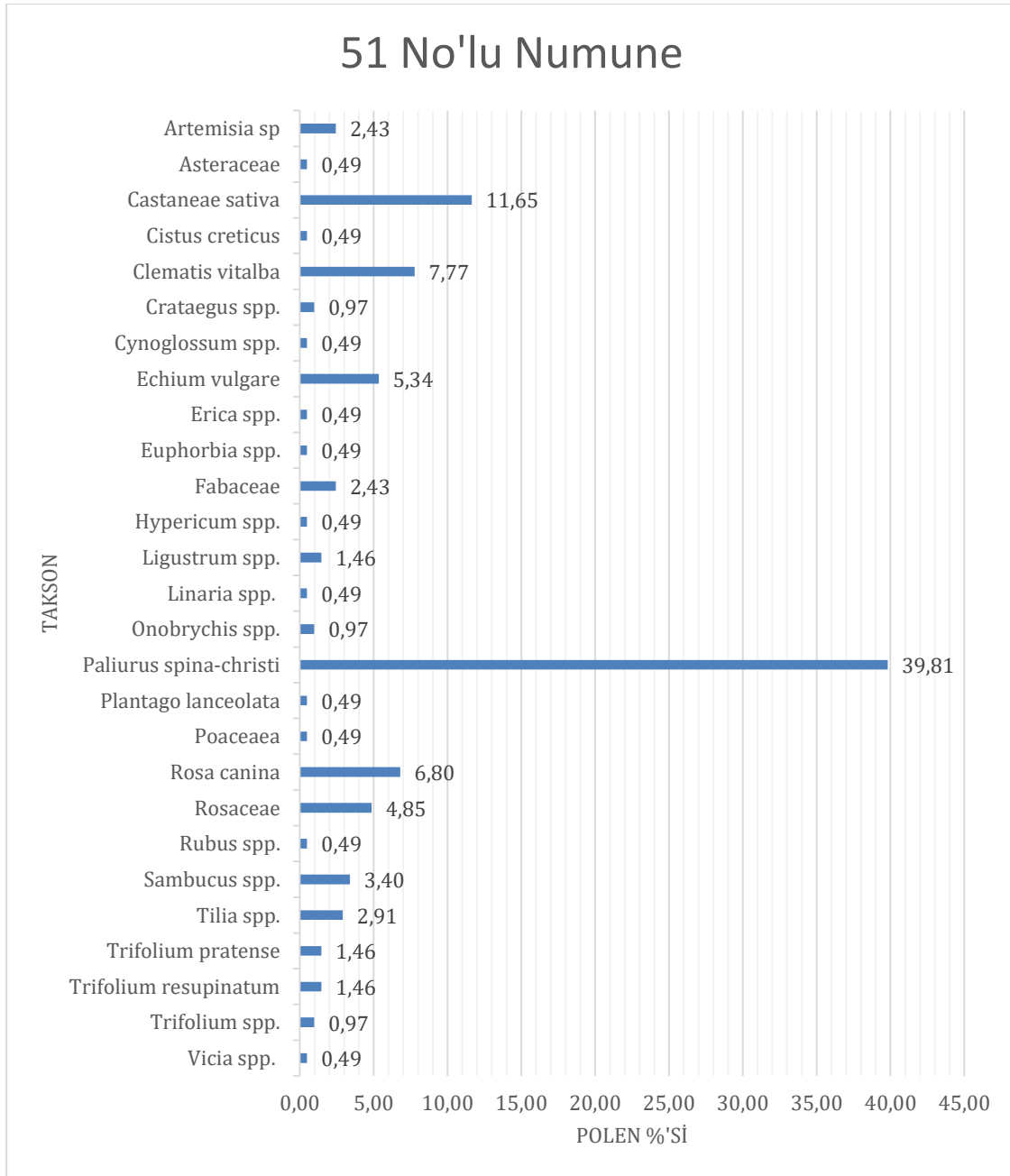
50 No'lu Numune (Yamaç)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	0,48	Eser
Apiaceae	Apiaceae	0,48	Eser
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i>	0,96	Eser
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i> spp.	0,48	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,88	Eser
Ericaceae	<i>Rhododendron</i> spp.	0,48	Eser
Fabaceae	Fabaceae	1,92	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium speciosum</i>	0,96	Eser
Gentianaceae	<i>Centaurium</i> spp.	1,44	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,48	Eser
Lamiaceae	<i>Origanum</i> spp.	0,96	Eser
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	2,40	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,29	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	6,25	Minör
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	0,96	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	5,29	Minör
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	17,31	Sekonder
	<i>Nigella</i> spp.	0,48	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	1,92	Eser
Rosaceae	Rosaceae	7,21	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	36,54	Sekonder
	<i>Rubus</i> spp.	4,81	Minör



Şekil 4.50. 50 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.51. 51 no'lu numune polen analiz sonucu

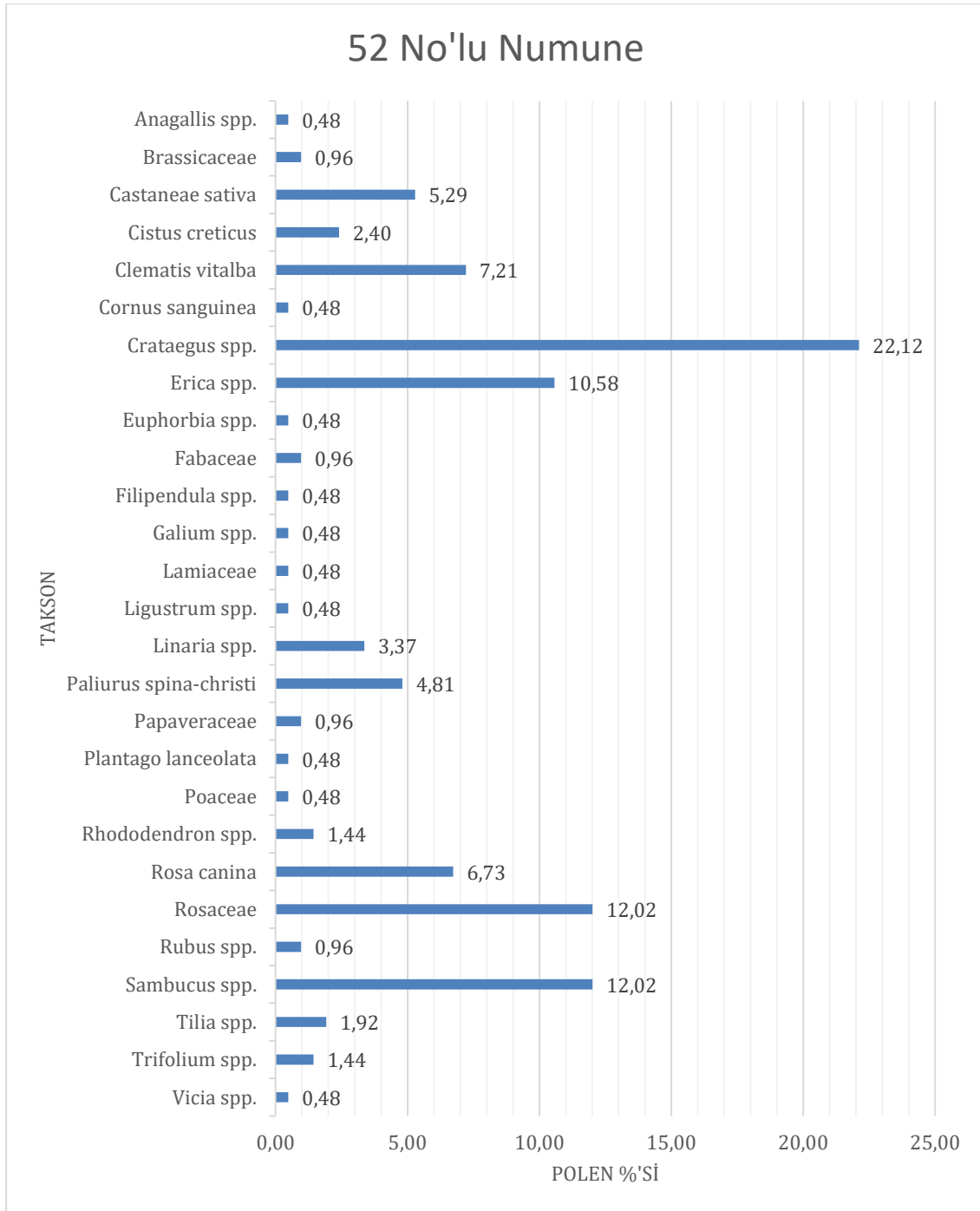
51 No'lu Numune (Derebaşı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	3,40	Minör
Asteraceae	Asteraceae	0,49	Eser
	<i>Artemisia</i> spp.	2,43	Eser
Boraginaceae	<i>Cynoglossum</i> spp.	0,49	Eser
	<i>Echium vulgare</i>	5,34	Minör
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	0,49	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	0,49	Eser
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	0,49	Eser
Fabaceae	Fabaceae	2,43	Eser
	<i>Onobrychis</i> spp.	0,97	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	0,97	Eser
	<i>Trifolium pratense</i>	1,46	Eser
	<i>Trifolium resupinatum</i>	1,46	Eser
	<i>Vicia</i> spp.	0,49	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	11,65	Minör
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> spp.	0,49	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	2,91	Eser
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	1,46	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> *	0,49	Eser
Poaceae	Poaceae	0,49	Eser
Primulaceae	<i>Linaria</i> spp.	0,49	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	7,77	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	39,81	Sekonder
Rosaceae	Rosaceae	4,85	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	0,97	Eser
	<i>Rosa canina</i>	6,80	Minör
	<i>Rubus</i> spp.	0,49	Eser



Şekil 4.51. 51 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.52. 52 no'lu numune polen analiz sonucu

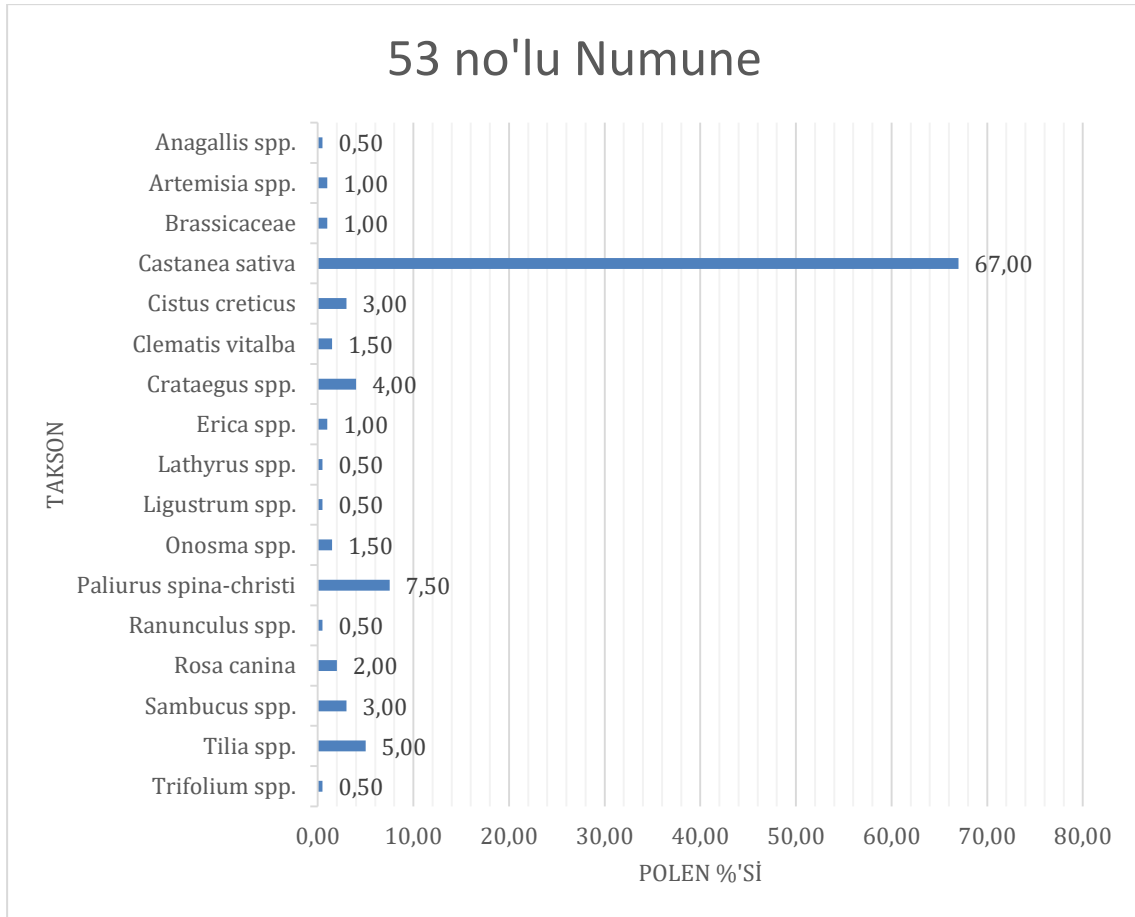
52 No'lu Numune (Hisar)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	12,02	Minör
Brassicaceae	Brassicaceae	0,96	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	2,40	Eser
Cornaceae	<i>Cornus sanguinea</i>	0,48	Eser
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	10,58	Minör
	<i>Rhododendron</i> spp.	1,44	Eser
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	0,48	Eser
Fabaceae	Fabaceae	0,96	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	1,44	Eser
	<i>Vicia</i> spp.	0,48	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	5,29	Minör
Lamiaceae	Lamiaceae	0,48	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	1,92	Eser
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	0,48	Eser
Papaveraceae	Papaveraceae	0,96	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> spp.	3,37	Minör
	<i>Plantago lanceolata</i> *	0,48	Eser
Poaceae	Poaceae	0,48	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	0,48	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	7,21	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	4,81	Minör
Rosaceae	Rosaceae	12,02	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	22,12	Sekonder
	<i>Filipendula</i> spp.	0,48	Eser
	<i>Rosa canina</i>	6,73	Minör
	<i>Rubus</i> spp.	0,96	Eser
Rubiaceae	<i>Galium</i> spp.	0,48	Eser



Şekil 4.52. 52 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.53. 53 no'lu numune polen analiz sonucu

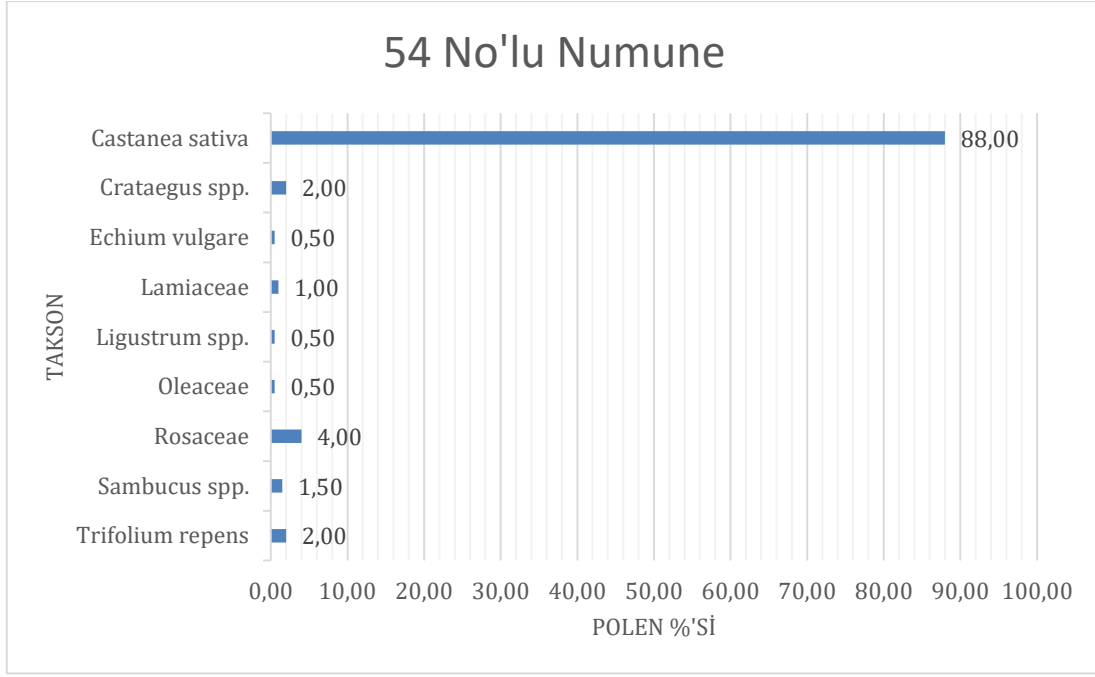
53 No'lu Numune (Kayaarkası)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	3,00	Minör
Asteraceae	<i>Artemisia</i> spp.	1,00	Eser
Boraginaceae	<i>Onosma</i> spp.	1,50	Eser
Brassicaceae	Brassicaceae	1,00	Eser
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> *	3,00	Minör
Ericaceae	<i>Erica</i> spp.	1,00	Eser
Fabaceae	<i>Lathyrus</i> spp.	0,50	Eser
	<i>Trifolium</i> spp.	0,50	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	67,00	Dominant
Malvaceae	<i>Tilia</i> spp.	5,00	Minör
Oleaceae	<i>Ligustrum</i> spp.	0,50	Eser
Primulaceae	<i>Anagallis</i> spp.	0,50	Eser
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i>	1,50	Eser
	<i>Ranunculus</i> spp.	0,50	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	7,50	Minör
Rosaceae	<i>Crataegus</i> spp.	4,00	Minör
	<i>Rosa canina</i>	2,00	Eser



Şekil 4.53. 53 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

Çizelge 4.54. 54 no'lu numune polen analiz sonucu

54 No'lu Numune (Değirmenyanı)			
Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> spp.*	1,50	Eser
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0,50	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	2,00	Eser
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	88,00	Dominant
Lamiaceae	Lamiaceae	1,00	Eser
Oleaceae	Oleaceae	0,50	Eser
	<i>Ligustrum</i> spp.	0,50	Eser
Rosaceae	Rosaceae	4,00	Minör
	<i>Crataegus</i> spp.	2,00	Eser



Şekil 4.54. 54 no'lu numunenin polen içeriği dağılımı

2019 döneminde elde edilen toplam 19 bal örneğinde *Tilia* poleni 2 örnekte dominant; 2 örnekte sekonder; 10 örnekte minör ve 4 örnekte eser oranda tespit edilmiştir. Dominant oranda *Tilia* içeriğine sahip ballar Gökbel ve Yazıköy bölgelerinde, sekonder orandakiler ise Kuzdağ (2) bölgesinde üretilmiştir. Değirmenyanı bölgesinden temin edilen 1 örnekte ise *Tilia* polenine rastlanılmamıştır.

2019'da toplanan ballarda polenine dominant oranda rastlanılan diğer taksonlar; *Sambucus* spp. ve *Castanea sativa* (4); sekonder oranda polenine rastlanılan taksonlar ise *Clematis vitalba* (3), *Cistus creticus*, *Paliurus spina-christi* (6), *Erica* spp., *Crataegus* spp. (4), *Sambucus* spp. ve *Ligustrum* spp. olmuştur. Minör ve eser oranda polenine rastlanılan bitkilerin bala katkısı genelde dikkate alınamayacak düzeyde olduğundan burada bu taksonlardan bahis edilememiştir.

Her üç dönem balları bir arada değerlendirildiğinde; bölge ballarında toplam 37 familyaya ait 87 taksonun poleni tespit edilmiştir. Bal örneklerinde poleni en fazla tespit edilen taksonların bulunma sıklıkları; $[\text{Taksona ait polenin görüldüğü örnek sayısı} / \text{Toplam örnek sayısı}] \times 100$ formülü uygulanarak tespit edilmiştir. Analiz edilen

54 baldan 49'unda (%91) Rosaceae, 47'sinde (%87) *Tilia* spp., 45'inde (%83) *Sambucus* spp., 44'ünde (%81) *Cistus creticus*, 43'ünde (%80) *Clematis vitalba*, 42'sinde (%78) *Paliurus spina-christi*, 36'sında (%67) *Castanea sativa*, 34'ünde (%63) *Erica* spp. ve *Rosa canina*, 33'ünde (%61) ise *Crataegus* spp. polenlerine değişen oranlarda rastlanmıştır.

Toplam 54 bal örneğinde poleni en fazla tespit edilen taksonlar görölme sıklığına bağlı olarak; çok sık (>%50), sık (%20-50), seyrek (%10-20) olmak üzere üç kategoriye ayrılarak Çizelge 4.55'de verilmiştir [209,210].

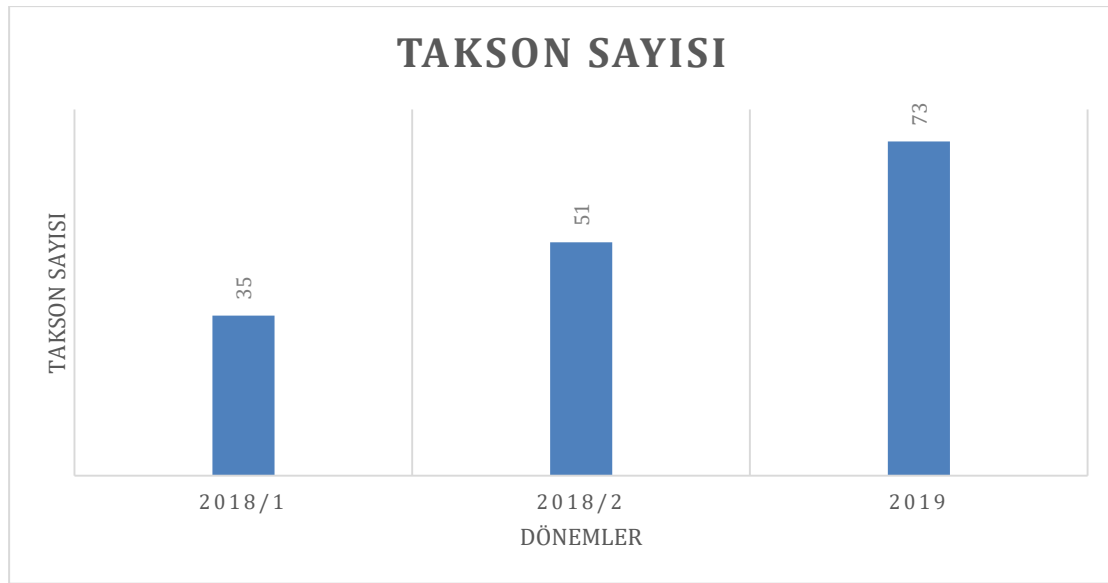
Çizelge 4.55. Taksonlara ait polenlerin görülme sıklıkları ve sıklık kategorileri

Takson	Bulunduğu örnek sayısı	% Bulunma sıklığı	Sıklık Kategorisi
Rosaceae	49	91	Çok sık
<i>Tilia</i> spp.	47	87	Çok sık
<i>Sambucus</i> spp.*	45	83	Çok sık
<i>Cistus creticus</i> *	44	81	Çok sık
<i>Clematis vitalba</i>	43	80	Çok sık
<i>Paliurus spina-christi</i>	42	78	Çok sık
<i>Castanea sativa</i>	36	67	Çok sık
<i>Erica</i> spp.	34	63	Çok sık
<i>Rosa canina</i>	34	63	Çok sık
<i>Crataegus</i> spp.	33	61	Çok sık
Fabaceae	28	52	Çok sık
<i>Echium vulgare</i>	24	44	Sık
<i>Linaria</i> spp.	23	43	Sık
<i>Plantago lanceolata</i> *	23	43	Sık
<i>Ligustrum</i> spp.	22	41	Sık
<i>Trifolium</i> spp.	20	37	Sık
Poaceae	19	35	Sık
<i>Rhododendron</i> spp.	16	30	Sık
<i>Hypericum</i> spp.	15	28	Sık
<i>Cornus sanguinea</i>	13	24	Sık
<i>Trifolium resupinatum</i>	11	20	Seyrek
<i>Laurus nobilis</i>	10	19	Seyrek

Bal örneklerinde poleni tespit edilen takson sayısı dönemlere göre değişiklik göstermiş olup, en yüksek takson sayısı 2019 yılı numunelerinde görülmüştür. Takson sayısının dönemlere göre dağılımı Şekil 4.55’de verilmiştir. 2018/1 dönemine ait olan ballarda takson çeşitliliği diğer dönemlerden daha düşüktür. Bu durumun hem dominant özellikli numune sayısının fazla olmasından hem de erken hasat nedeniyle geç dönemde çiçeklenen taksonlara ait polenlerin bala yansımamasından kaynaklanabileceği

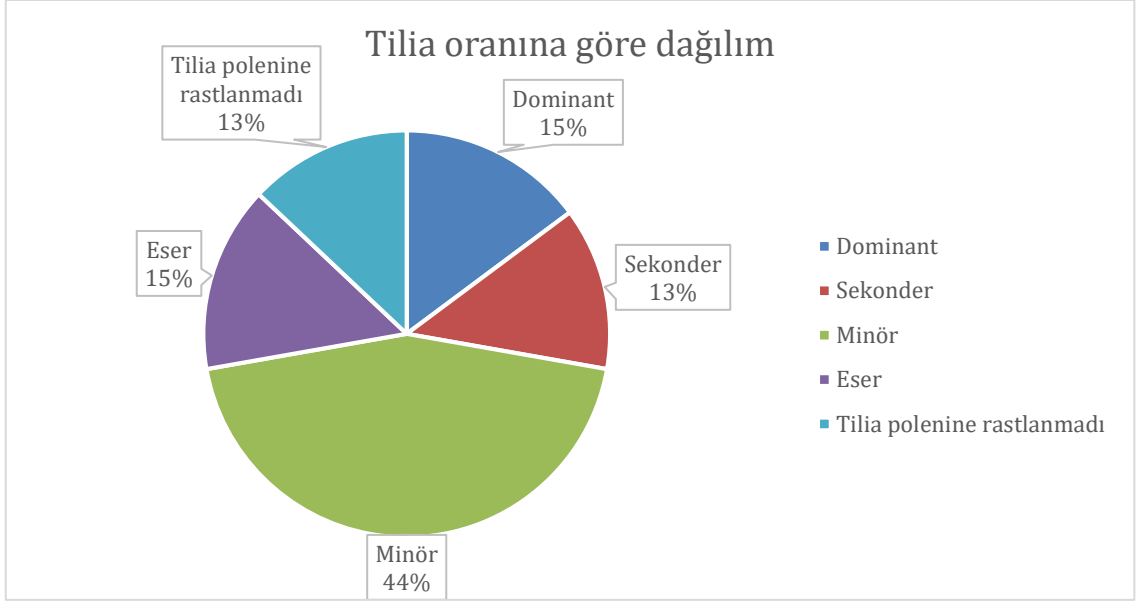
düşünülmektedir. 2018/2 ve 2019 balları arasındaki farklılık ise iklimsel ve çevresel koşullara bağlı olarak yaşanan floral çeşitlilikten kaynaklanmıştır.

Bölge ballarında polenine en fazla rastlanılan taksonlar yaşam formları açısından kıyaslandığında çoğunluğunu ağaç, çalı veya yarı çalimsı taksonların oluşturduğu görülmektedir. Bu durum %83,23'ü geniş yapraklı orman, karışık orman ve orman çalı geçişi habitat tipleriyle kaplı bölgenin floristik yapısını da yansıtmaktadır (Şekil 3.1, Çizelge 3.2).



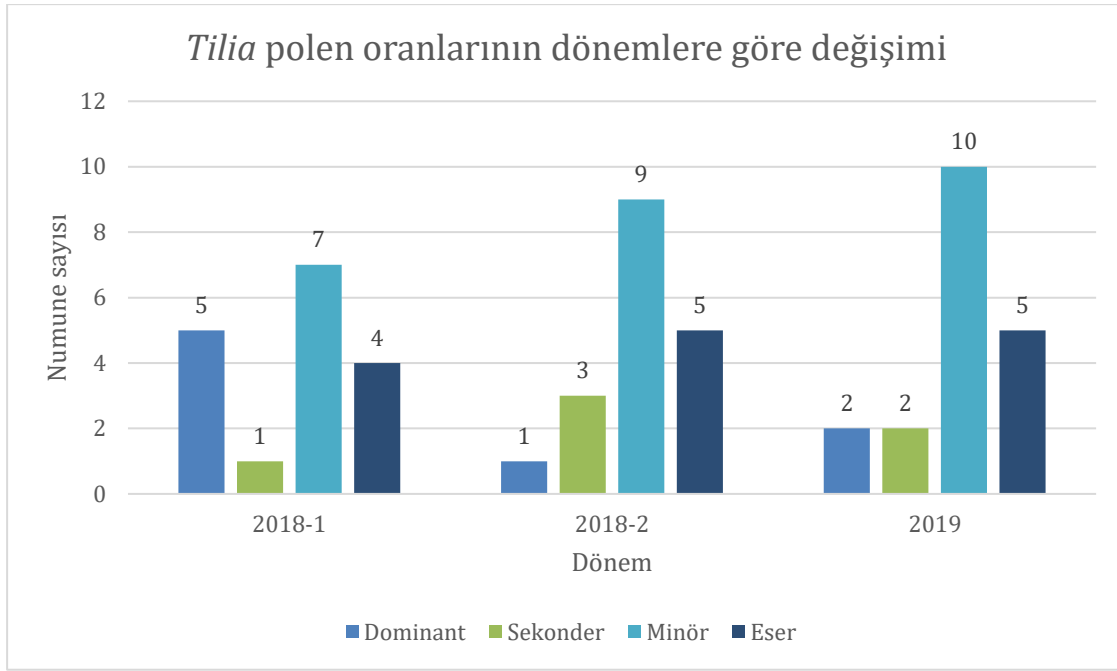
Şekil 4.55. Polenine rastlanılana takson sayısının dönemlere göre dağılımı

Bölgede üretilen 54 baldan 8 tanesi dominant, 7 tanesi sekonder, 24 tanesi minör ve 8 tanesi eser oranda *Tilia* poleni içermektedir. 7 balda ise hiç *Tilia* polenine rastlanmamıştır (Çizelge 4.55). Balların *Tilia* poleni oranına göre dağılımı Şekil 4.56'de verilmiştir. *Tilia* poleni oranının en yüksek çıktığı bölgeler Gökbel, Esenköy, Satuk, Kuzdağ ve Yazıköy olurken; Değirmenyanı bölgesinden gelen numunelerin hiç birinde *Tilia* poleni tespit edilememiştir. Değirmenyanı bölgesinden gelen numunelerin %88 oranında *Castanea sativa* poleni içerdikleri ve monofloral kestane balı özelliği taşıdıkları saptanmıştır.

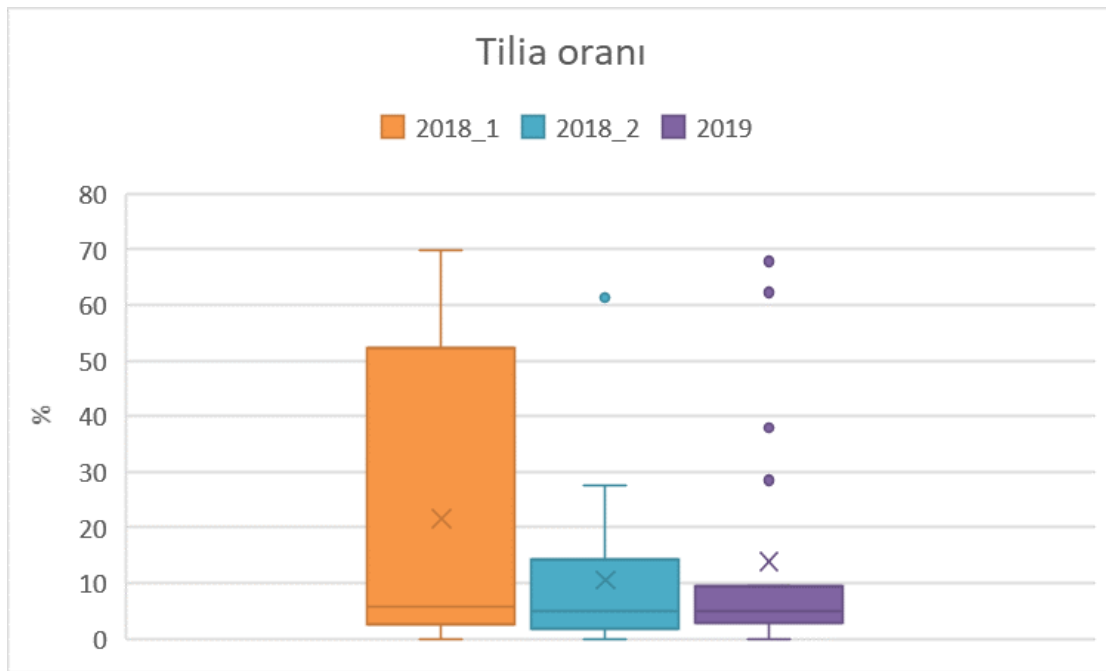


Şekil 4.56. Balların *Tilia* poleni oranına göre dağılımı

Analiz edilen balların *Tilia* poleni oranlarının dönemlere göre karşılaştırması Şekil 4.57’de, yüzdesel değerlerin dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.58’de verilmiştir. 2018/1 döneminde elde edilen numunelerde dominant oranda *Tilia* polenine rastlanılan bal sayısı diğer dönemlere göre daha yüksek çıkmıştır (Şekil 4.57). Bu dönemde elde edilen ballar ıhlamur ağaçlarının çiçeklenme dönemi biter bitmez temmuz ayının ilk yarısında kovanlardan alınmış ve floradaki diğer bitkilerin bala karışma ihtimali en aza indirgenmiştir. 2018/2 dönemi balları ise arıcılık sezonu sonunda yöre arıcısının normal hasat dönemi olan ağustos ayı sonunda alınmıştır. Bu iki dönem arasında ballardaki *Tilia* polen oranının ne kadar değişim gösterdiğini takip etmek hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlar, dominant polen oranına sahip *Tilia* balı elde etmek için ıhlamurların çiçeklenme dönemi biter bitmez mümkün olan en kısa sürede balların hasat edilmesi gerektiğine işaret etmektedir.



Şekil 4.57. *Tilia* polen oranlarının dönemlere göre dağılımı



Şekil 4.58. Yıllara göre numunelerin yüzdesel *Tilia* polen oranı dağılımı

Numunelerin *Tilia* poleni içerikleri oldukça geniş bir aralıkta dağılmış olup, *Tilia* poleni bulunan numunelerde tespit edilen en küçük oran %0,50 en büyük oran ise %69,71'dir. Bu değerler dönemlere göre incelendiğinde 2018/1 döneminde en yüksek oran %69,71

en düşük oran %0,5; 2018/2 döneminde %61,42-2,5; 2019 döneminde ise %67,84-1 bulunmuştur. *Tilia* poleni yüzdesel dağılım aralığı her üç dönem için benzer olsa da 2018/1 döneminde daha homojen bir dağılım göstermiştir (Şekil 4.58).

Gül'ün 2013 yılında Kastamonu Azdavay'da üretilen ıhlamur balı ile yaptığı çalışma ile Pehlivan ve Gül'ün 2012 yılında yine Kastamonu Azdavay'da üretilen ıhlamur balı ile yaptığı çalışmada balların ıhlamur poleni oranları %66 olarak bulunmuştur [131,132]. Ordu'da 2015-2016 döneminde üretilen ıhlamur balı ile yapılan bir çalışmada ise ıhlamur poleni oranı %66 olarak saptanmıştır [133]. Ecem Bayram ve arkadaşlarının 2017 yılında Karabük'te üretilen ıhlamur balı ile yaptıkları çalışmada *Tilia* poleni oranı %27 olarak tespit edilmiştir [57]. Ülkemizde ıhlamur balının polen içeriği ile ilgili yapılmış çalışmalar oldukça kısıtlı olup mevcut çalışmalardan elde edilen bulgular, bu çalışmada elde edilen bulgularla uyumludur.

Oroian ve arkadaşlarının Romanya'nın kuzeydoğusunda üretilen 9 ıhlamur balı ile yaptıkları çalışmada balların *Tilia* poleni oranı %31,2-87,4 aralığında saptanmıştır. Ayrıca ballarda *Tilia* poleni dışında *Brassica napus*, *Helianthus annuus*, *Galium* sp. ve *Trifolium* sp. polenlerine de rastlandığı bildirilmiştir [93]. Oroian ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada ise 2012 yılında üretilen 12 ıhlamur balının dominant olarak ortalama %63,5 *Tilia europaea* poleni içerdiği ayrıca minör ve eser oranda *Brassica napus*, *Helianthus annuus* ve *Galium* sp. polenlerine de rastlanıldığı bildirilmiştir [139]. Oroian ve Ropciuc'un Romanya ıhlamur balları ile yaptıkları bir başka çalışmada balların *Tilia europaea* poleni oranının %62,1-69,8 aralığında olduğu; bunun yanısıra minör oranda *Brassica napus* ve *Helianthus annuus* polenleri ve eser miktarda *Galium* sp. ile *Trifolium* sp. polenini içerdiği tespit edilmiştir [92]. Litvanya balları ile yapılan bir başka çalışmada balların *Tilia* poleni oranı %79,0-53,9 aralığında bulunmuş ve sekonder oranda *Brassica napus*, minör ve eser oranda *Rubus ideaus*, *Carum carvi*, *Trifolium repens*, *Salix* spp. *Ribes* sp., *Sinapis arvensis* ve *Cerasus* sp. polenlerini içerdiği tespit edilmiştir [138]. Atanassova ve Kondova'nın 2001 yılında Bulgaristan'da üretilen ıhlamur balları ile yaptıkları çalışmada ıhlamur ballarının dominant polen oranı %77,5-71,8 aralığında tespit edilmiş, balların polen spektrumunun ise Brassicaceae, *Helianthus annuus*, Apiaceae, *Trifolium* tip, *Cirsium/Carduus* tip, *Achillea* tip, *Trifolium repens* tip, *Robinia* ve

Mentha/Lavandula tip polenlerinden oluştuğu bildirilmiştir [148]. Orčić ve arkadaşları tarafından Sırbistan'ın Vojvodina şehrinde üretilen ballar ile yapılan çalışmada ıhlamur balının %71,2 oranında *Tilia* poleni içerdiği, bunun yanı sıra bu örneklerin minör oranda *Amorpha* sp., *Lotus* sp., *Brassica napus* ve eser oranda *Ailanthus* sp., *Apiaceae*, *Erigeron* sp., *Betula* sp., *Carduus* sp., *Clematis* sp., *Taraxacum* type, *Filipendula* sp., *Helianthus* sp., *Ligustrum* sp., *Plantago* sp., *Prunus* sp., *Sambucus* sp., *Scabiosa* sp. ve *Zea mays* polenlerine sahip olduğu belirtilmiştir [211]. Bu çalışma kapsamında incelenen ballarda da *Tilia* polen oranı geniş bir aralıkta dağılım göstermiş olup ıhlamur ballarının polen spektrumunda benzer taksonlara ait polenler tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmadaki balların polen spektrumlarının daha geniş ve polen çeşitliliğinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Persano Oddo ve Piro yaptıkları çalışmada farklı ülkelerden gelen 261 ıhlamur balına ait sonuçları değerlendirmiş ve bu örneklerde *Tilia* polenin ortalama $22,9 \pm 16,6$ oranında olduğunu saptamışlardır [135]. Guyot ve arkadaşlarının Fransa ıhlamur balları ile yaptığı çalışmada, bu örneklerde *Tilia* polen oranlarının %5-23 arasında değiştiğini belirtmiştir [140]. Atanassova ve arkadaşlarının 2006-2009 yıllarında Bulgaristan'da üretilen ıhlamur balları ile yaptıkları çalışmada, balların monofloral polen oranının %36,8-87,8 aralığında olduğu bildirilmiştir [146]. Bu çalışmalar da göstermektedir ki ıhlamur ballarının dominant polen oranları yalnızca ülkemizde değil diğer ülkelerde de geniş bir aralıkta dağılım göstermekte ve bölgelere göre oldukça çeşitlilik gözlenmektedir.

4.1.2. Toplam Polen Sayısı (TPS-10 g) Analizi

Yenice ilçesindeki 13 lokasyondan toplanan 54 bal numunesinin 10 g baldaki Toplam polen sayısı (TPS-10 g) değerleri tespit edilmiştir. Louveaux vd. ile Maurizio'nun bildirdiğine göre; bal örnekleri TPS-10 g değeri temel alınarak 5 farklı grupta incelenmektedir. Bunlar; Grup I (<20.000), Grup II (20.000-100.000), Grup III (100.000-500.000), Grup IV (500.000-1.000.000) ve Grup V (>1.000.000)'dir [121,212]. Çalışmada incelenen balların numune kodu, toplandığı bölge, *Tilia* poleni oranları, TPS-10 g değerleri ve balların Maurizio'ya göre gruplandırılması Çizelge 4.56'da verilmiştir. TPS-10 g değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.59'da, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.60'da verilmiştir.

Çizelge 4.56. Numunelerin TPS-10 g değerlerine göre gruplandırılması

Numune Kodu	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Oranı (%)	<i>Tilia</i> Polen Oranı	TPS-10 g	Maurizio Gruplandırması***
1	2018_1	Gökbel	64,95	Dominant	7.435	I
2	2018_1	Yamaç	3,90	Minor	27.246	II
3	2018_1	Hisar	0,50	Eser	38.137	II
4	2018_1	Yazıköy	30,23	Sekonder	11.204	I
5	2018_1	Kayaarkası	8,00	Minor	23.935	II
6	2018_1	Akmanlar	5,00	Minor	28.635	II
7	2018_1	Esenköy	52,86	Dominant	4.511	I
8	2018_1	Derebaşı	9,72	Minor	4.942	I
9	2018_1	Satuk	51,60	Dominant	11.733	I
10	2018_1	Kayaarkası	5,75	Minor	13.767	I
11	2018_1	Derebaşı	1,44	Eser	24.419	II
12	2018_1	Hisar	0,00	Eser	32.699	II
13	2018_1	Satuk	69,71	Dominant	7.539	I
14	2018_1	Kuzdağ	54,19	Dominant	6.729	I
15	2018_1	Yamaç	5,00	Minor	79.426	II
16	2018_1	Akmanlar	5,00	Minor	6.634	I
17	2018_1	Güney	0,00	Eser	35.181	II
18	2018_2	Derebaşı	2,50	Eser	15.316	I
19	2018_2	Kuzdağ	13,37	Minor	16.016	I
20	2018_2	Esenköy	17,00	Sekonder	5.032	I
21	2018_2	Kuzdağ	27,50	Sekonder	4.568	I
22	2018_2	Güney	3,03	Minor	27.380	II
23	2018_2	Akmanlar	5,00	Minor	8.160	I
24	2018_2	Değirmenyanı	0,00	Eser	23.949	II
25	2018_2	Hisar	0,00	Eser	29.817	II
26	2018_2	Derebaşı	0,00	Eser	11.656	I
27	2018_2	Derebaşı	3,00	Minor	16.870	I
28	2018_2	Hisar	0,00	Eser	11.513	I
29	2018_2	Gökbel	61,42	Dominant	14.576	I
30	2018_2	Yamaç	5,00	Minor	13.158	I
31	2018_2	Yamaç	5,14	Minor	29.060	II
32	2018_2	Kayaarkası	11,00	Minor	10.545	I
33	2018_2	Kayaarkası	9,50	Minor	12.380	I
34	2018_2	Kuzdağ	9,00	Minor	11.701	I
35	2018_2	Kuzdağ	18,50	Sekonder	10.019	I
36	2019	Kuzdağ	28,50	Sekonder	4.115	I
37	2019	Satuk	6,48	Minor	92.211	II
38	2019	Yazıköy	5,00	Minor	26.155	II
39	2019	Kayaarkası	5,00	Minor	31.365	II
40	2019	Hisar	5,00	Minor	14.202	I
41	2019	İsmetpaşa Mh.	9,00	Minor	10.972	I
42	2019	Akmanlar	5,00	Minor	8.835	I

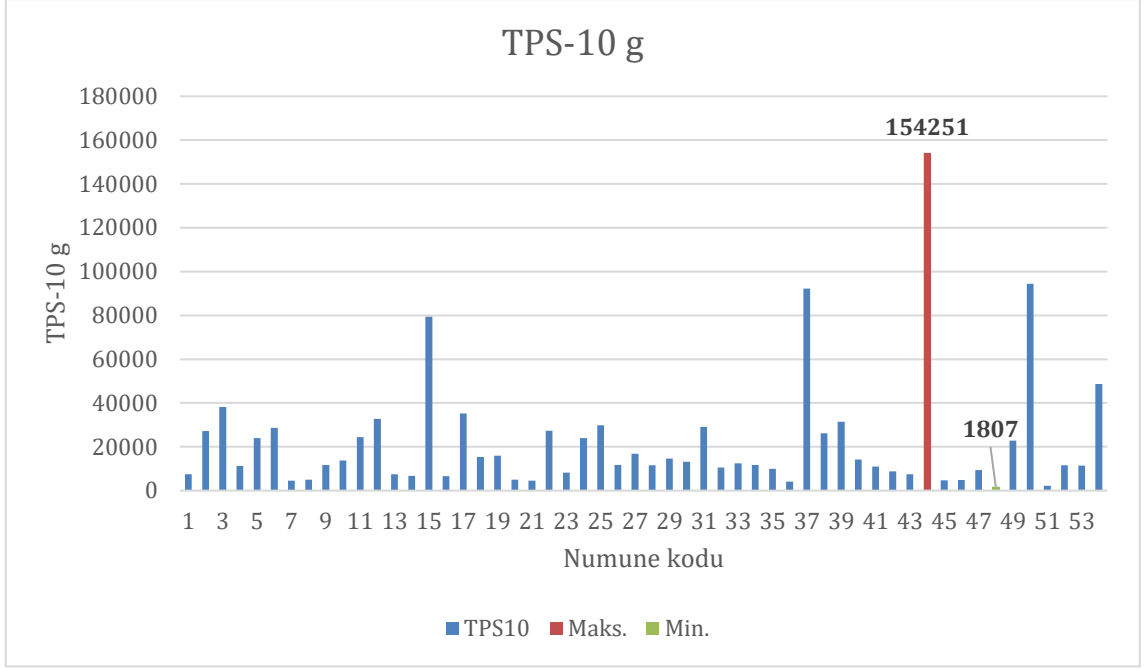
Çizelge 4.56. Numunelerin TPS-10 g değerlerine göre gruplandırılması (devam ediyor)

Numune Kodu	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Oranı (%)	<i>Tilia</i> Polen Oranı	TPS-10 g	Maurizio Gruplandırması**
43	2019	Güney	1,00	Eser	7.455	I
44	2019	Yamaç	1,50	Eser	154.251**	III
45	2019	Derebaşı	3,50	Minor	4.670	I
46	2019	Kuzdağ	38,00	Sekonder	4.772	I
47	2019	Gökbel	67,84	Dominant	9.414	I
48	2019	Yazıköy	62,26	Dominant	1.807*	I
49	2019	Esenköy	9,45	Minor	22.841	II
50	2019	Yamaç	5,29	Minor	94.465	II
51	2019	Derebaşı	2,91	Eser	2.274	I
52	2019	Hisar	1,92	Eser	11.581	I
53	2019	Kayaarkası	5,00	Minor	11.481	I
54	2019	Değirmenyanı	0,00	Eser	48.623	II
ORTALAMA					22.173,65 ±27.023,69	

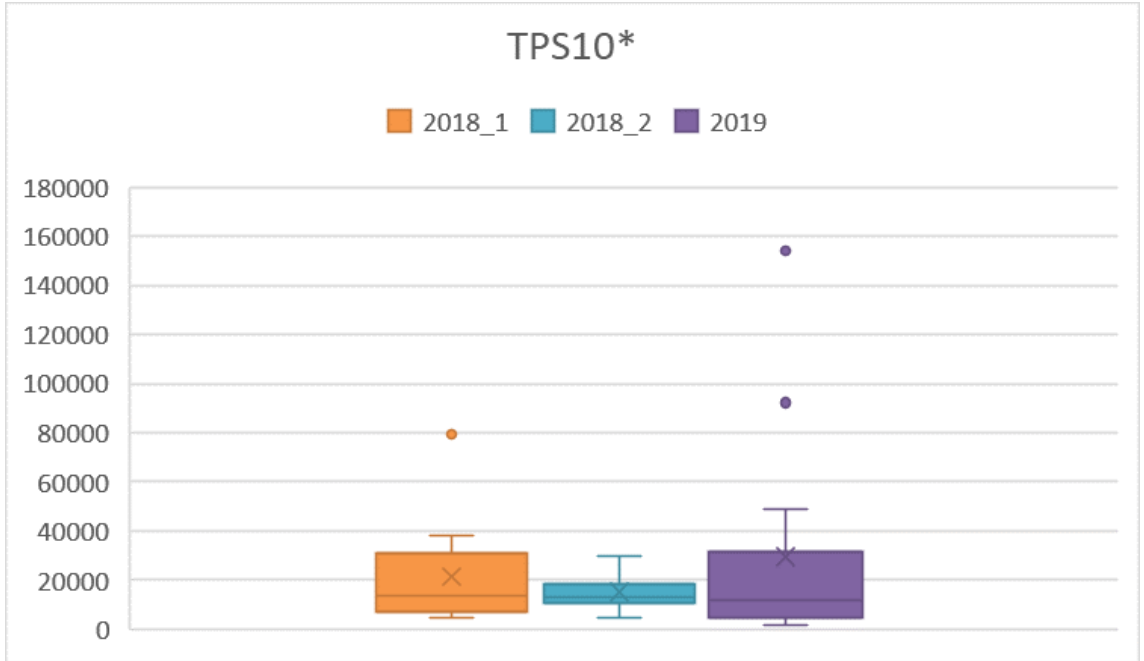
*** Grup I (<20.000), grup II (20.000-100.000), grup III (100.000-500.000), grup IV (500.000-1.000.000), ve grup V (>1.000.000)

* en küçük değer; ** en büyük değer

Numuneler TPS-10 g değerleri bakımından değerlendirildiğinde; 35 örneğin (yaklaşık %65) TPS-10 g değeri 20.000'in altında olup, polen içeriği en az olan grup I olarak isimlendirilmiştir. 18 örneğin (yaklaşık %33) TPS-10 g değeri 20.000-100.000 arasında olup grup II olarak tanımlanmıştır. 1 örnekte ise TPS-10 g değeri 100.000-500.000 arasında saptanmış olup grup III olarak isimlendirilmiştir. Bölge ballarında grup VI ve grup V'e girebilecek zengin polen içerikli ballara rastlanılmamıştır.



Şekil 4.59. TPS-10 g değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.60. TPS-10 g değerlerinin dönemlere göre dağılımı

Bölge ballarının TPS-10 g değerleri ortalaması 22.174 ± 27.024 bulunurken en küçük değer 48 numaralı numuneye ait olup 1.807 adet polen içermektedir. En büyük değer ise 44 numaralı numuneye ait olup 154.251 adet polen içerdiği saptanmıştır. Dönemlere göre

değerlendirme yapıldığında; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer 21.422; 2018/2 ballarında ortalama değer 15.095 olup 2019 dönemi ballarında ortalama değer 29.552 olarak bulunmuştur. TPS-10 g değeri en yüksek çıkan numunenin *Tilia* poleni oranı eser; en düşük değere sahip numunenin *Tilia* poen oranı ise dominant olarak tespit edilmiştir. Ayrıca dominant ve sekonder oranda *Tilia* polenine sahip balların tamamının TPS-10 g değerlerinin 15.000'in altında kaldığı görülmektedir. Bu durum literatürde yer alan *Tilia* ballarının az polenle temsil edildiği bilgisini destekler niteliktedir [121,127–130].

Ecem Bayram ve arkadaşlarının Türkiye monofloral balları ile ilgili yaptıkları çalışmada Karabük'te üretilen ıhlamur balının TPS-10 g değeri 18.102 olarak tespit edilmiştir [57]. İtalya monofloral balları ile yapılan çalışmada ıhlamur ballarının TPS-10 g değerlerinin 20.000'in altında kaldığı bildirilmiştir [130]. Avrupa'da en fazla üretilen monofloral balların özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ıhlamur ballarının TPS-10 g değerlerinin ortalama 15.800 ± 9.600 olduğu saptanmıştır [135]. Bulgaristan'da 2006-2009 yıllarında üretimi yapılan monofloral ballar ile ilgili yapılan çalışmada ıhlamur ballarının TPS-10 g değerlerinin ortalama 17.670 civarında bulunduğu rapor edilmiştir [146]. Bulgaristan'da 2001 yılında üretimi yapılan ıhlamur balları ile yapılan çalışmada ise TPS-10 g değerleri 9.870-13.460 aralığında bulunmuştur [148]. Tüm bu çalışmaların sonuçları bizim verilerimizle de paralellik göstermektedir.

4.2. Fizikokimyasal Analizler

54 adet bal örneğinin diastaz, elektriksel iletkenlik (mS/cm), element içeriği (mg/kg), HMF (mg/kg), kül (%), nem (%), pH, prolin (mg/kg), serbest asitlik (meq/kg), suda çözünmeyen madde, şeker (g/100 g) ve uçucu bileşen miktarları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (TGK), AB Bal Direktifi (EU) ve Codex Alimentarius(CA)'a göre kıyaslanıp, balların kalitesi tespit edilmiştir.

4.2.1. Diastaz Analizi

54 bal örneğinin diastaz içeriği analiz edilerek sonuçlar hesaplanmıştır. Balların diastaz içeriği iki tekrarlı olarak ölçülmüş, ölçüm değerleri ile ortalama ve standart sapmaları

(STD) Çizelge 4.57’de verilmiştir. Diastaz değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.61’de, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.62’de verilmiştir.

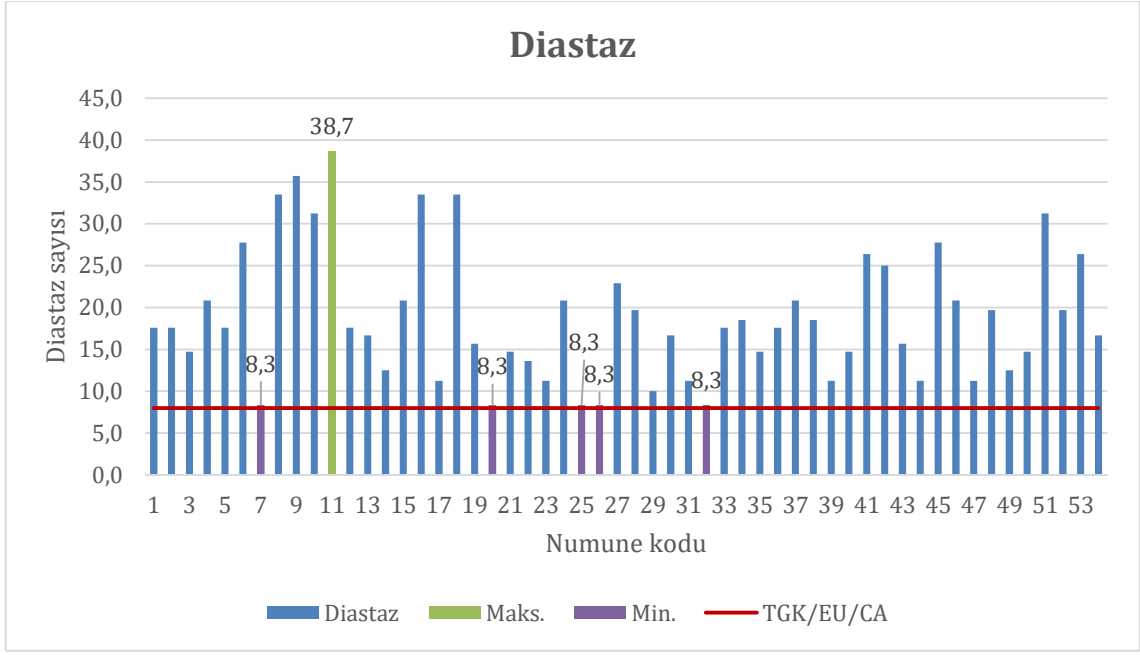
Çizelge 4.57. Numunelerin diastaz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Oranı (%)	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Diastaz 1	Diastaz 2	Ortalama	STD
1	2018/1	Gökbek	64,95	D	18,51	16,66	17,59	± 0,93
2	2018/1	Yamaç	3,90	M	16,66	18,51	17,59	± 0,93
3	2018/1	Hisar	0,50	E	14,70	14,70	14,70	± 0,00
4	2018/1	Yazıköy	30,23	S	20,83	20,83	20,83	± 0,00
5	2018/1	Kayaarkası	8,00	M	18,51	16,66	17,59	± 0,93
6	2018/1	Akmanlar	5,00	M	27,77	27,77	27,77	± 0,00
7	2018/1	Esenköy	52,86	D	8,33	8,33	8,33*	± 0,00
8	2018/1	Derebaşı	9,72	M	31,25	35,71	33,48	± 2,23
9	2018/1	Satuk	51,60	D	35,71	35,71	35,71	± 0,00
10	2018/1	Kayaarkası	5,75	M	31,25	31,25	31,25	± 0,00
11	2018/1	Derebaşı	1,44	E	41,66	35,71	38,69**	± 2,98
12	2018/1	Hisar	0,00	E	18,51	16,66	17,59	± 0,93
13	2018/1	Satuk	69,71	D	16,66	16,66	16,66	± 0,00
14	2018/1	Kuzdağ	54,19	D	12,50	12,50	12,50	± 0,00
15	2018/1	Yamaç	5,00	M	20,83	20,83	20,83	± 0,00
16	2018/1	Akmanlar	5,00	M	35,71	31,25	33,48	± 2,23
17	2018/1	Güney	0,00	E	12,50	10,00	11,25	± 1,25
18	2018/2	Derebaşı	2,50	E	35,71	31,25	33,48	± 2,23
19	2018/2	Kuzdağ	13,37	M	14,70	16,66	15,68	± 0,98
20	2018/2	Esenköy	17,00	S	8,33	8,33	8,33*	± 0,00
21	2018/2	Kuzdağ	27,50	S	14,70	14,70	14,70	± 0,00
22	2018/2	Güney	3,03	M	14,70	12,50	13,60	± 1,10
23	2018/2	Akmanlar	5,00	M	12,50	10,00	11,25	± 1,25
24	2018/2	Değirmenyanı	0,00	E	20,83	20,83	20,83	± 0,00
25	2018/2	Hisar	0,00	E	8,33	8,33	8,33*	± 0,00
26	2018/2	Derebaşı	0,00	E	8,33	8,33	8,33*	± 0,00
27	2018/2	Derebaşı	3,00	M	25,00	20,83	22,92	± 2,09
28	2018/2	Hisar	0,00	E	18,51	20,83	19,67	± 1,16

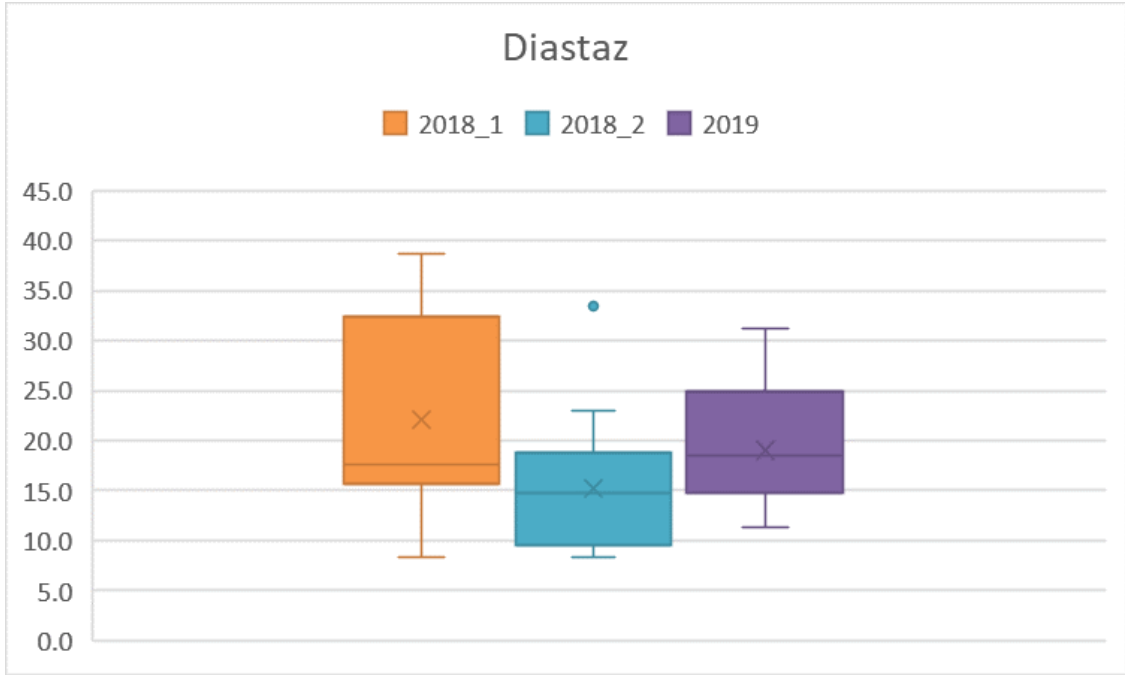
Çizelge 4.57. Numunelerin diastaz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Oranı (%)	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Diastaz 1	Diastaz 2	Ortalama	STD
29	2018/2	Gökbel	61,42	D	10,00	10,00	10,00	± 0,00
30	2018/2	Yamaç	5,00	M	16,66	16,66	16,66	± 0,00
31	2018/2	Yamaç	5,14	M	12,50	10,00	11,25	± 1,25
32	2018/2	Kayaarkası	11,00	M	8,33	8,33	8,33*	± 0,00
33	2018/2	Kayaarkası	9,50	M	18,51	16,66	17,59	± 0,93
34	2018/2	Kuzdağ	9,00	M	18,51	18,51	18,51	± 0,00
35	2018/2	Kuzdağ	18,50	S	14,70	14,70	14,70	± 0,00
36	2019	Kuzdağ	28,50	S	16,66	18,51	17,59	± 0,93
37	2019	Satuk	6,48	M	20,83	20,83	20,83	± 0,00
38	2019	Yazıköy	5,00	M	18,51	18,51	18,51	± 0,00
39	2019	Kayaarkası	5,00	M	10,00	12,50	11,25	± 1,25
40	2019	Hisar	5,00	M	14,70	14,70	14,70	± 0,00
41	2019	İsmetpaşa Mh	9,00	M	27,77	25,00	26,39	± 1,39
42	2019	Akmanlar	5,00	M	25,00	25,00	25,00	± 0,00
43	2019	Güney	1,00	E	16,66	14,70	15,68	± 0,98
44	2019	Yamaç	1,50	E	10,00	12,50	11,25	± 1,25
45	2019	Derebaşı	3,50	M	27,77	27,77	27,77	± 0,00
46	2019	Kuzdağ	38,00	S	20,83	20,83	20,83	± 0,00
47	2019	Gökbel	67,84	D	12,50	10,00	11,25	± 1,25
48	2019	Yazıköy	62,26	D	18,51	20,83	19,67	± 1,16
49	2019	Esenköy	9,45	M	12,50	12,50	12,50	± 0,00
50	2019	Yamaç	5,29	M	14,70	14,70	14,70	± 0,00
51	2019	Derebaşı	2,91	E	31,25	31,25	31,25	± 0,00
52	2019	Hisar	1,92	E	20,83	18,51	19,67	± 1,16
53	2019	Kayaarkası	5,00	M	25,00	27,77	26,39	± 1,39
54	2019	Değirmenyanı	0,00	E	16,66	16,66	16,66	± 0,00
ORTALAMA							18,75 ±7,69	

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.61. Diastaz sonuçlarının bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.62. Diastaz değerlerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama diastaz değeri $18,75 \pm 7,69$ bulunmuş olup, en düşük diastaz değerine sahip ballar 7, 20, 25, 26 ve 32 numaralı numuneler olup 8,33 diastaz sayısına sahiptir. En yüksek değere sahip bal ise 38,69 diastaz sayısı ile 11 numaralı örnek

olmuştur. En düşük değere sahip numuneler sırasıyla, Esenköy (2), Hisar, Derebaşı ve Kayaarkası bölgelerine ait ballar olup, en yüksek değere sahip bal ise Derebaşı bölgesinin balıdır. Diastaz sayısı en düşük olan ballar *Tilia* polen içeriği açısından değerlendirildiğinde; dominant, minör, eser ve *Tilia* poleni içermeyen (2) ballar olduğu, en yüksek diastaza sahip balın ise eser oranda *Tilia* poleni içerdiği görülmüştür. Bu durum balların diastaz değeri ile üretildiği bölge ya da *Tilia* polen içeriği arasında doğrudan bir ilişkinin olmadığını düşündürmektedir.

Dönemlere göre değerlendirme yapıldığında; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer 22,11 diastaz sayısı; 2018/2 ballarında ortalama değer 15,23 diastaz sayısı; 2019 dönemi ballarında ortalama değer 19,05 diastaz sayısı olarak saptanmıştır (Şekil 4.62). İlk dönem numuneleri kısa süre içerisinde laboratuvara ulaştırılabilirken, 2018 ikinci dönem ve 2019 üçüncü dönem örneklerin laboratuvara ulaştırılması çeşitli nedenlerle biraz zaman almıştır. Bu nedenle ortalama diastaz değerleri arasındaki bu farklılığın balların depolanma koşulları ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.

Dönemler veya *Tilia* polen oranları ile diastaz analiz verileri arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak değerlendirebilmek amacı ile;

Analiz edilen balların diastaz analiz verileri Shapiro-Wilk normal dağılım testine tabi tutulmuştur ($p < 0,05$). Test sonucunda verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.58). Veriler normal dağılım göstermediği için Kruskal-Wallis testi ile hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı sınanmıştır. Kruskal-Wallis sonuçlarına göre; diastaz analiz sonuçları toplanma dönemlerine göre anlamlı farklılık göstermiş, *Tilia* polen oranlarına göre gruplandırıldığında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. Diastaz analiz verilerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	Kruskal-Wallis**	
		Dönem p-değeri	Tilia oranı p-değeri
Diastaz	0,002376	0,03797	0,5253

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Toplanma dönemlerine göre anlamlı farklılık gösteren diastaz analizi verilerinin hangi gruplar arasında farklı olduğunu tespit edebilmek amacıyla Pairwise Wilcoxon testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.59. Diastaz verilerinin Pairwise Wilcoxon testi

Pairwise Wilcoxon			
Değişken		p-değeri	
Diastaz	Dönem	2018/1-2018/2	0,073
		2018/1- 2019	0,382
		2018/2- 2019	0,074

Diastaz verilerindeki farklılığın, anlamlılık derecesinin $p < 0,05$ 'e oldukça yakın olması nedeni ile aradaki farkın düşük olduğu görülmekte olup yapılan Pairwise Wilcoxon testi sonucunda herhangi iki dönem arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Numunelerin tamamı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, AB Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'ta verilen minimum 8 diastaz sayısı kriterini sağlamaktadır [17,42,43].

Gül'ün Türkiye'nin farklı bölgelerinde üretilen 10 farklı monofloral bal ile yaptığı çalışmada, ıhlamur balının diastaz sayısı 17,9 bulunmuştur [131]. Persano Oddo ve arkadaşlarının İtalya'nın 14 farklı monofloral balı ile yaptıkları çalışmada ıhlamur

ballarının diastaz sayısı $17,9 \pm 5,3$ olarak tespit edilmiştir [130]. Avrupa’da üretilen monofloral ballar ile yapılan bir başka çalışmada 261 ıhlamur balına ait veriler değerlendirilmiş ve ıhlamur balının diastaz sayısı $16,8 \pm 1,2$ olarak rapor edilmiştir [135]. Moise tarafından Romanya balları ile yapılan çalışmada ıhlamur balının diastaz değeri 10,9 olarak bildirilmiştir [137]. İspanya, Romanya ve Çekya ıhlamur balları ile yapılan çalışmada ıhlamur ballarının diastaz değeri 15,82 olarak bulunmuştur [143]. Juan Borrás ve arkadaşlarının İspanya, Çekya ve Romanya balları ile yaptıkları çalışmada 20 ıhlamur balı incelenmiş ve diastaz değeri $8,8 \pm 0,9$ olarak tespit edilmiştir [77]. Polonya ve Slovakya ballarının karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmada her iki ülkeden gelen 5’er ıhlamur balının diastaz değerlerinin sırasıyla $31,99 \pm 9,60$, $19,08 \pm 6,93$ olduğu bildirilmiştir [147]. Atanassova ve Kondova’nın Bulgaristan ıhlamur balları ile yaptıkları çalışmada diastaz değerleri 22,4-16,7 aralığında bulunmuştur [148]. Tüm bu çalışmaların sonuçları bizim elde ettiğimiz ortalama $18,75 \pm 7,69$ diastaz sayısı değeri ile uyum göstermektedir.

4.2.2. Elektriksel İletkenlik Analizi

54 bal örneğinin elektriksel iletkenlik değerleri ölçülerek sonuçlar hesaplanmıştır. Balların elektriksel iletkenlik değeri üç tekrarlı olarak ölçülmüş; ölçüm değerleri, ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.60’da verilmiştir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.63’de, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.64’de verilmiştir.

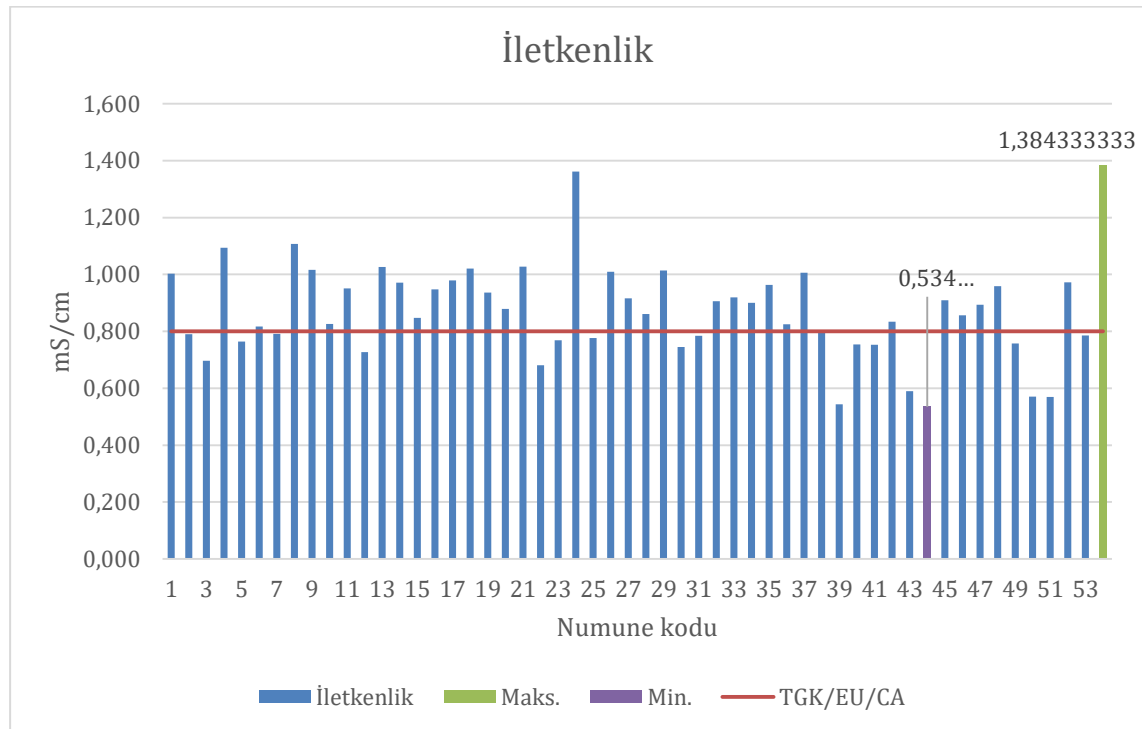
Çizelge 4.60. Numunelerin elektriksel iletkenlik analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	1.ölçüm (mS/cm)	2.ölçüm (mS/cm)	3. ölçüm (mS/cm)	Ortalama (mS/cm)	STD
1	2018/1	Gökbek	D	1,004	1,003	1,002	1,003	± 0,001
2	2018/1	Yamaç	M	0,791	0,789	0,789	0,790	± 0,001
3	2018/1	Hisar	E	0,697	0,697	0,696	0,697	± 0,001
4	2018/1	Yazıköy	S	1,096	1,093	1,091	1,093	± 0,003
5	2018/1	Kayaarkası	M	0,762	0,764	0,765	0,764	± 0,002
6	2018/1	Akmanlar	M	0,819	0,817	0,816	0,817	± 0,002
7	2018/1	Esenköy	D	0,791	0,792	0,790	0,791	± 0,001
8	2018/1	Derebaşı	M	1,109	1,106	1,107	1,107	± 0,002
9	2018/1	Satuk	D	1,015	1,015	1,017	1,016	± 0,001
10	2018/1	Kayaarkası	M	0,828	0,827	0,824	0,826	± 0,002
11	2018/1	Derebaşı	E	0,941	0,953	0,958	0,951	± 0,009
12	2018/1	Hisar	E	0,725	0,728	0,728	0,727	± 0,002
13	2018/1	Satuk	D	1,024	1,027	1,027	1,026	± 0,002
14	2018/1	Kuzdağ	D	0,972	0,971	0,969	0,971	± 0,002
15	2018/1	Yamaç	M	0,848	0,847	0,847	0,847	± 0,001
16	2018/1	Akmanlar	M	0,947	0,949	0,947	0,948	± 0,001
17	2018/1	Güney	E	0,985	0,978	0,974	0,979	± 0,006
18	2018/2	Derebaşı	E	1,023	1,020	1,020	1,021	± 0,002
19	2018/2	Kuzdağ	M	0,933	0,939	0,935	0,936	± 0,003
20	2018/2	Esenköy	S	0,886	0,875	0,876	0,879	± 0,006
21	2018/2	Kuzdağ	S	1,032	1,026	1,025	1,028	± 0,004
22	2018/2	Güney	M	0,679	0,682	0,682	0,681	± 0,002
23	2018/2	Akmanlar	M	0,770	0,767	0,767	0,768	± 0,002
24	2018/2	Değirmenyarı	E	1,351	1,369	1,366	1,362	± 0,010
25	2018/2	Hisar	E	0,781	0,774	0,775	0,777	± 0,004
26	2018/2	Derebaşı	E	1,003	1,013	1,011	1,009	± 0,005
27	2018/2	Derebaşı	M	0,918	0,915	0,914	0,916	± 0,002
28	2018/2	Hisar	E	0,868	0,858	0,857	0,861	± 0,006
29	2018/2	Gökbek	D	1,028	1,004	1,010	1,014	± 0,012
30	2018/2	Yamaç	M	0,741	0,747	0,746	0,745	± 0,003
31	2018/2	Yamaç	M	0,784	0,785	0,784	0,784	± 0,001
32	2018/2	Kayaarkası	M	0,909	0,903	0,905	0,906	± 0,003
33	2018/2	Kayaarkası	M	0,920	0,919	0,920	0,920	± 0,001
34	2018/2	Kuzdağ	M	0,900	0,899	0,901	0,900	± 0,001
35	2018/2	Kuzdağ	S	0,965	0,962	0,963	0,963	± 0,002
36	2019	Kuzdağ	S	0,824	0,825	0,825	0,825	± 0,001
37	2019	Satuk	M	1,007	1,007	1,005	1,006	± 0,001
38	2019	Yazıköy	M	0,804	0,803	0,801	0,803	± 0,002
39	2019	Kayaarkası	M	0,545	0,542	0,543	0,543	± 0,002
40	2019	Hisar	M	0,751	0,756	0,755	0,754	± 0,003
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	0,746	0,742	0,770	0,753	± 0,015
42	2019	Akmanlar	M	0,842	0,824	0,836	0,834	± 0,009

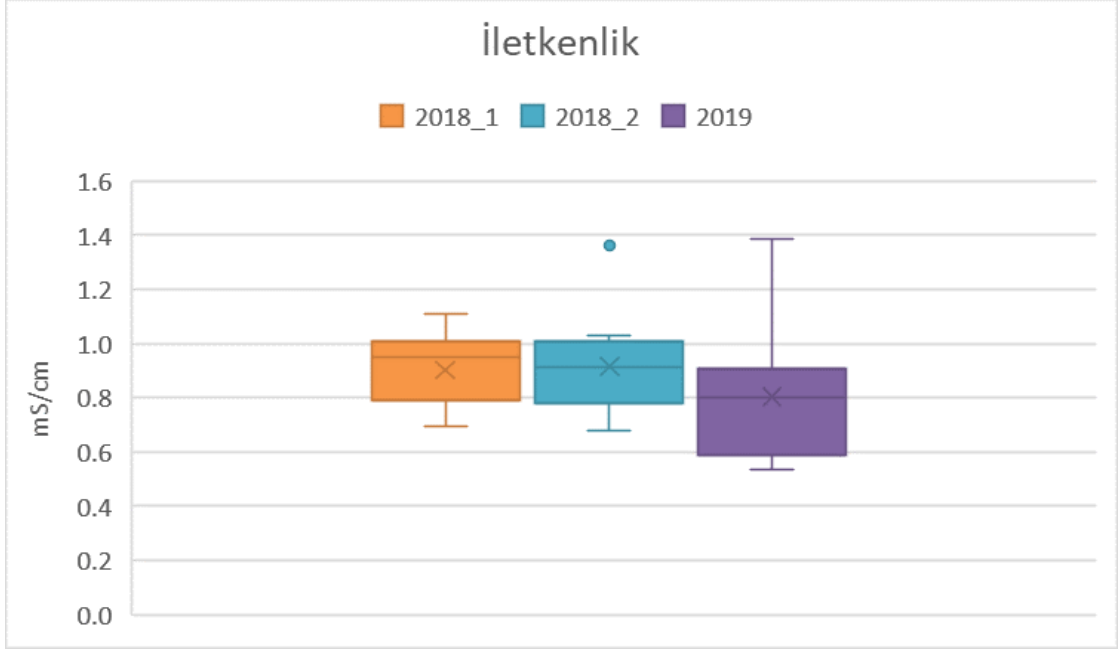
Çizelge 4.60. Numunelerin elektriksel iletkenlik analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	1.ölçüm (mS/cm)	2.ölçüm (mS/cm)	3. ölçüm (mS/cm)	Ortalama (mS/cm)	STD
43	2019	Güney	E	0,586	0,592	0,592	0,590	± 0,003
44	2019	Yamaç	E	0,535	0,534	0,534	0,534*	± 0,001
45	2019	Derebaşı	M	0,900	0,912	0,915	0,909	± 0,008
46	2019	Kuzdağ	S	0,863	0,854	0,851	0,856	± 0,006
47	2019	Gökbel	D	0,889	0,896	0,895	0,893	± 0,004
48	2019	Yazıköy	D	0,958	0,959	0,958	0,958	± 0,001
49	2019	Esenköy	M	0,757	0,758	0,756	0,757	± 0,001
50	2019	Yamaç	M	0,575	0,569	0,569	0,571	± 0,003
51	2019	Derebaşı	E	0,570	0,568	0,569	0,569	± 0,001
52	2019	Hisar	E	0,970	0,975	0,973	0,973	± 0,003
53	2019	Kayaarkası	M	0,783	0,788	0,785	0,785	± 0,003
54	2019	Değirmenyanı	E	1,386	1,383	1,384	1,384**	± 0,002
ORTALAMA							0,873 ±0,169 mS/cm	

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.63. Elektriksel iletkenlik değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.64. Elektriksel iletkenlik değerlerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama elektriksel iletkenlik değeri $0,873 \pm 0,169$ mS/cm olarak bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik açısından en yüksek değere sahip numune 54 numaralı baldır. En düşük değere sahip numune ise 44 numaralı örnek olmuştur. TGK, EU ve CA'ya göre; çiçek balı ve çiçek-salgı balı karışımlarının elektriksel iletkenlik değeri en fazla 0,8 mS/cm olmalıdır. Ancak aralarında ıhlamur ve püren balının da olduğu bazı monofloral ballar bu kuralın dışında tutulmuştur. Ayrıca kestane balının elektriksel iletkenlik değerinin de en az 0,8 mS/cm olması gerektiği bildirilmiştir [17,42,43]. İletkenlik değerinin en yüksek çıktığı 54 numaralı numune dominant oranda (%88) *Castanea sativa* poleni içermekte olup, bu değer balın botanik kökenini yansıtmaktadır. Kodekslerde verilen 0,8 mS/cm değerini aşan numunelerin neredeyse tamamının dominant ve sekonder *Tilia* poleni içeren bal, dominant *Castanea sativa* poleni içeren bal ya da dominant ve sekonder *Erica* spp. Poleni içeren bal olduğu görülmüştür. Bu durum literatürde yer alan botanik orijine göre en fazla değişkenlik gösteren parametrelerden birinin elektriksel iletkenlik olduğu bilgisini doğrulamaktadır [51,54].

