



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI BALLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN**  
**GIDA GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ARAŞTIRILMASI**

**AZİZ GÜL**

**DOKTORA TEZİ**

**Antakya / HATAY**

**MAYIS - 2008**



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI BALLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN**  
**GIDA GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ARAŞTIRILMASI**

**AZİZ GÜL**

**DOKTORA TEZİ**

**Antakya / HATAY**

**MAYIS - 2008**

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XV
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Balın Biyokimyasal Analizleri Konusunda Yapılan Çalışmalar .....	4
2.2. Element Analizleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	10
2.3. Balda Veteriner İlaç Kalıntıları İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	14
2.3.1. Antibiyotik Kalıntıları .....	15
2.3.1.1. Sülfonamid Kalıntıları .....	15
2.3.1.2. Tetracycline Hydrochloride Kalıntıları .....	16
2.3.1.3. Streptomycine Kalıntıları .....	17
2.3.2. Pestisit İlaçları .....	18
2.3.2.1. Amitraz Kalıntıları .....	19
2.3.2.2. Coumaphos Kalıntıları .....	21
2.3.3. Naftalin Kalıntıları .....	25
2. 4. Balda Polen Kaynaklarını Belirleme Çalışmaları .....	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	32
3.1. MATERYAL.....	32
3.1.1. Bal Örnekleri Materyali.....	32
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Cihaz ve Laboratuar Malzemeleri .....	37
3.2. YÖNTEM.....	40
3.2.1. Biyokimyasal Analizler.....	40
3.2.1.1. Kül Tayini.....	40
3.2.1.2. Nem Miktarı.....	41
3.2.1.3. pH Değeri.....	41
3.2.1.4. Asitlik Miktarı.....	41
3.2.1.5. Diyastaz Sayısı Tayini .....	42

3.2.1.6. Hidroksimetilfurfural Tayini (HMF).....	45
3.2.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	46
3.2.1.8. Protein Analizi.....	46
3.2.1.9. Şeker Analizleri .....	47
3.2.1.9.1. Bal Örneklerinin Hazırlanması.....	47
3.2.1.9.2. Şeker Standartlarının (fruktoz, glikoz ve sakaroz) Hazırlanması.....	47
3.2.1.9.3. HPLC Çalışma Koşulları.....	48
3.2.2. Element Analizleri.....	49
3.2.3. Kalıntı Analizleri.....	50
3.2.3.1. Veteriner İlaçlarının Tespiti.....	50
3.2.3.1.1. Sülfonamid Grubu İlaç Kalıntılarının Tespiti.....	51
3.2.3.1.1.1. Tarama (Charm II) Analizi.....	51
3.2.3.1.1.2. HPLC Analizi.....	52
3.2.3.1.2. Tetracyclinelerin Tespiti.....	53
3.2.3.1.2.1. Tarama (Charm II) Analizi .....	53
3.2.3.1.2.2. HPLC Analizi.....	55
3.2.3.1.3. Streptomycine Kalıntısının Tespiti.....	56
3.2.3.1.3.1. Tarama (Charm II) Analizi.....	56
3.2.3.1.3.2. HPLC Analizi.....	57
3.2.3.2. Pestisit Kalıntı Analizi.....	58
3.2.3.3. Naftalin Analizi.....	59
3.2.4. Polen Analizi.....	61
3.2.5. İstatistik Analizler.....	61
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	62
4.1. Akdeniz Bölgesi .....	62
4.1.1. Akdeniz Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları.....	62
4.1.1.1. Kül Miktarı.....	64
4.1.1.2. Nem Miktarı.....	65
4.1.1.3. pH Değeri.....	65
4.1.1.4. Asitlik Miktarı.....	66

4.1.1.5. Diyastaz Sayısı.....	66
4.1.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	67
4.1.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	67
4.1.1.8. Protein Miktarı.....	68
4.1.1.9. Fruktoz Miktarı.....	68
4.1.1.10. Glikoz Miktarı.....	68
4.1.1.11. İvert Şeker Miktarı.....	69
4.1.1.12. Sakaroz Miktarı.....	69
4.1.2. Element Analizleri.....	70
4.1.3. Kalıntı Analizleri.....	74
4.1.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	74
4.1.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	75
4.1.3.3. Naftalin Analizleri.....	75
4.1.4. Polen Analizi .....	76
4.2. Ege Bölgesi.....	77
4.2.1 Ege Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları.....	77
4.2.1.1 Kül Miktarı.....	79
4.2.1.2 Nem Miktarı.....	79
4.2.1.3 pH Değeri .....	80
4.2.1.4 Asitlik Miktarı.....	80
4.2.1.5 Diyastaz Sayısı.....	81
4.2.1.6 Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	81
4.2.1.7 Elektriksel İletkenlik.....	82
4.2.1.8 Protein Miktarı.....	83
4.2.1.9 Fruktoz Miktarı.....	83
4.2.1.10 Glikoz Miktarı.....	83
4.2.1.11 İvert Şeker Miktarı.....	84
4.2.1.12 Sakaroz Miktarı.....	84
4.2.2 Element Analizleri .....	85
4.2.3 Kalıntı Analizleri.....	89
4.2.3.1 Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	90
4.2.3.2 Pestisit Kalıntı Analizleri .....	90

4.2.3.3 Naftalin Analizleri .....	91
4.2.4 . Polen Analizi .....	91
4.3. Doğu Anadolu Bölgesi.....	93
4.3.1. Doğu Anadolu Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları	93
4.3.1.1. Kül Miktarı.....	96
4.3.1.2. Nem Miktarı.....	96
4.3.1.3. pH Değeri .....	97
4.3.1.4. Asitlik Miktarı.....	97
4.3.1.5. Diyastaz Sayısı.....	98
4.3.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	98
4.3.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	99
4.3.1.8. Protein Miktarı.....	99
4.3.1.9. Fruktoz Miktarı.....	100
4.3.1.10. Glikoz Miktarı.....	100
4.3.1.11. İvert Şeker Miktarı.....	101
4.3.1.12. Sakaroz Miktarı.....	101
4.3.2. Element Analizleri .....	101
4.3.3. Kalıntı Analizleri.....	106
4.3.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	106
4.3.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	107
4.3.3.3. Naftalin Analizleri .....	108
4.3.4. Polen Analizi .....	108
4.4. Karadeniz Bölgesi.....	109
4.4.1. Karadeniz Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları.....	109
4.4.1.1. Kül Miktarı.....	112
4.4.1.2. Nem Miktarı.....	113
4.4.1.3. pH Değeri .....	113
4.4.1.4. Asitlik Miktarı.....	114
4.4.1.5. Diyastaz Sayısı.....	114
4.4.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	115
4.4.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	115
4.4.1.8. Protein Miktarı.....	116

4.4.1.9. Fruktoz Miktarı.....	116
4.4.1.10. Glikoz Miktarı.....	116
4.4.1.11. İvert Şeker Miktarı.....	117
4.4.1.12. Sakaroz Miktarı.....	117
4.4.2. Element Analizleri .....	118
4.4.3. Kalıntı Analizleri.....	123
4.4.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	123
4.4.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	125
4.4.3.3. Naftalin Analizleri .....	125
4.4.4. Polen Analizi.....	125
4.5. İç Anadolu Bölgesi.....	127
4.5.1. İç Anadolu Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları....	127
4.5.1.1. Kül Miktarı.....	129
4.5.1.2. Nem Miktarı.....	129
4.5.1.3. pH Değeri .....	130
4.5.1.4. Asitlik Miktarı.....	130
4.5.1.5. Diyastaz Sayısı.....	131
4.5.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	131
4.5.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	132
4.5.1.8. Protein Miktarı.....	133
4.5.1.9. Fruktoz Miktarı.....	133
4.5.1.10. Glikoz Miktarı.....	133
4.5.1.11. İvert Şeker Miktarı.....	133
4.5.1.12. Sakaroz Miktarı.....	134
4.5.2. Element Analizleri .....	135
4.5.3. Kalıntı Analizleri.....	139
4.5.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	139
4.5.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	140
4.5.3.3. Naftalin Analizleri .....	141
4.5.4. Polen Analizi.....	141
4.6. Marmara Bölgesi.....	142
4.6.1. Marmara Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları.....	142

4.6.1.1. Kül Miktarı.....	144
4.6.1.2. Nem Miktarı.....	144
4.6.1.3. pH Değeri .....	145
4.6.1.4. Asitlik Miktarı.....	145
4.6.1.5. Diyastaz Sayısı.....	146
4.6.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	146
4.6.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	147
4.6.1.8. Protein Miktarı.....	148
4.6.1.9. Fruktoz Miktarı.....	148
4.6.1.10. Glikoz Miktarı.....	148
4.6.1.11. İvert Şeker Miktarı.....	149
4.6.1.12. Sakaroz Miktarı.....	149
4.6.2. Element Analizleri .....	150
4.6.3. Kalıntı Analizleri.....	154
4.6.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	154
4.6.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	155
4.6.3.3. Naftalin Analizleri .....	155
4.6.4. Polen Analizi.....	155
4.7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi.....	156
4.7.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları.....	156
4.7.1.1. Kül Miktarı.....	158
4.7.1.2. Nem Miktarı.....	158
4.7.1.3. pH Değeri .....	159
4.7.1.4. Asitlik Miktarı.....	159
4.7.1.5. Diyastaz Sayısı.....	160
4.7.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	160
4.7.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	161
4.7.1.8. Protein Miktarı.....	161
4.7.1.9. Fruktoz Miktarı.....	162
4.7.1.10. Glikoz Miktarı.....	162
4.7.1.11. İvert Şeker Miktarı.....	163



4.7.1.12. Sakaroz Miktarı.....	163
4.7.2. Element Analizleri .....	163
4.7.3. Kalıntı Analizleri.....	167
4.7.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	167
4.7.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	168
4.7.3.3. Naftalin Analizleri .....	168
4.7.4. Polen Analizi.....	169
4.8. Ticari Firma (Market) Balları.....	169
4.8.1. Ticari Firma Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları .....	169
4.8.1.1. Kül Miktarı.....	172
4.8.1.2. Nem Miktarı.....	172
4.8.1.3. pH Değeri .....	173
4.8.1.4. Asitlik Miktarı.....	173
4.8.1.5. Diyastaz Sayısı.....	174
4.8.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	174
4.8.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	175
4.8.1.8. Protein Miktarı.....	175
4.8.1.9. Fruktoz Miktarı.....	175
4.8.1.10. Glikoz Miktarı.....	175
4.8.1.11. İvert Şeker Miktarı.....	176
4.8.1.12. Sakaroz Miktarı.....	176
4.8.2. Element Analizleri .....	177
4.8.3. Kalıntı Analizleri.....	181
4.8.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	181
4.8.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	182
4.8.3.3. Naftalin Analizleri .....	182
4.8.4. Polen Analizi.....	182
4.9. Türkiye Geneli Analiz Sonuçları.....	183
4.9.1. Türkiye Geneli Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları.....	184
4.9.1.1. Kül Miktarı.....	188
4.9.1.2. Nem Miktarı.....	189
4.9.1.3. pH Değeri .....	190

4.9.1.4. Asitlik Miktarı.....	191
4.9.1.5. Diyastaz Sayısı.....	192
4.9.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı .....	192
4.9.1.7. Elektriksel İletkenlik.....	192
4.9.1.8. Protein Miktarı.....	194
4.9.1.9. Fruktoz Miktarı.....	194
4.9.1.10. Glikoz Miktarı.....	195
4.9.1.11. İnvvert Şeker Miktarı.....	195
4.9.1.12. Sakaroz Miktarı.....	197
4.9.2. Türkiye’de Üretilen Balların Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri.....	197
4.9.3. Kalıntı Analizleri.....	205
4.9.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri.....	206
4.9.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri .....	207
4.9.3.3. Naftalin Analizleri .....	208
4.9.4. Polen Analizi.....	209
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	215
6. KAYNAKLAR.....	218
TEŞEKKÜR.....	229
ÖZGEÇMİŞ.....	230
Ek-1.....	231

## ÖZET

### TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI BALLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN GIDA GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada Türkiye genelinden 200 arıcıdan alınan 600 ve marketlerden 10 tane özel firmaya ait bal örnekleri alınarak biyokimyasal, mineral madde, antibiyotik, pestisit ve naftalin kalıntıları ile balların polen içerikleri analiz edilmiştir. Biyokimyasal bileşenlerle ilgili veriler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, AB ve Kodeks standartlarıyla karşılaştırılmıştır.

Biyokimyasal analizler sonucunda ortalama kül (% 0.30±0.04), nem (% 19.11±0.10), pH (3.59±0.03), asitlik (28.19±0.98 meq kg<sup>-1</sup>), diyastaz (22.81±1.04), HMF (8.44±0.76 mg kg<sup>-1</sup>), elektriksel iletkenlik (0.67±0.07 mS cm<sup>-1</sup>), protein (% 0.41±0.03), fruktoz (% 39.54±0.73), glikoz (% 32.19±0.71), invert şeker (% 71.67±1.22) ve sakaroz (% 2.24±0.63) değerleri tespit edilmiştir.

Yapılan mineral madde analizleri sonucunda ise analizleri yapılan Al (0.83±0.19 ppm), Ba (0.16±0.01 ppm), Ca (74.74±3.61 ppm), Cd (0.00±0.00 ppm), Cr (0.03±0.02 ppm), Cu (0.24±0.09 ppm), Fe (3.00±0.49 ppm), K (534.86±12.58 ppm), Mg (22.87±1.95 ppm), Mn (1.27±0.05 ppm), Na (24.21±3.05 ppm), Ni (0.32±0.04 ppm), P (50.55±1.07 ppm), Pb (0.29±0.0 ppm) ve Zn (1.53±0.20 ppm) elementlerinin değerleri tespit edilmiştir.

Türkiye genelinde toplanan tüm bal örneklerinde yapılan antibiyotik analizlerinde % 29.5 oranında sülfonamid, % 3.3 oranında tetracycline, % 11.9 oranında streptomycine kalıntıları içerdiği belirlenmiştir. Pestisit kalıntı analizleri sonucunda ise Türkiye geneli amitraz kalıntı miktarı % 4.7, coumaphos kalıntı miktarı ise % 1.4 olarak tespit edilmiştir. Naftalin kalıntı analizlerinde sonuçlarına göre Ege bölgesinde 4, Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgelerinden alınan birer örnekte naftalin kalıntısına rastlanmıştır.

Bunların yanında toplanan bal örneklerinin temsil ettiği bal çeşidini belirlemek amacıyla polen analizleri yapılarak ballara kaynak teşkil eden dominant nektarlı bitkiler belirlenmiştir. Polen analiz sonucunda Türkiye genelinde alınan örneklerde turunçgiller (*Citrus spp.*), püren (*Erica manipuliflora*), pamuk (*Gossypium spp.*), geven (*Astragalus spp.*) çam (*Pinus nigra*), anason (*Pimpinella anisum*), hayıt (*Potentilla tormentilla*), okalıptus (*eucalyptus spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*), yonca (*Medicago spp.*), adi fiğ (*Visia sativa*), üçgül (*Trifolium spp.*), sığır kuyruğu (*Verbascum spp.*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*), korunga (*Onobrychis sativa*), deve dikenini (*Carduus hamulosus*), kestane (*Castane sativa*), ormangülü (*Rhododendron ponticum*), ihlamur (*Tilia sylvestris*), karaçalı (*Polygonum bistorta*), arı otu (*Phacelia tanacetifolia*) ve sarı sütleğen (*Euphorbia Helioscopia*) polenleri dominant polen olarak belirlenmiştir.

2008, 228 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Bal analizi, pestisit kalıntısı, antibiyotik kalıntısı, polen analizi, ağır metal ve mineral maddeler

## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION OF TEXTURAL CHARACTERIES OF SOME TURKISH HONEYS, WITH RESPECT TO FOOD SAFETY

In this study, 600 honey samples were collected from 200 beekeepers and 10 honey samples from markets to analyse biochemicals, minerals, antibiotic, pesticides, naftalin residues and pollens. The results of analyses were appropriate to TSE (Institute of Turkish Standards)'s, EU and Codex's honey standards.

Average biochemical analyses were ash (%  $0.30\pm 0.04$ ), moisture (%  $19.11\pm 0.10$ ), pH ( $3.59\pm 0.03$ ), acidity ( $28.19\pm 0.98$  meq  $\text{kg}^{-1}$ ), diastase ( $22.81\pm 1.04$ ), HMF ( $8.44\pm 0.76$  mg  $\text{kg}^{-1}$ ), electrical conductivity ( $0.67\pm 0.07$  mS  $\text{cm}^{-1}$ ), protein (%  $0.41\pm 0.03$ ), fructose (%  $39.54\pm 0.73$ ), glucose (%  $32.19\pm 0.71$ ), invert sugar (%  $71.67\pm 1.22$ ) and sucrose (%  $2.24\pm 0.63$ ) in honey samples and determined.

Also, the presence of Al ( $0.83\pm 0.19$  ppm), Ba ( $0.16\pm 0.01$  ppm), Ca ( $74.74\pm 3.61$  ppm), Cd ( $0.00\pm 0.00$  ppm), Cr ( $0.03\pm 0.02$  ppm), Cu ( $0.24\pm 0.09$  ppm), Fe ( $3.00\pm 0.49$  ppm), K ( $534.86\pm 12.58$  ppm), Mg ( $22.87\pm 1.95$  ppm), Mn ( $1.27\pm 0.05$  ppm), Na ( $24.21\pm 3.05$  ppm), Ni ( $0.32\pm 0.04$  ppm), P ( $50.55\pm 1.07$  ppm), Pb ( $0.29\pm 0.0$  ppm) and Zn ( $1.53\pm 0.20$  ppm) were detected by ICP AES.

All the samples collected from all of the region from the Turkey were detected with respect to antibiotic types, 29.5 % of them sülfonamides, 3.3 % of them tetracycline, % 11.9 of them streptomycine were determined. In respect to pesticide residual analysis, it was found that 6.6 % amitraz and 1.4 % coumaphos were detected in all samples in Turkey. Also, except 4 samples in Aegean, one samples in East Anatolian and Central Anatolian there was no incidence of naphthalene in honey samples in Turkey.

The honey samples were analysed to determine of plant origine and dominant plants by monitoring pollens. According to pollen analysis of the honey samples produced in Turkey, the most frequent pollens were citrus (*Citrus spp.*), red bush (*Erica manipuliflora*), cotton (*Gossypium spp.*), geven (*Astragallus spp.*) pinus (*Pinus nigra*), anise (*Pimpinella anisum*), chaste (*Potentilla tormentilla*), eucalyptus (*Eucalyptus spp.*), thyme (*Thymus vulgaris*), medicago (*Medicago spp.*), visia (*Visia sativa*), clover (*Trifolium spp.*), verbascum (*Verbascum spp.*), sunflower (*Helianthus annuus*), onobrychis (*Onobrychis sativa*), milkthistle (*Carduus spp.*), chestnut (*Castane sativa*), rhododendron (*Rhododendron ponticum*), tilia (*Tilia sylvestris*), blackthorn (*Polygonum bistorta*), fazelya (*Phacelia tanacetifolia*) and spurge (*Euphorbia helioscopia*).

2008, 228 pages

**Key words:** Honey analysis, pesticide residues, antibiotic residues, pollen analysis, heavy metals and minerals

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

S B	Salgı Balı
Ç B	Çiçek Balı
EU	Avrupa Birliği
TGKBT	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği
OF	Organik Fosforlar
OK	Organik Klorlar
GCMS	Gaz Kromatografisi Mass Dedektör
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
LC MS	Sıvı Kromatografisi Mass Dedektör
ROSA	Rapid of One Step Assay
CPM	Charm II cihazında belirlenen limit değeri birimi
HMF	Hidroksimetilfurfural
CE	HPLC'ye eklenmiş olan bir sistem
SPE	Solid Phase Extraction (sıvı faz ekstraksiyonu)
EC	Elektriksel İletkenlik
SPME	Solid-Phase Microextraction
SBSE	Stir Bar Sorptive Extraction
AAS	Atomic Absorption Spectrometer
AES	Atomic Emission Spectrometer
ICP	Inductively Coupled Plasma
ECD	Electron Capture Detector
EPA	<u>Environmental Protection Agency (US)</u>
EC	European Committee
TCA	Triklorasetik Asit
Al	Alüminyum
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Na	Sodyum
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Zn	Çinko

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Çiçek ve salgı balının bileşimi (Crane, 1975).....	4
Çizelge 2.2. Çiçek ve salgı ballarının CODEX Alimentarius, Avrupa Birliği, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre biyokimyasal limitleri (Anonymous, 2001; Anonymous, 2001a; Anonim, 2005) .....	7
Çizelge 2.3. Baldaki mineral madde oranları (Crane, 1975).....	10
Çizelge 2.4. FAO-WHO (1989) Birleşik Gıda Kodeksi tarafından bildirilen maksimum ağır metal miktarları (Anonymous, 1989).....	11
Çizelge 2.5. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde bildirilen veteriner ilaç düzeyleri.....	15
Çizelge 3.1. Bal örneklerinin toplandığı 2006 yılına ait sıcaklık ve nem verileri (Anonim, 2006a).....	32
Çizelge 3.2 Bal üretimine göre örnek toplanan bölgeler, iller ve % üretim oranları	33
Çizelge 3.3. Toplanan bal örneklerinde yapılan analizler.....	40
Çizelge 3.4. Diyastaz sayısı tayininde, inkübasyon için alınacak bal çözeltisi ve reaktiflerin hacimleri.....	44
Çizelge 3.5. Hazırlanan standartların miktarları (g) ve seyreltme miktarları (ml)	48
Çizelge 3.6. Elementlerin ölçümü yapılacak olan dalga boyları (nm).....	49
Çizelge 4.1. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları .....	63
Çizelge 4.2. Akdeniz Bölgesi bal bal örneklerinde element analizler sonuçları (ppm) .....	73
Çizelge 4.3. Akdeniz Bölgesi alınan bal örneklerinde yapılan kalıntı analizi sonuçları .....	74
Çizelge 4.4. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları .....	76
Çizelge 4.5. Ege Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları .	78
Çizelge 4.6. Ege Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm) .....	88
Çizelge 4.7. Ege Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları .....	89
Çizelge 4.8. Ege Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları .....	92
Çizelge 4.9. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları .....	94
Çizelge 4.10. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları	105

(ppm) .....	
Çizelge 4.11. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları....	106
Çizelge 4.12. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları .....	108
Çizelge 4.13. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları .....	110
Çizelge 4.14. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde element analizler sonuçları (ppm).....	121
Çizelge 4.15. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları .....	123
Çizelge 4.16. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları .....	126
Çizelge 4.17. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları .....	128
Çizelge 4.18. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm) .....	138
Çizelge 4.19. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları.....	139
Çizelge 4.20. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları .....	141
Çizelge 4.21. Marmara Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları.....	143
Çizelge 4.22. Marmara Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)..	153
Çizelge 4.23. Marmara Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları .....	154
Çizelge 4.24. Marmara Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları.....	156
Çizelge 4.25. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları.....	157
Çizelge 4.26. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm).....	166
Çizelge 4.27. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları .....	167
Çizelge 4.28. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları .....	169
Çizelge 4.29. Ticari firma bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler.....	170
Çizelge 4.30. Ticari Firma bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm) .....	179
Çizelge 4.31. Ticari Firma bal örneklerinde yapılan kalıntı analiz sonuçları.....	181
Çizelge 4.32. Ticari firma bal örneklerinde yapılan polen analiz sonuçları .....	183