2018/1 dönemi numunelerinin elektriksel iletkenlik ortalaması 0,903 mS/cm, 2018/2 dönemi örneklerinin elektriksel iletkenlik ortalaması 0,915 mS/cm, 2019 dönemi ballarının elektriksel iletkenlik ortalaması 0,805 mS/cm olarak bulunmuştur.

Dönemler veya *Tilia* polen oranları ile elektriksel iletkenlik analiz verileri arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak saptayabilmek amacı ile;

Analiz edilen balların elektriksel iletkenlik verileri Shapiro-Wilk normal dağılım testine tabi tutulmuştur ($p < 0,05$). Test sonucunda verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.61). Veriler normal dağılım göstermediği için Kruskal-Wallis testi ile hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı sınanmıştır. Kruskal-Wallis sonuçlarına göre; elektriksel iletkenlik analiz sonuçlarında toplanma dönemlerine göre anlamlı bir farklılık gözlenmemiş olup *Tilia* polen oranlarına göre gruplandırıldığında ise anlamlı bir farklılık göstermiştir (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. Elektriksel iletkenlik analiz verilerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	Kruskal-Wallis**	
		Dönem p-değeri	<i>Tilia</i> oranı p-değeri
Elektriksel iletkenlik	0.03131	0.06944	0.02784

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Tilia polen oranlarına göre anlamlı farklılık gösteren elektriksel iletkenlik analiz verilerinde hangi gruplar arasında fark olduğunu tespit edebilmek amacıyla Pairwise Wilcoxon testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.62. Elektriksel iletkenlik verilerinin Pairwise Wilcoxon testi

Pairwise Wilcoxon			
Değişken		p-değeri*	
Elektriksel iletkenlik	<i>Tilia</i> polen oranı	D-S	0,852
		D-M	0,014
		D-E	0,533
		S-M	0,099
		S-E	0,593
		M-E	0,593

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p<0,05$)

Pairwise Wilcoxon testi sonucunda dominant oranda *Tilia* poleni içeren grup ile minör oranda *Tilia* poleni içeren grup arasında elektriksel iletkenlik değeri açısından anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.62).

Kastamonu'da üretilen ıhlamur balı ile yapılan çalışmada elektriksel iletkenlik değeri $0,70 \pm 0,06$ mS/cm bulunmuştur [131]. Juan Borrás ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ıhlamur ballarının iletkenlik değeri $0,80 \pm 0,12$ mS/cm bulunmuştur [77]. Kropf ve arkadaşlarının Slovenya'nın üç farklı makro bölgesinden gelen ballar ile yaptıkları çalışmada ıhlamur ballarının elektriksel iletkenlik değeri Alpin bölgesi için $0,727$ mS/cm; Akdeniz bölgesi için $0,823$ mS/cm ve Dinaric bölgesi için $0,836$ mS/cm tespit edilmiştir [142]. Yukarıda bahsi geçen çalışmalardan elde edilen iletkenlik değerleri bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Persano Oddo ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada İtalya ıhlamur ballarının elektriksel iletkenlik değeri $0,67 \pm 0,12$ mS/cm olarak bildirilmiştir [130]. Persano Oddo ve Piro'nun yaptığı bir başka çalışmada Avrupa ıhlamur ballarının elektriksel iletkenlik değerinin $0,62 \pm 0,12$ mS/cm olduğu tespit edilmiştir [135]. Romanya'da üretilen ıhlamur balları ile yapılan çalışmada elektriksel iletkenlik değeri $0,668 \pm 0,081$ mS/cm bulunmuştur [139]. Kadar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise ıhlamur balının

elektriksel iletkenlik değeri 0,71 mS/cm olarak tespit edilmiştir [143]. Ratiu ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer çalışmada ise 0,678 ±0,03 mS/cm olarak saptanmıştır [91]. Polonya ve Slovakya ıhlamur balları ile yapılan çalışmada ise elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 0,53 ±0,22 ve 0,23 ±0,09 olarak bulunmuştur [147]. Majewska ve arkadaşlarının Polonya balları ile yaptıkları çalışmada da ıhlamur balının iletkenlik değeri 0,398 mS/cm olarak bildirilmiştir [51]. Lazarević ve arkadaşlarının Sırbistan monofloral balları ile yaptıkları çalışmada ise en düşük elektriksel iletkenlik değerine sahip monofloral bal 0,16 (0,10-0,69) mS/cm değeriyle akasya balı olurken; ayçiçeği balı 0,31 (0,19-0,55) mS/cm ile ikinci sırada, ıhlamur balı ise 0,64 (0,30-0,76) mS/cm'lik ortalama değer ile üçüncü sırada yer almıştır [213]. Romanya'da üretilen ıhlamur balları ile yapılan bir başka çalışmada ise elektriksel iletkenlik ortalaması 0,549 mS/cm olarak tespit edilmiştir [92]. Elektriksel iletkenlik değeri botanik orijinle olduğu kadar toprak yapısı ve toprağın mineral içeriği ile de ilişkilidir [147]. Bu çalışmalarda bulunan değerlerin bizim elde ettiğimiz verilerle uyumsuzluğunun nedeni coğrafi farklılık olduğu düşünülmektedir.

4.2.3. Element Analizi

54 bal örneğinin element içerikleri ICP-MS cihazı ile ölçülerek sonuçlar hesaplanmıştır. Bu çalışmada; Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn, Cd ve Ba olmak üzere toplam 10 element ölçümü yapılmış ancak K değerleri cihazın ölçüm kapasitesini aştığı için net sonuçlar elde edilememiş ve değerlendirme dışı bırakılmıştır. Ayrıca Cd elementi de hiçbir örnekte tespit edilemediğinden sonuçlar kalan 8 element üzerinden yorumlanmıştır. Balların element içerikleri Çizelge 4.63'de verilmiştir. Her bir elementin bal örneklerine ve toplanma dönemlerine göre dağılımı ise Şekil 4.65-80'de, toplam element miktarlarının ballara göre dağılımı ise Şekil 4.81'de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Numunelerin element analizi sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Na (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ba (ppm)	Toplam (ppm)
1	2018/1	Gökbel	D	8,39	68,39	13,83	3,29	3,29	0,52	2,15	ND***	0,25	97,96
2	2018/1	Yamaç	M	35,38	56,53	13,93	1,95	2,98	0,49	4,61	ND	0,25	111,50
3	2018/1	Hisar	E	42,12	63,11	12,16	4,09	4,37	0,51	5,65	ND	0,35	126,72
4	2018/1	Yazıköy	S	26,79	33,70	14,18	1,30	2,15	0,35	3,23	ND	0,19	78,66
5	2018/1	Kayaarkası	M	26,02	37,35	5,74	1,27	1,93	0,37	3,02	ND	0,17	72,86
6	2018/1	Akmanlar	M	24,59	36,80	11,72	1,09	1,61	1,03**	4,06	ND	0,16	77,00
7	2018/1	Esenköy	D	20,47	21,01*	8,58	0,61	1,37*	0,29	2,48	ND	0,12	52,45
8	2018/1	Derebaşı	M	22,71	42,47	9,49	0,81	2,26	0,38	3,31	ND	0,22	78,34
9	2018/1	Satuk	D	23,35	24,11	12,38	0,53	1,59	0,35	2,72	ND	0,15	62,46
10	2018/1	Kayaarkası	M	27,57	32,60	12,74	0,94	2,14	0,34	4,43	ND	0,16	76,48
11	2018/1	Derebaşı	E	14,74	53,61	9,10	1,74	1,66	0,30	1,61	ND	0,19	81,34
12	2018/1	Hisar	E	18,98	62,08	10,10	2,50	1,76	0,32	1,30	ND	0,16	95,91
13	2018/1	Satuk	D	8,11	22,92	13,13	0,54	1,69	0,30	1,28	ND	0,08	46,77
14	2018/1	Kuzdağ	D	11,13	21,87	9,52	0,42	1,43	0,31	1,58	ND	0,07	44,74
15	2018/1	Yamaç	M	10,48	39,03	14,85	0,86	2,20	0,29	1,28*	ND	0,11	67,82
16	2018/1	Akmanlar	M	15,47	35,35	9,06	0,84	1,53	0,28*	1,67	ND	0,16	62,69
17	2018/1	Güney	E	17,24	89,74**	16,15	4,34	2,76	0,32	1,42	ND	0,30	130,85
18	2018/2	Derebaşı	E	10,94	46,24	12,53	1,43	3,00	0,41	2,75	ND	0,26	74,82
19	2018/2	Kuzdağ	M	13,43	31,26	11,26	1,09	2,92	0,37	2,45	ND	0,11	60,45
20	2018/2	Esenköy	S	12,74	39,81	14,46	1,40	6,58**	0,64	2,53	ND	0,16	75,79

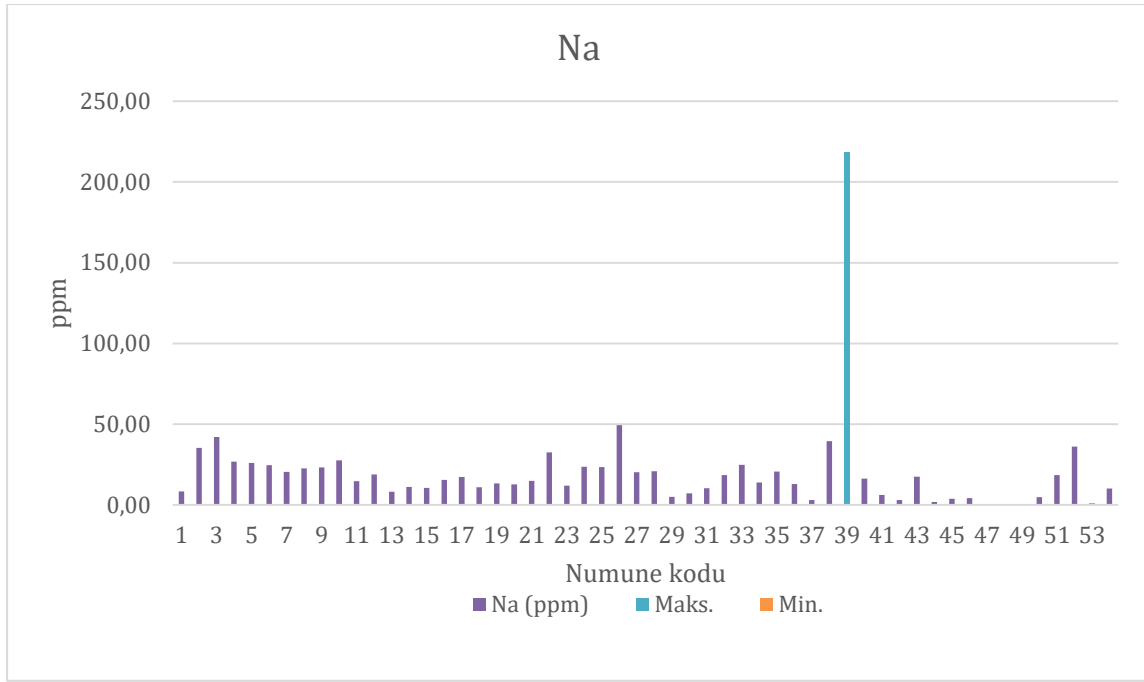
Çizelge 4.63. Numunelerin element analizi sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Na (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ba (ppm)	Toplam (ppm)
21	2018/2	Kuzdağ	S	14,90	41,12	15,28	1,54	2,80	0,42	2,46	ND	0,17	76,22
22	2018/2	Güney	M	32,59	49,98	18,13	2,54	4,57	0,65	5,43	ND	0,22	108,68
23	2018/2	Akmanlar	M	11,91	27,34	8,08	1,21	3,52	0,47	3,03	ND	0,13	52,66
24	2018/2	Değirmenyamı	E	23,71	50,27	23,07**	9,34**	3,06	0,60	2,65	ND	1,13**	111,19
25	2018/2	Hisar	E	23,55	71,14	14,94	3,61	3,54	0,53	2,80	ND	0,27	117,58
26	2018/2	Derebaşı	E	49,52	53,77	14,27	1,47	3,24	0,50	2,52	ND	0,29	123,05
27	2018/2	Derebaşı	M	20,35	63,24	14,65	1,85	4,42	0,55	3,11	ND	0,25	105,31
28	2018/2	Hisar	E	20,87	62,73	13,49	2,89	3,56	0,54	1,63	ND	0,20	104,29
29	2018/2	Gökbel	D	5,10	41,78	15,70	1,83	2,30	0,35	1,78	ND	0,19	67,25
30	2018/2	Yamaç	M	7,25	41,16	13,85	1,50	2,49	0,39	3,54	ND	0,11	66,75
31	2018/2	Yamaç	M	10,47	47,86	17,41	1,33	3,17	0,42	2,47	ND	0,11	80,76
32	2018/2	Kayaarkası	M	18,41	48,93	17,96	1,23	3,50	0,55	6,06**	ND	0,17	90,75
33	2018/2	Kayaarkası	M	24,78	61,45	19,69	2,40	2,96	0,51	4,92	ND	0,18	111,98
34	2018/2	Kuzdağ	M	13,93	31,32	13,20	0,63	2,88	0,41	2,17	ND	0,07	62,44
35	2018/2	Kuzdağ	S	20,63	39,04	15,08	0,78	3,66	0,50	2,33	ND	0,09	79,78
36	2019	Kuzdağ	S	12,92	30,34	12,78	0,92	2,73	0,51	2,11	ND	0,09	60,29
37	2019	Satuk	M	3,00	29,91	13,80	0,73	3,22	0,51	1,88	ND	0,08	51,25
38	2019	Yazıköy	M	39,49	33,02	11,44	1,04	2,71	0,38	1,83	ND	0,09	88,17
39	2019	Kayaarkası	M	218,45**	26,83	7,01	0,31*	2,74	0,53	2,38	ND	0,07	255,94**
40	2019	Hisar	M	16,24	46,80	8,85	1,63	2,90	0,57	1,91	ND	0,08	77,07

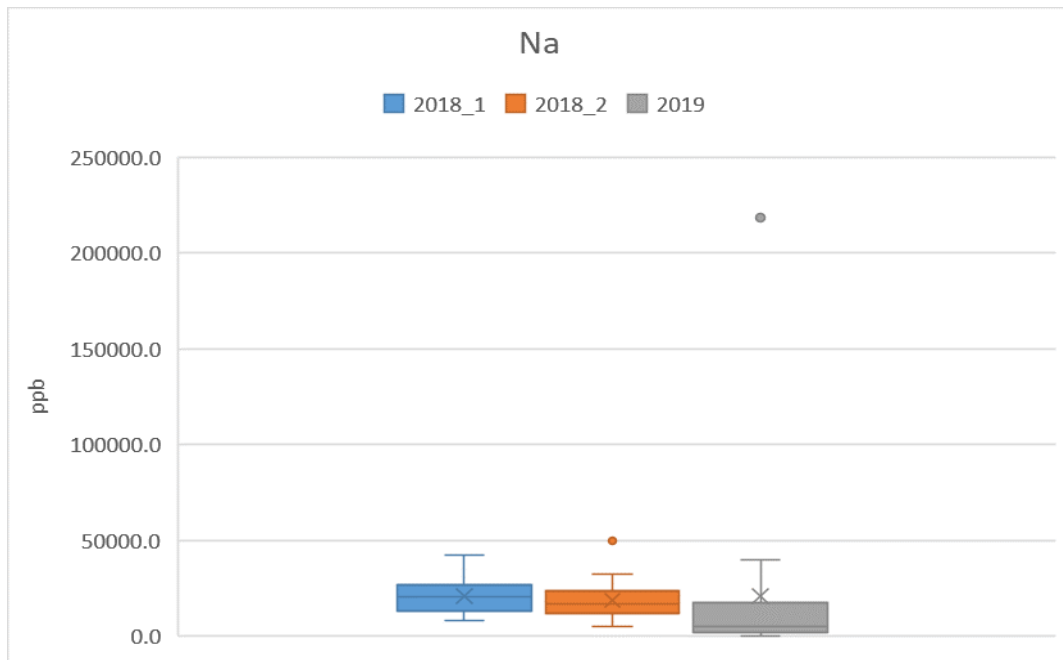
Çizelge 4.63. Numunelerin element analizi sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Na (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Ba (ppm)	Toplam (ppm)
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	6,29	22,94	9,24	0,61	2,08	0,30	3,30	ND	0,42	41,89
42	2019	Akmanlar	M	3,10	23,70	7,07	1,59	2,27	0,43	2,27	ND	0,17	38,33
43	2019	Güney	E	17,42	22,99	5,87	0,58	3,01	0,52	2,37	ND	0,05	50,44
44	2019	Yamaç	E	1,85	23,78	4,69*	0,72	2,52	0,49	1,76	ND	0,05	34,10
45	2019	Derebaşı	M	3,75	28,61	7,98	0,64	3,11	0,53	2,52	ND	0,11	44,74
46	2019	Kuzdağ	S	4,19	24,88	9,90	0,59	2,68	0,39	2,35	ND	0,07	42,70
47	2019	Gökbel	D	ND	24,31	10,08	0,79	3,05	0,44	1,78	ND	0,11	38,79
48	2019	Yazıköy	D	ND	23,53	10,99	0,76	2,97	0,43	3,04	ND	0,08	38,76
49	2019	Esenköy	M	ND	21,53	7,17	0,62	4,07	0,47	1,84	ND	0,07	33,94*
50	2019	Yamaç	M	4,79	25,46	8,68	0,53	2,37	0,43	1,51	ND	0,04*	42,31
51	2019	Derebaşı	E	18,42	29,74	11,03	0,83	2,69	0,44	2,49	ND	0,15	63,30
52	2019	Hisar	E	36,14	31,50	6,22	1,14	2,41	0,41	1,86	ND	0,07	77,89
53	2019	Kayaarkası	M	1,15*	24,75	10,40	0,64	3,16	0,40	1,48	ND	0,06	40,56
54	2019	Değirmenyanı	E	10,18	42,91	17,95	8,20	2,78	0,56	1,85	ND	1,02	83,60
ORTALAMA				21,29	39,38	12,05	1,63	2,82	0,45	2,61	-	0,19	76,64

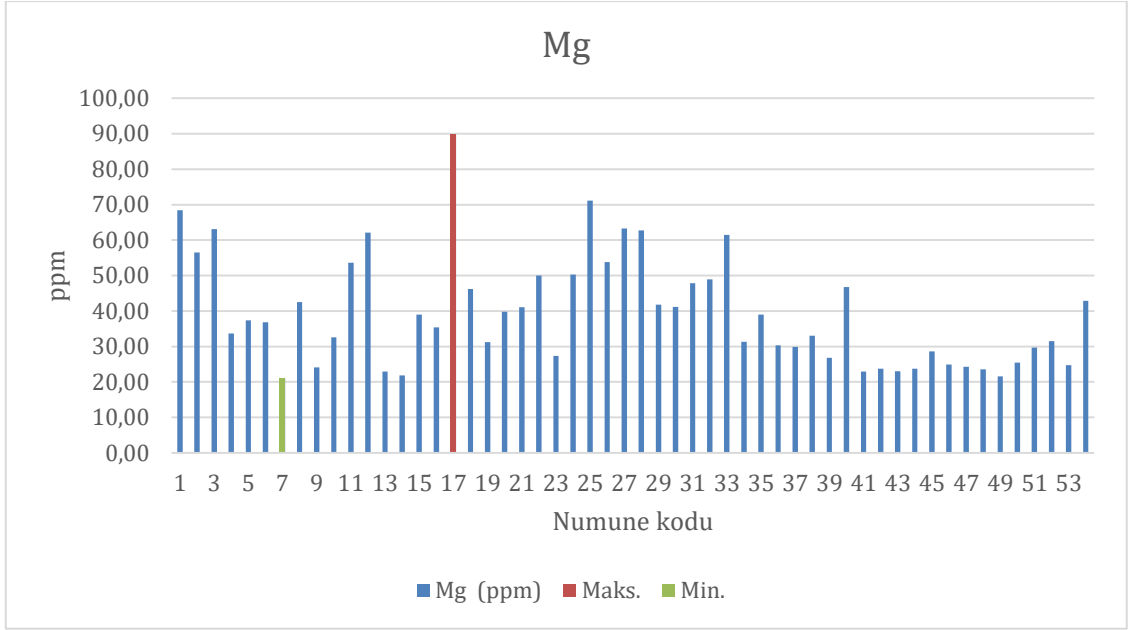
* en küçük değer; ** en büyük değer; ***ND : Not detected (Tespit edilemedi)



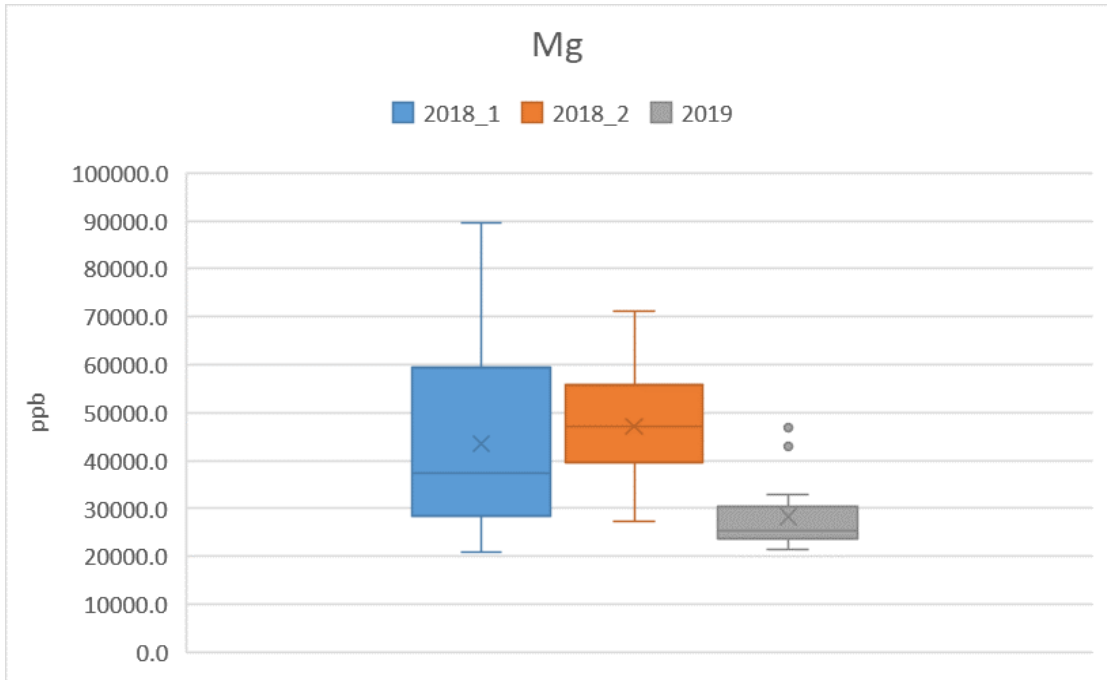
Şekil 4.65. Na değerinin bal örneklerine göre dağılımı



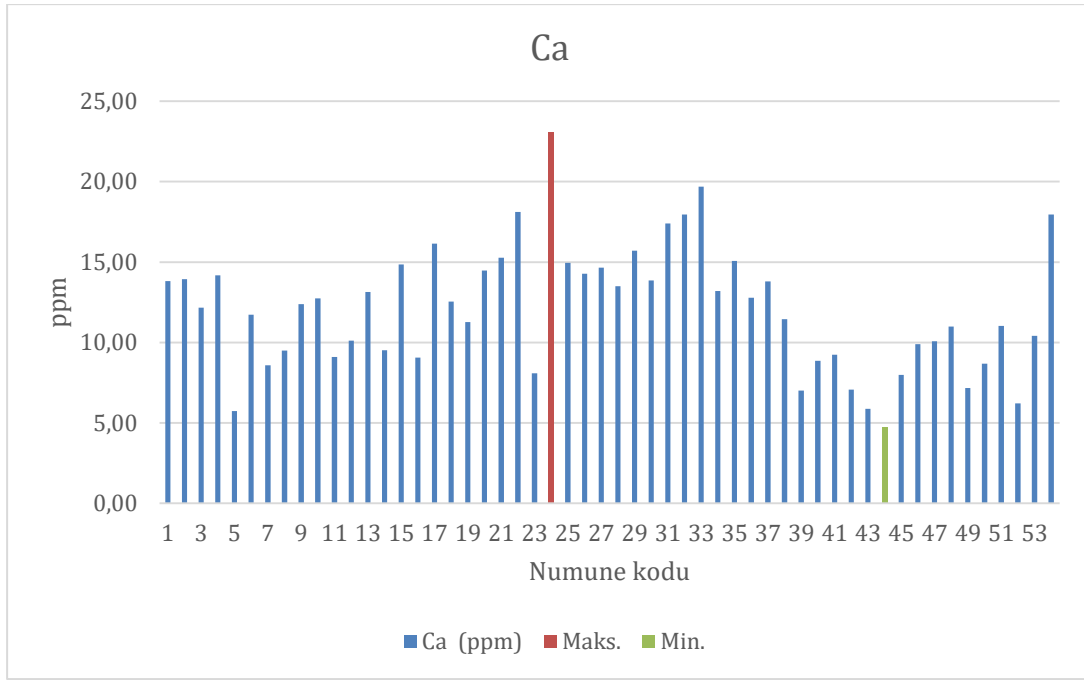
Şekil 4.66. Na değerlerinin dönemlere göre dağılımı



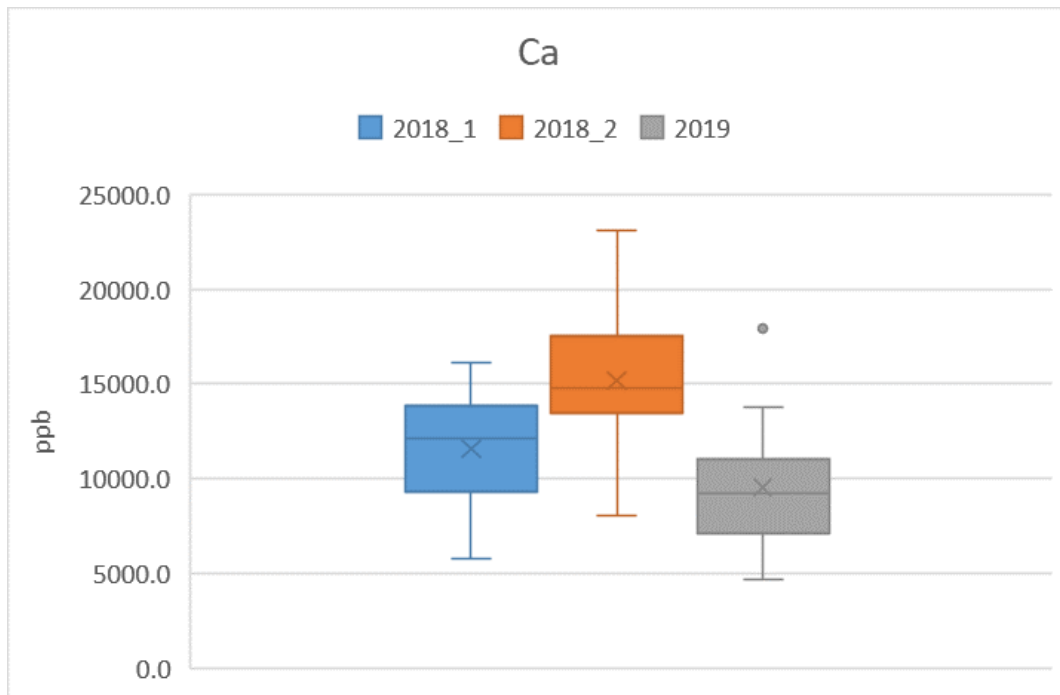
Şekil 4.67. Mg değerinin bal örneklerine göre dağılımı



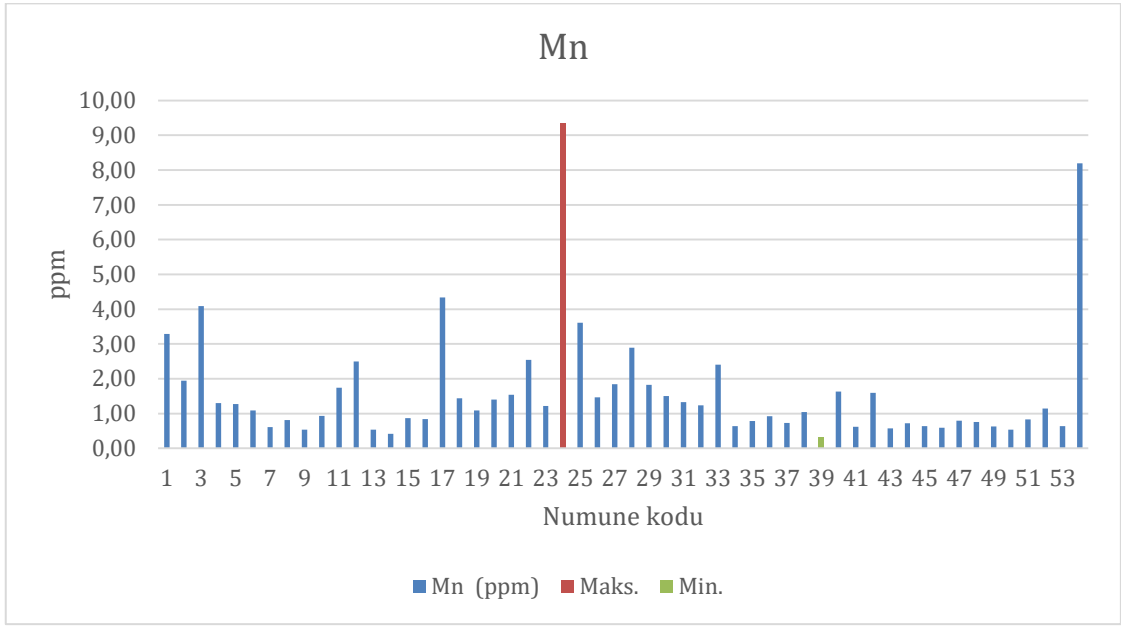
Şekil 4.68. Mg değerlerinin dönemlere göre dağılımı



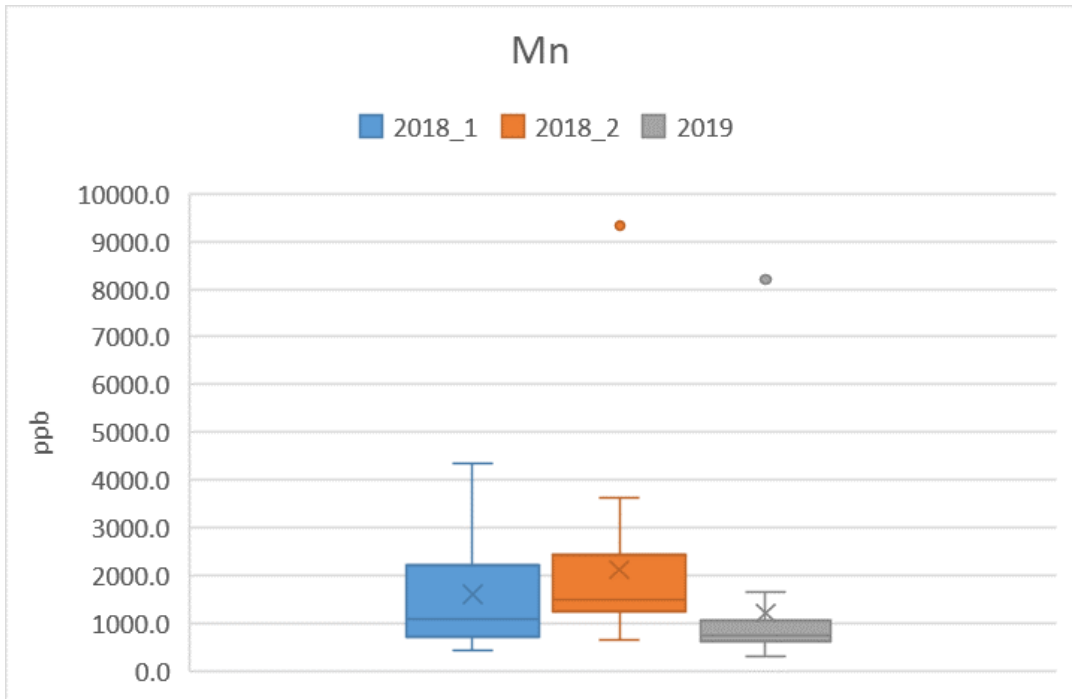
Şekil 4.69. Ca değerinin bal örneklerine göre dağılımı



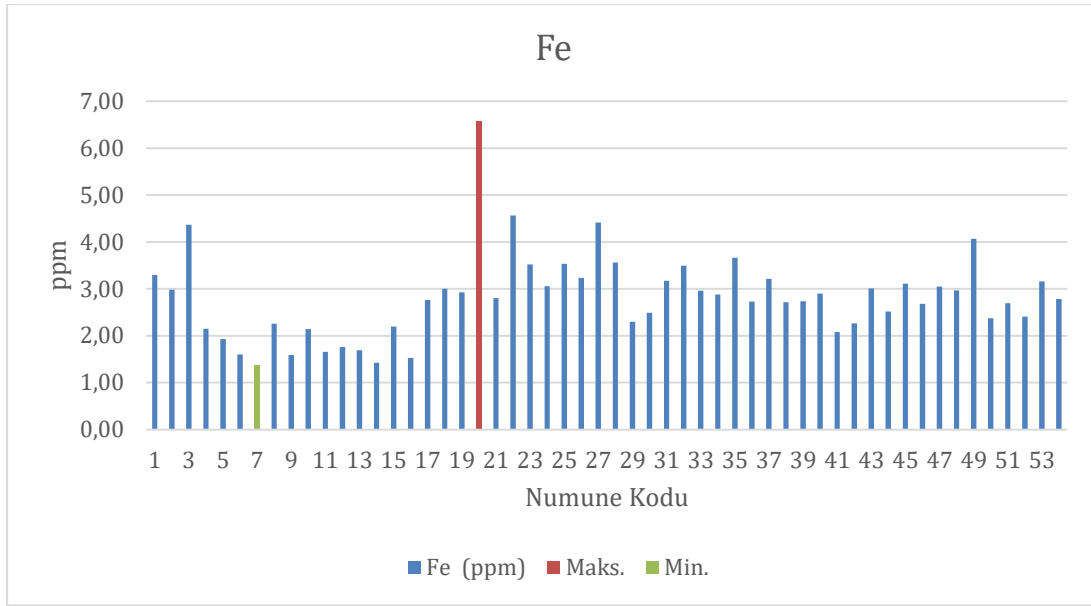
Şekil 4.70. Ca değerlerinin dönemlere göre dağılımı



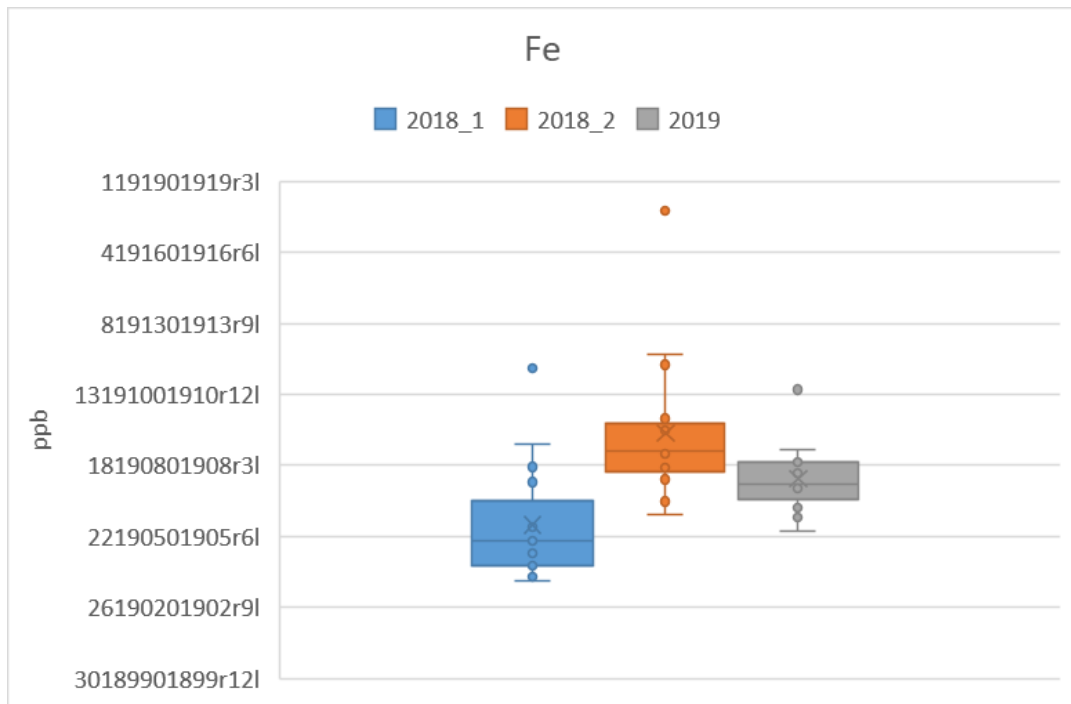
Şekil 4.71. Mn değerinin bal örneklerine göre dağılımı



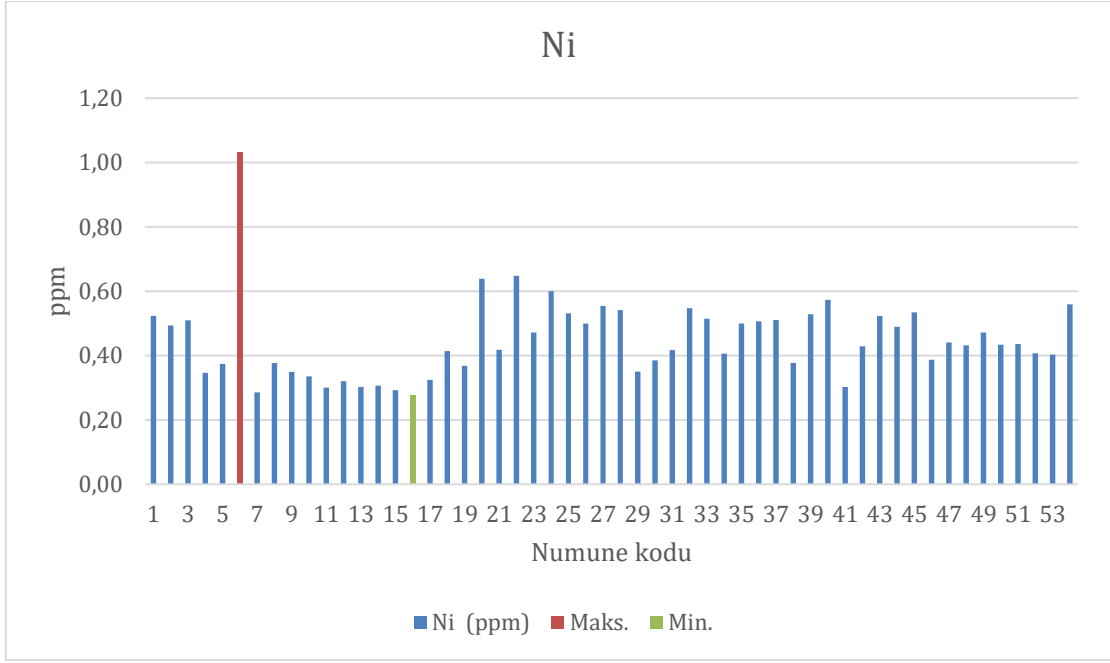
Şekil 4.72. Mn değerlerinin dönemlere göre dağılımı



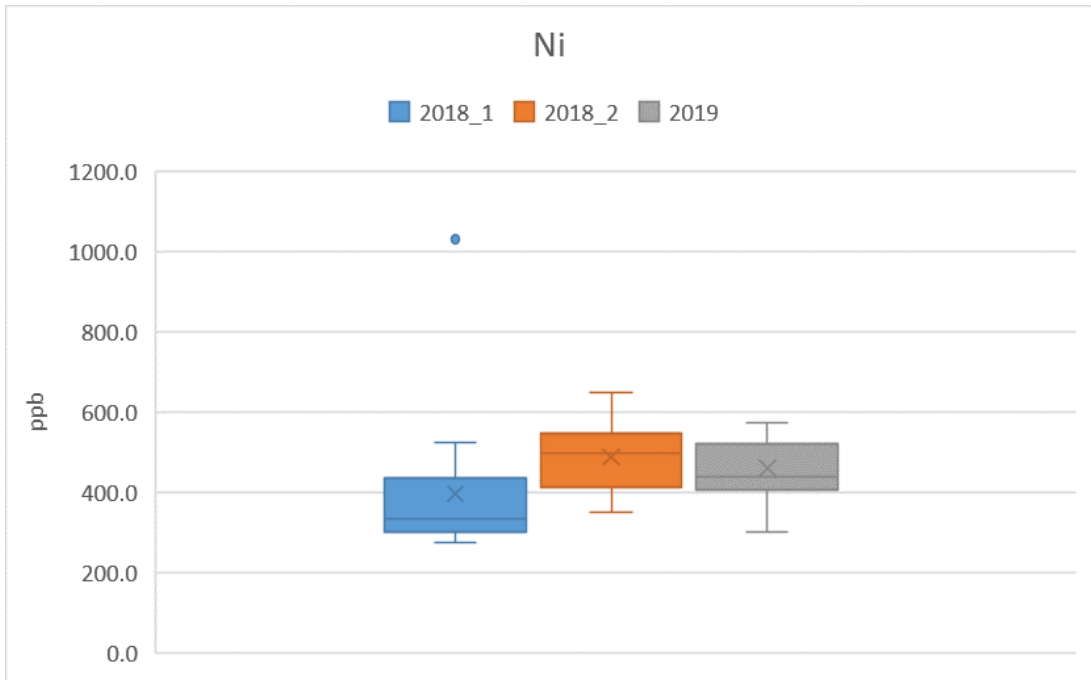
Şekil 4.73. Fe değerinin bal örneklerine göre dağılımı



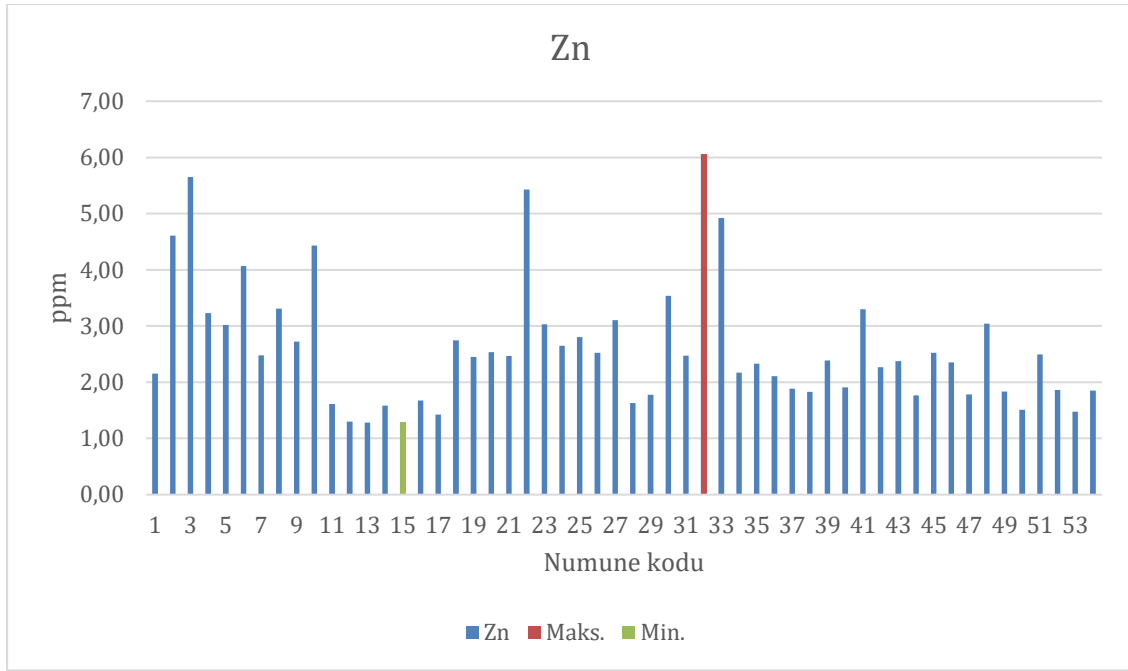
Şekil 4.74. Fe değerlerinin dönemlere göre dağılımı



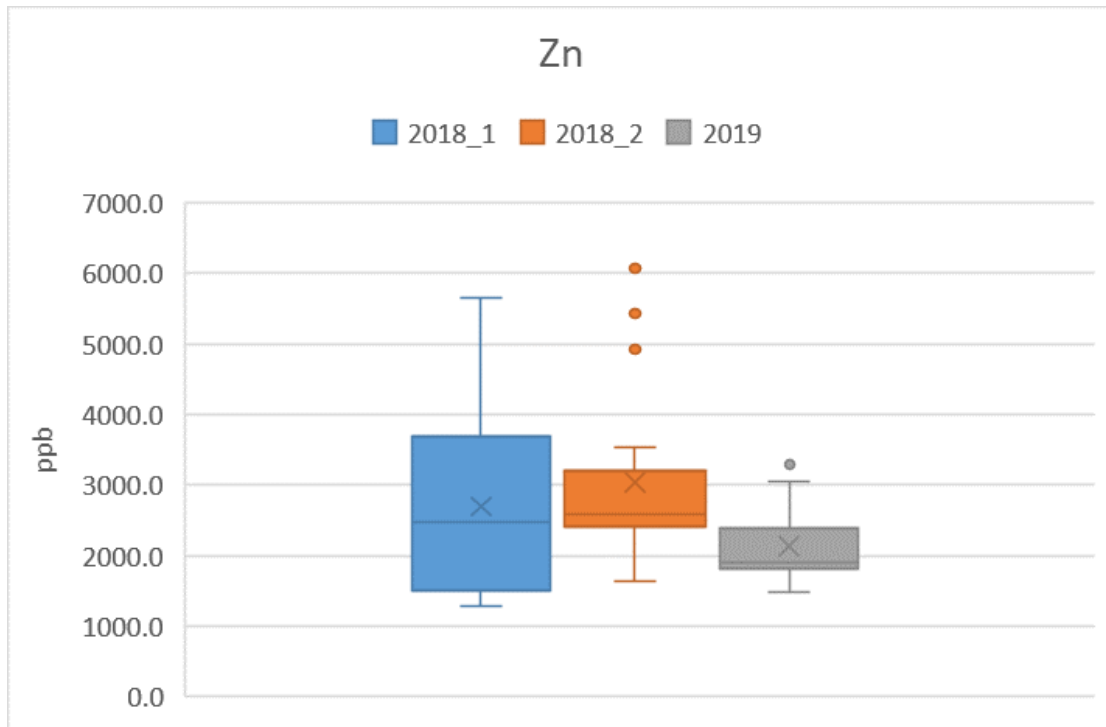
Şekil 4.75. Ni değerinin bal örneklerine göre dağılımı



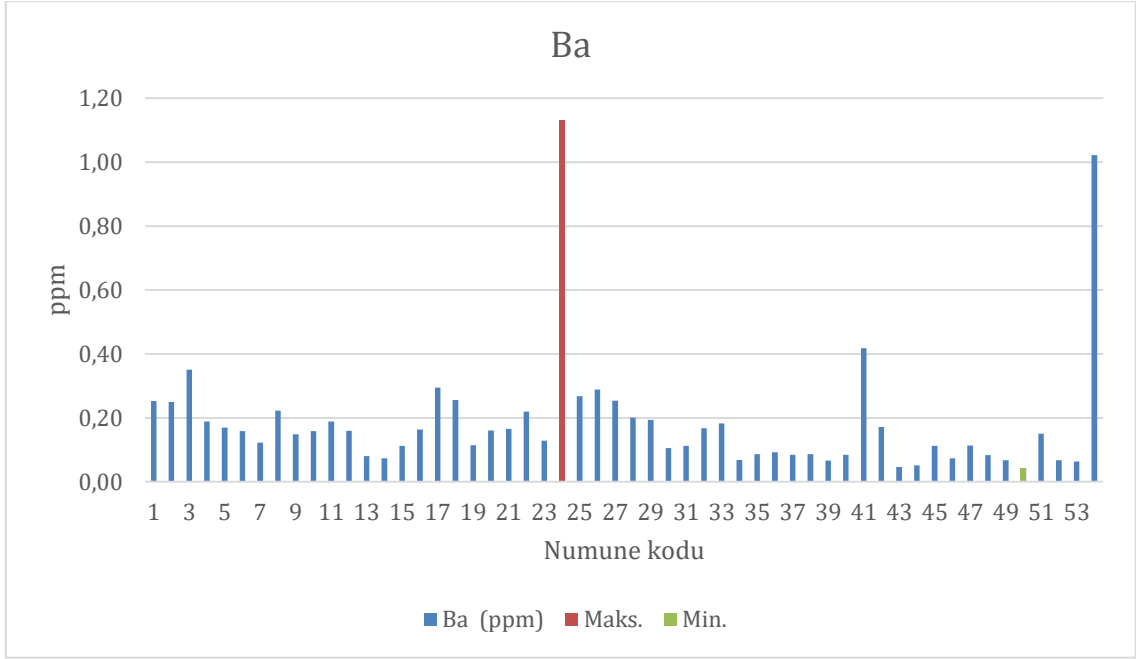
Şekil 4.76. Ni değerlerinin dönemlere göre dağılımı



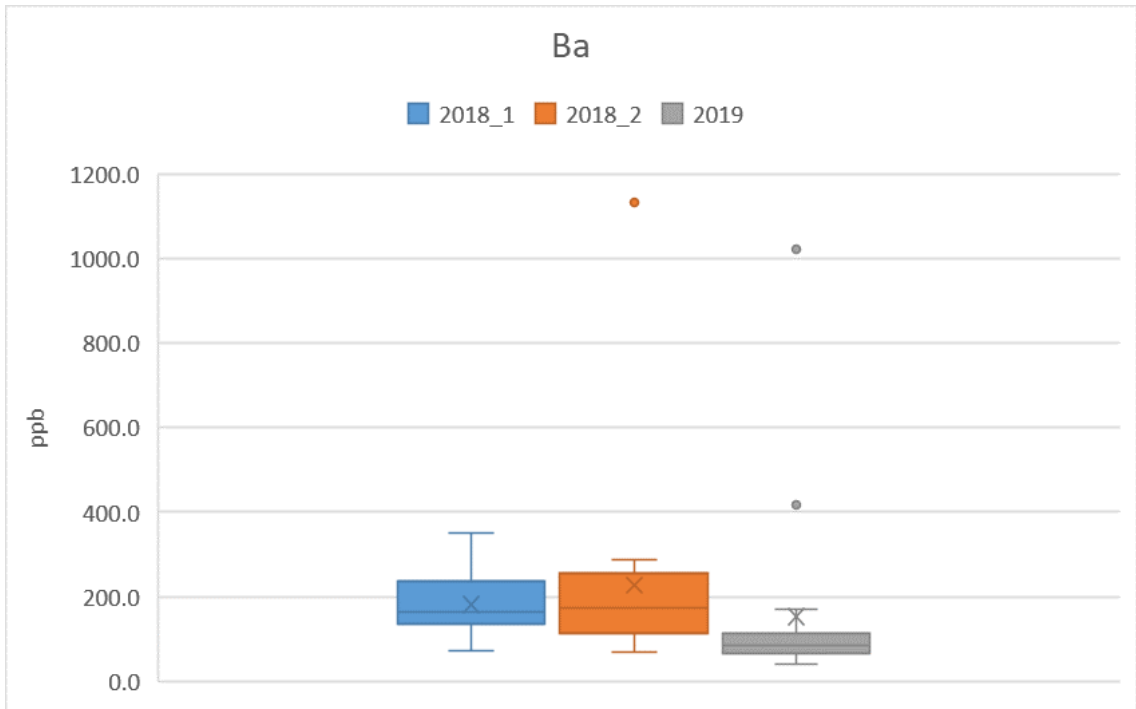
Şekil 4.77. Zn değerinin bal örneklerine göre dağılımı



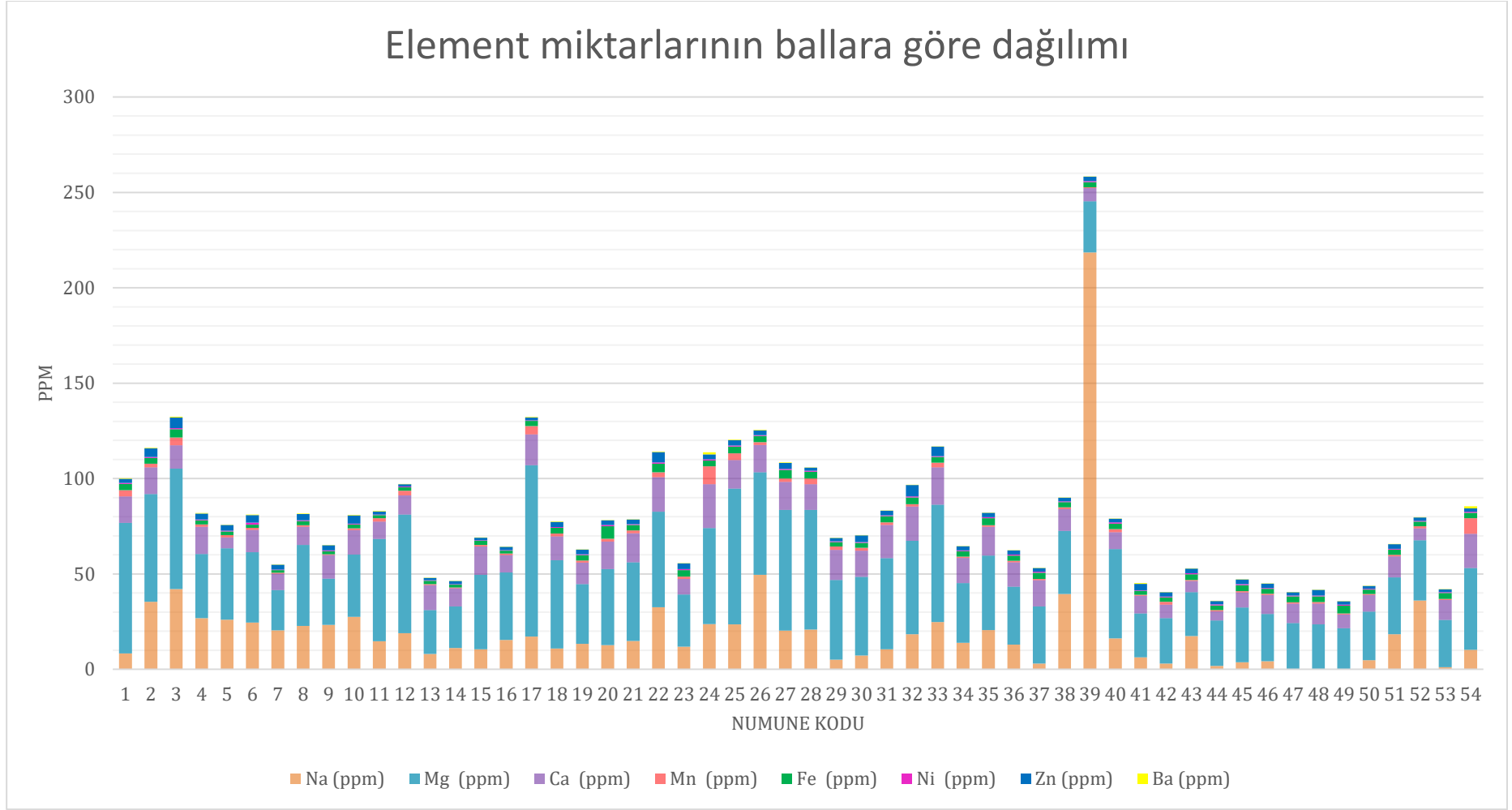
Şekil 4.78. Zn değerlerinin dönemlere göre dağılımı



Şekil 4.79. Ba değerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.80. Ba değerlerinin dönemlere göre dağılımı



Şekil 4.81. Element miktarlarının ballara göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama element profillerine göre en yüksek oranda tespit edilen element K olmuş ancak değerler ICP-MS cihazının ölçüm kapasitesinin üzerinde çıktığı için verilerdeki hata oranı düşünülerek net konsantrasyonlar verilememiştir. Potasyumdan sonra en fazla oranda bulunan element 39,38 ppm ile Mg olmuştur. Magnezyumu sırasıyla; Na (21,29 ppm), Ca (12,05 ppm), Fe (2,82 ppm), Zn (2,61) ppm, Mn (1,63 ppm), Ni (0,45) ve Ba (0,19 ppm) takip etmiştir. Toplam element içeriği açısından en yüksek değere sahip numune 255,94 ppm ile 39 numaralı örnek olurken; en düşük değere sahip bal 33,94 ppm ile 49 numaralı numune olmuştur.

Analiz edilen balların element içerikleri her bir element açısından Shapiro-Wilk normal dağılım testine tabi tutulmuştur ($p < 0,05$). Testler sonucunda Ca analiz verilerinin normal dağılım gösterdiği; Na, Mg, Mn, Fe, Ni, Fe ve Ba verilerinin ise normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.64).

Çizelge 4.64. Element analiz verilerinin normalite ve varyasyon testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p-değeri*	ANOVA**		Kruskal-Wallis**	
		Dönem	Tilia oranı	Dönem	Tilia oranı
		p-değeri	p-değeri	p-değeri	p-değeri
Na	$7,742 \times 10^{-13}$	-	-	0,04743	0,4691
Mg	0,0004746	-	-	0,0001168	0,01904
Ca	0,6553	$4,85 \times 10^{-6}$	0,734	-	-
Mn	$1,964 \times 10^{-10}$	-	-	0,002536	0,01859
Fe	0,0005811	-	-	$2,435 \times 10^{-5}$	0,2884
Ni	$1,714 \times 10^{-5}$	-	-	0,0009955	0,2352
Zn	$1,601 \times 10^{-5}$	-	-	0,0386	0,2297
Ba	$1,74 \times 10^{-11}$	-	-	0,0009517	0,1517

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Normal dağılım gösteren Ca analiz sonuçlarına hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığı olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla ANOVA testi uygulanmıştır. ANOVA sonuçlarına göre Ca değeri dönemler bakımından farklılık göstermiş ancak *Tilia* polen oranı açısından farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.64).

Normal dağılım göstermeyen Na, Mg, Mn, Fe, Ni, Zn ve Ba analiz verilerine ise hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kruskal-Wallis sonuçlarına göre; Na, Mg, Mn, Fe, Ni, Zn ve Ba analiz sonuçları toplanma dönemlerine göre anlamlı farklılık gözlenmiştir. Ballar *Tilia* polen oranlarına göre gruplandırıldığında ise Mg ve Mn analiz verileri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir (Çizelge 4.64).

Ca analiz verilerindeki farklılığın hangi dönemler arasında olduğunu tespit edebilmek için Tukey testi uygulanmıştır. Test sonucuna göre; 2018/1 ile 2018/2 dönemleri ve 2018/2-2019 dönemleri arasında anlamlı farklılıklar vardır (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. Element analizi verilerinin Tukey testi

		Tukey*	
Değişken		p-değeri*	
Ca	Dönem	2018/1 - 2018/2	0,0031957
		2018/1 - 2019	0,1296372
		2018/2 - 2019	0,0000031

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Na, Mg, Mn, Fe, Ni, Zn ve Ba analiz verilerinde hangi gruplar açısından farklılığın olduğunu saptamak için Pairwise Wilcoxon testi uygulanmıştır (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.66. Element analizi verilerinin Pairwise Wilcoxon testi

Pairwise Wilcoxon *			
Değişken		p-değeri*	
Na	Dönem	2018/1-2018/2	0,369
		2018/1- 2019	0,084
		2018/2- 2019	0,089
	<i>Tilia</i> polen oranı	D-S	0,61
		D-M	0,61
		D-E	0,61
		S-M	0,90
		S-E	0,61
		M-E	0,61
Mg	Dönem	2018/1-2018/2	0,273
		2018/1- 2019	0,018
		2018/2- 2019	4,9x10⁻⁶
	<i>Tilia</i> polen oranı	D-S	0,170
		D-M	0,086
		D-E	0,086
		S-M	0,981
		S-E	0,137
		M-E	0,086
Mn	Dönem	2018/1-2018/2	0,1528
		2018/1- 2019	0,1307
		2018/2- 2019	0,0007
	<i>Tilia</i> polen oranı	D-S	0,414
		D-M	0,286
		D-E	0,048
		S-M	1,000

Çizelge 4.66. Element analizi verilerinin Pairwise Wilcoxon testi (devam ediyor)

Pairwise Wilcoxon *			
Değişken		p-değeri*	
Mn		S-E	0,151
		M-E	0,048
Fe	Dönem	2018/1-2018/2	0,151
		2018/1- 2019	0,0023
		2018/2- 2019	0,0050
Ni	Dönem	2018/1-2018/2	0,0014
		2018/1- 2019	0,0033
		2018/2- 2019	0,4612
Zn	Dönem	2018/1-2018/2	0,4775
		2018/1- 2019	0,5944
		2018/2- 2019	0,0078
Ba	Dönem	2018/1-2018/2	0,7818
		2018/1- 2019	0,0023
		2018/2- 2019	0,0021

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Na verilerindeki farklılığın, anlamlılık derecesi olan $p < 0,05$ 'e oldukça yakın olması farkın oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Sonrasında yapılan Pairwise Wilcoxon testi sonucunda da karşılaştırılan dönemler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Mg, Fe ve Ba analiz verilerinin 2018/1 ile 2019 dönemleri arasında ve 2018/2 ile 2019 dönemleri arasında anlamlı farklılığa sahip olduğu saptanmıştır. Ni verilerinde ise 2018/1 ile 2018/2 dönemleri ve 2018/1 ile 2019 dönemleri arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların oluşmasında pek çok parametrenin etkili olduğu

düşünülmekle birlikte; en önemli faktörlerin iklimsel farklılıklar ve balların takson çeşitlilikleri ve balda bulunma yüzdelerinin olabileceği tahmin edilmektedir.

Mn ve Zn değerlerinin 2018/2 ile 2019 dönemleri arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiş olup Mn verilerinin ayrıca dominant ve eser oranda *Tilia* poleni içeren gruplar arasında da farka sahip olduğu belirlenmiştir. Mn analiz sonuçları incelendiğinde *Tilia* poleni içermeyen ballar ile eser oranda içeren balların Mn değerleri ortalamasının daha yüksek olduğu ve bu balların dominant *Castanea sativa* ve *Erica* balı özelliği taşıdıkları gözlenmiştir.

Ecem Bayram ve arkadaşlarının monofloral ballar ile yaptıkları çalışmada Karabük ilinden temin edilen ıhlamur balında en yüksek oranda tespit edilen element K olurken; K'dan sonra en fazla bulunan elementlerin sırasıyla P, Mg, Ca, Na, Si, B, Fe, Rb, Zn ve Mn olduğu bildirilmiştir. Çalışmada 16 monofloral bal değerlendirilmiş ve ıhlamur balının element içeriği bakımından altıncı sırada olduğu tespit edilmiştir [57]. Bu çalışmada elde edilen bulgular bizim çalışmamızla oldukça benzerlik göstermektedir.

Pehlivan ve Gül'ün Kastamonu ıhlamur balı ile yaptıkları çalışmada saptanan element profili Fe> Zn> Ni> Mn> Cu> Pb> Cr> S> Cd olarak bildirilmiştir [132]. Romanya ıhlamur ballarının ağır metal konsantrasyonunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmada en yüksek oranda bulunan metaller sırasıyla Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Pb, Cr, As, Cd, Hg olmuştur [145]. Bulgaristan ıhlamur ballarıyla yapılan çalışmada ise element içeriği K > Ca > P > S > Mg > Na > Mn > Fe > Zn > Al > Sr > Cu olarak bildirilmiş olup [146] tüm bu çalışmalardan elde edilen bulgular ortak elementler bakımından bizim çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

Conti ve arkadaşlarının içlerinde ıhlamur balının da bulunduğu İtalya balları ile yaptıkları çalışmada balların ortalama element içerikleri K 472 µg/g, Na 96 µg/g, Ca 47,7 µg/g, Mg 37,0 µg/g, Fe 4,51 µg/g, Zn 3,14 µg/g, Mn 3,00 µg/g Cu 0,31 µg/g olarak tespit edilmiştir [78]. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızla bir miktar benzerlik göstermekle birlikte çalışmamızdaki balların Mg ortalaması daha yüksek iken diğer elementlerin konsantrasyonları daha düşüktür.

Nanda ve arkadaşlarının Hindistan balları ile yaptıkları çalışmada potasyumun en fazla bulunan element olduğu rapor edilmiştir [90]. Potasyum doğada en fazla bulunan elementlerden biri olarak hem bizim çalışmamızda hem de literatürdeki diğer çalışmalarda en yüksek oranda tespit edilen elementtir. Potasyum, genellikle balda bulunan toplam mineral içeriğinin üçte birine karşılık gelmektedir [40,55,214].

Cd, Hg, Pb, Cu ve Al gibi bazı ağır metallerin toksik olduğu bilinmekte ve fazla tüketildiklerinde zehir etkisi yaratabilmektedir [55,62–64,132,215].

Toksik ağır metal kontaminasyonları, arıların temasta olduğu her türlü dış kaynaktan ya da balın işlenmesi sırasındaki yanlış uygulamalar sonucunda bala bulaşabilmektedir [216]. Bal asidik özellik gösterdiğinden işlenme, depolanma ya da satışa sunulma aşamalarında temas ettiği paslanmaz çelik yüzeylerde korozyon etkisi oluşturabilmekte ve bu durum Cr kontaminasyonuna neden olabilmektedir. Aynı şekilde, balın galvanizli veya alüminyum kaplarda saklanması Zn ve Al kontaminasyonuna neden oluşturabilmektedir [215]. Bazı durumlarda ise tek tip nektar kaynağının yoğunlukta olması balın belirli bir element içeriği yönünden daha zengin olmasına neden olabilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) bazı toksik metaller için gıda maddelerinde maksimum kabul edilebilir sınırları; arsenik için 15 µg/kg, kurşun için 25 µg/kg, cıva için 5 µg/kg ve kadmiyum için 7 µg/kg olarak önermişlerdir [19].

Bu çalışmada analiz edilen ballarda Cd'un tespit edilememiş olması gıda güvenliği açısından önemli bir bulgu olup, bölgede Cd kirliliğinin olmadığını da bir göstergesidir. Yenice bölgesinin engebeli yapısı nedeniyle yerleşim birimleri fazla genişleyememiş ve sanayinin gelişmesine de olanak tanımamıştır. Bölgenin insan faktöründen fazla etkilenmemiş olması ekosistemin bakir kalmasına ve çeşitli kirlilik faktörlerinden korunmasına sebep olmuştur. Çalışmadaki ballarda Cd'un bulunmaması bu durumu doğrular niteliktedir. Yapılan pek çok çalışma, endüstriyel alanların veya otoyolların

yakınında üretimi yapılan balların eser element konsantrasyonunun arttığını göstermektedir [19,217]. Bu nedenle, balda bulunan toksik elementlerin miktarının belirlenmesi, insan sağlığı, gıda güvenliği ve arılık etrafındaki çevresel koşulları yansıtması açısından önemlidir.

Silici ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada *Rhododendron* ballarında en fazla oranda bulunan majör elementler Zn (0,47-6,57 µg/g), Ca (3,28-232 µg/g) ve Mg (25,5-67,5 µg/g) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma, Zn ve Mg elementleri açısından bizim çalışmamızla oldukça yakın sonuçlar vermiş olmakla birlikte bizim çalışmamızda Ca oranı daha düşük (en fazla 23,7 ppm) bulunmuştur. Ayrıca çalışmadaki balların Cd oranı karışık çiçek balları için 0,38-2,03 µg/ kg, *Rhododendron* balları için 0,28-2,37 µg/ kg aralığında tespit edilmiştir. Nikel konsantrasyonu ise *Rhododendron* balları için 1,35-131 µg/ kg; çiçek balları için 1,21-41,1 µg/ kg olarak bulunmuştur [215]. Bizim çalışmamızda elde edilen Ni konsantrasyon değerleri bu çalışmanın oldukça üzerindedir. Rashid ve Soltan tarafından yapılan çalışmada farklı monofloral balların Ni konsantrasyonları 1,25-4,1 µg/g bulunmuş olup [218] bu değerler bizim verilerimizden daha yüksektir. Erbilir ve Erdoğan ise Kahramanmaraş balları ile yaptıkları çalışmada Cd konsantrasyonunu 0,32 ppm bulmuş olmakla birlikte ballarda Ni tespit edilememiştir [219].

Przyby ve Wilczyńska Pomeranya bölgesinden elde edilen ballarla yaptıkları çalışmada ıhlamur balının Zn, Cd ve Pb içeriklerini sırasıyla 4,33, 0,010 ve 0,071 mg/kg olarak bulmuşlardır [220]. Zn konsantrasyonu açısından bu çalışma bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

İspanya'nın farklı bölgelerinden elde edilen monofloral balların element içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; ballarda en fazla oranda K elementinin bulunduğu ve Ca, Mg, Na ve Al'un ballarda bol miktarda bulunan diğer elementler olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca *Erica spp.* ve *Calluna vulgaris* ballarının yüksek miktarda Mn içerdiği saptanmıştır [214]. Bizim çalışmamızda en yüksek Mn içeriğine sahip iki örnek 24 ve 54 numaralı ballar olup her ikisi de dominant oranda (%88) *Castanea sativa* poleni içermektedir. Kestane ballarının ardından dominant ve sekonder *Erica* poleni

oranına sahip numuneler yüksek Mn içeriğiyle öne çıkmakta ve Nalda ve arkadaşlarının çalışması ile uyum göstermektedir.

Macaristan'ın farklı bölgelerinden temin edilen karışık çiçek, ıhlamur, akasya, kanola, ipekotu ballarının Cd, Cr, Cu ve Pb konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ıhlamur balının diğer ballara göre daha az oranda ağır metal kirliliği barındırdığı ortaya konmuştur [68].

4.2.4. HMF Analizi

54 bal örneğinin HMF içerikleri yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı ile ölçülerek sonuçlar hesaplanmıştır. Balların HMF değerleri iki tekrarlı olarak ölçülmüş; ölçüm değerleri, ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.67'de verilmiştir. HMF değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.82'de, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.83'de verilmiştir.