Çizelge 4.33. Bölgelere göre Türkiye’de üretilen ballardan alınan örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler.....	185
Çizelge 4.34. Çalışmada biyokimyasal bileşimlere ait verilerde yapılan istatistiki analizlere ait varyans analiz tablosu .....	187
Çizelge 4.35. Bölgelere göre Türkiye’de üretilen bal örneklerinde yapılan element analizleri (ppm).....	199
Çizelge 4.36. Çalışmada mineral madde analizleri sonucunda elde edilen verilerin istatistiki analizlerine ait varyans analiz tablosu.....	204
Çizelge 4.37. Tüm Bölgelerden alınan bal örneklerinde limitlerin üzerinde belirlenen kalıntı analizleri .....	206
Çizelge 4.38. Türkiye’de genelinden alınan bal örneklerinde yapılan polen analizleri.....	211



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Son 6 yılda Türkiye’de bölgelere göre koloni sayısı (adet).....	2
Şekil 1.2. Son 6 yılda Türkiye’de bölgelere göre bal verimi (ton).....	2
Şekil 3.1. Türkiye genelinde numune toplanan iller ve alınan numune sayıları.....	35
Şekil 3.2. Çalışma kapsamında arıcılardan toplanan bal numuneleri.....	36
Şekil 4.1. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri .....	64
Şekil 4.2. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri.....	65
Şekil 4.3. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değeri ..	67
Şekil 4.4. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri .....	69
Şekil 4.5. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri .....	72
Şekil 4.6. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı ..	75
Şekil 4.7. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri .....	80
Şekil 4.8. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri .....	81
Şekil 4.9. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değeri .....	82
Şekil 4.10. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri .....	84
Şekil 4.11. Ege Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri .....	87
Şekil 4.12. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı .....	90
Şekil 4.13. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri.....	96
Şekil 4.14 Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri .....	97
Şekil 4.15. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değeri .....	99
Şekil 4.16. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri.....	100

Şekil 4.17. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri .....	103
Şekil 4.18. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı .....	107
Şekil 4.19. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri.....	112
Şekil 4.20. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri .....	113
Şekil 4.21. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değeri .....	115
Şekil 4.22. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri.....	117
Şekil 4.23. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri .....	119
Şekil 4.24. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı .....	124
Şekil 4.25. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri.....	129
Şekil 4.26. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri.....	130
Şekil 4.27. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değeri .....	132
Şekil 4.28. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri .....	134
Şekil 4.29. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri .....	136
Şekil 4.30. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı .....	140
Şekil 4.31. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri .....	144
Şekil 4.32. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri.....	145
Şekil 4.33. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değeri	147

Şekil 4.34. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri .....	149
Şekil 4.35. Marmara Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri .....	151
Şekil 4.36. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı	154
Şekil 4.37. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri.....	158
Şekil 4.38. Güneydoğu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri .....	159
Şekil 4.39. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değeri.....	161
Şekil 4.40. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri.....	162
Şekil 4.41. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri ...	165
Şekil 4.42. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı... ..	168
Şekil 4.43. Ticari Firmalardan ait bal numunelerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri.....	172
Şekil 4.44. Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri.....	173
Şekil 4.45. Ticari Firmalardan alınan bal numunelerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değerleri .....	174
Şekil 4.46. Ticari Firma bal numunelerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değerleri .....	176
Şekil 4.47. Ticari firma bal örneklerinde element analiz değerleri .....	177
Şekil 4.48. Ticari firma bal örneklerinde bal örneklerinde tespit edilen ilaç kalıntıları	182
Şekil 4.49. Türkiye geneli bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri .....	188
Şekil 4.50. Türkiye genelinden toplanan bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri.....	190
Şekil 4.51. Türkiye geneli bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz	

değerleri .....	193
Şekil 4.52. Türkiye geneli bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glukoz ve invert şeker değerleri .....	196
Şekil 4.53. Türkiye genelinden alınan bal örneklerinde element analiz değerleri .....	201
Şekil 4.54. Türkiye genelinde bal örneklerinde tespit edilen ilaç kalıntıları.....	209

## 1. GİRİŞ

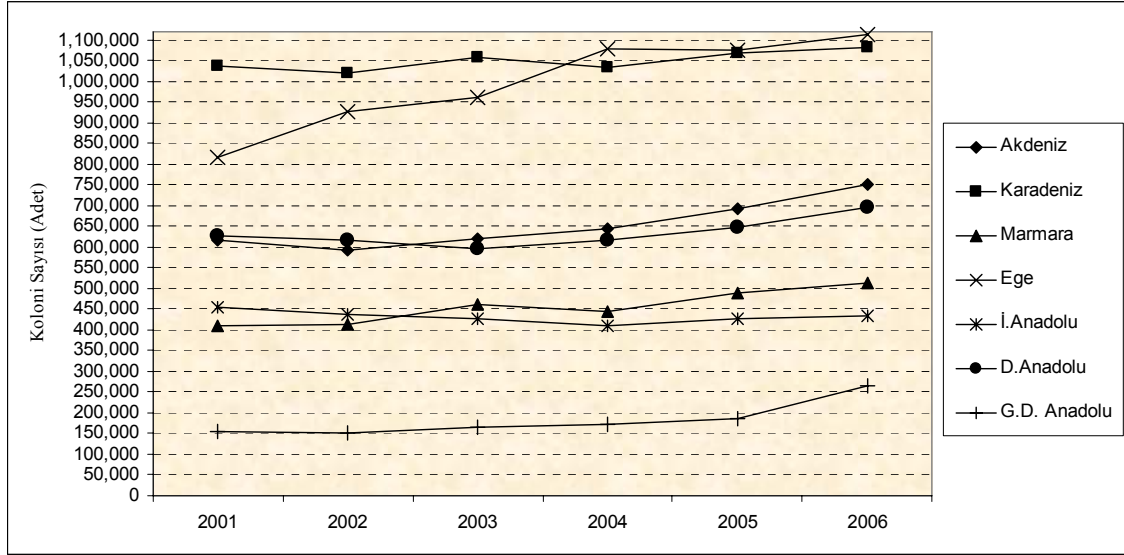
Türkiye'nin çok zengin bir bitki örtüsüne ve farklı iklim kuşaklarına sahip olması arıcılığın gelişmesine önemli katkılarda bulunmaktadır. Türkiye, bu özelliklerinden dolayı hem koloni varlığı, hem de bal üretimi açısından dünyada önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de 2006 yılı istatistiklerine göre Akdeniz, Karadeniz, Marmara, Ege, İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde sırasıyla 749.575, 1.080.619, 514.192, 1.111.648, 434.209, 697.671 ve 697.671 adet koloni olmak üzere toplam 4.851.683 adet koloni ile üretim yapılmış ve bu bölgelerden sırasıyla 14.029, 18.740, 8.150, 20.389, 6.389, 6.709, 11.174, 4.650 ton olmak üzere toplam 83.841 ton bal üretimi gerçekleşmiştir (Anonymous, 2005; Anonim, 2006).

Türkiye'de üretilen balın miktar ve kalitesi farklı bitkisel vejetasyona özelliği gösteren coğrafik bölgelere göre değişmektedir. Coğrafik bölgelere göre son 6 yıldaki koloni sayısı ve bal üretim miktarındaki değişimler Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de görülmektedir.

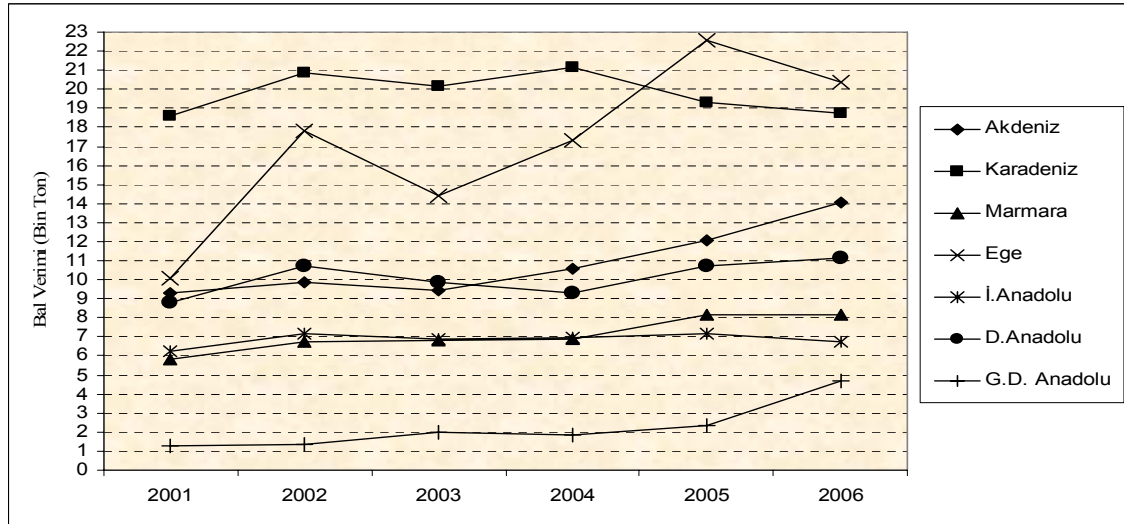
Türkiye'de sahip olunan zengin floraya bağlı olarak çok çeşitli ballar üretilmektedir. Bunlar arasında en önemlileri; yayla, çam, kestane, narenciye, yonca, ayçiçeği, pamuk, mısır, akasya ve ıhlamur balıdır (Genç ve Dodoloğlu, 2003; Tolon, 1999; Şahinler ve Gül, 2004; Şahinler ve ark., 2004). Üretilen ballara kaynak teşkil eden ballı bitkiler arasında; kırmızı üçgül, beyaz üçgül, ayçiçeği, yonca, adaçayı, kekik, peygamber çiçeği, geven, engerek otu, sığırdili, uyuz otu, karabaş otu, erik otu, adaçayı, hindiba, ballıbaba, korunga, lavanta, muhabbet çiçeği, nane ve fiğ gibi doğada kendiliğinden yetişen türler en yoğun olanlarıdır. Bunlar dışında akasya, ıhlamur, okaliptus, çam, funda, çeşitli meyve ağaçları, söğüt, yalancı akasya, akça ağaç, böğürtlen, muz, kestane, koca yemiş, püren, erguvan ve meşe bal arılarının üretimde yararlandıkları nektarlı ağaçlardır. Bu bitki ve ağaçlar bölgede buldukları yoğunluğa bağlı olarak üretilen ballara kaynak teşkil ederler.

İnsan sağlığının ön plana çıkmasıyla, ithalat ve ihracata konu olan balların gerek üretim, gerekse hasad ve depolama döneminde kontamine olmuş zararlı bileşikler ve katkıların kalite testlerinin yapılmasında zorunlu kılmaktadır. Bitkisel üretimde kullanılan bazı pestisitler ile bal arılarının (*Apis mellifera* L.) sağlığı için kullanılan bazı veteriner ilaçları Dünyada arı ürünlerinin ve özellikle balın tüketimi ve ihracatında

büyük sorunlar teşkil etmektedir. Bu doğrultuda yapılan bilimsel çalışmalarda da ilaç kalıntılarının önemi ortaya konulmuştur (Tolon ve Wallner, 1999; Kalpaklıoğlu, 2000; Sunay ve ark., 2003; Szerletics Turi ve Szalai Matray, 2003; Posyniak ve ark., 2003; Kumova, 2005).



Şekil 1.1. Son 6 yılda Türkiye’de bölgelere göre koloni sayısı (adet)



Şekil 1.2. Son 6 yılda Türkiye’de bölgelere göre bal verimi (ton)

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre bal; “Bal arılarının çiçek nektarlarını, bitkilerin veya bitkiler üzerinde yaşayan bazı canlıların salgılarını topladıktan sonra, kendine özgü maddelerle karıştırarak değişikliğe uğratıp, bal peteklerine depoladıkları

tatlı maddedir” şeklinde tanımlanmıştır (Anonim, 2005). Balın yapısına üretim sezonu, bitki orijini ve iklim koşulları etki etmektedir. Bu faktörler içerisinde en önemli olanı bitki çeşididir (Crane, 1975; Yaniv and Rudich, 1996; Silici, 2004; Şahinler ve ark., 2004). Balın temel bileşimi karbonhidrattır. Karbonhidratların % 85-95’ni glukoz ve früktoz oluşturmaktadır. Ayrıca sakaroz, maltoz, isomaltoz, melezitoz ve laktoz gibi şekerler de bulunmaktadır. Balın yapısında karbonhidratlardan başka organik asitler, amino asitler (lisin, histidin, arginin, aspartik asit, serin, glutamik asit, prolin, glisin, alanin, valin, metionin, lösin, izolösin, triosin, fenilalanin, triptofan), mineral maddeler (K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Cl, P, S, SO<sub>2</sub>, I) vitaminler (riboflavin, pantotenik asit, niasin, tiamin, piridoksin, askorbik asit), enzimler (amilaz, sakaroz, invertaz, fosfotaz, katalaz, glukoz oksidaz) ve aroma maddeleri mevcuttur (Crane, 1975; Yaniv and Rudich, 1996; Sunay ve ark., 2003; Silici, 2004; Şahinler ve ark., 2004). Bunlar balın kalitesine etki eden en önemli bileşenler olup, balın kalitesini belirlemektedir.

Bugün dünya üzerinde gelişmiş olan ve insan sağlığının ön planda olduğu ülkeler gerek iç piyasadan ve gerekse dış piyasadan aldıkları gıda ürünlerinde, insan sağlığını tehdit edecek ilaç kalıntılarının olması gereken limitlerini belirleyerek yürürlüğe koymuşlardır. Bu kurallar ışığında alınan gıda ürünlerinde olması gereken miktardaki kalıntılara izin verilmekte, diğerlerine ise müsaade edilmemektedir. Bu konuda özellikle coğrafik olarak Türkiye’ye yakın olan Avrupa ülkeleri daha titiz davranmaktadır. Bu kapsamda çeşitli komisyonlar kurulmuş olup konuyla ilgili çalışmalar titizlikle yürütülmektedir. Bunların başında Codex (FAO/WHO Gıda Kodeksi), EU (Avrupa Birliği) gibi komisyonlar gelmektedir. Ülkemizde ise bu konudaki çalışmaları TSE (Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği) yürütmektedir. Tüm gıda maddelerindeki olması gereken kalite ve kalıntı limitleri, bünyesinde çalışan uzman kişilerce belirlenmekte ve ülkemizin ilgili birim ve laboratuvarları tarafından bu kurallar uygulanmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye’de üretilen balların botanik orijini, biyokimyasal yapısı, mineral madde, ağır metal, pestisit, veteriner ilaçları ve naftalin kalıntılarının tespit edilerek, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine, CODEX ile Avrupa Birliği standartlarına uygunluğunu belirlemek amaçlanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Balın Biyokimyasal Analizleri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Ballardaki akıcılık, kimyasal bileşim, şekerler, rutubet, enzimler, vitaminler, asitler, kolloidal maddeler ve bileşimi bilinmeyen maddeler orijine göre değişiklik göstermektedir (Rosenblat ve ark., 1997; Albay, 2003; Şahinler ve ark., 2004; Gül ve Şahinler, 2004; Şahinler ve Gül, 2005). Crane (1975)'nin Amerika'da üretilen çiçek ve salgı balların bileşimi ile ilgili bildirdiği değerler Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Baldaki kül miktarı yapısındaki mineral madde miktarı ile ölçülmektedir. Bu nedenle mineral madde miktarı yüksek olan koyu renkli balların kül miktarları da yüksek çıkmaktadır. Balın rengi ile içerdiği kül miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Balın rengi ve kimyasal yapısı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Koyu renkli ballarda aminoasitler ve şekerler arasında yoğun bir etkileşim olduğu öne sürülmektedir. Bu durumda balın rengi kül ve amino asit/şeker oranıyla ilgilidir (Tolon, 1999).

Crane (1975) ve Eniştegil (1977) yaptıkları çalışmalarda, ballar arasında kül miktarının en fazla çam ballarında olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 2.1. Çiçek ve salgı balının bileşimi (Crane, 1975)

Bileşenler	Çiçek Balı			Salgı balı		
	Ortalama	En az	En çok	Ortalama	En az	En çok
Su (%)	17.2	13.4	22.9	16.3	12.2	18.2
Fruktoz (%)	38.19	27.25	44.26	31.80	23.91	38.12
Glikoz (%)	31.28	22.03	40.75	26.08	19.23	31.86
Sakaroza (%)	1.31	0.25	7.57	0.80	0.44	1.14
Maltoz (%)	7.31	2.74	15.98	8.80	5.11	12.48
Yüksek Şekerler (%)	1.50	0.13	8.49	4.70	1.28	11.50
pH	3.91	3.42	6.10	4.45	3.90	4.88
Serbest Asitlik	22.03	6.75	47.19	49.07	30.29	66.02
Lakton	7.11	0	18.76	5.80	0.36	14.09
Toplam Asitlik	29.12	8.68	59.49	54.88	34.62	76.49
Kül Miktarı (%)	0.169	0.02	1.028	0.73	0.212	1.185
Azot (%)	0.041	0	0.133	0.1	0.047	0.223
Diyastaz	20.8	2.1	61.2	31.9	6.7	48.4
Bilinmeyen maddeler (%)	3.1	0	13.2	10.1	2.7	22.4



Balda kalite kriterlerinden biri olan nem oranı normalde % 16–21 arasında değişmektedir. Ancak nem miktarı arttıkça hem balın kalitesi düşmekte, hem de balın fermente olma riski artmaktadır. Bu nedenle üretilen ballarda nem oranının düşük olması tercih edilmektedir. Bal, aynı zamanda higroskopik özelliğinden dolayı, dışarıdan da nem alabilmektedir. Balda nemin yapısı, şekerlenme ve kalite korunmasında önemli bir rolü vardır. Ülkemizde genellikle petek yüzeylerinin 1/2-2/3'ü sırlandığı zaman hasat edilmelidir. Yeteri kadar olgunlaşmamış balın hasat edilmesi çok su içermesine, dolayısıyla erken kristalleşmesine ve fermentasyonuna neden olmaktadır (Kumova, 1986; Doğaroğlu, 1999; Tolon, 1999).

Bunların yanında balların saklandığı kapların nem geçirgenliğinin ve depolandığı yerin neminin yüksek olması da balın higroskopik özelliğinden dolayı nem düzeyinin artırabildiği bilinmektedir. Bugün dünya'da balın nem içeriğine göre sınıflandırılması;

I sınıf ballar: Nem oranı en fazla % 17.8

II sınıf ballar; Nem oranı en fazla % 18.6

III sınıf ballar: Nem oranı en fazla % 20.0 şeklinde yapılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2003).

Balların asitlik derecesi malik asit olarak ölçülmekte ve genellikle % 0.1 ile % 0.4 arasında değişmektedir. Yapısında % 0.4' den fazla asit bulunan ballar şüpheli ve sakıncalıdır (Keskin, 1982). Genel olarak balın yapısında asetik, butirik, sitrik, formik, glukonik, laktik, maleik, malik, oksalik, piropiromik, süksinik, glikolik, kitoglutarik, pirüvik, tartarik, 2-3 fosfoglisirik, gliserofosfat ve glukoz-6-fosfat asitleri bulunmaktadır. En önemli bal asidi glukoz oksidaz enziminin faaliyeti sonucu oluşan glukonik asittir. Ballardaki asit miktarı çoğunlukla pH ve formol titrasyona bağlı olarak titre edilebilen toplam asitliğin belirlenmesi ile değerlendirilir (Tolon, 1999). Doğal bal asidik yapıda olup, pH'sı 3.4 ile 6.1 arasında değişmekle birlikte ortalama olarak 3.9'dur. Balın asidik yapıda olması, bünyesinde barındırdığı tiamin (vitamin B<sub>1</sub>), riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>), askorbik asit (vitamin C), pridoksin (vitamin B<sub>6</sub>), pantotenik asit ve nikotinik asit gibi önemli vitaminlerin deforme olmasını geciktirmektedir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2005) kaliteli bir baldaki asitlik miktarının 40 meg/kg'dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir.

Diyastaz sayısı, 100 g balda bulunan amilaz enzimlerinin, 38–40 °C’de, 1 saat içerisinde ve deney koşullarında parçaladığı nişasta miktarını ifade etmektedir. Kaliteli bir balın diyastaz sayısı yüksektir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2005) kaliteli bir baldaki minimum diyastaz sayısını en az 8 olarak belirlemiştir. Balda diyastaz kaybı istenmeyen bir durumdur. Ancak balda çok yüksek düzeyde diyastaz bulunması da arzu edilmez. Balda yüksek düzeyde diyastaz bulunması, yüksek asit oluşumuna dolayısıyla fermentasyona neden olmaktadır (Crane,1975; Keskin, 1982; Tolon, 1999).

HMF, balda ısıtmadan veya uzun süre depolamadan dolayı früktozun parçalanması ile ortaya çıkar. Ballarda HMF miktarının az olması istenir. Balda HMF miktarının artmasına, hasad sonrası ısıtma işleminin uygulanması, depolama süresi, depolama sıcaklığı ve balın pH’sı etki etmektedir. Türk Gıda Kodeksi (2005) kaliteli bir balda HMF miktarını 40 mg/kg’dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir.

Dünya bal ticaretin de balda kalite kriteri olarak 75 yıldan daha uzun bir zamandan beri kullanılan en önemli iki biyokimyasal kriterin balın HMF içeriği ve diyastaz sayısı olduğu bildirmektedir (White, 1994; Fallico ve ark., 2004). Yapılan çalışmalarda sıcaklık ve depolama süresinin artmasıyla baldaki HMF içeriğinin arttığı ve diyastaz sayısının azaldığı bildirilmektedir (Dustmann, 1993; Şahinler ve Gül, 2004; Şahinler, 2007).

Balda invert şeker, nektardaki sakarozun asitler ve invertaz enzimi etkisiyle glikoz ve fruktoza parçalanmasıyla oluşmaktadır. Balın % 69-78’lik kısmı invert şeker halindedir (Tetik, 1968; Muller ve Tobin, 1980; Tolon, 1999). Balların uzun süre depolanması, invert şeker oranının yükselmesine etki etmektedir. Ballarda depolama süresi arttıkça yapısında bulunan monosakkarit oranlarında da bir azalma görülmektedir (White ve ark., 1961).

Thawley (1969), Cemeroğlu (1976) ve Doğaroğlu (1999); uzun süreli yüksek sıcaklıkta ısıtılmasının balın içeriğindeki besin maddelerinin büyük ölçüde kaybına neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca uzun süre bekletilen ve ısıtılan ballarda HMF düzeyinin yükseldiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Takenaka ve Echigo (1974), uzun süre depolamayla baldaki diyastaz ve invertaz aktivitesinin azaldığını bildirmişlerdir.