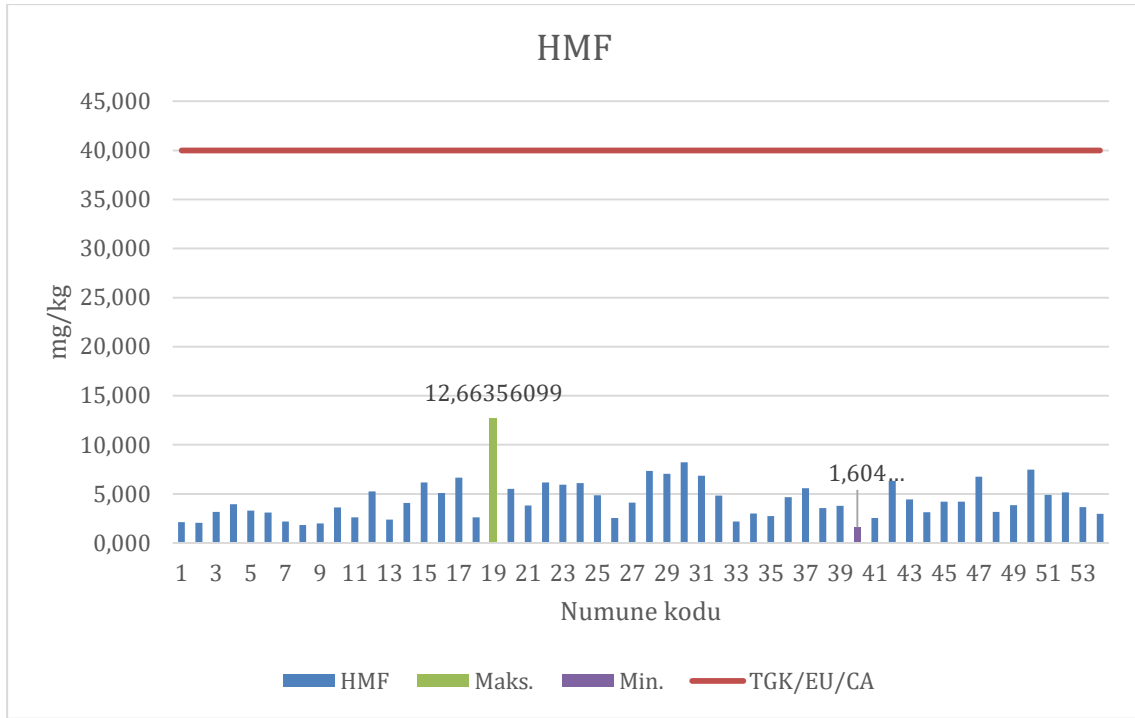
Çizelge 4.67. Numunelerin HMF analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	HMF 1	HMF 2	Ortalama	STD
1	2018/1	Gökbel	D	1,610	2,620	2,115	± 0,51
2	2018/1	Yamaç	M	2,136	1,968	2,052	± 0,08
3	2018/1	Hisar	E	3,296	3,052	3,174	± 0,12
4	2018/1	Yazıköy	S	3,862	4,017	3,939	± 0,08
5	2018/1	Kayaarkası	M	3,502	3,121	3,312	± 0,19
6	2018/1	Akmanlar	M	3,317	2,870	3,093	± 0,22
7	2018/1	Esenköy	D	2,404	1,999	2,201	± 0,20
8	2018/1	Derebaşı	M	2,650	1,019	1,834	± 0,82
9	2018/1	Satuk	D	2,067	1,925	1,996	± 0,07
10	2018/1	Kayaarkası	M	4,016	3,215	3,616	± 0,40
11	2018/1	Derebaşı	E	2,049	3,141	2,595	± 0,55
12	2018/1	Hisar	E	4,483	5,996	5,240	± 0,76
13	2018/1	Satuk	D	2,458	2,292	2,375	± 0,08
14	2018/1	Kuzdağ	D	4,706	3,471	4,088	± 0,62
15	2018/1	Yamaç	M	6,520	5,826	6,173	± 0,35
16	2018/1	Akmanlar	M	3,881	6,322	5,101	± 1,22
17	2018/1	Güney	E	6,021	7,297	6,659	± 0,64
18	2018/2	Derebaşı	E	2,438	2,789	2,614	± 0,18
19	2018/2	Kuzdağ	M	14,144	11,183	12,664**	± 1,48

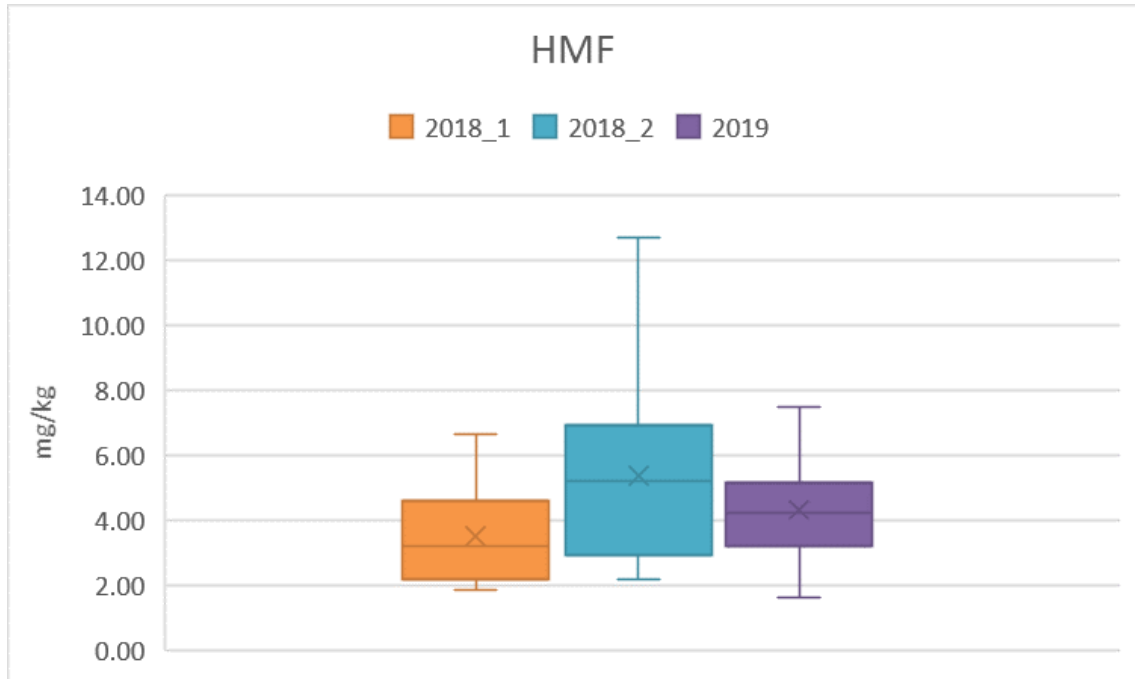
Çizelge 4.67. Numunelerin HMF analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	HMF 1	HMF 2	Ortalama	STD
20	2018/2	Esenköy	S	4,984	6,050	5,517	± 0,53
21	2018/2	Kuzdağ	S	3,532	4,124	3,828	± 0,30
22	2018/2	Güney	M	5,304	7,030	6,167	± 0,86
23	2018/2	Akmanlar	M	5,014	6,833	5,923	± 0,91
24	2018/2	Değirmenyanı	E	3,733	8,463	6,098	± 2,36
25	2018/2	Hisar	E	3,511	6,181	4,846	± 1,34
26	2018/2	Derebaşı	E	1,559	3,534	2,547	± 0,99
27	2018/2	Derebaşı	M	4,601	3,636	4,119	± 0,48
28	2018/2	Hisar	E	6,363	8,299	7,331	± 0,97
29	2018/2	Gökbel	D	6,123	7,953	7,038	± 0,92
30	2018/2	Yamaç	M	6,936	9,500	8,218	± 1,28
31	2018/2	Yamaç	M	5,088	8,627	6,858	± 1,77
32	2018/2	Kayaarkası	M	2,988	6,653	4,820	± 1,83
33	2018/2	Kayaarkası	M	2,246	2,115	2,180	± 0,07
34	2018/2	Kuzdağ	M	3,925	2,052	2,988	± 0,94
35	2018/2	Kuzdağ	S	2,327	3,174	2,751	± 0,42
36	2019	Kuzdağ	S	5,389	3,939	4,664	± 0,72
37	2019	Satuk	M	7,813	3,312	5,562	± 2,25
38	2019	Yazıköy	M	4,049	3,093	3,571	± 0,48
39	2019	Kayaarkası	M	5,340	2,201	3,771	± 1,57
40	2019	Hisar	M	1,374	1,834	1,604*	± 0,23
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	3,093	1,996	2,544	± 0,55
42	2019	Akmanlar	M	8,049	4,616	6,332	± 1,72
43	2019	Güney	E	6,267	2,595	4,431	± 1,84
44	2019	Yamaç	E	1,026	5,240	3,133	± 2,11
45	2019	Derebaşı	M	6,049	2,375	4,212	± 1,84
46	2019	Kuzdağ	S	4,342	4,088	4,215	± 0,13
47	2019	Gökbel	D	7,354	6,173	6,764	± 0,59
48	2019	Yazıköy	D	1,245	5,101	3,173	± 1,93
49	2019	Esenköy	M	1,067	6,659	3,863	± 2,80
50	2019	Yamaç	M	9,307	5,614	7,460	± 1,85
51	2019	Derebaşı	E	3,156	6,664	4,910	± 1,75
52	2019	Hisar	E	4,795	5,517	5,156	± 0,36
53	2019	Kayaarkası	M	3,484	3,828	3,656	± 0,17
54	2019	Değirmenyanı	E	2,343	3,628	2,986	± 0,64
ORTALAMA						4,409±2,020	

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.82. HMF değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.83. HMF değerlerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama HMF değeri $4,409 \pm 2,020$ mg/kg bulunmuş olup, en düşük HMF değerine sahip bal 1,604 mg/kg ile 40 numaralı numune; en yüksek HMF değerine sahip bal 12,663 mg/kg ile 19 numaralı numune olmuştur. 40 numaralı örnek Hisar bölgesinde üretilmiş ve minör oranda *Tilia* poleni içermektedir. 19 numaralı numune ise Kuzdağ'da üretilmiş ve yine minör oranda *Tilia* poleni içermektedir. *Tilia* polen içerikleri ile HMF oranları karşılaştırıldığında dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların HMF ortalaması 3,719 mg/kg; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların HMF ortalaması 4,512 mg/kg; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların HMF ortalaması 4,680 mg/kg; eser oranda *Tilia* poleni içeren balların HMF ortalaması ise 4,409 mg/kg bulunmuştur. Saptanan ortalama HMF değerlerinin birbirine çok yakın olması nedeni ile HMF değeri ve *Tilia* polen içeriği arasında doğrudan bir ilişki olmadığı düşünülmektedir.

Dönemlere göre değerlendirme yapıldığında ise; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer 3,504 mg/kg; 2018/2 ballarında ortalama 5,361 mg/kg; 2019 dönemi ballarında ortalama 4,316 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.83). HMF değerinin balın depolanması ve uzun süre ısıya maruz bırakılması sonucunda artış gösterdiği bilinmektedir [31,71]. Diastaz değerinde olduğu gibi HMF değerinin de dönemler arasında farklılık gösterme nedeninin ilk dönem ballarının laboratuvara ulaşma süresi ile sonraki dönem ballarının laboratuvara ulaşma süresi arasındaki zaman farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Örnek toplanan dönemler veya *Tilia* polen oranları ile HMF analiz verileri arasındaki ilişkiyi istatistiksel yöntemlerle açıklamak amacı ile;

Analiz edilen balların HMF değerlerine Shapiro-Wilk normal dağılım testi uygulanmış ($p < 0,05$) ve verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.68). Veriler normal dağılım göstermediği için hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı Kruskal-Wallis ile test edilmiştir. Kruskal-Wallis sonuçlarına göre; HMF analiz sonuçlarında toplanma dönemlerine göre anlamlı bir farklılık gözlenmiş olup *Tilia* polen oranlarına göre gruplandırıldığında ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Çizelge 4.68).

Çizelge 4.68. HMF analiz verilerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	Kruskal-Wallis**	
		Dönem	Tilia oranı
		p-değeri	p-değeri
HMF	0,0003638	0,03607	0,6428

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Dönemlere göre anlamlı farklılık gösteren HMF analiz verilerinde hangi gruplar arasında fark olduğunu tespit edebilmek amacıyla Pairwise Wilcoxon testi uygulanmıştır (Çizelge 4.69).

Çizelge 4.69. HMF analiz verilerinin Pairwise Wilcoxon testi

Pairwise Wilcoxon			
Değişken		p-değeri*	
HMF	Dönem	2018/1-2018/2	0,046
		2018/1- 2019	0,131
		2018/2- 2019	0,271

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Pairwise Wilcoxon testi sonucunda 2018/1-2018/2 dönemleri arasında HMF değeri açısından anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.69).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, AB Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'ta balın sahip olabileceği en yüksek HMF değeri 40 mg/kg olarak bildirilmiş olup tüm numunelerimiz verilen sınır değerinin oldukça altında sonuçlar vermiştir. Numunelerimiz herhangi bir ısıtma işlemi görmeden direkt arıcılardan temin edilmiş işlem görmemiş bal örnekleri olduğu için HMF değerlerinin düşük çıkması beklenen bir durumdur.

Türkiye’de üretilmiş 10 farklı monofloral bal ile yapılmış çalışmada ıhlamur balının HMF değeri $5,06 \pm 1,22$ mg/kg olarak tespit edilmiş olup çalışmada incelenen balların genel HMF değeri ortalaması ise $6,17 \pm 0,76$ mg/kg bulunmuştur [131]. Romanya’da üretilen monofloral ballar ile yapılan çalışmada 12 adet ıhlamur balı incelenmiş ve HMF değerleri ortalaması $18,70 \pm 4,96$ mg/kg bulunmuştur [139]. Kadar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ıhlamur ballarının HMF değeri ortalaması $14,53$ mg/kg ile akasya balından daha yüksek, ayçiçeği balından ise daha düşük bulunmuştur [143]. Juan-Borras ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 20 ıhlamur balı örneği incelenmiş ve Romanya’da üretilen ıhlamur ballarının HMF değeri $7,1 \pm 6,5$ mg/kg; Çekya’da üretilen ıhlamur ballarının HMF değeri ise $18,8 \pm 14,9$ mg/kg olarak bildirilmiştir [77]. Bizim çalışmamızda tespit edilen ortalama HMF değeri bu çalışmalardan daha düşüktür.

4.2.5. Kül Analizi

54 bal örneğinin kül içerikleri belirlenerek sonuçlar hesaplanmıştır. Balların % kül değerleri, ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.70’de verilmiştir. % kül değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.84’de, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.85’de verilmiştir.

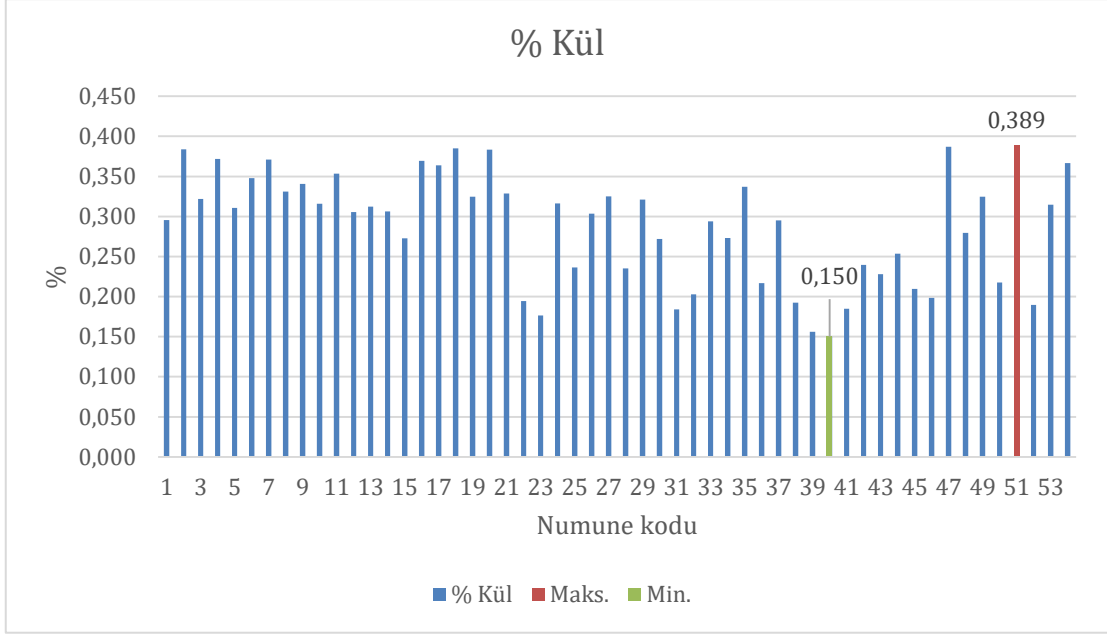
Çizelge 4.70. Numunelerin kül analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	% Kül
1	2018/1	Gökbel	D	0,295
2	2018/1	Yamaç	M	0,384
3	2018/1	Hisar	E	0,322
4	2018/1	Yazıköy	S	0,372
5	2018/1	Kayaarkası	M	0,311
6	2018/1	Akmanlar	M	0,348
7	2018/1	Esenköy	D	0,371
8	2018/1	Derebaşı	M	0,331
9	2018/1	Satuk	D	0,341
10	2018/1	Kayaarkası	M	0,316
11	2018/1	Derebaşı	E	0,353
12	2018/1	Hisar	E	0,305
13	2018/1	Satuk	D	0,312
14	2018/1	Kuzdağ	D	0,306

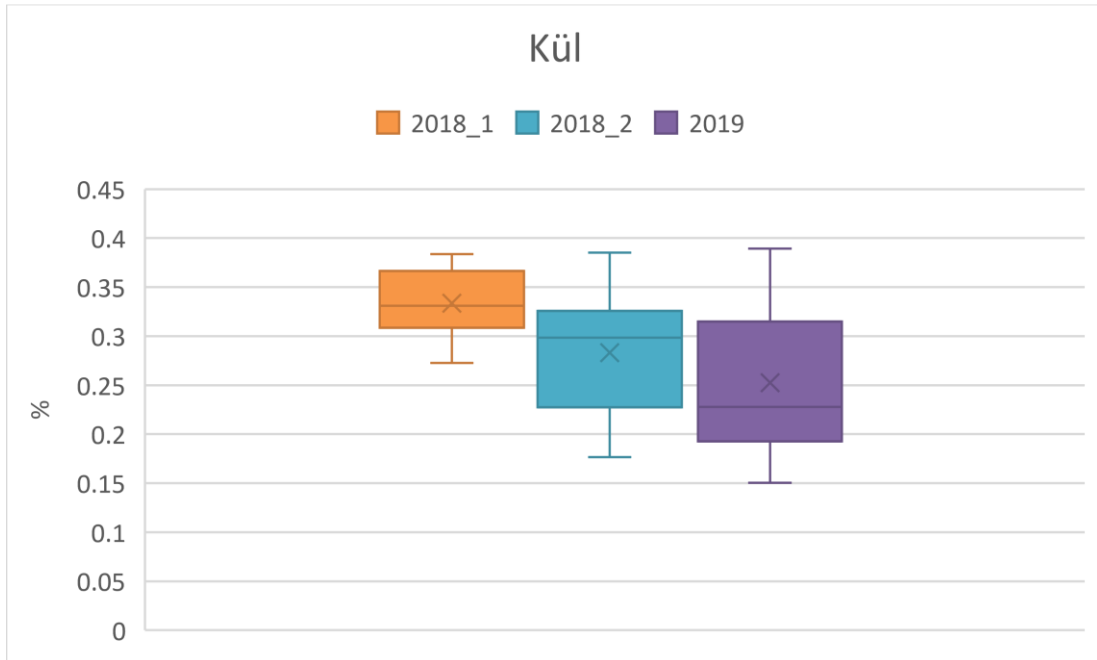
Çizelge 4.70. Numunelerin kül analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	% Kül
15	2018/1	Yamaç	M	0,273
16	2018/1	Akmanlar	M	0,369
17	2018/1	Güney	E	0,364
18	2018/2	Derebaşı	E	0,385
19	2018/2	Kuzdağ	M	0,325
20	2018/2	Esenköy	S	0,383
21	2018/2	Kuzdağ	S	0,329
22	2018/2	Güney	M	0,194
23	2018/2	Akmanlar	M	0,177
24	2018/2	Değirmenyanı	E	0,316
25	2018/2	Hisar	E	0,236
26	2018/2	Derebaşı	E	0,303
27	2018/2	Derebaşı	M	0,325
28	2018/2	Hisar	E	0,235
29	2018/2	Gökbel	D	0,321
30	2018/2	Yamaç	M	0,272
31	2018/2	Yamaç	M	0,184
32	2018/2	Kayaarkası	M	0,203
33	2018/2	Kayaarkası	M	0,294
34	2018/2	Kuzdağ	M	0,273
35	2018/2	Kuzdağ	S	0,337
36	2019	Kuzdağ	S	0,217
37	2019	Satuk	M	0,295
38	2019	Yazıköy	M	0,193
39	2019	Kayaarkası	M	0,156
40	2019	Hisar	M	0,150*
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	0,185
42	2019	Akmanlar	M	0,240
43	2019	Güney	E	0,228
44	2019	Yamaç	E	0,254
45	2019	Derebaşı	M	0,209
46	2019	Kuzdağ	S	0,198
47	2019	Gökbel	D	0,387
48	2019	Yazıköy	D	0,279
49	2019	Esenköy	M	0,325
50	2019	Yamaç	M	0,218
51	2019	Derebaşı	E	0,389**
52	2019	Hisar	E	0,190
53	2019	Kayaarkası	M	0,315
54	2019	Değirmenyanı	E	0,367
ORTALAMA				0,288 ±0,068

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.84. % kül değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.85. % kül değerlerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama kül değeri $0,288 \pm 0,068$ olarak tespit edilmiş olup; en küçük kül değeri $0,150$ ile 40 numaralı numunede, en yüksek kül değeri ise $0,389$ ile 51 numaralı numunede görülmüştür. 40 numaralı örnek Hisar bölgesinde üretilmiş ve minör oranda *Tilia* poleni içeren bir bal iken; 51 numaralı numune Derebaşı bölgesine ait ve

eser oranda *Tilia* poleni içeren bir örnektir. Balların *Tilia* polen içerikleri ile % kül oranları karşılaştırıldığında dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların kül içeriği ortalaması %0,326; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların kül ortalaması %0,306; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların kül ortalaması %0,264; eser oranda *Tilia* poleni içeren balların kül ortalaması ise %0,303 bulunmuştur. Minör balların ortalama değerinde ufak bir sapma olsa da ortalama kül değerlerinin birbirine çok yakın olması kül değeri ile *Tilia* polen içeriği arasında doğrudan bir ilişki olmadığını düşündürmektedir.

Dönemlere göre değerlendirme yapıldığında ise; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer %0,334; 2018/2 ballarında ortalama değer %0,283 ve 2019 dönemi ballarında ortalama değer ise %0,252 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.85).

Dönemler veya *Tilia* polen oranları ile % kül içerikleri arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak test etmek amacı ile;

Analiz edilen balların % kül değerlerine Shapiro-Wilk normal dağılım testi uygulanmış ($p < 0,05$) ve verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.71). Veriler normal dağılım göstermediği için hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı Kruskal-Wallis ile test edilmiştir. Kruskal-Wallis sonuçlarına göre; kül analiz sonuçlarında toplanma dönemlerine göre anlamlı bir farklılık gözlenmiş olup *Tilia* polen oranlarına göre gruplandırıldığında ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. % kül analiz verilerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p-değeri*	Kruskal-Wallis**	
		Dönem p-değeri	<i>Tilia</i> oranı p-değeri
%kül	0,009722	0,003931	0,08753

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir.

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Dönemlere göre anlamlı farklılık gösteren kül analiz verilerinde hangi gruplar arasında fark olduğunu tespit edebilmek amacıyla Pairwise Wilcoxon testi uygulanmıştır (Çizelge 4.72).

Çizelge 4.72. % kül analiz verilerinin Pairwise Wilcoxon testi

		Pairwise Wilcoxon	
Değişken		p-değeri*	
Kül	Dönem	2018/1-2018/2	0,034
		2018/1- 2019	0,004
		2018/2- 2019	0,199

*Koyu renk ile verilen değer anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Pairwise Wilcoxon testi sonucunda 2018/1 ile 2018/2 dönemleri ve 2018/1 ile 2019 dönemleri arasında % kül değeri açısından anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.72). Veriler incelendiğinde 2018/1 dönemi ballarının % kül değerlerinin diğer dönemlerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Gül'ün yaptığı çalışmada Anason, hayıt, kestane, ayçiçeği, geven, çakşır, korunga, orman gülü, ıhlamur ve maydanoz balı incelenmiş ve balların % kül değerlerinin ortalamasının $0,37 \pm 0,04$ (%0,14-0,59), ıhlamur balının % kül değerinin ise $0,32 \pm 0,03$ olduğu bildirilmiştir [131]. Persano Oddo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada İtalya ıhlamur ballarının kül içeriği %0,30 (%0,16-0,48) olarak tespit edilmiştir [130]. Kropf ve arkadaşlarının Slovenya monofloral balları ile yaptıkları çalışmada üç farklı bölgeden temin edilen ıhlamur ballarının kül değeri Alpin bölgede 0,23 g/100 g, Dinarik ve Akdeniz bölgelerinde ise 0,30 g/100 g olarak bulunmuştur [142]. Oroian ve Ropciuc tarafından Romanya balları ile yapılan çalışmada ıhlamur, akasya, karışık çiçek ve ayçiçeği ballarının ortalama kül değerleri sırasıyla; %0,27 (0,22-0,32), 0,08 (0,03-0,12), 0,21 (0,17-0,25), 0,49 (0,45-0,54), 0,17(0,13-0,21) olarak bildirilmiştir [92]. Ayrıca literatüre göre çiçek ballarında % kül değerinin %0,6'ya eşit veya daha düşük olması

gerektiği bildirilmektedir [51,52,221]. Tüm bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Analiz edilen ballar, çiçek ballarının sahip olması gereken kül değeri kriterini karşılamaktadır.

Polonya’da üretilen ıhlamur balları ile yapılan çalışmada kül değeri %0,17 (0,01-0,30) olarak bulunmuştur [51]. Habib ve arkadaşlarının kurak bölgelerden topladıkları ballar ile yaptıkları çalışmada balların ortalama kül değeri %0,066-0,316 aralığında tespit edilmiştir [221]. Bu çalışmalarla elde edilen sonuçlar bizim verilerimizden daha azdır.

4.2.6. Nem Analizi

Bal örneklerinin nem içerikleri üç tekrarlı olarak ölçülmüş ve sonuçlar hesaplanmıştır. Balların % nem değerleri, ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.73’de verilmiştir. % nem değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.86’da, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.87’de verilmiştir.

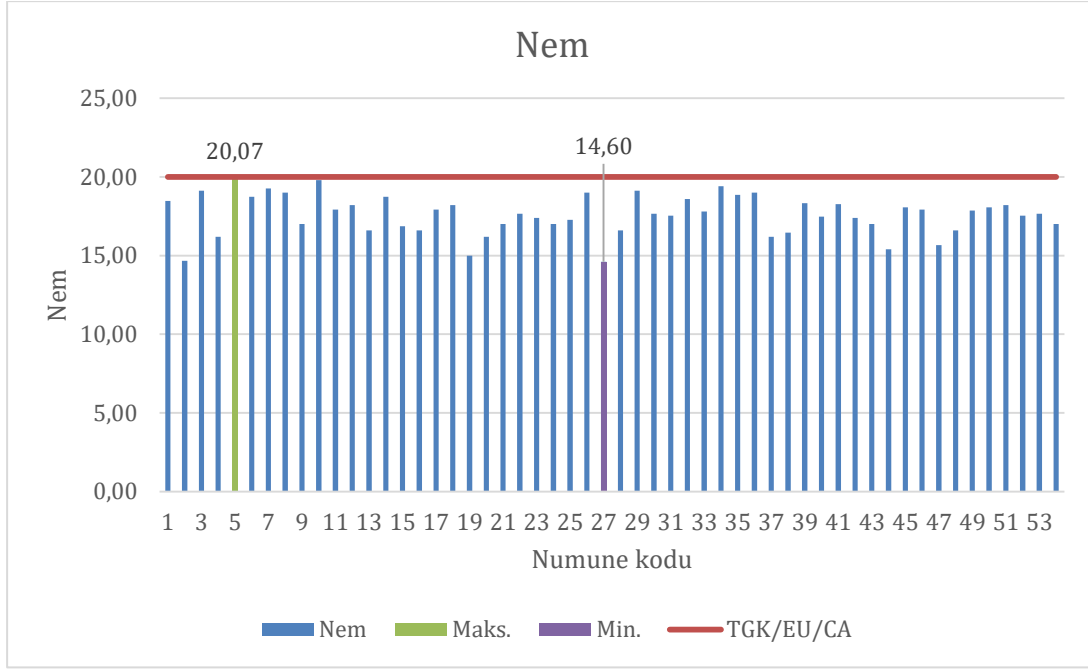
Çizelge 4.73. Numunelerin nem analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oran	Nem 1 %	Nem 2 %	Nem 3 %	Ortalama %	STD
1	2018/1	Gökbel	D	18,20	18,60	18,60	18,47	± 0,23
2	2018/1	Yamaç	M	14,60	14,60	14,80	14,67	± 0,12
3	2018/1	Hisar	E	19,00	19,40	19,00	19,13	± 0,23
4	2018/1	Yazıköy	S	16,20	16,20	16,20	16,20	± 0,00
5	2018/1	Kayaarkası	M	20,20	20,20	19,80	20,07**	± 0,23
6	2018/1	Akmanlar	M	19,00	18,60	18,60	18,73	± 0,23
7	2018/1	Esenköy	D	19,00	19,40	19,40	19,27	± 0,23
8	2018/1	Derebaşı	M	19,00	19,00	19,00	19,00	± 0,00
9	2018/1	Satuk	D	17,00	17,00	17,00	17,00	± 0,00
10	2018/1	Kayaarkası	M	19,80	19,80	19,80	19,80	± 0,00
11	2018/1	Derebaşı	E	18,20	17,80	17,80	17,93	± 0,23
12	2018/1	Hisar	E	18,20	18,20	18,20	18,20	± 0,00
13	2018/1	Satuk	D	16,60	16,60	16,60	16,60	± 0,00
14	2018/1	Kuzdağ	D	19,00	18,20	19,00	18,73	± 0,46
15	2018/1	Yamaç	M	17,00	16,60	17,00	16,87	± 0,23
16	2018/1	Akmanlar	M	16,60	16,60	16,60	16,60	± 0,00
17	2018/1	Güney	E	17,80	18,20	17,80	17,93	± 0,23
18	2018/2	Derebaşı	E	18,20	18,20	18,20	18,20	± 0,00
19	2018/2	Kuzdağ	M	15,00	15,00	15,00	15,00	± 0,00
20	2018/2	Esenköy	S	16,20	16,20	16,20	16,20	± 0,00

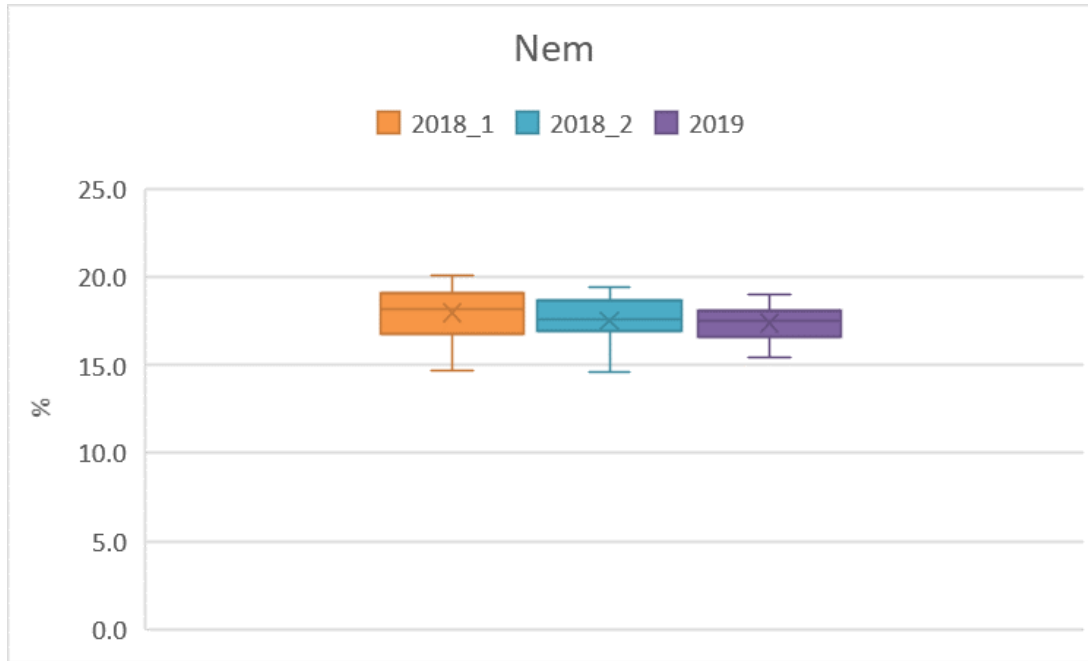
Çizelge 4.73. Numunelerin nem analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Nem 1 %	Nem 2 %	Nem 3 %	Ortalama %	STD
21	2018/2	Kuzdağ	S	17,00	17,00	17,00	17,00	± 0,00
22	2018/2	Güney	M	17,80	17,40	17,80	17,67	± 0,23
23	2018/2	Akmanlar	M	17,40	17,40	17,40	17,40	± 0,00
24	2018/2	Değirmenyanı	E	17,00	17,00	17,00	17,00	± 0,00
25	2018/2	Hisar	E	17,00	17,40	17,40	17,27	± 0,23
26	2018/2	Derebaşı	E	19,00	19,00	19,00	19,00	± 0,00
27	2018/2	Derebaşı	M	14,60	14,60	14,60	14,60*	± 0,00
28	2018/2	Hisar	E	16,60	16,60	16,60	16,60	± 0,00
29	2018/2	Gökbel	D	19,00	19,40	19,00	19,13	± 0,23
30	2018/2	Yamaç	M	17,80	17,40	17,80	17,67	± 0,23
31	2018/2	Yamaç	M	17,40	17,80	17,40	17,53	± 0,23
32	2018/2	Kayaarkası	M	18,20	18,60	19,00	18,60	± 0,40
33	2018/2	Kayaarkası	M	17,80	17,80	17,80	17,80	± 0,00
34	2018/2	Kuzdağ	M	19,40	19,40	19,40	19,40	± 0,00
35	2018/2	Kuzdağ	S	18,60	19,00	19,00	18,87	± 0,23
36	2019	Kuzdağ	S	19,00	19,00	19,00	19,00	± 0,00
37	2019	Satuk	M	16,20	16,20	16,20	16,20	± 0,00
38	2019	Yazıköy	M	16,60	16,60	16,20	16,47	± 0,23
39	2019	Kayaarkası	M	18,20	18,60	18,20	18,33	± 0,23
40	2019	Hisar	M	17,50	17,40	17,50	17,47	± 0,06
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	18,20	18,40	18,20	18,27	± 0,12
42	2019	Akmanlar	M	17,40	17,40	17,40	17,40	± 0,00
43	2019	Güney	E	17,00	17,00	17,00	17,00	± 0,00
44	2019	Yamaç	E	15,40	15,40	15,40	15,40	± 0,00
45	2019	Derebaşı	M	18,20	18,20	17,80	18,07	± 0,23
46	2019	Kuzdağ	S	18,20	17,80	17,80	17,93	± 0,23
47	2019	Gökbel	D	15,40	15,80	15,80	15,67	± 0,23
48	2019	Yazıköy	D	16,60	16,60	16,60	16,60	± 0,00
49	2019	Esenköy	M	17,80	18,00	17,80	17,87	± 0,12
50	2019	Yamaç	M	18,20	17,80	18,20	18,07	± 0,23
51	2019	Derebaşı	E	18,20	18,20	18,20	18,20	± 0,00
52	2019	Hisar	E	17,80	17,40	17,40	17,53	± 0,23
53	2019	Kayaarkası	M	17,80	17,40	17,80	17,67	± 0,23
54	2019	Değirmenyanı	E	17,00	17,00	17,00	17,00	± 0,00
ORTALAMA							17,60 ±1,24	

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.86. % nem içeriklerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.87. % nem içeriklerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama nem içeriği $17,60 \pm 1,24$ g/100 g olarak bulunmuştur. Nem içeriği bakımında en yüksek değere sahip numune %20,07 değer ile 5 numaralı örnek olurken; en düşük değere sahip numune %14,60 nem içeriğiyle 27 numaralı örnek

olmuştur. 5 numaralı örnek Kayaarkası bölgesinde üretilmiş olup dominant oranda *Erica* poleni içermektedir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, AB Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'ta çiçek ve salgı ballarının sahip olabileceği nem değeri en fazla %20, *Calluna* ve *Erica* ballarının ise en yüksek nem değeri %23 olarak bildirilmiştir [17,42,43]. Tüm numunelerimiz verilen kriterlere uygundur.

Balların *Tilia* poleni içerikleri ile nem oranları karşılaştırıldığında; dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların nem içeriği ortalaması %17,68, sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların nem içeriği ortalaması %17,53, minör oranda *Tilia* poleni içeren balların nem ortalaması %17,59, eser oranda olanların ise %17,59'dur.

Numunelerin elde edilme dönemleri bakımından nem içerikleri incelendiğinde; 2018/1 dönemi balları %17,95; 2018/2 dönemi balları 17,49; 2019 dönemi balları ise %17,37 oranında nem içermektedir. Dönemler arası nem değerleri birbirine yakın olsa da 2018/1 dönemi ballarının nem içeriği diğer dönemlere göre daha fazla bulunmuştur. 2018/1 dönemi balları erken hasat edildiği için nem içeriğinin yüksek olması beklenen bir durumdur. Ancak bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını anlamak için;

Nem analiz verilerinin normalite testi yapılmış ve verilerin normal dağıldığı saptanmıştır (Çizelge 4.74). Veriler normal dağılım gösterdiği için hem *Tilia* polen oranları hem de balların toplanma dönemleri arasında fark olup olmadığı ANOVA testi uygulanarak saptanmıştır. ANOVA testi sonucunda verilerin dönemler arasında da *Tilia* içerikleri arasında da fark göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.74).

Çizelge 4.74. Nem analiz verilerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	ANOVA	
		Dönem p-değeri	<i>Tilia</i> oranı p-değeri
Nem	0,4464	0,359	0,997

*p>0,05 ise normal dağılım gösterir.

Balın nem içeriği; sezon boyunca yaşanan iklim koşullarına, balın olgunlaşma seviyesine, işleme tekniklerine ve saklama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Nem balın raf ömrü açısından oldukça önemli bir parametredir [221]. Yüksek nem içeriği depolama esnasında osmotolerant mayaların balı fermente etmesine yol açarak etil alkol ve karbon dioksit oluşumuna sebep olmaktadır. Açığa çıkan alkol, asetik asit ve suya oksitlenerek bala ekşi bir tat ve istenmeyen bir koku vermektedir [222].

Gül'ün Türkiye'nin 10 farklı monofloral balı ile yaptığı çalışmada balların ortalama nem içeriği $19,15 \pm 0,09$ olarak bulunurken ıhlamur balının nem oranı $17,90 \pm 0,18$ olarak saptanmıştır [131]. İtalya monofloral balları ile yapılan çalışmada ıhlamur balının nem içeriği $16,9 \pm 0,8$ olarak bildirilmiştir [130]. Persano Oddo ve Piro tarafından yapılan bir başka çalışmada Avrupa'nın farklı ülkelerinden elde edilen ıhlamur ballarının nem oranı $16,9 \pm 1,2$ olarak bulunmuştur [135]. Romanya'da üretilen farklı monofloral bal çeşitleri ile yapılan çalışmada ıhlamur balının nem oranı $18,4$ olarak tespit edilmiştir [137]. Oroian ve arkadaşlarının Romanya balları ile yaptıkları bir başka çalışmada ıhlamur ballarının nem içeriği $17,96 \pm 1,56$ olarak saptanmıştır [139]. Majewska ve arkadaşlarının Polonya balları ile yaptıkları çalışmada ıhlamur ballarının nem içeriği $19,1 \pm 1,1$ [51]; Kadar ve arkadaşlarının Romanya ve Çekya ıhlamur balları ile yaptıkları çalışmada nem oranı $16,44$ olarak bulunmuştur [143]. Romanya ve Çekya balları ile yapılan bir başka çalışmada ıhlamur balının nem oranı $16,4 \pm 1,05$ olarak bildirilmiştir [77]. Lazarevic ve arkadaşlarının Sırbistan balları ile yaptıkları çalışmada ıhlamur balların nem oranı ortalaması $17,41$ ($13,41-22,48$) olarak bulunmuştur [213]. Habib ve arkadaşlarının kurak bölgelerden topladıkları ballar ile yaptıkları çalışmada balların nem oranı $13,63-20,60$ aralığında tespit edilmiştir [221]. Tüm bu çalışmalarda tespit edilen nem oranları az miktarda sapmalar olsa da bizim çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ile benzer niteliktedir.

4.2.7. pH Analizi

Bal örneklerinin pH değerleri üç tekrarlı olarak ölçülmüş ve sonuçlar hesaplanmıştır. Balların pH değerleri, ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.75'de verilmiştir. pH değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.88'de, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.89'te verilmiştir.

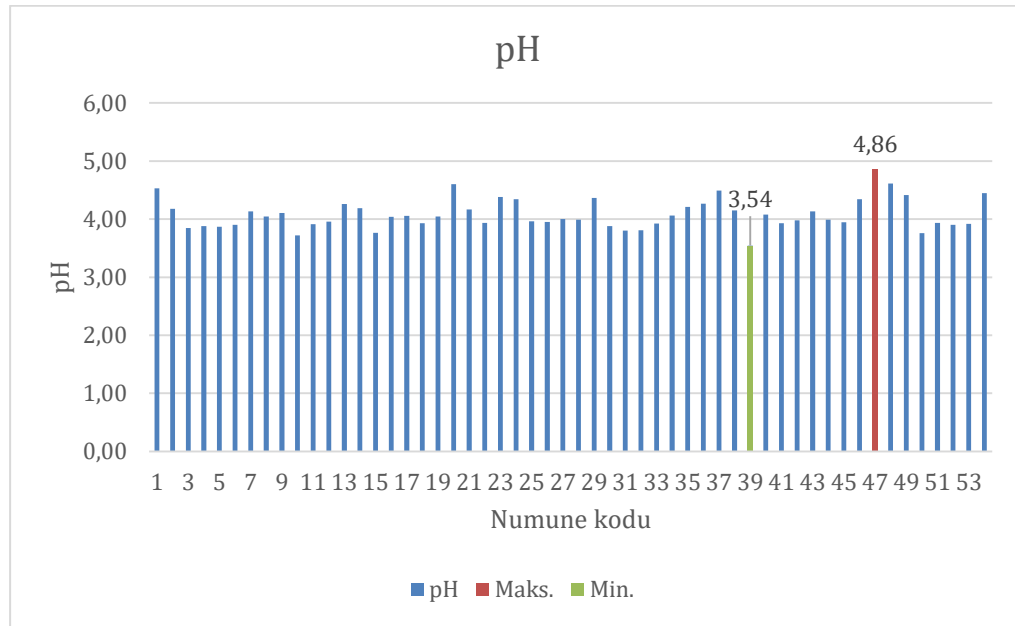
Çizelge 4.75. Numunelerin pH analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oram	pH 1	pH 2	pH 3	Ortalama	STD
1	2018/1	Gökbel	D	4,52	4,53	4,53	4,53	± 0,006
2	2018/1	Yamaç	M	4,20	4,12	4,21	4,18	± 0,049
3	2018/1	Hisar	E	3,88	3,82	3,83	3,84	± 0,032
4	2018/1	Yazıköy	S	3,88	3,88	3,88	3,88	± 0,000
5	2018/1	Kayaarkası	M	3,87	3,87	3,87	3,87	± 0,000
6	2018/1	Akmanlar	M	3,90	3,90	3,90	3,90	± 0,000
7	2018/1	Esenköy	D	4,14	4,13	4,13	4,13	± 0,006
8	2018/1	Derebaşı	M	4,04	4,04	4,05	4,04	± 0,006
9	2018/1	Satuk	D	4,11	4,10	4,10	4,10	± 0,006
10	2018/1	Kayaarkası	M	3,72	3,71	3,72	3,72	± 0,006
11	2018/1	Derebaşı	E	3,92	3,91	3,90	3,91	± 0,010
12	2018/1	Hisar	E	3,95	3,96	3,96	3,96	± 0,006
13	2018/1	Satuk	D	4,26	4,26	4,25	4,26	± 0,006
14	2018/1	Kuzdağ	D	4,19	4,19	4,18	4,19	± 0,006
15	2018/1	Yamaç	M	3,77	3,76	3,76	3,76	± 0,006
16	2018/1	Akmanlar	M	4,04	4,04	4,04	4,04	± 0,000
17	2018/1	Güney	E	4,06	4,05	4,05	4,05	± 0,006
18	2018/2	Derebaşı	E	3,93	3,93	3,93	3,93	± 0,000
19	2018/2	Kuzdağ	M	4,05	4,04	4,04	4,04	± 0,006
20	2018/2	Esenköy	S	4,60	4,60	4,60	4,60	± 0,000
21	2018/2	Kuzdağ	S	4,17	4,16	4,17	4,17	± 0,006
22	2018/2	Güney	M	3,94	3,93	3,93	3,93	± 0,006
23	2018/2	Akmanlar	M	4,39	4,38	4,37	4,38	± 0,010
24	2018/2	Değirmenyanı	E	4,34	4,35	4,34	4,34	± 0,006
25	2018/2	Hisar	E	3,97	3,96	3,96	3,96	± 0,006
26	2018/2	Derebaşı	E	3,95	3,95	3,95	3,95	± 0,000
27	2018/2	Derebaşı	M	4,00	4,00	4,00	4,00	± 0,000
28	2018/2	Hisar	E	3,99	3,99	3,99	3,99	± 0,000
29	2018/2	Gökbel	D	4,41	4,34	4,34	4,36	± 0,040
30	2018/2	Yamaç	M	3,89	3,87	3,87	3,88	± 0,012
31	2018/2	Yamaç	M	3,80	3,80	3,81	3,80	± 0,006
32	2018/2	Kayaarkası	M	3,81	3,81	3,81	3,81	± 0,000
33	2018/2	Kayaarkası	M	3,92	3,93	3,92	3,92	± 0,006
34	2018/2	Kuzdağ	M	4,06	4,06	4,06	4,06	± 0,000
35	2018/2	Kuzdağ	S	4,22	4,20	4,21	4,21	± 0,010
36	2019	Kuzdağ	S	4,28	4,26	4,26	4,27	± 0,012
37	2019	Satuk	M	4,49	4,49	4,49	4,49	± 0,000
38	2019	Yazıköy	M	4,15	4,15	4,15	4,15	± 0,000
39	2019	Kayaarkası	M	3,55	3,54	3,54	3,54*	± 0,006
40	2019	Hisar	M	4,07	4,08	4,08	4,08	± 0,006
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	3,93	3,93	3,93	3,93	± 0,000
42	2019	Akmanlar	M	3,98	3,97	3,98	3,98	± 0,006

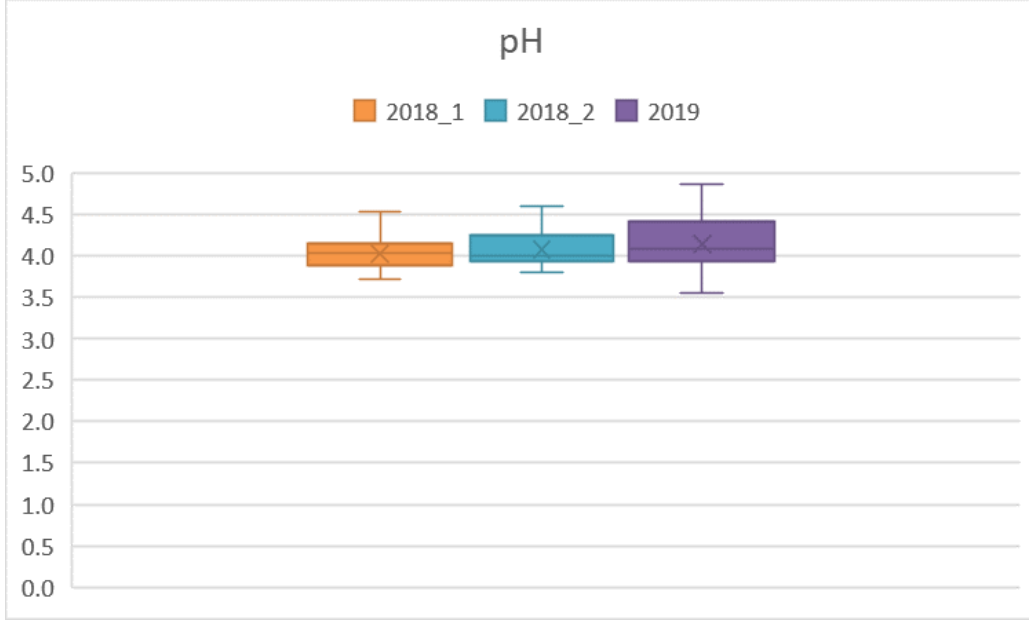
Çizelge 4.75. Numunelerin pH analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	pH 1	pH 2	pH 3	Ortalama	STD
43	2019	Güney	E	4,13	4,13	4,13	4,13	± 0,000
44	2019	Yamaç	E	3,99	3,98	3,99	3,99	± 0,006
45	2019	Derebaşı	M	3,93	3,93	3,97	3,94	± 0,023
46	2019	Kuzdağ	S	4,34	4,34	4,34	4,34	± 0,000
47	2019	Gökbel	D	4,86	4,86	4,86	4,86**	± 0,000
48	2019	Yazıköy	D	4,61	4,61	4,61	4,61	± 0,000
49	2019	Esenköy	M	4,41	4,42	4,41	4,41	± 0,006
50	2019	Yamaç	M	3,76	3,76	3,76	3,76	± 0,000
51	2019	Derebaşı	E	3,94	3,93	3,93	3,93	± 0,006
52	2019	Hisar	E	3,91	3,90	3,89	3,90	± 0,010
53	2019	Kayaarkası	M	3,92	3,92	3,92	3,92	± 0,000
54	2019	Değirmenyanı	E	4,44	4,45	4,45	4,45	± 0,006
ORTALAMA							4,08 ±0,254	

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.88. pH içeriklerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.89. pH içeriklerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama pH değeri $4,08 \pm 0,254$ olarak tespit edilmiştir. 47 numaralı örnek 4,86 ile en yüksek pH değerine sahip numune olurken; en düşük pH değeri 3,54 ile 39 numaralı örnekte görülmüştür. 47 numaralı numune Gökbel bölgesinde üretilen dominant *Tilia* balı, 39 numaralı numune ise Kayaarkası bölgesinde üretilmiş olup dominant oranda *Sambucus* poleni içermektedir.

Balların *Tilia* poleni oranları ile pH değerleri karşılaştırıldığında; dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların pH değeri ortalaması 4,38; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların pH değeri ortalaması 4,24; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların pH ortalaması 3,98 ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların pH değeri ise 4,02'dir.

pH değerleri numunelerin elde edilme dönemleri bakımından irdelendiğinde; 2018/1 dönemi ballarının pH değeri 4,02; 2018/2 dönemi ballarının pH değeri 4,07; 2019 dönemi ballarının pH değeri ise 4,14 olarak tespit edilmiştir.

Balların *Tilia* polen içeriği veya toplanma zamanları ile pH değeri arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını saptamak için;

Tespit edilen pH değerlerinin normalite testi yapılmış ve verilerin normal dağılmadığı görülmüştür (Çizelge 4.76). Veriler normal dağılım göstermediği için hem *Tilia* polen oranları hem de balların toplanma dönemleri arasında fark olup olmadığı Kruskal-Wallis testi uygulanarak saptanmıştır. Kruskal-Wallis testi sonucunda verilerin, toplanma dönemleri arasında fark göstermediği ancak *Tilia* polen oranları açısından fark gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. pH değerlerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	Kruskal-Wallis**	
		Dönem p-değeri	<i>Tilia</i> oranı p-değeri
pH	0,01962	0,4644	0,0009528

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir.

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Çizelge 4.77. pH değerlerinin Pairwise Wilcoxon testi

Pairwise Wilcoxon			
Değişken		p-değeri*	
pH	<i>Tilia</i> oranı	D-S	0,5728
		D-M	0,0026
		D-E	0,0026
		S-M	0,0495
		S-E	0,1370
		M-E	0,5728

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Pairwise Wilcoxon testi sonucunda dominant *Tilia* poleni içeren ballar ile minör ve eser *Tilia* poleni içeren ballar arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Sekonder ve minör gruplar arasında da fark vardır ancak bu fark oldukça önemsizdir (Çizelge 4.77). Veriler

incelendiğinde dominant *Tilia* poleni içeriğine sahip balların pH değerinin diğer gruplardan daha yüksek olduğu görülmüştür.

Balın pH değeri, raf ömrü üzerinde etkilidir ve aynı zamanda mikrobiyal kontaminasyonun da bir göstergesi olabilmektedir. Ulusal ve uluslararası kodekslerde balın pH değeri ile ilgili bir düzenleme bulunmamakla birlikte balın pH değeri genellikle 3,5 ile 5,5 arasındadır [37]. pH değerinin düşük olması mikrobiyolojik bozulmayı önlemektedir [91].

Türkiye’de üretilen farklı monofloral ballar ile yapılan çalışmada ıhlamur balının pH değeri çalışmada analiz edilen ballar arasında kestane balından sonra en yüksek pH değeri olmuştur. Çalışmadaki balların pH değerleri 4,77 ile 3,25 arasında değişirken ıhlamur balının pH değeri 4,56 \pm 0,01 olarak bulunmuştur [131]. İtalya monofloral balları ile yapılan çalışmada 40 ıhlamur balı analiz edilmiş ve ortalama pH değeri 4,4 \pm 0,3 (3,9-5,2) olarak bildirilmiştir. Çalışmada incelenen çiçek balları arasında kestane ve karahindiba balından sonra en yüksek pH değerine sahip bal ıhlamur balı olmuştur [130]. Persano Oddo ve Piro’nun yaptığı bir başka çalışmada Avrupa monofloral balları incelenmiş ve ıhlamur balının pH değeri 4,4 \pm 0,3 olarak rapor edilmiştir [135]. Kropf ve arkadaşlarının Slovenya’nın üç farklı bölgesinden gelen ıhlamur balı ile yaptıkları çalışmada pH değeri sırasıyla 4,80, 4,99 ve 4,59 olarak tespit edilmiştir [142]. Lazarevic ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise ıhlamur balının pH değeri 3,98-5,40 aralığında, akasya balının pH değeri 3,49-5,85 aralığında ve ayçiçeği balının pH değeri ise 3,17-4,14 aralığında saptanmıştır [213]. Polonya balları ile yapılan çalışmada ise ıhlamur balının pH değeri 4,11 olarak bildirilmiştir [51]. Tüm bu çalışmalarda elde edilen ortalama pH değerleri bizim çalışmamızdaki verilerle uyumlu olup ıhlamur balının yüksek pH değeri ile karakterize olduğu anlaşılmaktadır.

4.2.8. Prolin Analizi

Bal örneklerinin prolin içerikleri üç tekrarlı olarak ölçülmüş ve sonuçlar hesaplanmıştır. Balların prolin ölçüm değerleri, ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.78’de

verilmiştir. Prolin değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.90'da, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.81'de verilmiştir.

Çizelge 4.78. Numunelerin prolin analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Prolin 1 mg/kg	Prolin 2 mg/kg	Prolin 3 mg/kg	Ortalama mg/kg	STD
1	2018/1	Gökbek	D	434,867	453,192	449,799	445,953	± 9,749
2	2018/1	Yamaç	M	572,641	552,959	579,427	568,342	± 13,748
3	2018/1	Hisar	E	834,613	849,035	841,909	841,852	± 7,211
4	2018/1	Yazıköy	S	552,619	557,031	612,683	574,111	± 33,477
5	2018/1	Kayaarkası	M	853,955	869,056	884,496	869,169	± 15,271
6	2018/1	Akmanlar	M	969,162	953,383	915,716	946,087	± 27,460
7	2018/1	Esenköy	D	431,304	421,124	437,752	430,060	± 8,383
8	2018/1	Derebaşı	M	887,890	850,223	857,349	865,154	± 20,010
9	2018/1	Satuk	D	849,883	876,352	865,832	864,023	± 13,327
10	2018/1	Kayaarkası	M	799,321	818,324	807,126	808,257	± 9,552
11	2018/1	Derebaşı	E	908,692	884,530	915,679	902,967	± 16,344
12	2018/1	Hisar	E	578,576	660,232	604,776	614,528	± 41,692
13	2018/1	Satuk	D	442,920	409,006	394,596	415,508	± 24,809
14	2018/1	Kuzdağ	D	637,671	601,719	606,086	615,159	± 19,618
15	2018/1	Yamaç	M	826,891	745,672	852,800	808,454	± 55,893
16	2018/1	Akmanlar	M	979,431	957,016	1013,200	983,216	± 28,282
17	2018/1	Güney	E	624,280	571,881	575,229	590,463	± 29,334
18	2018/2	Derebaşı	E	1056,284	1076,516	1084,667	1072,489**	± 14,614
19	2018/2	Kuzdağ	M	596,043	634,323	636,216	622,194	± 22,667
20	2018/2	Esenköy	S	471,449	473,632	510,748	485,276	± 22,086
21	2018/2	Kuzdağ	S	632,026	655,188	673,414	653,543	± 20,743
22	2018/2	Güney	M	826,058	760,368	771,759	786,062	± 35,103
23	2018/2	Akmanlar	M	519,063	535,580	553,806	536,150	± 17,379
24	2018/2	Değirmenyanı	E	885,672	915,669	966,170	922,504	± 40,682
25	2018/2	Hisar	E	845,802	953,260	939,211	912,758	± 58,409
26	2018/2	Derebaşı	E	947,944	948,324	990,092	962,120	± 24,225
27	2018/2	Derebaşı	M	944,527	970,537	991,421	968,828	± 23,494
28	2018/2	Hisar	E	729,042	792,453	741,003	754,166	± 33,693
29	2018/2	Gökbek	D	366,040	386,544	371,166	374,583	± 10,671
30	2018/2	Yamaç	M	820,362	832,513	816,565	823,146	± 8,331
31	2018/2	Yamaç	M	1022,806	1009,707	1067,200	1033,238	± 30,133
32	2018/2	Kayaarkası	M	630,685	647,423	599,682	625,930	± 24,223
33	2018/2	Kayaarkası	M	653,100	617,294	605,358	625,251	± 24,846
34	2018/2	Kuzdağ	M	517,298	461,988	507,837	495,708	± 29,583
35	2018/2	Kuzdağ	S	673,041	628,210	675,078	658,776	± 26,491
36	2019	Kuzdağ	S	608,124	597,353	599,390	601,622	± 5,722
37	2019	Satuk	M	530,835	550,921	524,139	535,298	± 13,938
38	2019	Yazıköy	M	867,937	844,940	889,188	867,355	± 22,130

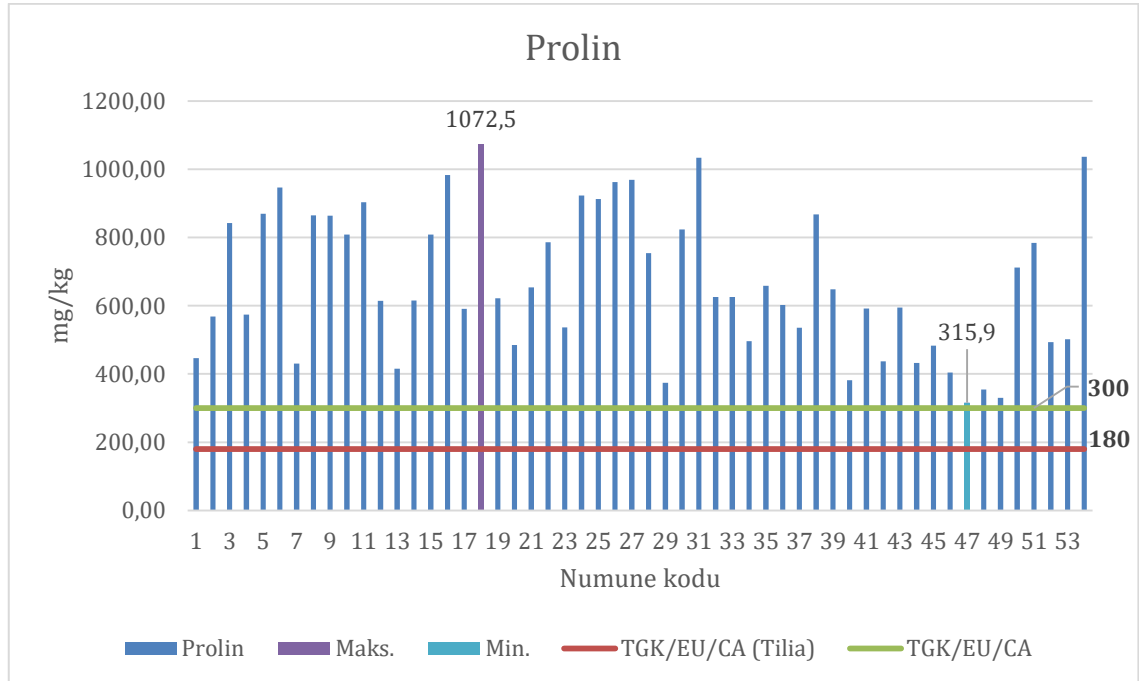
Çizelge 4.78. Numunelerin prolin analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	Tilia Polen Oranı	Prolin 1 mg/kg	Prolin 2 mg/kg	Prolin 3 mg/kg	Ortalama mg/kg	STD
39	2019	Kayaarkası	M	647,132	647,860	648,879	647,957	± 0,877
40	2019	Hisar	M	405,950	377,712	361,847	381,836	± 22,339
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	585,708	599,973	588,620	591,434	± 7,537
42	2019	Akmanlar	M	397,071	451,362	463,443	437,292	± 35,353
43	2019	Güney	E	564,166	596,771	621,515	594,151	± 28,764
44	2019	Yamaç	E	439,572	432,586	424,726	432,295	± 7,428
45	2019	Derebaşı	M	473,778	501,142	474,651	483,190	± 15,553
46	2019	Kuzdağ	S	384,990	412,645	415,556	404,397	± 16,870
47	2019	Gökbel	D	307,264	319,927	320,364	315,852*	± 7,440
48	2019	Yazıköy	D	329,097	357,189	378,003	354,763	± 24,543
49	2019	Esenköy	M	313,814	349,475	328,224	330,504	± 17,939
50	2019	Yamaç	M	660,378	713,068	760,955	711,467	± 50,308
51	2019	Derebaşı	E	731,844	816,848	804,767	784,486	± 45,988
52	2019	Hisar	E	458,786	482,947	538,258	493,330	± 40,741
53	2019	Kayaarkası	M	464,608	574,210	466,500	501,772	± 62,740
54	2019	Değirmenyanı	E	1025,281	1032,850	1051,481	1036,537	± 13,483

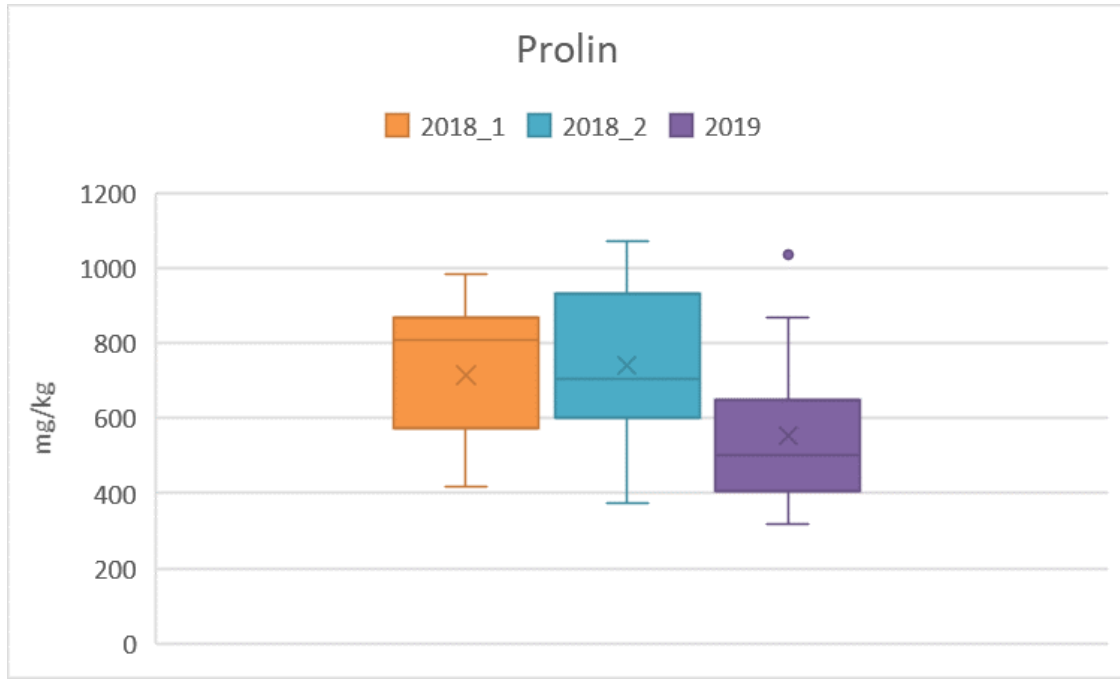
ORTALAMA

665,955 ±210,527 mg/kg

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.90. Prolin içeriklerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.91. Prolin içeriklerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama prolin değeri $665,955 \pm 210,527$ mg/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek prolin değerine sahip bal $1072,489$ mg/kg değeri ile 18 numaralı örnek olup, bu bal Gökbel bölgesinde üretilmiştir ve dominant *Tilia* poleni içeren baldır. En düşük prolin değerine sahip bal ise $315,852$ mg/kg prolin değeriyle 47 numaralı numune olmuştur. 47 numaralı numune Derebaşı bölgesinde üretilmiş ve dominant (%45) oranda *Castanea sativa* poleni ve sekonder oranda *Sambucus spp.* poleni içermektedir.

Balların *Tilia* polen içerikleri ile prolin miktarları karşılaştırıldığında dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların prolin içeriği ortalaması $476,988$ mg/kg; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların prolin ortalaması $562,954$ mg/kg; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların prolin ortalaması $696,665$ mg/kg ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların prolin ortalaması $779,618$ mg/kg olarak saptanmıştır. Bu durum ballardaki *Tilia* poleni oranı arttıkça prolin içeriğinin düştüğünü göstermektedir.

Dönemlere göre değerlendirme yapıldığında ise; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer $714,312$ mg/kg; 2018/2 ballarında ortalama değer $739,596$ mg/kg; 2019 dönemi ballarındaki ortalama değer ise $552,923$ mg/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.91).

Dönemler ve *Tilia* polen oranları ile prolin değerleri arasındaki farkların istatistiki olarak anlamlılık düzeyini ölçmek amacıyla;

Balların prolin analiz sonuçlarının normalite testi yapılmış ve verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.79). Veriler normal dağılım göstermediği için hem *Tilia* polen oranları hem de balların toplanma dönemleri arasında fark olup olmadığı Kruskal-Wallis testi uygulanarak hesaplanmıştır. Kruskal-Wallis testi sonucunda verilerin, toplanma dönemleri arasında fark göstermediği ancak *Tilia* polen oranları açısından fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.79).

Çizelge 4.79. Prolin değerlerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	Kruskal-Wallis**	
		Dönem p-değeri	<i>Tilia</i> oranı p-değeri
Prolin	0,04404	0,01029	0,007293

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir.

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Çizelge 4.80. Prolin değerlerinin Pairwise Wilcoxon testi

Pairwise Wilcoxon *			
Değişken		p-değeri*	
Prolin	Dönem	2018/1-2018/2	0,568
		2018/1- 2019	0,029
		2018/2- 2019	0,015
	<i>Tilia</i> polen oranı	D-S	0,244
		D-M	0,018
		D-E	0,017
		S-M	0,244
		S-E	0,082
		M-E	0,244

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Pairwise Wilcoxon testi sonucunda; 2019 dönemi ile hem 2018/1 hem de 2018/2 dönemleri arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. *Tilia* polen oranlarına göre ise; dominant *Tilia* poleni içeren ballar ile minör ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların prolin değerleri arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.80). Veriler incelendiğinde dominant *Tilia* içeriğine sahip balların prolin değerinin diğer gruplardan daha düşük olduğu; aynı şekilde 2019 dönemi ballarının da prolin içeriğinin diğer dönemlerden daha az olduğu görülmüştür (Şekil 4.91).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre hem çiçek hem de salgı ballarında prolin içeriği en az 300 mg/kg olmalıdır. Buna karşın kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ve fırıncılık ballarında prolin en az 180 mg/kg, biberiye, akasya ballarında en az 120 mg/kg, kestane ballarında ise en az 500 mg/kg olmalıdır [17]. Çalışmamıza dahil olan tüm numuneler verilen kriterlere uygun sonuç vermiştir.

Avrupada en fazla üretimi yapılan monofloral ballar ile yapılan çalışmada farklı ülkelerde üretilmiş 261 ıhlamur balına ait analiz verileri değerlendirilmiş ve ıhlamur balının ortalama prolin değeri 352 ± 102 olarak bildirilmiştir [135]. Kropf ve arkadaşlarının Slovenya'da üretilen yalancı akasya, ıhlamur ve kestane balları ile yaptıkları çalışmada üç farklı bölgeden gelen ıhlamur ballarının prolin değerleri sırasıyla 341 mg/kg, 321 mg/kg ve 258 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışmada yalancı akasya balının prolin değerleri 322 mg/kg, 291 mg/kg ve 222 mg/kg bulunurken, kestane ballarının prolin değerleri 599 mg/kg, 486 mg/kg, ve 563 mg/kg olarak bildirilmiştir [142]. Czipa ve arkadaşlarının Macaristan balları ile yaptıkları çalışmada 13 ıhlamur balı incelenmiş ve balların prolin içeriği 406-1155 mg/kg aralığında, ortalaması ise 697 ± 248 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada analiz edilen ballar içerisinde en düşük prolin değerine sahip ballar, akasya ve kanola balı olarak bildirilmiştir [223]. Cotte ve arkadaşları tarafından Fransa'da üretimi yapılan 7 farklı monofloral balın prolin içerikleri incelenmiş ve 38 ıhlamur balının prolin içeriği ortalaması $351,3 \pm 95,0$ olarak tespit edilmiştir [224]. Tüm bu çalışmaların sonuçları ortalama değer açısından bizim çalışmamızdan düşük gibi görünse de dominant *Tilia* polen içeriğine sahip ballar ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Krauze ve Zalewski'nin yaptıkları çalışmada ıhlamur balının prolin içeriği 243,76-568,34 mg/kg aralığında ortalaması ise 424,29 mg/kg olarak bildirilmiştir [225]. Wieczorek ve arkadaşlarının 8 akasya, 8 ıhlamur ve 8 karışık çiçek balı ile yaptıkları çalışmada ıhlamur ballarının prolin değeri ortalaması $260,0 \pm 22,0$ (233,0-290,0) mg/kg olarak rapor edilmiştir [226]. Kečkeš ve arkadaşlarının Sırbistan ballarının amino asit profilini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ıhlamur balının prolin içeriği 98,99-617,27 mg/kg olarak tespit edilmiştir [85]. Çin'de 2012 yılında üretilen ballar ile yapılan çalışmada 6 ıhlamur balının prolin içeriği ortalaması $136,1 \pm 62,3$ mg/kg olarak saptanmıştır [227]. Bu çalışmalarda elde edilen prolin değerleri ise bizim çalışmamızdan düşük seviyededir.

Bouhlali ve arkadaşlarının Fas'da üretimi yapılan 11 farklı monofloral bal ile yaptıkları çalışmada balların prolin değeri 1207,55 mg/kg ile 441,67 mg/kg aralığında tespit edilmiştir [228]. Meda ve arkadaşlarının Burkina Faso'da üretilen monofloral ve multifloral toplam 27 bal çeşidi ile yaptıkları çalışmada balların prolin içeriğinin 437,8 ile 2169,4 mg/kg aralığında değiştiği, ortalama prolin değerinin ise $989,5 \pm 407,4$ mg/kg olduğu bildirilmiştir [229]. Bu çalışmalarda tespit edilen prolin miktarları ise bizim çalışmamızdan daha yüksektir.

Anklam, balın prolin içeriğinin ve amino asit profilinin en önemli botanik orijin göstergelerinden biri olabileceğini bildirmiştir [32]. Literatürde yer alan çalışmalar ıhlamur balının prolin içeriğinin karışık çiçek balı veya kestane ballarına göre genel olarak düşük olduğunu göstermektedir. Bizim çalışmamız da *Tilia* polen oranı yüksek olan balların prolin içeriğinin düşük olması neden ile literatür bilgisini destekler niteliktedir.

4.2.9. Serbest Asitlik Analizi

Bal örneklerinin serbest asitlik değerleri üç tekrarlı olarak ölçülmüş ve sonuçlar hesaplanmıştır. Balların serbest asitlik değerleri (S.A), ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.81'de verilmiştir. Serbest asitlik değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.92'de, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.93'de verilmiştir.

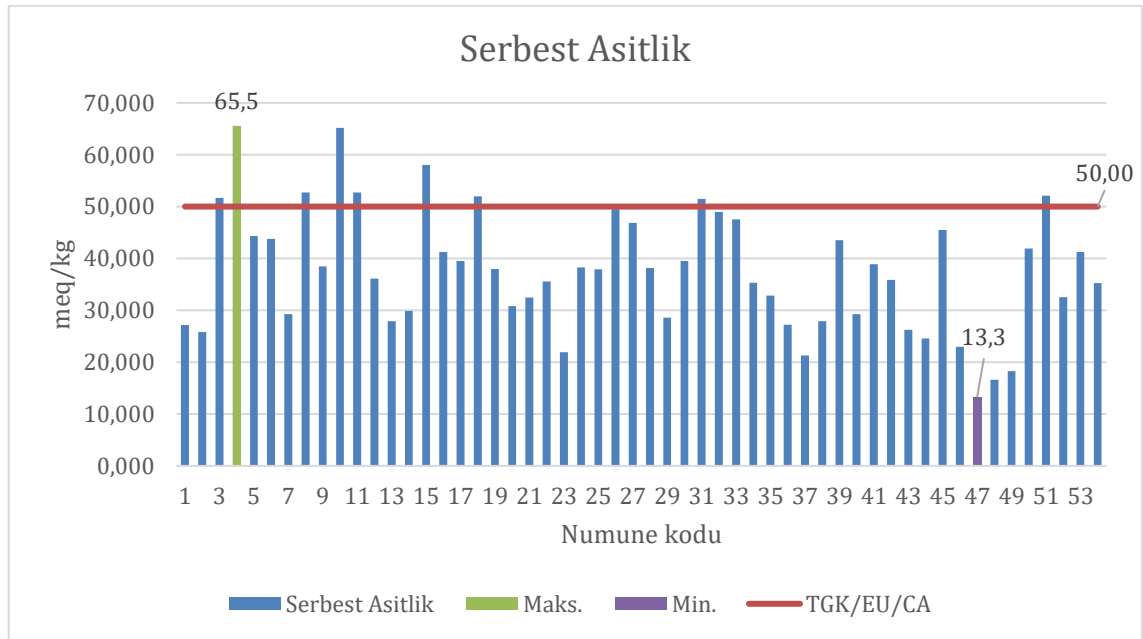
Çizelge 4.81. Numunelerin serbest asitlik analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	Tilia Polen Oranı	S. A. 1 meq/kg	S. A. 2 meq/kg	S. A. 3 meq/kg	Ortalama meq/kg	STD
1	2018/1	Gökbek	D	28,46	26,47	26,57	27,17	± 1,119
2	2018/1	Yamaç	M	24,78	26,81	25,79	25,79	± 1,018
3	2018/1	Hisar	E	52,32	51,64	51,08	51,68	± 0,621
4	2018/1	Yazıköy	S	60,43	62,32	73,85	65,53**	± 7,266
5	2018/1	Kayaarkası	M	43,74	44,87	44,29	44,30	± 0,564
6	2018/1	Akmanlar	M	46,00	42,24	43,14	43,79	± 1,964
7	2018/1	Esenköy	D	29,44	28,54	29,76	29,25	± 0,632
8	2018/1	Derebaşı	M	50,60	59,33	48,23	52,72	± 5,848
9	2018/1	Satuk	D	38,09	39,46	37,74	38,43	± 0,912
10	2018/1	Kayaarkası	M	65,22	66,40	63,87	65,16	± 1,266
11	2018/1	Derebaşı	E	52,79	52,53	52,79	52,70	± 0,151
12	2018/1	Hisar	E	36,89	34,83	36,63	36,12	± 1,125
13	2018/1	Satuk	D	26,81	27,94	28,94	27,90	± 1,066
14	2018/1	Kuzdağ	D	29,91	29,91	29,88	29,90	± 0,017
15	2018/1	Yamaç	M	58,42	58,59	57,00	58,00	± 0,872
16	2018/1	Akmanlar	M	39,53	43,56	40,67	41,25	± 2,081
17	2018/1	Güney	E	38,84	39,84	39,76	39,48	± 0,554
18	2018/2	Derebaşı	E	50,60	51,79	53,52	51,97	± 1,469
19	2018/2	Kuzdağ	M	36,93	38,00	38,92	37,95	± 0,999
20	2018/2	Esenköy	S	31,71	29,94	30,82	30,82	± 0,887
21	2018/2	Kuzdağ	S	32,87	31,87	32,71	32,48	± 0,534
22	2018/2	Güney	M	36,89	34,83	34,97	35,56	± 1,153
23	2018/2	Akmanlar	M	21,83	21,98	21,93	21,91	± 0,079
24	2018/2	Değirmenyanı	E	37,96	38,92	37,92	38,27	± 0,566
25	2018/2	Hisar	E	37,85	37,89	37,89	37,87	± 0,022
26	2018/2	Derebaşı	E	49,00	49,70	49,75	49,48	± 0,420
27	2018/2	Derebaşı	M	46,81	45,86	47,81	46,83	± 0,973
28	2018/2	Hisar	E	36,71	38,92	38,73	38,12	± 1,227
29	2018/2	Gökbek	D	29,85	28,91	26,95	28,57	± 1,482
30	2018/2	Yamaç	M	39,80	39,92	38,77	39,50	± 0,634
31	2018/2	Yamaç	M	51,00	51,79	51,64	51,48	± 0,420
32	2018/2	Kayaarkası	M	42,96	51,95	52,00	48,97	± 5,206
33	2018/2	Kayaarkası	M	46,95	47,90	47,67	47,51	± 0,495
34	2018/2	Kuzdağ	M	34,97	34,97	35,96	35,30	± 0,577
35	2018/2	Kuzdağ	S	32,84	33,83	31,84	32,84	± 0,995
36	2019	Kuzdağ	S	26,97	27,89	26,81	27,22	± 0,581
37	2019	Satuk	M	20,87	20,98	21,96	21,27	± 0,596
38	2019	Yazıköy	M	28,83	27,00	27,92	27,91	± 0,914
39	2019	Kayaarkası	M	43,82	43,00	43,69	43,51	± 0,443
40	2019	Hisar	M	28,97	29,88	29,00	29,28	± 0,517
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	38,00	38,81	39,80	38,87	± 0,902
42	2019	Akmanlar	M	35,96	34,79	36,89	35,88	± 1,051

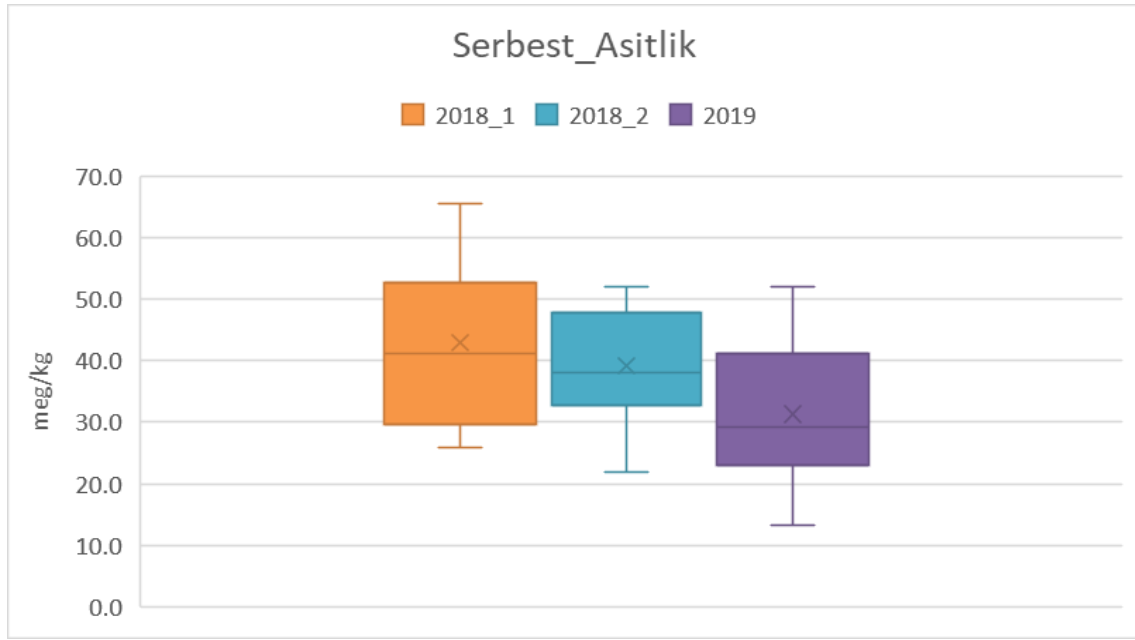
Çizelge 4.81. Numunelerin serbest asitlik analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	Tilia Polen Oranı	S. A. 1 meq/kg	S. A. 2 meq/kg	S. A. 3 meq/kg	Ortalama meq/kg	STD
43	2019	Güney	E	24,98	26,87	26,87	26,24	± 1,092
44	2019	Yamaç	E	24,85	24,93	23,93	24,57	± 0,555
45	2019	Derebaşı	M	46,72	45,82	44,00	45,51	± 1,385
46	2019	Kuzdağ	S	22,95	22,93	22,95	22,95	± 0,013
47	2019	Gökbel	D	13,92	12,96	12,96	13,28*	± 0,552
48	2019	Yazıköy	D	16,95	16,95	15,98	16,63	± 0,557
49	2019	Esenköy	M	17,91	17,98	18,96	18,28	± 0,588
50	2019	Yamaç	M	41,75	42,00	42,00	41,92	± 0,145
51	2019	Derebaşı	E	51,69	53,73	50,85	52,09	± 1,483
52	2019	Hisar	E	32,77	31,94	32,93	32,55	± 0,535
53	2019	Kayaarkası	M	41,87	41,00	40,80	41,22	± 0,573
54	2019	Değirmenyanı	E	35,86	35,00	34,86	35,24	± 0,539
ORTALAMA							37,57 ±11,74	

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.92. Serbest asitlik değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.93. Serbest asitlik değerlerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin ortalama serbest asitlik değeri $37,57 \pm 11,74$ meq/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek serbest asitlik değerine sahip bal 65,5 meq/kg ile 4 numaralı numune olmuştur. Bu bal Yazıköy bölgesinde üretilmiş olup sekonder oranda *Tilia* poleni içermektedir. En düşük serbest asitlik değerine sahip olan bal ise 13,3 meq/kg ile 47 numaralı örnek olmuştur. Bu numune Gökbel bölgesinde üretilmiş dominant ıhlamur balıdır.

Balların serbest asitlik ortalaması *Tilia* polen içerikleri ile karşılaştırıldığında dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların serbest asitlik değeri 26,391 meq/kg; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların serbest asitlik ortalaması 35,306 meq/kg; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların serbest asitlik ortalaması 39,987 meq/kg ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların serbest asitlik ortalaması 40,45 meq/kg olarak tespit edilmiştir.

Dönemlere göre değerlendirme yapıldığında ise; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer 42,892 meq/kg; 2018/2 ballarında ortalama değer 39,190 meq/kg; 2019 dönemi ballarındaki ortalama değer ise 31,285 meq/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.93).

Dönemler ve *Tilia* polen oranları açısından serbest asitlik değeri farkını istatistiksel olarak test edebilmek amacıyla;

Serbest asitlik analiz verilerinin normalite testi yapılmış ve verilerin normal dağıldığı saptanmıştır (Çizelge 4.82). Veriler normal dağılım gösterdiği için hem *Tilia* poleni oranları hem de balların toplanma dönemleri arasında fark olup olmadığı ANOVA testine tabi tutulmuştur. ANOVA testi sonucunda verilerin hem dönemler arasında hem de *Tilia* içerikleri bakımından farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. Serbest asitlik analiz verilerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	ANOVA**	
		Dönem p-değeri	<i>Tilia</i> oranı p-değeri
Serbest asitlik	0,7746	0,00737	0,0196

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir.

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Çizelge 4.83. Serbest asitlik analiz verilerinin Tukey testi

Tukey *			
Değişken		p-değeri*	
Serbest asitlik	Dönem	2018/1-2018/2	0,5757230
		2018/1- 2019	0,0065986
		2018/2- 2019	0,0788703
	<i>Tilia</i> polen oranı	D-S	0,4412765
		D-M	0,0176574
		D-E	0,0277527
		S-M	0,7819566
		S-E	0,7711230
		M-E	0,9992284

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Tukey testi sonucunda; 2018/1 ile 2019 dönemi balları arasında fark olduğu tespit edilmiştir. *Tilia* polen oranlarına göre ise; dominant *Tilia* balları ile minör ve eser *Tilia* ballarının serbest asitlik değerleri arasında farklılık olduğu görülmüştür (Çizelge 4.83). Veriler incelendiğinde dominant *Tilia* içeriğine sahip balların serbest asitlik değerinin diğer gruplardan daha düşük olduğu; aynı şekilde 2019 dönemi ballarının da serbest asitlik değerinin diğer dönemlerden daha az olduğu görülmüştür (Şekil 4.93).

Balın asitlik değerinin yüksek olması fermantasyon sürecinin başladığını göstermektedir [51]. Analiz ettiğimiz ballardan 9 tanesi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), Avrupa Birliği Bal Direktifi ve Codex Alimentarius'ta verilen serbest asitlik üst sınırı olan 50 meq/kg'ı geçmektedir (Bal Tebliği, 2020; Codex Alimentarius, 2001; EU Commission, 2001). Bu ballar 3, 4, 8, 10, 11, 15, 18, 31 ve 51 numaralı numuneler olup; sekonder, minör ve eser olmak üzere değişen oranlarda *Tilia* poleni içermektedir. Ayrıca 18 numaralı numune dominant *Castanea sativa*, 11 numaralı numune ise dominant

Sambucus spp. ve sekonder *Erica* spp. balı özelliği göstermektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda koyu renkli balların botanik kökenine bağlı olarak sahip olduğu organik ve amino asit içeriği sebebiyle asitlik değerinin yüksek olduğu, daha kolay ve daha hızlı fermentasyona uğradığı sonucuna varılmıştır [51,91–93]. Bizim çalışmamızda da sınır değeri geçen balların koyu renge sahip olması bu bilgiyi destekler niteliktedir.

Gül tarafından Türkiye monofloral balları ile yapılan çalışmada ıhlamur balının asitlik değeri $41,27 \pm 0,42$ meq/kg olarak tespit edilmiştir [131]. Polonya’da üretilen ballar ile Majewska ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada ıhlamur balının serbest asitlik değeri 37,8 meq/kg olarak rapor edilmiştir [51]. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular bizim verilerimizle paralellik göstermektedir.

Persano Oddo ve Piro tarafından Avrupa monofloral balları ile yapılan çalışmada ıhlamur balının serbest asitlik değeri $20,8 \pm 7,7$ meq/kg olarak tespit edilmiştir [135]. Ralui ve arkadaşları tarafından 10 farklı ülkeden gelen ballar ile yapılan çalışmada ıhlamur balının serbest asitlik değeri 23,0 meq/kg olarak saptanmıştır [91]. Bu çalışmalarda elde edilen veriler ortalama değerler açısından bizim çalışmamızdan düşük gibi görünse de *Tilia* poleni oranı yüksek ballar baz alındığında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Romanya’da üretilen ballar ile yapılan çalışmada ıhlamur balının serbest asitlik değeri 6,63 meq/kg olarak bildirilmiştir [92]. Lazarevic ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ıhlamur ballarının asitlik değerinin 8,20-26,20 meq/kg aralığında ve ortalama $14,93 \pm 5,7$ meq/kg olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada akasya balının serbest asitlik değerinin 7,80-29,60 meq/kg aralığında, ayçiçeği balının ise 11,00-42,70 meq/kg aralığında değiştiği bildirilmiştir [213]. Moise tarafından Romanya balları ile yapılan bir başka çalışmada ıhlamur balının serbest asitlik değeri 2,9 meq/kg olarak tespit edilmiştir [137]. Bu çalışmalarda elde edilen veriler ise bizim çalışmamızdaki serbest asitlik değerlerinin altındadır.

4.2.10. Suda Çözünmeyen Madde Analizi

Bal örneklerinin suda çözünmeyen madde miktarları üç tekrarlı olarak ölçülmüş ve sonuçlar hesaplanmıştır. Balların suda çözünmeyen madde miktarları (S.Ç.M), ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.84’de verilmiştir. Suda çözünmeyen madde miktarlarının bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.94’da, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.95’de verilmiştir.

Çizelge 4.84. Numunelerin suda çözünmeyen madde analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	S.Ç.M 1	S.Ç.M 2	S.Ç.M 3	Ort.	STD
1	2018/1	Gökbel	D	0,02265	0,0212	0,0320	0,0253	± 0,0059
2	2018/1	Yamaç	M	0,03047	0,0314	0,0245	0,0288	± 0,0038
3	2018/1	Hisar	E	0,00994	0,0314	0,0348	0,0254	± 0,0135
4	2018/1	Yazıköy	S	0,02097	0,0219	0,0229	0,0219	± 0,0010
5	2018/1	Kayaarkası	M	0,00987	0,0449	0,0095	0,0214	± 0,0204
6	2018/1	Akmanlar	M	0,01199	0,0115	0,0139	0,0125	± 0,0013
7	2018/1	Esenköy	D	0,01982	0,0133	0,0103	0,0145	± 0,0049
8	2018/1	Derebaşı	M	0,03210	0,0406	0,0375	0,0367	± 0,0043
9	2018/1	Satuk	D	0,02049	0,0089	0,0368	0,0221	± 0,0140
10	2018/1	Kayaarkası	M	0,01256	0,0138	0,0333	0,0199	± 0,0117
11	2018/1	Derebaşı	E	0,04174	0,0325	0,0384	0,0376	± 0,0047
12	2018/1	Hisar	E	0,06733	0,0639	0,0603	0,0638	± 0,0035
13	2018/1	Satuk	D	0,00888	0,0010	0,0148	0,0082	± 0,0070
14	2018/1	Kuzdağ	D	0,02099	0,0198	0,0298	0,0235	± 0,0054
15	2018/1	Yamaç	M	0,09497	0,0910	0,1022	0,0960	± 0,0057
16	2018/1	Akmanlar	M	0,02529	0,0334	0,0379	0,0322	± 0,0064
17	2018/1	Güney	E	0,07382	0,1194	0,0798	0,0910	± 0,0248
18	2018/2	Derebaşı	E	0,04198	0,0326	0,0391	0,0379	± 0,0048
19	2018/2	Kuzdağ	M	0,03410	0,0460	0,0377	0,0393	± 0,0061
20	2018/2	Esenköy	S	0,05378	0,0400	0,0273	0,0403	± 0,0133
21	2018/2	Kuzdağ	S	0,02903	0,0493	0,0457	0,0413	± 0,0108
22	2018/2	Güney	M	0,02167	0,0407	0,0125	0,0250	± 0,0144
23	2018/2	Akmanlar	M	0,03393	0,0085	0,0075	0,0166	± 0,0150
24	2018/2	Değirmenyanı	E	0,02092	0,0045	0,0129	0,0128	± 0,0082
25	2018/2	Hisar	E	0,00747	0,0238	0,0236	0,0183	± 0,0094
26	2018/2	Derebaşı	E	0,01426	0,0084	0,0197	0,0141	± 0,0057
27	2018/2	Derebaşı	M	0,01293	0,0030	0,0214	0,0124	± 0,0092
28	2018/2	Hisar	E	0,03083	0,0365	0,0149	0,0274	± 0,0112
29	2018/2	Gökbel	D	0,02595	0,0323	0,0185	0,0256	± 0,0069
30	2018/2	Yamaç	M	0,02337	0,0070	0,0280	0,0194	± 0,0110
31	2018/2	Yamaç	M	0,03895	0,0178	0,0349	0,0306	± 0,0112

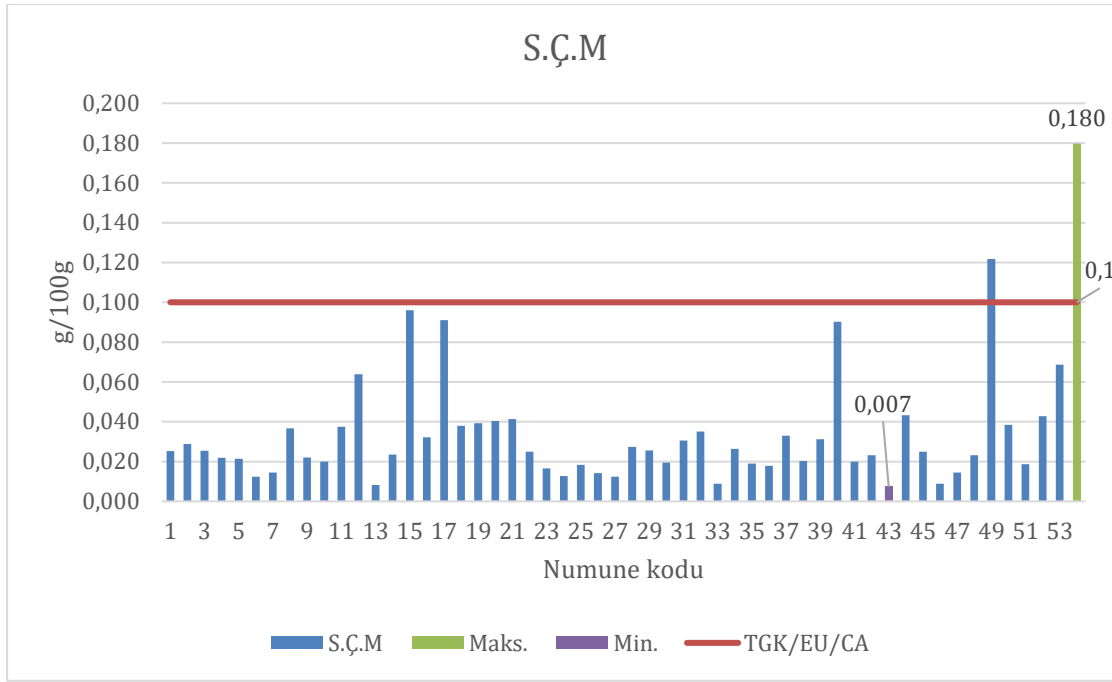
Çizelge 4.84. Numunelerin suda çözünmeyen madde analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	S.Ç.M 1	S.Ç.M 2	S.Ç.M 3	Ort.	STD
32	2018/2	Kayaarkası	M	0,03377	0,0269	0,0444	0,0350	± 0,0088
33	2018/2	Kayaarkası	M	0,00699	0,0140	0,0055	0,0088	± 0,0045
34	2018/2	Kuzdağ	M	0,00245	0,0250	0,0518	0,0264	± 0,0247
35	2018/2	Kuzdağ	S	0,03700	0,0142	0,0060	0,0190	± 0,0161
36	2019	Kuzdağ	S	0,01000	0,0268	0,0169	0,0179	± 0,0084
37	2019	Satuk	M	0,03221	0,0149	0,0517	0,0329	± 0,0184
38	2019	Yazıköy	M	0,01147	0,0169	0,0325	0,0203	± 0,0109
39	2019	Kayaarkası	M	0,01290	0,0482	0,0323	0,0311	± 0,0177
40	2019	Hisar	M	0,08598	0,0941	0,0907	0,0902	± 0,0041
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	0,01089	0,0459	0,0030	0,0199	± 0,0229
42	2019	Akmanlar	M	0,02270	0,0165	0,0302	0,0231	± 0,0069
43	2019	Güney	E	0,00538	0,0089	0,0079	0,0074*	± 0,0018
44	2019	Yamaç	E	0,03587	0,0418	0,0522	0,0433	± 0,0083
45	2019	Derebaşı	M	0,02828	0,0344	0,0120	0,0249	± 0,0116
46	2019	Kuzdağ	S	0,02281	0,0030	0,0010	0,0089	± 0,0121
47	2019	Gökbek	D	0,00838	0,0173	0,0179	0,0145	± 0,0054
48	2019	Yazıköy	D	0,02753	0,0186	0,0234	0,0232	± 0,0045
49	2019	Esenköy	M	0,12125	0,1267	0,1172	0,1217	± 0,0047
50	2019	Yamaç	M	0,04277	0,0442	0,0282	0,0384	± 0,0088
51	2019	Derebaşı	E	0,02583	0,0114	0,0187	0,0186	± 0,0072
52	2019	Hisar	E	0,04252	0,0424	0,0433	0,0427	± 0,0005
53	2019	Kayaarkası	M	0,07097	0,0791	0,0560	0,0687	± 0,0117
54	2019	Değirmenyanı	E	0,19200	0,1819	0,1652	0,1797**	± 0,0136

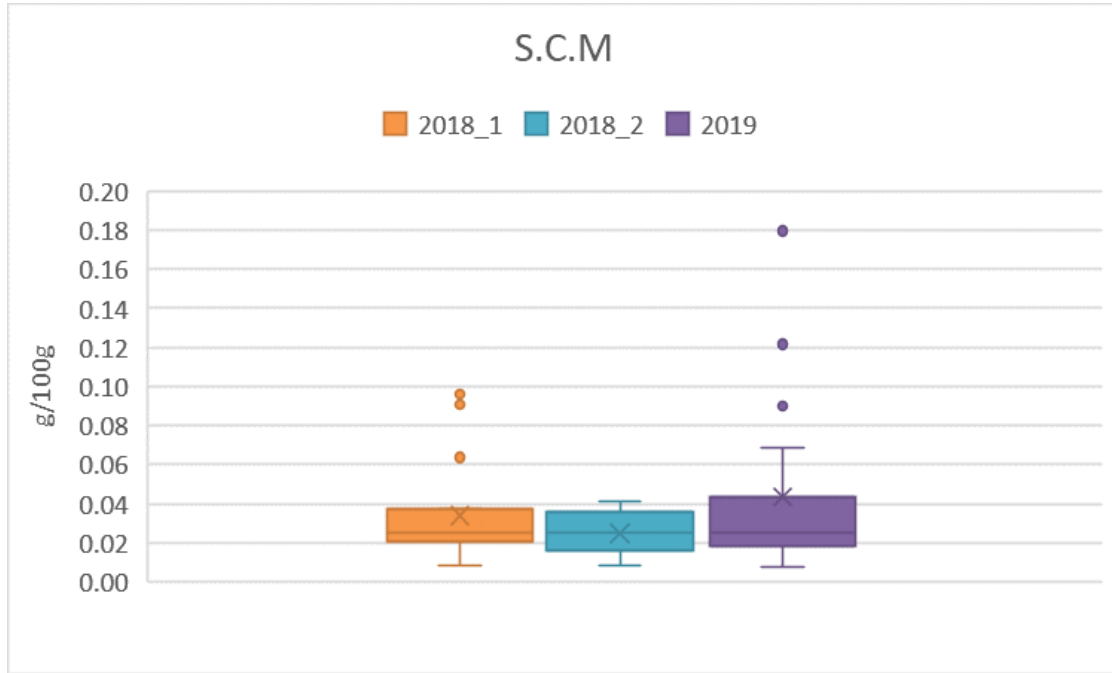
ORTALAMA

0,0344 ±0,0308

* en küçük değer; ** en büyük değer



Şekil 4.94. Suda çözünmeyen madde miktarlarının bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.95. Suda çözünmeyen madde miktarlarının dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin suda çözünmeyen madde miktarı ortalama $0,0344 \pm 0,038$ g/100 g olarak saptanmıştır. En yüksek suda çözünmeyen madde miktarına sahip bal 0,1797 g/100 g ile 54 numaralı örnek olup bu bal Değirmenyanı bölgesinde üretilmiş dominant kestane

balıdır. En düşük suda çözünmeyen madde içeriğine sahip bal ise 0,0074 g/100 g ile 43 numaralı numune olup eser oranda *Tilia* poleni içermektedir.

Balların suda çözünmeyen madde miktarları *Tilia* polen içerikleri ile karşılaştırıldığında dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların suda çözünmeyen madde miktarı 0,0196 g/100 g; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların suda çözünmeyen madde miktarı 0,0249 g/100 g; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların suda çözünmeyen madde miktarı 0,0358 g/100 g ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların suda çözünmeyen madde miktarı ise 0,0443 g/100 g olarak bulunmuştur.

Balların toplanma dönemlerine göre suda çözünmeyen madde miktarları incelendiğinde; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer 0,0342 g/100 g; 2018/2 ballarında ortalama değer 0,0250 g/100 g; 2019 dönemi ballarındaki ortalama değer ise 0,0435 g/100 g olmuştur (Şekil 4.95).

Balların suda çözünmeyen madde miktarlarının dönemlere veya *Tilia* poleni oranlarına göre değişimlerini istatistiksel olarak test edebilmek amacıyla;

Ballarda tespit edilen suda çözünmeyen madde analiz sonuçları normalite testine tabi tutulmuş ve verilerin normal dağılım göstermediği saptanmıştır (Çizelge 4.85). Varyans analizleri Kruskal-Wallis ile gerçekleştirilmiş ve hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre suda çözünmeyen madde miktarları arasındaki fark test edilmiştir. Varyans analiz sonuçları dönemler veya *Tilia* polen oranları ile suda çözünmeyen madde miktarı arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermiştir (Çizelge 4.85)

Çizelge 4.85. Suda çözünmeyen madde miktarlarının normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk normalite testi p- değeri*	Kruskal-Wallis	
		Dönem p-değeri	Tilia oranı p-değeri
S.Ç.M	1,359x10 ⁻⁹	0,6067	0,2803

*p>0,05 ise normal dağılım gösterir.

Ulusal ve uluslararası mevzuatlara göre balda bulunabilecek en yüksek suda çözünmeyen madde miktarı 0,1 g/100 g iken pres ballarında bu değer 0,5 g/100 g'dır [17,42,43]. Analiz edilen numunelerden 49 ve 54 numaralı ballar mevzuatlarda verilen üst sınırı aşmaktadır. Balda, balmumu ve petek parçası gibi maddelerin bulunması balın saflığını bozarak suda çözünmeyen madde miktarının artmasına sebep olmaktadır [42,94,95]. Sınır değeri aşan ballar incelendiğinde özellikle 54 numaralı numunenin iyi süzülmemiş olduğu ve içerisinde petek parçalarının bulunduğu görülmüştür.

Bogdanov, mevzuatta belirtilen 0,1/100 g suda çözünmeyen madde değerini yüksek bulmuş ve bu değerın günümüzde modern kovanlarında üretilen ve modern yöntemlerle hasat edilen ballarda 0,005-0,05 g/100 g aralığında olduğunu bildirmiştir [89]. Balların analiz sonuçları incelendiğinde suda çözünmeyen madde miktarı genel olarak Bogdanov'un önerdiği 0,05 g/100 g değerinin altında kaldığı, yalnızca 7 örneğin bu sınırı aştığı görülmektedir. Suda çözünmeyen madde miktarı genel ortalamasının 0,0344 g/100 g olması Bogdanov'un bu önerisini destekler niteliktedir.

Przybyłowski ve Wilczyńska Polonya balları ile yaptıkları çalışmada; ıhlamur, karışık çiçek, kanola, püren, karabuğday ve salgı ballarının suda çözünmeyen madde miktarlarını sırasıyla 0,84 g/100 g, 0,66 g/100 g, 0,53 g/100 g, 0,91 g/100 g, 0,25 g/100 g ve 0,72 g/100 g olarak tespit etmişlerdir [220]. Ciric ve arkadaşlarının Bosna Hersek balları ile yaptıkları çalışmada ıhlamur balının suda çözünmeyen madde miktarı 0,46 ±1,15 olarak tespit edilmiştir [230]. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular bizim çalışmamızdaki verilerin oldukça üzerindedir.

Spiric ve arkadaşlarının Sırbistan balları ile yaptıkları çalışmada ıhlamur ballarının suda çözünmeyen madde miktarı 0,01 ±0,008 (min. 0,01-maks. 0,03) g/100 g olarak

saptanmıştır [231]. Matovic ve arkadaşlarının yine Sırbistan'da üretilen ballar ile yaptıkları çalışmada analiz edilen balların suda çözünmeyen madde miktarının 0,002-0,05 g/100 g aralığında olup ıhlamur balının suda çözünmeyen madde miktarının 0,01 ±0,002 g/100 g olduğu bildirilmiştir [232]. Albu ve arkadaşlarının 2013-2018 yıllarında Romanya'nın Iasi, Vaslui ve Suceava şehirlerinde üretilen 12 akasya, 10 ıhlamur ve 12 karışık çiçek balı ile yaptıkları çalışmada balların suda çözünmeyen madde miktarı %0,023-0,131 aralığında saptanırken ıhlamur balının suda çözünmeyen madde miktarının %0,032-0,109 aralığında olduğu rapor edilmiştir [233]. Bu çalışmalarda elde edilen veriler ise bizim tespit ettiğimiz suda çözünmeyen madde miktarları ile benzer sonuçlar vermiştir.

4.2.11. Şeker Analizi

54 adet bal örneğinin glukoz, fruktoz ve sakkaroz içerikleri HPLC cihazı ile iki tekrarlı olarak ölçülmüş ve sonuçlar hesaplanmıştır. Balların glukoz (G), fruktoz (F) ve sakkaroz oranları, ortalama ve standart sapmaları (STD) Çizelge 4.86-88'de verilmiştir. G+F değerleri ile sakkaroz değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.96 ve 4.98'de, dönemlere göre dağılımı ise Şekil 4.97 ve 4.99'da verilmiştir. Ayrıca bal örneklerinin G+F, F/G ve G/Su analiz sonuçları ile kristalleşme durumları da Çizelge 4.89'da verilmiştir.

Çizelge 4.86. Numunelerin glukoz analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Glukoz1	Glukoz2	Ortalama	STD
1	2018/1	Gökbel	D	38,83	27,76	33,30	± 7,83
2	2018/1	Yamaç	M	37,82	28,30	33,06	± 6,74
3	2018/1	Hisar	E	43,60	30,58	37,09	± 9,20
4	2018/1	Yazıköy	S	40,31	30,21	35,26	± 7,14
5	2018/1	Kayaarkası	M	39,89	28,22	34,06	± 8,25
6	2018/1	Akmanlar	M	12,62	28,72	20,67*	± 11,39
7	2018/1	Esenköy	D	40,28	29,43	34,85	± 7,67
8	2018/1	Derebaşı	M	31,83	26,15	28,99	± 4,02
9	2018/1	Satuk	D	30,88	25,40	28,14	± 3,87
10	2018/1	Kayaarkası	M	30,79	24,89	27,84	± 4,17
11	2018/1	Derebaşı	E	39,52	28,28	33,90	± 7,95
12	2018/1	Hisar	E	38,41	28,60	33,50	± 6,93
13	2018/1	Satuk	D	31,30	26,70	29,00	± 3,25
14	2018/1	Kuzdağ	D	36,54	18,87	27,71	± 12,50
15	2018/1	Yamaç	M	37,68	31,58	34,63	± 4,32
16	2018/1	Akmanlar	M	34,19	26,32	30,26	± 5,57
17	2018/1	Güney	E	42,73	33,16	37,94	± 6,77
18	2018/2	Derebaşı	E	37,66	27,12	32,39	± 7,45
19	2018/2	Kuzdağ	M	41,35	30,44	35,90	± 7,71
20	2018/2	Esenköy	S	45,02	31,70	38,36	± 9,42
21	2018/2	Kuzdağ	S	31,50	23,39	27,44	± 5,74
22	2018/2	Güney	M	44,33	30,09	37,21	± 10,07
23	2018/2	Akmanlar	M	41,64	27,59	34,61	± 9,93
24	2018/2	Değirmenyanı	E	39,58	29,85	34,71	± 6,88
25	2018/2	Hisar	E	40,11	30,71	35,41	± 6,65
26	2018/2	Derebaşı	E	39,68	27,19	33,44	± 8,83
27	2018/2	Derebaşı	M	39,29	27,15	33,22	± 8,59
28	2018/2	Hisar	E	46,25	32,95	39,60	± 9,40
29	2018/2	Gökbel	D	43,07	31,21	37,14	± 8,38
30	2018/2	Yamaç	M	42,56	30,30	36,43	± 8,67
31	2018/2	Yamaç	M	43,29	43,37	43,33**	± 0,06
32	2018/2	Kayaarkası	M	42,19	30,67	36,43	± 8,15
33	2018/2	Kayaarkası	M	33,30	38,83	36,07	± 3,91
34	2018/2	Kuzdağ	M	33,06	37,82	35,44	± 3,37
35	2018/2	Kuzdağ	S	37,09	43,60	40,35	± 4,60
36	2019	Kuzdağ	S	35,26	40,31	37,78	± 3,57
37	2019	Satuk	M	34,06	39,89	36,98	± 4,13
38	2019	Yazıköy	M	25,67	24,62	25,14	± 0,74
39	2019	Kayaarkası	M	34,85	40,28	37,56	± 3,84
40	2019	Hisar	M	28,99	31,83	30,41	± 2,01
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	28,14	30,88	29,51	± 1,94
42	2019	Akmanlar	M	27,84	30,79	29,31	± 2,08

Çizelge 4.86. Numunelerin glukoz analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Glukoz1	Glukoz2	Ortalama	STD
43	2019	Güney	E	33,90	39,52	36,71	± 3,98
44	2019	Yamaç	E	33,50	38,41	35,96	± 3,47
45	2019	Derebaşı	M	29,00	31,30	30,15	± 1,63
46	2019	Kuzdağ	S	27,71	36,54	32,13	± 6,25
47	2019	Gökbel	D	34,63	37,68	36,15	± 2,16
48	2019	Yazıköy	D	30,26	34,19	32,22	± 2,78
49	2019	Esenköy	M	37,94	34,61	36,28	± 2,36
50	2019	Yamaç	M	32,39	34,71	33,55	± 1,64
51	2019	Derebaşı	E	35,90	35,41	35,65	± 0,35
52	2019	Hisar	E	38,36	33,44	35,90	± 3,48
53	2019	Kayaarkası	M	27,44	33,22	30,33	± 4,08
54	2019	Değirmenyanı	E	37,21	34,60	35,91	± 1,85

ORTALAMA

33,80 ±4,09

* en küçük değer; ** en büyük değer

Çizelge 4.87. Numunelerin fruktoz analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Fruktoz 1	Fruktoz 2	Ortalama	STD
1	2018/1	Gökbel	D	33,62	36,20	34,91	± 1,83
2	2018/1	Yamaç	M	36,25	39,29	37,77	± 2,15
3	2018/1	Hisar	E	39,06	42,05	40,55**	± 2,11
4	2018/1	Yazıköy	S	33,84	36,91	35,38	± 2,17
5	2018/1	Kayaarkası	M	32,99	35,22	34,10	± 1,57
6	2018/1	Akmanlar	M	29,55	36,41	32,98	± 4,85
7	2018/1	Esenköy	D	33,38	36,85	35,11	± 2,46
8	2018/1	Derebaşı	M	30,62	34,90	32,76	± 3,03
9	2018/1	Satuk	D	30,86	35,26	33,06	± 3,11
10	2018/1	Kayaarkası	M	34,62	38,88	36,75	± 3,02
11	2018/1	Derebaşı	E	34,76	37,02	35,89	± 1,60
12	2018/1	Hisar	E	35,41	38,05	36,73	± 1,87
13	2018/1	Satuk	D	29,52	34,74	32,13	± 3,69
14	2018/1	Kuzdağ	D	29,89	31,91	30,90*	± 1,43
15	2018/1	Yamaç	M	33,77	38,75	36,26	± 3,52
16	2018/1	Akmanlar	M	32,66	36,51	34,58	± 2,72
17	2018/1	Güney	E	32,76	39,45	36,11	± 4,73
18	2018/2	Derebaşı	E	31,65	34,82	33,23	± 2,24
19	2018/2	Kuzdağ	M	33,65	36,96	35,31	± 2,34

Çizelge 4.87. Numunelerin fruktoz analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Fruktoz 1	Fruktoz 2	Ortalama	STD
20	2018/2	Esenköy	S	34,25	37,52	35,89	± 2,32
21	2018/2	Kuzdağ	S	34,76	38,78	36,77	± 2,84
22	2018/2	Güney	M	32,79	38,49	35,64	± 4,03
23	2018/2	Akmanlar	M	30,95	35,96	33,46	± 3,54
24	2018/2	Değirmenyanı	E	30,72	37,77	34,25	± 4,98
25	2018/2	Hisar	E	32,36	38,21	35,29	± 4,14
26	2018/2	Derebaşı	E	29,60	33,44	31,52	± 2,72
27	2018/2	Derebaşı	M	32,94	35,81	34,37	± 2,03
28	2018/2	Hisar	E	34,37	39,72	37,04	± 3,78
29	2018/2	Gökbel	D	32,01	36,75	34,38	± 3,36
30	2018/2	Yamaç	M	33,40	37,17	35,28	± 2,67
31	2018/2	Yamaç	M	31,49	31,05	31,27	± 0,30
32	2018/2	Kayaarkası	M	29,68	35,78	32,73	± 4,31
33	2018/2	Kayaarkası	M	34,91	35,64	35,28	± 0,51
34	2018/2	Kuzdağ	M	37,77	33,46	35,61	± 3,05
35	2018/2	Kuzdağ	S	40,55	34,25	37,40	± 4,46
36	2019	Kuzdağ	S	35,38	35,29	35,33	± 0,06
37	2019	Satuk	M	34,10	31,52	32,81	± 1,83
38	2019	Yazıköy	M	32,98	34,37	33,68	± 0,98
39	2019	Kayaarkası	M	35,11	37,04	36,08	± 1,36
40	2019	Hisar	M	32,76	34,38	33,57	± 1,14
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	33,06	35,28	34,17	± 1,57
42	2019	Akmanlar	M	36,75	31,27	34,01	± 3,87
43	2019	Güney	E	35,89	32,73	34,31	± 2,23
44	2019	Yamaç	E	36,73	32,94	34,84	± 2,68
45	2019	Derebaşı	M	32,13	34,37	33,25	± 1,58
46	2019	Kuzdağ	S	30,90	32,01	31,46	± 0,78
47	2019	Gökbel	D	36,26	33,40	34,83	± 2,03
48	2019	Yazıköy	D	34,58	31,49	33,03	± 2,19
49	2019	Esenköy	M	36,11	29,68	32,89	± 4,54
50	2019	Yamaç	M	33,23	36,85	35,04	± 2,56
51	2019	Derebaşı	E	35,31	34,90	35,11	± 0,28
52	2019	Hisar	E	35,89	35,26	35,57	± 0,45
53	2019	Kayaarkası	M	36,77	38,88	37,83	± 1,49
54	2019	Değirmenyanı	E	32,99	31,91	32,45	± 0,76

ORTALAMA

34,65 ±1,86

* en küçük değer; ** en büyük değer

Çizelge 4.88. Numunelerin sakkaroz analiz sonuçları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Sakkaroz 1	Sakkaroz 2	Ortalama	STD
1	2018/1	Gökbel	D	2,11	3,80	2,95	± 1,20
2	2018/1	Yamaç	M	1,69	1,97	1,83	± 0,20
3	2018/1	Hisar	E	2,75	2,02	2,38	± 0,52
4	2018/1	Yazıköy	S	1,22	1,40	1,31	± 0,13
5	2018/1	Kayaarkası	M	6,01	1,77	3,89**	± 3,00
6	2018/1	Akmanlar	M	1,02	1,73	1,38	± 0,50
7	2018/1	Esenköy	D	2,67	2,10	2,39	± 0,40
8	2018/1	Derebaşı	M	1,46	1,43	1,44	± 0,02
9	2018/1	Satuk	D	2,12	2,63	2,37	± 0,36
10	2018/1	Kayaarkası	M	1,47	1,59	1,53	± 0,09
11	2018/1	Derebaşı	E	2,08	1,70	1,89	± 0,26
12	2018/1	Hisar	E	1,84	1,69	1,77	± 0,11
13	2018/1	Satuk	D	0,99	1,89	1,44	± 0,63
14	2018/1	Kuzdağ	D	1,72	1,03	1,37	± 0,49
15	2018/1	Yamaç	M	1,49	2,08	1,79	± 0,41
16	2018/1	Akmanlar	M	1,26	1,85	1,56	± 0,42
17	2018/1	Güney	E	1,21	1,38	1,29	± 0,12
18	2018/2	Derebaşı	E	1,63	1,57	1,60	± 0,04
19	2018/2	Kuzdağ	M	1,19	1,97	1,58	± 0,55
20	2018/2	Esenköy	S	0,45	1,13	0,79*	± 0,49
21	2018/2	Kuzdağ	S	1,68	1,44	1,56	± 0,17
22	2018/2	Güney	M	1,95	1,93	1,94	± 0,01
23	2018/2	Akmanlar	M	1,49	2,01	1,75	± 0,37
24	2018/2	Değirmenyanı	E	0,52	1,87	1,19	± 0,95
25	2018/2	Hisar	E	0,54	2,54	1,54	± 1,42
26	2018/2	Derebaşı	E	1,46	1,57	1,52	± 0,08
27	2018/2	Derebaşı	M	0,38	1,25	0,82	± 0,62
28	2018/2	Hisar	E	1,18	1,50	1,34	± 0,23
29	2018/2	Gökbel	D	0,36	1,48	0,92	± 0,79
30	2018/2	Yamaç	M	2,97	1,94	2,46	± 0,73
31	2018/2	Yamaç	M	2,06	0,71	1,38	± 0,95
32	2018/2	Kayaarkası	M	0,58	2,90	1,74	± 1,64
33	2018/2	Kayaarkası	M	2,95	1,60	2,27	± 0,96
34	2018/2	Kuzdağ	M	1,83	1,58	1,71	± 0,18
35	2018/2	Kuzdağ	S	2,38	0,79	1,59	± 1,13
36	2019	Kuzdağ	S	1,31	1,56	1,43	± 0,18
37	2019	Satuk	M	3,89	1,94	2,92	± 1,38
38	2019	Yazıköy	M	1,38	1,75	1,56	± 0,26
39	2019	Kayaarkası	M	2,39	1,19	1,79	± 0,85
40	2019	Hisar	M	1,44	1,54	1,49	± 0,07
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	2,37	1,52	1,95	± 0,60
42	2019	Akmanlar	M	1,53	0,82	1,17	± 0,50

Çizelge 4.88. Numunelerin sakkaroz analiz sonuçları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	Sakkaroz 1	Sakkaroz 2	Ortalama	STD
43	2019	Güney	E	1,89	1,34	1,62	± 0,39
44	2019	Yamaç	E	1,77	0,92	1,34	± 0,60
45	2019	Derebaşı	M	1,44	2,46	1,95	± 0,72
46	2019	Kuzdağ	S	1,37	1,38	1,38	± 0,01
47	2019	Gökbel	D	1,79	1,74	1,76	± 0,03
48	2019	Yazıköy	D	1,56	2,39	1,97	± 0,59
49	2019	Esenköy	M	1,29	1,44	1,37	± 0,11
50	2019	Yamaç	M	1,77	2,37	2,07	± 0,43
51	2019	Derebaşı	E	1,73	1,63	1,68	± 0,07
52	2019	Hisar	E	1,60	1,54	1,57	± 0,04
53	2019	Kayaarkası	M	1,43	1,52	1,47	± 0,07
54	2019	Değirmenyanı	E	1,42	1,03	1,22	± 0,28
ORTALAMA						1,70 ±0,53	

* en küçük değer; ** en büyük değer

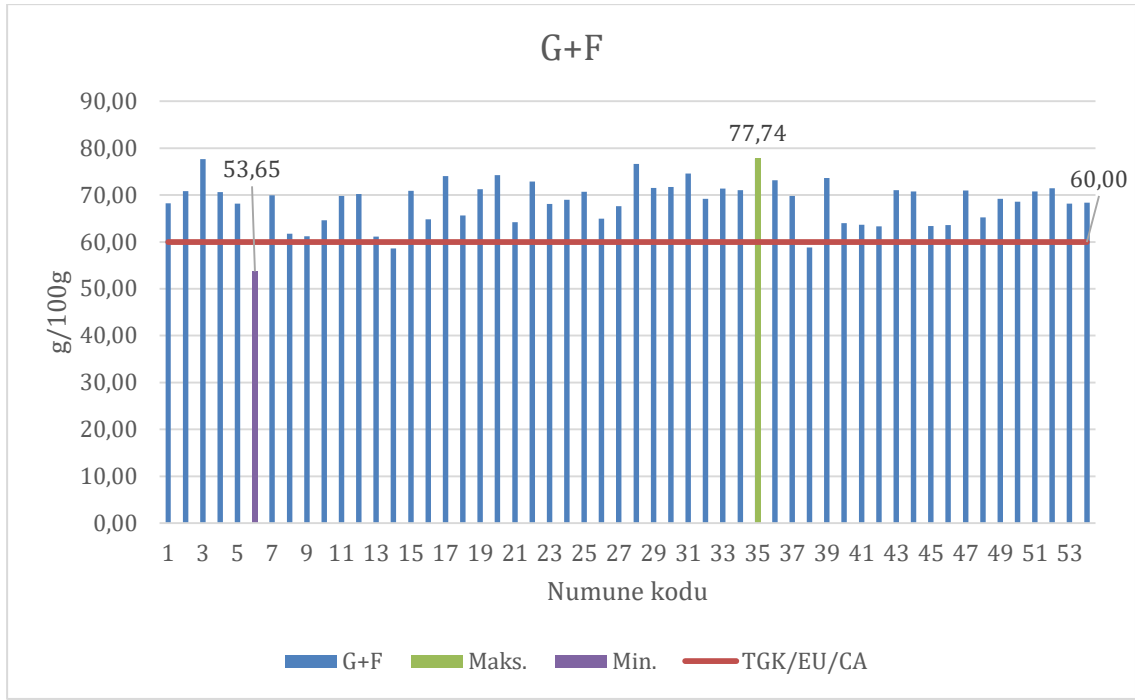
Çizelge 4.89. Numunelerin G+F, F/G ve G/Su analiz sonuçları ile kristalleşme durumları

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	G+F g/100 g	F/G	G/Su	Kristalleşme
1	2018/1	Gökbel	D	68,21	1,05	1,80	Kristalize -Akışkan
2	2018/1	Yamaç	M	70,83	1,14	2,25	Kristalize -Akışkan
3	2018/1	Hisar	E	77,64	1,09	1,94	Yarı kristalize
4	2018/1	Yazıköy	S	70,64	1,00	2,18	Kristalize -Akışkan
5	2018/1	Kayaarkası	M	68,16	1,00	1,70	Yarı kristalize
6	2018/1	Akmanlar	M	53,65*	1,60**	1,10*	¾ kristalize
7	2018/1	Esenköy	D	69,97	1,01	1,81	¾ kristalize
8	2018/1	Derebaşı	M	61,75	1,13	1,53	Kristalize -Akışkan
9	2018/1	Satuk	D	61,20	1,17	1,66	¾ kristalize
10	2018/1	Kayaarkası	M	64,59	1,32	1,41	¾ kristalize
11	2018/1	Derebaşı	E	69,79	1,06	1,89	Yarı kristalize
12	2018/1	Hisar	E	70,24	1,10	1,84	¾ kristalize
13	2018/1	Satuk	D	61,13	1,11	1,75	Kristalize -Akışkan
14	2018/1	Kuzdağ	D	58,61	1,12	1,48	Kristalize -Akışkan
15	2018/1	Yamaç	M	70,89	1,05	2,05	¾ kristalize
16	2018/1	Akmanlar	M	64,84	1,14	1,82	Yarı kristalize
17	2018/1	Güney	E	74,05	0,95	2,12	Kristalize -Akışkan
18	2018/2	Derebaşı	E	65,62	1,03	1,78	Yarı kristalize
19	2018/2	Kuzdağ	M	71,20	0,98	2,39	Kristalize -Akışkan
20	2018/2	Esenköy	S	74,25	0,94	2,37	Kristalize -Akışkan

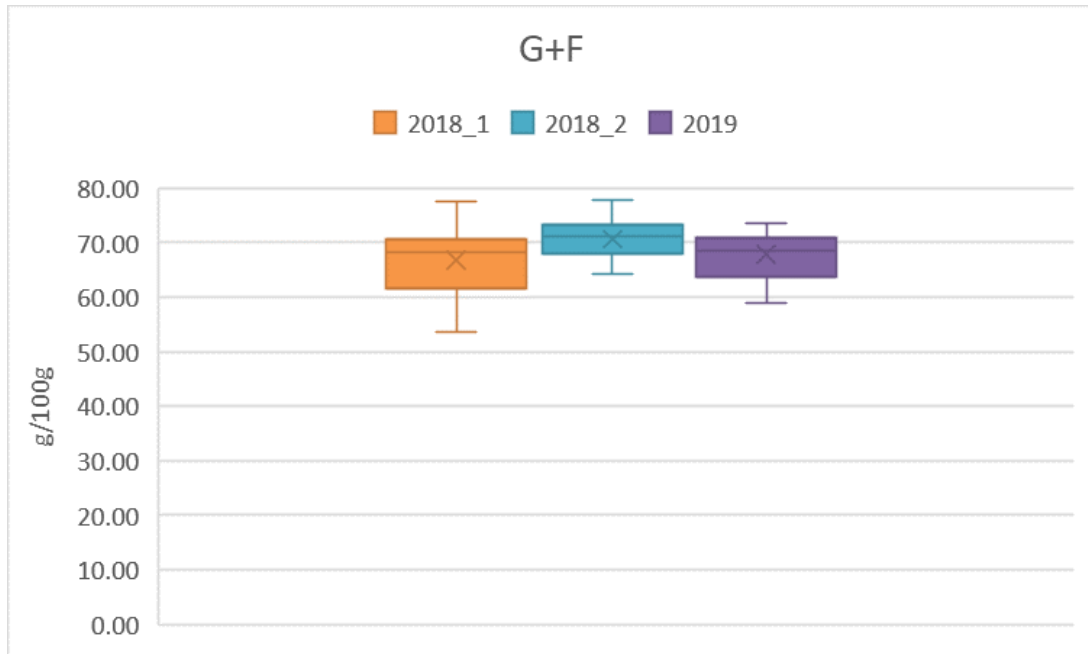
Çizelge 4.89. Numunelerin G+F, F/G ve G/Su analiz sonuçları ile kristalleşme durumları (devam ediyor)

No	Yıl	Bölge	<i>Tilia</i> Polen Oranı	G+F g/100 g	F/G	G/Su	Kristalleşme
21	2018/2	Kuzdağ	S	64,22	1,34	1,61	Akışkan
22	2018/2	Güney	M	72,85	0,96	2,11	Kristalize -Akışkan
23	2018/2	Akmanlar	M	68,07	0,97	1,99	Kristalize-Akışkan
24	2018/2	Değirmenyanı	E	68,96	0,99	2,04	Akışkan
25	2018/2	Hisar	E	70,70	1,00	2,05	¼ kristalize
26	2018/2	Derebaşı	E	64,96	0,94	1,76	¼ kristalize
27	2018/2	Derebaşı	M	67,59	1,03	2,28	Kristalize-Akışkan
28	2018/2	Hisar	E	76,64	0,94	2,39	Kristalize-Akışkan
29	2018/2	Gökbel	D	71,52	0,93	1,94	Yarı kristalize
30	2018/2	Yamaç	M	71,71	0,97	2,06	¾ kristalize
31	2018/2	Yamaç	M	74,60	0,72*	2,47**	Kristalize-Akışkan
32	2018/2	Kayaarkası	M	69,16	0,90	1,96	Kristalize-Akışkan
33	2018/2	Kayaarkası	M	71,34	0,98	2,03	Yarı kristalize
34	2018/2	Kuzdağ	M	71,05	1,00	1,83	Yarı kristalize
35	2018/2	Kuzdağ	S	77,74**	0,93	2,14	Yarı kristalize
36	2019	Kuzdağ	S	73,12	0,94	1,99	Yarı kristalize
37	2019	Satuk	M	69,79	0,89	2,28	¾ kristalize
38	2019	Yazıköy	M	58,82	1,34	1,53	Kristalize-Akışkan
39	2019	Kayaarkası	M	73,64	0,96	2,05	Yarı kristalize
40	2019	Hisar	M	63,98	1,10	1,74	Yarı kristalize
41	2019	İsmetpaşa Mh	M	63,68	1,16	1,62	Akışkan
42	2019	Akmanlar	M	63,32	1,16	1,68	Kristalize-Akışkan
43	2019	Güney	E	71,02	0,93	2,16	Kristalize-Akışkan
44	2019	Yamaç	E	70,79	0,97	2,33	Kristalize-Akışkan
45	2019	Derebaşı	M	63,40	1,10	1,67	¼ kristalize
46	2019	Kuzdağ	S	63,58	0,98	1,79	Yarı kristalize
47	2019	Gökbel	D	70,99	0,96	2,31	Kristalize-Akışkan
48	2019	Yazıköy	D	65,26	1,03	1,94	Kristalize-Akışkan
49	2019	Esenköy	M	69,17	0,91	2,03	Kristalize-Akışkan
50	2019	Yamaç	M	68,59	1,04	1,86	Kristalize-Akışkan
51	2019	Derebaşı	E	70,76	0,98	1,96	¼ kristalize
52	2019	Hisar	E	71,47	0,99	2,05	Yarı kristalize
53	2019	Kayaarkası	M	68,16	1,25	1,72	Yarı kristalize
54	2019	Değirmenyanı	E	68,36	0,90	2,11	Akışkan
ORTALAMA				68,45	1,04	1,93	
				±	±	±	
				4,90	0,14	0,28	

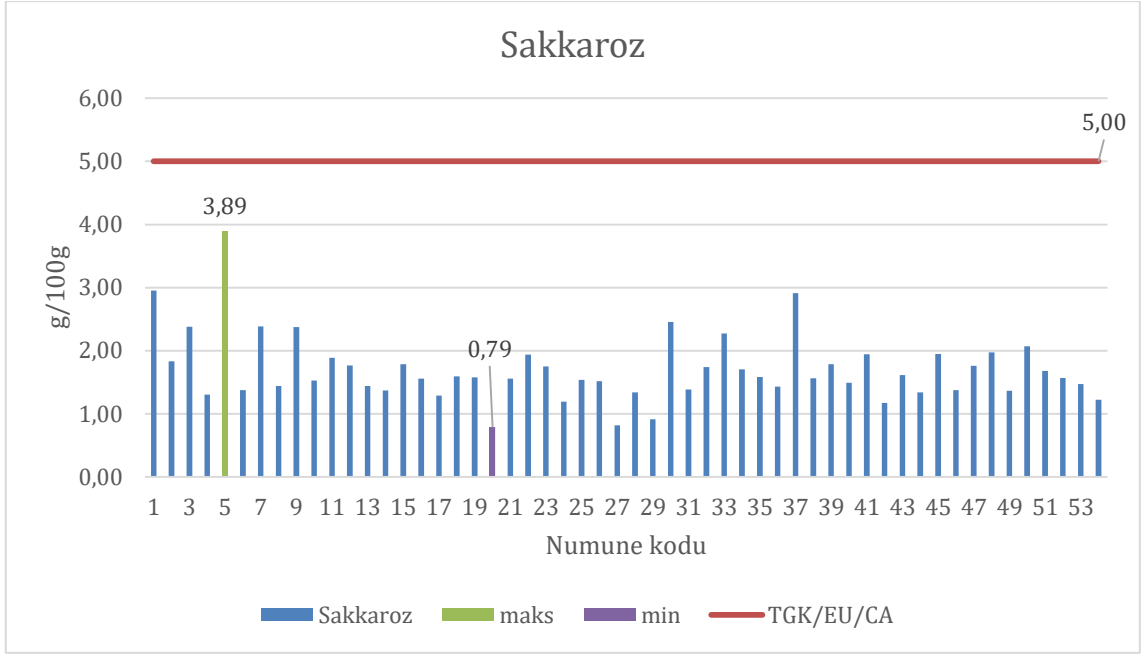
* en küçük değer; ** en büyük değer



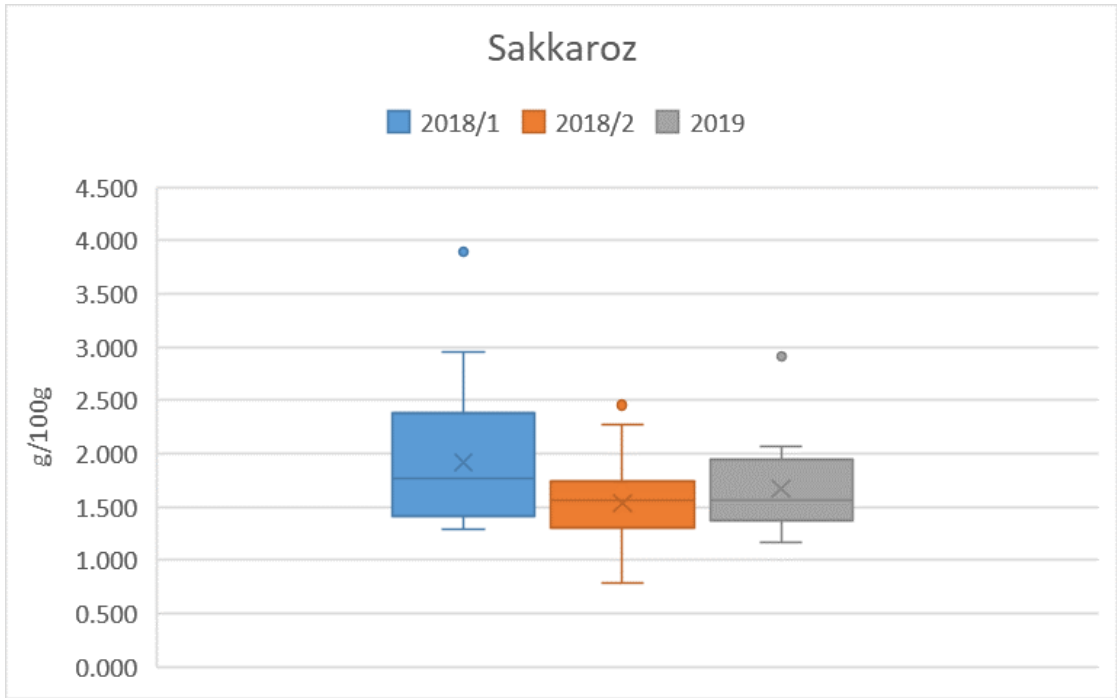
Şekil 4.96. G+F değerleri bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.97. G+F değerleri dönemlere göre dağılımı



Şekil 4.98. Sakkaroz değerlerinin bal örneklerine göre dağılımı



Şekil 4.99. Sakkaroz değerlerinin dönemlere göre dağılımı

Bal örneklerinin glukoz değerleri ortalaması $33,80 \pm 4,09$ g/100 g olarak saptanmıştır. En yüksek glukoz değeri 43,33 g/100 g ile 31 numaralı numunede görülmüş olup bu bal Yamaç bölgesinde üretilmiştir ve minör oranda *Tilia* poleni içermektedir. En düşük glukoz içeriğine sahip bal ise 20,67 g/100 g değeriyle Akmanlar bölgesinde üretilmiş olup minör oranda *Tilia* poleni içeren 6 numaralı örnektir.

Balların glukoz içerikleri, *Tilia* polen içerikleri ile karşılaştırıldığında dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların glukoz içeriği 32,31 g/100 g; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların glukoz içeriği 35,22 g/100 g; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların glukoz içeriği 32,98 g/100 g ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların glukoz içeriği 35,58 g/100 g olarak saptanmıştır.

Balların toplanma dönemleri ile glukoz oranları karşılaştırıldığında; 2018/1 dönemi ballarında ortalama değer 31,78 g/100 g; 2018/2 ballarında ortalama değer 35,97 g/100 g; 2019 dönemi ballarındaki ortalama değer ise 33,56 g/100 g olmuştur.

Analiz edilen 54 bal numunesinin fruktoz içeriği ortalaması $34,65 \pm 1,86$ g/100 g olarak tespit edilmiştir. En düşük fruktoz içeriğine sahip numune 30,90 g/100 g değeri ile 14 numaralı örnek olup, bu bal Kuzdağ bölgesinde üretilmiş olan ve dominant *Tilia* balıdır. En yüksek fruktoz içeriğine sahip bal ise 40,55 g/100 g değeri ile 3 numaralı numune olmuştur. Bu bal eser oranda *Tilia* poleni içermekte olup Hisar bölgesinde üretilmiştir.

Balların fruktoz içerikleri ile *Tilia* polen oranları karşılaştırmalı olarak incelendiğinde dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların fruktoz içeriği 33,54 g/100 g; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların fruktoz içeriği 35,37 g/100 g; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların fruktoz içeriği 35,52 g/100 g ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların glukoz içeriği 35,21 g/100 g olarak saptanmıştır.

Fruktoz içerikleri dönemlere göre kıyaslandığında ise; 2018/1 dönemi ballarının fruktoz içeriği 35,06 g/100 g; 2018/2 dönemi ballarının fruktoz içeriği 34,71 g/100 g ve 2019 dönemi ballarının fruktoz içeriği 34,22 g/100 g olarak hesaplanmıştır.

Analiz edilen balların G+F değerleri ortalaması $68,45 \pm 4,90$ g/100 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek G+F değerine sahip numune 77,74 g/100 g değeriyle 35 numaralı bal olup bu bal Kuzdağ bölgesinde üretilmiş olup sekonder oranda *Tilia* poleni içermektedir. En düşük G+F değerine sahip örnek ise Akmanlar bölgesinde üretilen ve minör oranda *Tilia* poleni içeren 6 numaralı numune olup G+F değeri 53,65 g/100 g olarak tespit edilmiştir.

Balların G+F içerikleri ile *Tilia* polen içerikleri karşılaştırıldığında; dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların G+F içeriği 65,86 g/100 g; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların G+F içeriği 70,59 g/100 g; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların G+F içeriği 67,49 g/100 g ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların G+F içeriği 70,79 g/100 g olarak saptanmıştır.

G+F içeriklerinin dönemlere göre karşılaştırılması yapıldığında; 2018/1 dönemi ballarının G+F içeriği 66,83 g/100 g; 2018/2 dönemi ballarının G+F içeriği 70,68 g/100 g ve 2019 dönemi ballarının G+F içeriği 67,78 g/100 g olarak hesaplanmıştır.

Bal örneklerinin F/G oranı ortalaması $1,04 \pm 0,14$ olarak tespit edilmiş olup F/G oranı açısından en küçük değer 0,72 ile 31 numaralı numunede, en büyük değer ise 1,60 ile 6 numaralı örnekte görülmüştür.

F/G oranları *Tilia* polen içerikleri ile kıyaslandığında; dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların F/G oranı 1,05; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların F/G oranı 1,02; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların F/G oranı 1,07 ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların F/G oranı 0,99 olarak saptanmıştır.

Balların toplanma dönemlerine göre; 2018/1 dönemi ballarının F/G oranı 1,12; 2018/2 dönemi ballarının F/G oranı 0,97 ve 2019 dönemi ballarının F/G oranı 1,03 olarak hesaplanmıştır.

Balların sakkaroz içeriği ortalaması ise $1,70 \pm 0,53$ g/100 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek sakkaroz içeriğine sahip numune 3,89 g/100 g değeri ile 5 numaralı bal olup minör oranda *Tilia* poleni içeren bu örnek Kayaarkası bölgesinde üretilmiştir. En düşük sakkaroz değerine sahip bal ise 0,79 g/100 g değerine ile 20 numaralı numune olmuştur. Bu bal sekonder oranda *Tilia* poleni içermekte olup Esenköy bölgesinde üretilmiştir.

Balların *Tilia* polen oranları ile sakkaroz içerikleri kıyaslandığında; dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların sakkaroz içeriği 1,90 g/100 g; sekonder oranda *Tilia* poleni içeren balların sakkaroz içeriği 1,34 g/100 g; minör oranda *Tilia* poleni içeren balların sakkaroz içeriği 1,80 g/100 g ve eser oranda *Tilia* poleni içeren balların sakkaroz içeriği 1,57 g/100 g olarak tespit edilmiştir.

Sakkaroz içerikleri dönemlere göre gruplandırıldığında; 2018/1 dönemi ballarının sakkaroz içeriği 1,92 g/100 g; 2018/2 dönemi ballarının sakkaroz içeriği 1,54 g/100 g; 2019 dönemi ballarının sakkaroz içeriği ise 1,67 g/100 g olarak saptanmıştır.

Balların G+F ve sakkaroz değerlerinin dönemlere veya *Tilia* polen oranlarına göre anlamlı bir farka sahip olup olmadığını istatistiksel olarak test edebilmek amacıyla;

G+F ve sakkaroz analiz değerleri normalite testine tabi tutulmuş ve G+F verilerinin normal dağılım gösterdiği, sakkaroz verilerinin ise normal dağılım göstermediği saptanmıştır (Çizelge 4.90). G+F değerlerinin varyans analizleri ANOVA ile; sakkaroz verilerinin varyans analizleri ise Kruskal Wallis ile gerçekleştirilmiş ve hem toplanma dönemlerine hem de *Tilia* polen oranlarına göre G+F ve sakkaroz miktarları arasındaki fark test edilmiştir. Varyans analiz sonuçları G+F miktarının dönemler arasında fark gösterdiğini ancak *Tilia* polen oranlarına göre gruplandırıldığında anlamlı bir farkın olmadığını göstermiştir. Sakkaroz analiz verilerinde ise ne toplanma dönemlerine ne de *Tilia* polen oranlarına göre fark tespit edilememiştir (Çizelge 4.90).

Çizelge 4.90. G+F ve sakkaroz analiz verilerinin normalite ve varyans testleri

Değişken	Shapiro-Wilk	ANOVA**		Kruskal Wallis**	
	normalite testi	Dönem	<i>Tilia</i> oranı	Dönem	<i>Tilia</i> oranı
	p-değeri*	p-değeri	p-değeri	p-değeri	p-değeri
G+F	0,08292	0,0487	0,0512		
Sakkaroz	$3,731 \times 10^{-5}$			0,3869	0,0884

* $p > 0,05$ ise normal dağılım gösterir.

**Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

Çizelge 4.91. G+F analiz verilerinin Tukey testi

Tukey *			
Değişken		p-değeri*	
G+F	Dönem	2018/1-2018/2	0,0499668
		2018/1- 2019	0,8183938
		2018/2- 2019	0,1581216

*Koyu renk ile verilenler anlamlı farklılık göstermektedir (Anlamlılık derecesi $p < 0,05$)

G+F verilerinin Tukey testi sonuçlarına göre yalnızca 2018/1 dönemi ile 2018/2 dönemi arasında fark olduğu ancak p değerinin 0,05'e çok yakın olması sebebi ile bu farkın önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.91).

Ulusal ve uluslararası mevzuatlara göre balın fruktoz ve glukoz değerleri toplamı çiçek ballarında en az 60g/100 g, salgı ballarında en az 45g/100 g; fruktoz/glukoz değeri ise çiçek ballarında 0,9-1,4 aralığında (kestane 1,0-1,85, akasya 1,2-1,85, kekik 1,0-1,65), salgı ballarında ise 1,0-1,4 aralığında olmalıdır. Ayrıca balın sakkaroz değeri en fazla 5 g/100 g olmalıdır [17,42,43].

Bu çalışmada analiz edilen balların çoğunluğu G+F, F/G ve sakkaroz içeriği açısından mevzuatta belirtilen sınır değerleri ile uyumludur. Ancak G+F değeri bakımından 6, 14 ve 38 numaralı numuneler sınır değerinin altında kalmıştır. F/G oranı açısından ise 31

numaralı örnek mevzuattaki 0,9 alt sınırından düşük, 6 numaralı numune 1,4 üst sınırından yüksek bulunmuştur.

Gül'ün Türkiye'de üretilen 10 farklı monofloral bal ile yaptığı çalışmada ıhlamur balının invert şeker miktarı %78,08 \pm 0,74 g, sakkaroz miktarı %2,67 \pm 0,54 g olarak kestane balının invert şeker miktarı %69,77 \pm 0,56 g, sakkaroz miktarı ise %1,89 \pm 0,28 g olarak tespit edilmiştir [131]. Eremia ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise ıhlamur balının invert şeker içeriği %91,64 g, sakkaroz içeriği %2,85 olarak bildirilmiştir [234]. Bu çalışmalar sakkaroz içeriği bakımından bizim çalışmamızla uyumlu ancak invert şeker miktarı bizim çalışmamızdakinden daha yüksektir.

İtalya monofloral balları ile yapılan çalışmada ıhlamur balının G+F değeri 68,7 \pm 5,2 g/100 g, sakkaroz değeri 0,1 \pm 0,1 g/100 g, F/G değeri ise 1,27 \pm 0,13 olarak tespit edilmiştir [130]. Persano Oddo ve Piro'nun Avrupa monofloral balları ile yaptıkları çalışmada ıhlamur balının G+F değeri 69,5 \pm 4,0 g/100 g, sakkaroz miktarı 1,2 \pm 1,9 g/100 g, F/G oranı ise 1,18 \pm 0,12 olarak bildirilmiştir [135]. Ciric ve arkadaşlarının 2016-2017 yıllarında Bosna Hersek'te üretilen ballar ile yaptıkları çalışmada ıhlamur balının invert şeker içeriği 73,36 \pm 3,99 g/100 g, sakkaroz içeriği 2,44 \pm 1,25 g/100 g; kestane balının invert şeker içeriği 73,57 \pm 5,62 g/100 g, sakkaroz içeriği 1,73 \pm 0,45 g/100 g; çiçek balının invert şeker içeriği 71,11 \pm 6,20 g/100 g, sakkaroz içeriği 2,95 \pm 1,51 g/100 g, adaçayı balının invert şeker içeriği 72,80 \pm 2,80 g/100 g, sakkaroz içeriği 2,63 \pm 1,00 g/100 g ve salgi balının invert şeker içeriği 59,57 \pm 12,93 g/100 g, sakkaroz içeriği ise 2,47 \pm 0,89 g/100 g olarak tespit edilmiştir [230]. Matovic ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ıhlamur balının invert şeker içeriği 77,40 \pm 1,55 g/100 g, sakkaroz içeriği 2,60 \pm 0,18 g/100 g olarak bildirilmiştir [232]. Sırbistan balları ile yapılan çalışmada ıhlamur balının invert şeker oranı 68,85 \pm 2,47 g/100 g, sakkaroz oranı 3,24 \pm 0,94 g/100 g; karışık çiçek balının invert şeker oranı 71,83 \pm 4,04 g/100 g, sakkaroz oranı 2,54 \pm 1,38 g/100 g; salgi balının invert şeker oranı 62,77 \pm 3,31 g/100 g, sakkaroz oranı 4,01 \pm 0,60 g/100 g; akasya balının ise invert şeker oranı 67,65 \pm 1,90 g/100 g, sakkaroz oranı 5,49 \pm 1,02 g/100 g olarak saptanmıştır [231]. Tüm bu çalışmalarda ıhlamur balı için elde edilen bulgular bizim verilerimizle benzerlik göstermektedir.

Pauliuc ve arkadaşlarının Romanya'nın Suceava, Neamt ve Iasi şehirlerinde 2020 yılında üretilen 22 farklı ıhlamur balı ile yaptıkları çalışmada ıhlamur ballarının fruktoz içeriği %31,94-35,22 g, glukoz içeriği %26,76-33,15 g, sakkaroz içeriği %0-2,20 g aralığında ve F/G oranı ise 1,15 olarak bulunmuştur [136]. Bu çalışmada elde edilen veriler glukoz içeriği hariç bizim verilerimizle uyumludur. Bizim çalışmamızda glukoz içeriği daha yüksek bulunmuştur.

Oroian ve arkadaşlarının Romanya balları ile yaptıkları çalışmada ıhlamur balının fruktoz içeriği $40,98 \pm 1,38$, glukoz içeriği $32,61 \pm 1,64$ ve F/G oranı $1,29 \pm 0,29$ olarak bildirilmiştir [139]. Kadar ve arkadaşlarının Romanya ve Çekya'da üretilen ballarla yaptıkları çalışmada ıhlamur balının fruktoz içeriği 40,14 g/100 g, glukoz içeriği 29,90 g/100 g, sakkaroz içeriği ise 1,72 g/100 g olarak tespit edilmiştir [143]. Scripca ve Amariei'nin yaptığı çalışmada ıhlamur balının invert şeker içeriği $73,5 \pm 0,10$ g/100 g, F/G oranı ise 1,2 olarak saptanmıştır [149]. Bu çalışmalardan elde edilen veriler bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Juan-Borras ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise; Romanya'da üretilen ıhlamur ballarının glukoz değeri %29,7, fruktoz değeri %41,3, sakkaroz değeri %0,9 olarak bulunurken Çekya'da üretilen ıhlamur ballarının glukoz değeri %33,1, fruktoz değeri %41,9, sakkaroz değeri %1,5 olarak rapor edilmiştir [77]. Bu çalışmada elde edilen fruktoz değerleri bizim çalışmamızda elde edilen fruktoz değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Tomczyk ve arkadaşlarının Slovakya ve Polonya balları ile yaptıkları çalışmada, Polonya ıhlamur ballarının fruktoz içeriği $36,89 \pm 3,26$ g/100 g, glukoz içeriği $28,43 \pm 1,37$ g/100 g, sakkaroz içeriği $6,12 \pm 1,32$ g/100 g; Slovakya ıhlamur ballarının fruktoz içeriği $38,15 \pm 2,35$ g/100 g, glukoz içeriği $28,21 \pm 1,81$ g/100 g, sakkaroz içeriği $4,68 \pm 1,22$ g/100 g olarak saptanmıştır [147]. Bu çalışmadan elde edilen glukoz ve fruktoz verilerinin bizim çalışmamızla benzerlik gösterdiği ancak sakkaroz içeriklerinin bizim bulgularımızdan daha yüksek olduğu görülmektedir.

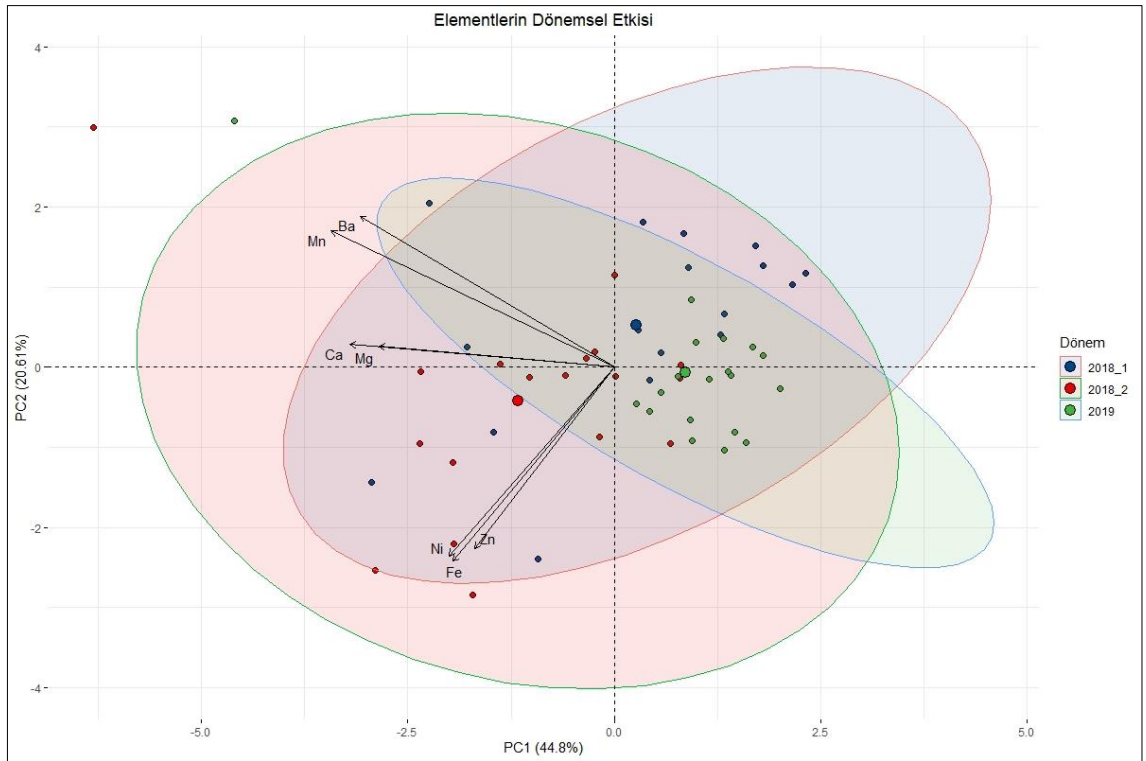
4.2.12. Temel Bileşenler Analizi (PCA)

Çalışmada yer alan ballar toplanma dönemleri ve *Tilia* polen içerikleri bakımından gruplandırıldığında; elde edilen analiz verilerinin gruplar arasındaki farklılığa katkı oranlarını saptayabilmek, değişkenler ile bal grupları arasında ilişki kurabilmek ve verileri iki boyutta görselleştirebilmek amacıyla tanımlayıcı bir araç olarak temel bileşenler analizi yapılmıştır. Temel bileşenler analizi öncelikle element ve fizikokimyasal analiz verilerinin ayrı ayrı dönemsel ve *Tilia* polen oranları açısından etkisini gözlemlemek için ardından tüm analiz verilerinin dönemsel ve *Tilia* polen oranları açısından birleşik etkisini göstermek üzere yapılmıştır.