Börekcioğlu (1987), balın depolama aşamasında asit reversiyonu ve enzimatik aktiviteye bağlı olarak disakkaritlerde ve trisakkaritlerde artma, buna karşılık monosakkaritlerde azalma olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 2.2. Çiçek ve salgı ballarının CODEX Alimentarius, Avrupa Birliği, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre biyokimyasal limitleri (Anonymous, 2001; Anonymous, 2001a; Anonim, 2005)

Kalite kriterleri	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği	CODEX	EU
Mineral Madde (%)	$\leq 0.6$ (Ç B) $\leq 1.0$ (S B)	$\leq 0.6$ (Ç B) $\leq 1.0$ (S B)	$\leq 0.6$ (Ç B) $\leq 1.2$ (S B)
Nem İçeriği (%)	$\leq 21\text{g}/100\text{g}$	$\leq 21\text{g}/100\text{g}$	$\leq 21\text{g}/100\text{g}$
Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	$\leq 50$ meq kg <sup>-1</sup> (Ç B) $\leq 50$ meq kg <sup>-1</sup> (S B)	$\leq 50$ meq kg <sup>-1</sup> (Ç B) $\leq 50$ meq kg <sup>-1</sup> (S B)	$\leq 50$ meq kg <sup>-1</sup> (Ç B) $\leq 50$ meq kg <sup>-1</sup> (S B)
HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	$\leq 40$ mg kg <sup>-1</sup> (Ç B) $\leq 40$ mg kg <sup>-1</sup> (S B)	$\leq 40$ mg kg <sup>-1</sup> (Ç B) $\leq 40$ mg kg <sup>-1</sup> (S B)	$\leq 40$ mg kg <sup>-1</sup> (Ç B) $\leq 40$ mg kg <sup>-1</sup> (S B)
Diyastaz Sayısı	$\geq 8$ (Ç B) $\geq 8$ (S B)	$\geq 8$ (Ç B) $\geq 8$ (S B)	$\geq 8$ (Ç B) $\geq 8$ (S B)
Invert şeker miktarı (%)	$\geq 65$ (Ç B) $\geq 45$ (S B)	$\geq 65$ (Ç B) $\geq 45$ (S B)	$\geq 65$ (Ç B) $\geq 45$ (S B)
Sakaroz (%)	$\leq 5$ (Ç B) $\leq 10$ (S B)	$\leq 5$ (Ç B) $\leq 10$ (S B)	$\leq 5$ (Ç B) $\leq 10$ (S B)
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	$\leq 0.8$ (Ç B) $\geq 0.8$ (S B ve kestane)	$\leq 0.8$ (Ç B) $\geq 0.8$ (S B ve kestane)	$\leq 0.8$ (Ç B) $\geq 0.8$ (S B ve kestane)

Ç B: Çiçek Balı, S B: Salgı balı

Cirilli ve ark. (1973), İtalyan balları üzerinde yaptıkları bir çalışmada kül oranını % 0.36 olarak bulmuşlardır.

Tatsuno ve ark. (1968), Japonya'da 32 bal örneği üzerinde yaptıkları çalışmada kül miktarını % 0-0.32 değerleri arasında saptamışlardır.

Balın ilk ısıtılması, süzme işlemini kolaylaştırmak için bal süzme odasında ve sıralmadan önce yapılır. Bu amaçla bir gün süreyle bal 32–35°C hava ile ısıtılmalıdır. İkinci ısıtma ise, süzme ve arındırmayı kolaylaştırmak için sıcak su ile yapılır. Daha sonra fermantasyonu ve kristalizasyonu önlemek üzere esas ısıtma işlemi uygulanır. Ancak ısıtma sırasında balda enzim kaybı olmakla birlikte fruktozun parçalanmasıyla HMF de oluşturmaktadır (Doğaroğlu, 1999).

Genç ve Dodoloğlu (2003), ısıtılan ve bekletilen ballarda enzim kaybı olduğunu, balın renginde koyulaşma görüldüğünü ve böyle ballarda hidrosimetilfurfural düzeyinin yükseldiğini belirtmişlerdir.

Ankrah (1998), Afrikanın Ghana şehrinden topladığı bazı bal örneklerinin nem, kül, şeker seviyeleri, nitrojen ve mineral madde içeriklerini analiz etmişlerdir. Araştırmacı

çalışmada nem miktarını % 18.8, kül miktarını % 0.8, indirgen şekerleri invert şeker olarak % 57.0 ve sakarozu ise % 3.0 olarak tespit etmiştir.

Doğaroğlu (1999) yaptığı çalışmada 5 gün süreyle 45 °C'de tutulan balların HMF değerinin normalden iki kat, 63 °C'de 30 dakika bekletilen balların HMF değerlerinin ise normalden üç kat daha fazla çıktığını saptamıştır.

Tolon (1999), Muğla ve yöresi çam balları üzerinde yaptığı bir çalışmada, bölgede bulunan Yatağan Termik Santralinden yayılan küllerin bölgede üretilen bala geçtiğini ve özellikle ihracatta önemli sorunlar yaşandığını belirtmiştir.

Batı ülkelerinde uygulanmakla birlikte, ülkemizde uygulanmayan filtrasyon işleminde zorunlu olan sıcaklık 77 °C dir. Çeşitli yöntemlerle ani olarak 77 °C de ısıtılarak bu sıcaklıkta 5 dk. bekletilen ve tekrar hızla soğutulan, ballarda fermantasyon ile kristalizasyon önemli ölçüde geciktirilmekte ve bu durumda balın HMF içeriğinde sakıncalı bir artış olmaktadır (Doğaroğlu, 1999).

Ayrıca nektar akımının bolluğu, şeker içeriği, koloninin fizyolojik yaşı, işçi arıların yaşı, bala ısı uygulaması, depolama gibi bir takım faktörlerin etkilediği invertaz enziminin diyastaz sayısını belirlediği bildirilmiştir (Persano Oddo ve ark., 1999).

Tolon (1999), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) çalışmalarında bal örneklerinin nem oranını % 17.05 ve % 16, HMF içeriklerini 3.3 mg kg<sup>-1</sup> ve 12.11 mg kg<sup>-1</sup>, sakaroz oranını % 4.18 ve % 1.8, diyastaz sayısını 14.6 ve 11.23 olarak bildirmişlerdir.

Raminez Cervantes ve ark. (2000) İspanya'nın Tahonal ve Dzidzilche yörelerine ait ballar üzerinde yaptıkları bir araştırmada, balların değişik sıcaklık ve sürelerde ısıtılması ile depolanması esnasında HMF değerlerinin artışlarını incelemişlerdir. Araştırma sonunda ısıtma süreleri arasında önemli bir fark olmamasına karşılık depolama ile yapısındaki HMF değerinde önemli bir artış olduğu bildirmişlerdir. Her iki bal örneğinde başlangıçtaki HMF değeri 3 mg/kg iken ısıtma sonunda 5 mg/kg'a kadar bir artış görüldüğünü, depolamanın 23. haftasından sonra ise Tahonal ballarında HMF oranları 30 mg/kg'a kadar, Dzidzilche ballarında ise 16 mg/kg'a kadar bir yükselme olduğunu bildirmişlerdir.

Karabournioti ve Zervalaki (2001), balın ısıtılmasıyla içeriğinde bulunan HMF miktarının ve invertaz aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Silici ve Tolon (2002), çam salğı balı (*Pinus nigra*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada mineral madde miktarını % 0.36, nem oranını % 19.80, asitlik değerini 27.0

meq kg<sup>-1</sup>, pH değerini 4.5, HMF miktarını 8.80 mg kg<sup>-1</sup>, invert şeker miktarını % 67.60 ve sakaroz miktarını % 1 olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda elde ettikleri değerlerin tüm standartlara uygun olduğunu vurgulamışlardır.

Şahinler ve ark. (2004), ayçiçeği, narenciye, pamuk, çam ve yayla balı örneklerinin biyokimyasal analizlerini yaparak, elde edilen verilerden balların orijinlerinin diskriminat analizi yardımıyla belirlenebileceğini bildirmişlerdir.

Şahinler ve ark. (2004), Hatay yöresinden toplanan 50 bal örneğinin biyokimyasal analizi sonucunda örneklerde ortalama kül, nem, asitlik, HMF miktarı, diyastaz sayısı, invert şeker, pH, sakaroz, elektriksel iletkenlik ve protein değerlerini sırasıyla % 0.32, % 16.03, 40.41 meq kg<sup>-1</sup>, 10.71 mg kg<sup>-1</sup>, 10.31, % 57.83, 4.12, % 2.39, 0.69 mS/cm ve % 0.76 olarak bulmuşlardır.

Gidamis ve ark. (2004), Tanzania'da bal üretimi yapılan alanlarda topladıkları bal örneklerinde özgül ağırlık, toplam asitlik, toplam yağ asitleri içeriği, diyastaz sayısı ve en düşük hidroksimetilfurfural (HMF) değerlerini diğer bölgedeki (Tanga, Morogoro, Same, Arusha and Tabora) bal örnekleri ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda HMF miktarının diğer bölgelerdeki örneklerden farkının önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar tüm bal örneklerindeki HMF miktarının, Codex Alimentarius Commission Standard'ın belirlemiş olduğu değerlerin çok altında olduğunu belirtmişlerdir.

Facillo ve ark. (2004), narenciye (*Citrus spp.*) balı üzerinde yaptıkları bir çalışmada nem içeriğini % 18.5, pH değerini 3.4, diyastaz sayısını 7.4, HMF miktarını 5.95 mg kg<sup>-1</sup>, asitlik derecesini 25 meq kg<sup>-1</sup> ve kül miktarını % 0.03 olarak belirleyerek bu sonuçların tüm standartlara uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Şahinler ve Gül (2005), bala ısı uygulamasının balda HMF içeriğini artırdığını, diyastaz sayısını ise azalttığını bildirmişlerdir.

Şahinler (2007), farklı bal orijinlerinde ısı uygulamasının balın HMF içeriği ve diyastaz sayısı üzerine etkisinin, balın botanik orijinine bağlı olarak farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Dogan ve Kolonkaya (2005), fareler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, 25.44 mg/g askorbik asit içeren anzer balının, farenin midesini etanole karşı koruduğu ve vasküler geçirgenliği arttırdığını bildirmektedirler. Araştırmacılar bunun sebebinin anzer balının içerdiği askorbik asit ile bağlantılı olabileceğini belirtmişlerdir.

İnvertaz enzimi sakarozu glikoz ve fruktoza dönüştüren bir enzimdir. Bu enzim işçi arıların hypopharyngeal salgı bezlerinden salgılanmakta ve nektarın bala dönüştürülmesinde rol oynamaktadır (White, 1975; Brouwers, 1982; 1983; Karabournioti ve Zervalaki, 2001).

## 2.2. Element Analizleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye, mineral maddeler bakımından zengin topraklara sahip bir ülkedir. Toprakta bulunan mineral maddeler önce bitki özüne daha sonra nektarla birlikte balın bileşimine geçebilmektedir. Ancak bal içerisindeki mineraller veya ağır metaller çevreden de kontamine olabilmektedir (Porrini ve ark., 2003). Özellikle yoğun trafik ve sanayii bölgelerinin bulunduğu ortamlarda üretilen ballarda, ağır metal içerikleri yüksek çıkmaktadır (Demirezen ve Aksoy, 2005).

Çizelge 2.3. Baldaki mineral madde oranları (Crane, 1975)

Bileşenler	Açık ballar (ppm)			Koyu ballar (ppm)		
	Ortalama	En az	En çok	Ortalama	En az	En çok
Potasyum (K)	205	100	588	1676	115	4750
Sodyum (Na)	18	6	35	76	9	406
Kalsiyum (Ca)	49	23	68	51	5	265
Magnezyum (Mg)	19	11	56	35	7	120
Demir (Fe)	2.40	1.2	4.8	9.4	0.7	33
Bakır (Cu)	0.29	0.14	0.70	0.5	0.3	1
Manganez (Mn)	0.30	0.17	0.44	4.1	0.5	9
Klor (Cl)	52	23	75	113	48	205
Fosfor (P)	35	23	50	47	27	59
Kükürt (S)	58	36	108	100	56	120
Silikan (Si)	9	7	12	14	5.4	24
Silika (Si)	22	14	36	36	13	70

Ağır metaller atmosferden arıların kılları üzerinde, polen, su, nektar veya salgı balları ile kovana taşınabilmektedir. Balda ağır metaller incelendiğinde; yağmur ve rüzgâr gibi hava koşulları, üretim sezonu ve bitkinin botanik orjini gibi birçok değişken göz önüne alınmalıdır. Yağmur ve rüzgâr atmosferdeki ağır metalleri temizleyerek diğer çevredeki bitkilere yada arıların yararlandıkları diğer su vb. kaynaklara bulaştırarak etkili olmaktadır. İlkbaharda nektar akımı yaz ve sonbahar dönemlerine göre daha fazla

olup buna bağı olarak bulaşma daha az gerçekleşir. Ayrıca yapısı morfolojik olarak açık olan çiçekler ile salgı balları kirlenmeye daha fazla maruz kalmaktadırlar (Porrini ve ark., 2003).

Çizelge 2.3’de verilen elementlerin yanında balda iz miktarda krom (Cr), lityum (Li), nikel (Ni), kurşun (Pb), kalay (Sn), çinko (Zn), osmiyum (Os), berilyum (Be), vanadyum (V), zirkonyum (Zr), gümüş (Ag), baryum (Ba), galyum (Ga), bizmut (Bi), altın (Au), germanyum (Ge), ve stronsiyum (Sr) elementleri de bulunmaktadır (Tolon, 1999).

Çizelge 2.4. FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksinin gıdalarda tanıdığı maksimum ağır metal oranları (Anonymous, 1989)

Ağır metaller	Gıdalarda bulunabilecek maksimum miktar (ppm)
Kadmiyum	--
Kurşun	0.1-2.0
Bakır	0.1-5.0
Demir	1.5-15
Çinko	5
Fe + Cu + Zn	20

Tong ve ark. (1975), yaptıkları bir çalışmada, endüstriyel alanlar ve karayollarına yakın bölgelerden aldıkları 19 bal örneğinde Al, Ba, Ca, Cu, Mg, Ni ve S başta olmak üzere 47 elementin varlığını belirlemişlerdir.

Hussein (1988), ballarda Na ve K miktarlarını sırasıyla 162 mg/kg ve 2495 mg/kg olarak bulduğu çalışmasında, Na ve K içeriğinin açık ve koyu renkli ballarda farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Rodriguez-Otero ve ark., (1995), İspanya’da üretilen 24 ticari balın Si, P, S, Cl ve kül içeriğini belirleyerek ortalama değerlerini sırasıyla 3.2, 78, 45 ve 262 mg/kg ve % 0.19 olarak bulmuşlardır.

Üren ve ark. (1998), Türkiye’de salgı balları üzerinde yaptıkları bir çalışmada ortalama Cd, Fe, Cu, Mn ve Mg miktarlarını sırasıyla 10.8, 10.4, 1.05, 0.752, 55 ppm olarak bulmuşlardır.

Yılmaz ve Yavuz (1999), Güneydoğu Anadolu bölgesinin farklı kesimlerinden alınan bal örneklerinde Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn ve Co mineral maddelerinin miktarını sırasıyla 118, 296, 51, 33, 1.8, 6.6, 1.0, 2.7 ve 1.0 ppm olarak bildirmişlerdir.

Somerville ve Nicol (2002), bal arılarının 34 bitkiden toplamış oldukları polenlerde 10 farklı elementin analizini yaparak K, P, S, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu elementlerinin miktarını sırasıyla 5530, 4600, 2378, 1146, 716, 82, 67, 58, 33 ve 12 mg/kg olarak bulmuşlardır. Çalışmada Mn ile Cu, P ile S; K ile S ve K ile Zn arasında yakın bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar *Echium plantagineum* bitkisinin poleninde toplamda ortalamanın üstünde P (7411 mg/kg) ve S (3133 mg/kg); *Brassica napus* poleninde yüksek konsantrasyonda Mg (1400 mg/kg), Ca (1750 mg/kg) ve düşük miktarda Fe (27 mg/kg) tespit etmişlerdir. Araştırmacılar *Hypochoeris radicata* poleninde ise düşük miktarda 6 element (Fe (4.5 mg/kg), Zn (20 mg/kg), Mg (240 mg/kg), S (1400 mg/kg), P (2066 mg/kg) ve K (2433 mg/kg)) varlığını belirlemişlerdir. *Asphodelus fistulosus* poleninde ise en yüksek miktarda K (38 000 mg/kg) bulunduğunu, bunu *Prunus dulcis* (8200 mg/kg) bitkisinin takip ettiğini bildirmişlerdir.

Taddia ve ark. (2004), ticari bal örneklerinde yaptıkları bir çalışmada ortalama Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn miktarlarını sırasıyla 0.07, 0.06, 6.2, 67.1, 68.7, 0.388, 0.401 ve 58.8 µg/g olarak belirlemişlerdir.

Sulbaran De Ferrer ve ark. (2004), Venezuela'nın Zulia kentinin 5 farklı bölgesinden toplanan bal örneklerinde yaptıkları element analizlerinde Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn ve P değerlerini sırasıyla 353+84; 1774+138; 237+66; 52+24; 0.76+0.43; 13.5+10.23; 0.92+0.42 ve 1642+323 ppm olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, K miktarının çok fazla olduğunu ve Zulian ballarının üretildiği bölgelerde floranın mineral maddelerce zengin olduğunu belirtmişlerdir.

Ferrer ve ark. (2004), yaptıkları bir çalışmada; bal örneklerinde Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn ve P minerallerinin miktarlarını ortalama olarak sırasıyla 353, 1774, 237, 52, 0.76, 13.5, 0.92 ve 1642 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Demirezen ve Aksoy (2005), Kayseri'de Erciyes dağı civarından topladıkları 6 bal örneğinde, Cd, Pb, Ni, ve Cu düzeylerini sırasıyla 0.11–0.18 ppm, 0.1–0.85 ppm, 0.2–0.8 ppm ve 0.15–0.66 ppm aralığında belirlemişlerdir.

Celechovska ve Vorlova (2001), Çek Cumhuriyeti marketlerinden aldıkları bal örneklerinde, yaşam için risk teşkil eden Cd, Pb, Hg, Cu ve Zn elementlerinin miktarını sırasıyla 0.5–77.4 µg/kg; 0.02–1.0 mg/kg; 0.67–2.93; 0.06–1.55 mg/kg ve 0.2–22.9 ppm olarak saptamışlardır.

Hernandez ve ark. (2005), Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS) ve



Atomik Emisyon spektrometresi (AES) cihazları ile 116 bal örneğinde 10 adet elementin analizini yaparak bal örneklerinin orijinlerini belirlemişlerdir. Bu araştırmacılar Fe, Cu, Zn, Mg, Ca ve Sr elementlerini; Atomik Absorbsiyon Spektroforometresiyle; K, Na, Li ve Rb elementleri ise Atomik Emisyon Spektrometresi ile tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara başlıca bileşim analizi, cluster analizi, diskriminant analizi ve lojistik regresyon analiz teknikleri uygulayarak bal örneklerinin bitki kaynaklarının sınıflandırılmasını yapmışlardır. Bu sonuçlara göre 116 bal örneğinden 81'inin Kanarya adalarına, 35'in ise diğer bölgelere ait olduğunu belirlemişlerdir.

Gonzalez-Miret ve ark (2005), 77 bal örneğinin renk karakterizasyonunu ve mineral madde içeriğini belirleme çalışmalarında; koyu renkli ballarda (avokado, süpürge otu, kestane ve salgı balı) parlaklık ile S, Ca, Fe, As, Pb ve Cd elementleri arasındaki ilişkinin önemli olduğunu saptamışlardır.

Ferrer ve ark. (2004), avokado balının 1774 ppm gibi yüksek oranda potasyum (K) içerdiğini, bu değerın çam balında belirlenen 1931 mg kg<sup>-1</sup> miktarı ile benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Demirezen ve Aksoy (2005), yaptıkları bir çalışma sonucunda bal örneklerinde metal konsantrasyon aralıklarını Cd için 0.11–0.18 ppm, Cu için 0.15–0.66 ppm, Zn için 2.2–11 ppm, Ni için 0.2–0.8 ppm ve Pb için 0.1–0.85 ppm olarak bulmuşlardır.

Erbilir ve Erdoğan (2005), ballarda ağır metallerin bir kalite ölçütü olmadığını çevreden kaynaklanan bir bulaşma olduğunu; Kahramanmaraş ilinden topladıkları 21 bal örneğinde AAS cihazı ile yaptıkları çalışmada Cu, Cd, Mn, Fe ve Mg miktarını sırasıyla 0.01, 0.32, 0.03, 0.36 ve 10.45 ppm olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bal örneklerinde bulunan ağır metallerin miktarının izin verilen limitlerin altında olduğunu bildirmişlerdir.

Dag ve ark. (2005), bal örneklerinde yaptıkları bir çalışmada Mg, Na ve Pb elementlerinin ortalama miktarlarını sırasıyla 64 ppm, 69.76 ppm ve 2.56 ppm olarak bulmuşlardır.

Terrab ve ark. (2005), çalışmasında melissopalınolojik analizlerde avokado balı olduğunu belirledikleri bal örneklerinin her birinde 24 elementin analizini ICP (Inductively Coupled Plasma) cihazı ile belirlemişlerdir. Araştırma sonunda tüm bal örneklerinde Al, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Si, Zn

elementlerin olduğunu; baldaki miktarlarının Al (9.91 ppm), As (0.52 ppm), Ba (0.57 ppm), Ca (113 ppm), Cd (0.04 ppm), Co (0.02 ppm), Cr (0.10 ppm), Cu (4.18 ppm), Fe (9.19 ppm), K (1778 ppm), Li (19.6 ppm), Mg (136 ppm), Mn (1.14 ppm), Mo (0.01 ppm), Na (279 ppm), Ni (0.33 ppm), P (148 ppm), Pb (0.08 ppm), S (92.5 ppm), Se (0.05 ppm), Si (68.2 ppm), Sr (0.41 ppm), V (0.01 ppm), Zn (5.65 ppm) olduğunu ve bu elementlerin balda bulunma düzeylerine göre yoğun elementler (Ca, K, Mg, Na, P, S, Si), daha az yoğun elementler (Al, Cu, Fe, Li, Zn) ve iz elementler (As, Ba, Cd, Co, Cr, Mo, Ni, Mo, Pb, Se, Sr, V) olarak üç farklı sınıfa ayırdıklarını belirtmişlerdir.

Fernandez-Torres ve ark. (2005), İspanya'nın farklı bölgelerinden topladıkları okalıptus, süpürge otu, püren, narenciye ve biberiye orijinli 40 adet bal örneğinde Zn, P, B, Mn, Mg, Cu, Ca, Ba, Sr, Na ve K elementlerinin miktarını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar K, Ca ve P elementlerini sırasıyla 434.1–1935 mg/kg, 42.59–341.0 mg/kg, ve 51.17–154.3 mg/kg olarak yüksek konsantrasyonda; Cu (0.531–2.117 mg/kg), Ba (0.106–1.264 mg/kg) ve Sr (0.257–1.462 mg/kg) elementlerini tüm bal örneklerinde en düşük konsantrasyonda ve Zn (1.332–7.825 mg/kg), Mn (0.133–9.471 mg/kg), Mg (13.26–74.38 mg/kg) ve Na (11.69–218.5 mg/kg) elementlerini ise elde edildiği floraya bağlı olarak yüksek konsantrasyonda belirlemişlerdir.