Analiz edilen balların toplanma dönemi ile element içeriği arasındaki farklılığa her bir elementin katkısının önem derecesini belirlemek amacıyla yapılan PCA sonuçlarını gösteren grafik Şekil 4.100'de, PCA analizinde kullanılan en önemli karakterler ise Çizelge 4.92'de verilmiştir. Elde edilen verilerdeki varyasyonu açıklamak için özdeğerlerinden dolayı sadece ilk 3 bileşen (PC1, PC2, PC3) ele alınmıştır. Bu üç bileşen, örnekler arasındaki farklılığı %76,607 oranında açıklamaya yetmektedir. PC1 incelenen ballardaki toplam varyasyonu %44,801 oranında açıklamıştır. PC1'de varyasyon oranından dolayı en fazla katkı veren elementler Mn, Ca, Ba olarak tespit edilmiştir. PC2 toplam varyasyonu %20,617 oranında açıklamıştır. Fe, Ni ve Zn ikinci bileşene en fazla katkı sağlayan değişkenler olmuştur. PC3 ise toplam varyasyonu %11,190 oranında açıklamıştır. Ba ve Mg üçüncü bileşeni ayırmada katkı veren değişkenler olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.92). Çalışma sonucunda Mn, Ca, Ba, Fe, Ni ve Zn içeriklerinin balların dönemsel ayırımında %65,418 oranında belirleyici karakterler olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.92. Elementlerin dönemsel etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
Ca	-0,799	0,071	-0,291
Mg	-0,711	0,065	-0,394
Mn	-0,856	0,425	0,196
Fe	-0,488	-0,605	0,191
Ni	-0,500	-0,588	0,475
Zn	-0,423	-0,566	-0,424
Ba	-0,769	0,470	0,251
Özdeğer	3,136	1,443	0,783
Yüzde (%)	44,801	20,617	11,190
Kümülatif yüzde (%)	44,801	65,418	76,608

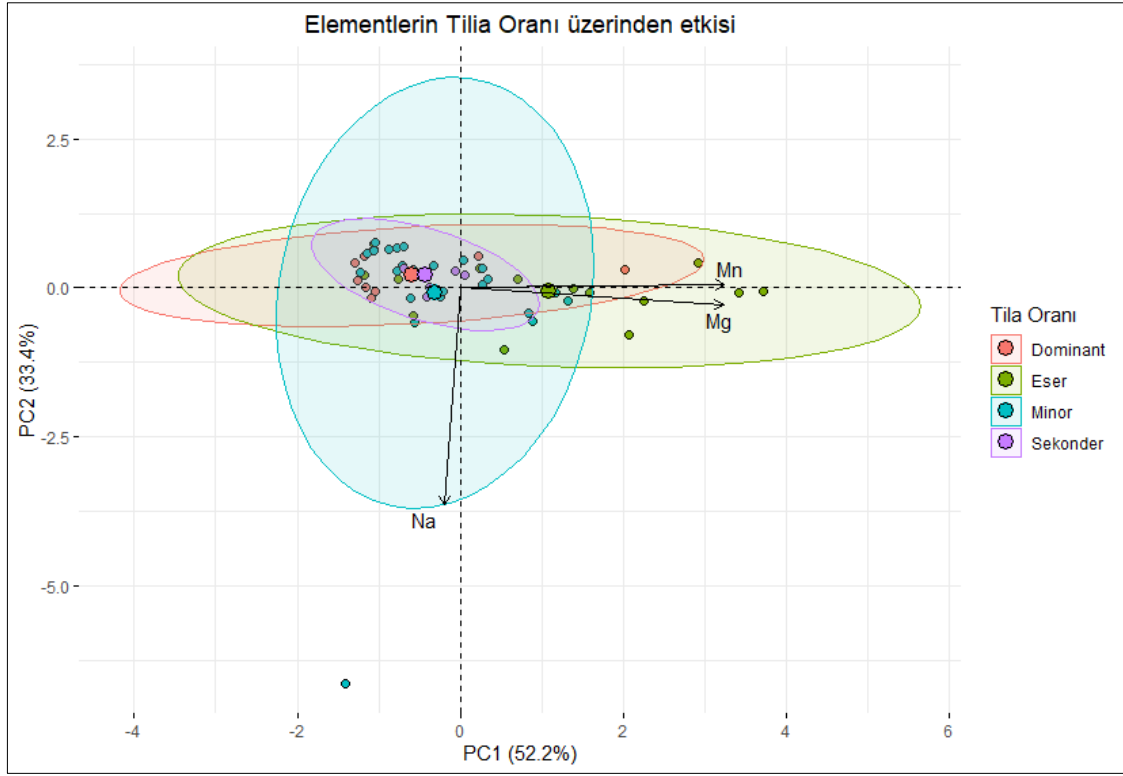


Şekil 4.100. Elementlerin dönemsel etkisini gösteren PCA

Analiz edilen balların *Tilia* poleni oranları ile element içeriği arasındaki farklılığa her bir elementin katkısının önem derecesini belirlemek amacıyla yapılan PCA sonuçlarını gösteren grafik Şekil 4.101’de, PCA analizinde kullanılan en önemli karakterler ise Çizelge 4.93 ‘de verilmiştir. İlk iki bileşen elde edilen verilerdeki varyasyonu %85,584 oranında açıklamaya yetmektedir. PC1 incelenen ballardaki toplam varyasyonu %52,201 oranında açıklamıştır. PC1’de varyasyon oranından dolayı en fazla katkı veren elementler Mg ve Mn olarak tespit edilmiştir. PC2 toplam varyasyonu %33,383 oranında açıklamıştır. Na ikinci bileşene katkı sağlayan değişken olmuştur. (Çizelge 4.93). Çalışma sonucunda Na, Mg ve Mn içeriklerinin balların *Tilia* poleni oranlarına göre ayırımında %85,6 belirleyici karakterler olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.93. Elementlerin *Tilia* polen oranları açısından etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
Na	-0,05509518	-0,99749170	-0,0444390
Mg	0,88269824	-0,07897360	0,4632569
Mn	0,88534389	0,01666344	-0,4646381
Özdeğer	1,5660255	1,0015042	0,4324703
Yüzde (%)	52,20085	33,38347	14,41568
Kümülatif yüzde (%)	52,20085	85,58432	100,00000

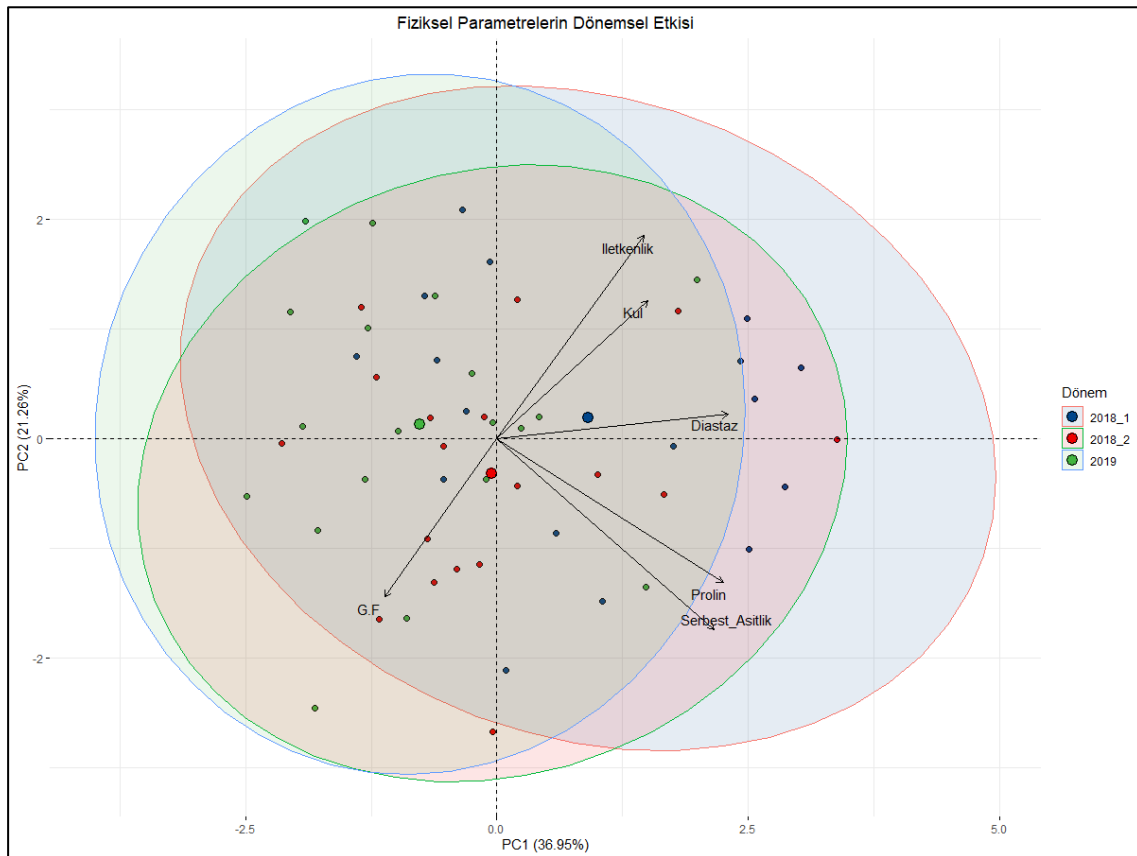


Şekil 4.101. Elementlerin *Tilia* poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA

Analiz edilen balların toplanma dönemi ile fizikokimyasal analiz parametreleri arasındaki farklılığa her bir parametrenin katkısının önem derecesini belirlemek amacıyla yapılan PCA sonuçlarını gösteren grafik Şekil 4.102’de, PCA analizinde kullanılan en önemli karakterler ise çizelge 4.94’de verilmiştir. Elde edilen verilerdeki varyasyonu açıklamak için özdeğerlerinden dolayı sadece ilk 3 bileşen (PC1, PC2, PC3) ele alınmıştır. Bu üç bileşen, örnekler arasındaki farklılığı %76,856 oranında açıklamaya yetmektedir. PC1 incelenen ballardaki toplam varyasyonu %36,954 oranında açıklamıştır. PC1’de varyasyon oranından dolayı en fazla katkı veren parametreler diastaz, prolin ve serbest asitlik olarak tespit edilmiştir. PC2 toplam varyasyonu %21,266 oranında açıklamıştır. İletkenlik ve serbest asitlik ikinci bileşene en fazla katkı sağlayan değişkenler olmuştur. PC3 ise toplam varyasyonu %18,635 oranında açıklamıştır. G+F ve kül parametreleri üçüncü bileşeni ayırmada katkı veren değişkenler olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.93). Çalışma sonucunda balların ayırımında diastaz, G+F, iletkenlik, kül, prolin ve serbest asitlik parametrelerinin balların dönemsel ayırımında %58,221 oranında belirleyici karakterler olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.94. Fizikokimyasal parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
Diastaz	0,7536308	0,07292351	-0,36686130
G+F	-0,3657558	-0,47213324	0,72708690
İletkenlik	0,4795392	0,60703770	0,32972548
Kül	0,4917942	0,41080870	0,58034238
Prolin	0,7371212	-0,43088691	0,06837600
Serbest Asitlik	0,7073594	-0,56994885	0,06854732
Özdeğer	2,2172611	1,2759914	1,1181328
Yüzde (%)	36,954351	21,266523	18,635546
Kümülatif yüzde (%)	36,954351	58,22087	76,85642

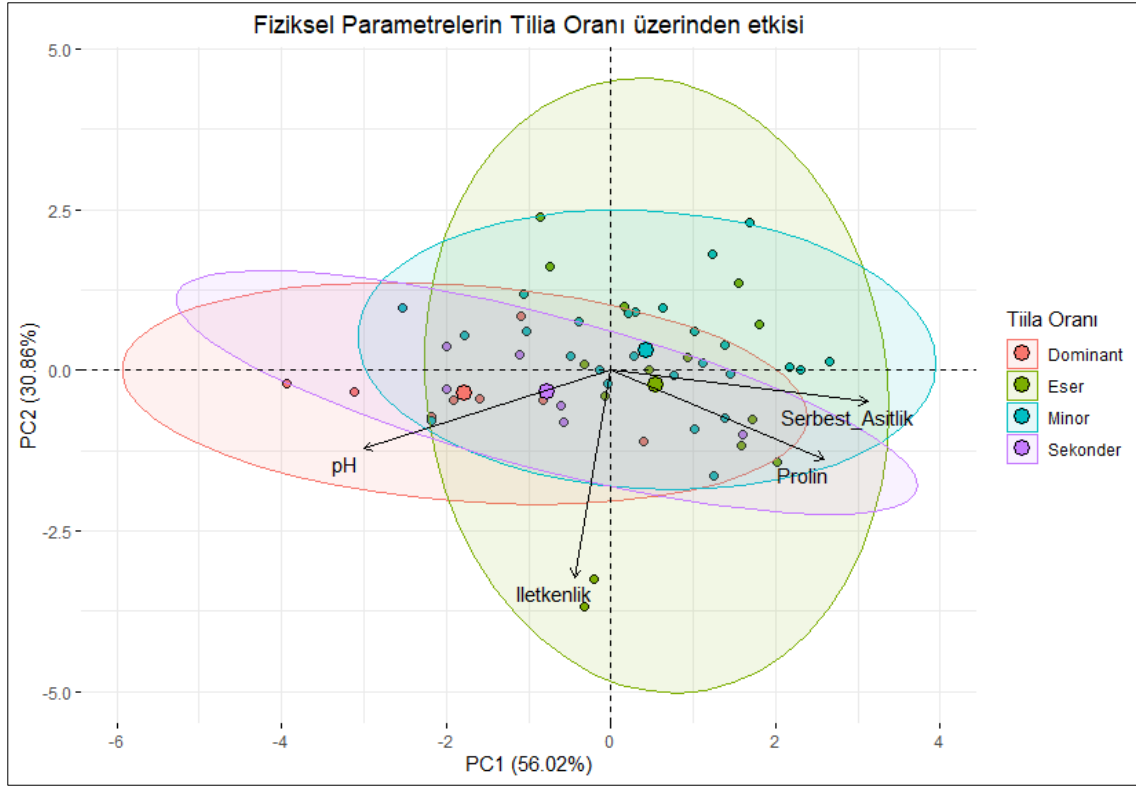


Şekil 4.102. Fizikokimyasal parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA

Balların *Tilia* poleni oranları ile fizikokimyasal analiz verileri arasındaki farklılığa her bir parametrenin katkısının önem derecesini belirlemek amacıyla yapılan PCA sonuçlarını gösteren grafik Şekil 4.103’de, PCA analizinde kullanılan en önemli karakterler ise Çizelge 4.95’de verilmiştir. İlk iki bileşen elde edilen verilerdeki varyasyonu %86,893 oranında açıklamaya yetmektedir. PC1 incelenen ballardaki toplam varyasyonu %56,029 oranında açıklamıştır. PC1’de varyasyon oranından dolayı en fazla katkı veren parametreler pH, prolin ve serbest asitlik olarak tespit edilmiştir. PC2 toplam varyasyonu %30,864 oranında açıklamıştır. İletkenlik ikinci bileşene katkı sağlayan değişken olmuştur. (Çizelge 4.95). Çalışma sonucunda balların *Tilia* poleni oranlarına göre ayrımında iletkenlik, pH, prolin ve serbest asitlik parametrelerinin balların %86,893 belirleyici karakterler olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.95. Fizikokimyasal parametrelerin *Tilia* poleni oranları açısından etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
İletkenlik	-0,1324371	-0,9562970	0,2327728
pH	-0,8868866	-0,3614248	-0,1662085
Prolin	0,7653476	-0,4107620	-0,4954077
Serbest Asitlik	0,9226582	-0,1439496	0,2845894
Özdeğer	2,2411625	1,2345786	0,4082284
Yüzde (%)	56,029063	30,864466	10,205709
Kümülatif yüzde (%)	56,029063	86,89353	97,09924

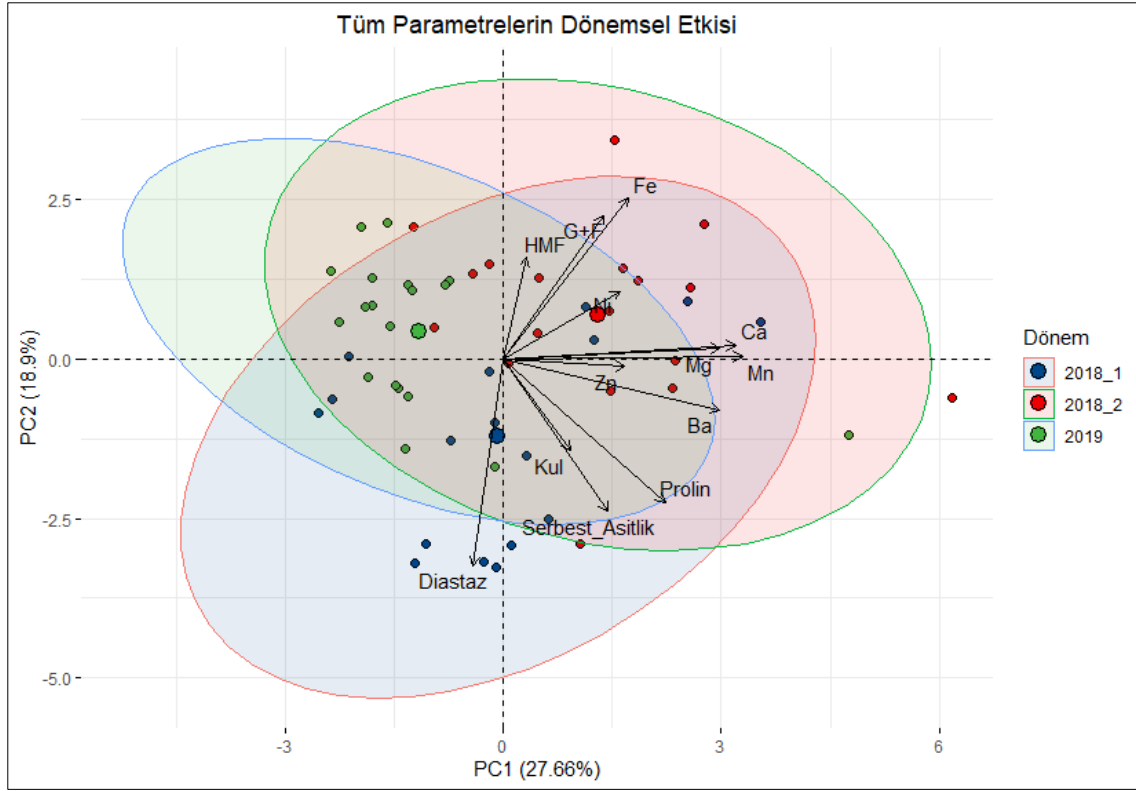


Şekil 4.103. Fizikokimyasal parametrelerin *Tilia* poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA

Çalışmadaki tüm analiz parametrelerinin, analiz edilen balların dönemsel karakterizasyonu üzerindeki etkisine genel bir bakış elde etmek amacıyla da element ve fizikokimyasal analiz verilerini birlikte içeren temel bileşenler analizi gerçekleştirilmiştir. PCA sonuçlarını gösteren grafik Şekil 4.104’de, PCA analizinde kullanılan en önemli karakterler ise Çizelge 4.96’de verilmiştir. İlk iki bileşen, elde edilen verilerdeki varyasyonu %46,562 oranında açıklamaktadır. PC1 incelenen ballardaki toplam varyasyonu %27,666 oranında açıklamıştır. PC1’de varyasyon oranından dolayı en fazla katkı veren parametreler Ca, Mg, Mn ve Ba olarak tespit edilmiştir. PC2 toplam varyasyonu %18,896 oranında açıklamıştır. Diastaz, Fe, serbest asitlik, prolin ve G+F ikinci bileşene katkı sağlayan değişkenler olmuştur (Çizelge 4.96). Çalışma sonucunda balların dönemlere göre ayrımında Ca, Mg, Mn, Fe, Ni, Zn, Ba, Diastaz, G+F, HMF, kül, prolin, serbest asitlik parametrelerinin %46,56 belirleyici karakterler olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.96. Tüm parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
Ca	0,80090222	0,05474098	-0,06411474
Mg	0,74721452	0,04436836	-0,06242195
Mn	0,82479609	0,00899189	-0,31629124
Fe	0,42989776	0,63363604	0,29528513
Ni	0,40333420	0,26538033	0,60219874
Zn	0,41950696	-0,02941016	0,69615650
Ba	0,74757636	-0,19961631	-0,26043977
Diastaz	-0,10385909	-0,81168113	0,06570574
G+F	0,34689778	0,56407862	-0,25428489
HMF	0,08012159	0,39812176	-0,40055812
Kül	0,23230191	-0,35874494	-0,33060387
Prolin	0,55852107	-0,56378707	0,07330914
Serbest Asitlik	0,36151892	-0,59729362	0,15124499
Özdeğer	3,59655969	2,45650430	1,47731978
Yüzde (%)	27,6658438	18,8961870	11,3639983
Kümülatif yüzde (%)	27,66584	46,56203	57,92603

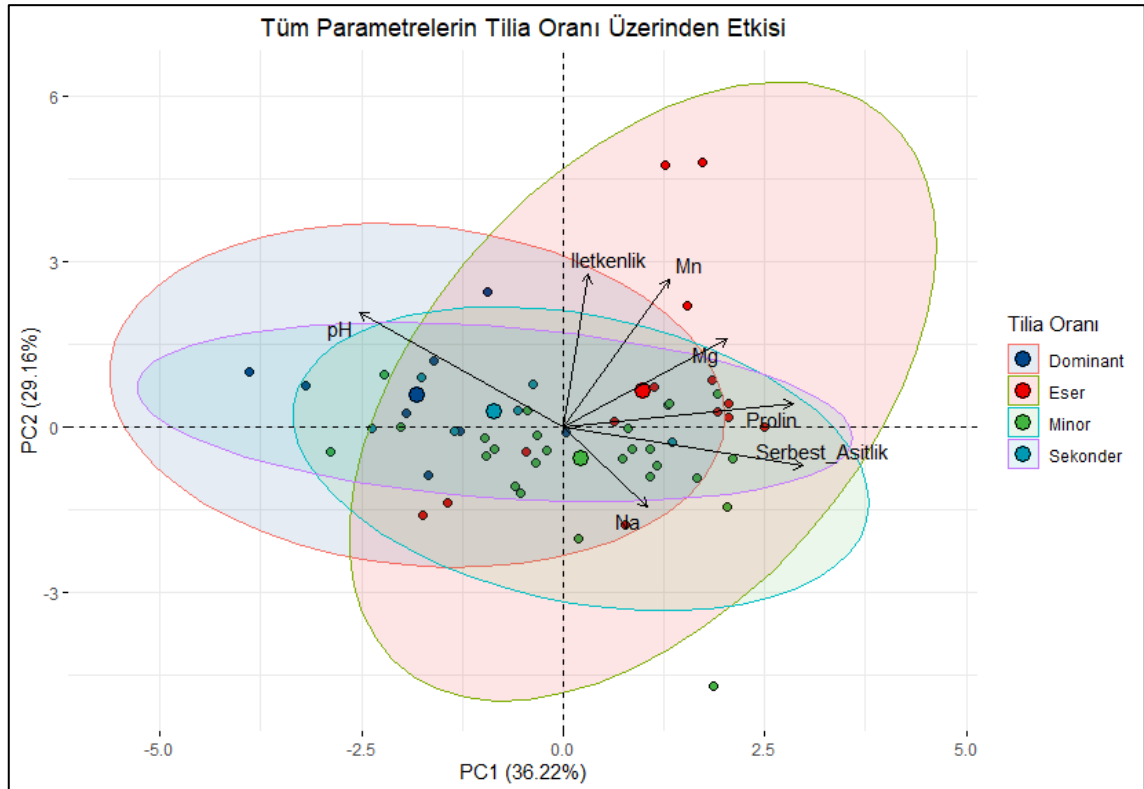


Şekil 4.104. Tüm parametrelerin dönemsel etkisini gösteren PCA

Çalışmadaki tüm analiz parametrelerinin, balların *Tilia* poleni oranlarına göre karakterizasyonu üzerindeki etkisine genel bir bakış elde etmek amacıyla element ve fizikokimyasal analiz verilerini birlikte içeren temel bileşenler analizi gerçekleştirilmiştir. PCA sonuçlarını gösteren grafik Şekil 4.105’de, PCA analizinde kullanılan en önemli karakterler ise Çizelge 4.97’de verilmiştir. İlk üç bileşen, elde edilen verilerdeki varyasyonu %78,423 oranında açıklamaktadır. PC1 incelenen ballardaki toplam varyasyonu %36,223 oranında açıklamıştır. PC1’de varyasyon oranından dolayı en fazla katkı veren parametreler serbest asitlik, prolin ve pH olarak tespit edilmiştir. PC2 toplam varyasyonu %29,162 oranında açıklamıştır. İletkenlik ve Mn ikinci bileşene katkı sağlayan değişkenler olmuştur (Çizelge 4.97). Çalışma sonucunda balların *Tilia* poleni oranına göre ayrımında Na, Mg, Mn, Serbest asitlik, pH, prolin ve iletkenlik parametrelerinin %65,385 belirleyici karakterler olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.97. Tüm parametrelerin balların *Tilia* poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA değişken (karakter) verileri

Değişkenler	PC1	PC2	PC3
Na	0,30238906	-0,4214364	-0,7491421
Mg	0,58811166	0,4592332	-0,2877065
Mn	0,38176865	0,7751330	-0,2952628
İletkenlik	0,08964394	0,7984499	0,1912951
pH	-0,72938410	0,5974601	-0,1017791
Prolin	0,82275188	0,1238101	0,1659738
Serbest Asitlik	0,85767363	-0,2054714	0,3270687
Özdeğer	2,5356237	2,0413632	0,9126431
Yüzde (%)	36,223196	29,162332	13,037758
Kümülatif yüzde (%)	36,22320	65,38553	78,42329



Şekil 4.105. Tüm parametrelerin *Tilia* poleni oranı üzerinden etkisini gösteren PCA

4.2.13. Uçucu Bileşen Analizi

Bal örneklerinin uçucu bileşen içerikleri GC-MS cihazı ile belirlenmiş ve Çizelge 4.98-104'de verilmiştir. Her bir bala ait spektrumlar ise ek-3'de sunulmuştur.

Çizelge 4.98. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (1-8 nolu örnekler)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Aldehitler																
Benzaldehyde	40.142	0.83														
Benzaldehyde, 2,4-dimethyl-									40.233	1.13						
Benzaldehyde, 3,4-dimethyl-							40.216	1.66								
Benzaldehyde, 3,4-dimethyl-											40.233	1.22			40.245	0.83
Cyclopropaneoctanal	68.523	0.05														
Alkoller																
Indanol			40.216	1.17									40.227	1.55		
Asitler																
C 18:1(cis - 9) (omega 9)															49.022	7.92
Kaur-16-en-18-oic acid	67.350	0.23														
Esterler																
Benzoic acid, 3,5-dimethyl-, methyl ester									40.788	0.24	40.817	0.30			40.788	0.18
Methyl octadecanoate	48.954	6.61														
Octadecanoic acid, methyl ester									49.017	0.66						
Fenolik bileşikler																
2,4-ditert-butylphenol													47.140	0.08		
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	45.251	13.10	45.326	15.42	45.337	12.02	45.331	19.10	45.332	13.99	45.337	14.74	45.337	18.49	45.337	11.46
Hidrokarbonlar																
1,14-dibromotetradecane					64.981	0.20										
10-methylnonadecane	22.461	0.07														
1-chloroeicosane															63.379	0.24
Decane							20.979	1.66								

Çizelge 4.98. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (1-8 nolu örnekler- devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ																
	1		2		3		4		5		6		7		8		
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	
Docosane											32.480	1.41					
									32.371	0.79	32.532	2.31					
									36.302	0.23	37.138	3.30			32.491	2.05	
							37.138	4.33	37.178	1.90	38.242	0.28	31.307	7.73	37.109	1.45	
		41.046	0.01	53.771	3.80	57.851	3.68	38.356	1.48	38.145	0.37	44.736	0.78	38.379	1.04	41.807	0.01
		57.662	2.44	54.138	0.15	62.864	0.33	44.668	0.68	51.586	0.04	49.846	1.79	54.138	0.55	50.092	1.03
				60.878	4.49			53.771	2.12	53.531	1.85	54.115	1.22	57.227	0.78	53.594	1.64
										53.760	1.11	57.336	0.88	57.639	0.20	60.483	2.83
										53.428	0.23	57.428	0.23			63.178	1.84
										64.214	1.82	58.429	0.11				
												61.490	0.07				
Dodecane	21.030	0.54	21.002	1.58	18.438	0.15	17.849	2.01			18.467	0.05	17.855	0.36			
	41.292	0.04	26.935	2.11	19.502	6.01	19.508	6.12	26.924	2.70	19.514	5.68	19.491	4.44	20.956	0.58	
					21.059	1.48	25.676	8.48			20.979	2.43					
Eicosane, 2,6,10,14,18-pentamethyl									66.034	0.09							
Eicosane			32.217	0.38						25.700	6.47						
	25.659	7.87	32.526	2.17	25.716	8.73			46.602	0.07	46.682	0.07	41.200	0.02	33.275	0.42	
	49.984	1.51	36.262	0.41	31.330	4.39	61.427	0.16	50.052	1.58	47.151	0.05	53.542	0.18	36.119	0.09	
	52.101	0.10	41.120	0.04	61.616	1.17			52.129	0.09					55.511	0.28	
			52.123	0.40													
		55.499	0.39														
Heneicosane			22.564	0.05							31.336	7.90	25.694	8.31	22.615	0.04	
			38.185	0.45			31.324	7.33			41.292	0.02	49.652	0.95	29.962	0.03	
			38.351	1.59	32.291	0.55	32.497	3.51	50.001	0.10	52.124	0.06	53.451	1.14	37.235	1.33	
			44.719	0.69													
Heptacosane	37.790	0.20											37.904	1.12			
Heptadecane									20.904	1.92							
			22.644	0.04	20.973	1.10	29.258	2.37	37.229	1.60	23.697	2.89	20.933	1.98	22.558	0.04	
	40.943	0.02	61.622	1.23	29.270	2.29	61.055	0.44	47.741	0.04	60.563	0.56	22.724	0.03	23.657	2.44	
									54.126	0.42					58.635	0.32	
									58.418	0.42							
Hexacosane							52.118	0.09									
							64.174	0.49									

Çizelge 4.98. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (1-8 nolu örnekler- devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ																
	1		2		3		4		5		6		7		8		
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	
Hexadecane	23.703	3.40	16.767	0.14	18.684	0.28	16.722	0.30	23.708	2.66			16.779	0.06			
					22.558	0.14	23.702	3.53	32.057	0.18	52.375	0.04	37.189	4.94	37.183	0.20	
									37.904	0.66			50.035	1.31			
Nonadecane	32.497	3.06							22.564	0.10	22.461	0.04					
	37.212	2.28			32.079	0.25	22.375	0.03	29.276	1.74	37.916	1.25	22.501	0.09	29.247	1.69	
							22.598	0.11	42.253	0.13	38.345	0.71	29.224	2.56			
											42.150	0.12	54.464	0.55			
Nonadecane, 2,6,10,14,18-pentamethyl								65.296	1.12								
Octadecane	20.945	0.96	29.264	1.84							26.872	3.50					
	29.299	2.20	32.325	0.29	44.691	0.71	50.098	1.12	38.379	1.19	29.236	2.21	32.508	2.47	44.805	1.30	
			37.910	0.64					52.347	0.08	34.666	0.21	34.872	0.39			
											53.789	2.29					
Pentacosane											55.974	0.01					
								37.910	1.14		41.378	0.04					
	38.030	0.04	59.711	0.33				55.511	0.08	55.505	0.14	52.032	0.07	41.921	0.01	51.986	0.03
	41.229	0.03	63.052	0.24	32.377	0.40	55.917	0.02	56.283	0.23	57.537	0.22	43.455	1.98	52.129	0.08	
	58.612	1.20	64.105	2.27	32.474	2.42	57.651	1.59	59.562	1.49	59.860	0.19	44.685	0.83	58.463	0.57	
	59.797	1.86	64.969	0.20	51.282	0.03	57.891	0.86	60.735	3.50	61.084	0.37	58.423	0.23	61.628	0.64	
	61.193	0.49	66.972	0.02	53.766	2.26	59.121	0.24	61.628	0.90	61.319	0.16	58.635	0.39	61.628	0.64	
	64.283	0.73	67.149	0.02			60.827	1.46	63.087	0.67	64.351	0.04	60.855	1.77	66.119	0.66	
		67.590	0.03			63.876	0.10			64.431	0.08						
										64.575	0.17						
Pentadecane			18.753	0.03	23.674	3.99	47.609	0.03	16.699	0.21			23.708	3.31			
			23.725	2.52					32.503	1.92	22.581	0.08	26.912	3.50	31.335	5.26	
													32.394	0.95			
Pentatriacontane					62.549	0.10											

Çizelge 4.98. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (1-8 nolu örnekler- devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Steroidler																
14-.BETA.-H-PREGNA	66.486 0.06															
Diğer																
1-(1,5-dimethylhexyl)-3a,6,6,12a-tetramethyldodecahydro-1h-cyclopent[a]cyclopropa[e]phenanthrene-7,11-dione	69.324 1.22 69.329 2.11															
4-(1'-hydroxypropyl)furo[3,2-c]pyridine	35.215 0.69 35.215 0.84															

Çizelge 4.99. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (9-16 nolu örnekler)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	9		10		11		12		13		14		15		16	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Aldehitler																
4-propylbenzaldehyde					39.644	1.25	39.661	1.32	39.667	0.97			39.694	1.15		
Benzaldehyde, 3,4-dimethyl-	40.245	1.13			18.621	0.13										
Alkoller																
İndanol			40.268	0.90												
Esterler																
1,2-benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester					58.429	0.54										
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(4-methylpentyl) ester							58.446	0.24								
Benzoic acid, 3,5-dimethyl-, methyl ester	40.788	0.24														
Methyl ester of 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionic acid					53.766	3.54	53.783	4.09								
Fenolik bileşikler																
2,5-dimethyl-4-methoxyphenol							62.377	0.02								
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	45.337 47.094	13.58 0.07	45.337	11.58	45.331	12.07	45.349	12.03	45.349	10.58	45.349	11.96	45.349	8.97	45.349	12.69
Hidrokarbonlar																
10-methylnonadecane			22.507	0.06			29.367	0.43								
1-chloroeicosane									59.173	0.14						
2-methylheptadecane			41.029	0.05												
Decane															20.876	0.52
Decane, 2-methyl-							57.903	0.41								

Çizelge 4.99. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (9-16 nolu örnekler - devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ																
	9		10		11		12		13		14		15		16		
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	
Docosane			32.325	0.30					32.211	0.16							
			32.486	2.55					37.120	4.16							
		32.343	0.68	36.245	0.34				41.246	0.06							
		32.497	2.38	43.483	2.02	32.251	0.47	31.198	4.85	41.297	0.02		37.098	3.76	25.568	6.42	
		54.160	1.10	49.594	0.71			38.397	0.33	43.203	1.08		55.116	0.11			
				49.926	0.37					57.376	2.70						
				54.160	1.41					57.531	1.20						
				63.859	1.69												
Docosane, 11-decyl-			50.098	1.11													
Dodecane	19.485	4.19	20.979	1.13													
	20.927	0.74	19.468	4.43	19.468	1.51	19.371	1.03	26.546	0.05	26.958	1.15	19.428	3.39			
	21.299	0.63	21.168	0.94	26.918	0.99											
	26.827	1.12															
Eicosane			26.478	0.14			26.918	1.21	27.302	0.19	25.579	5.68					
		38.642	0.79	26.958	3.59			27.279	0.74	32.520	1.26	27.313	0.83	32.514	0.89	26.878	1.09
		48.021	0.05	32.148	0.16			32.268	0.11	42.030	0.02	29.402	0.91	38.397	0.23	32.514	1.27
		51.551	0.05	64.231	1.07			40.994	0.01	55.528	0.26	31.256	5.77				
											58.046	0.39					
Heneicosane	25.642	7.77	31.336	3.70					29.361	0.51							
	44.719	0.65	41.200	0.02			37.080	5.13	32.314	0.23					31.273	6.78	
Heptacosane	52.329	0.04							42.814	0.41							
Heptadecane	23.668	2.55															
	57.159	0.80	23.657	3.08					23.639	0.98	60.810	2.94	43.220	1.58			
	59.619	0.11											44.805	1.07			
Heptadecane, 2-methyl-							40.891	0.06									
Hexacosane			55.517	0.19					58.938	0.16					57.931	0.95	

Çizelge 4.99. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (9-16 nolu örnekler - devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ																
	9		10		11		12		13		14		15		16		
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	
Hexadecane			22.615	0.05			17.872	0.42	17.443	0.02							
			51.963	0.07			18.204	0.04	18.633	0.34	55.803	0.02					
							18.639	0.28									
Hexatriacontane					22.524	0.09											
Nonacosane			53.783	1.63													
Nonadecane							25.568	5.83	29.316	0.45							
	22.529	0.08					29.259	0.47	29.865	0.08							
	29.299	2.01	29.287	0.83	19.371	0.94	41.767	0.01	41.383	0.01	47.128	0.21	25.522	5.11	29.184	1.32	
	36.216	0.25					49.629	0.79	42.419	0.05	54.155	0.82	29.316	1.17	49.606	1.31	
							49.726	2.09	49.600	2.54							
									54.155	1.20							
Nonadecane, 1-chloro-											47.128	0.21					
Nonadecane, 2,6,10,14,18-pentamethyl-	58.887	0.34															
Octacosane					41.372	0.20											
Octadecane	37.172	3.80							22.484	0.07							
	42.299	0.03	29.339	0.99			23.640	1.15	38.168	0.21	23.668	1.17			23.600	1.24	
	52.432	0.06					24.378	0.03	41.933	0.08					53.382	1.21	
Octadecane, 1-chloro-												51.992	0.04				
Octadecane, 1-iodo-			37.286	0.83													
Pentacosane	41.841	0.02					38.007	0.47									
	51.208	0.04					41.114	0.04	32.257	0.06							
	52.135	0.18	35.787	0.04			41.338	0.07	36.131	0.53							
	55.511	0.29	56.152	0.13	37.950	0.45	41.515	0.07	37.927	0.33	32.354	0.61	52.925	0.67			
	56.295	0.17	57.428	1.49	60.586	1.61	41.715	0.02	41.023	0.07	38.402	0.42	57.634	2.39	37.052	6.40	
	57.405	0.42	57.651	0.68	60.701	0.65	51.649	0.03	58.646	0.18	57.222	1.38	57.737	0.21	54.172	0.62	
	57.531	0.26	59.236	0.42			52.948	0.77	60.609	2.14	57.685	0.61					
	57.611	0.13	61.639	1.08			57.331	1.33	61.656	0.78							
	60.231	1.07					57.622	0.38	64.025	1.75							

Çizelge 4.99. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (9-16 nolu örnekler - devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	9		10		11		12		13		14		15		16	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Pentacosane	60.621	0.83														
	60.821	0.61					60.518	0.38								
	61.490	0.22														
	61.633	0.92														
Pentadecane					17.906	0.21										
					17.980	0.03										
	21.036	0.50	31.278	3.88	23.674	1.06	18.730	0.08	24.503	0.12						
	26.872	2.37			25.602	5.52	24.298	0.07	31.255	5.69	37.075	5.29	33.247	0.39		
					31.255	5.75			42.316	0.13						
					44.782	1.39										
Tetracosane	41.172	0.06														
	41.944	0.02	52.266	0.02												
	52.913	0.30	52.690	0.17												
	53.377	0.69	52.879	0.34												
	55.786	0.07	53.199	0.28	52.902	0.77										
	56.054	0.02	55.911	0.04	57.926	0.55	59.179	0.10	47.563	0.10	51.969	0.17	53.520	0.91		
	56.650	0.31	57.920	1.01	58.978	0.18	60.672	0.27	60.792	2.00	52.908	0.80	57.846	0.10		
	57.697	0.37	60.746	3.48	61.107	0.73			63.298	0.08	61.284	0.39	57.954	0.64	57.233	0.86
	58.006	0.25	62.188	0.13									60.861	1.85		
	59.505	0.47	66.074	0.38									63.899	1.84		
	60.975	1.10											66.091	0.42		
Tetradecane			25.659	8.00	18.816	0.06			18.129	0.05			23.663	1.32		
													36.142	0.66		
Tetratriacontane					59.144	0.23										
Triacontane															32.154	0.44

Çizelge 4.99. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (9-16 nolu örnekler - devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	9		10		11		12		13		14		15		16	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Tricosane	31.295	7.41			29.327	1.08										
	38.351	0.57			37.092	4.16	32.165	0.08	41.418	0.04						
	42.207	0.05	37.229	2.55	57.571	2.11	32.692	0.03	52.152	0.32			31.267	6.38		
	57.845	0.33	37.498	1.53	64.220	0.28	43.220	1.90								
	58.137	0.41														
Tridecane	17.826	0.16	17.877	0.33			19.434	1.61	19.445	2.26			17.998	0.65		
													18.570	0.60		
Undecane							18.164	0.03	17.969	0.27	17.935	0.45			19.451	3.27
									26.861	0.27	19.451	3.37				
Undecane, 2-methyl-					18.032	0.11										
Undecane, 3,5-dimethyl-			58.383	0.22												
Undecane, 3,9-dimethyl									25.591	4.01						
Ketonlar																
2-t-Butyl-6-[2-hydroxy-2-(4-methoxyphenyl)ethyl]-[1,3]dioxin-4-one					63.842	0.08										
Diğer																
4-(1'-hydroxypropyl)furo[3,2-c]pyridine	35.215	1.31	35.226	0.97												

Çizelge 4.100. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (17-24 nolu örnekler)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	17		18		19		20		21		22		23		24	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Aldehitler																
4-propylbenzaldehyde	39.730	0.98	39.678	1.24	39.673	0.98	39.730	0.64	39.701	1.04	39.678	1.19	39.701	1.06	39.661	0.90
Asitler																
(X-butenyl)-bis(x-chlorobutyl) ester of phosphonic acid			66.503	0.01					67.006	0.08						
Esterler																
1,2-benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester			58.440	0.42												
6-Tetradecanesulfonic acid, butyl ester											26.907	1.11	26.844	0.54		
Benzenepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-, methyl ester	53.766	1.49									53.771	3.28				
Methyl ester of 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionic acid			53.777	3.20	53.772	3.32			53.771	2.45			53.766	3.23		
Tridecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester											38.717	0.86				
Fenolik bileşikler																
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	45.349	12.37	45.343	11.52	45.343	10.68	45.349	8.61	45.349	7.35	45.343	8.97	45.343	10.72	45.337	8.04
Hidrokarbonlar																
1,14-dibromotetradecane																
1-chloroeicosane			51.294	0.01											59.156	0.53
Cyclooctacosane	60.609	3.30														
Decane, 2,3,6-trimethyl															19.388	2.26
Decane, 3,8-dimethyl					18.433	0.15										

Çizelge 4.100. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (17-24 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	17		18		19		20		21		22		23		24	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Docosane	26.924	0.90														
	31.250	5.84														
	37.155	1.54	57.370	0.26	37.103	5.19			37.063	4.35	31.227	6.09	31.210	6.86	32.142	0.40
	43.128	0.42			64.266	0.20							43.197	1.79	43.277	1.77
	54.160	0.21													57.245	3.11
Dodecane	19.405	2.74			19.434	3.24					32.508	0.99			17.935	0.46
Eicosane, 2,6,10,14,18-pentamethyl	57.937	1.52														
Eicosane	24.990	1.12			23.634	1.22	25.528	5.52	31.192	6.01	20.836	1.12			22.421	0.07
	25.648	2.81			27.307	0.61	37.017	5.94	32.514	0.99	27.301	0.59	25.585	5.74	25.562	4.39
	32.514	0.45			32.509	1.28	38.391	0.30	38.396	0.17	29.276	1.13	38.397	0.29	32.508	0.64
	54.349	0.05			38.385	0.18			49.611	1.88					52.146	0.65
Heneicosane	25.556	2.64			26.844	1.13										
	29.745	0.10			32.148	0.60							26.758	0.46		
					57.605	0.93										
Heptacosane								37.939	0.47							
Heptadecane	23.817	0.39			57.233	1.74	17.889	0.30	29.236	1.10	23.599	1.12	29.310	1.08	60.546	4.49
	29.333	0.92								55.957	0.05					
Heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl			38.396	0.28	18.559	0.28										
Hexacosane															61.650	1.04
Hexadecane					17.431	0.03										
					17.923	0.30							37.029	5.86	23.594	0.96
					52.936	0.70										
Hexadecane, 1-chloro	52.478	0.10														
Hexatriacontane															37.029	4.26
Nonadecane	24.166	0.17			41.321	0.24										
	49.783	0.23														
Octacosane											41.303	0.27				
Octadecane			37.035	4.68	29.327	1.12	23.611	0.94							18.535	0.28
	32.045	0.26	41.355	0.16							43.254	1.75			29.293	0.89

Çizelge 4.100. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (17-24 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	17		18		19		20		21		22		23		24	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Octadecane, 3-methyl			44.731	1.26												
			32.268	0.65												
	43.363	0.18	51.179	0.01	31.216	6.43										
Pentacosane	53.050	0.19	52.924	0.89	52.146	0.23	26.792	0.94	55.242	0.09	57.262	1.27	57.805	0.75	41.280	0.28
	57.004	0.33	57.239	1.48	60.478	1.54	56.089	0.11	57.262	1.85					59.545	0.40
	57.250	0.60	57.491	0.21	61.656	0.38										
			57.662	0.53												
Pentadecane			23.634	1.18			31.221	6.52			37.046	4.80				
			29.373	1.19												
	35.667	0.05									52.907	0.89				
	42.900	0.13									57.599	0.33			38.391	0.18
	50.006	0.37	54.155	0.89	55.208	0.03			52.936	0.78	57.599	0.33				
Tetracosane	52.924	0.55	57.868	0.67	58.647	0.18	54.166	0.61	54.166	0.63	57.782	0.15			53.760	2.70
	53.434	0.29	60.540	2.98	60.884	1.19	57.193	1.85	57.674	0.56	57.868	0.53	57.256	1.07	55.768	0.12
	53.502	0.12	63.785	0.55	63.865	0.37			60.369	2.83	60.517	1.77	60.775	0.14	57.605	2.01
	56.432	0.14							61.170	0.97	65.129	0.23			63.756	3.72
	56.730	0.21									67.973	0.34				
Tetradecane			19.422	3.31	37.945	0.67			23.634	1.10	25.556	5.55	23.617	1.12	31.198	4.63
									41.332	0.24						
Tetradecane, 2,6,10-trimethyl	20.950	0.36														
Tetratriacontane			41.492	0.02					33.292	0.32						
Triacontane											32.211	0.53				
	32.268	0.14														
	37.069	2.33														
Tricosane	37.979	0.11	31.221	5.65			29.327	1.10	26.832	0.98	36.142	0.67			53.417	2.40
	43.249	0.28					54.807	0.05			38.402	0.18				
Tridecane			26.941	1.07							19.388	3.10	19.411	2.82		
Tridecane, 1-iodo-									25.539	5.36						
					18.032	0.11										
Undecane	20.847	0.38	17.929	0.71	18.084	0.06	19.411	3.02	19.411	1.98	17.895	0.37				
					18.187	0.13					18.083	0.17				

Çizelge 4.100. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (17-24 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	17		18		19		20		21		22		23		24	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Undecane, 3,9-dimethyl	23.628	0.63	25.579	5.37												
Ketonlar																
5,5-dimethyl-7-nitro[1]benzosilino[3,2-c]pyridin-10(5h)-one									44.742	1.46						
Diğer																
2h-1,4-benzodiazepin-2-one, 7-chloro-1,3-dihydro-5-phenyl-1-(trimethylsilyl)-3-[(trimethylsilyl)oxy]	61.650	0.49														
5-nitro-dihydro-silaazaanthrone												44.748	1.56			
Methylenebis(2,4,6-triisopropylphenylphosphine)												69.370	1.38			
Platinum, bis[tris(1-methylethyl)phosphine]	62.446	0.08														
Tricyclo[5.3.2.0(1,7)]dodecan-2-on - 11-ene	40.199	0.14														

Çizelge 4.101. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (25-32 nolu örnekler)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	25		26		27		28		29		30		31		32	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Aldehitler																
Benzaldehyde, 2,3-dimethyl-													40.342	0.77		
Benzaldehyde, 2,4-dimethyl-								40.313	0.68							
Benzaldehyde, 3,4-dimethyl-			40.291	0.93	40.291	0.90					40.371	0.69			40.342	0.63
Benzaldehyde, 3,5-dimethyl-	40.290	1.15					40.296	0.94								
Alkoller																
E-8-Methyl-9-tetradecen-1-ol acetate	64.317	0.17			67.619	0.36	66.051	0.09								
Asitler																
4-(((2-isopropyl-5-methylphenoxy)acetyl)hydrazono)methyl)benzoic acid													55.511	0.40		
Esterler																
Benzoic acid, 3,5-dimethyl-, methyl ester					40.817	0.37										
Methyl octadecanoate															48.736	8.42
Phthalic acid, 2,7-dimethyloct-7-en-5-yn-4-yl isohexyl ester			55.505	0.33												
Phthalic acid, 2-cyclohexylethyl ethyl ester									58.412	0.58						
Propanedioic acid, mononitrile, 2-[tetrahydro-4-(4-fluorophenyl)-2,2-dimethyl-4-pyranyl]-, ethyl ester	58.412	0.16														
Fenolik bileşikler																
2,4-ditert-butylphenol											47.111	0.10				
2,4-ditert-butylphenol					47.128	0.11										
	60.930	0.32														
	62.967	0.17														
2,5-dimethyl-4-methoxyphenol	63.401	0.34	63.751	2.14	63.459	0.12							60.913	2.06	63.979	0.38
	66.543	0.15	66.062	0.36	66.057	0.09										
	67.802	0.43			68.403	0.09										

Çizelge 4.101. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (25-32 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	25		26		27		28		29		30		31		32	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	45.309	22.11	45.303	16.44	45.303	15.79	45.303	16.29	45.303	16.30	45.303	16.62	45.303	16.11	45.297	15.52
	46.802	0.08	46.550	0.03					46.270	0.06						
Phenol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)											46.453	0.13				
Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)	46.596	0.12														
Phenol, bis(1,1-dimethylethyl)	47.523	0.14													47.094	0.20
Hidrokarbonlar																
1-heptadecene	58.257	0.27														
Decane															18.513	0.10
															20.756	0.70
Decane, 3,8-dimethyl									27.256	1.07						
									31.095	8.42						
Docosane	25.522	8.96	37.710	0.24					32.137	1.23					26.689	1.14
	32.119	1.10	38.397	0.18				31.135	7.45			32.463	2.26		32.022	0.90
	32.457	2.17	43.014	1.31	36.972	5.60	32.463	1.79	32.205	0.45	34.649	0.76			52.856	1.03
	42.013	0.07	49.343	0.18	53.468	1.60	36.932	5.93	35.867	0.27	37.973	1.90			53.731	2.02
	42.156	0.08	53.354	1.54			59.202	0.41	37.967	1.72	54.161	0.85			57.336	1.94
	61.153	0.19							53.463	0.38						
								57.348	0.18							
Docosane, 11-decyl-			37.956	1.26												
			43.123	0.48												
Dodecane	17.746	0.25	20.870	1.42							17.729	0.61	17.729	0.32		
	20.939	1.67	25.516	7.24			17.740	0.91	20.985	0.76	19.348	3.94	17.918	0.11	19.342	3.52
	26.735	2.71									26.689	2.69	20.876	1.35		
Eicosane			26.352	0.24										25.494	7.87	
			27.244	0.59										26.644	2.44	
	27.256	0.90	32.171	3.47	25.516	7.42	57.851	1.51			27.267	1.18	27.267	0.78	25.465	6.93
	31.192	7.78	34.849	0.09	27.267	0.56					32.160	1.91	29.121	1.18	27.256	0.48
	38.356	0.47	51.918	0.14									34.883	0.54		

Çizelge 4.101. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (25-32 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	25		26		27		28		29		30		31		32	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Heneicosane									32.337	0.40						
									34.551	0.30						
	38.608	0.34	34.649	0.23	31.107	7.04	61.633	0.29	36.983	5.68	36.972	6.60	38.362	0.34	34.757	0.21
									44.428	0.06						
									54.023	0.14						
Heptacosane			49.703	0.33					57.703	0.05						
								23.525	2.79							
Heptadecane	29.127	1.94	29.075	0.81	26.684	2.25	29.052	2.50					19.342	3.34	23.531	2.90
			29.156	1.12	29.081	2.38	53.508	2.55							26.741	1.19
			49.892	0.13			54.120	1.28								
							60.724	0.24								
Heptadecane, 3-methyl-								41.092	0.03							
Heptadecane, 8-methyl-	19.405	4.15														
Hexacosane			59.173	0.71												
Hexadecane	23.525	2.72					26.741	2.30	23.519	3.08			23.502	2.72		
							37.979	1.80	54.132	0.78			36.920	5.72		
Nonadecane			29.802	0.05												
			34.752	0.08												
	30.328	0.89	36.102	0.47	32.457	1.83			25.471	8.44					31.107	6.87
	34.900	0.07	49.612	0.24	49.537	0.70			43.100	1.18	55.253	0.04			32.177	0.82
	51.620	0.10	49.818	0.11											50.052	0.97
Nonadecane			53.731	1.60												
									20.355	0.10	21.047	0.68				
Octadecane	43.220	0.15			37.922	1.34	34.723	0.66	29.098	2.35	29.121	2.30	29.064	0.80	29.064	2.34
	43.283	0.13					43.146	2.56					31.118	6.83	34.643	0.45
Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)							27.267	0.94								
									53.691	1.13	34.792	0.23				
Pentacosane	37.006	5.60	36.983	4.67	54.149	0.76	57.285	2.33	49.572	1.95					32.463	1.38
	38.190	0.32	44.605	0.57	60.489	0.62	60.472	1.60	53.737	1.19			52.867	0.71	37.962	1.31
	43.329	0.17	60.558	3.77											44.508	1.14
	60.569	0.99					60.838	1.02	55.694	0.04						

Çizelge 4.101. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (25-32 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ																
	25		26		27		28		29		30		31		32		
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	
Pentacosane									56.364	0.07							
									58.160	0.08							
							63.722	0.49	59.225	0.10							
							63.842	0.17	59.551	0.13							
							64.271	0.26	60.501	1.74							
									60.575	0.15							
Pentadecane	41.149	0.03							61.256	0.56							
Tetracosane									32.469	2.16							
									51.786	0.04							
									51.963	0.03							
					53.731	0.93			53.325	1.43					36.920	5.63	
		34.769	0.23	41.315	0.00	57.846	2.17	44.570	0.87	56.089	0.05			47.123	0.16	54.161	0.87
		52.884	0.46	54.143	1.31	60.277	1.20	55.511	0.13	56.198	0.06			53.423	1.15	55.236	0.14
		55.242	0.05	57.382	2.54	60.821	0.39	59.505	0.37	57.262	1.43	57.845	2.13	53.731	0.90	60.472	1.92
				62.372	0.53	61.119	0.46	67.607	0.36	57.554	0.53			57.857	3.57	60.867	0.65
						64.025	0.07	68.128	0.24	59.436	0.30			60.518	2.67	61.153	0.90
										60.678	0.24						
									60.838	1.06							
Tetradecane			23.531	2.65	23.531	2.76	19.348	3.92	19.354	3.86	23.479	2.84	32.469	1.50			
			26.724	0.97			25.499	7.27	26.747	2.57	25.488	8.58	37.893	1.42			
Tetratetracontane					31.896	0.25											
Tetratriacontane	44.387	0.49			44.605	1.13											
Triacontane											60.546	1.23					
Tricosane			26.781	1.23													
		32.240	0.88	31.158	7.56	32.142	1.37										
		34.322	0.04	41.275	0.01	34.820	0.50						30.420	1.06			
		43.146	1.48	55.768	0.07	41.475	0.02						44.399	0.98			
			61.096	1.22													
Tridecane					20.407	0.10			17.740	0.73					20.904	0.88	
Tridecane, 2-methyl-	37.916	0.88															

Çizelge 4.101. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (25-32 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	25		26		27		28		29		30		31		32	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Undecane			17.786	0.17	17.729	0.96										
			19.405	3.45	19.371	4.52	20.881	1.54	18.387	0.15	24.315	0.05			17.706	0.86
					20.853	1.79										
Undecane, 3,9-dimethyl											20.796	0.62				
Diğer																
3-[3-(3,4-Dimethoxy-phenyl)-acryloyl]-6-methyl-pyran-2,4-dione									67.573	0.54						

Çizelge 4.102. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (33-40 nolu örnekler)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	33		34		35		36		37		38		39		40	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Aldehitler																
4-propylbenzaldehyde	39.638	1.01	39.655	0.89					39.627	1.22			39.644	1.09		
Benzaldehyde, 3,4-dimethyl-												40.348	0.59		40.256	1.22
Alkoller																
9-Methyl-Z-10-tetradecen-1-ol acetate							59.196	2.68								
Asitler																
C 18:2 (cis,cis - 9,12) (omega 6)												49.961	3.19			
Ethyl (2e)-3-[2-(diethoxyphosphoryl)-4-(dimethylamino)phenyl]-2-propenoate													32.474	1.18	52.118	0.58
													52.118	0.85	55.499	0.51
													55.499	0.95	58.618	0.59
													58.618	1.03	61.616	0.55
Esterler																
1,2-benzenedicarboxylic acid, ditridecyl ester															58.389	0.23
3-furancarboxylic acid, 3-chloro-5-[(2,4-dichlorophenoxy)methyl]tetrahydro-2-oxo-, methyl ester												52.129	0.12			
İsopropyl hexadecanoate									44.576	1.50						
Methyl ester of 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionic acid	53.726	1.33	53.726	2.33					53.720	1.29			53.720	2.32		
Methyl octadecanoate					48.770	7.72						48.748	6.69			
Octadecanoic acid, methyl ester							48.719	7.50								
Oxalic acid, 6-ethyloct-3-yl heptyl ester			20.864	0.91												

Çizelge 4.102. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (33-40 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	33		34		35		36		37		38		39		40	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Tetracosanoic acid, methyl ester															59.179	0.13
Fenolik bileşikler																
Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)									47.145	0.22			47.117	0.13		
			62.955	0.23												
2,5-dimethyl-4-methoxyphenol			66.062	0.38												
			68.025	0.15												
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	45.297	9.96	45.297	9.17	45.291	16.42	45.291	14.92	45.291	10.07	45.286	14.72	45.286	9.89	45.280	13.37
							47.065	0.02			46.499	0.02				
											46.636	0.01				
Phenol, bis(1,1-dimethylethyl)															47.586	0.06
Hidrokarbonlar																
Decane												17.683	0.25		18.438	0.10
			29.156	0.98												
	31.101	5.73	36.897	4.19							26.661	2.45			36.920	2.35
Docosane	35.633	0.09	43.117	1.83	31.061	7.15	32.463	1.36	29.161	1.20	34.586	0.51			42.986	0.09
	41.258	0.13	51.643	0.10	32.028	1.60	36.840	6.99	56.998	1.11	36.102	0.17			43.048	0.41
	57.594	0.15	53.211	1.23							42.951	1.46			51.654	0.03
			60.827	1.41							43.031	0.22			60.140	0.31
															63.464	0.18
Docosane, 11-decyl-												49.446	0.16			
Dodecane	19.302	3.03			17.883	0.02	17.706	0.87	19.296	3.32					20.750	1.76
					19.331	2.27	19.331	3.92	26.706	1.08						
							26.741	2.39								
			25.465	4.40	25.430	6.71	25.419	7.57			25.453	7.47				
Eicosane	32.463	0.71	32.200	0.59	27.250	0.75	27.261	0.97	27.267	0.42	27.267	0.78			26.684	1.93
	36.995	4.90	32.469	0.67	32.468	1.39	32.108	1.74	32.468	0.65	29.047	2.36	51.935	0.20	42.934	1.43
			61.639	0.96			55.511	0.16			32.034	0.73				
							57.256	1.53			32.343	2.08				

Çizelge 4.102. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (33-40 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	33		34		35		36		37		38		39		40	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Heneicosane					36.857	5.81	44.507	1.19	37.881	0.52			26.729	1.13		
								43.003	1.65			31.078	4.68			
Heptacosane												43.134	0.36			
Heptadecane	16.624	0.09			20.784	1.05			23.439	1.24	24.240	0.05	44.542	1.31	28.984	1.58
	57.188	1.88									57.170	1.59			44.508	1.26
															57.010	0.55
Heptadecane, 9-octyl												44.439	0.70			
Hexacosane	58.973	0.37	26.724	0.97												
Hexadecane			17.242	0.06	23.496	2.11	23.473	2.91	17.408	0.04					23.479	2.50
			23.491	0.97	53.273	0.61			31.061	6.76	23.474	2.46			56.878	0.69
Hexatriacontane									17.196	0.14					32.085	0.71
Nonadecane	20.807	0.48			29.035	0.77	29.029	2.19	57.794	0.40	34.780	0.14	29.161	0.96	34.660	0.38
	23.497	1.23			29.127	0.99							40.794	0.12		
	43.100	1.39														
Nonadecane					60.512	0.68										
Octadecane	22.369	0.08			49.949	1.66	31.107	7.52			36.834	2.72	23.434	1.14		
	29.150	1.19								53.714	1.97	32.039	0.47			
	53.228	1.79														
Pentacosane															53.188	1.15
															53.485	0.25
											41.412	0.01	57.170	1.93	55.780	0.01
											57.268	0.19	57.783	0.64	57.308	0.29
											60.449	3.79	60.512	2.57	57.817	0.30
											64.042	1.23	63.905	0.16	58.240	0.20
											64.231	0.47			59.322	0.23
															60.443	0.18

Çizelge 4.102. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (33-40 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ															
	33		34		35		36		37		38		39		40	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Pentadecane			31.078	4.86					25.430	5.86	20.687	0.38			25.425	6.43
											31.095	7.98	46.922	0.20	31.044	5.99
											37.881	1.78			32.039	0.64
											40.828	0.33			36.005	0.49
Tetracosane					37.944	1.53			17.294	0.05			52.862	1.23	52.856	0.75
					52.862	1.27			53.096	1.59			53.131	0.82	53.708	1.72
	59.144	0.92	57.571	0.41	53.411	0.22			57.903	1.10	51.940	0.14	57.525	0.26	55.837	0.00
	63.791	0.39	58.635	0.39	54.149	0.79	57.903	1.10	57.153	0.42	53.319	2.02	57.525	0.26	59.121	0.29
			59.139	1.63	56.381	0.31	60.832	0.63	57.582	0.24	59.213	0.62	59.207	0.15	62.726	0.01
			60.495	2.51	57.845	2.30			60.775	0.11			63.705	0.43	62.726	0.01
					60.209	0.45			60.855	0.75					63.207	0.05
Tetradecane	18.398	0.46	17.849	0.30	26.695	2.09	18.335	0.06	17.906	0.27	17.935	0.05	25.396	5.23	18.272	0.10
	25.453	5.53							22.323	0.10	19.314	3.03				
Tetratriacontane												20.813	0.83			
Tricosane			37.944	0.53							32.177	0.53				
											35.930	0.44			36.817	1.91
									36.920	4.61	36.960	2.49	36.840	3.79	57.605	0.08
									41.246	0.21	37.607	0.27	43.100	2.03	64.203	0.04
											44.376	0.14				
										49.509	0.41					
Tridecane	17.752	0.40					18.650	0.17	17.734	0.28			19.291	1.46	17.694	1.30
									18.524	0.69						
Undecane			19.308	2.53			18.415	0.04							13.638	1.40
							20.836	1.65	13.603	1.14	20.819	0.91			19.348	4.43
Pürinler																
Guanosine													58.944	0.19		

Çizelge 4.103. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (41-48 nolu örnekler)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	41		42		43		44		45		46		47		48	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Aldehitler																
4-propylbenzaldehyde			39.609	1.11	39.621	0.99			39.621	0.83			39.621	0.92		
Benzaldehyde, 2,3-dimethyl-											40.336	0.66				
Benzaldehyde, 3,4-dimethyl-	40.296	0.93					40.285	0.59								
Benzaldehyde, 3,5-dimethyl-															40.256	1.71
Asitler																
C 18:1(cis - 9) (omega 9)							48.742	14.20								
							49.949	2.66								
Ethyl (2e)-3-[2-(diethoxyphosphoryl)-4-(dimethylamino)phenyl]-2-propenoate							52.129	1.20	52.129	0.31			52.124	0.65	32.463	1.47
							58.635	0.60	58.635	0.40			55.505	0.45	48.290	4.06
							61.633	1.11	61.633	0.68			58.629	0.40	52.118	0.71
													61.633	0.40	55.500	0.68
Esterler																
İsopropyl hexadecanoate											44.565	1.63				
Methoxyacetic acid, 2-tetradecyl ester					18.667	0.12										
Methyl ester of 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionic acid			53.714	2.21	53.714	1.81			53.708	2.09			53.708	1.53		
Octadecanoic acid, methyl ester													26.684	0.15		
Fenolik bileşekler																
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	45.280	17.67	45.280	9.40	45.280	10.31	45.274	8.24	45.280	7.38	45.280	14.23	45.280	8.12	45.274	16.05
													46.705	0.15	46.327	0.21
															47.523	0.02

Çizelge 4.103. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (41-48 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	41		42		43		44		45		46		47		48	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Phenol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)													47.094	0.27		
Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)								47.128	0.48							
Hidrokarbonlar																
Decane													18.055	0.01		
Decane, 3,6-dimethyl			13.632	0.91												
Docosane	31.050	5.76					31.868	0.15			26.626	2.26	29.104	1.14	31.038	4.49
	34.689	0.27					36.840	3.67			40.828	0.24	29.104	1.14	49.160	0.14
	51.958	0.31	58.967	0.31	32.034	0.20	55.866	0.29	36.852	4.42	42.917	2.53	42.940	2.38	57.159	0.06
	54.109	0.94					57.262	3.14			53.125	0.51	53.171	1.82	57.840	0.46
							57.542	0.44								
Dodecane	17.809	0.31	17.734	0.20									17.946	0.02	19.279	6.27
	18.312	0.04			26.655	0.57	20.807	0.56			20.784	1.64	19.251	2.10	20.693	1.06
	19.320	3.83	19.302	2.17	26.764	0.78	25.459	2.07					26.592	0.35	20.796	1.58
	20.750	0.66	26.712	0.90									26.638	0.08		
Eicosane	29.001	0.70														
	31.748	0.38	25.425	4.92					25.430	4.66	31.032	7.29	32.017	0.68	42.900	2.38
	32.486	1.31	40.891	0.20	27.262	0.55			32.034	0.64	37.779	1.78			53.720	1.22
	44.342	1.17	53.211	2.71											60.237	1.01
60.163	2.37															
Heneicosane															25.390	4.27
	25.454	6.60			29.144	1.37	32.068	0.82	42.985	2.56			36.852	4.93	28.990	1.99
	53.222	1.05					42.894	1.77							35.702	0.09
															37.739	0.36
															53.188	1.37
Heptacosane											61.124	0.70				

Çizelge 4.103. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (41-48 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ																
	41		42		43		44		45		46		47		48		
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	
Heptadecane			29.167	1.05					23.468	1.06			23.388	1.31			
	23.462	1.77	44.570	1.57	23.456	1.55	28.967	1.04	56.993	3.24	23.434	2.44	31.891	0.16	54.361	0.18	
	52.862	0.89	56.970	2.04	26.272	0.11			57.754	0.71			60.827	0.50			
Hexacosane											60.764	0.52			60.924	0.15	
Hexadecane			22.295	0.05												56.993	0.52
			43.043	2.13													
Hexadecane, 1-iodo							53.171	3.75									
Hexatriacontane													17.191	0.04			
Nonadecane	20.876	0.99							31.038	4.96	29.007	1.85	40.903	0.26	44.347	0.84	
	30.329	0.86			41.000	0.35			51.935	0.55	44.405	1.25			49.331	0.09	
	36.840	5.89															
Nonadecane					35.616	0.12									60.501	0.50	
Octadecane	29.110	0.89	18.535	0.37													
	32.148	1.00	23.451	1.10	31.925	0.29	23.428	1.40	29.052	1.02	25.402	7.34			26.661	0.92	
	40.863	0.24															
Octadecane, 3-methyl			59.138	0.39													
Pentacosane							37.899	0.99									
					57.514	0.18	57.788	1.14									
	53.720	1.50			60.312	0.80	58.395	0.52	58.967	0.19	51.568	0.11	57.039	1.64	36.869	2.99	
	59.236	0.61			60.523	0.28	60.489	3.04			57.159	1.45			57.451	0.29	
					60.792	0.50	63.716	1.71							61.038	0.19	
							64.220	0.66									
Pentadecane			17.225	0.13	19.262	2.68											
			31.084	4.95	22.295	0.06	31.101	4.29					31.027	5.98	23.434	3.23	
			47.105	0.57	32.469	0.82											
Pentatriacontane								17.345	0.06								

Çizelge 4.103. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (41-48 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	41		42		43		44		45		46		47		48	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Tetracosane									55.311	0.19	52.856	0.86	41.109	0.09	52.410	0.08
	57.279	1.89	41.120	0.08	43.014	2.37	60.804	1.85	58.412	0.27	53.342	0.20	57.737	0.34	54.109	0.34
	60.838	1.36	41.240	0.07	52.873	0.84	62.950	1.11	60.254	3.25	54.138	0.67	59.139	0.19	55.196	0.04
	64.123	0.11	60.455	3.86	57.022	1.49	66.022	0.49	63.676	0.83	57.451	0.34	60.495	1.36	55.763	0.01
			63.596	2.90	59.116	0.20			66.016	0.45	60.523	0.61	62.995	0.14	57.296	0.33
													63.264	0.07	60.838	0.18
												67.018	0.07			
Tetradecane	26.661	1.00	17.889	0.21	18.444	0.33	19.268	1.99	18.392	0.49	32.045	1.78	26.787	0.49	17.637	2.04
							25.385	2.04							26.569	0.62
Tricosane					31.032	6.36										
					32.137	0.11									32.022	1.09
	26.718	1.10			32.182	0.08									36.806	2.59
	31.874	0.12	32.142	0.71	32.217	0.33	34.620	0.30	40.805	0.30	34.672	0.54			41.761	0.04
	32.263	0.43	36.932	4.67	36.829	3.04	53.703	2.87	52.850	2.81	36.817	5.86			55.917	0.05
	42.968	2.44			36.949	2.24			59.161	0.31					56.707	0.57
					37.910	0.75									60.758	0.11
				53.136	1.14											
Tridecane					17.214	0.12	17.677	0.12								
	17.723	0.31			17.740	0.55	26.598	0.57	17.889	0.16			17.729	0.09	18.295	0.15
	34.311	0.10			18.129	0.05	26.672	0.72	63.516	0.88			17.809	0.03	18.421	0.20
					25.413	6.17										
Tridecane, 1-iodo-										19.268	3.99	25.419	5.82			
Tridecane, 2-methyl-	37.939	1.38														
Undecane							20.721	0.29	17.809	0.31						
									19.262	2.62	17.654	0.76				
									26.718	0.92						
Undecane, 2-methyl-							13.678	0.49								

Çizelge 4.103. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (41-48 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİK	BAL ÖRNEKLERİ															
	41		42		43		44		45		46		47		48	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Diğer																
1-(1,5-dimethylhexyl)-3a,6,6,12a-tetramethyldodecahydro-1h-cyclopent[a]cyclopropa[e]phenanthrene-7,11-dione									68.752	0.88						
2(1h)-quinolinone, 1-methyl-3-phenyl-4-[(phenylmethyl)amino]									66.674	0.10						
5-nitro-dihydro-silaazaanthrone													44.525	1.76		
9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, (3.beta.,4.alpha.,5.alpha.)	66.057	0.32														
Methyloctadecylchlorosilane															57.788	0.34
Morphinan, 7,8-didehydro-4,5-epoxy-17-methyl-3,6-bis[(trimethylsilyl)oxy]-, (5.alpha.,6.alpha.)									55.511	0.39						

Çizelge 4.104. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (49-54 nolu örnekler)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ											
	49		50		51		52		53		54	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Aldehitler												
4-propylbenzaldehyde			39.627	1.33					39.627	1.24	39.621	1.14
Benzaldehyde, 3,4-dimethyl-	40.296	1.06					40.359	0.91				
Aminler												
N,n-diethyl-n',n'-diphenyl-6-pyrrol-1-yl-[1,3,5]triazine-2,4-diamine									52.106	1.51		
Asitler												
10,11-(3'-6'-Dihydrobenzo)[3.2]paracyclophane-4'-carboxylic acid					67.670	0.80						
					32.457	2.37	32.451	3.15				
	48.290	7.38	52.118	0.87	48.284	5.04	48.278	4.90	32.446	2.34	52.101	1.67
Ethyl (2e)-3-[2-(diethoxyphosphoryl)-4-(dimethylamino)phenyl]-2-propenoate	52.118	1.06	55.499	0.74	52.118	1.02	52.106	1.90	55.482	1.34	55.477	1.57
	55.499	0.90	58.624	0.74	55.499	1.07	55.488	1.75	58.606	1.22	58.595	1.42
			61.628	1.04	58.624	1.23	58.612	2.05	61.605	1.24	61.593	1.57
					61.622	1.42	61.616	1.62				
Esterler												
İsopropyl hexadecanoate											44.456	0.84
Methyl ester of 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionic acid			53.709	1.41					53.697	0.87	53.703	1.51
Fenolik bileşikler												
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	45.280	9.78	45.274	12.23	45.274	16.37	45.274	16.13			45.269	7.80
			46.670	0.06			47.105	0.18			46.522	0.11

Çizelge 4.104. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (49-54 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ											
	49		50		51		52		53		54	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Phenol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)					47.248	0.16	47.592	0.08	45.269	8.83	47.145	0.30
Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)									47.111	0.35		
Hidrokarbonlar												
1-(4-Methoxyphenyl)-2,2,3,3-tetracyano-7,8-dithiabicyclo[3.2.1]octane			58.956	0.33								
Decane	20.767	2.25			18.152	0.05			17.740	0.05	18.347	0.21
Docosane	36.852	6.08	31.009	6.18			30.986	5.52	32.011	0.73	36.777	3.33
	42.934	2.32	35.616	0.05			42.911	1.69	53.462	0.16	52.873	0.91
	53.153	1.30	35.925	0.24	42.871	2.19	56.970	0.27				
	58.624	0.90	40.565	0.05								
	61.622	0.73										
Dodecane	19.297	5.55	20.733	0.40	17.677	0.56					19.257	1.49
			26.666	0.75	19.296	3.78			26.718	1.05	40.720	0.14
	26.592	2.55	26.775	0.51	20.950	0.66					26.661	0.74
Eicosane	31.015	7.80	25.350	5.97	30.992	6.32	25.379	5.77	40.702	0.22	40.977	0.07
			57.748	0.70	53.714	1.40					59.116	0.26
Heneicosane					34.631	0.59	52.867	0.59			34.683	0.03
							53.720	1.24				
Heptacosane			36.051	0.18							53.085	0.94
Heptadecane	28.967	2.07	23.428	1.34	25.396	6.51	34.694	0.55	23.422	1.13		
	34.677	0.64	29.093	0.69					40.937	0.14		
Heptane, 3,4-dimethyl-							13.557	0.32				
Hexacosane												
Hexadecane	23.468	3.38	36.852	2.28			23.399	2.25			63.545	0.21

Çizelge 4.104. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (49-54 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ											
	49		50		51		52		53		54	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Hexatriacontane									20.767	0.88		
Nonacosane	58.412	0.18					57.227	0.25	57.805	0.37		
Nonadecane	17.139	0.17			28.967	1.73	28.921	1.80	53.131	1.18	17.614	0.18
					32.045	1.72					18.599	0.09
											29.001	0.87
Nonane, 3,7-dimethyl											13.615	0.71
Octacosane	44.364	0.89										
Octadecane	32.011	1.55	24.155	0.07					30.975	5.28		
			31.856	0.21								
	53.508	0.30	40.748	0.04					42.877	1.86	42.917	0.55
Pentacosane	54.103	0.57	53.142	1.87			36.771	4.16	56.953	0.85	63.356	0.09
	57.777	0.59	56.976	2.05			37.813	1.46	57.262	0.22		
			60.254	3.14								
			63.602	0.14								
Pentadecane	18.553	0.13			36.789	4.92					18.467	0.14
					37.841	1.71						
	53.726	0.59	31.999	0.66							29.613	0.04
Tetracosane	56.987	0.61	63.470	0.32	54.138	0.38	54.063	0.45	36.777	4.71	57.577	0.18
	57.262	0.16					60.895	0.10	57.536	0.07	63.213	0.52
											66.028	0.58
Tetradecane	18.387	0.38	17.797	0.03	23.416	1.95			18.438	0.07	25.373	3.35
	25.419	7.74	19.268	2.05	26.638	2.12			25.339	5.07	30.969	4.36
			29.030	0.52								
Tricosane			34.706	0.30	57.245	1.11	26.609	1.99			42.797	1.22
			35.719	0.11			31.988	1.51				
			42.946	1.59								
Tridecane	17.672	1.67					19.245	3.61			17.695	0.05
Tridecane, 1-iodo-											32.068	0.67

Çizelge 4.104. Bal örneklerinin GC-MS analiz sonuçları (49-54 nolu örnekler – devam ediyor)

BİLEŞİKLER	BAL ÖRNEKLERİ													
	49		50		51		52		53		54			
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%		
Undecane			17.694	0.06	20.716	0.89	17.689	0.83	19.234	2.13	17.820	0.26	19.199	0.96
Pirimidinler														
8-azahypoxanthine					63.934	0.16								
Diğer														
1-Oxa-2-sila-5-boracyclopent-3-ene, 4,5-diethyl-2,2-dimethyl-3-(1-methylethenyl)							62.915	0.11						
2,7-Methanonaphthalen-3-amine, 1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydro-N,N-dimethyl-,(2.alpha.,3.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,8a.beta.)												61.960	0.26	
4-(1'-hydroxypropyl)furo[3,2-c]pyridine	35.215	0.86												
Piperidine, 1-(5-trifluoromethyl-2-pyridyl)-4-(1H-pyrrol-1-yl)-												69.290	1.48	

Bal örneklerinin GC-MS cihazı ile yapılan uçucu bileşen analizleri sonucunda aldehitler, alkoller, aminler, asitler, esterler, fenolik bileşikler, hidrokarbonlar, ketonlar, pürinler, pirimidinler, steroidler ve diğer maddeler olmak üzere toplam 122 çeşit madde tespit edilmiş olup bu bileşikler Çizelge 4.98-104'de verilmiştir. Tüm ballarda en fazla oranda tespit edilen madde grupları sırasıyla hidrokarbonlar, fenolik bileşikler, esterler ve aldehitlerdir.

Dominant oranda *Tilia* poleni içeren balların ortalama hidrokarbon oranı %46,79; fenolik madde oranı %13,63; ester oranı %1,14; aldehit oranı %0,79 olarak tespit edilmiştir. Sekonder oranda *Tilia* poleni içeren ballarda ortalama hidrokarbon miktarı %42,72; fenolik madde miktarı %13,44; ester oranı %2,94; aldehit oranı ise %1,13 olarak saptanmıştır. Minör oranda *Tilia* poleni içeren balların ortalama hidrokarbon içeriği %43,23; fenolik bileşik içeriği %11,96; ester oranı %2,21 ve aldehit oranı %0,92 olarak tespit edilmiştir. Eser oranda *Tilia* poleni içeren balların ortalama hidrokarbon içeriği %40,24; fenolik madde içeriği %12,44; ester oranı %1,32; aldehit oranı ise %0,73 olarak hesaplanmıştır. *Tilia* poleni içermeyen örneklerde ise hidrokarbon oranı %42,33; fenolik madde oranı %14,26; ester oranı %1,24 ve aldehit oranı %1,05 olarak bulunmuştur.

Genel olarak değerlendirme yapıldığında *Tilia* poleni oranı azaldıkça hidrokarbon ve fenolik madde miktarlarının azaldığı gözlenmiştir. Ancak *Tilia* poleni içermeyen gruptaki 7 baldan 4'ünün dominant oranda, 1'inin ise sekonder oranda *Erica* poleni içerdiği ve bu balların hidrokarbon içerikleri ile fenolik madde içeriklerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Kalan iki bal ise dominant oranda *Castanea sativa* poleni içermektedir ve hidrokarbon ve fenolik madde miktarları *Tilia* ve *Erica* ballarına göre daha düşüktür.

Castanea sativa polen oranı %45'in üzerinde olan 8 bal kendi içerisinde değerlendirildiğinde; hidrokarbon içeriği %35,56; fenolik madde içeriği %10,12; ester oranı %3,12; aldehit oranı ise %1,02 olarak hesaplanmıştır. Dominant oranda *Sambucus* poleni içeren 2 balda ise hidrokarbon içeriğinin %31,43; fenolik madde içeriğinin %6,03; ester oranının %8,21; aldehit oranının ise %1,23 olduğu görülmüştür. *Tilia* ballarının hidrokarbon ve fenolik madde içerikleri bu iki grup baldan daha yüksek, aldehit ve ester oranları ise daha düşüktür.

Tilia polen oranı yüksek olan ballarda bulunan heneikosan, pentakosan ve tetrakosan miktarının diğer ballara oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Fenolik bileşiklerden fenol, 2,4-bis(1,1-dimetil etil), aldehitlerden ise benzaldehit *Tilia* ballarında en fazla rastlanan madde olmuştur.

Kowalski ve arkadaşlarının *Tilia cordata* çiçeklerinin esansiyal yağ kompozisyonunu belirlemek için yaptıkları çalışmada; en yüksek oranda saptanan maddeler 6,10,14-trimetil-2-pentadekanonon (%11-20), trikosan (%6-17), heneikosan (%3-9), nonanal (%7), octadeka-9,12-dienoic asit (%7) olmuştur. Terpenoidlerden ise linalool (%4), menthone (%3), borneol (%2), mentol (%3), terpinen-4-ol (%1), p-cymene-8-ol (%2), karvon (%6), E-anetol (%8), timol (%3) E- β -damascenone (%4), metil eugenol (%4), neril aseton (4 %), δ -amorfen (%2), lilial (%2), karyofilen oksit (%1), humulen epoksit II (%1), epi- α -muurolol (1 %), kauren (%4) tespit edilmiştir [235]. Bizim çalışmamızda da *Tilia* ballarında benzer hidrokarbonlar tespit edilmiş ancak terpen grubundan madde saptanamamıştır.

Praczo ve Gora yaptıkları çalışmada, *Tilia cordata* çiçeklerinden elde edilen uçucu yağların yüksek hidrokarbon içeriği ile karakterize olduğunu bildirmişlerdir [236]. Kelmendi ve arkadaşları *Tilia platyphyllos* ile yaptıkları çalışmada ıhlamur çiçeklerinin ve yapraklarının yüksek oranda hidrokarbon içerdiğini tespit etmişler ve bu hidrokarbonlardan en fazla bulunanları n-heneikosan, n-tetrakosan, n-pentakosan, n-heksakosan ve n-heptakosan olarak bildirmişlerdir [237]. Fitsiou ve arkadaşlarının *Tilia cordata* ve *T. tomentosa* ile yaptıkları çalışmada her iki türün çiçeklerinin yüksek hidrokarbon içeriği ile karakterize olduğunu, en fazla bulunan hidrokarbonların ise trikosan, heneikosan ve pentakosan olduğunu saptamışlardır [238]. Toker ve arkadaşları Türkiye’de yetişen *Tilia platyphyllos*, *T. rubra* ve *T. tomentosa* türleri ile yaptıkları çalışmada *Tilia platyphyllos* ve *T. rubra* çiçeklerinin yüksek oranda hidrokarbon (%47,5-66,5) içeriği ile *T. tomentosa* çiçeklerinin ise yüksek oranda ester (%34,8) içeriği ile karakterize olduğunu bildirmişlerdir. Trikosan, heneikosan, pentakosan ve nonakosan *T. rubra* ve *T. platyphyllos*’da en fazla oranda tespit edilen hidrokarbonlar olmuştur [239]. Bizim çalışmamız hem yüksek oranda hidrokarbon içeriği hem de tespit edilen

hidrokarbon çeşitleri bakımından bu çalışmalar ile paralellik göstermektedir. *Tilia* çiçeğinde fazla bulunan hidrokarbonların nektar ve polen aracılığıyla bala da yüksek oranda geçtiği görülmüştür.

Oroian ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ıhlamur balının uçucu bileşen içeriğini ayçiçeği ve akasya balı ile karşılaştırmış ve en yüksek uçucu bileşen içeriğinin ıhlamur balında bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada diğer ballardan farklı olarak ıhlamur balında 3-metil-1-butanol, 3-metil-1-butenal, 1-(4-metil-fenil)-etanon, 3-hepten-2-one, dimetil disulfid, borneol, karvakrol ve α -terpinen bileşiklerinin bulunduğu bildirilmiştir [139].

Fransa'da üretilen ıhlamur balları ile yapılan çalışmada etilmetilfenol, estragol ve karvakrolün ıhlamur balları için ayırt edici özellik olduğu bildirilmiştir [140].

Radovic ve arkadaşları tarafından monofloral ballardaki spesifik aroma bileşiklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ıhlamur balları için 2-Pentanone, asetoin, furfural, 4-metilasetofenon, metil isopropilbenzen, dimetilstyren marker olarak önerilmiştir [141].

Romanya ve Çekya'da üretilen ıhlamur, akasya ve ayçiçeği balları ile yapılan bir çalışmada ise karvakrol ve α -terpinen uçucu bileşiklerinin *Tilia* balları için önemli birer belirteç olduğu bildirilmiştir [77].

Hırvatistan'da üretilen ıhlamur, göknar, salgı ve adaçayı ballarının uçucu profilini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; α,α -4-trimetilbenzenmetanol (p-simen-8-ol), 4-(1-metiletil) benzenmetanol (p-simen-7-ol), metilstiren, 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon (diasetone alkol), verbenol, p-menta-1,5-dien-8-ol, 4-(1-metiletil) benzaldehit (kumin aldehit), 4-metil-1-(1-metiletil) bisiklo [3.1.0]heksen-2-on (umbellulone), 4-hidroksibenzenmetanol, 2,3-dimetiltrisiklo [2.2.1.0^{2,6}] heptan-3-metanol (teresantalol), 2-metil-6-(2-propenil) fenol (6-allyl-o-cresol), 5-metil-2-(1-metiletiliden)sikloheksanon (pulegone) ve 2-ksiletanol'ün ıhlamur balları için karakteristik olabileceği önerilmiştir [144].

Zielinski ve arkadaşlarının nükleer manyetik rezonans (NMR) spektrumunu kullanarak Polonya balları ile yaptığı çalışmada 4-(1-hidroksi-1-metiletil)sikloheksan-1,3-dienkarboksilik asit ıhlamur balları için marker bileşen olarak önerilmiştir [240].

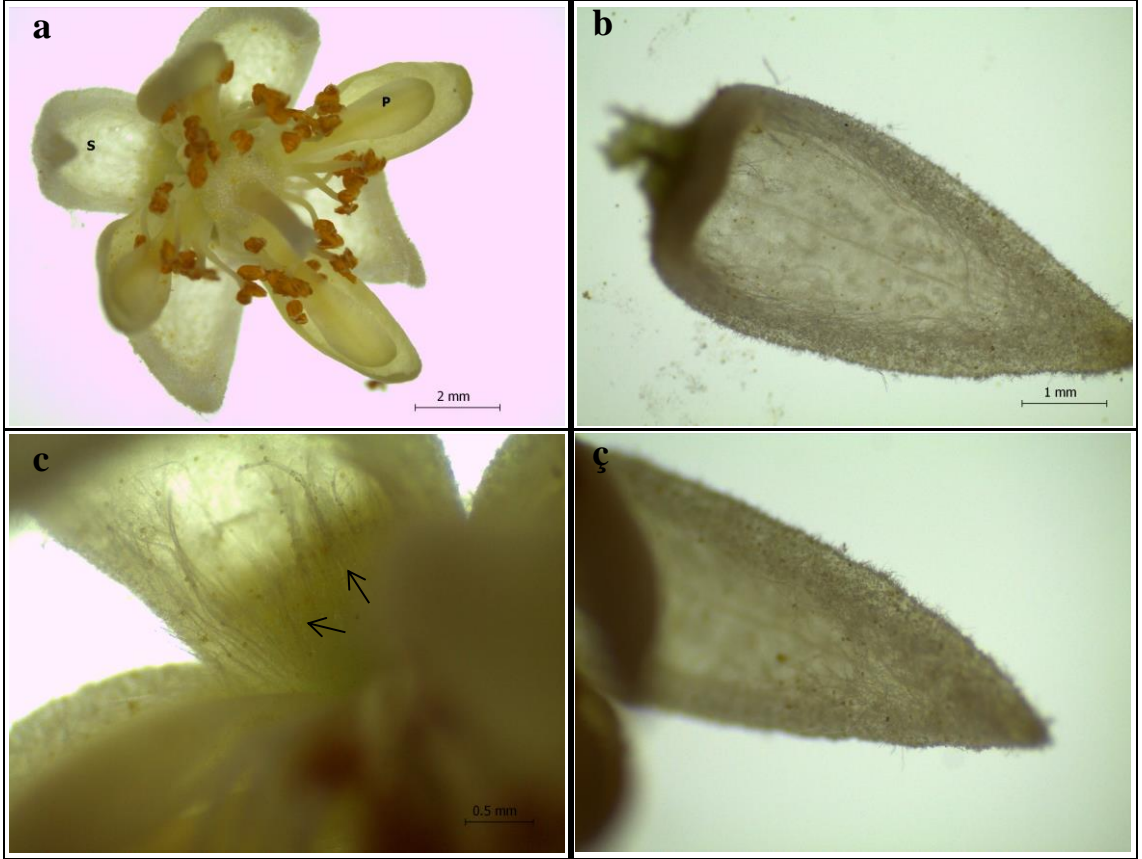
Piasenzotto ve arkadaşlarının SPME/GC-MS yöntemini kullanarak İtalya ıhlamur balları ile yaptıkları çalışmada p-metilasetofenon, karvakrol ve 8-p-menten-1,2-diol ıhlamur balları için marker olarak önerilmiştir [241].

Tüm bu çalışmalarda tespit edilen uçucu marker bileşenlerinin bizim çalışmamızda elde edilen bulgularla eşleşmediği görülmüştür. Bu uyumsuzluğun, çalışmalarda farklı ekstraksiyon yöntemlerinin ve analiz tekniklerinin kullanılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmekle beraber diğer ülkelerdeki ıhlamur türlerinin Türkiye’de bulunan ıhlamur türlerinden daha farklı olduğu tahmin edilmektedir. Literatür bilgisine göre bu ülkelerde *T. cordata* daha yaygın olarak bulunmaktadır [158,175].

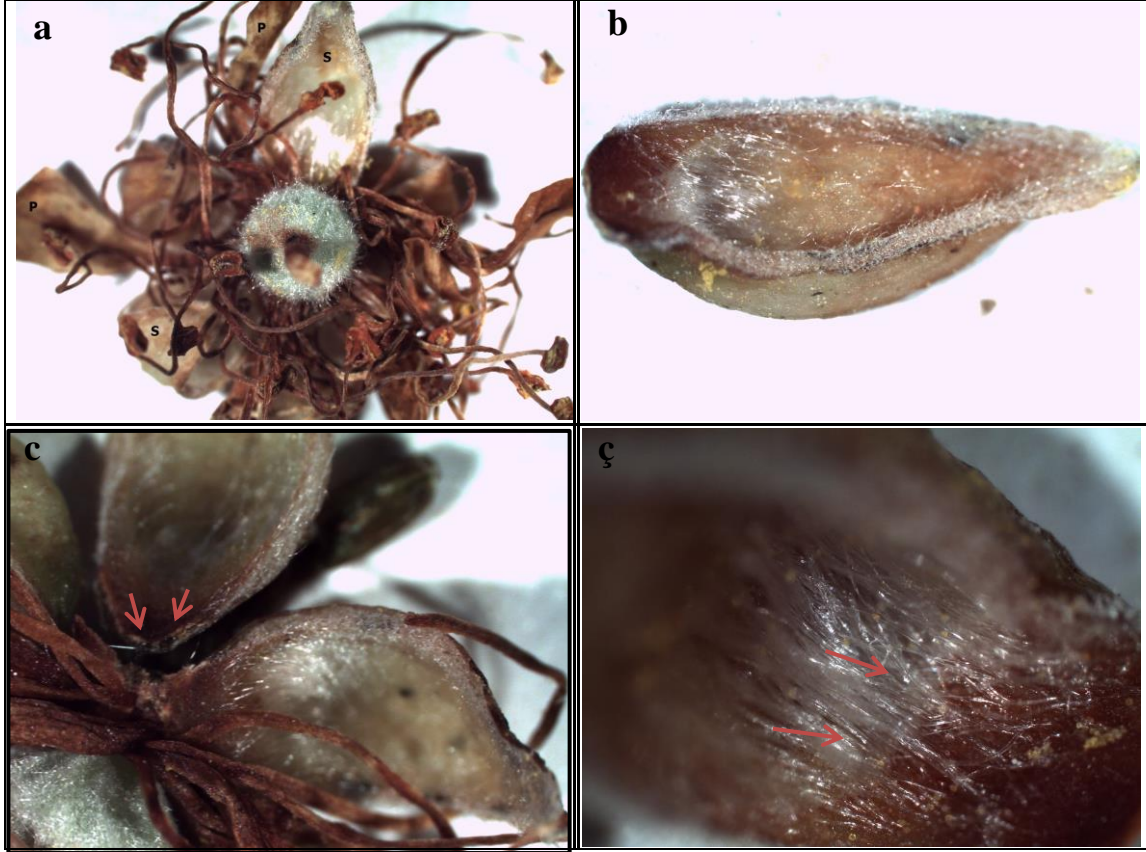
4.3. Ihlamur çiçeklerinin nektaryum anatomisi

Yenice bölgesinde tespit edilen; *Tilia rubra* subsp. *caucasica* ve *T. tomentosa* türlerinin çiçek yapısı incelendiğinde sepal tabanında yoğunlaşmış örtü tüylerinin olduğu ve bu tüylerin üzerinde nektar damlacıklarının bulunduğu görülmüştür. Sepal tüy yapısını daha yakından ve ayrıntılı bir şekilde incelemek amacı ile hem binoküler ışık mikroskobu hem de elektron mikroskobu ile görüntüleme yapılmıştır (Şekil 4.106-109).

Nektar damlacıklarının sepalin bazal kısmında yoğunlaştığı ve mevcut literatürün *Tilia* türlerinde nektarın, sepal tabanında bulunan çok sayıda salgı tüyü vasıtasıyla salgılandığını bildirmesi [174–177] nedeni ile sepal tabanından enine kesitler alınarak salgı tüyleri tespit edilmiştir (Şekil 4.110-111).

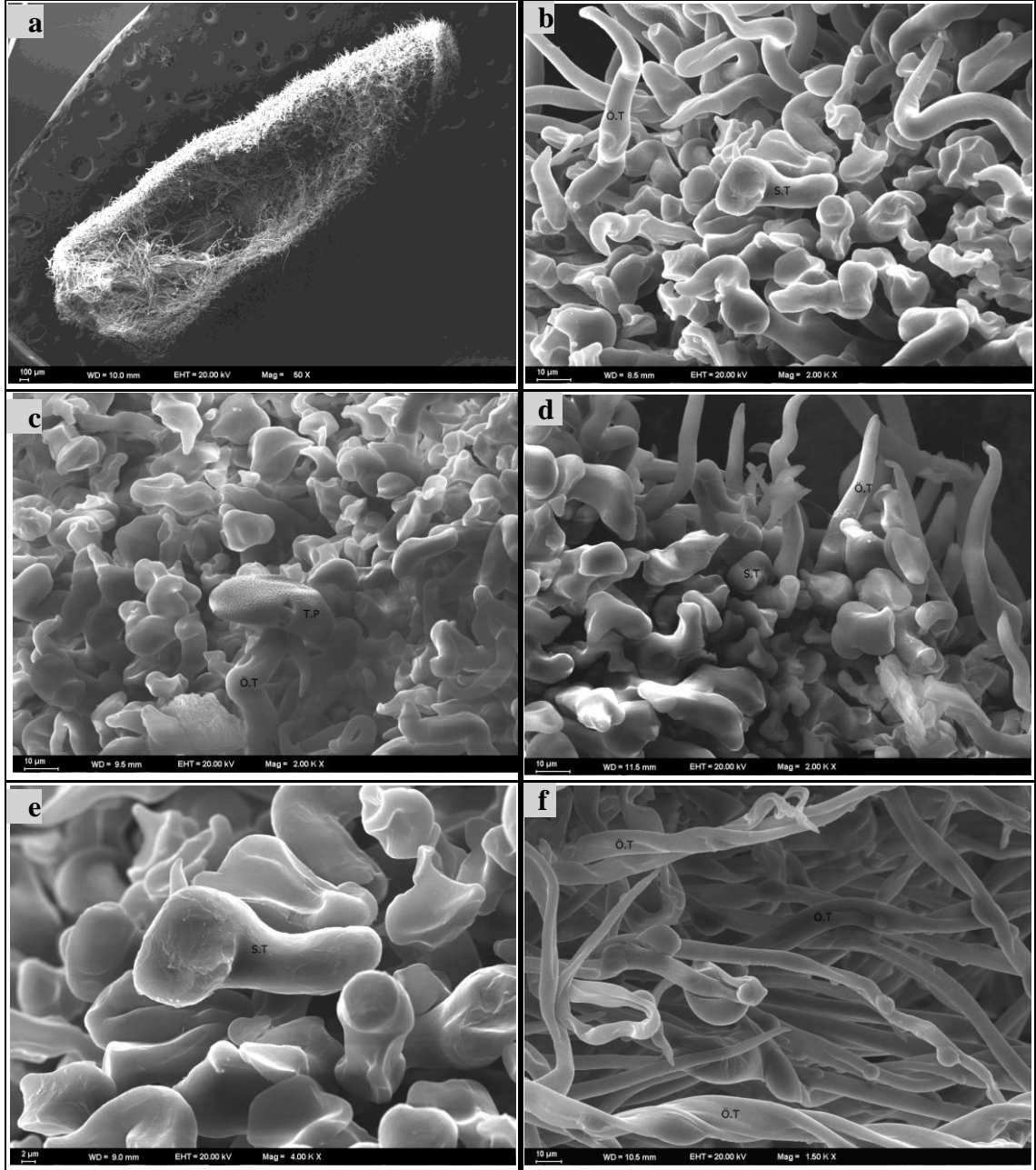


Şekil 4.106. *Tilia tomentosa* a. Genel çiçek yapısı (S -sepal, P-petal) b. Kayık şeklindeki sepal c-ç. Sepal örtü tüyleri (ok-nektar damlacıkları)

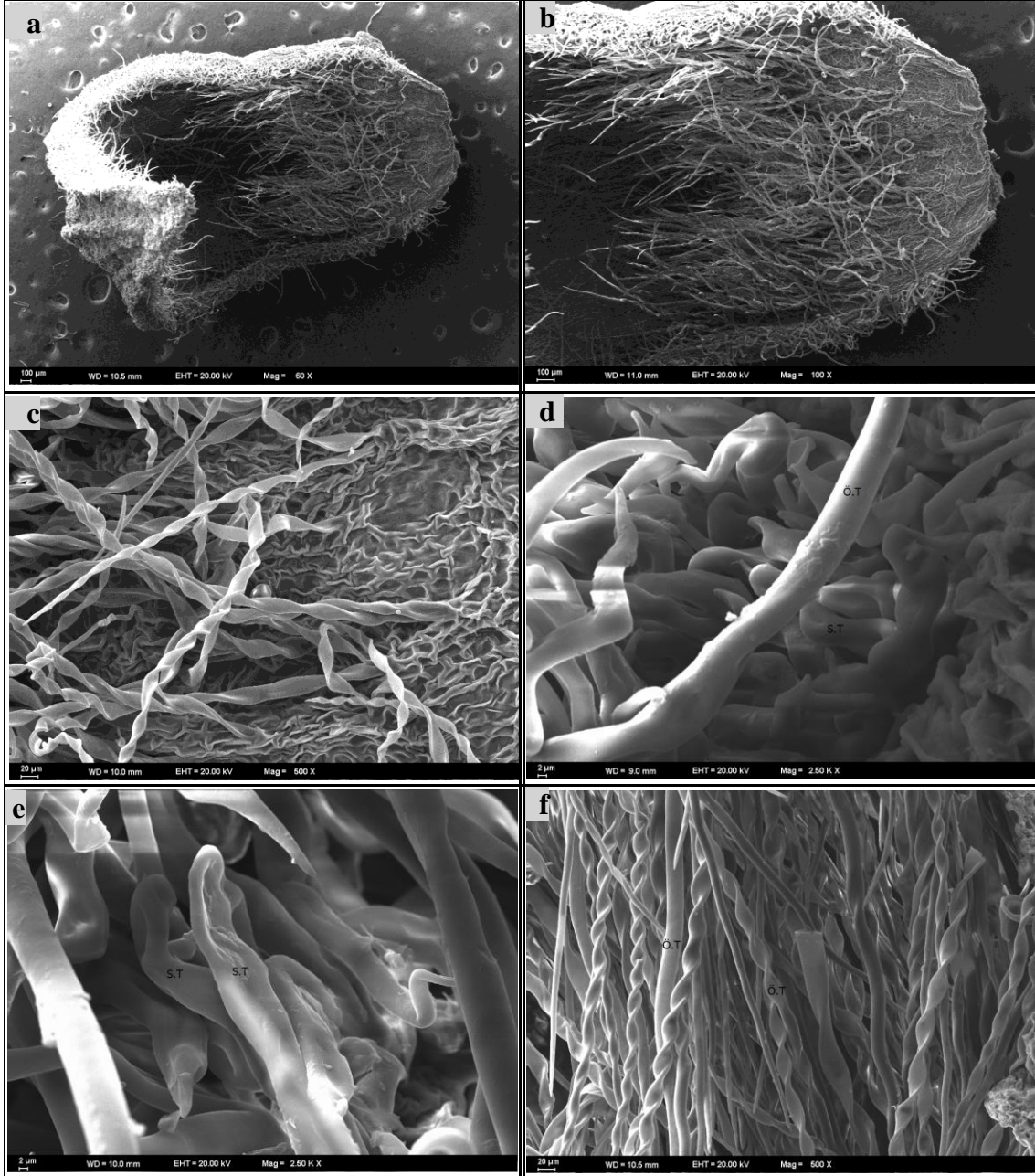


Şekil 4.107. *Tilia rubra* subsp. *caucasica* a. Genel çiçek yapısı (S-sepal, P-petal) b. Kayık şeklindeki sepal c-ç. Sepal örtü tüyleri (ok-nektar damlacıkları)

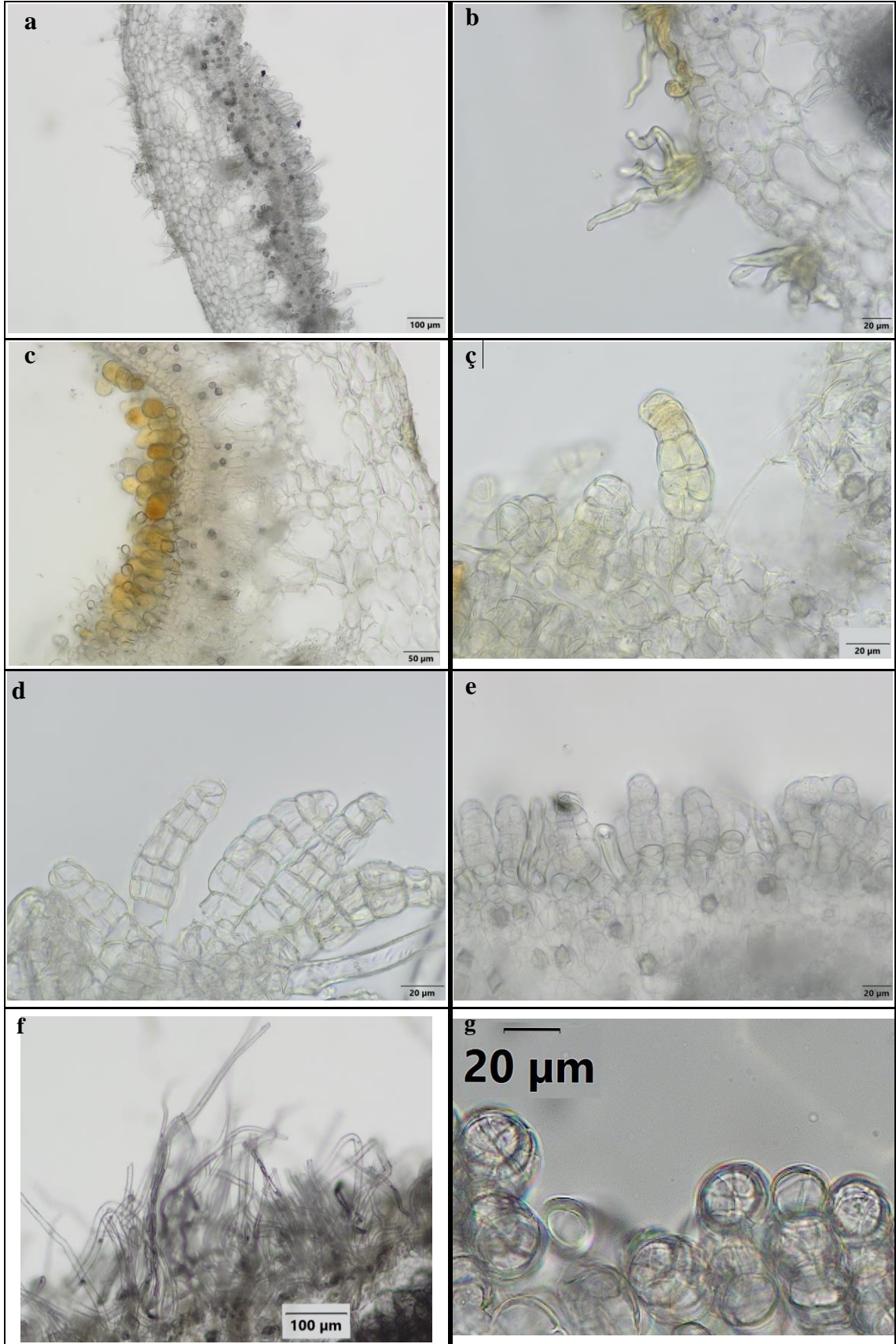
Yapılan incelemeler sonucunda her iki taksonda da sepalin adaksiyal yüzeyinin neredeyse tamamen örtü tüyleri ile kaplı olduğu görülmüş olup iki çeşit örtü tüyü saptanmıştır. Bunlardan ilki sepal kenarı boyunca uzanan ve apikal kısımda yoğunlaşan daha kısa yapılı ve tek hücreli basit tüyler iken diğeri bazal kısımda yoğunlaşarak öbek oluşturan çok daha uzun yapılı tek hücreli basit tüylerdir.



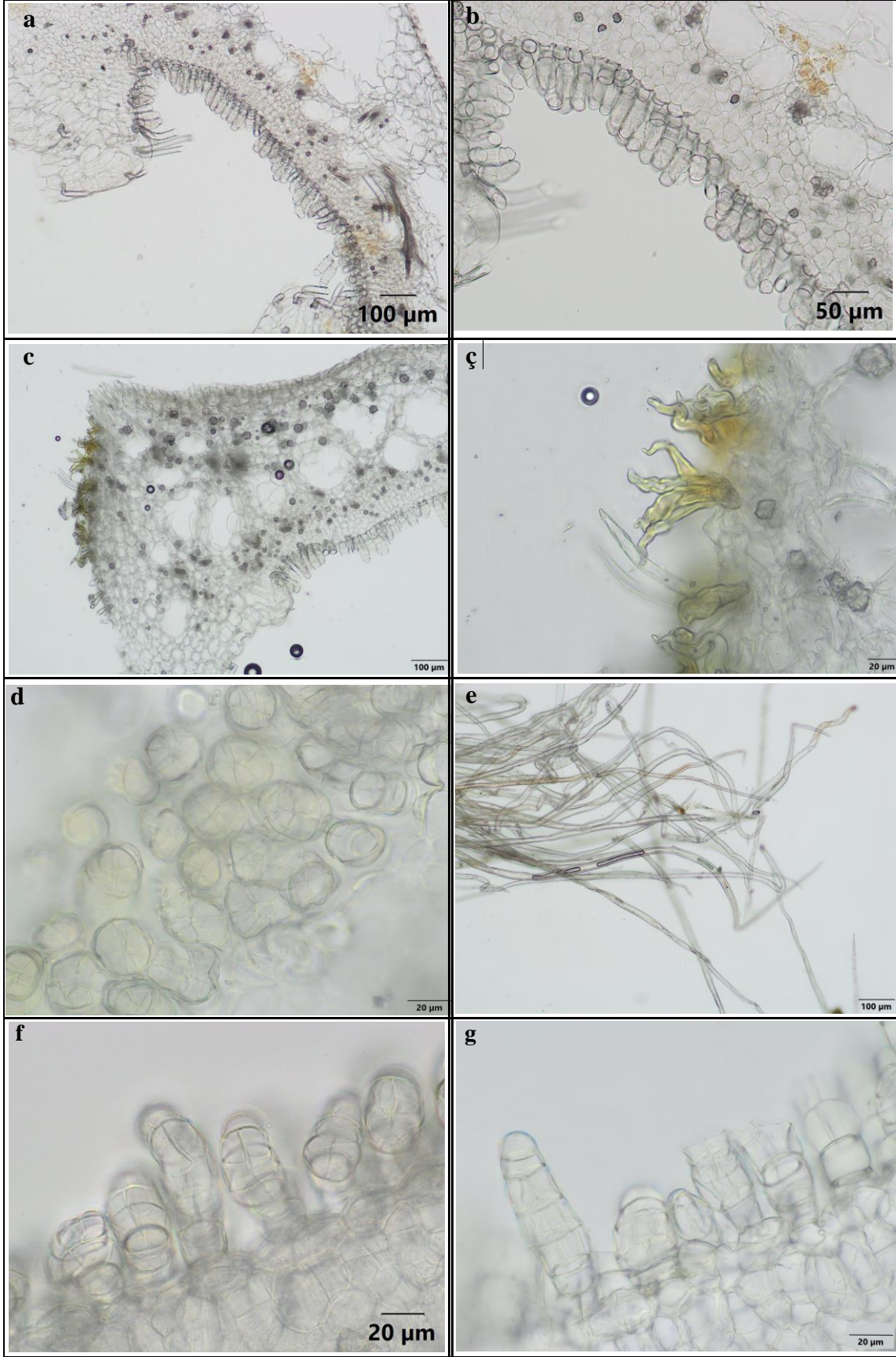
Şekil 4.108. *Tilia tomentosa* a. Kayık şeklindeki sepal, b-f. Sepal örtü ve salgı tüyleri (Ö.T-örtü tüyü, S.T-salgı tüyü, T.P-*Tilia* poleni)



Şekil 4.109. *Tilia rubra* subsp. *caucasica* a. Kayık şeklindeki sepal, b-f. Sepal örtü ve salgı tüyleri (Ö.T-örtü tüyü- S.T-salgı tüyü)



Şekil 4.110. *Tilia tomentosa* sepal enine kesitinde tüylerin yapısı



Şekil 4.111. *Tilia rubra* subsp. *caucasica* sepal enine kesitinde tüylerin yapısı

Sepal tabanından alınan enine kesitler incelenirken salgı tüylerinin her iki taksonda da bazal kısımda yoğunlaşan uzun örtü tüylerinin altında 3-4 sıra halinde gizlenmiş şekilde bulunduğu tespit edilmiştir. Örtü tüylerinin salgı tüylerinin üzerini tamamen kapatıyor olması nedeni ile bu tüylerin görevinin nektarı gizleyerek korumak ve buharlaşmasını önlemek olduğu düşünülmüştür. Ayrıca sepal kenarı boyunca dizilmiş olan kısa tüyler de nektarın sepal dışına akmasını önleyerek nektar kaybının en aza inmesini sağlayacak konumdadır (Şekil 106b,107b). Malvaceae familyasının diğer bazı üyelerinde de benzer tipte örtü tüylerinin varlığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [175,180,242]. Ayrıca Rosaceae ve Ericaceae familyası üyelerinde de çiçekte bulunan ve nektarın buharlaşmasını önlediği bildirilen örtü tüylerinin varlığı başka araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir [243,244].

Tilia tomentosa sepalinin abaksiyal yüzeyi boyunca 4-7 kollu stellat örtü tüyleri gözlenirken (Şekil 4.110a-b) *Tilia rubra* subsp. *caucasica*'da stellat örtü tüyleri yalnızca sepalin kenar kısmında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.111c-ç). Konarska da *Tilia cordata* ile yaptığı çalışmada sepalin abaksiyal yüzeyinde stellat tüylerin varlığından bahsetmiştir [175].

İncelenen her iki taksonda da salgı tüylerinin sepalin adaksiyal yüzeyinin bazal tarafında kümelenmiş ve 3-4 sıra halinde bulunduğu görülmüştür. Bu salgı tüyleri klavat şekilli olup, çok hücreli bir baş ve 2-3 hücreli sap kısmından oluşmaktadır (Şekil 4.110-111). Konarska da yaptığı çalışmada salgı tüylerinin adaksiyal bazal yüzeyde 2-3 sıra halinde kümelenişini ve klavat şekilli salgı tüylerinin çok hücreli bir baş, birkaç hücreden oluşan sap ve birkaç hücreli taban kısmından oluştuğunu bildirmiştir [175].

Salgı tüylerinin bulunduğu epidermisin altında 6-8 sıra halinde, yoğun plastid içeren küçük ve düzenli sıralanmış parankimatik hücrelerin bulunduğu ve bu parankimatik hücrelerin bol miktarda kalsiyum okzalat kristali içerdiği görülmüştür. Fahn da yaptığı çalışmada nektaryumların farklılaşmış bir epidermis tabakasına ve özelleşmiş bir parankimaya sahip olduğunu ve bu özelleşmiş parankima hücrelerinin genellikle küçük boyutta olup yoğun granüler bir sitoplazma ve nispeten büyük nükleus içerdiğini bildirmiştir [172].

Parankimatik hücre tabakasının hemen altında daha büyük hücrelerden oluşan, düzensiz dizilimli ve geniş hücre içi boşlukları olan bir doku bulunmakta olup ksilem ve fluemden oluşan iletim demetleri bu iki tabakanın birleşim sırasında yer almaktadır. İletim demetlerinin her iki tabaka ile de temas halinde olduğu gözlenmiştir. *Tilia tomentosa*'da altta yer alan doku içerisinde kalsiyum okzalit kristallerine rastlanmazken *T. rubra* subsp. *caucasica*'da bu tabakadaki hücreler içerisinde de kalsiyum okzalit kristalleri bulunmaktadır (Şekil 4.110-111). *Tilia cordata* nektaryumları ile yapılan çalışmada da glandular bir parankima tabakası ile subglandular hücre tabakalarının bulunduğu, ksilem ve fluemden oluşan iletim demetlerinin bizim çalışmamızda tespit edilen şekilde bu iki tabaka ile temas halinde konumlandığı ancak glandular tabaka içerisinde de yalnızca ksilemin bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca subglandular dokuda yer alan hücre boşluklarının müsilaj içerdiği ve bu boşlukların nektar üretimine katkı sağlayacak ek su kaynağı oluşturabileceği önerilmiştir. Bu çalışmada kalsiyum okzalit kristallerine bizim çalışmamızdaki *Tilia rubra* subsp. *caucasica*'da olduğu gibi her iki tabakada da rastlanmıştır [175].

Malvaceae familyasının diğer bazı üyelerinde de benzer lokasyonlarda benzer salgı tüyleri çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir [178–181].

Bignoniaceae familyasına ait *Lundia* cinsi ile yapılan çalışmada da nektaryumların klavat şekilli salgı tüylerinden oluştuğu ancak korolla üzerinde buldukları bildirilmiştir [245]. Weryszko-Chmielewska ve Bożek'in Caprifoliaceae familyasından *Lonicera* cinsi ile yaptıkları çalışmada da nektarın tek hücreli salgı tüyleri ile daha kısa olan papillalardan salındığı ve bu tüylerin korolla tüpünün alt kısmında yer aldığı rapor edilmiştir [246]. Goldberg tarafından yapılan çalışmada ise Sterculiaceae familyasından *Helicteres* cinsinin nektaryumları incelenmiş ve salgı tüylerinden oluşan nektaryumların kaliks tabanında yer aldığı saptanmıştır [181].

5. YORUM

Bu çalışma kapsamında Avrupa'nın en zengin biyoçeşitliliğe sahip ve acil olarak korunması gereken 100 ormanı ve Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı içerisinde yer alan Yenice ormanlarında üretilen balların melissopalinojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, istatistiki açıdan değerlendirilmiş ve bölge ballarının benzerlik ve farklılıkları ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışma kapsamından bölge ballarına büyük oranda kaynak olan *Tilia tomentosa* ve *Tilia rubra* subsp. *caucasica* taksonlarının nektaryum yapıları morfolojik ve anatomik olarak incelenmiştir.

Yapılan melissopalinojik analizler sonucunda bölge ballarında dominant oranda poleni ile karşılaşılan taksonlar *Tilia* spp., *Castanea sativa*, *Erica* spp., *Sambucus* spp. ve Rosaceae familyası olmuştur. Dominant oranda polenine rastlanılan taksonlar dışında bölge ballarında bulunma sıklıkları en yüksek olan polenlerin *Cistus creticus* (sadece polen kaynağı), *Clematis vitalba*, *Paliurus spina-christi*, *Rosa canina*, *Crataegus* spp. ve Fabaceae taksonlarına ait olduğu tespit edilmiştir. Bu taksonlar, bölge ballarının karakteristik polen spektrumunu oluşturan önemli belirteçler olarak saptanmıştır.

Bölgeden temin edilen ve *Tilia* poleni içeren numunelerde tespit edilen en düşük *Tilia* poleni oranı %0,50 en yüksek *Tilia* poleni oranı ise %69,71 olmuştur. Yenice bölgesinde ıhlamur ağaçlarının yaygın olarak bulunması ve ıhlamur nektarının yoğun kokusu nedeniyle bölge halkının düşüncesi üretilen balların tamamının ıhlamur balı olduğu yönündedir. Yoğun kokusu ve aroması nedeniyle baldaki polen spektrum oranı eser ya da minör miktarda bile olsa kokusu ve aroması tüm balı etkilemektedir. Ancak bölgedeki bitki çeşitliliğinin çok fazla olması bala karışan takson sayısını da artırmakta ve baldaki ıhlamur oranının düşmesine neden olmaktadır. Bu duruma bağlı olarak bölgenin monofloral ıhlamur balı üretim potansiyeli azalmaktadır. Kısaca bölgedeki bitkisel çeşitlilik monofloral bal üretimi açısından bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmasına rağmen multifloral bal üretimi açısından oldukça avantajlı bir durumdadır.

Bal Tebliği'nde ıhlamur balları için kabul edilen polen oranı en az %5 olarak belirlenmiştir [17]. Ancak bu çalışmada tespit edilen en yüksek polen oranının %69,71'e

ulaşabiliyor olması Bal Tebliği'nde belirtilen değerin oldukça yetersiz olduğunu düşündürmektedir. Balların *Tilia* poleni oranları ile baskın koku ve aromaları karşılaştırılmış ve en az %10 *Tilia* poleni içeriğine sahip ballarda ıhlamur kokusunun baskın olduğu tespit edilmiştir. %10-5 *Tilia* poleni içeriğine sahip ballar ise eğer dominant veya sekonder oranda *Castanea sativa* ve *Erica* spp. ya da dominant oranda *Sambucus* spp. poleni içeriyorsa; bu taksonların *Tilia*'nın baskın kokusunu azalttığı ve bu taksonların *Tilia* ile karışımından oluşan karışık bal hissi yarattığı; ancak *Tilia*'nın yanında baskın aromaya sahip olmayan *Clematis*, Rosaceae, *Crataegus*, *Paliurus* vb. gibi taksonlara ait polenlerin bulunması halinde bu ballarda *Tilia* aromasının hakim olduğu görülmüştür.

Elde edilen melissopalınolojik bulgular neticesinde Gökbel, Esenköy, Satuk, Kuzdağ ve Yazıköy bölgelerinin monofloral *Tilia* balı üretimi için daha uygun bölgeler olduğu, Değirmenyani bölgesinin ise *Tilia* balı üretiminden çok *Castanea sativa* balı üretimi için değerlendirilebileceği saptanmıştır.

Bölge ballarının TPS-10 g değerlerinin genel itibariyle düşük olduğu, dominant ve sekonder oranda polenine sahip balların TPS-10 g değerlerinin ise 15.000'in altında kaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgular sayesinde literatürde yer alan *Tilia* ballarının az polenle temsil edildiği bilgisi desteklenmiştir.

Yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerin istatistiksel olarak değerlendirilmeleri neticesinde; bölge ballarına ait diastaz, HMF, kül, nem, suda çözünmeyen madde, G+F ve sakkaroz değerlerinin balların *Tilia* poleni içerikleri ile ilişkilendirilebilecek düzeyde farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenlik, pH, prolin ve serbest asitlik değerlerinin ise balların *Tilia* poleni içeriklerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve ıhlamur ballarının karakterizasyonu için etkili bir şekilde kullanılabilceği ortaya konmuştur. *Tilia* polen içeriği fazla olan balların elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin bölgede üretilen diğer ballara oranla yüksek olmasına karşın prolin ve serbest asitlik değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bölge ballarının element içerikleri ile *Tilia* poleni oranları karşılaştırılıp istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; balların Ca, Na, Fe, Ni, Zn, Ba ve Cd içeriklerinin *Tilia* poleni oranları ile ilişkilendirilemeyeceği ancak Mg ve Mn içeriklerinin *Tilia* polen oranlarına bağlı olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır. *Tilia* ballarının bölgede üretilen diğer ballara oranla daha düşük Mn içerdiği ve Mn içeriğinin *Tilia* ballarının karakterize edilmesinde önemli bir parametre olarak kullanılabilceği ortaya konulmuştur.

Balların uçucu bileşen içeriklerinin analizi neticesinde tüm ballarda en fazla oranda tespit edilen madde grupları sırasıyla hidrokarbonlar, fenolik bileşikler, esterler ve aldehytler olmuştur. Uçucu bileşen içeriği *Tilia* polen oranları ile kıyaslandığında *Tilia* polen oranı yüksek olan ballarda bulunan heneikosan, pentakosan ve tetrakosan miktarının diğer ballara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fenolik bileşiklerden fenol, 2,4-bis(1,1-dimetil etil), aldehytlerden ise benzaldehyt *Tilia* ballarında en fazla rastlanan madde olmuştur.

Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları PCA ile değerlendirildiğinde; fiziksel ve kimyasal analiz parametrelerinden iletkenlik, pH, prolin ve serbest asitlik değerlerinin balların *Tilia* poleni oranlarına göre ayırımında %86,893 oranında belirleyici karakterler olarak kullanılabilceği saptanırken element içeriklerinden Na, Mg ve Mn değerlerinin balların *Tilia* poleni oranlarına göre ayırımında %85,6 belirleyici karakterler olduğu ortaya konulmuştur. Tüm analiz parametreleri bir arada değerlendirildiğinde ise PCA sonuçları balların *Tilia* poleni oranına göre ayırımında Na, Mg, Mn, Serbest asitlik, pH, prolin ve iletkenlik parametrelerinin %65,385 belirleyici karakterler olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

Bölge ballarının botanik orijinine büyük oranda katkı sağlayan *Tilia tomentosa* ve *T. rubra* subsp. *caucasica* taksonlarının nektaryum yapılarının morfolojik ve anatomik incelemeleri sonucunda ise her iki taksonda nektarın salgı tüyleri vasıtasıyla salgılandığı saptanmıştır. Salgı tüylerinin her iki taksonda da sepalin adaksiyal yüzeyinde, bazal kısımda yoğunlaşan uzun örtü tüylerinin altında 3-4 sıra halinde gizlenmiş şekilde bulunduğu gösterilmiştir. Elde edilen bu veriler sonucunda literatüre katkı sağlanarak

Tilia tomentosa ve *T. rubra* subsp. *caucasica* taksonlarının nektaryum yapıları ile ilgili bilgi eksikliği önemli oranda giderilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- [1] A. Güner, S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, M.T. Babaç, Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), ANG Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Flora Dizisi, İstanbul, **2012**.
- [2] K. Sorkun, Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları, Palme Yayıncılık, Ankara, **2008**.
- [3] A. Güler, O. Kaftanoğlu, Türkiye'deki Önemli Balarisi (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Özellikleri-I, Turkish J. Vet. Anim. Sci. 23 (**1999**) 565–570.
- [4] Ö. Saygin Alparslan, N. Demirbaş, Evaluation of practices on geographical indication in terms of honey production and trade in the European Union and in Turkey, Yuz. Yil Univ. J. Agric. Sci. 29 (**2019**) 526–538. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.547413>.
- [5] A. Okumuş, F. Konak, Ü. Kayaboynu, F. Bilgi, Arı Genotiplerinin Değerlendirilmesinde Moleküler Genetik Tekniklerin Kullanımı, Arıcılık Araştırma Derg. 4 (**2012**) 2–7.
- [6] A. Sezgin, M. Kara, Arıcılıkta Verim Üzerine Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma: TRA2 Bölgesi Örneği, Harran Tarım ve Gıda Bilim. Derg. 15 (**2011**) 31–38.
- [7] FAO, FAO Stats, Stat. Reports. (**2019**). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>.
- [8] S. Bogdanov, Honey Types, içinde: B. Honey, Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, **2017**: ss. 1–6.
- [9] C. De Alda-Garcilope, A. Gallego-Picó, J.C. Bravo-Yagüe, R.M. Garcinuño-Martínez, P. Fernández-Hernando, Characterization of Spanish honeys with protected designation of origin “miel de Granada” according to their mineral content, Food Chem. 135 (**2012**) 1785–1788. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.057>.
- [10] V. Lippolis, E. de Angelis, G.M. Fiorino, A. Di Gioia, M. Arlorio, A.F. Logrieco, L. Monaci, Geographical origin discrimination of monofloral honeys by direct analysis in real time ionization-high resolution mass spectrometry (DART-HRMS), Foods. 9 (**2020**) 1–11. <https://doi.org/10.3390/foods9091205>.
- [11] Türk Patent Marka Kurumu, Coğrafi İşaretler Portalı, (**2021**). <https://ci.turkpatent.gov.tr/veri-tabani> (erişim **21 Nisan 2021**).
- [12] S. Kantarcı Savaş, Türkiye'de Coğrafi İşaret Kavramına Genel Bakış, Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilim. Fakültesi Derg. 6 (**2017**) 203–210.
- [13] M. Kekeçoğlu, E.K. Gürcan, M.İ. Soysal, Türkiye Arı Yetiştiriciliğinin Bal

- Üretimi Bakımından Durumu, J. Tekirdag Agric. Fac. 4 (2007) 227–236.
- [14] K.E. Sandal, C. Kan, Bingöl İli’nde arıcılık faaliyetleri, Türk Coğrafya Derg. (2013) 1–12. <https://doi.org/10.17211/tcd.59339>.
- [15] M. Karacaoğlu, Türkiye Arıcılığının Yapısal Analizi, TSE Stand. (2012) 26–33.
- [16] TAB, Arıcılık Raporu, Ankara, 2018.
- [17] TGK Bal Tebliği, TGK Bal Tebliği (2020/7), Türkiye, 2020.
- [18] TSE, Bal Standardı, (2010). <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073085054056097047089049084056109118> (erişim 27 Mart 2021).
- [19] P.M. Da Silva, C. Gauche, L.V. Gonzaga, A.C.O. Costa, R. Fett, Honey: Chemical composition, stability and authenticity, Food Chem. 196 (2016) 309–323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>.
- [20] W. Von Der Ohe, L. Persano Oddo, M.L. Piana, M. Morlot, P. Martin, Harmonized methods of melissopalynology, Apidologie. 35 (2004) 18–25. <https://doi.org/10.1051/apido:2004050>.
- [21] O. Anjos, R.P.F. Guiné, A.J.A. Santos, V.B. Paula, H. Pereira, L.M. Estevinho, Evaluation of FT-Raman and FTIR-ATR spectroscopy for the quality evaluation of *Lavandula* spp. Honey, Open Agric. 6 (2021) 47–56. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0210>.
- [22] E. Crane, Bees And Beekeeping: Science, Practice And World Resources By Ethel Crane, 1990.
- [23] Z. Kaya, R. Binzet, N. Orcan, Pollen analyses of honeys from some regions in Turkey, Apiacta. 40 (2005) 10–15.
- [24] N. Sahinler, S. Kaya, Bal Arisi Kolonilerini (*Apis mellifera* L.) Ek Yemlerle Beslemenin Koloni Performansi Üzerine Etkileri, MKU Ziraat Fakültesi Derg. 6 (2001) 83–92.
- [25] L.F. Cuevas-Glory, J.A. Pino, L.S. Santiago, E. Sauri-Duch, A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey, Food Chem. 103 (2007) 1032–1043. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.068>.
- [26] J.W. White, Composition of Honey, içinde: E. Crane (Ed.), Honey A Compr. Surv., Heinemann ed., London, 1975: s. 162.
- [27] M.A. Akanmu, T.A. Olowookere, S.A. Atunwa, B.O. Ibrahim, O.F. Lamidi, P.A. Adams, B.O. Ajimuda, L.E. Adeyemo, Neuropharmacological effects of Nigerian honey in mice, African J. Tradit. Complement. Altern. Med. 8 (2011) 230–249. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v8i3.65285>.

- [28] F. Tornuk, S. Karaman, I. Ozturk, O.S. Toker, B. Tastemur, O. Sagdic, M. Dogan, A. Kayacier, Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile, *Ind. Crops Prod.* 46 (2013) 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.12.042>.
- [29] S. Saxena, S. Gautam, A. Sharma, Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys, *Food Chem.* 118 (2010) 391–397. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.001>.
- [30] M. Blasa, M. Candiracci, A. Accorsi, M.P. Piacentini, M.C. Albertini, E. Piatti, Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants, *Food Chem.* 97 (2006) 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.039>.
- [31] D.C. Fechner, A.L. Moresi, J.D. Ruiz Díaz, R.G. Pellerano, F.A. Vazquez, Multivariate classification of honeys from Corrientes (Argentina) according to geographical origin based on physicochemical properties, *Food Biosci.* 15 (2016) 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.05.002>.
- [32] E. Anklam, A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food Chem.* 63 (1998) 549–562. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00057-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00057-0).
- [33] H. Gross, J. Polagruto, Q. Zhu, S. Kim, D. Schramm, C. Keen, Effect of honey consumption on plasma antioxidant status in human subjects, içinde: 227th Am. Chem. Soc. Meet., 2014.
- [34] A. Guler, H. Kocaokutgen, A. V. Garipoglu, H. Onder, D. Ekinci, S. Biyik, Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis, *Food Chem.* 155 (2014) 155–160. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.033>.
- [35] A.I. Ruiz-Matute, M. Weiss, D. Sammataro, J. Finely, M.L. Sanz, Carbohydrate composition of high-fructose corn syrups (HFCS) used for bee feeding: Effect on honey composition, *J. Agric. Food Chem.* 58 (2010) 7317–7322. <https://doi.org/10.1021/jf100758x>.
- [36] M.S. Finola, M.C. Lasagno, J.M. Marioli, Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina, *Food Chem.* 100 (2007) 1649–1653. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.046>.
- [37] C. Pita-Calvo, M.E. Guerra-Rodríguez, M. Vázquez, Analytical methods used in the quality control of honey, *J. Agric. Food Chem.* 65 (2017) 690–703. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04776>.
- [38] M. Sak-Bosnar, N. Sakač, Direct potentiometric determination of diastase activity in honey, *Food Chem.* 135 (2012) 827–831. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.006>.

- [39] B. Zábrodská, M. Králová, L. Vorlová, A comparison of the Schade and Phadebas methods for determining diastase activity in honey, *Maso Int. – J. Food Sci. Technol.* 2 (2016) 119–122.
- [40] Y. Yücel, P. Sultanoğlu, Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics, *Food Biosci.* 1 (2013) 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2013.02.001>.
- [41] M. Ahmed, N. Djebli, S. Aissat, B. Khiati, A. Meslem, S. Bacha, In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity, *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 3 (2013) 816–821. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60161-6](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60161-6).
- [42] Codex Alimentarius, Standard for Honey, Codex Stan 12-1981. (2001) 1–8.
- [43] EU Commision, EU Honey Directive (2001/110/EC), EU, 2001.
- [44] L. Vorlová, A. Pridal, Invertase and diastase activity in honeys of Czech provenience, *Acta Univ. Agric. Silvic. Sb. Mendelovy Zemed. a Lesn. Mendelianae Brun.* 5 (2010) 57–66.
- [45] S. Bogdanov, P. Martin, C. Lullmann, Harmonised methods of the International Honey Commission, 2002.
- [46] L. Persano Oddo, E. Baldi, M. Accorti, Diastatic activity in some unifloral honeys, *Apidologie.* 21 (1990) 17–24. <https://doi.org/10.1051/apido:19900103>.
- [47] L. Persano Oddo, M.G. Piazza, P. Pulcini, Invertase activity in honey, *Apidologie.* 30 (1999) 57–65. <https://doi.org/10.1051/apido:19990107>.
- [48] S. Bogdanov, Honey composition, içinde: honey B., *Bee Product Science*, www.bee-hexagon.net, 2017: ss. 1–10.
- [49] R.F.A. Moreira, C.A.B. De Maria, M. Pietroluongo, L.C. Trugo, Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions, *Food Chem.* 104 (2007) 1236–1241. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.055>.
- [50] S. Bogdanov, Physical properties of honey, içinde: B. honey, *Bee Product Science*, www.bee-hexagon.net, 2010: ss. 1–8.
- [51] E. Majewska, B. Drużyńska, R. Wołosiak, Determination of the botanical origin of honeybee honeys based on the analysis of their selected physicochemical parameters coupled with chemometric assays, *Food Sci. Biotechnol.* 28 (2019) 1307–1314. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00598-5>.
- [52] S.A. El Sohaimy, S.H.D. Masry, M.G. Shehata, Physicochemical characteristics of honey from different origins, *Ann. Agric. Sci.* 60 (2015) 279–287. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>.

- [53] M.O. Adenekan, N.A. Amusa, A.O. Lawal, V.E. Okpeze, Physico-chemical and microbiological properties of honey samples obtained from Ibadan, *J. Microbiol. Antimicrob.* 2 (2010) 100–104.
- [54] C. Pita-Calvo, M. Vázquez, Differences between honeydew and blossom honeys: A review, *Trends Food Sci. Technol.* 59 (2017) 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.015>.
- [55] A.S. Alqarni, A.A. Owayss, A.A. Mahmoud, M.A. Hannan, Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia, *J. Saudi Chem. Soc.* 18 (2014) 618–625. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.11.009>.
- [56] F. Rodríguez-Ramos, E. Marcano, G. Aguiar, J. Ramos-Gamero, Mineral composition of artisanal and commercial honeys from Venezuela: a comparison of sample pre-treatment strategies, *SN Appl. Sci.* 2 (2020) 1–9. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03917-2>.
- [57] N. Ecem Bayram, D. Canli, Y.C. Gercek, S. Bayram, S. Çelik, F. Güzel, H. Morgil, G.C. Oz, Macronutrient and micronutrient levels and phenolic compound characteristics of monofloral honey samples, *J. Food Nutr. Res.* 59 (2020) 311–322.
- [58] S. Bogdanov, M. Haldimann, W. Luginbühl, P. Gallmann, Minerals in honey: Environmental, geographical and botanical aspects, *J. Apic. Res.* 46 (2007) 269–275. <https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101407>.
- [59] B.S. De Ferrer, G.O. De Rodríguez, J. Peña, J. Martínez, M. Morán, Mineral content of the honey produced in Zulia state. Venezuela, *Arch. Latinoam. Nutr.* 54 (2004) 346–348.
- [60] B. Staniškienė, P. Matusėvičius, R. Budreckienė, Honey as an Indicator of Environmental Pollution, *Environ. Res. Eng. Manag.* 2 (2006) 53–58.
- [61] P. Pohl, H. Stecka, K. Greda, P. Jamroz, Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn from commercial bee honeys, *Food Chem.* 134 (2012) 392–396. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.065>.
- [62] V. Valkovic, Trace element analysis, Taylor and Francis, London, 1975.
- [63] I. Bratu, C. Georgescu, Chemical contamination of bee honey—identifying sensor of the environment pollution, *J. Cent. Eur. Agric.* 6 (2005) 467–470.
- [64] M. Tuzen, M. Soylak, Trace heavy metal levels in microwave digested honey samples from Middle Anatolia, Turkey, *J. Food Drug Anal.* 13 (2005) 343–347. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2571>.
- [65] L.S. Chua, N.L. Abdul-Rahaman, M.R. Sarmidi, R. Aziz, Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia, *Food Chem.* 135 (2012) 880–887. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.106>.

- [66] P. Fodor, E. Molnar, Honey as an environmental indicator: Effect of sample preparation on trace element determination by ICP-AES, *Mikrochim. Acta.* 112 (1993) 113–118. <https://doi.org/10.1007/BF01243327>.
- [67] N. Bilandžić, M. Dokić, M. Sedak, B.S. Kolanović, I. Varenina, A. Končurat, N. Rudan, Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions, *Food Chem.* 128 (2011) 1160–1164. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.023>.
- [68] Z. Ajtony, L. Bencs, R. Haraszi, J. Szigeti, N. Szoboszlai, Study on the simultaneous determination of some essential and toxic trace elements in honey by multi-element graphite furnace atomic absorption spectrometry, *Talanta.* 71 (2007) 683–690. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2006.05.023>.
- [69] M.L. González-Miret, A. Terrab, D. Hernanz, M.Á. Fernández-Recamales, F.J. Heredia, Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin, *J. Agric. Food Chem.* 53 (2005) 2574–2580. <https://doi.org/10.1021/jf048207p>.
- [70] G. Celli, B. Maccagnani, Honey bees as bioindicators of environmental pollution, *Bull. Insectology.* 56 (2003) 137–139. <https://doi.org/10.1130/abs/2017am-305412>.
- [71] M. de la Guardia, A. Gonzalez, Food Protected Designation of Origin - Methodologies and Applications, içinde: D. Barcelo (Ed.), *Compr. Anal. Chem.*, 2013: ss. 339–382.
- [72] R. Subramanian, H. Umesh Hebbar, N.K. Rastogi, Processing of Honey: A Review, *Int. J. Food Prop.* 10 (2007) 127–143. <https://doi.org/10.1080/10942910600981708>.
- [73] N. Sahinler, S. Sahinler, A. Gul, Biochemical composition of honeys produced in Turkey, *J. Apic. Res.* 43 (2004) 53–56. <https://doi.org/10.1080/00218839.2004.11101110>.
- [74] A. Shugaba, Analysis of Biochemical Composition of Honey Samples from North-East Nigeria, *Biochem. Anal. Biochem.* 2 (2012). <https://doi.org/10.4172/2161-1009.1000139>.
- [75] M. Feller-Demalsy, B. Vincent, F. Beaulieu, Mineral content and geographical origin of canadian honeys, *Apidologie.* 20 (1989) 15.
- [76] H. Sevimli, N. Bayulgen, A. Varinlioglu, Determination of trace elements in honey by INAA in Turkey, *J. Radioanal. Nucl. Chem. Lett.* 165 (1992) 319–325. <https://doi.org/10.1007/BF02166150>.
- [77] M. Juan-Borrás, E. Domenech, M. Hellebrandova, I. Escriche, Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys, *Food Res. Int.* 60 (2014) 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.045>.

- [78] M.E. Conti, Lazio region (Central Italy) honeys: A survey of mineral content and typical quality parameters, *Food Control*. 11 (2000) 459–463. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(00\)00011-6](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(00)00011-6).
- [79] A. Terrab, M.J. Díez, F.J. Heredia, Palynological, physico-chemical and colour characterization of Moroccan honeys: I. River red gum (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) honey, *Int. J. Food Sci. Technol.* 38 (2003) 379–386. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2003.00715.x>.
- [80] M.E. Conti, J. Stripeikis, L. Campanella, D. Cucina, M.B. Tudino, Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters, *Chem. Cent. J.* 1 (2007) 14. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-1-14>.
- [81] A. Bentabol Manzanares, Z.H. García, B.R. Galdón, E.R. Rodríguez, C.D. Romero, Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition, *Food Chem.* 126 (2011) 664–672. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.003>.
- [82] M.O. Schäfer, V. Dietemann, C.W.W. Pirk, P. Neumann, R.M. Crewe, H.R. Hepburn, J. Tautz, K. Crailsheim, Individual versus social pathway to honeybee worker reproduction (*Apis mellifera*): Pollen or jelly as protein source for oogenesis?, *J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sensory, Neural, Behav. Physiol.* 192 (2006) 761–768. <https://doi.org/10.1007/s00359-006-0112-y>.
- [83] I. Hermosín, R.M. Chicón, M.D. Cabezudo, Free amino acid composition and botanical origin of honey, *Food Chem.* 83 (2003) 263–268. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00089-X).
- [84] R. Rebane, K. Herodes, A sensitive method for free amino acids analysis by liquid chromatography with ultraviolet and mass spectrometric detection using precolumn derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate: Application to the honey analysis, *Anal. Chim. Acta.* 672 (2010) 79–84. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2010.04.014>.
- [85] J. Kečkeš, J. Trifković, F. Andrić, M. Jovetić, Ž. Tešić, D. Milojković-Opsenica, Amino acids profile of Serbian unifloral honeys, *J. Sci. Food Agric.* 93 (2013) 3368–3376. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6187>.
- [86] S. Ouchemoukh, H. Louaileche, P. Schweitzer, Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys, *Food Control*. 18 (2007) 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.007>.
- [87] M.D.P. Sánchez, J.F. Huidobro, I. Mato, S. Muniategui, M.T. Sancho, Correlation between Proline Content of Honeys and Botanical Origin, *Dtsch. Leb.* 97 (2001) 171–175.
- [88] Z. Can, O. Yildiz, H. Sahin, E. Akyuz Turumtay, S. Silici, S. Kolayli, An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles, *Food Chem.* 180 (2015) 133–141.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.024>.

- [89] S. Bogdanov, C. Lüllmann, P. Martin, W. von der Ohe, H. Russmann, G. Vorwohl, L.P. Oddo, A.G. Sabatini, G.L. Marcazzan, R. Piro, C. Flamini, M. Morlot, J. Lhéritier, R. Borneck, P. Marioleas, A. Tsigouri, J. Kerkvliet, A. Ortiz, T. Ivanov, B. D'Arcy, B. Mossel, P. Vit, Honey quality and international regulatory standards: Review by the international honey commission, *Bee World*. 80 (1999) 61–69. <https://doi.org/10.1080/0005772x.1999.11099428>.
- [90] V. Nanda, B.C. Sarkar, H.K. Sharma, A.S. Bawa, Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India, *J. Food Compos. Anal.* 16 (2003) 613–619. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00062-0](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00062-0).
- [91] I.A. Ratiu, H. Al-Suod, M. Bukowska, M. Ligor, B. Buszewski, Correlation Study of Honey Regarding their Physicochemical Properties and Sugars and Cyclitols Content, *Molecules*. 25 (2019) 34. <https://doi.org/10.3390/molecules25010034>.
- [92] M. Oroian, S. Ropciuc, Honey authentication based on physicochemical parameters and phenolic compounds, *Comput. Electron. Agric.* 138 (2017) 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.04.020>.
- [93] M. Oroian, S. Amariei, A. Leahu, G. Gutt, Multi-element composition of honey as a suitable tool for its authenticity analysis, *Polish J. Food Nutr. Sci.* 65 (2015) 93–100. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0018>.
- [94] M. Al-Farsi, S. Al-Belushi, A. Al-Amri, A. Al-Hadhrami, M. Al-Rusheidi, A. Al-Alawi, Quality evaluation of Omani honey, *Food Chem.* 262 (2018) 162–167. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.104>.
- [95] S. Gobessa, E. Seifu, A. Bezabih, Physicochemical Properties of Honey Produced in the Homesha District of Western Ethiopia, *J. Apic. Sci.* 56 (2012) 33–40. <https://doi.org/10.2478/v10289-012-0004-z>.
- [96] K. Hamdan, Crystallization of Honey, *Bee World*. 87 (2010) 71–74. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2010.11417371>.
- [97] I.R. Siddiqui, The sugars of honey, *Adv. Carbohydr. Chem. Biochem.* 25 (1970) 285–309. [https://doi.org/10.1016/S0065-2318\(08\)60430-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2318(08)60430-8).
- [98] L.W. Doner, The sugars of honey—A review, *J. Sci. Food Agric.* 28 (1977) 443–456. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740280508>.
- [99] L.D.C. Azeredo, M.A.A. Azeredo, S.R. De Souza, V.M.L. Dutra, Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins, *Food Chem.* 80 (2003) 249–254. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00261-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00261-3).
- [100] E. de la Fuente, M.L. Sanz, I. Martínez-Castro, J. Sanz, Development of a robust method for the quantitative determination of disaccharides in honey by gas

- chromatography, *J. Chromatogr. A.* 1135 (2006) 212–218.
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.09.035>.
- [101] A. Guler, A. Bakan, C. Nisbet, O. Yavuz, Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup, *Food Chem.* 105 (2007) 1119–1125.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.02.024>.
- [102] J.W. White, Honey, *Adv. Food Res.* 24 (1978) 287–374.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60160-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60160-3).
- [103] E. Crane, A book of honey, Oxford University Press, 1980.
<https://doi.org/10.1093/nq/s3-X.243.145-h>.
- [104] R. Krell, Value-added products from beekeeping, 1996.
- [105] K. Ruoff, W. Luginbühl, S. Bogdanov, J.O. Bosset, B. Estermann, T. Ziolko, R. Amadò, Authentication of the botanical origin of honey by near-infrared spectroscopy, *J. Agric. Food Chem.* 54 (2006) 6867–6872.
<https://doi.org/10.1021/jf060770f>.
- [106] A.E. Tanuğur, Balda Orijin Tespiti Konusunda Bir Tez Çalışması, içinde: N. Aras (Ed.), Ballı Yazılar, 1. baskı, Metro Kültür Yayınları, İstanbul, 2010: ss. 42–62.
- [107] J.M.B. de Sousa, E.L. de Souza, G. Marques, M. de T. Benassi, B. Gullón, M.M. Pintado, M. Magnani, Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region, *LWT - Food Sci. Technol.* 65 (2016) 645–651.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.058>.
- [108] Y. Amir, A. Yesli, M. Bengana, R. Sadoudi, T. Amrouche, Physico-chemical and microbiological assessment of honey from Algeria, *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 9 (2010) 1485–1494.
- [109] I. Manikis, A. Thrasivoulou, The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters, *Apiacta.* 36 (2001) 106–112.
- [110] B. Bhandari, B. D'Arcy, C. Kelly, Rheology and crystallization kinetics of honey: Present status, *Int. J. Food Prop.* 2 (1999) 217–226.
<https://doi.org/10.1080/10942919909524606>.
- [111] CAC, Codex Alimentarius, International Food Standards, (1960).
<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>.
- [112] S. Poli, The European Community and the Adoption of International Food Standards within the Codex Alimentarius Commission, *Eur. Law J.* 10 (2004) 613–630. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0386.2004.00234.x>.
- [113] A. Thrasivoulou, C. Tananaki, G. Goras, E. Karazafiris, M. Dimou, V. Liolios, D. Kanelis, S. Gounari, Legislation of honey criteria and standards, *J. Apic. Res.* 57

- (2018) 88–96. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1411181>.
- [114] TSE, Türk Standardları Enstitüsü, TÜRK Stand. (2021). <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx> (erişim 02 Nisan 2021).
- [115] D. Hailu, A. Belay, Melissopalynology and antioxidant properties used to differentiate *Schefflera abyssinica* and polyfloral honey, *PLoS One*. 15 (2020) e0240868. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240868>.
- [116] I.K. Karabagias, A. Badeka, S. Kontakos, S. Karabournioti, M.G. Kontominas, Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics, *Food Chem.* 146 (2014) 548–557. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.105>.
- [117] L.P. Vanhanen, A. Emmertz, G.P. Savage, Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey, *Food Chem.* 128 (2011) 236–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.064>.
- [118] N.M. Pınar, G. Akgül, G.N. Tuğ, *Palinoloji Laboratuvar Kılavuzu*, Ankara, 2003.
- [119] E. Oybak Dönmez, *Palinoloji Ders Notları*, Ankara, 2010.
- [120] C.F.P. da Luz, S.A. de M. Chaves, C.B. Cano, Botanical and geographical origins of honey samples from Pantanal (Mato Grosso and Mato Grosso do Sul states, Brazil) certificated by melissopalynology, *Grana*. 59 (2020) 1–28. <https://doi.org/10.1080/00173134.2020.1815831>.
- [121] J. Louveaux, A. Maurizio, G. Vorwohl, *Methods of Melissopalynology*, *Bee World*. 59 (1978) 139–157. <https://doi.org/10.1080/0005772x.1978.11097714>.
- [122] A. Maurizio, *Microscopy of honey*, içinde: E. Crane (Ed.), *Honey A Compr. Surv.*, Heinemann in cooperation with the International Bee Research Association, London, 1975: ss. 240–257.
- [123] G. Aronne, V. de Micco, Traditional melissopalynology integrated by multivariate analysis and sampling methods to improve botanical and geographical characterisation of honeys, *Plant Biosyst.* 144 (2010) 833–840. <https://doi.org/10.1080/11263504.2010.514125>.
- [124] A.C. Soria, M. González, C. De Lorenzo, I. Martínez-Castro, J. Sanz, Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data, *Food Chem.* 85 (2004) 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.06.012>.
- [125] S. Soares, J.S. Amaral, M.B.P.P. Oliveira, I. Mafra, Improving DNA isolation from honey for the botanical origin identification, *Food Control*. 48 (2015) 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.035>.

- [126] I. Bruni, A. Galimberti, L. Caridi, D. Scaccabarozzi, F. De Mattia, M. Casiraghi, M. Labra, A DNA barcoding approach to identify plant species in multiflower honey, *Food Chem.* 170 (2015) 308–315. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.060>.
- [127] F. Corvucci, L. Nobili, D. Melucci, F.V. Grillenzoni, The discrimination of honey origin using melissopalynology and Raman spectroscopy techniques coupled with multivariate analysis, *Food Chem.* 169 (2015) 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.122>.
- [128] K. Faegri, J. Iversen, *Textbook of Pollen Analysis*, 4. baskı, John Wiley & Sons, London, **1989**.
- [129] R.J. Adams, M. V. Smith, Seasonal Pollen Analysis of Nectar from the Hive and of Extracted Honey, *J. Apic. Res.* 20 (1981) 243–248. <https://doi.org/10.1080/00218839.1981.11100504>.
- [130] L. Persano Oddo, M.G. Piazza, A.G. Sabatini, M. Accorti, Characterization of unifloral honeys, *Apidologie.* 26 (1995) 453–465. <https://doi.org/10.1051/apido:19950602>.
- [131] A. Gül, Türkiye’de Üretilen Bazı Monofloral Bal Örneklerinin Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, *Turkish J. Agric. - Food Sci. Technol.* 4 (2016) 1123. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i12.1123-1126.898>.
- [132] T. Pehlivan, A. Gül, Determination of heavy metals contents of some monofloral honey produced in Turkey, *J. Appl. Pharm. Sci.* 5 (2015) 42–45. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50807>.
- [133] A. Gül, T. Pehlivan, Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey, *Saudi J. Biol. Sci.* 25 (2018) 1056–1065. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.011>.
- [134] H.U. Celebioglu, Y. Erden, H.B. Ozel, In vitro cytotoxic effects of lactobacilli grown with lime honey on human breast and colon cancer cells, *Food Biosci.* 41 (2021) 2212–4292. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101020>.
- [135] L. Persano Oddo, R. Piro, Main European unifloral honeys: descriptive sheets, *Apidologie.* 35 (2004) S38–S81. <https://doi.org/10.1051/apido:2004049>.
- [136] D. Pauliuc, P. Ciursa, F. Dranca, S. Ropciuc, M. Oroian, Tilia Honey’s Fructose, Glucose And Sucrose Content Prediction Using FT-IR Spectra With Partial Least Squares Regression, *J. Fac. Food Eng.* XIX (2021) 260–266.
- [137] G. Moise, Research on quality analysis of an assortment of five types of honey in Romania, *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural Dev.* 15 (2015) 195–199.
- [138] V. Čeksterytė, B. Kurtinaitienė, J. Balžekas, Pollen diversity in honey collected from Lithuania’s protected landscape areas, *Proc. Est. Acad. Sci.* 62 (2013) 277–282. <https://doi.org/10.3176/proc.2013.4.08>.

- [139] M. Oroian, S. Amariei, A. Rosu, G. Gutt, Classification of unifloral honeys using multivariate analysis, *J. Essent. Oil Res.* 27 (2015) 533–544. <https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1073183>.
- [140] C. Guyot, A. Bouseta, V. Scheirman, S. Collin, Floral Origin Markers of Chestnut and Lime Tree Honeys, *J. Agric. Food Chem.* 46 (1998) 625–633. <https://doi.org/10.1021/jf970510l>.
- [141] B.S. Radovic, M. Careri, A. Mangia, M. Musci, M. Gerboles, E. Anklam, Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey, *Food Chem.* 72 (2001) 511–520. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00263-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00263-6).
- [142] U. Kropf, M. Korošec, J. Bertoneclj, N. Ogrinc, M. Nečemer, P. Kump, T. Golob, Determination of the geographical origin of Slovenian black locust, lime and chestnut honey, *Food Chem.* 121 (2010) 839–846. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.094>.
- [143] M. Kadar, M. Juan, E. Domenech, M. Hellebrandova, I. Escriche, Differentiation of Acacia, Sunflower and Tilia Honeys from Different Countries Based on Sugar Composition, Physicochemical and Color Parameters, *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca - Agric.* 67 (2010) 252–258. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-agr:5084>.
- [144] D. Lušić, O. Koprivnjak, D. Čurić, A.G. Sabatini, L.S. Conte, Volatile profile of croatian lime tree (*Tilia* sp.), fir honeydew (*Abies alba*) and sage (*Salvia officinalis*) honey, *Food Technol. Biotechnol.* 45 (2007) 156–165.
- [145] M. Oroian, A. Prisacaru, E.C. Hretcanu, S.G. Stroe, A. Leahu, A. Buculei, Heavy metals profile in honey as a potential indicator of botanical and geographical origin, *Int. J. Food Prop.* 19 (2015) 1825–1836. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1107578>.
- [146] J. Atanassova, L. Yurukova, M. Lazarova, Pollen and inorganic characteristics of bulgarian unifloral honeys, *Czech J. Food Sci.* 30 (2012) 520–526. <https://doi.org/10.17221/44/2012-cjfs>.
- [147] M. Tomczyk, M. Tarapatsky, M. Džugan, The influence of geographical origin on honey composition studied by Polish and Slovak honeys, *Czech J. Food Sci.* 37 (2019) 232–238. <https://doi.org/10.17221/40/2019-CJFS>.
- [148] J. Atanassova, V. Kondova, Pollen and chemical-physical analysis of unifloral honey from different regions of Bulgaria, *Phytol. Balc.* 10 (2004) 45–50.
- [149] L.A. Scripca, S. Amariei, Research on honey crystalization, *Rev. Chim.* 69 (2018) 2953–2957. <https://doi.org/10.37358/rc.18.10.6660>.
- [150] D. Lasić, D. Bubalo, J. Bošnjir, J. Šabarić, M. Konjačić, M. Dražić, A. Racz, Influence of the Botanical and Geographical Origin on the Mineral Composition of Honey, *Agric. Conspec. Sci.* 83 (2018) 335–343.

- [151] D. Oral, Tilia L., içinde: Ü. Akkemik (Ed.), Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıkları, 1. baskı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, **2018**: ss. 415–417.
- [152] F. Yaltrık, Tilia L., içinde: P.H. Davis (Ed.), Flora Turkey Aegean Isl., Edinburgh University Press., Edinburg, **1966**: ss. 421–424.
- [153] D. Demir, Türkiye'de Doğal Olarak Yetişen Ihlamur (Tilia L.) Taksonlarının Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, **2003**.
- [154] H. Kayacık, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği Cilt III, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, **1982**.
- [155] T. Mataracı, Tilia L., içinde: A. Güner, S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, M.T. Babaç (Ed.), Türkiye Bitk. List. Damarlı Bitk., Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, **2012**: s. 621.
- [156] G.J. Anderson, The Pollination Biology of Tilia, Am. J. Bot. 63 (**1976**) 1203–1212. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1976.tb13205.x>.
- [157] A.G. Argoti, Bees associated with linden (Tilia spp.) trees and their susceptibility to toxic sugars in nectar, Yüksek Lisans Tezi, Oregon State University, **2016**.
- [158] E. Weryszko-Chmielewska, D.A. Sadowska, The phenology of flowering and pollen release in four species of linden (Tilia L.), J. Apic. Sci. 54 (**2010**) 99–108.
- [159] R. Beutler, Nectar, Bee World. 34 (**1953**) 106–116. <https://doi.org/10.1080/0005772x.1953.11094798>.
- [160] E. Pacini, M. Nepi, Nectar production and presentation, içinde: S.W. Nicolson, M. Nepi, E. Pacin (Ed.), Nectaries and Nectar, 1. baskı, Springer Netherlands, **2007**: ss. 167–214. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5937-7_4.
- [161] S.A. Corbet, C.J.C. Kerslake, D. Brown, N.E. Morland, Can Bees Select Nectar-Rich Flowers in a Patch?, J. Apic. Res. 23 (**1984**) 234–242. <https://doi.org/10.1080/00218839.1984.11100638>.
- [162] S. Silici, Tozlaşmada Polen ve Nektar Cezbediciliğinin Önemi, Alatarım. 4 (**2005**) 57–61.
- [163] H.D. Rabinowitch, A. Fahn, T. Meir, Y. Lensky, Flower and nectar attributes of pepper (Capsicum annuum L.) plants in relation to their attractiveness to honeybees (Apis mellifera L.), Ann. appl. Biol. 123 (**1993**) 221–232.
- [164] M. Heil, Nectar: Generation, regulation and ecological functions, Trends Plant Sci. 16 (**2011**) 191–200. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.01.003>.
- [165] A. Brandenburg, A. Dell'Olivo, R. Bshary, C. Kuhlemeier, The sweetest thing. Advances in nectar research, Curr. Opin. Plant Biol. 12 (**2009**) 486–490. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.04.002>.