### **2.3. Balda Veteriner İlaç Kalıntıları İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

Kalıntı; çevreden kontaminasyon yoluyla ya da ilaç uygulanmış hayvanlardan elde edilen gıdalarda bulunan farmakolojik etkiye sahip etkin maddenin kendisi, parçalanma ürünleri veya metabolizma ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde veteriner ilaçlarının bilinçsizce uygulanmaları, besinlerin veteriner ilaç kalıntıları ile kirlenme riskini arttırmakta, dolayısı ile tüketicilerde tedirginlik yaratmakta; alerjiden, ölüme kadar değişen şiddetlerde zehirlenmelere, cinsiyet özellikleri ve davranışlarda değişikliklere, üreme bozukluklarına, teratojenik, mutajenik, karsinojenik etkilere dirençli suşların ortaya çıkmasına ve ilaçların sağaltıcı etkilerinin azalmasına neden olabilmektedir (Paulson ve ark., 1992; Coffman ve Beran, 1999; Uludağ, 2008).

Çizelge 2.5. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde bildirilen veteriner ilaç düzeyleri

Veteriner İlaçları	Türk Gıda Kodeksi İlaç Tolerans Düzeyi ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Avrupa Birliği İlaç Tolerans Düzeyi ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
Amitraz	200	200
Coumaphos	100	100
Streptomycine	200	Bulunmamalı
Sulfonamid Grubu	100	Bulunmamalı
Tetracycline Grubu	100	Bulunmamalı

Kaynak: Anonymous, 2001; Sunay, 2006; Anonim, 2005

### 2.3.1 Antibiyotik Kalıntıları

#### 2.3.1.1. Sulfonamid Kalıntıları

Posyniak ve ark. (2003), sıvı gaz kromatografisi ile balda önemli bir problem olan sulfonamid kalıntılarının analiz standartlarını belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada sulfonamidler gaz kromatografisinde RP C<sub>18</sub> kolonu kullanılarak ayırt edilmiş; sulfonamid limitleri SCA (sulfacetamine) için 0.1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , SMZ (sülfomethazine) ve STZ (sulfathiazole) için 0.2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu yöntemle hayvansal gıdalardaki kimyasal kalıntılar için Polonya ulusal izleme programı kapsamında rutin olarak toplanan bal örneklerinde kalıntı bulunmadığını, bunun yanında ticari bal örneklerinde 1.0'den 5.6' ya kadar değişen miktarlarda SCA, SMZ ve STZ'yi belirlediklerini vurgulamışlardır.

Maudens ve ark. (2004), sulfonamid kalıntılarının tespitinde süregelen yıllarda ELISA, Charm II, GC-MS, HPLC gibi birçok analitik yöntemi kullanılırken; bazı yöntemlerin özütlemelerinde asidik hidroliz aşamasının kullanılmadığına dikkati çekmişlerdir. Bu durumun dikkate alınmaması halinde gerçek kontaminasyonun fark edilememesi ve mide asidinde sulfonamidlerin serbest hale gelerek tüketicilerin maruz kalabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, bal örneklerinde 12 sulfonamid kalıntısını sıvı kromatografide analiz ederek belirleme limitlerini sırasıyla 1-2 ve 2-5 ng/g değerleri arasında olacak şekilde ayarlamışlardır. Çalışma sonucunda belirleme katsayısını ( $R^2$ ) 0.997 ve belirleme sınırını ise 100 ng/g üzerinde belirlemişlerdir.

### 2.3.1.2. Tetracycline Hidroklorit Kalıntıları

Reybroeck (2003), Belçika’da marketlerden almış olduğu bal örneklerinde streptomycine, tetracycline, sülfonamid, beta laktam ve chloramphenicol kalıntı analizlerini yapmıştır. Araştırmacı öncelikle streptomycine, tetracycline ve sülfonamid için tarama analizlerini Charm II cihazında yapmıştır. Tarama limitlerini tetracycline penisilin G ve sülfonamid için 10µg/kg, streptomycine için 15µg/kg, chloramphenicol için ise 0.1 µg/kg olarak belirlemiştir. Araştırmacı toplam bal örneklerinin 248 tanesinde streptomycine, 72 örneğin ikisinde tetracycline 72 tanesinin 3 tanesinde sulfonamid kalıntısı belirlemiştir. Ayrıca araştırmacı herhangi bir betalaktan ve chloramphenicol kalıntısına rastlanmadığı; bunun dışında Belçika marketlerinde dış ülkelere ithal edilmiş bal örneklerinde yaptıkları analiz sonucunda da 108 örneğin 51 tanesinde streptomycine (% 47.2), 98 örneğin 29’ünde tetracycline (% 29.6), 98 örneğin 31 tanesinde sulfonamid (% 31.6), 85 örneğin 40 tanesinde chloramphenicol (% 47.1) kalıntısına rastlarken herhangi bir beta laktam kalıntısına rastlanmadığını bildirmektedir.

Vinas ve ark.(2004), bal örneklerinde ultraviyole spektrofotometre ile tetracycline kalıntılarını analiz etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada tetracycline, oksitetracycline, chloro tetracycline, doksicycline, minocycline ve metacycline kalıntılarını farklı bal örneklerinde analiz etmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda belirleme limitlerini tetracycline grupları için 15 ve 30 ng/g arasında tespit etmişlerdir.

Wan ve ark. (2005), bal örneklerinde tetracycline (oksitetracycline (OTC), tetracycline (TC) ve metacycline (MTC)) kalıntılarını HPLC cihazında analiz etmişlerdir. Çalışmada her 3 tetracycline için belirleme limitlerini 0.9 ile 5.0 ng/ml arasında ve standart hataları ise % 2.2 ile 8.6 arasında değiştiğini belirlemiştir. Araştırmacılar uyguladıkları metodun tetracycline’leri belirlemede kullanılabilecek uygun bir method olduğunu bildirmişlerdir.

Saridaki Papakonstadinou ve ark. (2006), Yunanistan’da bal örneklerinde tetracycline kalıntılarını analiz ettikleri çalışmada; bal örneklerinin % 29’unun ilaç kalıntısı içerdiğini, kalıntı örneklerin büyük bir kısmında kalıntı düzeyinin 0.018-0.055 mg/kg arasında düşük değerde olmasına karşın bazı örneklerde bu miktarın 0.100 mg/kg olarak yüksek oranda kalıntı içerdiğini bildirmişlerdir.

Terrones ve ark. (2007), CE metodu kullanarak bal örneklerinde chloro tetracycline, democycline, doksicycline, metacycline, minocycline, oksitetraçycline, tetracycline ve rolitetraçycline kalıntılarını belirledikleri çalışmalarında; belirleme limitlerini tetracycline için 23.9 µg/kg ve rolitetraçyclineler için ise 49.3 µg/kg olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar İspanya’da farklı floralardan üretilen 7 bal örneğinde bu metot ile herhangi bir kalıntıya rastlanılmadığını bildirmişlerdir.

### **2.3.1.3. Streptomycine (Amino glikosidler) Kalıntıları**

Edder ve ark.(1999), et, süt ve bal gibi hayvansal ürünlerde streptomycine kalıntısını belirlemeye yönelik olarak geliştirdikleri metodta postderivatizasyon ve sonrasında floresan detektörle miktar belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışmada geri alım başarısını % 80 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada uygulanan metodu 64 ticari bal örneği üzerinde denemiş ve sonuçları ELISA sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar HPLC sonuçlarının ELISA sonuçlarından yaklaşık % 6 daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Legg ve ark. (2003), lateral akışlarda antibiyotiklerin belirlenmesinin uygun bir analiz yöntemi olduğunu ve arazi adaptasyonunda da kolaylıklar sağladığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, testin minimum ekipmanla yapılabildiğini ve yalnızca inkübatör ve okuyucu gibi cihazların yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Süt endüstrisinde ROSA hızlı yapılabilen, yorum gücü yüksek olan kolay ve ucuz olan farklı çalışma alanlarına taşınabilen bir testtir.

Legg ve ark. (2003), yapay ve market ürünlerini Rosa yöntemi ile sulfamethazin testi ve tetracycline testine tabii tuttıkları çalışmada örneklerin % 90’ında sonucun pozitif çıktığı, bunların % 95’inde tespit edilen değerlerin sulfamethazin için 15.7 ppb ve tetracycline için 32.9 ppb olduğunu; balda önemli bir sorun olan chloramphenicol antibiyotiğine yönelik ROSA testlerinin de deneme aşamasında ve geliştirilmekte olduğunu bildirmektedirler.

Brujnsvoort ve ark. (2004), LC–MS/MS cihazı ile bal ve sütte streptomycine ve derivatize edilmiş dihidrostreptomycine kalıntılarını analiz etmişlerdir. Araştırmacılar AB ülkelerinde streptomycine kullanımının yasak olduğunu ve sütteki en yüksek miktarın ise 200 g/kg olması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar streptomycine limitlerini balda 2 ng/kg ve sütte 10 ng/kg olarak belirlemişlerdir. Dihidrostreptomycinde ise daha

düşük düzeyde bulunmuştur. Araştırmacılar çalışmalarında Almanya marketlerinden topladıkları 186 çeşit balın % 26'sının yabancı orijinli olduğunu ve bunların tümünün streptomycine ve dihidrostreptomycine kalıntısı içerdiğini bildirmişlerdir.

Gallina ve ark. (2005), antibiyotik ve sulfonamidinin kontrolsüz kullanımının arı ürünlerinde kalıntı problemlerine neden olduğunu ve gıda güvenliği açısından problem yarattığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar kalıntı tespitinde rutin olarak örneklerde yapılan çalışmalarda, analitik metodlar içerisinde en uygun metotları izlemiş; sulfonamidleri flourescamin ile ön çalışma ile derivatize ettikten sonra HLPC cihazında; florimetrik dedektör ve C8 kolonu ile belirlemişlerdir. Benzer şekilde tylocine kalıntısının varlığı spektrometrik ve kromatografi yöntemleri ile doğrulamışlardır. Araştırmacılar çalışma sonunda validasyon parametrelerini streptomycine, tylocine ve sulfonamidler için sırasıyla % 88, % 101 ve % 95-102; geri alım için ölçülen limitleri ise 10 ng/g, 5 ng/g ve 1 ng/g olarak belirlemişlerdir.

Weigel ve ark. (2005), yaptıkları bir çalışmada farklı orijinlere sahip ballarda kemoterapik yöntemlerle antibiyotik kalıntısını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar düzenli olarak elde tutulan büyük sayıda örnekler için biosensör ile otomatik görüntüleme yöntemi uygulamışlardır. Çalışmada bilinen bazı antibiyotikleri (chloramphenicol, streptomycine, sulfonamid, tetracycline) belirlemek için etkili analitik yöntem kombinasyonu olan biosensör görüntüleme ile analiz edip, sonucu GC-MS ile doğrulamışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada özellikle chloramphenicol üzerine yoğunlaşmışlardır. Araştırmacılar, kullandıkları tüm ölçüm metodlarında limitleri 0.1 µg/kg olarak belirlemelerine rağmen düşük limitlere de ulaşmışlardır. Bilinen örneklerde her iki metot sonucunda analiz sonuçları birbirine paralel tespit etmişlerdir.

### **2.3.2. Pestisit Kalıntıları**

Veteriner ilaçlarından olan akarisitler bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinde *Varroa destructor* parazitine karşı geniş bir şekilde kullanılmaktadır. *Varroa destructor* bal arılarının larva, pupa ve erginleri üzerinde yaşayan, onların kan sıvılarını (hemolenf) emerek beslenen çok tehlikeli bir dış akardır. Kolonilerin gelişme hızını azalmasına, bal arılarında kış kaybına, kolonide enfeksiyon oluşmasına, tarlacı arıların uçuş etkinliğinin, nektar ve polen toplama kapasitesinin azalmasına, ergin arılarda vücut deformasyonlarına ve canlı ağırlık kaybına neden olmaktadır. İleri düzeyde koloni yok

olmakta ve arılıkta ciddi ekonomik kayıplar meydana gelmektedir Varroaya karşı, formik asit, oksalik asit ve laktik asit kullanımının etkili, basit ve maliyetinin düşük olması açısından son yıllarda dünya ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kumova, 2003). Fakat günümüzde bu akara karşı coumaphos (*O*-3-chloro-4-methyl-2-oxo- 2*H*-chromen-7-yl*O*, *O*-diethylphosphorothioate), bromopropylate (isopropyl 4,4'-dibromobenzilate), amitraz [*N*-methylbis (2,4-xilyliminomethyl) amine] ve fluvalinate [(*RS*)- $\alpha$ -cyano-3-phenoxybenzyl *N*-(2-chloro- $\alpha,\alpha,\alpha$ -trifluoro-*p*-tolyl)-=D-valinate] etkili maddeli akarisitler farklı uygulama şekillerinde kullanılmaktadır. Bu akarisitler, 4 farklı kimyasal gruba ait olup, bunlar; organophosphorus, benzilate, amidine ve pyrethroid aileleridir (Kumova, 1999; Kumova, 2001; Martel and Zeggane, 2002).

Arı yetiştiricileri, varroanın koloni üzerindeki zararlı etkilerini azaltmak ve kontrol altına almak amacıyla genellikle yılda 2 kez kimyasal madde uygulaması yapmaktadırlar (Koeniger ve Fuchs, 1988).

### 2.3.2.1. Amitraz Kalıntıları

Amitraz sokucu ve emici böceklere karşı kullanılan kontak ve solunum etkili olan insektisit ve akarisitlerdir. Varroa parazitine karşı uzun yıllardan bu yana arıcılar tarafından kullanılmaktadır. Amitraz uygulaması özellikle akşam üzeri arıların koloniye dönmesinden sonra, hava sıcaklığının 15-20 °C olduğu zamanlarda kullanılmaktadır. Amitraz kolonide bulunan varroalara solunum yoluyla etkili olmakta, sinir sistemini felce uğramakta ve parazitleri öldürmektedir (Tutkun ve İnci, 1992).

Garcia ve ark. (1996), İspanya'da 1988-1991 yılları arasında yapmış oldukları bir çalışmada; 221 bal örneğinin 19'da ortalama 0.42 (0.033-1.82) ppb amitraz, 32'sinde ortalama 6 (1-53) ppm coumaphos ve 39'unda ortalama 2 (1-15) ppm fluvalinate kalıntısı belirlemişlerdir.

Volante ve ark. (1998), sıvı faz mikro ekstraksiyon yöntemi ile patatesten chlorpropham ve balda amitraz kalıntıları analiz etmişlerdir.

Selçukoğlu (1999), Çukurova'da yaptığı çalışmada; 135 bal örneğinin 25'de 1.34-33.48 ppm arasında amitraz bulunduğu ve bal örneklerinde fluvalinate kalıntısına rastlamadığı bildirilmektedir.

Maver ve Poklukar (2003), Slovenya'da bal örneklerinde gaz kromatografi-ECD (tarama amaçlı) ve gaz kromatografi kütle spektrometre (doğrulama amaçlı) cihazı ile

yaptıkları coumaphos ve amitraz kalıntı analiz çalışmasında, 2000 yılında 12 bal örneğinin 5'inde en yüksek değeri 0.025 ppm; 2002 yılında 19 bal örneğinin 5'de en yüksek değeri 0.22 ppm olmak üzere coumaphos maddesini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, aynı yıllara ait bal numunelerinde 0.02 ppm olan cihazların hesaplama alt sınırının üzerinde amitraz kalıntısına rastlanılmadığını vurgulamışlardır.

Sabatini ve ark. (2003), İtalyanın değişik bölgelerindeki marketlerden aldıkları bal örneklerinde yaptıkları çalışma sonucunda; bal örneklerinin % 13.9'nun coumaphos, % 1.4'nün fluvalinate, % 2.7'nin tetracycline ve % 4.5'nin ise oksitetracycline kalıntısı içerdiğini; amitraz ve chlorfenvinphos kalıntılarına rastlanmadığını ve elde edilen bu sonuçların gıda güvenliği açısından bir risk oluşturmadıklarını ve antibiyotiklerin tüm örneklerde % 5'den daha az miktarda bulunduğunu belirtmektedirler.

Kamel ve Al-Ghamdi (2006), bal ve balmumu örneklerinde yaptıkları bir çalışmada; flumethrin, *tau*-fluvalinate, coumaphos ve amitraz kalıntılarını hızlı ekstraksiyon metodununa göre C-18 SPE kartuşları, ekstraksiyondan sonra numuneleri GC ile ECD, NPD ve MS dedektörlerini kullanarak analiz yapmışlardır. Ekstraksiyonda akarisitler için geri alım başarısını % 90–102, minimum belirleme seviyesini 0.01-0.05 mg/kg olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar 21 örnekten 9 tane örneğin *tau*-fluvalinate ve coumaphos ile bulaşık olduğunu, flumethrin ve amitraz kalıntısına rastlanılmadığını; sadece bal örneklerinde bulunduğunu ve bu bal örneklerinden sadece iki örneğin EPA ve EC'nin belirlemiş oldukları limitleri aştığını belirlemişlerdir. Ayrıca 5 bal örneği ve 8 balmumu örneğinde *tau*-fluvalinate kalıntısına rastlanmadığını; balmumu örneklerinden bir tanesinde 10 mg/kg'ı aşan yüksek miktarda *tau*-fluvalinate kalıntısı içerdiğini bildirmektedirler.

Brimecombe ve Limson (2007), amitraz etken maddenin bir formamide akarisit olduğunu, canlılarda kene ve parazitlerin kontrolünde kullanıldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar bir elektrokimyasal method ile ürünlerdeki toplam amitraz kalıntılarını ve onun parçalanma ürünü olan 2,4-dimethylanilin miktarını tespit ederek, cam karbon elektrottaki periyodik voltajmetrenin amitraz ve 2,4-dimethylanilin oksidasyona uğradığını ve alınan doğrusal yanıtlar ile amitraz için tahmini limiti  $2 \times 10^{-8}$  M ve 2,4-dimethylaniline için  $1 \times 10^{-8}$  M olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu yöntemle et, süt ve balda amitraz ve 2,4-dimethylaniline kalıntılarını gözlediklerini bildirmektedirler.



### 2.3.2.2. Coumaphos Kalıntıları

Coumaphos organik fosforlu bir bileşik olup, suda hiç çözünmeyen, alkolde az, organik çözücülerde iyi çözünen, kristalize toz halinde, alkali ortamda yavaş şekilde yıkımlanmaktadır (Kaya ve ark., 2002). Coumaphos yağda kolay çözünebildiğinden depolanmış ballarda balmumundan bala geçerek kalıntı oluşturmaktadır (Goodwin ve Van Eaton, 1999).

Varroa parazitine karşı kolonide kullanılan bu akarisitler, balmumu ve balda kalıntı oluşturmakta ve bu nedenle balda kalıntılarını belirlemeye yönelik çok çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında GC-MS ve Liquid chromatography (LC) kullanılarak çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Lodesani ve ark., 1992; Atienza ve ark., 1993; Garcia ve ark., 1996; Jimenez ve ark., 1997; Volante ve ark., 1998; Menkissoglu-Spiroudi ve ark. 2000; Jiménez ve ark., 2005).

Bogdanov ve Klichenmann (1993), İsviçre’de yaptıkları bir çalışmada, balmumu numunelerinin % 91’inde ortalama 2.3 (0.4-5.1) ppm bromopropylate, % 55’de ortalama 0.8 (0.5-1.5) ppm coumaphos ve % 9’da 0.5-0.9 ppm arasında fluvalinate tespit etmişlerdir.

Garcia ve ark. (1996), farklı yıllarda üretilmiş toplam 221 bal örneği üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada; organik çözücüler ile elde ettikleri ekstraksiyonu HPLC’ de analiz etmişlerdir. Araştırmacılar ilk olarak 0.02 µl standart ilavesi ile yaptıkları geri alım çalışmasında amitraz için % 87, coumaphos için % 87 ve fluvalinate için % 81 başarı; 0.05 µl standart ilavesi ile yaptıkları geri alım çalışmasında ise amitraz için % 95, coumaphos için % 94 ve fluvalinate için % 98 başarı elde etmişlerdir. Araştırmacılar sonuçta bütün yılları kapsayan toplam 221 bal örneğinden 131 tanesinin hiçbir kalıntı içermediğini bildirmişlerdir.

Fernandez ve ark. (1997)’nin İspanya’nın Galiçya bölgesinde yaptıkları çalışmada; 101 bal örneğini GC-MS’de ECD ve FID dedektörleri ile inceleyerek, bal örneklerinin 16’da 5-60 ppb bromopropylatee, 11’de 10-40 ppb (1’de 100 ppb) fluvalinate kalıntısı bulduklarını ve örneklerin hiçbirinde amitraz ve coumaphos kalıntısına rastlanılmadığını belirtmektedirler.

Bogdanov ve ark. (1997), yavru peteklerinde, şekerli besinlerde, balda ve balmumunda Folbex VA (bromopropylate, BP), Perizin (coumaphos, CM) Apistan

(fluvalinate, FV) ve Bayvarol (flumethrine, FM) bulaşıklığını analiz etmişlerdir. Araştırmacılar, normal bir akarisit uygulaması yaptıktan sonra sonbaharda yavrulu petekleri bütün bu akarisitler ile 0.03 ile 48 mg/kg arasında değişen oranlarda bulaşık hale getirilmişlerdir. Bu bulaşıklık derecesi  $BP > FV \approx CM \gg FM$  olacak şekilde ayarlamışlardır. Araştırmacılar, şekerli besinler içerisindeki kalıntıları, yavru peteklerin mumlarından daha düşük oranda, 0.004 ile 0.04 mg/kg arasında bulunmuşlardır. Bal içerisindeki kalıntıları ise tolerans seviyelerinin üzerinde 0.003 ile 0.015 arasında değişen farklılıklar tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda kalıntıların kontaminasyonu derecesini  $BP \approx CM > FV$  düzeninde tespit etmişlerdir.

Al Rifai ve Akeel (1997), Ürdün'de yapmış oldukları bir çalışmada; bölgesel olarak üretilen veya ithal edilen 26 bal numunesinin 2'de insektisit kalıntısına rastlanmadığını, kalan 24 örnekte ise değişik insektisitlerin kalıntılarını belirlediklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bal numunelerinin % 86'da çoğunluğunu  $\beta$ -HCH,  $\alpha$ -HCH, lindanın oluşturduğu ve 0.001-0.372 ppm arasında değişen miktarlarda OK insektisit kalıntısı; bölgesel olarak üretilen balların % 86'da OF insektisit kalıntısı; % 14'de diklorvos, bromofos-metil, fenitrothion veya mevinfos kalıntısı bulmuşlardır. Ballarda tespit edilen OF insektisitlerin en yüksek kalıntı miktarları diclorvosta 0.05 ppm, bromofos-metilde 0.02 ppm, fenitrothionda 0.18 ppm ve mevinfosta 0.19 ppm olarak bulunmuştur. Araştırmacılar, bir örnekte iki organik fosforlu insektisiti (mevinfos ve fenitrothion) birlikte bulduklarını analize alınan ballarda ayrıca fluvalinate, tetradifon ve bromopropylate da rastlanıldığını, ancak bölgesel olarak üretilen balların yalnız 1'inde fluvalinate kalıntısı bulduklarını bildirmektedirler.

Waliszewski ve ark. (1998), yaptıkları bir çalışmada; balda fluvalinate kalıntılarını tespit etmek amacıyla basit bir analitik metot geliştirmişlerdir. Analizleri gaz kromatografisinde Electron Capture Detectorü (ECD) ve borsilikat kolonu ile yapmışlardır. Fluvalinate kalıntılarını ise n-hekzan ve asetik asidi kullanarak baldan ekstrakte etmişlerdir. Araştırmacılar 20, 50 ve 500  $\mu$ g düzeyde standart eklemesinin ardında, ortalama geri alım başarısını ise %  $98.1 \pm 6.9$  ile  $101.9 \pm 7.6$  olarak tespit etmiştir. Çalışmada diğer pestisitlerden herhangi bir bulaşmanın olmadığını belirtmektedirler.

Tsipi ve ark. (1999), balda organik klorlu pestisit kalıntılarını belirleyen yeni bir yıkama metodu geliştirmişler ve bu metodun analitik prosedürünün bal örneklerinin metanol ile ekstre edilmesine ve ekstrenin C18 kolonundan geçirilerek hegzan ile

konsantre edilmesine dayandığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri bu ekstreyi daha sonra gaz kromatografisinde analiz ederek pestisitleri ECD ile tespit etmişlerdir. Çalışmada toplam 18 organik klorlu pestisit belirleyerek, bunların belirleme limitlerinin ise 0.05 ve 0.20 mg/kg arasında değişik konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir.

Menkissoglu-Spiroudi ve ark. (2000) Yunanistan'da yapmış oldukları deneysel bir çalışmada malathion ve coumaphosun normal tedavi dozlarını uyguladıkları kolonilerden 0, 1, 3, 7, 15 ve 21. günlerde aldıkları bal örneklerinde sırasıyla 64, 53, 52, 50, 21 ve 12 ppb malathion; 54, 45, 48, 26, 20, 14 ppb düzeyinde coumaphos kalıntısı belirlenmiştir.

Russo ve Neri (2002), yaptıkları bir çalışmada; balda fluvalinate kalıntılarını belirlemek amacıyla hızlı ve basit bir analitik metot geliştirmişlerdir. Bunun için çözücü olarak metanol-su karışımını, fluvalinate kalıntılarını çözmede de etil asetatı kullanmışlardır. Kalıntılar C1 kartuşlarından geçirdikten sonra n-hekzan ile konsantre edilmiş ve nitrojen altında fazla hekzanı uçurulmuştur. Elde edilen ekstre gaz kromatografisinde ECD-MS dedektörleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada araştırmacılar 0.01 ile 50 ng/g arasında değişen standart yüklü bal örneklerinden geri alım başarısını % 93.8 ile 100.2 arasında, GC-ECD için belirleme limitlerini ise 8 ng/g ve GC-MS için 18 ng /g olarak belirlenmiştir.

Fransa'da Martel ve Zeggane (2002)'nin yapmış olduğu çalışmada 320 bal örneğinden 3 tanesinde fluvalinate, 3 tanesinde coumaphos ve geriye kalan 314 numunede herhangi bir kalıntıya rastlanmamıştır.

Martel ve Zeggane (2003), metot geliştirmeye yönelik olarak yaptıkları bir çalışmada bal arılarında kullanılan pestisitlerin balda bıraktığı kalıntılarını HPLC ile tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu doğrultuda Diode Array Dedektörü ve pH'ı 7'ye ayarlanmış hekzan/izopropil alkol ve amonyak karışımı mobil faz kullanmışlardır. Araştırmacılar geri alım çalışması için ilk önce konsantrasyonları belli 3 seviyede standartları analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda amitraz standardının 0.5, 0.125, 0.5 mg/kg seviyeleri için geri alım başarısını % 93.8, 96.2, 98.5; coumaphos standardının 0.5, 0.125, 0.5 mg/kg seviyeleri için 86.2, 89.8, 101.4; bromopropylate standardının 0.5, 0.125, 0.5 mg/kg seviyeleri için 93.0, 94.2, 96.7 ve fluvalinate standardının 0.5, 0.125, 0.5 mg/kg seviyeleri için 93.2, 98.7, 102.8 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar 320 bal örneği üzerinde bu yöntemi uygulayarak amitraz ve bromopropylate kalıntısını

incelemişlerdir. Ancak analizler sonucunda bal örneklerinin 3'ünde 0.01-0.026 ppm arasında fluvalinat ve 3'ünde 0.11-0.26 ppm coumaphos tespit etmişlerdir.

Pineiro (2003), Küba'da yaptığı bir çalışmada 1999 yılında 111, 2000 yılında 67 bal örneğinin hiçbirinde OK, OF ve flumetrin kalıntısına rastlanmadığını; 2001 yılında ise 70 bal örneğinin 1'de OF, 12'de OK insektisit kalıntısı tespit edildiğini ve aynı bal numunelerinde flumetrin kalıntısı bulunmadığını bildirmektedir.

Blasco ve ark. (2003)'ün yapmış oldukları çalışmada, 2002 yılı içerisinde İspanya ve Portekiz'den toplanan 50 bal numunesi gaz kromatografi kütle spektrometre cihazı ile OK, OF ve karbamat insektisit olmak üzere 42 değişik bileşik açısından incelenmiştir. Analiz edilen balların çoğunda kullanımı yasak olmasına rağmen OK insektisit kalıntısına rastlanılmıştır. Örneklerin 14'de 0.03-0.28 ppm  $\alpha$ -HCH, 16'da 0.01-0.27 ppm HCB (lindan), 13'de 0.08-3.49 ppm  $\beta$ -HCH, 25'de 0.05-4.31 ppm  $\gamma$ -HCH, 10'da 0.033-0.658 ppm DDT, 8'de 0.05-0.23 ppm heptenofos, 5'de 0.02-0.645 ppm carbofuran, 2'de 0.02 ve 0.071 ppm pirimicarb, 4'de 0.025-0.068 ppm metidation, 1'de 0.01 ppm paration-metil, 7'de 0.003-0.027 ppm metiocarb, 1'de 0.016 ppm carbaril kalıntısı tespit etmişlerdir.

Blasco ve ark. (2004), ballarda kalıntı analizine yönelik olarak ekstraksiyon aşamasında SPME ve SBSE yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Yöntemler sonucunda elde ettikleri ekstreyi LC-MS cihazında analiz ederek, kalıntıların miktarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar analiz sonucundaki standart hatayı SPME yöntemi için % 3-10 arasında, SBSE yöntemi için ise % 5-9 arasında bulmuşlardır. Analiz limitleri ise SBSE için 0.04 ile 0.4 mg/kg, SPME için ise 0.8-2 mg/kg sınırları arasında bulmuşlardır. Araştırmacılar karşılaştırdıkları bu yöntemi farklı orijinlerden elde edilmiş 15 ticari bal örneklerinde deneyerek SPME ve SBSE yöntemlerinin LS-MS ile birlikte olumlu sonuçlar verdiğini, ancak SBSE yönteminin doğruluk (5-10 kat) ve hassasiyetinin (10-50 kat) SPME yönteminden daha güvenilir olduğunu ve ballarda özellikle organik fosforlu kalıntıların belirlenmesinde uygulanılabileceğini vurgulamışlardır.

Jimenez ve ark. (2005), metod geliştirmeye yönelik olarak yaptıkları bir çalışmada; 52 balmumu örneğinde varroa mücadelesinde kullanılan pestisit kalıntılarını analiz etmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda pestisitlerden geri alım başarısının % 93 ile 108 arasında, belirleme limitlerinin ise 4 ile 65  $\mu$ g/kg arasında olduğunu

belirtmişlerdir. Araştırmacılar, balmumu örneklerinde lindane (0.042–0.29 mg/kg), chlorfenvinphos (0.16–7.62 mg/kg), 4,4-TDE (0.20 mg/kg), bromopropylate (0.041–0.12 mg/kg), tetradifon (0.032–0.58 mg/kg), acrinathrin (0.058–0.59 mg/kg), coumaphos (0.27–0.38 mg/kg), fluvalinate (0.64–5.10 mg/kg), endosulfan sulfate (0.12–0.37 mg/kg) ve 3-phenoxybenzaldehyde (0.080–1.47 mg/kg) pestisitlerini tespit etmişlerdir.

Pang ve ark. (2006), bal, meyve suyu ve şarapta 450 farklı pestisit kalıntısını çift kartuşlu sıvı faz ekstraksiyonunu kullanarak GC-MS ve LC-MS-MS cihazlarında belirlemişlerdir. Araştırmacılar her pestisitide bağlı olarak belirleme limitlerini 1.0 ile 300 ng g<sup>-1</sup> arasında ve 2.0–3000 ng g<sup>-1</sup> arasında hazırladıkları üç farklı yapay örnek ile geri alım başarısını da % 59 ile 123 arasında değişen oranlarda belirlemişlerdir. Toplam 450 pestisitten 413 (% 92) pestisidin geri alım başarısını % 70 ile 120 arasında, 35 (% 8) adet pestisidin % 59-70 arasında tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda elde ettikleri sonuçlardan 437 (% 97) pestisidin standart hata oranının % 25'den düşük, diğerlerinin ise (% 3) % 25 ile 30.4 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Erdoğrul (2007), Kahramanmaraş ili arıcılarından aldığı 9 bal örneğinde 32 adet pestisit kalıntı analizini yapmıştır. Araştırmacı çeşitli yöntemler uyguladığı çalışmada, en iyi geri alım çalışmasını n-hekzan/aseton ile kolon ekstraksiyonu metodu ile yaptığı analiz sonucunda elde etmiştir. Bu yöntemle hazırlanan ekstreyi GC-ECD ve GC-MS'de analiz ederek; sonuçta HBC,  $\alpha$ -chlordan, trans-nonachlor, cis-nonachlor, heptachlor, aldrin, bromophos ethyl, trans-HCE,  $\alpha$ -endosulfan,  $\beta$ -endosulfan ve dieldrin pestisitlerinin miktarlarını sırasıyla 0.30, 0.05, 0.14, 0.84, 0.04, 0.06, 2.74, 0.03, 0.09, 0.27 ve 0.36 ng/g olarak belirlemiştir.

### **2.3.3. Naftalin Kalıntıları**

Avrupa'da kullanılan antibakteriyeller, veteriner, tıp ve zirai ilaçlar, klorlu hidrokarbonlar, hasat zamanı yapılan ruhsatlı arı ilaçları, özellikle parafin ve naftalin kullanımının sakıncalı olduğu bildirilmiştir (Mutinelli ve Rademacher, 2003).

Ülkemizde 2002 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen “*Ulusal Kalıntı İzleme Projesi*” çerçevesinde ballarda yapılan kalıntı çalışmalarında analiz edilen 97 bal numunesi karbamatlı insektisidlerden “karbaril” ve sentetik piretroidlerden “sipermetrin” yönünden incelenmiş ve kalıntıya

rastlanmamıştır. Analiz edilen 130 bal numunesi OK insektisidlerden beta-endosülfan, OF insektisidlerden paratyon-metil, malathion, diazinon, diklorvos, dimetoate, triklorfon ve coumaphos yönünden incelenmiş; ilgili bileşiklerin kalıntısına rastlanmamıştır. İncelenen 118 numunenin 26'sında ise naftalin kalıntısı tespit edilmiştir (Anonim, 2003).

Castle ve ark. (2004), GC-MS ve Headspace ile bal örneklerinde nitrobenzen ve petrol ürünleri kalıntılarını analiz etmişlerdir. Araştırmacılar belirleme limitlerini nitrobenzen için 2 µg/kg ve toluen, *o*-xylen, etilbenzen ile naftalin maddeleri için ise 0.5 µg/kg olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar marketlerde satılan 49 bal örneğinde yaptıkları analiz sonucunda hiçbir örneğin nitrobenzen veya petrol ürünü bir madde içermediğini, 2 örneğin düşük seviye toluene ve 1 örneğinde *o*-xylene içerdiği belirlemişlerdir.

Tananaki ve ark. (2005), balda 1,2-dibromoetan, 1,2-diklorobenzen and naftalin kalıntılarını belirlemeye yönelik GC-MS ile çeşitli ekstraksiyon teknikleri kullanılarak yüksek hassasiyetli metotlar geliştirmişlerdir. Araştırmacılar çalıştıkları maddelerin belirleme limitlerini 1,2-dibromoetan, 1,4-diklorobenzen ve naftalin için sırasıyla 0.8, 0.15 and 0.05 µg kg<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar geliştirdikleri metodu Yunanistan'dan alınan 25 bal örneğinde denemişler ve örneklerde 1,2-Dibromoetan kalıntısı belirlemediklerini, bir örnekte 10 µg kg<sup>-1</sup> aşan konsantrasyonda diklorobenzen ve naftalin kalıntısı bulduklarını bildirmişlerdir.

## **2. 4. Balda Polen Kaynaklarını Belirleme Çalışmaları**

Polen, bal arılarını için hayati öneme sahip doğal protein kaynağıdır. Polen, bal arılarının yavru yetiştirmesinde ve genç dönemlerinde dokularının, kaslarının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının yeterince gelişmesi için gerekli olan protein, lipid, sterol, vitamin ve mineralleri sağlayan tek besin maddesidir (Dobson ve Peng, 1997; Doğaroglu, 1999; Calderone ve Johnson, 2002; Genç ve Dodoloğlu, 2003).

Arıların vücutlarında çiçeklerle temas ettiklerinde polenlerin yapışması için kıllar ve arka bacaklarında polenin ayaklarda biriktirilmesini sağlayan polen sepetcikleri bulunmaktadır. Bal arıları polenleri daha çok sabahları toplar ve kovanda petek gözlerinde depo ederler. Tercih edilen çiçekler tarafından üretilen polenin miktar ve kalitesi; hem farklı bitki türleri hem de aynı tür içinde çok fazla değişim

gösterebilmektedir. Çevre koşulları toplanan polen miktarını önemli düzeyde etkilemektedir (Taber, 1973; O'Neal ve Waller, 1984; Kumova ve Korkmaz, 1998).

Günümüzde arıların bacaklarına yapışan polenleri toplamak için Royden Brown tarafından geliştirilen polen tuzakları kullanılmaktadır (Sönmez ve Altan, 1992). Bitki çeşidine bağlı olarak rengi sarıdan, kırmızı, mor ve pembenin değişik tonlarında ve büyüklüğünü ise bitki kaynağına bağlı olarak 10-20 ile 75-100 mikron arasındadır (Tolon ve Altan, 1996). Polenin kimyasal içeriğini protein, karbonhidrat, yağlar, vitaminler ve mineraller oluşturmaktadır.

Polen örneklerinde yapılan analizler son derece sınırlı iken, ballarda yapılan polen analizi çalışmaları son yıllarda artmıştır. Türkiye ballarında ilk polen analizinin Abdul Muheiman tarafından yapıldığı bildirilmektedir (Sorkun ve ark., 1989). Bursa yöresindeki ballarda polen analizleri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Göçmen, 1989; Ünlü, 1994, Doğan ve Sorkun, 2001).

Balın polen içeriğine göre yapılan sınıflandırmada; toplam polen spektrumu 20.000'den az olan ballar polen sayısı çok az olan ballar, 20.000–100.000 arasında olan ballar normal ve 500.000–1.000.000 arasında olanlar ise poleni çok zengin ballar olarak ayrılmıştır. Melissopalinojik analizler bizlere balın doğallığı, balın bitkisel orijini ve kalitesi hakkında bilgi vermektedir (Moar, 1985).

Cabrera Ruiz ve ark. (1997), İspanyada yürüttükleri bir çalışma sonucunda 22 bal örneğinde polen analizi ile balların % 0.1 ile % 62 arasında değişen oranında narenciye balını temsil ettiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar narenciye dışında *Eucalyptus spp.*, *Echium plantagineum*, *Olea europaea*, *Lavandula multifida*, *Raphanus raphanistrum* ve *Quercus coccifera* polenlerini de belirleyerek; toplam bal örneklerinden 8'nin % 10 oranından düşük olmasından dolayı narenciye balını temsil etmediğini bildirmişlerdir.

Abell ve ark. (1996), tek orijinli yonca ve kanola ballarını polen analizlerine göre tanımladıkları çalışmalarında kanola balının % 91.3 oranında *Brassicaceae* familyası poleni ve % 4.5 oranında yonca poleni içermekte olduğunu; ve % 94.5 oranında üçgül poleni içeren yonca balında ise *Brassicaceae* familyası poleni bulunmadığını bildirmişlerdir.

Andrada ve ark. (1998), 1993-94 yıllarında Puan, Cnel. Pringles, Cnel. Suarez, Saavedra ve Tornquist bölgelerinden toplanan 34 bal örneğinde, polen analizlerini

yapmışlardır. Araştırmacılar analiz sonucunda 31 farklı çeşit poleni tespit ederek uygun olan en yakın sınıflara ayırarak; dominant polen olarak *Eucalyptus spp.*, *Helianthus annuus* ve *Diplotaxis tenuifolia* bitkilerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda 7 örnek tek çeşit, 8 örnek 2 çeşit ve 19 örnek ise karışık orijinli olup yoğun olarak *Fabaceae*, *Asteraceae* and *Brassicaceae* polenlerini içerdiğini belirtmektedir.

Doğan ve Sorkun (2001), yaptıkları bir çalışmada, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nden 31, Marmara Bölgesi'nden 17, Akdeniz Bölgesi'nden 24 ve Karadeniz Bölgesi'nden 2 örnek olmak üzere toplam 74 çiçek balı örneğinde polen analizi yapmışlardır. Araştırmacılar analiz sonucunda bal örneklerinin 12'sinin unifloral ve 62'sinin multifloral olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, 18'i tür düzeyinde ve 67'si de cins düzeyinde olmak üzere 85 farklı taksona ait poleni belirlemişlerdir. Araştırmacılar *Castanea sativa*, *Centaurea spp.*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Gossypium spp.*, *Helianthus annuus*, *Isatis tinctoria*, *Lotus corniculatus*, *Marrubium vulgare*, *Pimpinella anisum*, *Salix vulgare*, *Salvia verticillata*, *Trifolium spp.* ve *Vicia cracca* dominant polenlere sahip takson, *Anthemis spp.*, *Astragalus spp.*, *Centaurea spp.*, *Eryngium campestre*, *Gossypium spp.*, *Helianthus annuus*, *Linaria arvensis*, *Lotus corniculatus*, *Marrubium vulgare*, *Olea spp.*, *Pimpinella anisum*, *Solidago spp.*, *Trifolium spp.*, *Triticum vulgare*, *Xanthium spp.* ve *Vicia cracca* sekonder polenlere sahip takson ve diğer 64 taksonun minor ile eser polene sahip takson olduğunu belirlemişlerdir.

Joshi ve Pechhacker (2001), yaptıkları bir çalışmada, Tarai Nepal'in Chitwan Bölgesi'nde 30 *Apis dorsata*, 25 *Apis cerana* ve 25 *Apis mellifera* kolonilerinden topladıkları bal örneklerinde polen analizini, asetol metodu uygulamadan, Uluslararası Arı Botaniği Komisyonu'nun bildirdiği yöntemle yapmışlardır. Araştırmacılar tespit ettikleri en baskın predominant taksonların *Eupatorium odoratum*, *Brassica spp.*, *Litchi chinensis*, *Syzygium spp.*, *Mangifera indica*, *Fagopyrum esculentum*, *Shorea robusta* ve *Melia azedarach* olduğunu; her bal örneğindeki polen tipi sayısının, *A. mellifera* ballarına oranla, *A. dorsata* ve *A. cerana*'da önemli miktarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar aynı çiçekli alan içerisindeki, farklı arı türlerinin farklı bitki türlerini farklı oranlarda tercih ettiğini bu çalışmanın sonucuna göre saptamıştır.

Andrada ve Tellería (2002), Arjantin'nin Caldén bölgesinden toplamış oldukları 75 bal örneği üzerinde yaptıkları melissopalinojik analizler sonucunda; bölgede genelde ağaç polenlerinin daha yaygın olduğunu, analizler sonucunda 36 farklı bitki



ailesine ait 79 polen çeşidini belirlemişlerdir. Örneklerin belirlenen ana nektar kaynakları tek orijinli bitkilerden oluşmakta olduğunu ve familyalarının *Condalia microphylla* (hünnap-karaçalı), *Prosopis* (baklagiller familyası (çeti)), *Vicia* (fiğgiller) *Larrea divaricata* (yabani kimyongiller) ve Brassicaceae (Hardalgiller) olduğunu, bu polenlerin çalışmada ele alınan bölgeye ait olmadığını ancak bu polenlerle birlikte belirlenen *Trichocline* (papatyagiller) ve *Prosopidastrum globosum* (baklagiller), *Schinus fasciculatus* (sakız ağacıgiller), Astereae ve *Lycium* (Solanaceae) polenlerin ise sadece Caldén bölgesine ait olduğunu belirlemişlerdir.

Sorkun ve ark. (2003), kontrollü koşullarda, Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinde üretilen 127 doğal çiçek, 44 yapay çiçek, 33 doğal salgı ve 23 yapay salgı bal örneği olmak üzere toplam 227 bal örneğini alarak analiz etmişlerdir. Araştırmacılar doğal ve yapay balları ayırt etmek için bazı kimyasal ölçütlerin saptanmasının yanı sıra, balların mikroskopik polen analizlerini de yaparak, dominant nektar kaynağı bitkileri belirlemişlerdir. Araştırmacılar Türkiye genelini temsil eden balların dominant nektar kaynağı bitkilerinin Geven, kestane, peygamber çiçeği, boğa diken, okaliptus, pamuk, tatlı yonca, ayçiçeği çivit otu, ballıbaba, nevrüz otu, gazal boynuzu, ısırgan otu, zeytin, korunga, anason, söğüt, adaçayı, sofraya, kekikgiller, üçgül, buğday, fiğ ve pıtrak otu olduğunu belirlemişlerdir.

Suer ve Sorkun (2003), 2001 yılı Mayıs ve Eylül ayları arasında Bursa'nın Narlıdere, Cumalıkızık ve Baraklı bölgelerinden topladıkları polen örneklerinde organoleptik (renk, koku, tat) ve nişasta analizleri yapmışlardır. Her üç bölgeden topladıkları polen örneklerinin renklerinin % 24.07 sarı ve tonlarında, % 22.2 kahverengi ve tonlarında, %16.6 yeşil ve tonlarında, %16.6 somon, %12.9 turuncu ve %7.4 diğer renklerde olduğu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar polenleri koku bakımından değerlendirildiğinde % 11'in en iyi puanı, % 15'in en kötü puanı aldığı saptamışlardır. Araştırmacılar polenleri tat bakımından değerlendirdiğinde ise % 9'un en iyi, % 25'in ise en kötü puanı aldığı bildirmişlerdir. *Oleaceae* familyasından *Ligustrum vulgare*, *Cucurbitaceae* familyasından *Cucumis spp.*, *Chenopodiaceae* familyasından *Chenopodium album* ve *Fagaceae* familyasından *Castanea sativa* polenlerinin koku ve tat bakımından tüm bölgelerde en iyi sonucun alındığı polenler olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca polenlerin % 60'da nişastaya rastlanılmazken, % 40'da nişasta belirlediklerini bildirmektedirler.