- [166] E. De La Barrera, P.S. Nobel, Nectar: Properties, floral aspects, and speculations on origin, *Trends Plant Sci.* 9 (2004) 65–69. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2003.12.003>.
- [167] M.R.M. Neiland, C.C. Wilcock, Fruit set, nectar reward, and rarity in the Orchidaceae, *Am. J. Bot.* 85 (1998) 1657–1671. <https://doi.org/10.2307/2446499>.
- [168] T.S. Elias, Extrafloral nectaries: Their structure and distribution, içinde: *Biol. nectaries*, 1983: ss. 174–203.
- [169] H. Liu, J. Ma, H. Li, Transcriptomic and microstructural analyses in *Liriodendron tulipifera* Linn. Reveal candidate genes involved in nectary development and nectar secretion, *BMC Plant Biol.* 19 (2019) 531. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-2140-0>.
- [170] U. Lüttge, Green nectaries: the role of photosynthesis in secretion, *Bot. J. Linn. Soc.* 173 (2013) 1–11. <https://doi.org/10.1111/boj.12066>.
- [171] N. Papp, S. Csete, Á. Farkas, Comparative ecomorphology of the cyathial nectaries in eight European *Euphorbia* species, *Acta Biol. Hung.* 64 (2013) 45–59. <https://doi.org/10.1556/ABiol.64.2013.1.5>.
- [172] A. Fahn, Secretory tissues in vascular plants, *New Phytol.* 108 (1988) 229–257. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1988.tb04159.x>.
- [173] T.J. Wist, A.R. Davis, Floral nectar production and nectary anatomy and ultrastructure of *Echinacea purpurea* (Asteraceae), *Ann. Bot.* 97 (2006) 177–193. <https://doi.org/10.1093/aob/mcj027>.
- [174] Shanmukha R.S.R. Ramayya N., Trichome type and their taxonomic importance in the Tiliaceae, *Indian J. Bot.* 10 (1987) 65–73.
- [175] A. Konarska, Preliminary studies on the structure of sepals and trichomatous nectaries in flowers of *Tilia cordata* Mill, *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus.* 12 (2013) 63–74.
- [176] Á. Farkas, E. Zajácz, Nectar production for the Hungarian honey industry, *Eur. J. Plant Sci. Biotechnol.* 1 (2007) 125–151.
- [177] H. Yousefzadeh, M. Tabari, A.H. Colagar, A. Sattarian, M. Assadi, Flower and Pollen Morphology Variations in *Tilia* spp. Populations in Hyrcanain Forests, *J. For. WOOD Prod.* 65 (2013) 497–508.
- [178] N. Findlay, F. V. Mercer, Nectar production in abutilon I. Movement of nectar through the cuticle, *Aust. J. Biol. Sci.* 24 (1971) 647–656. <https://doi.org/10.1071/BI9710647>.
- [179] E.A.S. Paiva, How does the nectar of stomata-free nectaries cross the cuticle?, *Acta Bot. Brasilica.* 31 (2017) 525–530. <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0444>.

- [180] C.A.E. Leitão, R.M.S.A. Meira, A.A. Azevedo, J.M. De Araújo, K.L.F. Silva, R.G. Collevatti, Anatomy of the floral, bract, and foliar nectaries of *Triumfetta semitriloba* (Tiliaceae), *Can. J. Bot.* 83 (2005) 279–286. <https://doi.org/10.1139/b05-001>.
- [181] L. Goldberg, Patterns of nectar production and composition, and morphology of floral nectaries in *Helicteres guazumifolia* and *Helicteres baruensis* (Sterculiaceae): Two sympatric species from the Costa Rican tropical dry forest, *Rev. Biol. Trop.* 57 (2009) 161–177. <https://doi.org/10.15517/rbt.v57i0.21294>.
- [182] P.H. Davis, *Flora of Turkey and Aegean Islands*, Edinburgh University Press, 1965.
- [183] S. Ünal, *Yenice Fauna Raporu, Kastamonu*, 2012.
- [184] Karabük Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, *Karabük ve Tarım*, (2021). <https://karabuk.tarimorman.gov.tr/Menu/26/Karabuk-Ve-Tarim>.
- [185] Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çed ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, *Karabük İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu, Karabük*, 2019.
- [186] Karabük Yenice Kaymakamlığı, *Kısaca Yenice*, (2021). <http://yenice.gov.tr/yenice> (erişim 30 Mart 2021).
- [187] İ. Satar, G. Güneş, Türkiye'nin Biyolojik Çeşitlilik Sıcak Noktaları, *Tabiat ve İnsan*. (2014) 21–35.
- [188] N. Özhatay, A. Byfield, S. Atay, *Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları*, 2. baskı, WWF Türkiye, İstanbul, 2003.
- [189] Y. Lise, *Türkiye'nin Orman Sıcak Noktaları*, (2011). <https://yildiraylise.wordpress.com/2011/04/01/turkiyenin-orman-sicak-noktaları/> (erişim 31 Mart 2021).
- [190] T. Can, *Ormanın Kitabı*, WWF-Türkiye, İstanbul, 2013.
- [191] O. Kurdoğlu, U. Zeydanlı, *En Bilge Ormanlar: Doğal Yaşlı Ormanlar*, içinde: H. Ülgen, U. Zeydanlı, Y. Lise (Ed.), *Orman ve Biyolojik Çeşitlilik, Doğa Koruma Merkezi*, Ankara, 2020: ss. 99–118.
- [192] M.T. Babaç, Possibility of an information system on plants of South-West Asia with particular reference to the Turkish plants data service (TUBIVES), *Turk. J. Botany.* 28 (2004) 119–127.
- [193] A. Ayteğin, N. Aksoy, S. Aslan, N.G. Özkan, Y. Zorlu, Kavaklı bölgesindeki (Yenice-Karabük) doğal yaşlı orman meşçerelerinin florası, *Ot Sist. Bot. Derg.* 26 (2019) 123–172.
- [194] K. Yenice Kaymakamlığı, *Yenice Ormanları Doğa Yürüyüş Parkurları Kitabı*, 2. baskı, Yenice Kaymakamlığı, Karabük, 2016.

- [195] Yenice Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, T.C. Yenice Kaymakamlığı Yenice Ihlamur Balı Coğrafi İşaret ve Patent Projesi Brifingi, Karabük, **2018**.
- [196] C.E. Davies, D. Moss, M.O. Hill, Eunis Habitat Classification Revised, **2004**.
- [197] I. Galparsoro, D.W. Connor, Á. Borja, A. Aish, P. Amorim, T. Bajjouk, C. Chambers, R. Coggan, G. Dirberg, H. Ellwood, D. Evans, K.L. Goodin, A. Grehan, J. Haldin, K. Howell, C. Jenkins, N. Michez, G. Mo, P. Buhl-Mortensen, B. Pearce, J. Populus, M. Salomidi, F. Sánchez, A. Serrano, E. Shumchenia, F. Tempera, M. Vasquez, Using EUNIS habitat classification for benthic mapping in European seas: Present concerns and future needs, *Mar. Pollut. Bull.* 64 (**2012**) 2630–2638. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.10.010>.
- [198] ArcGIS, ArcGIS for Desktop, (**2017**).
- [199] R.P. Wodehouse, Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine., Mc Graw-Hill Publishing Co. Ltd., London, London, **1935**.
- [200] PalDat, PalDat, (2021). <https://www.paldat.org/> (erişim **21 Nisan 2021**).
- [201] Pollen-Wiki, Pollen-Wiki, (2021). <https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Pollenatlas#gsc.tab=0> (erişim **21 Nisan 2021**).
- [202] I. V. Karpovich, Y.S. Drebezgina, E.A. Elovikova, G.I. Legotkina, E.N. Zubova, R.G. Kuzyaev, R. Z., Khismatullin, Pollen Atlas, Yekaterinburg, **2015**.
- [203] C.A. Brown, J. Riding, S. Warny, Palynological Techniques, Louisiana, **1960**.
- [204] N.T. Moar, Pollen analysis of New Zealand honey, *New Zeal. J. Agric. Res.* 28 (**1985**) 39–70. <https://doi.org/10.1080/00288233.1985.10426997>.
- [205] A. Hara, N.S. Radin, Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent, *Anal. Biochem.* 90 (**1978**) 420–426. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(78\)90046-5](https://doi.org/10.1016/0003-2697(78)90046-5).
- [206] M.T. Sancho, S. Muniategui, M.P. Sánchez, J.F. Huidobro, J. Simal, Relationships between electrical conductivity and total and sulphated ash contents in Basque honeys, *Apidologie.* 22 (**1991**) 487–494. <https://doi.org/10.1051/apido:19910501>.
- [207] M.G. Piazza, M. Accorti, L. Persano Oddo, Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys, *Apicoltura.* 7 (**1991**) 51–63.
- [208] R Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Found. Stat. Comput. (**2013**).
- [209] M.J. Feller-Demalsy, J. Parent, A.A. Strachan, Microscopic analysis of honeys from Alberta, Canada, *J. Apic. Res.* 26 (**1987**) 123–132. <https://doi.org/10.1080/00218839.1987.11100748>.
- [210] A. Forcone, Pí.V. Aloisi, M. Muñoz, Palynological and physico-chemical

characterisation of honeys from the north-west of Santa Cruz (Argentinean Patagonia), Grana. 48 (2009) 67–76. <https://doi.org/10.1080/00173130802602033>.

- [211] S. Orčić, T. Nikolić, J. Purać, B. Šikoparija, D.P. Blagojević, E. Vukašinović, N. Plavša, J. Stevanović, D. Kojić, Seasonal variation in the activity of selected antioxidant enzymes and malondialdehyde level in worker honey bees, *Entomol. Exp. Appl.* 165 (2017) 120–128. <https://doi.org/10.1111/eea.12633>.
- [212] A. Maurizio, Investigations on the quantitative pollen analyses of honey, *News from F. Food Investig. Hyg.* 30 (1939) 27–69.
- [213] K.B. Lazarević, F. Andrić, J. Trifković, Ž. Tešić, D. Milojković-Opsenica, Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters, *Food Chem.*, Elsevier, 2012: ss. 2060–2064. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.048>.
- [214] M.J.N. Nalda, J.L.B. Yagüe, J.C. Diego Calva, M.T.M. Gómez, Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis, *Anal. Bioanal. Chem.*, Springer, 2005: ss. 311–319. <https://doi.org/10.1007/s00216-005-3161-0>.
- [215] S. Silici, O.D. Uluozlu, M. Tuzen, M. Soylak, Assessment of trace element levels in Rhododendron honeys of Black Sea Region, Turkey, *J. Hazard. Mater.* 156 (2008) 612–618. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.12.065>.
- [216] A. Pisani, G. Protano, F. Riccobono, Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy), *Food Chem.* 107 (2008) 1553–1560. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.029>.
- [217] F. Piran, A. Emamifar, H. Delalat, Investigation Of Heavy Metal (Arsenic) Of Honey Samples From Sanandaj , Ghorveand Saghez In Kurdistan , Iran, 9 (2015) 522–525.
- [218] M.N. Rashed, M.E. Soltan, Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys, *J. Food Compos. Anal.* 17 (2004) 725–735. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2003.10.004>.
- [219] F. Erbilir, Ö. Erdoğrul, Determination of heavy metals in honey in Kahramanmaraş City, Turkey, *Environ. Monit. Assess.* 109 (2005) 181–187. <https://doi.org/10.1007/s10661-005-5848-2>.
- [220] P. Przybyłowski, A. Wilczyńska, Honey as an environmental marker, *Food Chem.* 74 (2001) 289–291. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00153-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00153-4).
- [221] H.M. Habib, F.T. Al Meqbali, H. Kamal, U.D. Souka, W.H. Ibrahim, Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions, *Food Chem.* 153 (2014) 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.048>.
- [222] J. Chirife, M.C. Zamora, A. Motto, The correlation between water activity and %

- moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys, *J. Food Eng.* 72 (2006) 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.009>.
- [223] N. Czipa, M. Borbély, Z. Gyori, Proline content of different honey types, *Acta Aliment.* 41 (2012) 26–32. <https://doi.org/10.1556/AAlim.2011.0002>.
- [224] J.F. Cotte, H. Casabianca, B. Giroud, M. Albert, J. Lheritier, M.F. Grenier-Loustalot, Characterization of honey amino acid profiles using high-pressure liquid chromatography to control authenticity, *Anal. Bioanal. Chem.*, 378 (2004): 1342–1350. <https://doi.org/10.1007/s00216-003-2430-z>.
- [225] A. Krauze, R.I. Zalewski, Classification of honeys by principal component analysis on the basis of chemical and physical parameters, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 192 (1991) 19–23. <https://doi.org/10.1007/BF01201436>.
- [226] J. Wieczorek, Z. Wieczorek, W. Mozolewski, Can Bee Honey Serve as an Environmental Marker?, *Polish J. Environ. Stud.* 15 (2006) 203–207.
- [227] Y. Li, J. Zhou, X. Xue, L. Wu, L. Chen, J. Zhang, S. Yang, Fluorometric determination of proline in honey by high-performance liquid chromatography after pre-column derivatization with 7-fluoro-4-nitrobenzo-2-oxa-1,3-diazole (NBD-F), *Anal. Methods* 7 (2015) 7625–7630. <https://doi.org/10.1039/c4ay02886d>.
- [228] E. dine T. Bouhlali, M. Bammou, K. Sellam, A. El Midaoui, B. Bourkhis, J. Ennassir, C. Alem, Y. Filali-Zegzouti, Physicochemical properties of eleven monofloral honey samples produced in Morocco, *Arab J. Basic Appl. Sci.* 26 (2019) 476–487. <https://doi.org/10.1080/25765299.2019.1687119>.
- [229] A. Meda, C.E. Lamien, M. Romito, J. Millogo, O.G. Nacoulma, Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity, *Food Chem.* 91 (2005) 571–577. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.006>.
- [230] J. Ciric, D. Sando, D. Spiric, J. Janjic, M. Boskovic, M. Glisic, M.Z. Baltic, Characterisation of Bosnia and Herzegovina Honeys According to Their Physico-Chemical Properties During 2016–2017, *Meat Technol.* 59 (2018) 46–53. <https://doi.org/10.18485/meattech.2018.59.1.6>.
- [231] D. Spirić, J. Ćirić, V. Đorđević, D. Nikolić, S. Janković, A. Nikolić, Z. Petrović, N. Katanić, V. Teodorović, Toxic and essential element concentrations in different honey types, *Int. J. Environ. Anal. Chem.* 99 (2019) 474–485. <https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1593972>.
- [232] K. Matović, J. Ćirić, V. Kaljević, N. Nedić, G. Jevtić, N. Vasković, M. Baltić, Physicochemical parameters and microbiological status of honey produced in an urban environment in Serbia, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25 (2018) 14148–14157. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1659-1>.
- [233] A. Albu, C.-G. Radu-Rusu, I.M. Pop, G. Frunza, G. Nacu, Quality Assessment of

- Raw Honey Issued from Eastern Romania, *Agriculture*. 11 (2021) 247. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030247>.
- [234] N. Eremia, I. Neicovcena, A. Scvorțov, Studiul indicilor fizico-chimici în mierea de tei, *Zooteh. și Biotehnol. Agric.* 52 (2018) 53–59.
- [235] R. Kowalski, T. Baj, K. Kalwa, G. Kowalska, M. Sujka, Essential Oil Composition of *Tilia cordata* Flowers, *J. Essent. Oil-Bearing Plants*. 20 (2017) 1137–1142. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1359681>.
- [236] A. Praczek, J. Gora, Free and glycosidally bound volatile compounds in linden blossoms *Tilia cordata* Mill., *Herba Pol.* 47 (2001) 191–202.
- [237] N. Kelmendi, B. Mustafa, F. Zahiri, D. Nebija, A. Hajdari, Essential oil composition of *Tilia platyphyllos* scop. Collected from different regions of Kosovo, *Rec. Nat. Prod.* 14 (2020) 366–371. <https://doi.org/10.25135/rnp.171.19.11.1490>.
- [238] I. Fitsiou, O. Tzakou, M. Hancianu, A. Poiata, Volatile constituents and antimicrobial activity of *tilia tomentosa* moench and *tilia cordata* miller oils, *J. Essent. Oil Res.* 19 (2007) 183–185. <https://doi.org/10.1080/10412905.2007.9699255>.
- [239] G. Toker, K.H.C. Baser, M. Kürkçüoğlu, T. Özek, The composition of essential oils from *Tilia* L. Species growing in Turkey, *J. Essent. Oil Res.* 11 (1999) 369–374. <https://doi.org/10.1080/10412905.1999.9701158>.
- [240] Ł. Zieliński, S. Deja, I. Jasicka-Misiak, P. Kafarski, Chemometrics as a tool of origin determination of polish monofloral and multifloral honeys, *J. Agric. Food Chem.* 62 (2014) 2973–2981. <https://doi.org/10.1021/jf4056715>.
- [241] L. Piasenzotto, L. Gracco, L. Conte, Solid phase microextraction (SPME) applied to honey quality control, *J. Sci. Food Agric.* 83 (2003) 1037–1044. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1502>.
- [242] Z. Celka, P. Szkudlarz, U. Biereznój, Morphological variation of hairs in *Malva alcea* L. (Malvaceae), *Biodivers. Res. Conserv.* 3–4 (2006) 258–261.
- [243] E. Weryszko-Chmielewska, M. Chwil, M. Michońska, Micromorphology of nectaries of *Rhododendron catawbiense* Michx. at different flower development stages, *Acta Agrobot.* 60 (2007) 15–22. <https://doi.org/10.5586/aa.2007.025>.
- [244] E. Weryszko-Chmielewska, A. Konarska, Micromorphology of *Sorbus intermedia* Pers. nectary surface in different phases of blooming, *Acta Agrobot.* 59 (2006) 49–59. <https://doi.org/10.5586/aa.2006.005>.
- [245] A.V. Lopes, S. Vogel, I.C. Machado, Secretory trichomes, a substitutive floral nectar source in *Lundia* A. DC. (Bignoniaceae), a genus lacking a functional disc, *Ann. Bot.* 90 (2002) 169–174. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf169>.

- [246] E. Weryszko-Chmielewska, M. Bożek, Structure of trichomatous nectaries in flowers of *Lonicera kantschatica* (Sevast.) Pojark., *Acta Agrobot.* 61 (2008) 13–26. <https://doi.org/10.5586/aa.2008.002>.

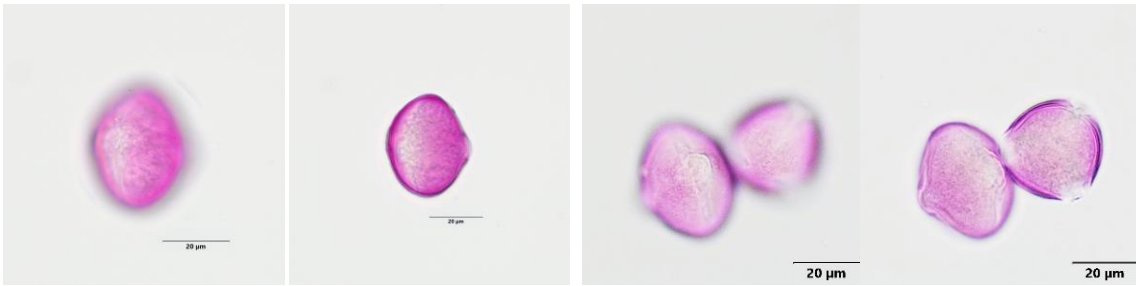
EKLER

EK 1 – Bölgeden toplanıp teşhis edilen bitkilerin listesi

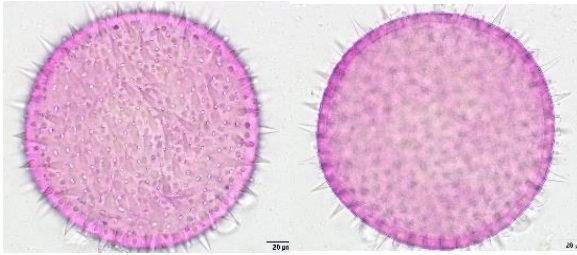
Familya	Tür	Türkçe adı	Bitki kodu
Adoxaceae	<i>Sambucus ebulus</i> L.	Mürverotu	KY08
Apiaceae	<i>Torilis arvensis</i> (HUDS.) LINK	Dercikotu	KY30
Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L. subsp. <i>nutans</i>	Eşekdikeni	KY07
Asteraceae	<i>Carthamus lanatus</i> L.	Sarıdiken	KY15/26
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köyğöçüren	KY65
Asteraceae	<i>Crepis pulchra</i> L.	Zarif kısıks	KY20/61
Asteraceae	<i>Pilosella hoppeana</i> (Schultes) C.H. & F.W. Schultz	Gül tırnakotu	KY80
Asteraceae	<i>Reichardia glauca</i> Matthews	Karasakız	KY74,84
Asteraceae	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Schultz Bip.	Beyaz papatya	KY56
Boraginaceae	<i>Anchusa</i> sp.	Sığırdili	KY10
Boraginaceae	<i>Cynoglossum officinale</i> L.	Gözpıtrağı	KY27
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i> L.	Engerek otu	KY09
Campanulaceae	<i>Campanula involucrata</i> Aucher ex A.DC.	Sarım çanı	KY04
Campanulaceae	<i>Campanula persicifolia</i> L.	Zarif çingirak	KY59
Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	Çançiçeği	KY82
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i> sp.	Uyuzotu	KY79
Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i> sp.	Karanfil	KY63
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i> L.	Laden	KY13
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	KY43
Crassulaceae	<i>Sedum stoloniferum</i> Gmelin	Damkoruğu	KY71
Fabaceae	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	Çobangülü	KY39
Fabaceae	<i>Coronilla varia</i> L.	Körigen	KY64
Fabaceae	<i>Dorycnium graecum</i> (L.) SER.	Ak kaplanotu	KY55
Fabaceae	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> SCOP.	Zehirli yonca	KY03/19
Fabaceae	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) DESR.	Kokulu yonca	KY58/69
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i> L.	Çayır üçgülü	KY06/16
Fabaceae	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Anadolu üçgülü	KY17
Fabaceae	<i>Trifolium speciosum</i> Willd.	Hanım üçgülü	KY44
Fabaceae	<i>Vicia cassubica</i> L.	Dirifiğ	KY62
Fabaceae	<i>Vicia freyniana</i>	Delifiğ	KY23
Gentianaceae	<i>Centaurium erythraea</i> RAFN	Kırmızı kantaron	KY11
Geraniaceae	<i>Erodium ciconium</i> (L.) L HERIT.	Kocakarığnesi	YK67
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Kantaron	KY01/24
Lamiaceae	<i>Ballota nigra</i> subsp. <i>anatolica</i>	Yalancı ısırgan	KY50
Lamiaceae	<i>Calamintha nepeta</i> (L.) SAVI	Kedi fesleğeni	KY36
Lamiaceae	<i>Clinopodium grandiflorum</i> (L.) Kuntze.	Kaba fesleğen	KY53
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.	Oğulotu	KY28/46/51
Lamiaceae	<i>Mentha longifolia</i> (L.) HUDSON	Pünk	KY22

Lamiaceae	<i>Nepeta cataria</i> L.	Kedi nanesi	KY12
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i> L	Karakınık	KY31/37
Lamiaceae	<i>Phlomis pungens</i> WILLD.	Silvanok	KY21
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Gelincikleme otu	KY58/75
Lamiaceae	<i>Salvia glutinosa</i> L.	Oklu şalba	KY66/76
Lamiaceae	<i>Sideritis taurica</i> STEPHAN EX WILLD.	Kırımçayı	KY54/70
Lamiaceae	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i> L.	Kısamahmut	KY99
Malvaceae	<i>Alcea apterocarpa</i> (FENZL) BOISS.	Gülfatma	KY41
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Ebegümece	KY18/32
Malvaceae	<i>Tilia tomentosa</i> Moench, (<i>T. argentea</i> DESF. EX DC. (Syn))	Gümüşi ıhlamur	KY81/83/ 86/98
Malvaceae	<i>Tilia rubra</i> DC. subsp. <i>caucasica</i> (RUPR.) V. ENGLER	Kafkas ıhlamur	KY79
Onagraceae	<i>Circaea lutetiana</i> L.	Kankurutan	KY77
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L. var. <i>arvensis</i> L.	Farekulağı	KY42
Primulaceae	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Kargaotu	KY52
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i> L.	Akasma	KY25
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i> MILLER	Karaçalı	KY14
Rosaceae	<i>Agrimonia repens</i> L.	Yer fitikotu	KY60
Rosaceae	<i>Filipendula vulgaris</i> MOENCH	Çayırmelikesi	KY57
Rosaceae	<i>Rubus sanctus</i> SCHREBER	Böğürtlen	KY29
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia libanotica</i>	Denekutnu	KY45
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	Sığır kuyruğu	KY02/35
Solanaceae	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Sofur	KY72
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	Mineçiçeği	KY100

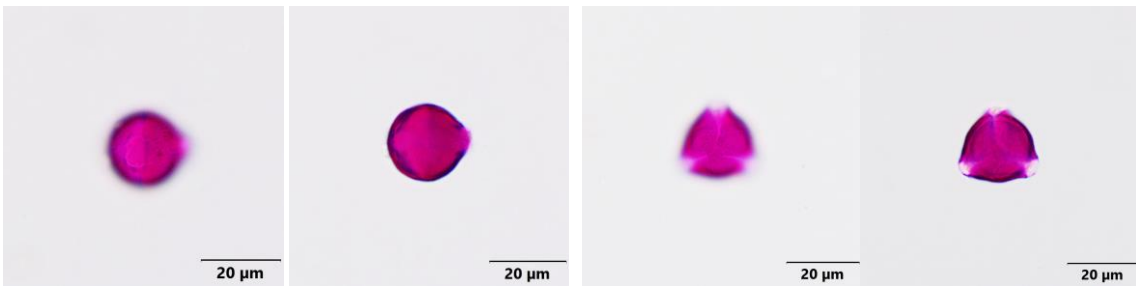
EK 2 – Referans polen fotoğrafları



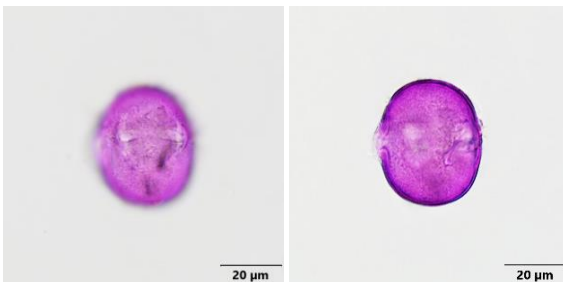
Agrimonia repens



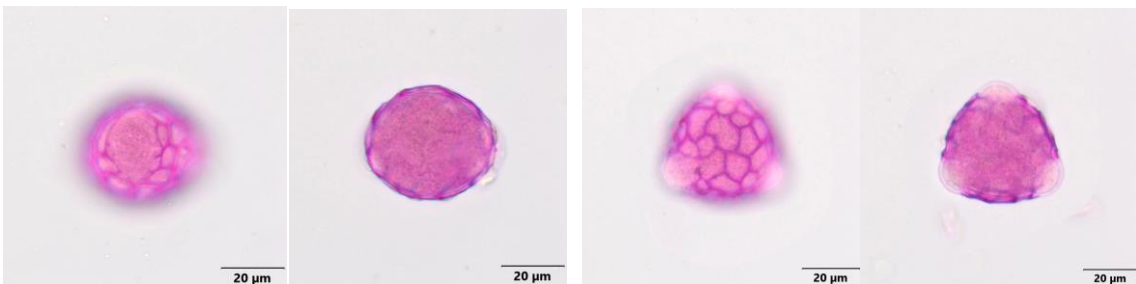
Alcea apterocarpa



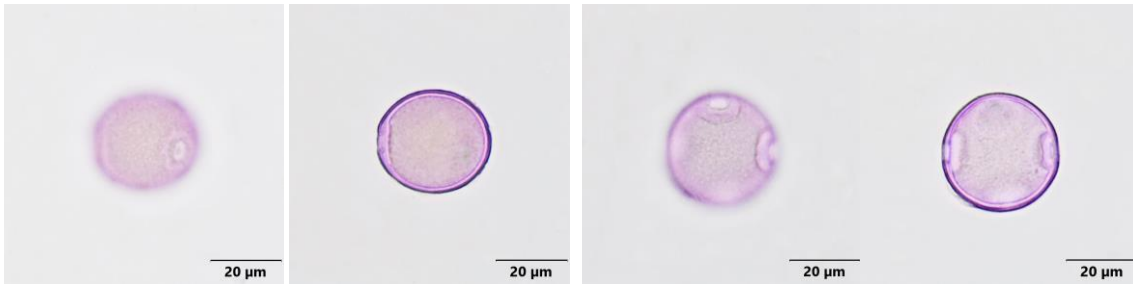
Anagallis arvensis



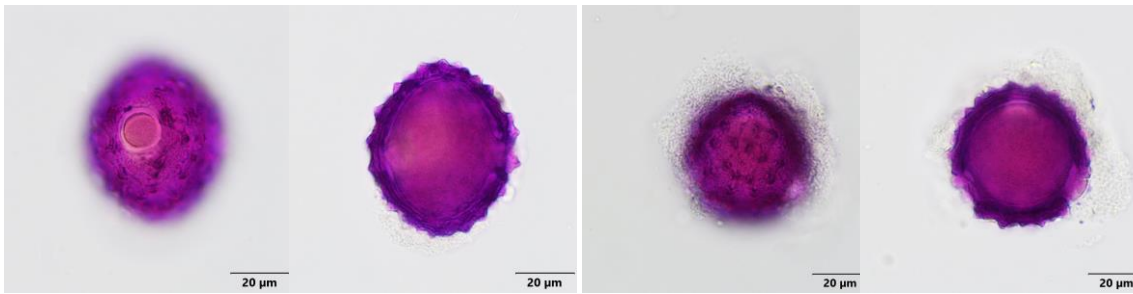
Anchusa sp.



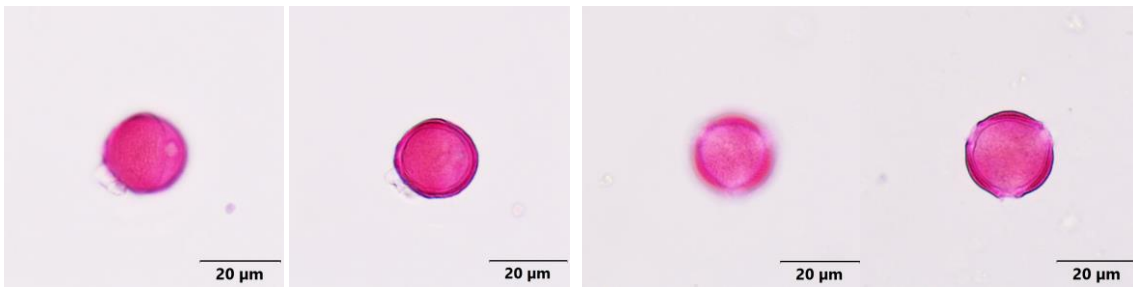
Anthyllis vulneraria



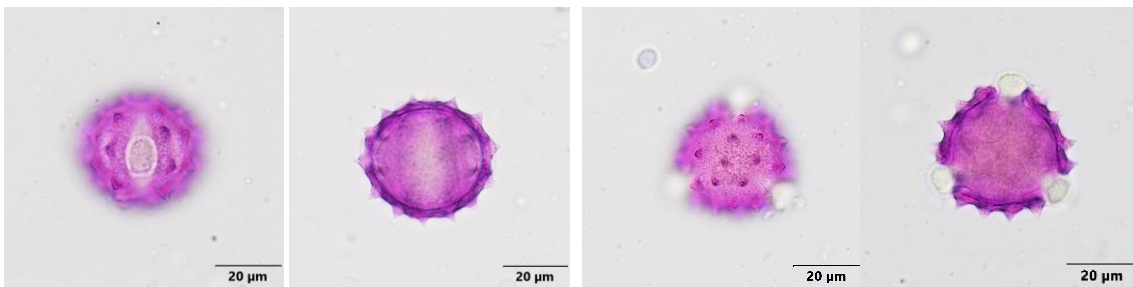
Campanula involuocrata



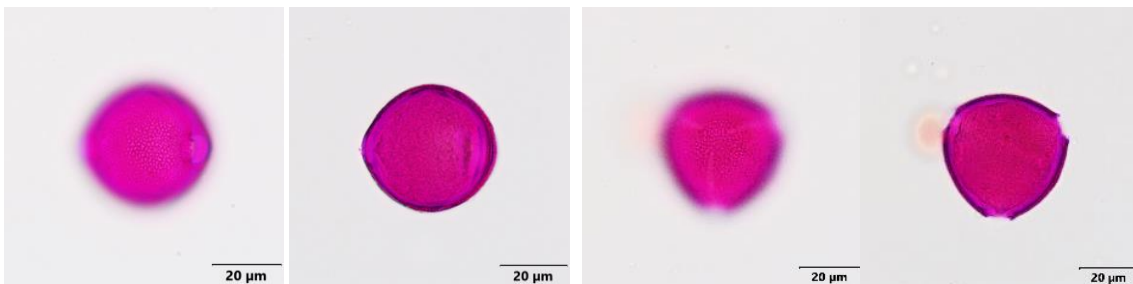
Carthamus lanatus



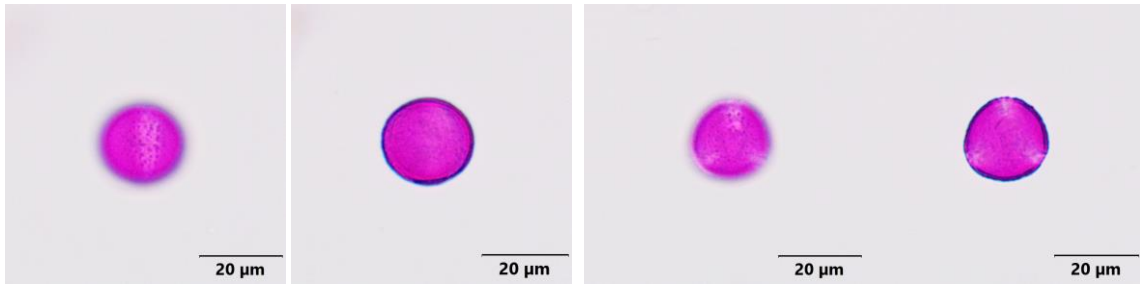
Centaurium erythraea



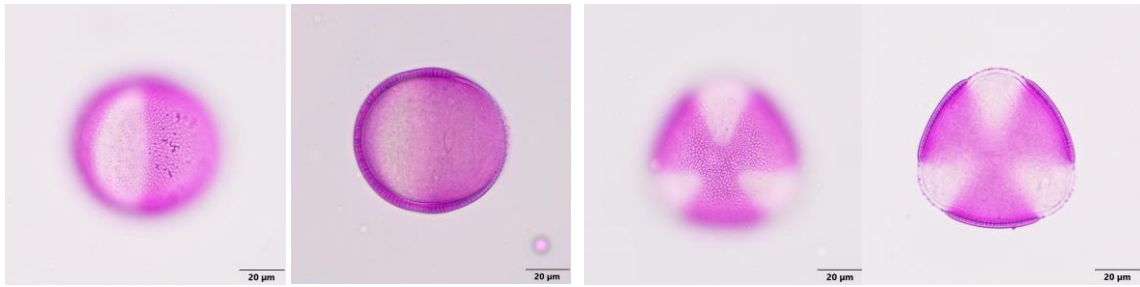
Cirsium arvense



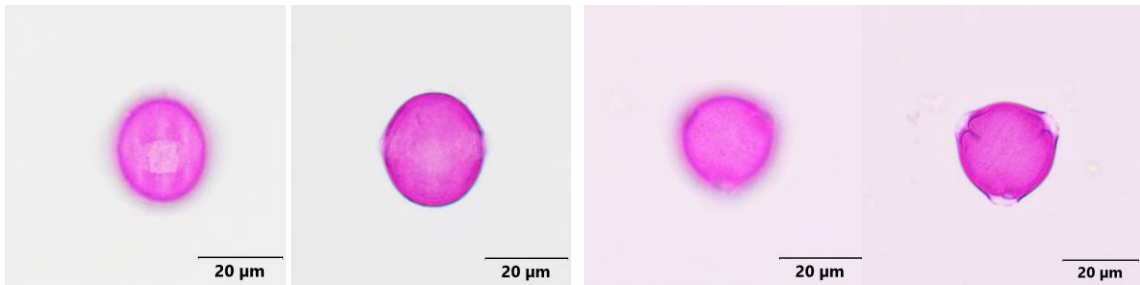
Cistus creticus



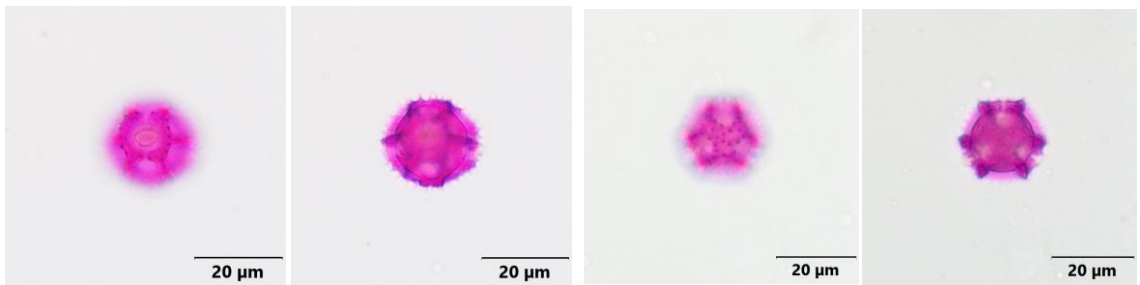
Clematis vitalba



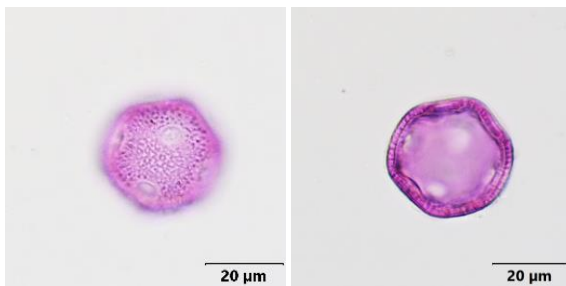
Convolvulus arvensis



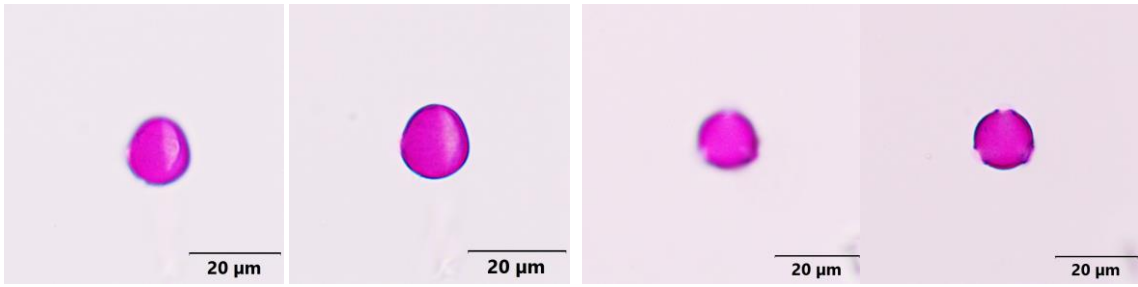
Coronilla varia



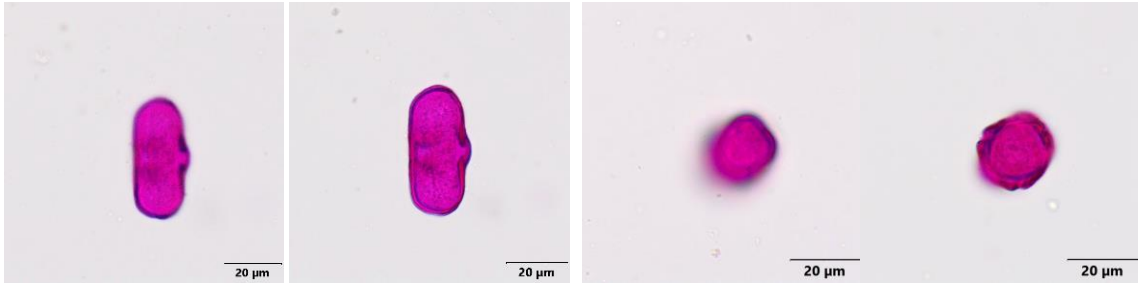
Crepis pulchra



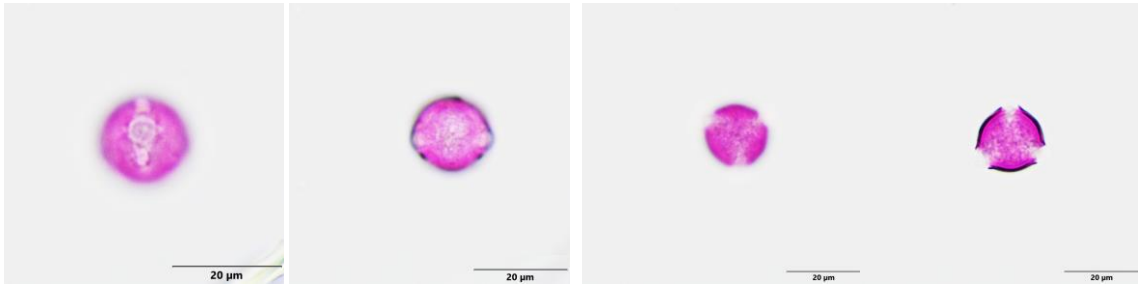
Dianthus sp.



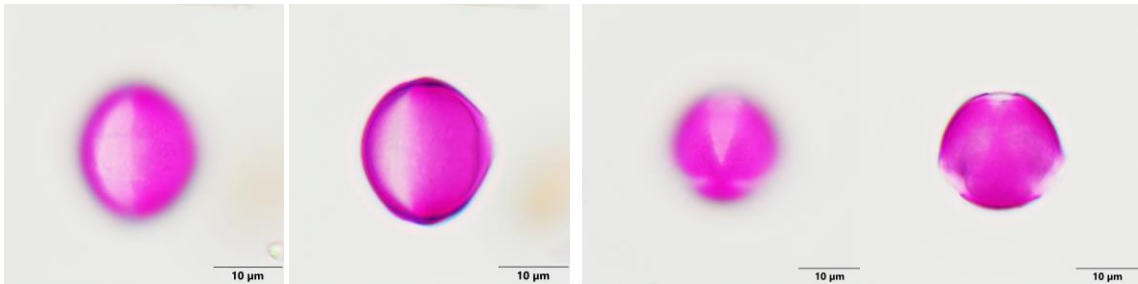
Echium vulgare



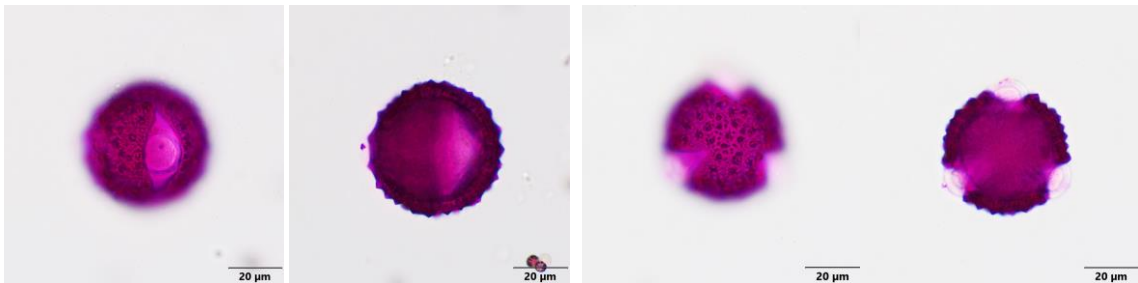
Erygium sp.



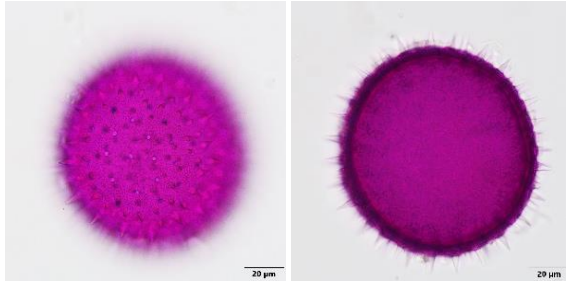
Filipendula vulgaris



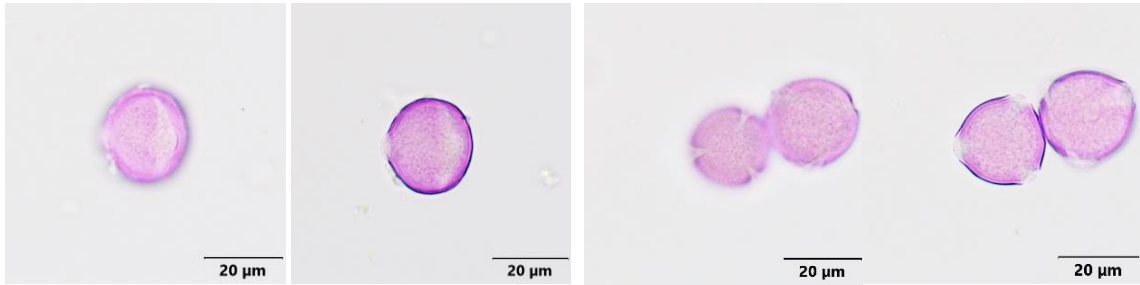
Hypericum perforatum



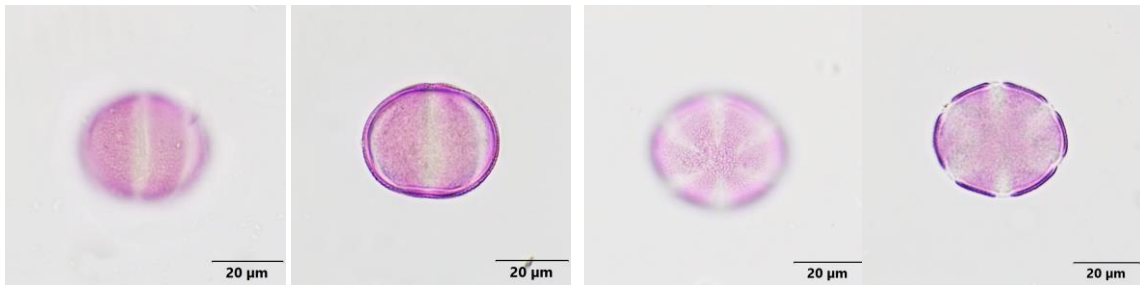
Jurinea pontica



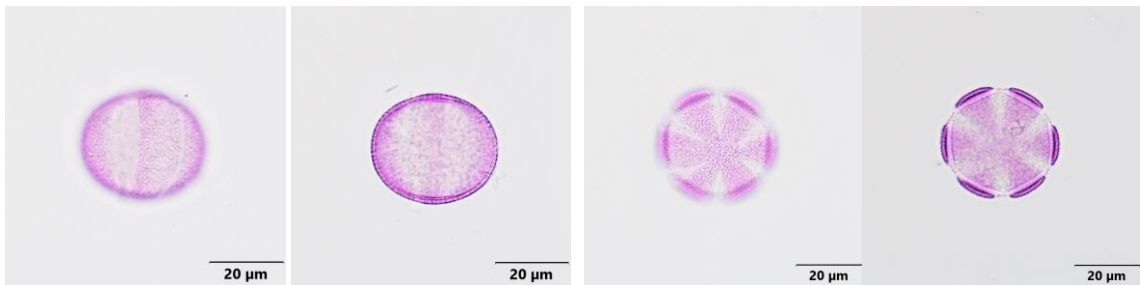
Malva sylvestris



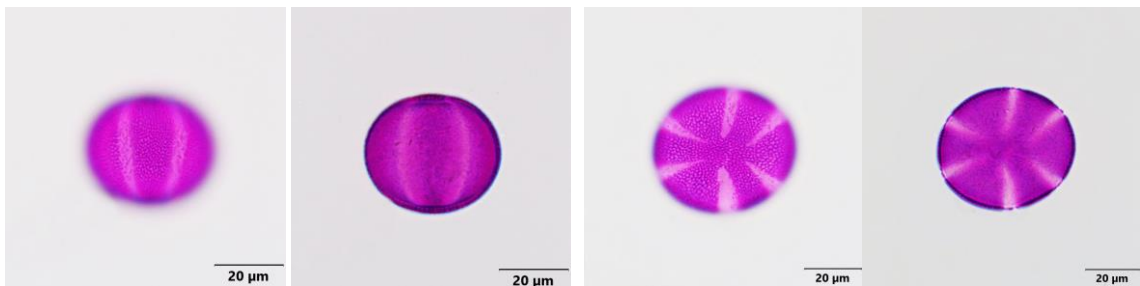
Melilotus officinalis



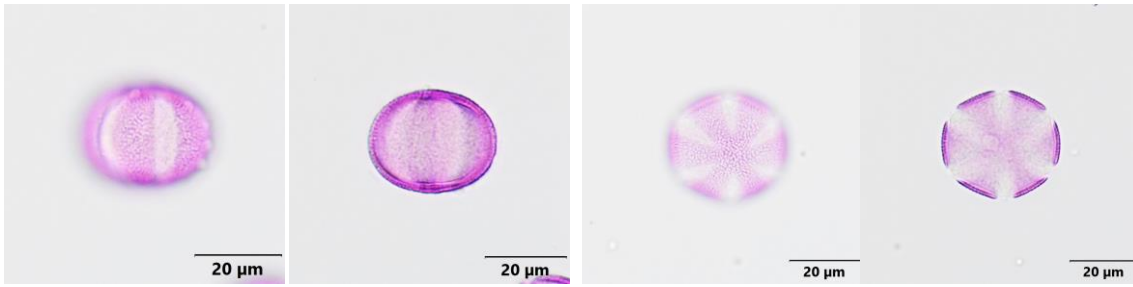
Melissa officinalis



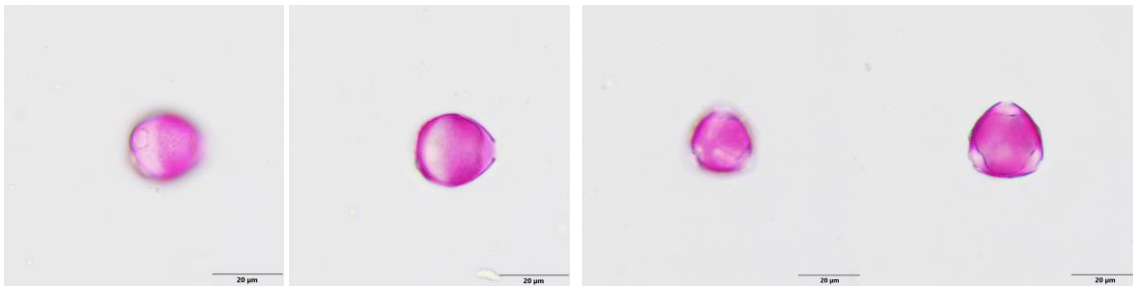
Mentha longifolia



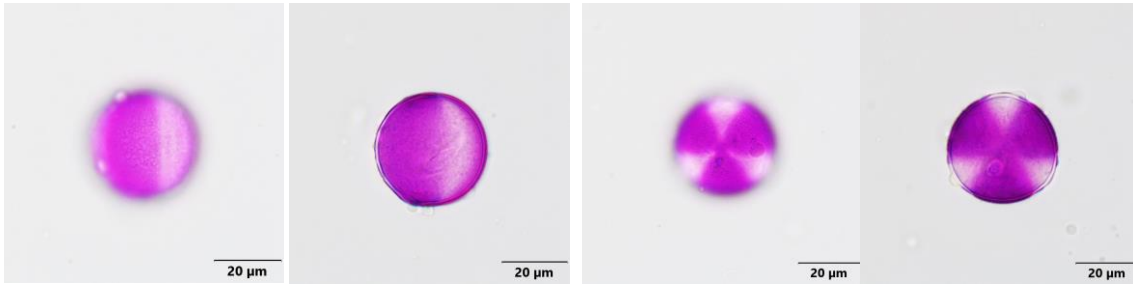
Nepeta cataria



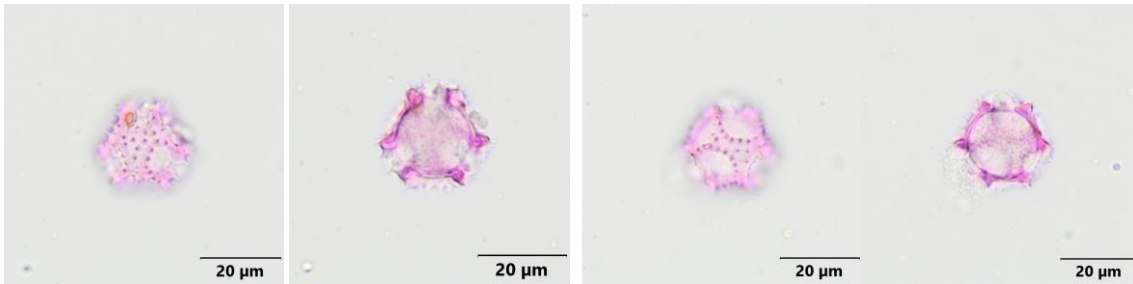
Origanum vulgare



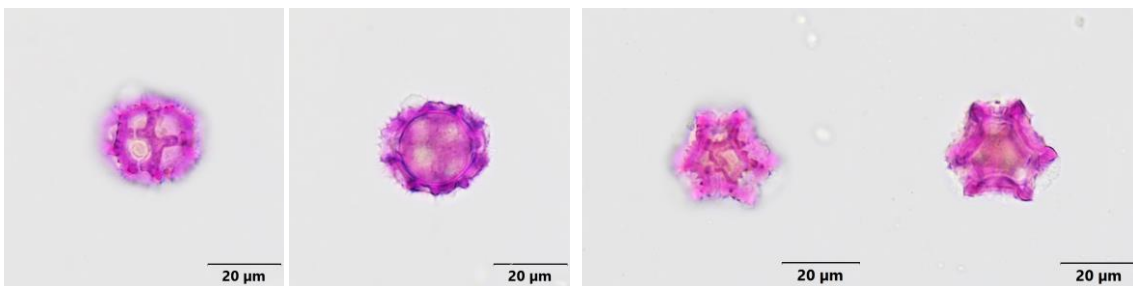
Paliurus spina-christi



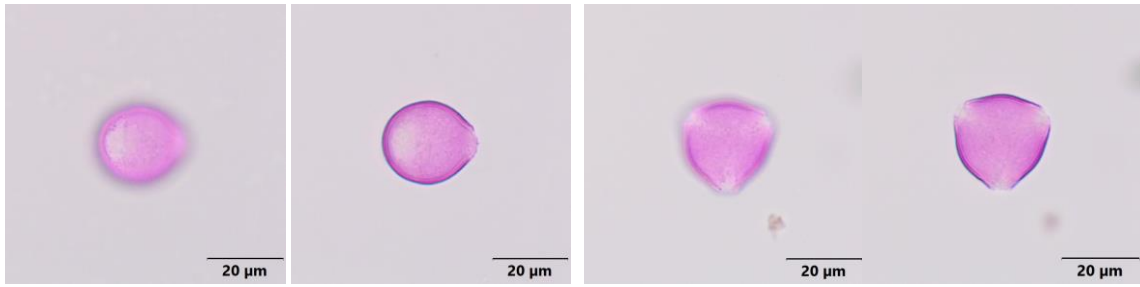
Phlomis pungens



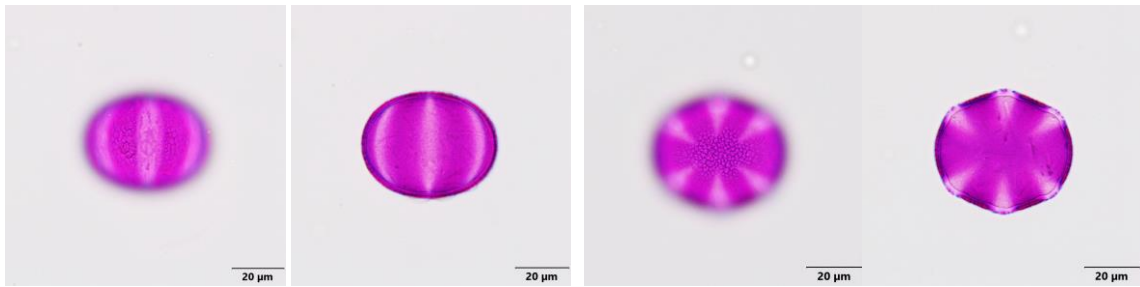
Pilosella happeana



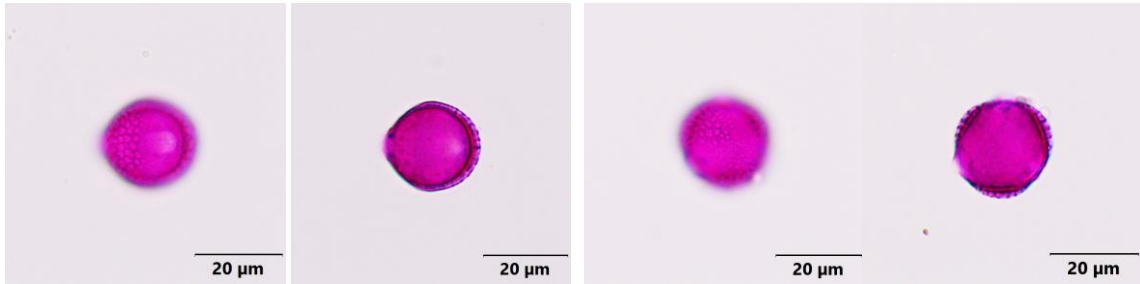
Reichardia glauca



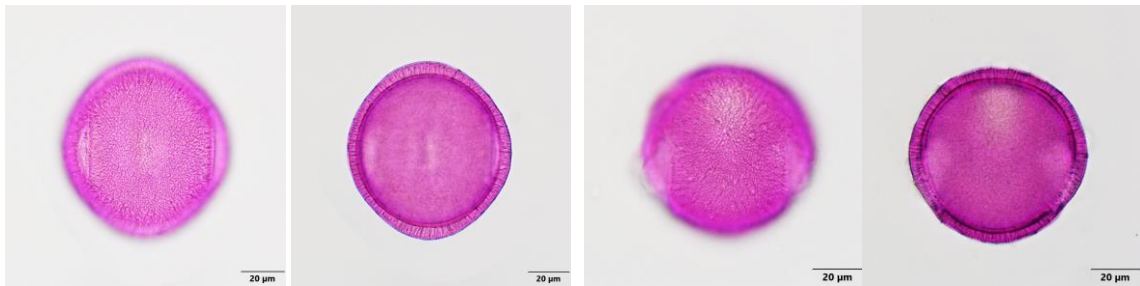
Rubus sanctus



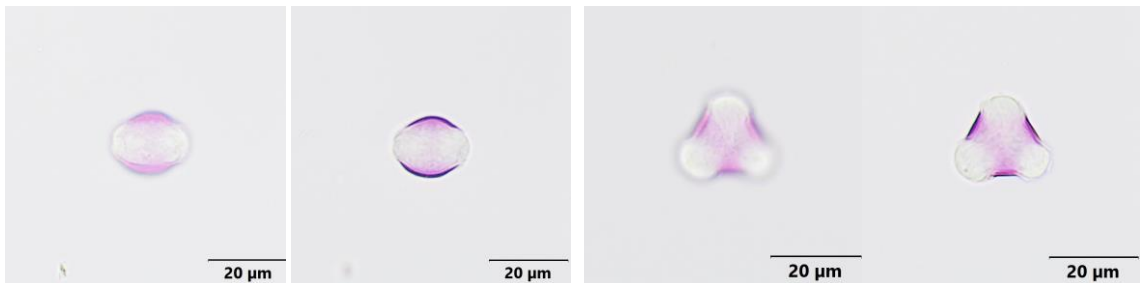
Salvia glutinosa



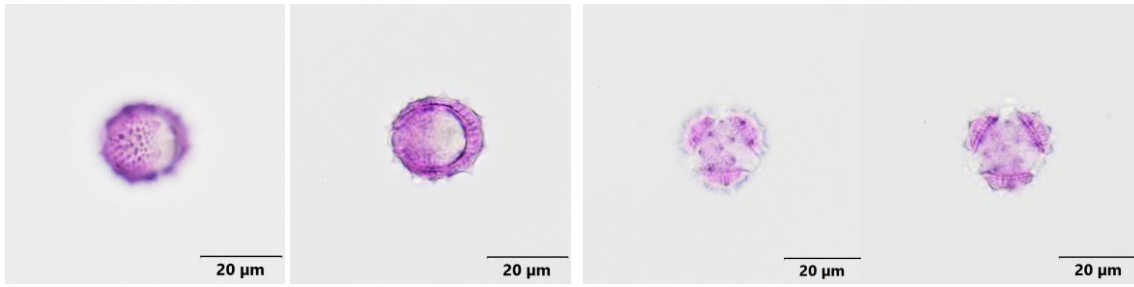
Sambucus ebulus



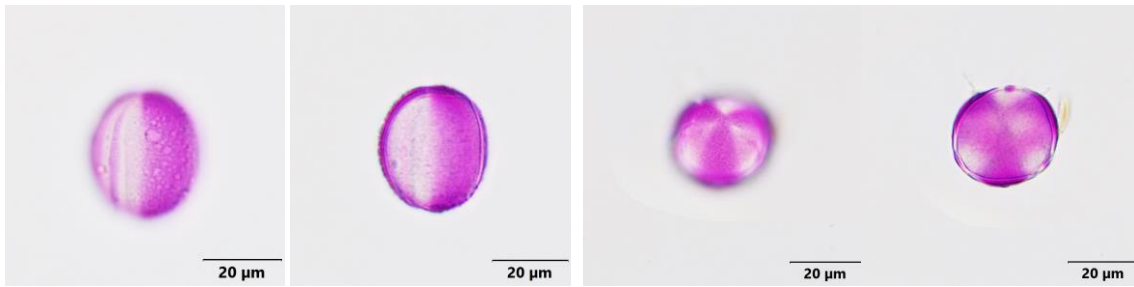
Scabiosa sp.



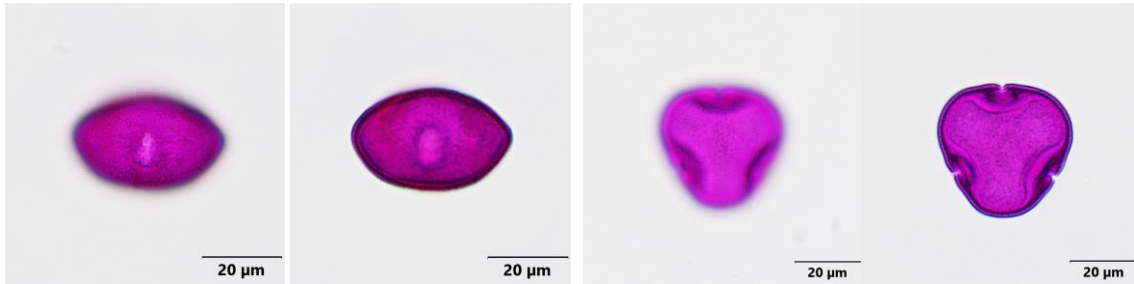
Sedum stoloniferum



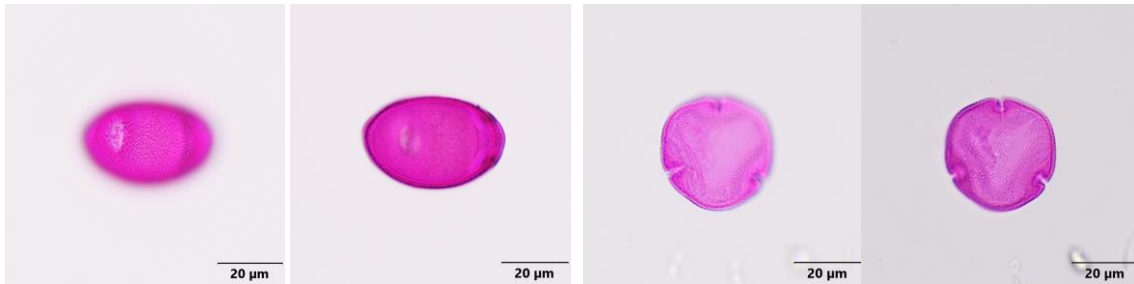
Tanacetum parthenium



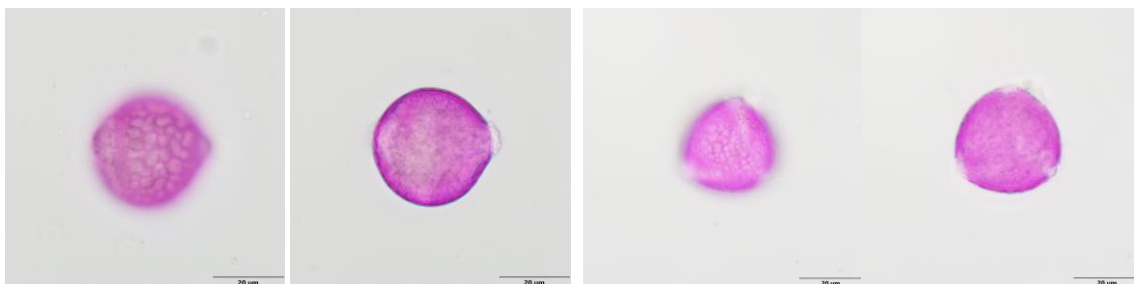
Teucrium chamaedrys subsp. *chamaedrys*



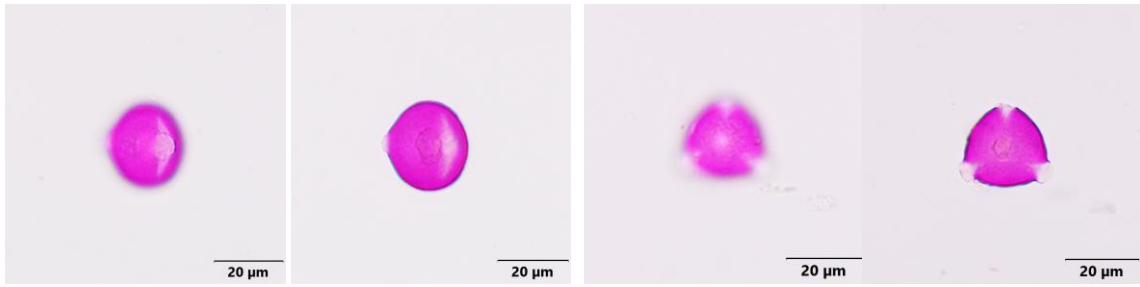
Tilia rubra subsp. *caucasica*



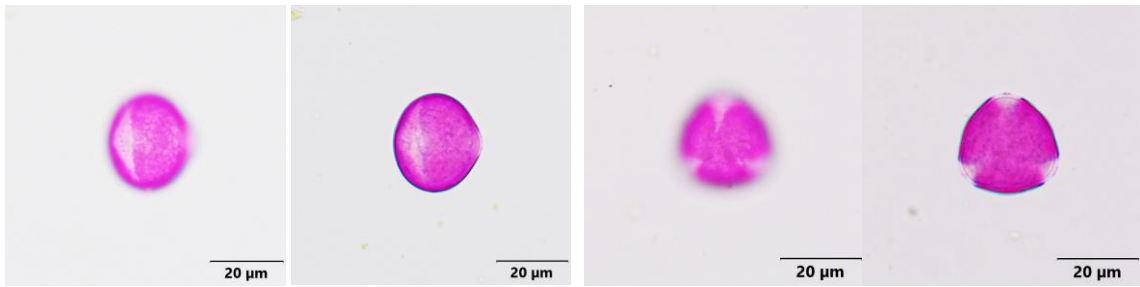
Tilia tomentosa



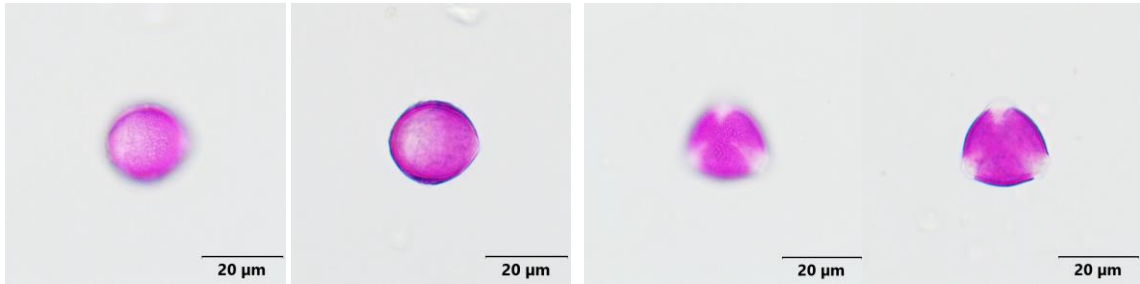
Trifolium pratense



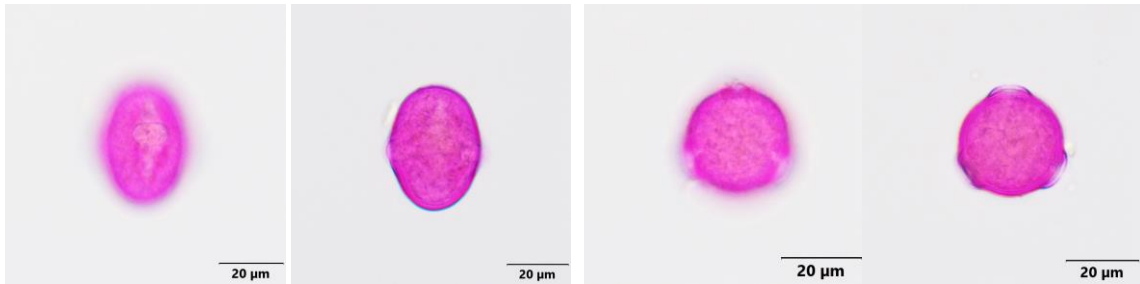
Trifolium resupinatum



Trifolium speciosum



Verbascum spp.