Pehlivan ve ark. (2003), yaptığı bir araştırmada; Türkiye’de yetişen *Salix babylonica*, *Populus thevestina* Dode (*Salicaceae*), *Acer negundo* ve *Acer platanoides* (*Aceraceae*) ağaç türlerinin polen morfolojilerini ışık mikroskobu ile incelemişlerdir. Araştırmacılar, *Salix baylonica* polenlerinin trikolpat, prolat-sferoidal, ornamentasyon retikulat; *Populus thevestina* polenlerinin inaperturat, sferoidal, ornamentasyon granulat ve *Acer platanoides* ile *Acer negundo* polenlerinin ise trikolpat, subprolat, suboblat ve sferoidal, ornamentasyonları striat olduğunu bildirmişlerdir. Belirledikleri her türün toplam protein değerini Lowry yöntemine göre hesaplayarak; toplam protein miktarının *Acer platanoides* (% 46.53) ve *Salix babylonica*’da (% 37.08), *Populus thevestina* (% 10.47) ve *Acer negundo*’ya (% 24.27) göre çok daha fazla değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tüylü ve Sorkun (2004), 2001 yılı Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında, Bursa'nın Cumalıkızık, Narlıdere, Akçalar, İkizce, Çekrice ve Baraklı bölgelerinden polen örnekleri üzerinde analiz yapmışlardır. Araştırmacılar, toplanan polen örneklerinden arıların miktar bakımından en çok topladığı 14 takson poleni, ekonomik olarak önemli olduğu gerekçesiyle organoleptik analizler için uygun bularak analiz ettikleri polenlerin taksonlarını *Asteraceae* familyasına ait, *Carduus tip I*, *Carduus tip II*, *Helianthus annuus* ve *Xanthium strumarium*; *Brassicaceae* familyasına ait, *Raphanus raphanistrum*; *Cistaceae* familyasına ait *Cistus creticus* ve *Cistus salviifolius*; *Dipsacaceae* familyasına ait *Cephalaria transsylvanica*, *Schrader* ve *Scabiosa columbaria*; *Fabaceae* familyasına ait *Trifolium pratense* ve *Trifolium repens*; *Fagaceae* familyasına ait *Castanea sativa* Miller; *Papaveraceae* familyasına ait *Papaver rhoeas* ve *Ranunculaceae* familyasına ait *Convolvulus arvensis* olmak üzere toplam 8 familyaya ait 14 taksonu belirleyerek organoleptik (tat, koku, renk) ve nişasta analizleri yapmışlardır.

Araştırmacılar çalışma sonucunda *Fagaceae* familyasına ait *Castanea sativa*’nın, nişasta içermemesi, tat ve koku değerlerinin daha yüksek olması nedeniyle en çok tercih edilen polen olduğunu; aynı zamanda *Asteraceae* familyasına ait *Carduus tip I* ve *Carduus tip II* polenleri ile *Ranunculaceae* familyasına ait *Convolvulus arvensis* polenin nişasta içermeleri ve tat ile koku değerlerinin en az değeri alması nedeniyle tercih edilmeyen polen olarak tanımladıklarını bildirmişlerdir.

Silici (2004), Bursa ilinde 2004 yılında yürüttüğü bir çalışmada; marketlerde

satılan ve Türkiye'nin farklı bölgelerine ait 49 bal örneğinin kimyasal ve palinolojik analizlerini yapmıştır. Araştırmacı bal etiketlerindeki bilgiler doğrultusunda bal örneklerini İç Anadolu, İç ve Doğu Anadolu, Doğu Anadolu, Marmara, Ege, Akdeniz Bölgesi ve “yöresi bilinmeyenler” olarak gruplandırmıştır. Araştırmacı, bal örneklerinin palinolojik analizleri sonucunda *Castanea sativa*, *Helianthus annuus*, *Onobrychis spp.*, *Rubus spp.*, *Brassica spp.*, *Salix spp.*, *Achillea spp.*, *Lotus spp.*, *Brassicaceae spp.*, *Ericaceae spp.*, *Euphorbiaceae spp.*, *Lamiaceae spp.*, *Umbelliferae spp.*, *Chenopodiaceae spp.*, *Centaurea spp.* polenlerinin dominant olduğunu bulmuştur.

Kaya ve ark. (2005), Türkiye'nin farklı bölgelerinden almış oldukları 13 farklı balda polen analizi yaptıkları çalışmada; balların 1 tanesinin tek çeşit çiçeğin balı olduğunu, diğer 12 çeşit balın ise karışık çiçek kombinasyonundan oluştuğunu saptamışlardır. Tanımlanan polenlerin 86 sınıfa ait olduğunu, 74 adedinin gen düzeyinde, diğer 12'nin ise çeşit düzeyinde olduğunu, ağırlıklı olarak polenlerin *Hedera helix*, *Gossypium spp.*, *Trifolium spp.*, *Sophora spp.*, *Rhododendron spp.*, *Castanea sativa*, *Peganum harmala* ve *Helianthus spp.*'dan oluştuğunu belirlemişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

##### 3.1.1. Bal Örnekleri Materyali

Çalışmada örneklerin toplanması, tabakalı örnekleme yönteminde orantılı dağıtım yaklaşımı kullanılarak yapılmıştır (Serper ve Aytaç, 2000). Araştırmada Türkiye'nin 7 farklı bölgesinden bal üretiminin yoğun olduğu illerinden toplanan bal örnekleri bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur (Çizelge 3.2). Bal örnekleri arı yetiştiricilerinden bal hasadından hemen sonra alınarak kavanozlanmış ve ışık görmeyecek şekilde kapalı karton kutular içerisinde, MKÜ Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Labotaruarına konulmuştur. Bal örnekleri laboratuarda oda sıcaklığında, ambalajların ağzı ortam nemini almayacak şekilde sıkıca kapatılarak, analiz süresine kadar kapalı dolaplarda muhafaza altına alınmıştır. Örneklerin toplandığı 2006 yılına ait meteorolojik verilerde Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Bal örneklerinin toplanması sırasında numune etiketleri hazırlanarak arıcılar ve örnekler hakkında kısa bilgiler alınarak, üretim tarihi, bitki florası, arı genotipi, ilaçlama durumu, numunenin alındığı bölgenin rakım ve coğrafik durumu belirlenmiştir (Ek 1).

Çizelge 3.1. Bal örneklerinin toplandığı 2006 yılına ait sıcaklık ve nem verileri (Anonim, 2006a)

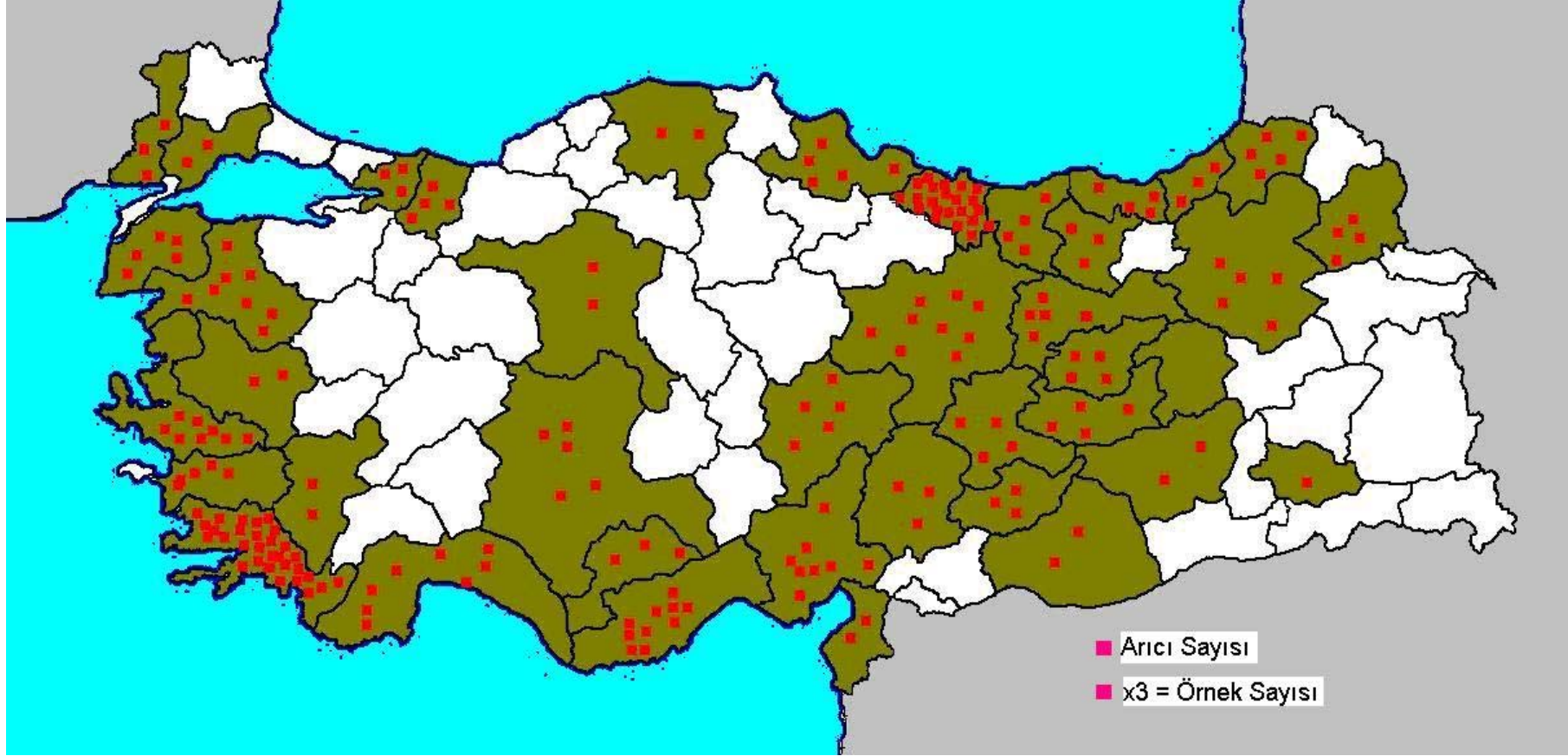
Parametreler	Nem (%)	Sıcaklık (°C)
Ocak	72.92	1.56
Şubat	72.89	3.12
Mart	66.84	8.07
Nisan	64.75	12.78
Mayıs	60.71	17.06
Haziran	55.16	22.74
Temmuz	56.29	24.04
Ağustos	52.37	26.90
Eylül	59.79	20.18
Ekim	71.05	15.26
Kasım	68.82	7.26
Aralık	66.08	2.85

Çizelge 3.2. Bal üretimine göre örnek toplanan bölgeler, iller ve % üretim oranları (Anonim, 2004)

Bölgeler	İller	Bal Örneği Alınan Arıcı Sayısı	Örnek Sayısı x Tekerrür Sayısı	İlin Türkiye'deki Üretim Payı (%)
Karadeniz Bölgesi	Ordu	30	30 x 3 = 90 adet	15.09
	Samsun	6	6 x 3 = 18 adet	2.99
	Giresun	6	6 x 3 = 18 adet	2.49
	Artvin	5	5 x 3 = 15 adet	2.55
	Trabzon	4	4 x 3 = 12 adet	2.04
	Gümüşhane	3	3 x 3 = 9 adet	1.74
	Rize	3	3 x 3 = 9 adet	1.62
	Kastamonu	2	2 x 3 = 6 adet	1.19
Toplam	: 8 il	59	59 x 3 = 177 adet	29.71
Ege Bölgesi	Muğla	26	26 x 3 = 78 adet	13.15
	İzmir	6	6 x 3 = 18 adet	2.99
	Aydın	6	6 x 3 = 18 adet	2.38
	Manisa	2	2 x 3 = 6 adet	1.13
	Denizli	2	2 x 3 = 6 adet	1.10
Toplam	: 5 il	42	42 x 3 = 126 adet	20.74
Doğu Anadolu Bölgesi	Erzincan	5	5 x 3 = 15 adet	2.67
	Elazığ	4	4 x 3 = 12 adet	2.20
	Erzurum	4	4 x 3 = 12 adet	2.15
	Kars	4	4 x 3 = 12 adet	2.14
	Tunceli	3	3 x 3 = 9 adet	1.62
	Malatya	3	3 x 3 = 9 adet	1.52
	Bingöl	3	3 x 3 = 9 adet	1.49
Toplam	: 7 il	26	26 x 3 = 78 adet	13.81
Akdeniz Bölgesi	Adana	9	9 x 3 = 27 adet	4.28
	Mersin	8	8 x 3 = 24 adet	3.89
	Antalya	6	6 x 3 = 18 adet	3.19
	K.Maraş	3	3 x 3 = 9 adet	1.24
	Hatay	2	2 x 3 = 6 adet	1.02
Toplam	: 5 il	27	27 x 3 = 84 adet	13.61
İç Anadolu Bölgesi	Sivas	9	9 x 3 = 27 adet	4.56
	Konya	5	5 x 3 = 15 adet	2.27
	Kayseri	3	3 x 3 = 9 adet	1.67
	Ankara	2	2 x 3 = 6 adet	1.22
	Karaman	2	2 x 3 = 6 adet	1.09
Toplam	: 5 il	21	21 x 3 = 63 adet	10.81
Marmara Bölgesi	Balıkesir	5	5 x 3 = 15 adet	2.46
	Çanakkale	3	3 x 3 = 9 adet	1.60
	Edirne	3	3 x 3 = 9 adet	1.39
	Kocaeli	3	3 x 3 = 9 adet	1.26
	Sakarya	2	2 x 3 = 6 adet	1.01
	Tekirdağ	2	2 x 3 = 6 adet	0.79
Toplam	: 6 il	18	18 x 3 = 54 adet	8.51

Çizelge 3.2 (Devam) Bal üretimine göre örnek toplanan bölgeler, iller ve % üretim oranları (Anonim, 2004)

Bölgeler	İller	Bal Örneği Alınan Arıcı Sayısı	Örnek Sayısı x Tekerrür Sayısı	İlin Türkiye'deki Üretim Payı (%)
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Adıyaman	2	2 x 3 = 6 adet	0.95
	Diyarbakır	2	2 x 3 = 6 adet	0.85
	Siirt	1	1 x 3 = 3 adet	0.51
	Ş.Urfa	1	1 x 3 = 3 adet	0.50
Toplam : 4 il		6	6 x 3 = 18 adet	2.82
Genel Toplam : 40 il		200	200 x3 = 200 adet	100
Türkiye'deki Toplam Bal Üretimi			69.540	
Toplam İl Sayısı			40	



Şekil 3.1. Türkiye genelinde numune toplanan iller ve alınan numune sayıları



Şekil 3.2. Çalışma kapsamında arıcılardan toplanan bal numuneleri



### **3.1.2. Araştırmada Kullanılan Cihaz ve Laboratuvar Malzemeleri**

#### **Antibiyotik Analizlerinde Kullanılan Cihazlar**

- Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC-RID-DAD-FLD): SHIMADZU marka
- Charm II: Charm II 6600/7600 Sistem
- Agilent C 18 kolon (15 cm x 5 µm x 4.6 mm I.D.)
- Ultrasonik Banyo: Bandelin Sonorex RK-106
- Vorteks (Çalkalayıcı) : Heidolph Reax Top Model
- Etüv: Nüve FN500 ve J.P. Selecta, s.a model etüvler
- Hassas Terazi: VİBRA AJ Shinko Denshi AJH-420 CE
- Saf Su Cihazı: Direct –Q UV Millipore
- Otomatik Pipetler: Eppendorf Physio Care Concept

#### **Mineral Madde Analizlerinde Kullanılan Cihazlar**

- Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES) : Varian Model-Liberty series II
- Mikrodalga Fırın: Mars 5 CEM Marka
- Etüv : Nüve FN500 ve J.P. Selecta, s.a. model etüvler
- Hassas Terazi: VİBRA AJ Shinko Denshi AJH-420 CE
- Saf Su Cihazı: Direct –Q UV Millipore
- Otomatik Pipetler: Eppendorf PhysioCare Concept

#### **Pestisit Analizlerinde Kullanılan Cihazlar**

- Gaz Kromatografisi Kütle Spektrofotometresi (GC-MS) : HP 6890 serisi /5972 A
- Headspace: Agilent 7694 E Headspace sampler
- HP5-MS : Agilent, ((% 5 fenil)–metilpolisiloksan) 30m x 0.25 mm x 0.25 µ)
- Vorteks (Çalkalayıcı) : Heidolph Reax Top Model
- Etüv : Nüve FN500 ve J.P. Selecta, s.a. model etüvler
- Hassas Terazi: VİBRA AJ Shinko Denshi AJH-420 CE
- Saf Su Cihazı: Direct –Q UV Millipore
- Otomatik Pipetler: Eppendorf Physio Care Concept

### **Biyokimyasal Analizlerde Kullanılan Cihazlar**

- Refraktometre: Abbe Tipi RMI/ RMT Model Optech optical Technology
- Rotary Evaporatör: KIKA RV 05-ST, KIKA LABORTEKNİK HB4 Basic
- Kjeldal Cihazı: Gerhart Kjeldatherm model
- EC 250/4 Nükleosil Carbohydrate kolonu (25 cm x 10 µm x 4 mm)
- Kolon : C18, 5µ, 150 mm x 4,6 mm (H5 ODS Hichrom)
- Kolon: C Zorbax Eclipse XDB-C18, 150mm×2.1mm I.D., 5 µm
- Hypersil BDS (100x4 mm, 3 µm)
- Kül Fırını: Protherm marka
- Spektrofotometre: Shimadzu UV-1208 model
- Dijital pH Metre: İmolab marka dijital pH metre
- Etüv : Nüve FN500 ve J.P. Selecta, s.a. model etüvler
- Hassas Terazı: VİBRA AJ Shinko Denshi AJH-420 CE
- Su Banyosu: DK-8AX Model
- Dijital Büret: Brand Model
- Magnetik Isıtıcı ve Karıştırıcı: AM4-VELP SCIENTIFICA
- Otomatik Pipetler: Eppendorf PhysioCare Concept
- Saf Su Cihazı: Direct –Q UV Millipore
- HPLC Filtresi (0.45 µ)
- Siyah ve Mavi Bantlı Filtre Kağıdı,

### **Polen Analizlerinde Kullanılan Cihazlar**

- Santrifüj Cihazı: GERBER INSTRUEMENTS – K58D model
- Mikroskop: Binoküler Mikroskop CE 0223386 model
- Saf Su Cihazı: Direct –Q UV Millipore

### **Tüm Analizlerde Kullanılan Cam Malzemeler**

Ayırma hunisi (250 -500 ml'lik), cam çubuklar, balon jöje (20 ml, 50 ml, 10 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml), beher (20 ml, 50 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml), erlenmayer (250 ml, 500 ml, 1000 ml), mezur (100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml), cam pipet (1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 25 ml), enjektör (2ml, 5 ml), headspace ve GC-MS vialleri (2 ml, 15 ml agillent), test tüpleri (18 x1 cm), süzme kâğıtları (siyah ve mavi bantlı), falkom (12 ml,

50 ml), porselen kroze, plastik spektrofotometre küvetleri, pastör pipetleri, mikroskop lam ve lamelleri, spatül, desikatör, piset.

### **Tüm Analizlerde Kullanılan Kimyasal Maddeler**

Amitraz standardı (10230000- Dr.Ehrenstorfer), coumaphos standardı (11730000-Dr. Ehrenstorfer), sulfonamid standardı (17594700-Dr.Ehrenstorfer), tetracycline standardı (17396150-Dr.Ehrenstorfer), streptomycine standardı (16974900-Dr.Ehrenstorfer), mineral madde standardı (High-Purity Standards AAS, ICP, ICP-MS için), fruktoz, glikoz ve sakaroz standardı (merck), Kartuşlar (C8 ve C18), Florisil (Magnezyum silikat), Sodyum sülfat, n-hekzan, Diklorometan, Siklohekzan, Metanol, Aseton, Fenol Ftalein, Sodyum hidroksit (NaOH), Para-Toluidin (C<sub>7</sub>H<sub>9</sub>N), İzopropil alkol (H<sub>3</sub>C,CHOH,CH<sub>3</sub>), Asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH), Barbitürik Asit (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), İyot (I<sub>2</sub>), Potasyum iyodür (KI), Sitrik asit monohidrat (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>.H<sub>2</sub>O), Disodyum hidrojen fosfat dihidrat (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), Hidroklorik Asit (HCl), Sodyum klorür (NaCl), Nişasta, Sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Kjeldahl tableti, Borik asit, Nitrik Asit, Asetonitril, Dietil eter, Gliserin-Jelatin, Petrol Eteri, Ortofosforik asit, SPE kartuşu, Tert-metilbutilketon, Etil alkol, Fosforik asit, Sodyum 1 heptan sülfonat, 1,2 naphthoquinon-4-sulphonic acid, 2 heptasülfonik asit, 1 trisodyum fosfat tampon, ortofosforik asit, Sulfonamid Test Kitleri, Zero Kontrol Standard, MSU Multi-Antimicrobial Konsentrate Standard, Negatif Kontrol, Pozitif Kontrol, M2 Tamponu, MSU Ekstraksiyon Tamponu, Tetracycline Test Kitleri, Streptomycine Test Kitleri, TPNC (Tissue Performance Negative Concentrate)

## 3.2. YÖNTEM

Araştırmada toplanan bal örnekleri, analizlerin yapıldığı bölüm laboratuvarına getirildikten hemen sonra bekletilmeden analizlere başlanmıştır. Toplanan bal örneklerinde Çizelge 3.3’de verilmiş olan biyokimyasal analizler, veteriner ilaç kalıntıları, naftalin kalıntısı, polen miktarı ve mineral madde içerikleri analiz edilmiştir (Çizelge 3.3). Analizler Haziran 2006 ile Ekim - 2007 tarihleri arasında tamamlanmıştır.

Çizelge 3.3. Toplanan bal örneklerinde yapılan analizler

Biyokimyasal Analizler	Veteriner İlaçları	Belirlenen Mineral Maddeler	Diğer Maddeler
1. Kül Miktarı (%)		Al	Zn
2. Nem Miktarı (%)		Ba	Mg
3. pH Değeri		Cd	Mn
4. Asitlik Miktarı (meq kg <sup>-1</sup> )	1. Amitraz	Cr	K
5. İvert Şeker Tayini (%)	2. Coumaphos	Cu	Ca
6. Sakaroz Tayini (%)	3. Streptomycine	Fe	Naftalin
7. Diyastaz Sayısı	4. Tetracycline	Na	
8. Hidroksimetilfurfural (mg kg <sup>-1</sup> )	5. Sulfonamid	Ni	
9. Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )		Pb	
10. Protein (%)		P	

### 3.2.1. Biyokimyasal Analizler

Toplanan bal örneklerinin biyokimyasal analizleri (nem, asitlik, HMF, diyastaz, invert şeker, kül, sakaroz, pH, elektriksel iletkenlik, protein) Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., (1997); Bogdanov, (2002) ve Anonim, 2005’e göre yapılmıştır.

#### 3.2.1.1. Kül Tayini

Örneklerden yaklaşık 3’er g porselen krozelere konularak yakma fırınında 550 °C’de beyaz kül oluşuncaya kadar yakılmıştır. Cam krozeler çıkartılarak desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Oda sıcaklığına geldikten sonra önceden darası alınmış olan krozeler tartılarak oluşan kül miktarı belirlenmiştir. Bulunan bu kül miktarı aşağıdaki formül yardımıyla tartılan bal miktarına bölünerek % kül değeri olarak kabul edilmiştir (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997).

% Kül = (Yakma sonucunda oluşan kül / Tartılan bal miktarı) x100

### 3.2.1.2. Nem Miktarı

Baldaki rutubet refraktometre ile tayin edilmiştir. Analiz için gerekli su bağlantıları kurulmuş ve numunenin bulunduğu bölgenin sıcaklığı 20 °C ayarlanmıştır. Analiz için numunelerden alınan 1-2 damla bal, refraktometrenin prizma yüzeyleri arasına konulmuştur. Refraktometrenin ekranından balın optik kırılma indisi okunmuş ve kaydedilmiştir. Okunan kırılma indisi karşılığı kuru madde miktarı 100 sayısından çıkarılmış ve örneklerin nem miktarı hesaplanmıştır (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997; Anonim, 2005).

### 3.2.1.3. pH Değeri

Bal örneklerinde pH ve asitlik analizleri aynı anda yapılmıştır. Bal örneklerindeki asitliği belirlemek üzere 10 g örnek tartılmış ve 75 ml suda çözülmüştür. Hazırlanan çözeltiye dijital pH metrenin elektrodu daldırılarak, örneklerin pH değerleri belirlenmiştir (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997; Anonim, 2005).

### 3.2.1.4. Asitlik Miktarı

Analizde kullanılan çözeltiler;

- Fenol Ftalein Çözeltisi: 0.5 g fenol ftalein ((C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OH)C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>C<sub>2</sub>)100 ml hacimce % 50'lik etil alkol-su karışımında çözülerek hazırlanmıştır.
- Standart Sodyum Hidroksit Çözeltisi (NaOH) 0.05 N : 2 g NaOH 1 litre suda çözülerek hazırlanmıştır.
- Karbondioksiti uzaklaştırılmış su: Destile su 15-20 dk. kaynatıldıktan sonra hava almayacak şekilde kapatılıp musluk su ile soğutularak hazırlanmıştır.

Yöntem: Bal örneklerinden yaklaşık 10 g tartılarak 250 ml'lik temiz ve kuru bir erlene konulmuştur. Üzerine 75 ml karbondioksiti uzaklaştırılmış su eklendikten sonra erlenin ağzı kapatılarak karıştırılmış ve balın çözülmesi sağlanmıştır. Su ile çözünen balın üzerine 5 damla fenol ftalein çözeltisi damlatılarak büretten akıtılan standart sodyum hidroksit çözeltisi ile pembe renk değişimi elde edilinceye kadar (pH yaklaşık 8.3) kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan standart sodyum hidroksit çözeltisi hacmi

Vt olarak kaydedilmiştir. Aynı işlem bal içermeyen bir 75 ml su ile tekrarlanarak Vo değeri elde edilmiştir. Bal ve şahit deneme için ( $V=V_t-V_o$ ) hesaplanarak kaydedilmiştir. Bal örneğinin asitliği (A) miliequivalent asit/kg bal cinsinden, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997; Anonim, 2005).

$$\text{Asitlik} = (1000 \times N \times V) / m$$

Burada;

N : Standart NaOH çözeltisinin normalitesi (0.05 N)

V : Titrasyonda harcanan NaOH hacmi, ml ( $V= V_t-V_o$ )

M : Tartılan bal miktarı (g)

1000 : Sabit değer

### 3.2.1.5. Diyastaz Sayısı Tayini

Analizde kullanılan çözeltiler;

**a) İyot Çözeltisi:** 1 g iyot ve 1.4 g potasyum iyodür (KI) tartılarak 50 ml'lik cam balona alınmış ve az miktarda saf suda çözülmüştür. İşaret çizgisine kadar saf su ilave edilerek iyice karıştırılmıştır.

#### **b) Fosfat - Sitrat Tamponu Çözeltileri**

- ✓ Sitrik Asit Monohidrat Çözeltisi : 21.01 g sitrik asit monohidrat ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ ) 1000 ml'lik cam balonda 500-600 ml saf suda çözülmüş ve saf su ile işaret çizgisine kadar tamamlanarak iyice karıştırılmıştır.
- ✓ Disodyum Hidrojen Fosfat Dihidrat Çözeltisi: 35.60 g disodyum hidrojen fosfat dihidrat ( $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ ) 1000 ml'lik cam balonda 500-600 ml saf suda çözülmüş ve işaret çizgisine kadar yine saf su ile tamamlanarak iyice karıştırılmıştır.
- ✓ Hidroklorik Asit Çözeltisi: Yoğunluğu 1.19 g/ml olan derişik hidroklorik asitten (HCl) alınan 1 hacim asit, 23 hacim saf su ile seyreltilerek yaklaşık 0.5 N çözelti hazırlanmıştır.
- ✓ Sodyum Hidroksit Çözeltisi (0.5 N) = 20 g sodyum hidroksit (NaOH), 1000 ml'lik cam balonda çözümlenip saf su ile işaret çizgisine kadar tamamlanarak iyice karıştırılmıştır.

Fosfat-Sitrat Tamponun Hazırlanması: Tamponun hazırlanması için 469 ml sitrik asit

çözeltisi ve 531 ml fosfat çözeltisi, 2 lt. hacimli bir behere konularak karıştırılmıştır. Beher magnetik karıştırıcı üzerine konularak magnetik bir karıştırıcı ile orta hızda karıştırılmıştır. Kalibrasyonu yapılmış pH metrenin cam elektrodu çözelti içine daldırılmıştır. İki ayrı bürete hidroklorik asit ve sodyum hidroksit konulmuştur. Beherdeki karışımın pH'sı 3.2'den büyük ise hidroklorik asit çözeltisi ile 5.2'den küçük ise sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilerek pH değeri 3.2 olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan çözelti en çok 2 hafta kullanılabilirdiğinden her analizden önce taze olarak hazırlanmıştır.

#### **c) Sodyum Klorür Çözeltisi**

Temiz ve kuru bir balon jöje içerisine 2.93 g sodyum klorür (NaCl) tartılarak üzerine saf su konulmuştur. Sodyum klorür çözüldükten sonra işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

#### **d) Nişasta Çözeltisi**

Diyastaz sayısı tayininde uygun nitelikte suda tamamen çözünebilir nişastadan 1 g tartılarak 250 ml'lik erlende 60 ml saf su ile karıştırılmıştır. Karışım kaynama noktasına kadar ısıtılmıştır. Isıtma esnasında nişasta çözeltisi bir magnetik karıştırıcı ile hızla karıştırılmıştır. Çözelti kaynadıktan sonra ısıtma hızı düşürülmüş ve 3 dakika süre ile kaynatmaya devam edilmiştir. Bu sürenin sonunda erlenin ağzı kapatılıp oda sıcaklığında soğutulmuştur. Çözelti soğuduktan sonra 100 ml'lik cam balona alınarak işaret çizgisine kadar saf su eklenmiştir.

#### **e) Nişasta Tampon Karışımı**

Yapılan tüm bu hazırlıklardan sonra temiz kuru bir 250 ml'lik erlende içerisine

- ✓ 40 ml fosfat/sitrat tampon çözeltisi
- ✓ 100 ml nişasta çözeltisi
- ✓ 20 ml sodyum klorür çözeltisi konularak karıştırılmıştır.

Elde edilen karışım kaba gözenekli süzgeç kâğıdından (siyah bantlı) süzümüştür. Süzülen çözelti temiz, kuru ve ağzı iyice kapanan bir şişeye konarak saklanmıştır. Hazırlanan bu çözelti 2 gün süre ile kullanılabilirdiğinden her analizden önce taze olarak hazırlanmıştır.

Yöntem: Bal örneklerinden 10 g uygun bir beherde 40-50 ml kadar saf suda çözülmüştür. Karışım, 100 ml'lik cam balona alınarak işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Seri halde dizilmiş ve 1'den 12 ve kadar numaralandırılmış deney

tüplerine Çizelge 3.4’de belirtilen miktarlarda, bal çözeltisi, saf su ve nişasta tampon karışımı konularak bütün tüplerdeki karışımların hacimleri 18 ml olması sağlanmıştır. Tüplerin her biri alt-üst edilip karıştırılmış ve su banyosuna yerleştirilmiştir. Su banyosunun sıcaklığı 47 °C’ye ayarlanarak tüpler bu sıcaklıkta 1 saat boyunca bekletilmiştir.

Çizelge 3.4. Diyastaz sayısı tayininde, inkübasyon için alınan bal çözeltisi ve reaktiflerin hacimleri

Tüp No	Bal Çözeltisi (ml)	Destile Su (ml)	Nişasta Tampon Karışımı	Toplam	Mütekabil Diyastaz Sayısı
1	10	5.33	2.67	18.0	1
2	10	3.3	4.7	18.0	2.5
3	10	0.0	8.0	18.0	5
4	7.7	2.3	8.0	18.0	6.5
5	6.0	4.0	8.0	18.0	8.3
6	4.6	5.4	8.0	18.0	10.9
7	3.6	6.6	8.0	18.0	13.9
8	2.8	7.2	8.0	18.0	17.9
9	2.1	7.9	8.0	18.0	23.0
10	1.7	8.3	8.0	18.0	29.4
11	1.3	8.7	8.0	18.0	38.5
12	1.0	9.0	8.0	18.0	50

Bu süre sonunda, deney tüpleri su banyosundan çıkartılarak zaman kaybedilmeden buzlu suya daldırılarak soğutmuştur. Soğutma işleminden sonra her tüpe 1’er damla 0.1 N iyot çözeltisi damlatılmış ve tüpler alt üst edilerek karıştırılmıştır. Tüpler 1. numaradan itibaren gözle incelenerek mavilik gözlenen ilk tüp sınır olarak kabul edilmiştir. Mavilik gözlenen tüpten bir önceki tüp bal numunesinin diyastaz sayısı olarak kabul edilmiştir. Çünkü mavilik gözlenen tüpten önceki tüpte nişastanın tamamı, iyot de hiç renk vermeyecek şekilde hidroliz olmuştur. Çizelge 3.4’den, renksiz olan en son tüpün karşılığı olan diyastaz sayısı bulunarak örneğin diyastaz sayısı olarak kaydedilmiştir (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997; Anonim, 2005).



### 3.2.1.6. Hidroksimetil Furfural Tayini (HMF)

Analizde kullanılan çözeltiler;

- a) Para-Toluidin Çözeltisi: 10 g para-toluidin ( $C_7H_9N$ ), 50 ml izopropil alkol ( $H_3C,CHOH,CH_3$ ) içinde su banyosunda hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. Az miktarda izopropil alkol ile yıkanarak, 100 ml'lik cam balona aktarılmıştır. Çözelti içine 10 ml kristalize asetik asit ( $CH_3COOH$ ) katılıp karıştırılmıştır. Hacim, izopropil alkol ile işaret çizgisine kadar tamamlanarak iyice karıştırılmıştır. Hazırlanan bu çözelti 24 saat dinlendirildikten sonra kullanılmıştır.
- b) Barbitürik Asit Çözeltisi: 0.5 g barbitürik asit ( $C_4H_4N_2O_3$ ) 100 ml'lik balon jode 60–70 ml saf su ile çözülmüş ve sonra hacim saf su ile işaret çizgisine kadar tamamlanarak iyice karıştırılmıştır.
- c) Oksijensiz Damıtık Su: Kaynar durumdaki damıtık su içinden, oksijeni tamamen uzaklaştırılmış azot gazı geçirilerek suda çözülmüş halde bulunan oksijen uzaklaştırılmıştır. Elde edilen oksijensiz su soğutulup ağzı hava sızdırmayacak şekilde kapalı bir kaptaki muhafaza edilmiştir.

Yöntem: Bal örneklerinden 10 g bal tartılarak 20 ml oksijensiz su içinde ısıtılmadan çözülmüştür. Oksijeni uzaklaştırılmış su ile yıkanarak 50 ml'lik cam balona aktarılmıştır. Yine oksijeni uzaklaştırılmış su ile işaret çizgisine kadar tamamlanarak iyice karıştırılmıştır. Çözelti hazırlandıktan sonra bekletilmeden analize alınmıştır. İki ayrı deney tüpünün her birine 2'şer ml bal çözeltisi ve 5'er ml para toluidin çözeltisi konulmuştur. Tüplerden birine 1 ml su, diğerine 1 ml barbitürik asit çözeltisi eklenerek her iki tüp iyice karıştırılmıştır. Su katılan tüpteki çözelti karışımı spektrofotometrenin sıfırlanması için "kalibrasyon çözeltisi" olarak kullanılmıştır. Spektrofotometre 550 nm. dalga boyuna ayarlandıktan sonra kalibrasyon çözeltisine karşı absorbans değeri sıfırlanmış ve renk geliştirme işlemi tamamlanarak örnek çözeltinin absorbansı (A) okunmuştur. Absorbansı okunan değer formülde yerine konarak HMF hesaplanmıştır (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997; Anonim, 2005).

$$\text{HMF} = A \times 192$$

Burada;

HMF : Hidroksi metil furfural içeriği (mg/kg)

A : Spektrofotometreden okunan optik yoğunluk.

192 : Deneyde oluşan renkli maddenin ekstinksiyon katsayısı ve sonuç için seçilen konsantrasyon birimi hesaba katılarak bulunmuş bir faktör.

### 3.2.1.7. Elektriksel İletkenlik

Bal örneklerinde iletkenlik değerini belirlemek için bal örneklerinde belirlenen kül miktarlarından yararlanılmıştır. Bal örneklerinde belirlenen kül miktarı aşağıdaki formülde yerine konularak iletkenlik değerleri hesaplanmıştır (Anonymous, 1995; Bogdanov ve ark., 1997).

$$\text{Elektriksel İletkenlik} = 0.14 + (1.74 \times \text{bal örneğinde belirlenen kül miktarı})$$

### 3.2.1.8. Protein Analizi

Bal örneğinden 1 g tartılarak Kjeldahl tüpüne konulmuş, üstüne 20 ml % 98' lik sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile 2 adet kjeldahl tableti konulduktan sonra tüpler, Kjeldahl cihazının yaş yakma kısmına yerleştirilmiştir. Cihazın ısıtıcısı çalıştırılarak 410 °C' ye kadar tedrici olarak arttırılarak, sıcaklık 410 °C' de sabit kalacak şekilde tüp içeriği berrak yeşilimsi renk alana kadar ısıtma işlemine devam edilmiştir. İstenilen berrak yeşil renk elde edildikten sonra cihaz kapatılarak, tüpler soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan tüpler 50-60 ml saf su ile sulandırılarak destilasyon makinesinin büyük tüplerine aktarılarak destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Destilasyonda % 40'lık 50 ml NaOH kullanılmıştır. Elde edilen destilatın toplanacağı ve 25 ml % 4'lük borik asit içeren erlen, cihazın toplayıcı kısmına yerleştirilerek destilat 150 ml oluncaya kadar destilasyona devam edilmiştir. Destilasyondan sonra titrasyon işlemine geçilmiştir. Titrasyon, 0.1 N HCl ile yapılmıştır. Titrasyonda harcanan HCl miktarı ml olarak belirlenmiştir. Protein miktarı (%), aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır (Anonymous, 1995).

$$\text{Protein (\%)} = \frac{6.25 \times 14.01 \times 0.1 \times (a - b)}{c} \times 100$$

- a : Titrasyon da harcanan HCl miktarı, ml  
b : Şahit denemede titrasyonda harcanan HCl miktarı, ml  
c : Tartılan örnek miktarı, mg  
0.1 : Kullanılan HCl konsantrasyonu (N)

### 3.2.1.9. Şeker Analizleri

Balda mevcut şekerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Anonim, 2005)'nde belirtildiği şekilde invert şeker ve sakaroz olarak hesaplanmaktadır. Ancak geçen son yüzyıl içinde teknolojinin hızlı gelişmesi, diğer tüm şekerlerinde basit bir şekilde belirlenmesine olanak sağlamıştır. Günümüzde özellikle balda şekerlerin tespiti için HPLC cihazı kullanılmaktadır. Bu çalışmada, balın önemli bir kısmını oluşturan fruktoz, glikoz ve sakaroz miktarının tespiti yapılmıştır. Analizler, HPLC cihazında Bogdanov (2002)'un önerdiği yöntemle göre yapılmıştır. Fruktoz, glikoz ve sakaroz pik alanları cihazda belirlenerek formül ile hesaplanmıştır. İvert şeker değeri, fruktoz ve glikoz şekerlerinin toplamı ile belirlenmiştir. Analizler için öncelikle cihaza standartlar tanıtılmış ve sonrasında bal analizleri yapılmıştır. Analizler hakkında geniş bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### 3.2.1.9.1. Bal Örneklerinin Hazırlanması

Bal örneklerinden 5 g. bir erlen içerisine tartılarak 40 ml saf su ile çözülmüştür. Temiz ve kuru 100 ml'lik bir balon jojeye 25 ml metanol konulmuş ve üzerine çözünen bal solüsyonu ilave edilmiştir. İşaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanarak mavi bantlı filtre kağıdı ile süzümüştür. Süzme işleminden sonra analiz edilinceye kadar 0 °C'de buzdolabında tutulmuştur.

#### 3.2.1.9.2. Şeker Standartların (fruktoz, glikoz ve sakaroz) Hazırlanması

Balda şeker miktarlarını belirlemek amacıyla, yüksek saflıkta fruktoz, glikoz ve sakaroz şeker standartları Merck firmasından temin edilmiş ve 3 farklı konsantrasyonda

hazırlanarak HPLC cihazına verilmiştir. Bunun için Çizelge 3.5’de belirtilen miktarda standartlar hassas bir terazide tartılarak 40 ml ultra saf suda çözülmüştür. Temiz 100 ml’lik bir balon jøjeye 25 ml methanol konularak, çözülmüş standart solüsyonu bu balon jøjeye eklenmiş ve işaret çizgisine kadar yine ultra saf su ile tamamlanmıştır. Bu ana standart solüsyon çözeltisinden seyreltme yapılarak üç farklı konsantrasyon elde edilmiş ve bu konsantrasyonlar analiz öncesinde kalibrasyon kurvesi oluşturmada kullanılmıştır. Hazırlanan standartlar analiz zamanına kadar 0 °C muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.5. Hazırlanan standartların miktarları (g) ve seyreltme miktarları (ml)

Standartlar	Fruktoz	Glikoz	Sakaroz	Toplam ml
1. Standart (Ana stok standardı)	2 g	1.5 g	0.25 g	100 ml
2. Standart (1 seyreltme)	10 ml ana stok std + 10 ml ultra saf su			20 ml
3. Standart (2 seyreltme)	5 ml ana stok + 15 ml ultra saf su			20 ml

### 3.2.1.9.3. HPLC Çalışma Koşulları

Bal örneklerindeki şeker miktarlarını belirlemede SHIMADZU model HPLC cihazı kullanılmıştır. Örneklerdeki şekerleri belirlemede refraktif indeks dedektörü ve EC 250/4 Nükleosil Carbohydrate kolonu kullanılmıştır. HPLC cihazında aşağıdaki koşullar ayarlanarak analizler yapılmıştır.

Akış hızı : 1.3 ml/dak

Mobil faz : Asetonitril: Su (80 ml :20 ml)

Kolon ve dedektör sıcaklığı : 30 °C

Enjekte edilen örnek miktarı : 10 µl

Kolon : 250 mm (uzunluk) x 4.0 mm ( iç çapı) x10 µm (parçacık büyüklüğü)

Standartlar cihaza tanıtıldıktan sonra kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ve sonrasında örnekler cihaza verilerek aşağıdaki eşitlikte değerler yerlerine yerleştirilerek miktar tespiti yapılmıştır.

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

$A_1$  : Bal örneğindeki şekerin cihazda vermiş olduğu pik alanı

$A_2$  : Standart solüsyonunun cihazda vermiş olduğu pik alanı

$V_1$  : Hazırlanan bal örneğinin solüsyon halindeki toplam hacmi (ml)

$V_2$  : Hazırlanan standardın solüsyon halindeki toplam hacmi (ml)

$m_1$  : Tartılan standart miktarı (g)

$m_0$  : Tartılan bal miktarı

### 3.2.2. Element Analizleri

Mineral madde analizinde, yaklaşık 1 g numune teflon kaplar içinde tartılmış ve üzerine 10 ml nitrik asit ilave edildikten sonra kapların ağzı sıkıca kapatılarak MARS 5 CEM model mikro dalga yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Numuneler mikrodalga yardımı ile yakıldıktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Elde edilen ekstraktlar mavi band filtre kağıdı yardımı ile 25 ml balon jöjeye süzülerek ve ölçü ultra saf su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Metal konsantrasyonları ICP-AES (Varian Model-Liberty Series II) cihazında tayin edilmiştir. Her bir element Çizelge 3.6'da belirtilen dalga boyunda ölçümü yapılarak, sonuçlar mg/kg yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır. Her bir elementin numunedeki miktarı, konsantrasyonu belli ICP standartlarından (High-Purity standards ) elde edilen kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.6. Elementlerin ölçümü yapılacak olan dalga boyları (nm)

Elementler	nm	Elementler	nm
Ba	455.403	Mn	257.61
Ca	317.933	Na	588.995
Cd	228.802	Ni	231.604
P	213.618	Pb	220.353
Cr	267.716	Zn	213.856
Cu	324.754	K	766.49
Fe	259.94	Al	396,152
Mg	279.533		

ICP-AES cihazının çalışma koşulları aşağıda belirtilmiştir.

PMT voltajı	: 650 V
Yıkama süresi	: 10 sn
Pompa hızı	: 15 rpm
Dakikadaki gaz akış hızı	: 15 L/dak
Auxillary (yardımcı) gaz akışı	: 1.5 L/dak
Örnek alışı süresi	: 30 sn

### **3.2.3. Kalıntı Analizleri**

#### **3.2.3.1. Veteriner İlaçlarının Tespiti**

Çalışma kapsamında toplanan bal örneklerinde, veteriner ilaçlarından sulfonamid, tetracycline ve streptomycine kalıntıları analiz edilmiştir. Sulfonamid, tetracycline ve streptomycine ilaç kalıntılarının tespitinde Salter (2003), Reybroeck (2003), Münstedt ve ark., (2005) ve Martel ve ark., (2006)'nın analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Veteriner ilaç analizlerinin tespitinde tarama analizi için Charm II 6600/7600 sistemi, miktar tespiti için ise HPLC-DAD-FLOURESAN dedektörleri ve detayları önceden verilen kolonlar kullanılmıştır.

Tüm bal örneklerinde öncelikle Charm II cihazında tarama analizi yapılarak pozitif olan bal örnekleri belirlenmiştir. Charm II cihazına ilk önce sulfonamid, tetracycline ve streptomycine standart çözeltileri okutularak kontrol noktası oluşturulmuş ve belirlenen bu kontrol noktasına göre örneklerde ilaç kalıntısının olup olmadığı tespit edilmiştir. İlaç kalıntısının olduğu bal örnekleri HPLC için hazırlanarak analiz edilmiş ve miktar tespiti yapılmıştır. Örneklerin HPLC'de analiz aşamasında öncelikle standartların verdiği piklerin geliş dakikaları ve pik alanları belirlenerek örneklerdeki miktarı belirlenmiştir.

Çalışmanın Akdeniz Bölgesini temsil eden bal örneklerindeki kalıntı analizleri Dokuz Eylül Üniversitesi İlaç Geliştirme ve Farmakokinetik (ARGE-FAR) laboratuvarında yapılmıştır.