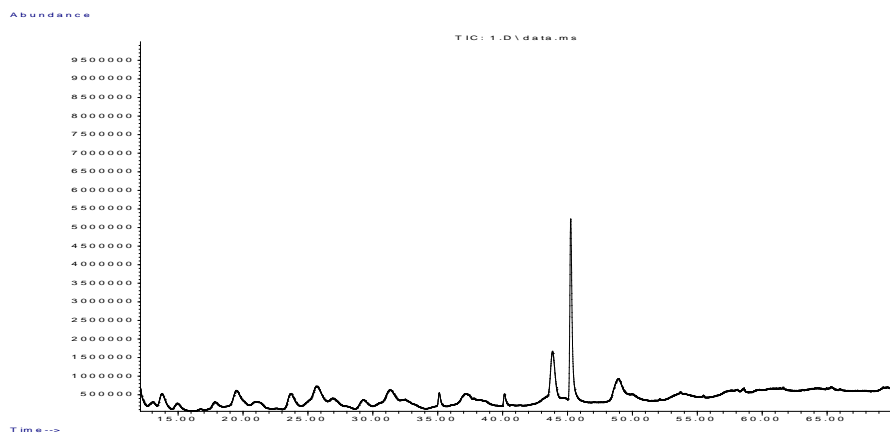
Vicia cassubica



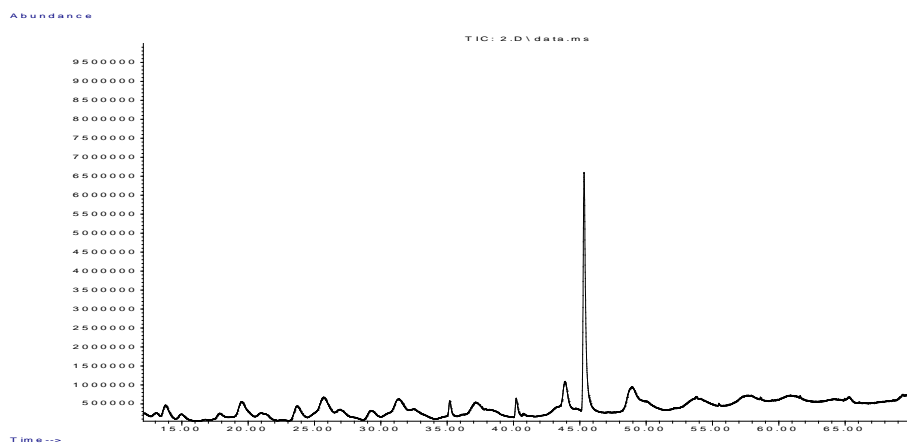
Zea mays

EK 3 – Spektrumlar

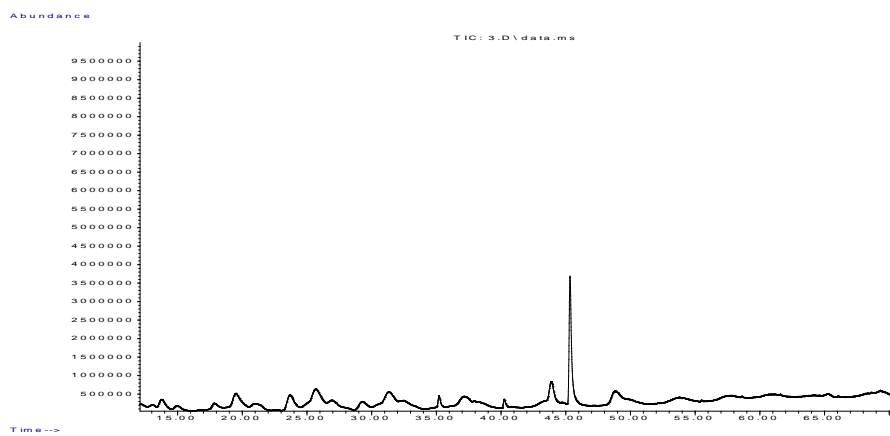
1



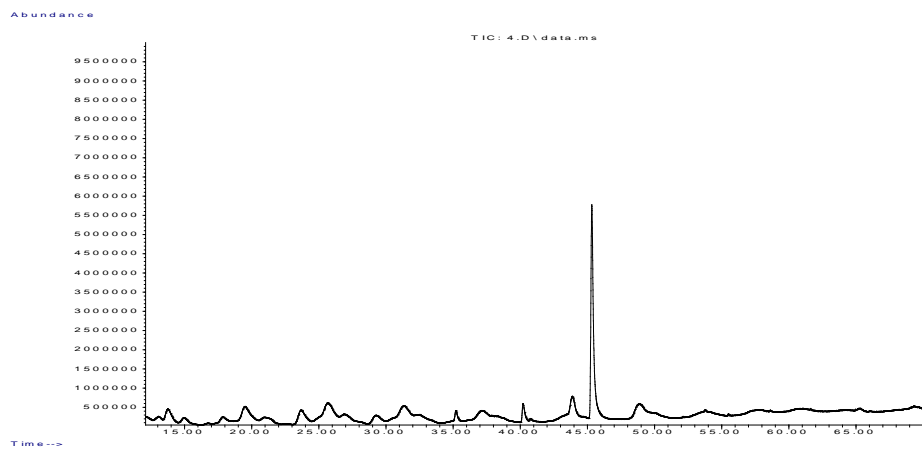
2



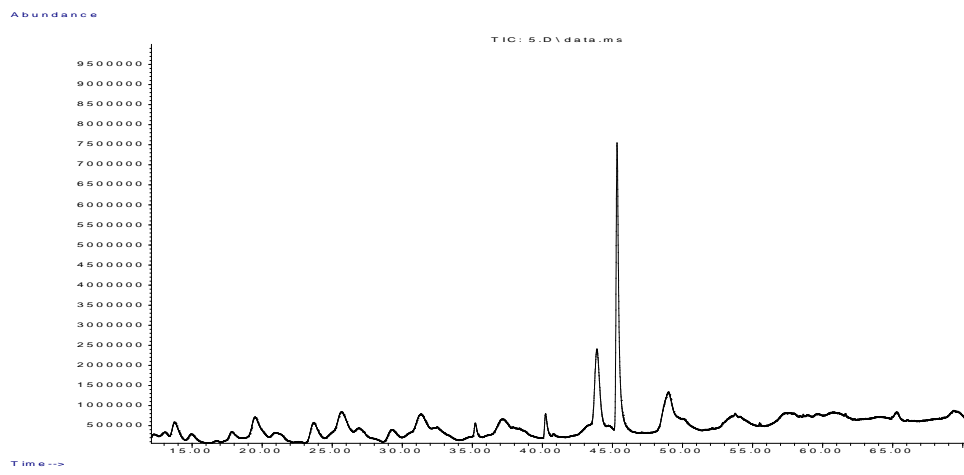
3



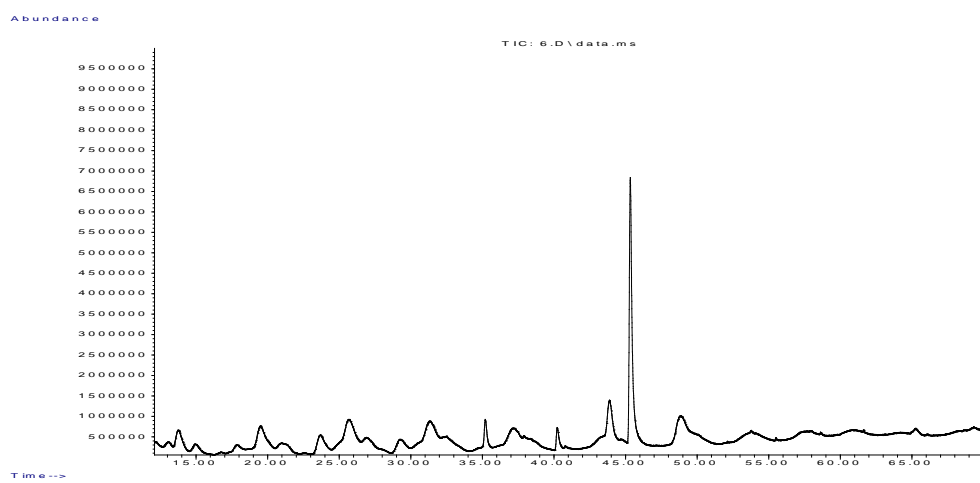
4



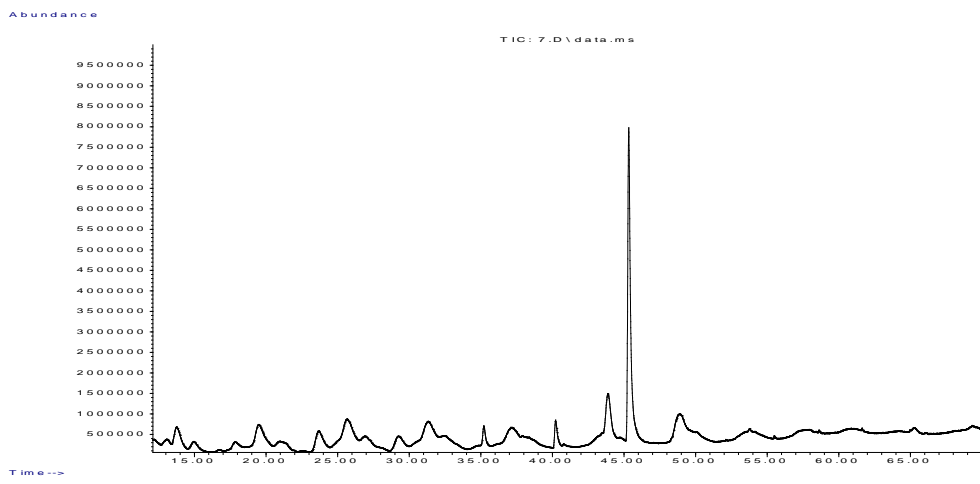
5



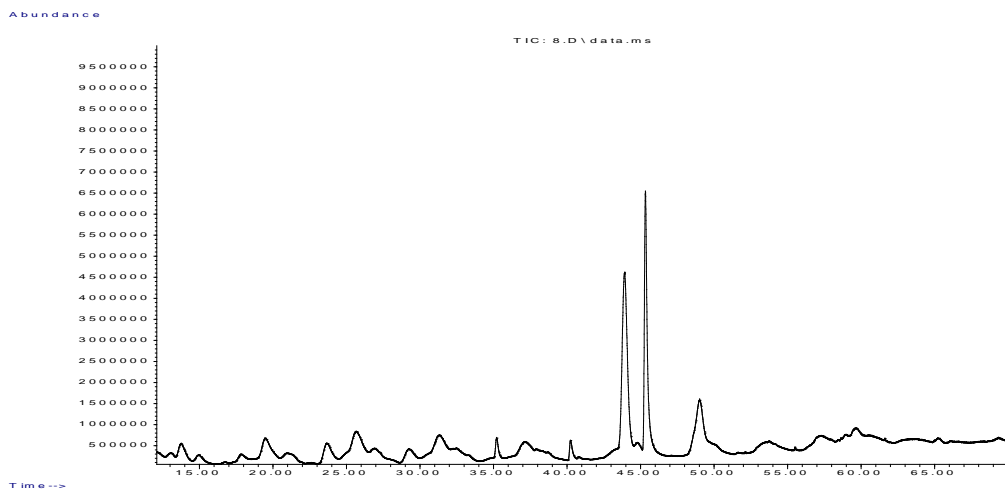
6



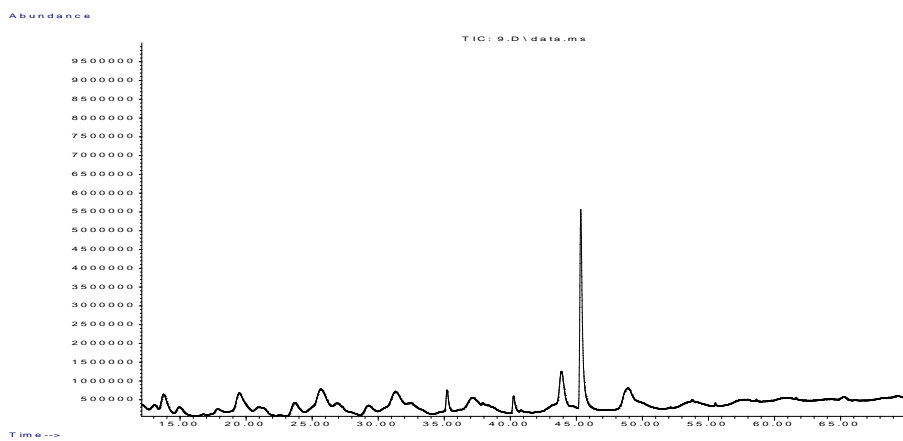
7



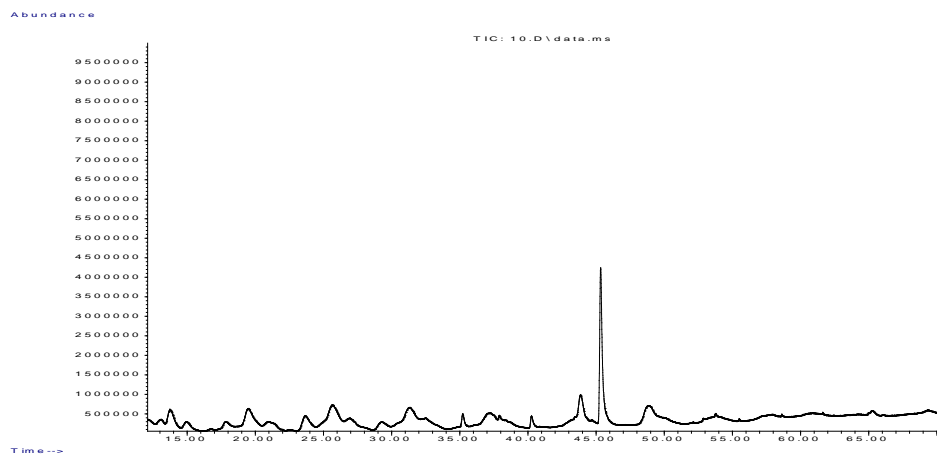
8



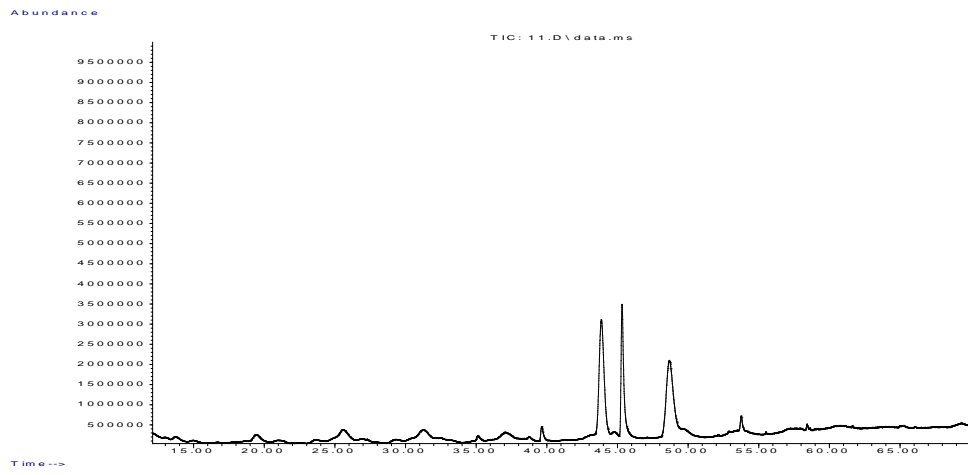
9



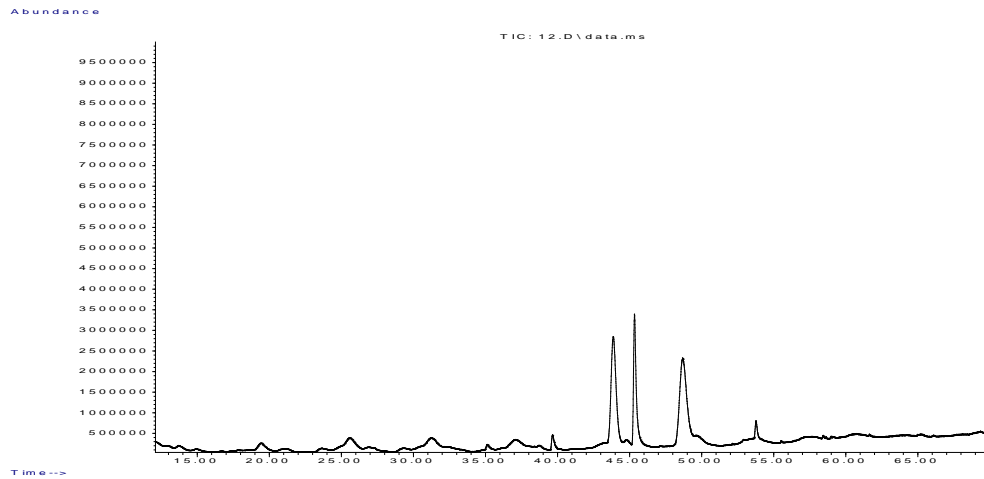
10



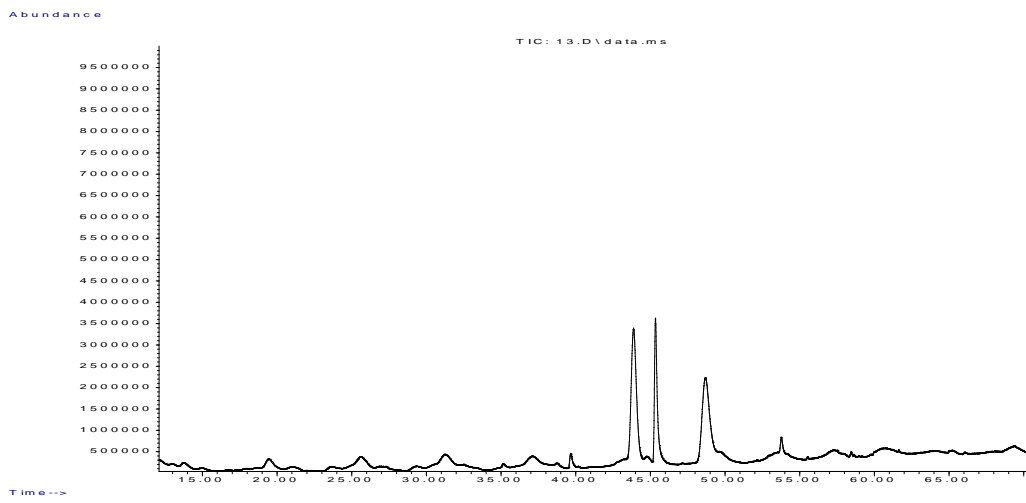
11



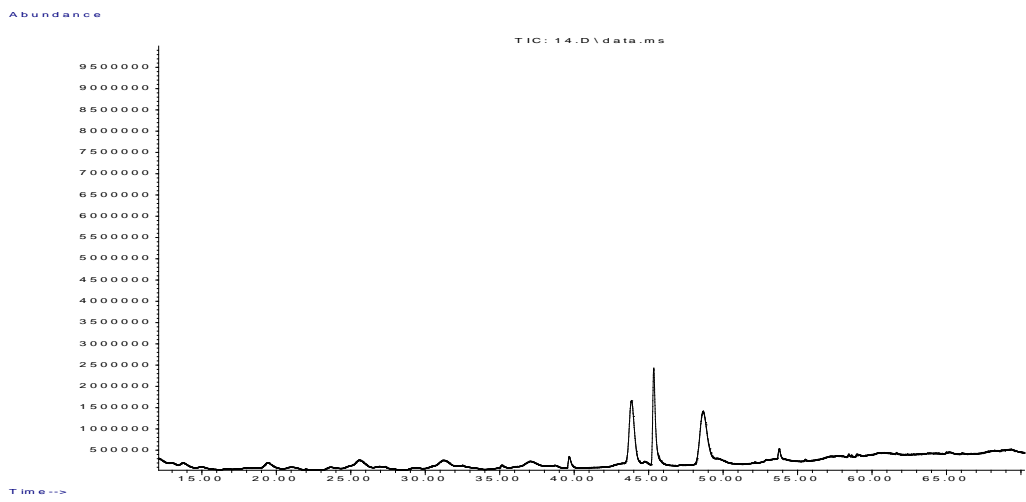
12



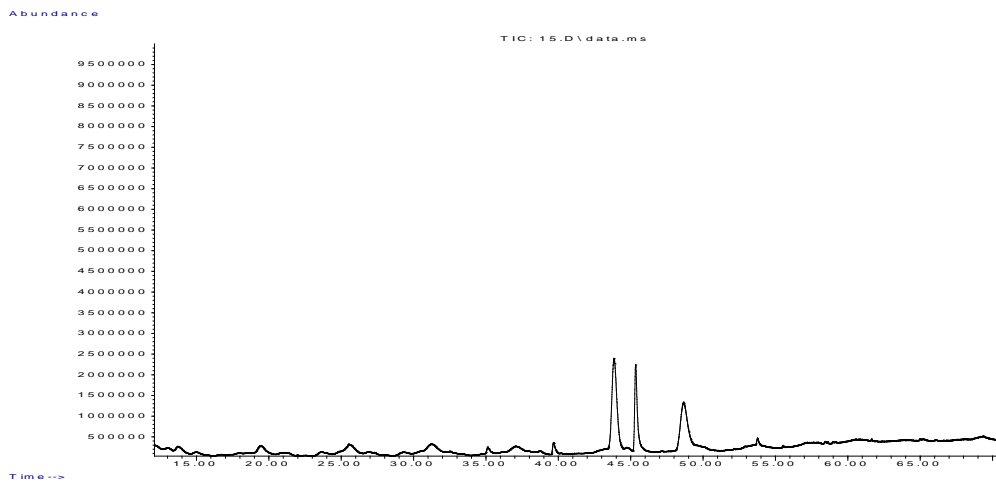
13



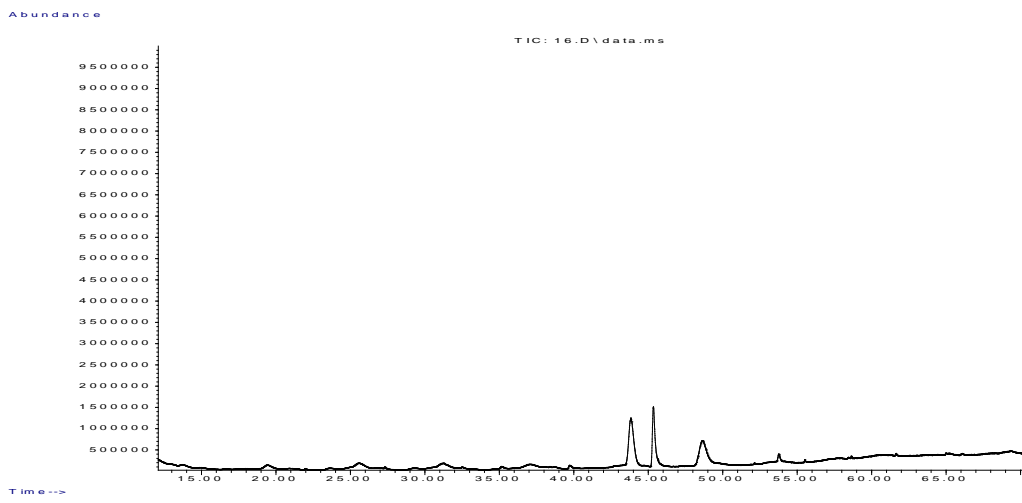
14



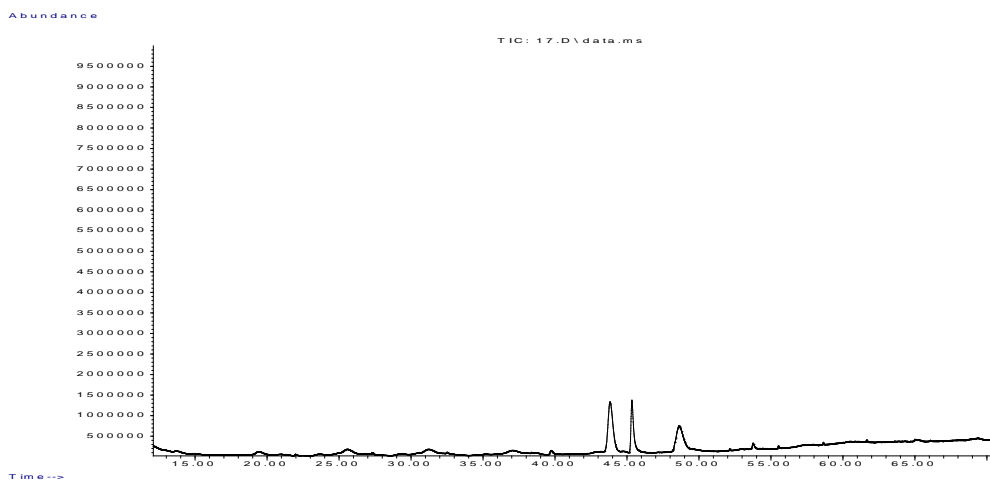
15



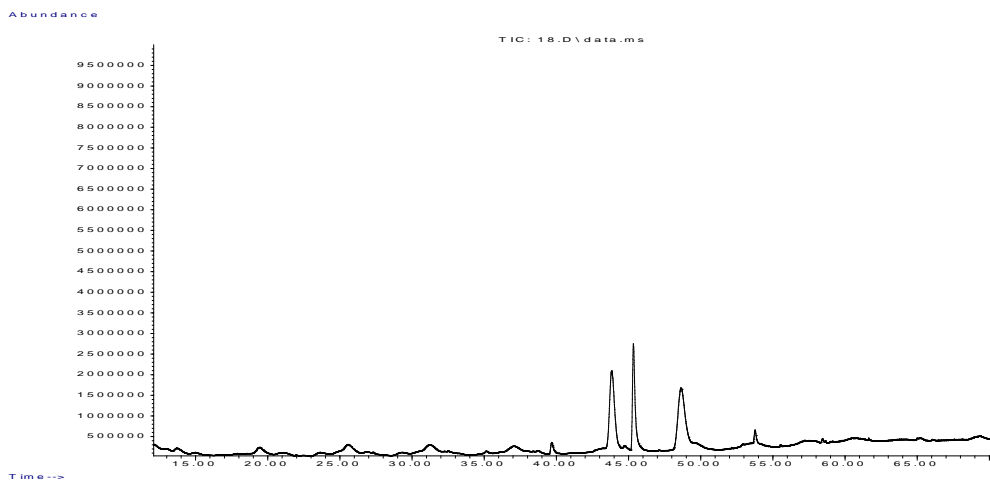
16



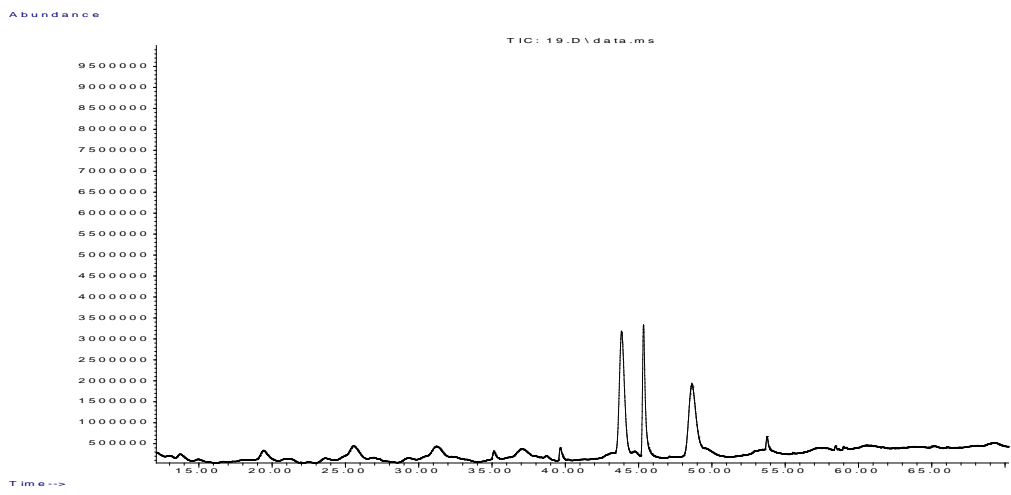
17



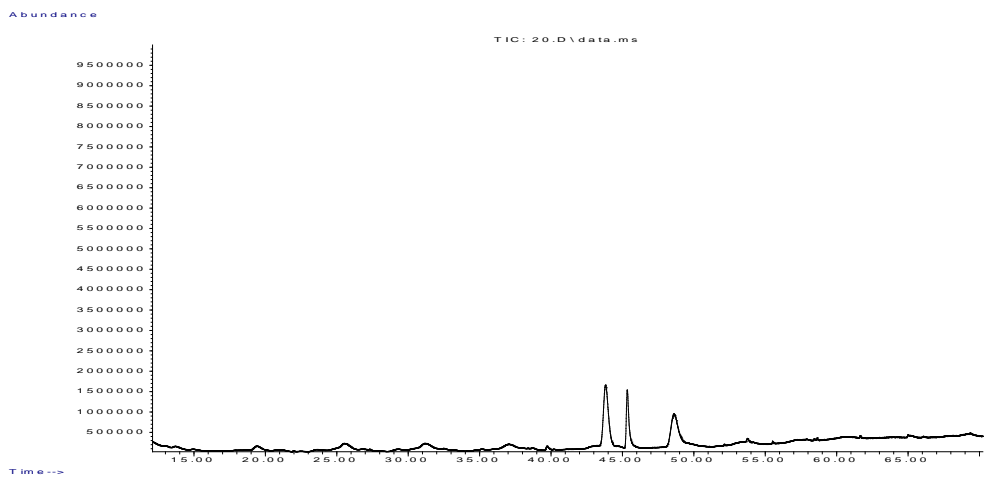
18



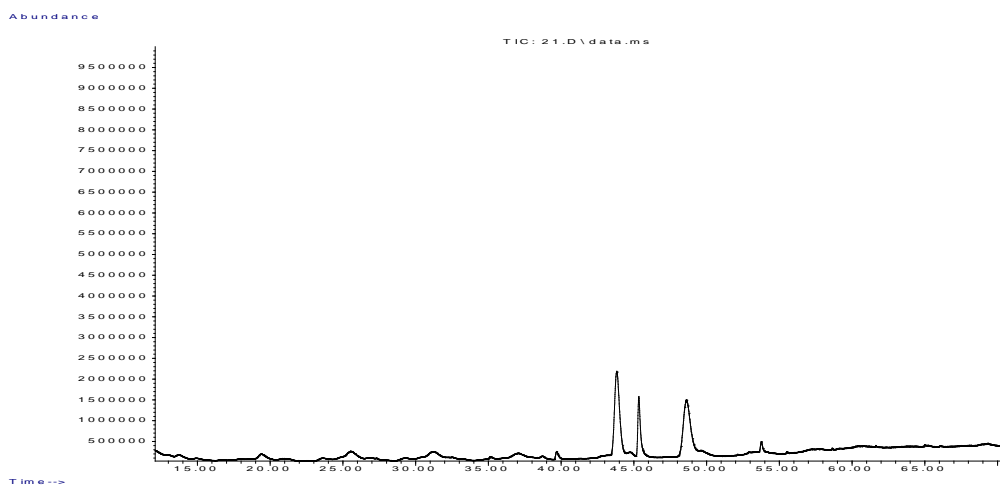
19



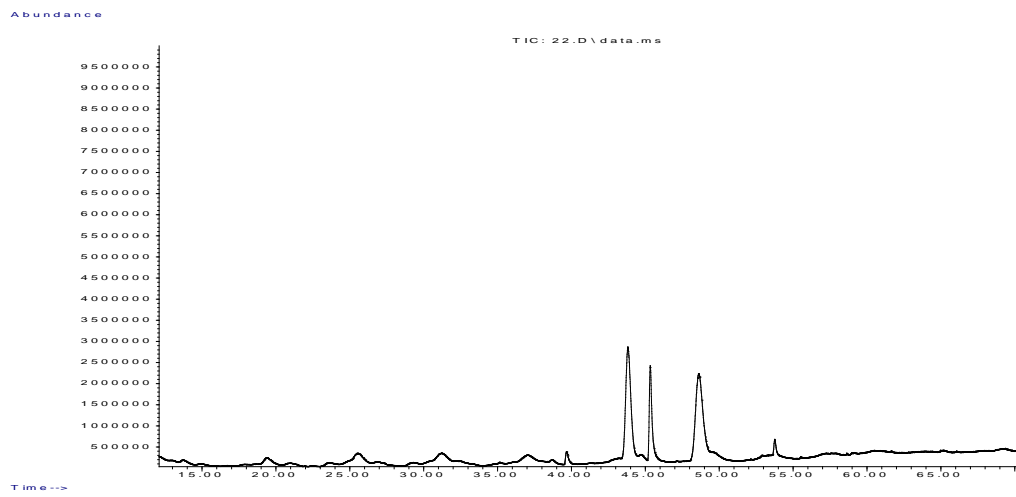
20



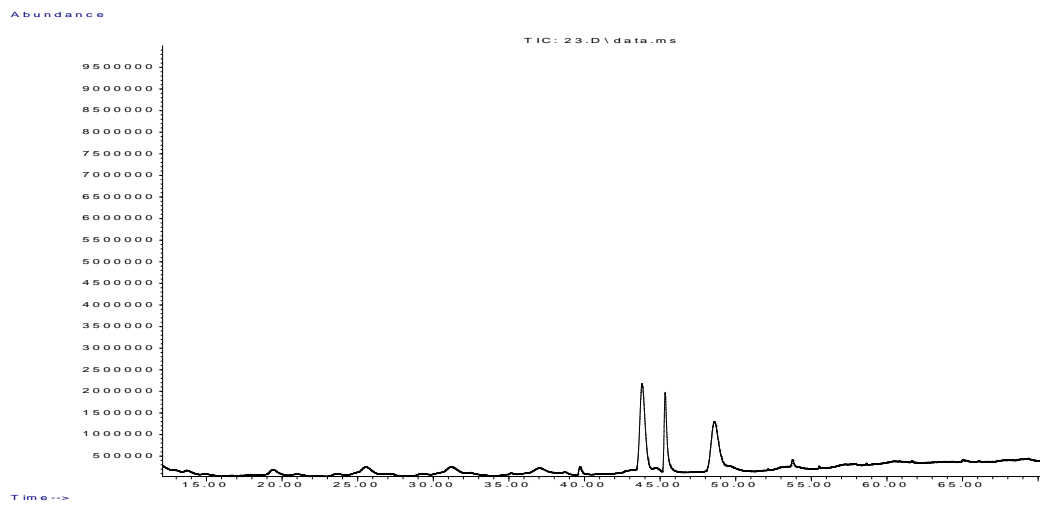
21



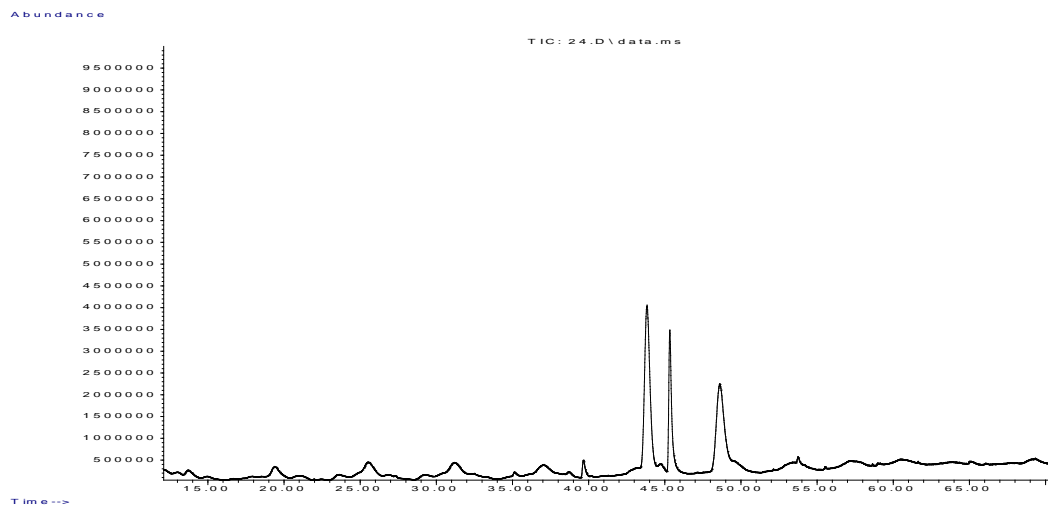
22



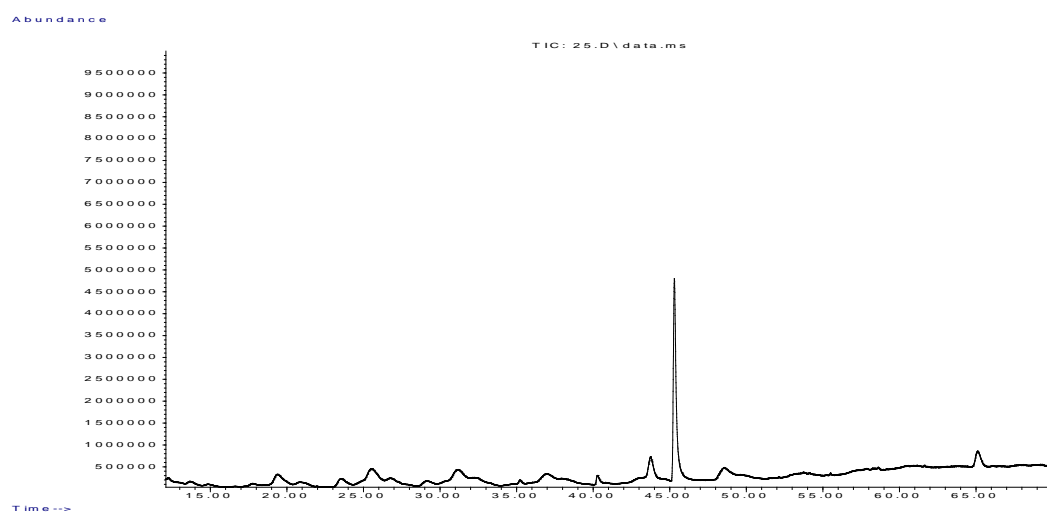
23



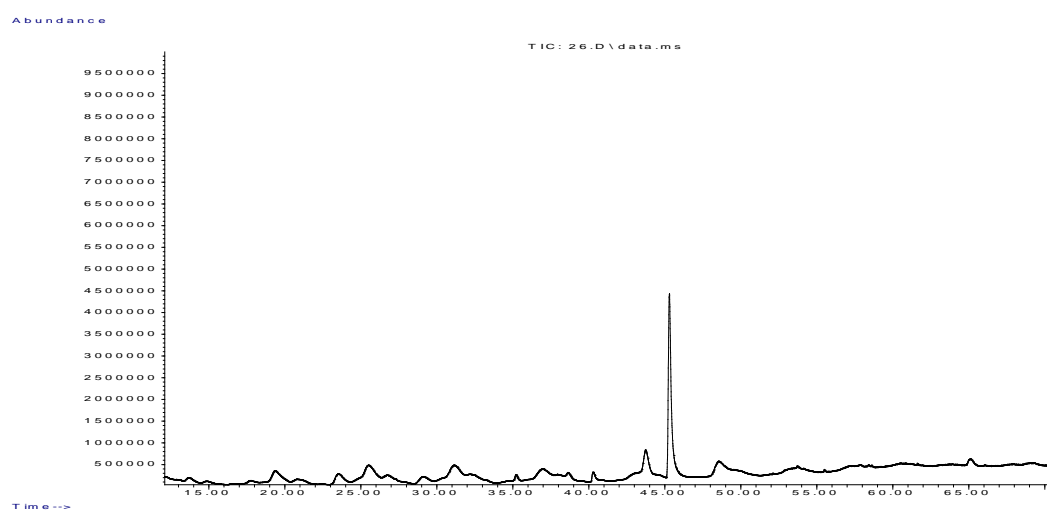
24



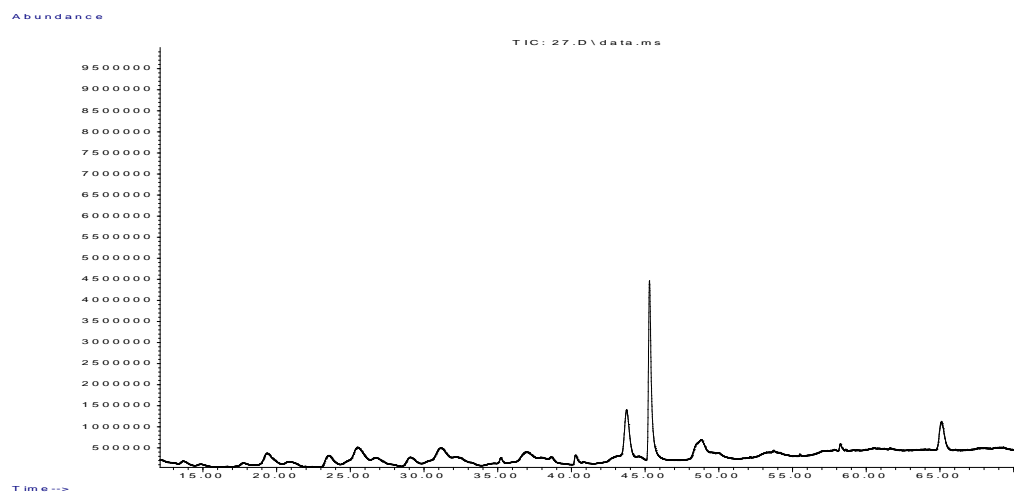
25



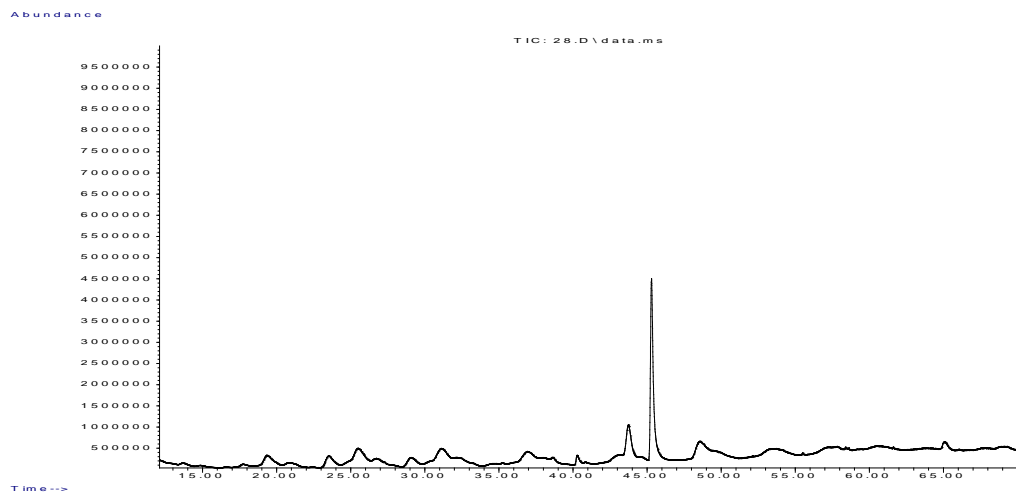
26



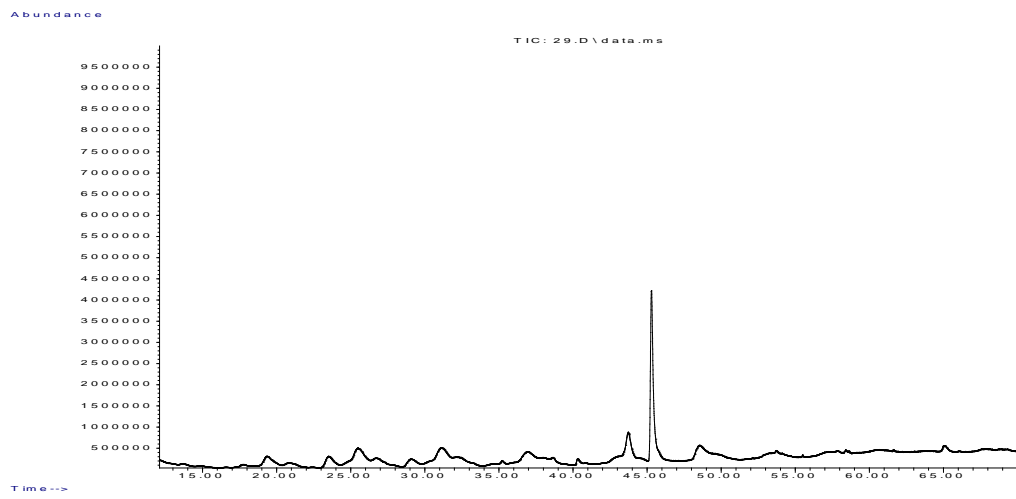
27



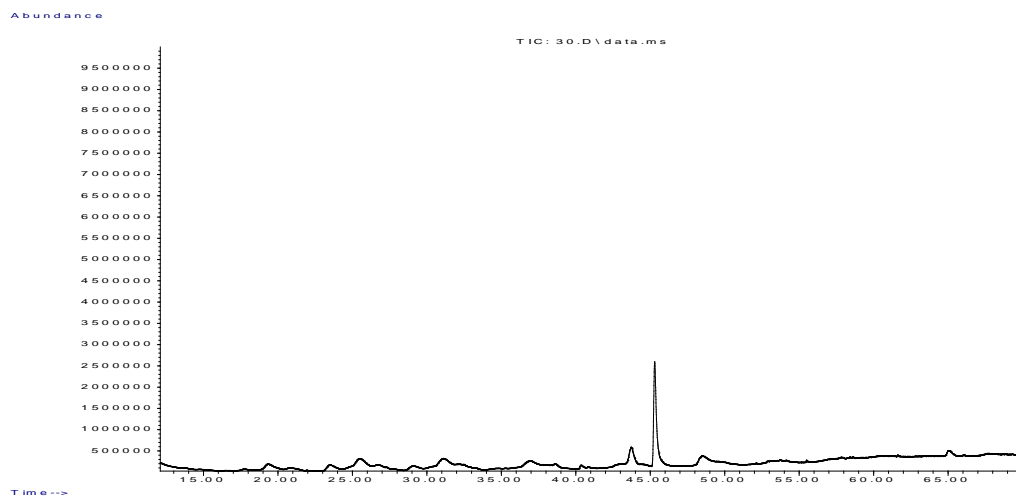
28



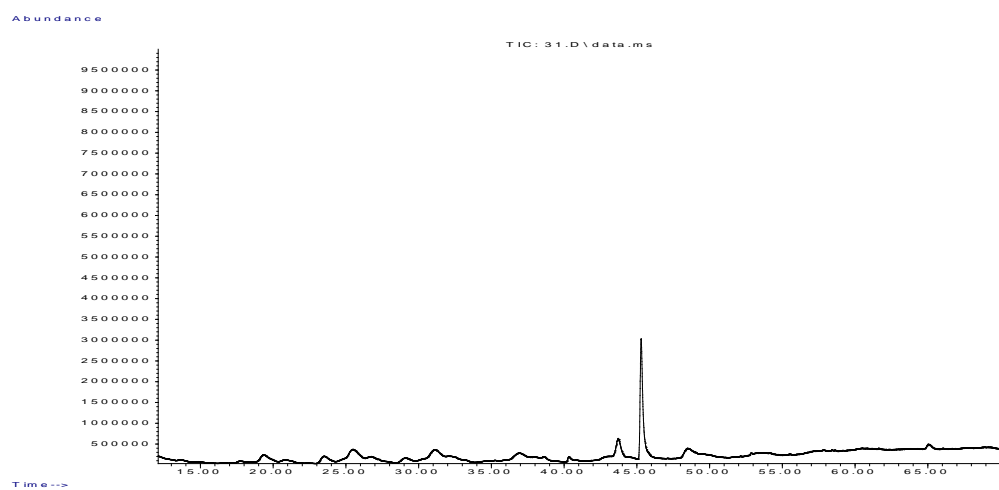
29



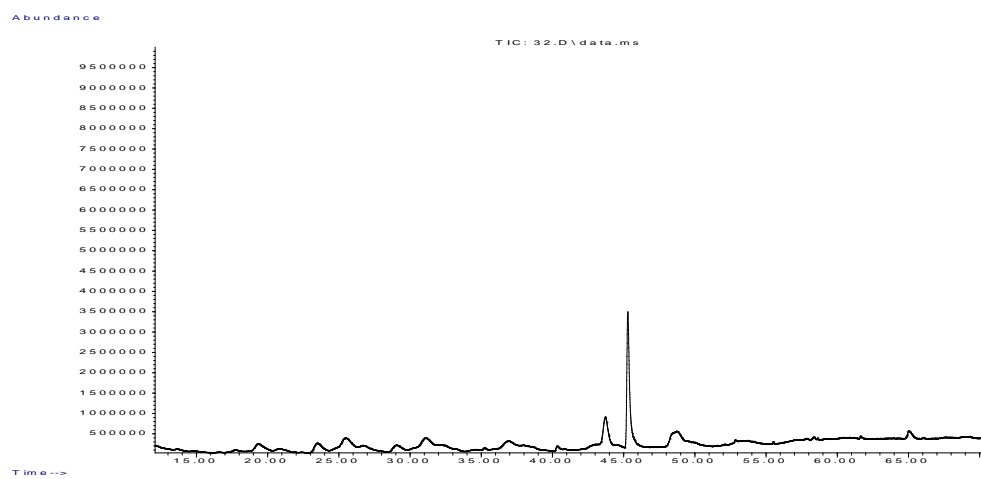
30



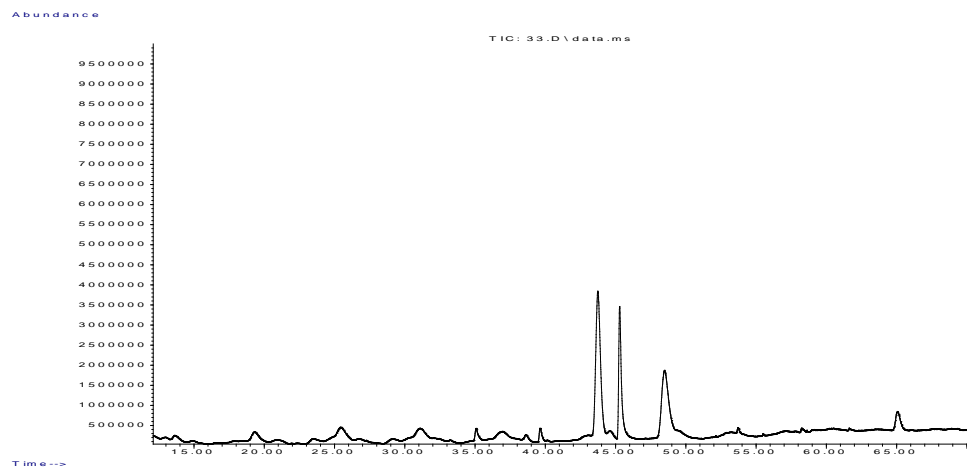
31



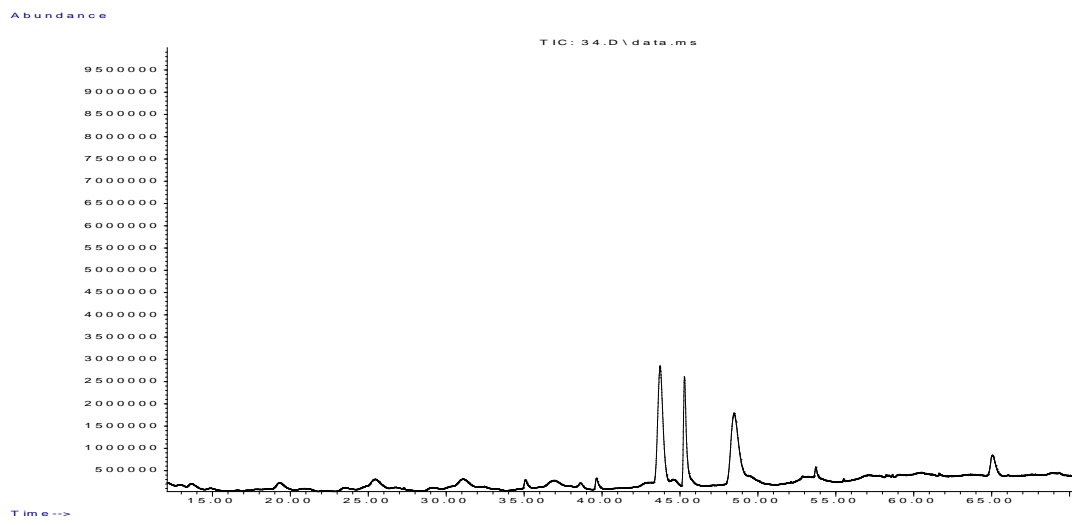
32



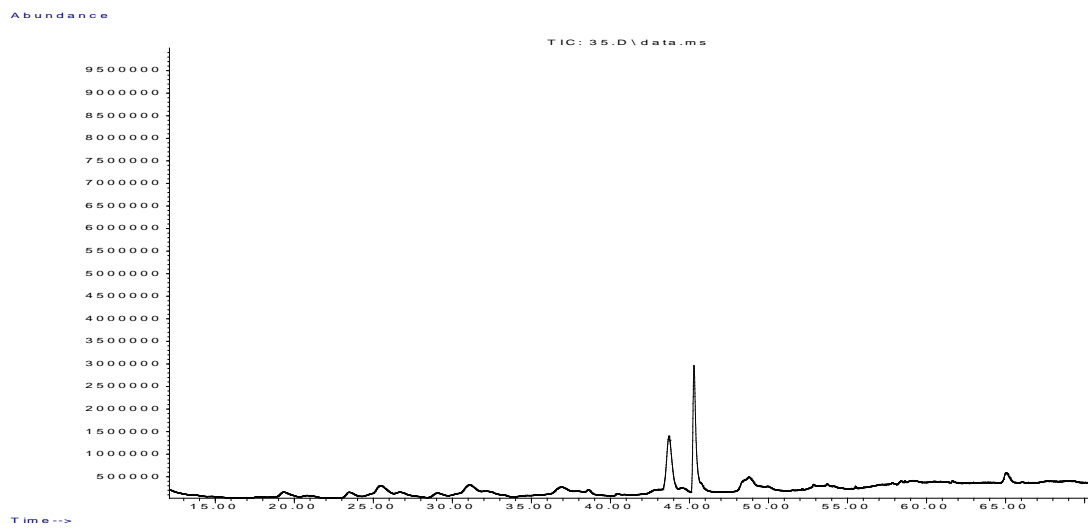
33



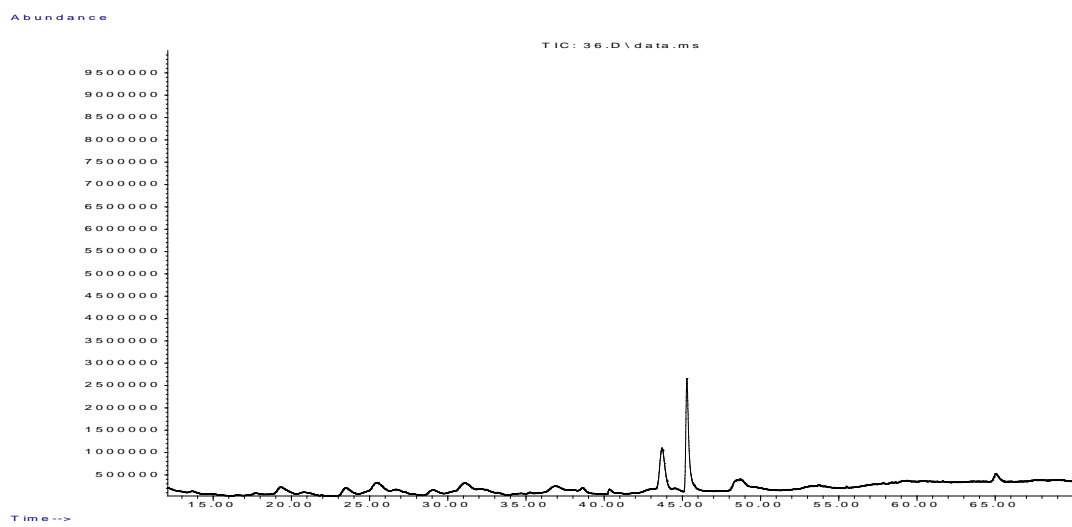
34



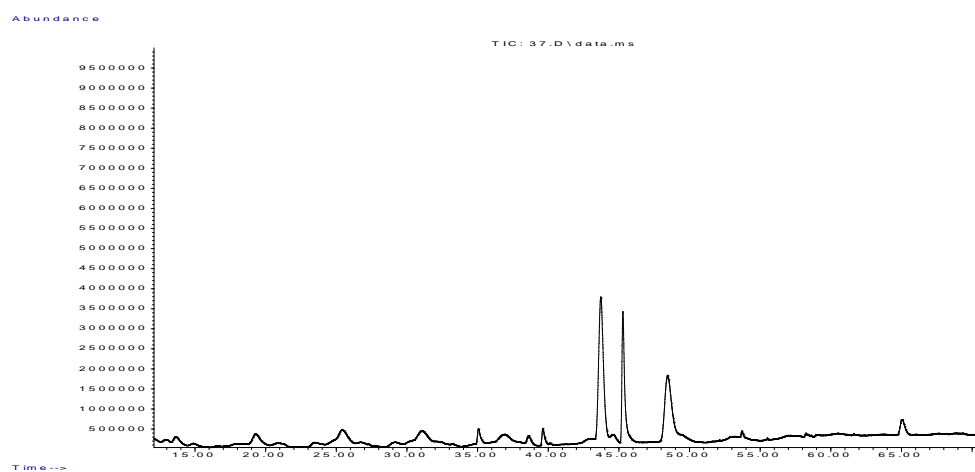
35



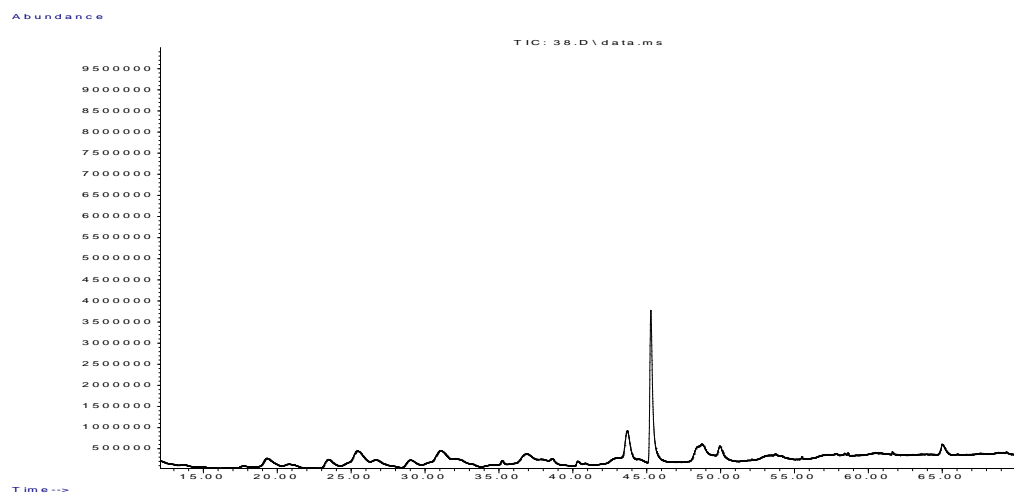
36



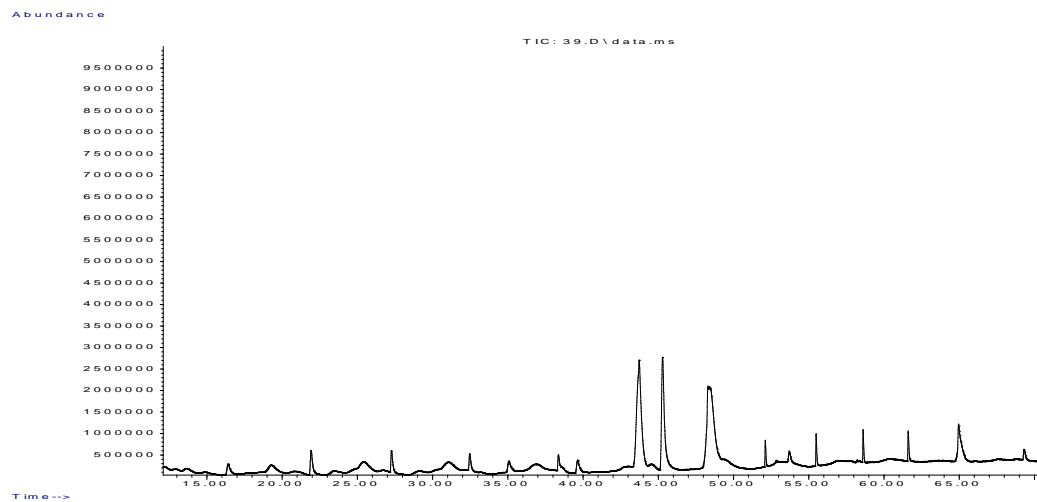
37



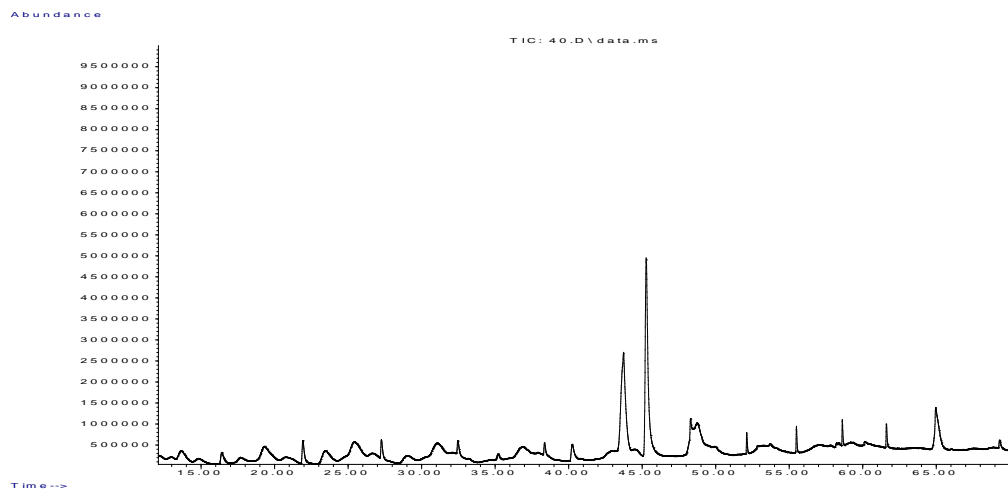
38



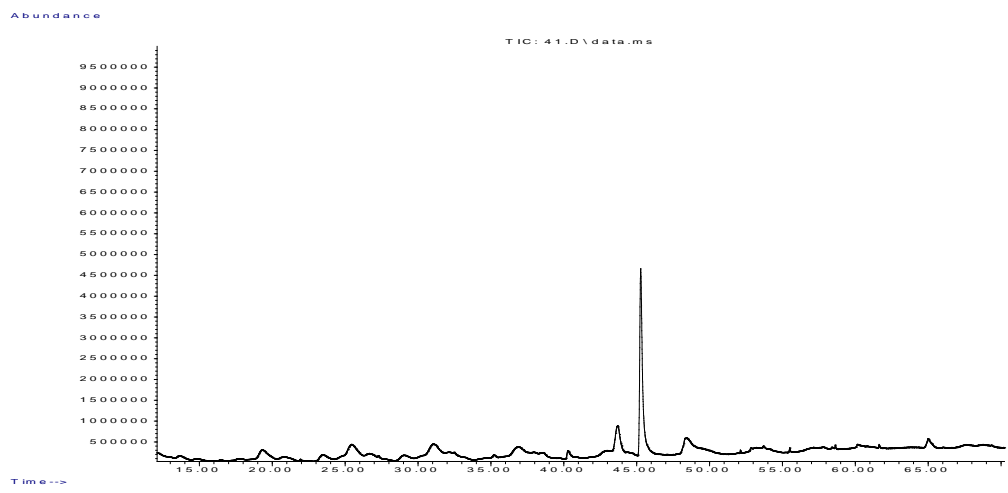
39



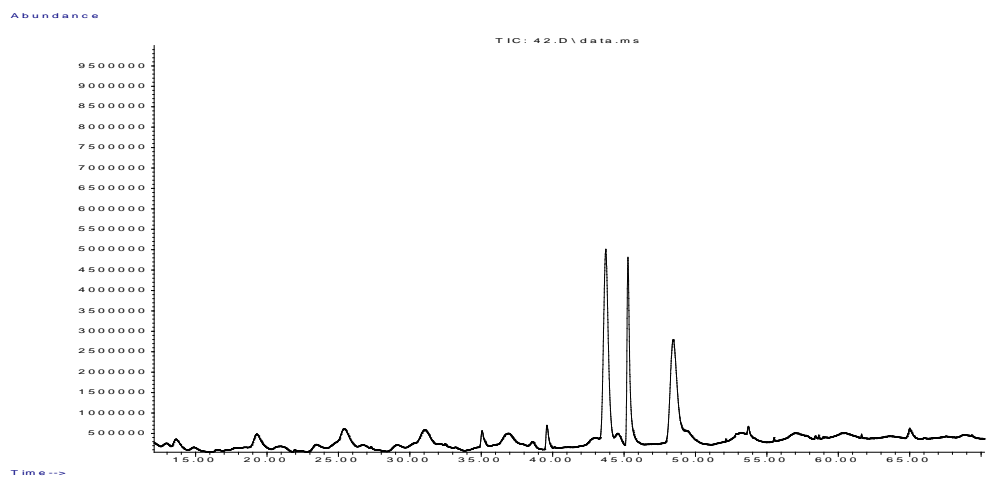
40



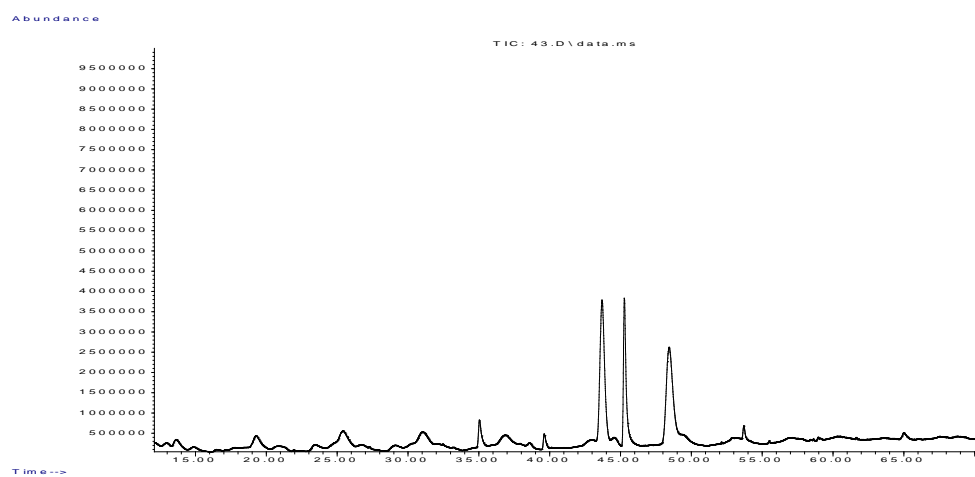
41



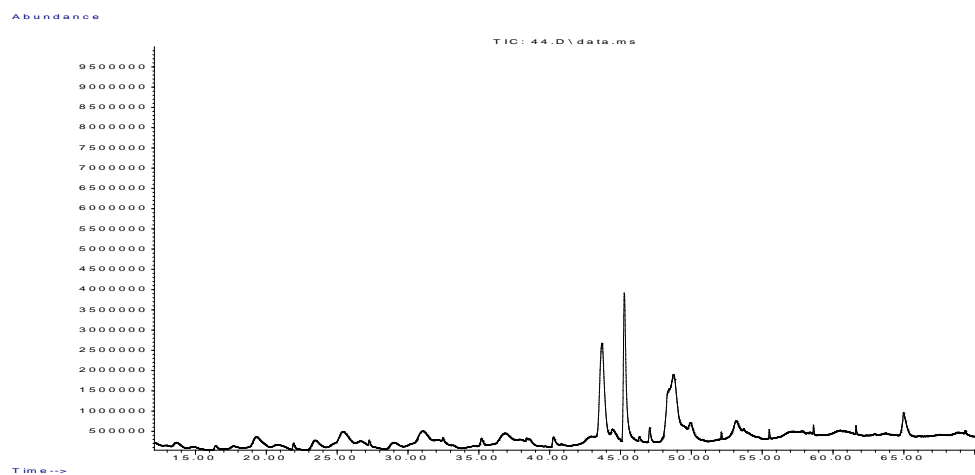
42



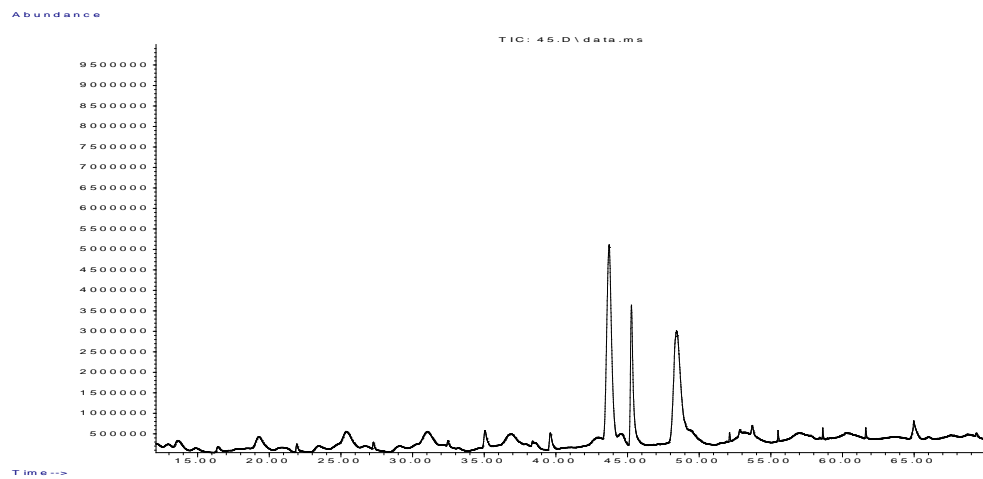
43



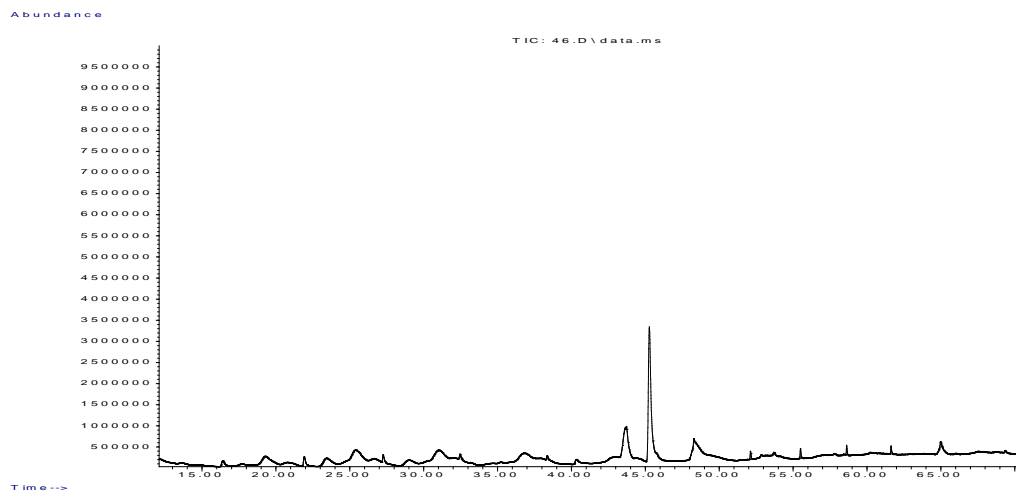
44



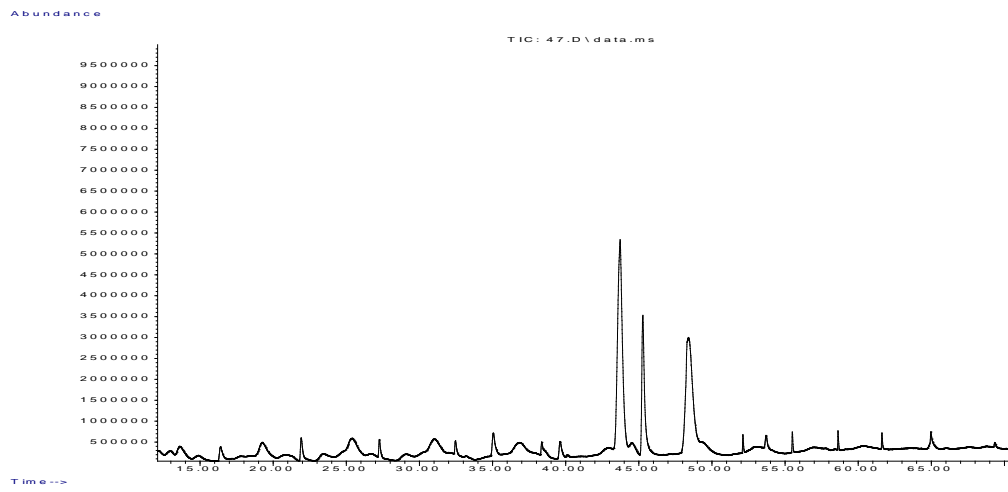
45



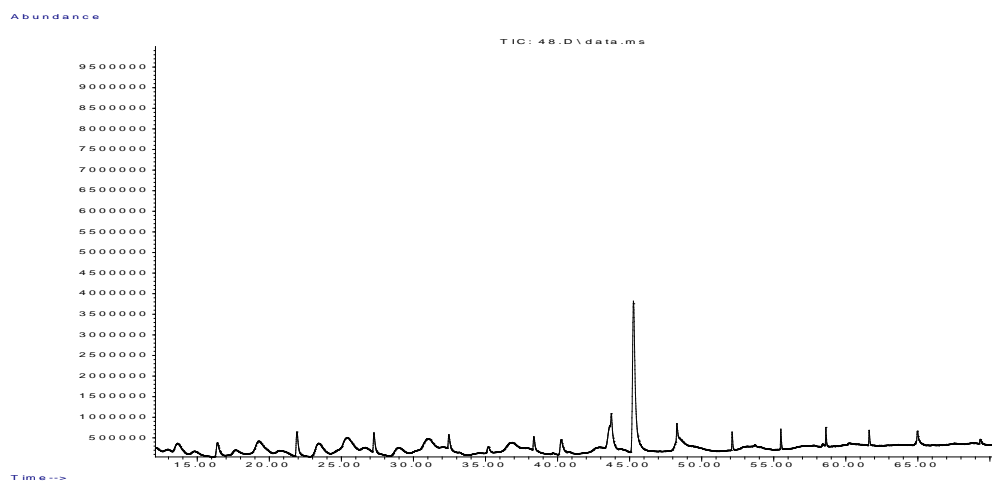
46



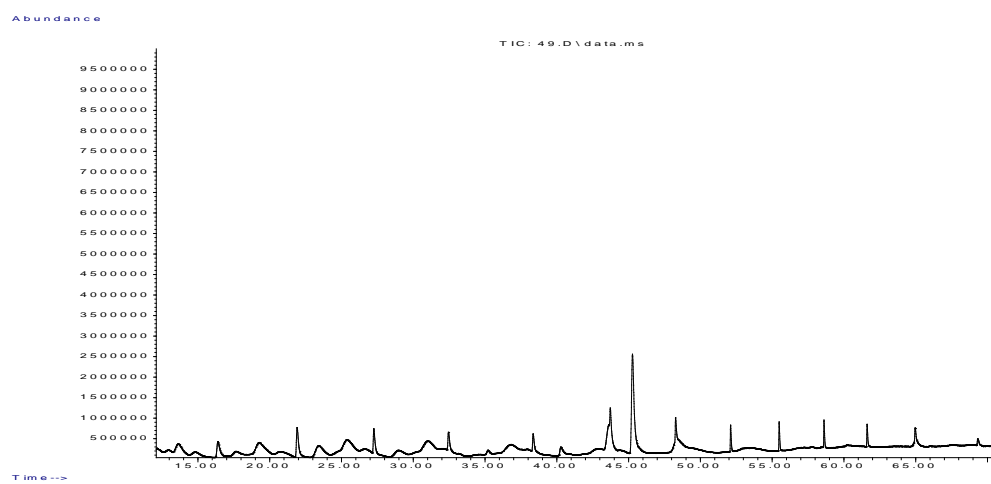
47



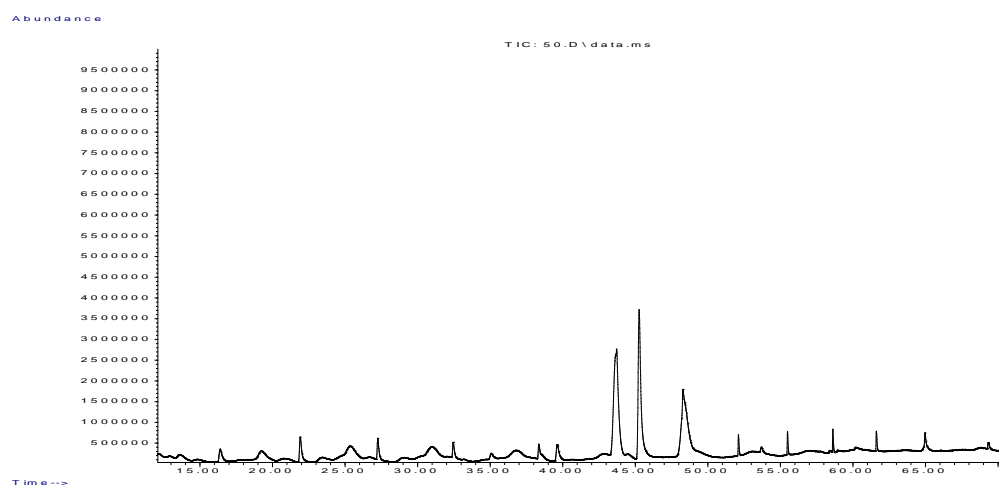
48



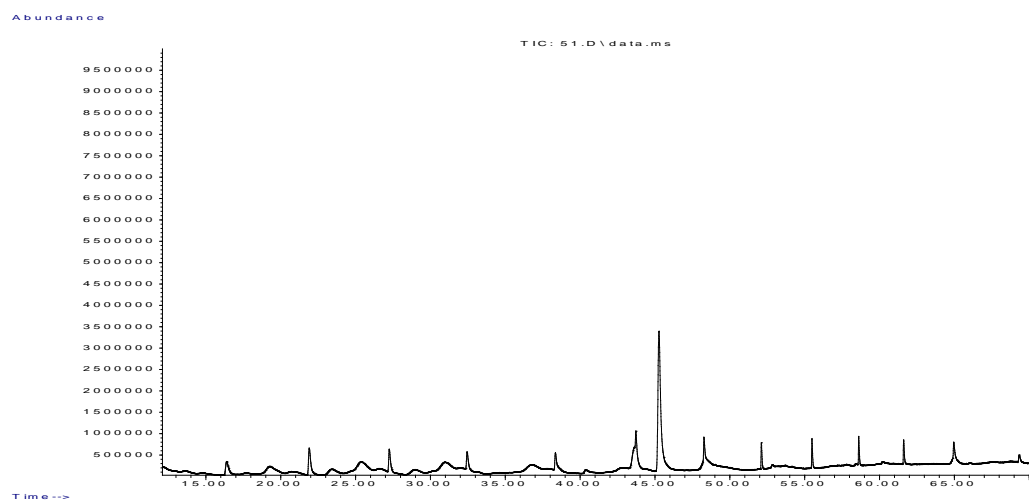
49



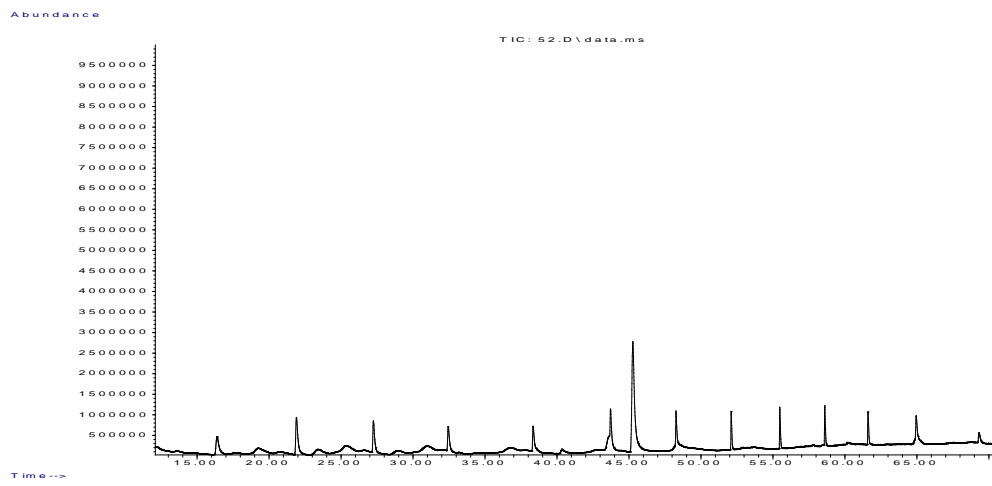
50



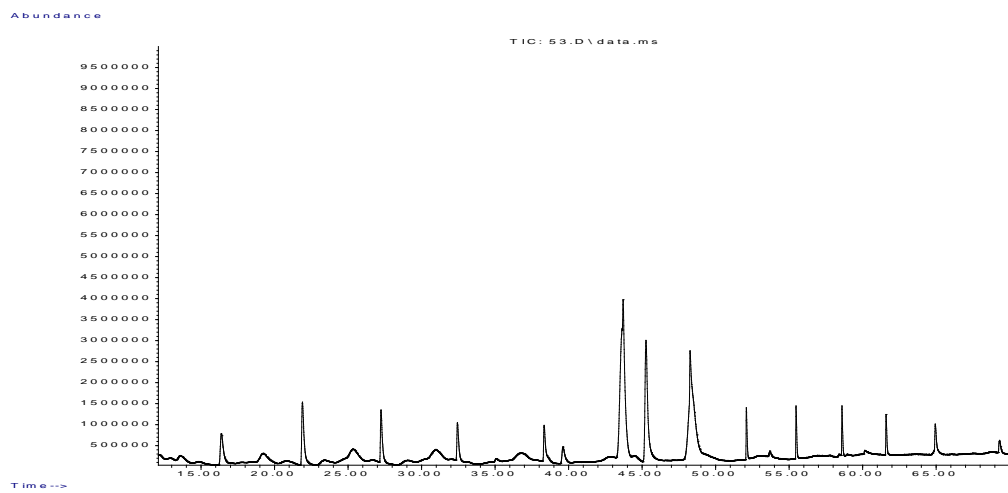
51



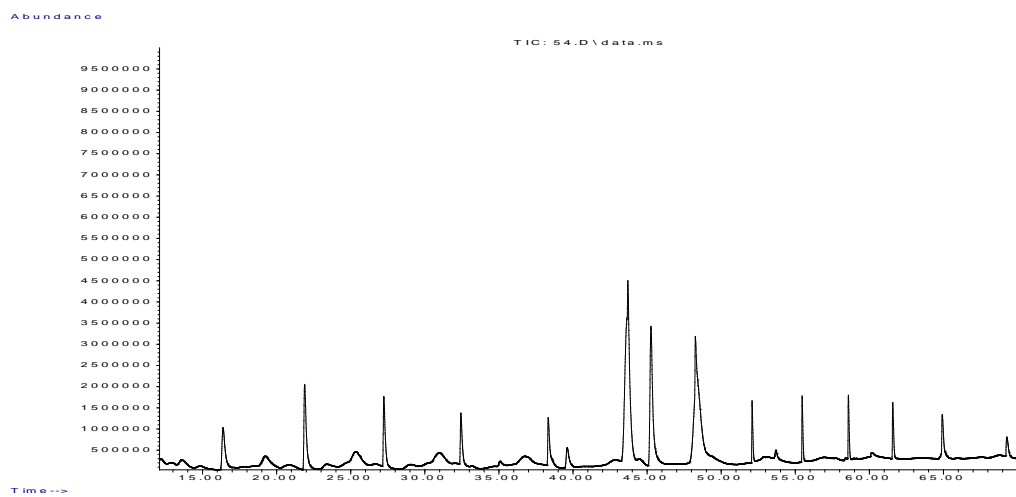
52



53



54



EK 4 - Tez Çalışması Orjinallik Raporu