### 3.2.3.1.1. Sulfonamid Grubu İlaç Kalıntılarının Tespiti

#### 3.2.3.1.1.1. Tarama (Charm II) Analizi

Charm II sulfonamid testi, bal içerisindeki sulfo grubu antibiyotiklerinin tespitinde kullanılan hızlı mikrobiyel reseptör testidir. Bu analizin hata payı çok düşük olup kesin sonuç vermektedir. Bu analiz yöntemi ülkemizde özellikle akredite olmuş gıda analiz laboratuvarlarında süt ürünleri ve balda antibiyotik kalıntılarının tespitinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Salter, 2003).

#### **Kullanılan Kimyasal ve Malzemeler**

1. Sulfonamid Test Kitleri
2. Zero Control Standard
3. MSU Multi-Antimicrobial Concentrate Standard
4. Negatif Kontrol
5. Pozitif Kontrol
6. M2 Tamponu
7. MSU Ekstraksiyon Tamponu
8. Yapay Bal Örneği

**Bal Örneklerinin Ekstraksiyonu:** Bal örneğinden 5.0 g bal, 50 ml'lik konik santrifüj tüpünde tartılmıştır. Üzerine 20.0 ml 1 M HCl ilave edilerek tamamen çözülünceye kadar vortekste karıştırılmıştır. Çözelti oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiştir. Çözeltinin pH'ı kontrol edilerek 7.7 - 8.0 değerleri arasında olması sağlanmıştır. Eğer çözeltinin pH'ı 8'den küçükse % 3 ve % 0.3'lük NaOH, büyükse 0.1 M HCl ilave edilerek pH 7.7-8.0'e ayarlanmıştır. Çözeltinin pH'ı ayarlandıktan sonra kağıt filtre yardımıyla filtre edilmiştir. Filtrasyon işleminden sonra örnek, metanol ve su ile aktivasyonu yapılmış varyan C18 kartuşundan geçirilmiştir. Örneğin tamamı kartuştan geçirildikten sonra varyan C18 kartuşuna 1 ml metanol ilave edilerek yavaş yavaş süzümüştür. Filtrat bir kaba toplanarak hava pompası kullanılarak 40-45°C inkübatörde kurutulmuştur. Metanol tamamen uçurulduktan sonra 5 ml Zero Kontrol Standard ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen bu karışım işleme alınmadan önce 10 dakika

buz içerisinde bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda temiz ve kuru bir test tüpünün içine beyaz sulfonamid tableti eklenmiş ve üzerine  $300 \pm 100 \mu\text{l}$  saf su ilave edilmiştir. Tablet çözülünceye kadar vortekste karıştırılmıştır. Beyaz sulfonamid tableti çözüldükten sonra buzda bekletilen numunedan  $5.0 \pm 0.25 \text{ ml}$  ilave edilerek vortekste karıştırılmıştır. Karışıma pembe sulfonamid tablet eklenerek vorteks üzerinde yaklaşık olarak 1 dakika karıştırılmıştır. Örnek tüpü  $85 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  de 3 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyonu takiben 3 dakika süre ile  $3.3 \times 1000 \text{ rpm}$  devirde santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden hemen sonra sıvı kısım dökülerek uzaklaştırılmıştır. Tüpün üst tarafında biriken yağlar pamuklu bir çöp ile temizlendikten sonra,  $300 \pm 100 \mu\text{l}$  su ilave edilerek altta biriken katı kısım tamamen çözülünceye kadar karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra  $3.0 \pm 0.5 \text{ ml}$  scintillation fluid ilave edilerek tüpün kapağı kapatılmış ve homojen bulutsu görünüm elde edilinceye kadar vortekste karıştırılmıştır. Tüp Charm II cihazının bloğuna yerleştirilerek 60 saniyede sulfonamid kanalında cpm değeri okunmuştur. Okunan cpm değeri kontrol noktasından büyükse örnek negatif, küçük yada eşitse pozitif olarak kaydedilmiştir.

### **3.2.3.1.1.2. HPLC Analizi**

#### **Sulfonamid Standardının Cihaza Verilmesi**

Bunun için 10 mg sulfametazin 10 ml'lik balon jodede asetonitril ile sulandırılarak  $1000 \mu\text{l/ml}$  (ppm) ana stok solüsyonu hazırlanmıştır. Bu stok solüsyondan ayrı 1/1000 seyreltme ( $1 \mu\text{l/ml}$ ) yapılarak cihaza enjeksiyon yapılarak standartların çıkış zamanları belirlenmiştir.

Hazırlanan stok solüsyon analizler süresince kadar  $4^\circ\text{C}$  muhafaza edilmiştir. Hazırlanan bu stok solüsyondan  $100 \mu\text{l}$  alınarak mobil faz ile 10 ml'lik balon jodede seyreltilip  $10 \mu\text{l/ml}$ 'lik (1 ppm) ara stok standart solüsyonu hazırlanmıştır. Daha sonra bu ara stok standart solüsyondan  $5 \mu\text{l/L}$  (ppb),  $10 \mu\text{l/L}$  (ppb),  $25 \mu\text{l/L}$  (ppb) ve  $50 \mu\text{l/L}$  (ppb) standart solüsyonları hazırlanarak pik çıkış süreleri belirlenmiştir. Kalibrasyon eğrisi için her solüsyon için 3'er enjeksiyon yapılmıştır. Kalibrasyon eğrisi çizilerek standartların doğruluğu ve cihazın tekrarlı enjeksiyonlardaki performansı test edilmiştir. Bal örneklerinde sulfonamidin cihazda alıkonma süresi (retention times) ve piklerin düzgünlüğü açısından standartların cihazda vermiş oldukları pik alanları not edilerek bal



örneklerinde belirlenen sulfonamidlerin miktar tespitinde kullanılmıştır.

### **Cihaz Çalışma Koşulları**

Akış hızı : 0.7 ml/dak

Süre : 36 dak.

Pickering (Kolon sonrası türevlendirici) koşulları: Kolon ısısı: 45°C, Reaktör ısısı: 45°C

Enjekte edilen örnek miktarı : 70 µl

Flouresan detektör koşulları : Eksitasyon Dalga Boyu: 400

Emisyon Dalga Boyu: 495 nm

Mobil faz koşulları: Mobil Faz A: % 1 Asetik asit, Mobil Faz B: % 80 Asetonitril.

Kolon : C18, 5µ, 150 mm x 4,6 mm (H5 ODS Hichrom), (% 90: 10)

**Bal Örneklerinin Ekstraksiyonu:** Analiz için 5 g olarak tartılan numuneler üzerine % 10'luk TCA'dan 5 ml ilave edilmiştir. Numuneler vorteks yardımı ile çözdürülmüştür. Çözdürülen bal örneği 65 °C de 60 dk su banyosunda asidik hidroliz için bekletilmiştir. Karışımın pH'sı 1 M Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ile 6.5'e ayarlanmıştır. Üzerine 20 ml asetonitril ve 5 ml diklorometan ilave edilerek 15 dk vortekste karıştırılmıştır. Ekstrakta 25 dk süre ile 4000 dakika/devir'de santrifüj işlemi uygulandıktan sonra üst fazdan 23 ml temiz bir balona aktarılmıştır. İçerisine 3.5 ml n-propanol ilave edilerek bir vakum altında uçurulmuştur. Uçurma işleminden sonra numuneye 2 ml mobil faz eklenip vorteks ve ultrasonik banyo yardımı ile numune çözdürülmüştür. Bu solüsyon 0.45 µ filtreden geçirildikten sonra edildikten sonra 70 µl'si HPLC sistemine analiz edilmek üzere enjekte edilmiştir. Örneklerin cihazda vermiş olduğu pik alanları standartlarla karşılaştırılarak miktar olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.3.1.2. Tetracyclinelerin Tespiti**

#### **3.2.3.1.2.1. Tarama (Charm II) Analizi**

Charm II tetracycline testi, bal içerisindeki tetracycline ve oksitetracycline grubu antibiyotiklerinin tespitinde son yıllarda kullanılmaktadır. Tetracycline grubu antibiyotikler için özellikle CHARM, ELİSA ve HPLC cihazları ile yapılmaktadırlar (Salter, 2003; Münstedt ve ark., 2005). Testin yapılması esnasında aşağıda detaylı olarak verilen analiz yolu izlenmiştir.

## **Kullanılan Kimyasal ve Malzemeler**

1. Tetracycline Test Kitleri
2. Zero Control Standard
3. MSU Multi-Antimicrobial Concentrate Standard
4. Negatif Kontrol
5. Yapay Bal Ekstraksiyonu
6. M2 Tamponu
7. MSU Ekstraksiyon Tamponu

**Bal Örneklerinin Ekstraksiyonu:** Falkon tüpleri içersine 1 g bal numunesi tartılarak üzerine 9 ml MSU ekstraksiyon tamponu ilave edilmiştir. Karışım iyice karıştırılarak çözülmüş ve pH değeri ayarlanmıştır. Çözeltinin pH değeri 7.5 den büyükse 0.1 molarlık HCl, küçükse % 3 ve % 0.3'lük NaOH çözeltisi eklenerek pH 7.5'e sabitlenmiştir. Çözeltinin pH'ı ayarlandıktan sonra beyaz tetracycline tableti boş test tüpüne konularak üzerine  $300 \pm 100$  µl su ilave edilmiştir. Karışım 10 saniye tablet parçalanıncaya kadar vortekste karıştırılmıştır. Tablet çözüldükten sonra hazırlanan bal çözeltisinden  $5.0 \pm 0.25$  ml ilave edilmiştir. Bal çözeltisi eklendikten sonra vorteks üzerinde 1 dakika kadar daha karıştırılmıştır. Daha sonra karışımın üzerine turuncu tetracycline tableti ilave edilerek tekrar karıştırılmıştır. Karışım  $35 \pm 1$  °C de 5 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda 5 dakika  $3.3 \times 1000$  rpm santrifüjde santrifüje edilmiştir. Santrifüjden hemen sonra sıvı kısım dökülerek uzaklaştırılmıştır. Tüpün üst kısımlarında oluşan yağ tabakası pamuk bir çöple temizlenmiştir. Tüp içersinde kalan katı kısım üzerine  $300 \pm 100$  µl su ilave edilerek tamamen çözülmünceye kadar vortekste karıştırılmıştır. Karışım üzerine  $3.0 \pm 0.5$  ml Scintillation fluid ilave edilerek kapak kapatılmış ve homojen bulutsu görünüm elde edilinceye kadar vortekste karıştırılmıştır. Tüp Charm II cihazının bloğuna yerleştirilerek 60 saniyede tetracycline kanalında cpm değeri okunmuştur. Okunan cpm değeri kontrol noktasından büyükse örnek negatif, küçük yada eşit bulunmuşsa pozitif olarak kaydedilmiş ve HPLC analizine alınmıştır.

### 3.2.3.1.2.2. HPLC Analizi

Bal örneklerinde tarama analizleri sonucunda belirlenen pozitif bal örneklerinde HPLC ile yapılan doğrulama analizlerinde Wan ve ark., (2005)'in uyguladığı yöntemlerden yararlanılmıştır.

#### Tetracycline Standartlarının Cihaza Verilmesi

10 mg tetracycline 10 ml'lik balon jodede asetonitril ile sulandırılarak 1000 µl/ml (ppm) ana stok solüsyonu hazırlanmıştır. Bu stok solüsyondan ayrı 1/1000 seyreltme (1 µl/ml) yapılmıştır. Hazırlanan bu stok solüsyondan 100 µl alınarak mobil faz solüsyonu ile 10 ml'lik balon jodede seyreltilip 10 µl/ml'lik (1 ppm) ara stok standart solüsyonu hazırlanmıştır. Bu ara stok standart solüsyondan 10 µl/L (ppb), 25 µl/L (ppb), 50 µl/L (ppb), 100 µl/L (ppb) ve 200 µl/L (ppb) standart solüsyonları hazırlanarak pik çıkış süreleri belirlenmiştir.

#### Cihaz Çalışma Koşulları

Akış hızı	: 1.8 ml/dak
Süre	: 11 dak.
Mobil faz	: Asetonitril: Fosforik asit (% 0.001N) (% 16:84) izokratik
Kolon ve dedektör sıcaklığı	: 40 °C
Enjekte edilen örnek miktarı	: 100 µl
Dalga boyu	: 350 nm
Kolon	: C Zorbax Eclipse XDB-C18, 150mm×2.1mm I.D., 5 µm; Agilent Technologies, USA

**Bal Örneklerinin Ekstraksiyonu:** Analiz için 50 g bal örneği, 200 ml % 2'lik sitrik asit tampon çözeltisi ile çözülmüştür. Çözeltinin pH'sı % 2'lik sitrik asit ve % 40'luk NaOH yardımı ile 4.5'e ayarlandıktan sonra üzerine pH'ı 4.5 olan 60 ml fosfat tampon eklenmiştir. Elde edilen bu solüsyon C18 kolonundan saatte 100 ml akış hızında tetracycline kalıntılarının çözeltiden ayrılarak kolona tutulması sağlanmıştır. Kolondan kontrollü olarak su akışı (saatte 150 ml akışı olacak şekilde) yapılarak tetracycline harici maddeler uzaklaştırılmıştır. Sonuçta biriken tetracycline kalıntıları saatte 90 ml akış olacak şekilde % 60'luk yaklaşık 90 ml methanol ile kolondan ayrılmıştır. Elde edilen

bu sıvıdan metanol 40-50 °C’de uzaklaştırılarak elde edilen kuru tetracycline 100 ml su ile çözülmüştür. Daha sonra numune cihaza 0.1 ml kadar enjekte edilmiştir.

### **3.2.3.1.3. Streptomycine Kalıntısının Tespiti**

#### **3.2.3.1.3.1. Tarama (Charm II) Analizi**

Charm II Streptomycine testi, bal içerisindeki streptomycine ve dihidrostreptomycine antibiyotiklerinin tespitinde kullanılan hızlı mikrobiyal reseptör testidir (Salter, 2003). Bu testin yapılmasında aşağıdaki yol izlenmiştir.

#### **Kullanılan Kimyasal ve Malzemeler**

1. Streptomycine Test Kitleri
2. TPNC (Tissue Performance Negative Concentrate)
3. MSU Multi-Antimicrobial Concentrate Standard
4. MSU Ekstraksiyon Tamponu
5. M2 Tamponu
6. Negatif Kontrol
7. Yapay Bal Örnek Ekstraksiyonu

**Örnek Ekstraksiyonu:** Analiz için 10 g bal numunesi, 50 ml’lik konik santrifüj tüpünde tartılmıştır. Üzerine 30 ml MSU ekstraksiyon tamponu ilave edilerek karıştırılmıştır. Çözeltinin pH değeri 7.5’e ayarlanmıştır. Eğer pH değeri düşükse M2 tamponu, yüksekse 0.3 ml (300 µl) 0.1 M HCl, ilave edilerek pH’ın 7.5 olması sağlanmıştır. Çözeltinin pH’ı ayarlandıktan sonra beyaz streptomycine tableti boş ve temiz bir test tüpüne konulmuştur. Üzerine 300±100 µl su ilave edilerek 10 saniye gibi bir süre tablet parçalanıncaya kadar vortekste karıştırılmıştır. Beyaz tablet içeren tüp içerisine hazırlanan bal çözeltisinden 5.0±0.25 ml ilave edilmiştir. Çözelti eklendikten sonra tüpler 35±2 °C de 2 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İki dakikalık sürenin sonunda tüpler inkübatörden alınarak yeşil streptomycine tabletleri eklenmiştir. Tablet eklenen tüpler vorteks üzerinde 10 saniye kadar karıştırılmış ve tekrar 35±2 °C’de 2 dakika inkübe edilmiştir. Tüpler 2 dakikanın sonunda inkübatörden alınarak 5 dakika santifüj cihazında 3.3x1000 rpm’de santrifüj edilmiştir. Santrifüjden hemen sonra sıvı

kısım dökülerek uzaklaştırılmıştır. Tüp kenarında oluşan yağ halkası pamuk bir çöple temizlenmiştir. Altta biriken katı kısım üstüne  $300\pm 100$  µl su ilave edilerek tamamen çözülünceye kadar karıştırılmıştır. Çözeltiye  $3.0\pm 0.5$  ml scintillation fluid ilave edilerek kapak kapatılmış ve homojen bulutsu görünüm elde edilinceye kadar karıştırılmıştır. Bulutsu görünüm elde edilince tüp Charm II cihazının bloğuna yerleştirilerek 60 saniyede streptomycine kanalında cpm değeri okunmuştur. Okunan cpm değeri kontrol noktasından büyükse örnek negatif, küçük ya da eşitse pozitif olarak kaydedilmiştir.

### **3.2.3.1.3.2. HPLC Analizi**

Charm II cihazı ile streptomycine kalıntısı belirlenen bal örnekleri, HPLC’de miktar tespitine alınmıştır. Analizlerin yapılması esnasında Edder ve ark., (1999) ile Bruijnsvoort ve ark. (2004)’nın uyguladığı metodlardan yararlanılmıştır. Analizler hakkında geniş bilgi aşağıda verilmiştir.

### **Sterptomisin Standartlarının Cihaza Verilmesi**

10 mg streptomycine standardı 10 ml’lik balon jodede asetonitril ile sulandırılarak 1000 µl/ml (ppm) ana stok solüsyonu hazırlanmıştır. Bu stok solüsyondan ayrı 1/1000 seyreltme (1 µl/ml) yapılmıştır. Hazırlanan bu stok solüsyondan 100 µl alınarak mobil faz ile 10 ml’lik balon jodede seyreltilip 10 µl/ml’lik(1 ppm) ara stok standart solüsyonu hazırlanmıştır. Bu ara stok standart solüsyondan 10 µl/L(ppb), 25 µl/L (ppb), 50 µl/L (ppb), 100 µl/L (ppb) ve 200 µl/L (ppb) standart solüsyonları hazırlanarak pik çıkış süreleri belirlenmiştir (Eder ve ark., 1999; Bruijnsvoort ve ark., 2004).

### **Cihaz Çalışma Koşulları**

Akış hızı : 0.8 ml/dak

Süre : 18 dak.

Mobil faz : Mobil Faz A: 10 mM Sodyum 1 heptan sulfonat, 1,2 naphthoquinon-4-sulphonic acid, 0.4 mM % 20’lik asetonitril içerisinde, pH: 3.3

Mobil Faz B : Asetonitril ( % 97:3 )

Kolon sonrası türevlendirici koşulları : NaOH 0.2 M, Akış hızı: 0.6 ml/dakika

Reaksiyon sıcaklığı: 55 °C

Kolon ve dedektör sıcaklığı : 40 °C

Enjekte edilen örnek miktarı : 100 µl

Flouresan detektör koşulları: Eksitasyon Dalga Boyu: 260, Emisyon Dalga Boyu: 435 nm

Kolon : Hypersil BDS (100x4 mm, 3 µm)

**Bal Örneklerinin Ekstraksiyonu:** 1.5 g bal örneği, 15 ml ekstraksiyon sıvısında (2 heptasülfonik asit:1 trisodyum fosfat tampon) çözülmüştür. Çözeltinin pH'ı ortofosforik asit ile 2'ye ayarlanmıştır. Çözeltisi pH'ı ayarlandıktan sonra bir falkon tüpe alınarak 4000 devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifülden sonra üstteki kısım SPE kartuşundan geçirilmiştir. İçerisinde 200 mg oktadesil faz bulunan kartuşlar kullanılmadan önce sırasıyla 3 ml metanol, 3 ml su ve 2 ml ekstraksiyon sıvısı ile aktif hale getirilmiştir. Santrifülden alınan sıvı bal çözeltisi aktif hale getirilen kartuşunun içinden 10 dakikada içinde geçirilmiştir. Bu şekilde yavaş akışla tüm streptomycine kalıntılarının kartuşa bağlanması sağlanmıştır.

Sonra kolon 3 ml su ile yıkanarak şekerlerin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Kartuş kurutulduktan sonra ikinci kez 3 ml tert-metilbutilketon ile yıkanarak kurutulmuştur. Kartuş içinden 4 ml metanol geçirilerek kartuşa bağlanmış olan streptomycine kalıntılarının methanole geçmesi sağlanmıştır. Kartuştan geçirilen metanol bir kap içerisine toplanmış ve tüm metanol buharlaşana kadar düşük ısıda tutulmuştur. Metanol buharlaştıktan sonra geriye kalan kalıntılar 2 ml mobil faz ile seyreltilerek cihaza verilmiştir.

### 3.2.3.2. Pestisit Kalıntı Analizi

Çalışma kapsamında toplanan bal örneklerinde, arıcılar tarafından yoğun olarak kullanılan amitraz ve coumaphos aktif maddesi içeren organik fosforlu pestisit kalıntıları analiz edilmiştir. Analizleri yapılması esnasında genel anlamda In-House metodu uygulanmakla birlikte Bogdanov ve ark., (1997); Tsipi ve ark., (1999); Maver ve Poklukar (2003)'in çalışmalarından yararlanılmıştır.

#### **Amitraz ve Coumaphos Standartlarının Hazırlanması**

Amitraz ve Coumaphos standartlarından 10 mg tartılarak ayrı ayrı 10 ml'lik balon jodelerde hekzan ile sulandırılarak 1000 µl/ml (ppm) ana stok solüsyonu hazırlanmıştır. Bu stok solüsyondan ayrı 1/1000 seyreltme (1 µl/ml) yapılmıştır.

Hazırlanan bu stok solüsyondan 100 µl alınarak asetonitril ile 10 ml'lik balon jodede seyreltilip 10 µl/ml'lik (1 ppm) ara stok standart solüsyonu hazırlanmıştır. Bu ara stok standart solüsyondan 5 µl/L (ppb), 10 µl/L (ppb), 25 µl/L (ppb), 50 µl/L, 100 µl/L (ppb) ve 200 µl/L standart solüsyonları hazırlanarak GC-MS cihazındaki pik alanları belirlenmiştir.

**Bal Örneklerinin Ekstraksiyonu:** Analiz için 5 g bal, 10 ml ultrasaf su ile ultrasonik banyo içerisinde çözülmüştür. Çözelti 250 ml'lik ayırma hunisi içerisine aktarılmış ve üzerine sodyum sülfat ile doyurulmuş 10 ml ultra saf su eklenmiştir. Karışımın üzerine 10 ml n-hekzan-dietil eter (50:50) karışımı eklenerek, 2 dakika süreyle çalkalanarak karıştırılmıştır. Elde edilen karışım 2 saat bekletilerek faz ayrımı sağlanmıştır. İki saat sonunda alt tarafta oluşan su fazı diğer bir huniye alınarak aynı işlemler tekrarlanarak, tüm pestisitlerin organik faza geçmesi sağlanmıştır. Organik faz toplanarak huniler aseton ile yıkanmıştır. Elde edilen organik faz sodyum sülfat ile 2 ml'ye konsantre edilmiştir. Elde edilen bu ekstraktların mümkün olan en kısa zamanda GC-MS'de analizi yapılmıştır. Pestisitler GC-M ile tespit edilerek miktar tespiti yapılmıştır.

#### Gaz Kromatografisi Çalışma Koşulları

Dedektör	: Mass
Analiz süresi	: 31 dakika
Kolon sıcaklığı	: (40 °C'de 1 dakika bekle, 8 °C'/dak 250 °C'ye yükselt, 250 °C'de 5 dak.)
Enjektör sıcaklığı	: 300 °C
Taşıyıcı gaz	: Helyum
Akış hızı	: 1 ml /dak
Split	: splitless
Enjeksiyon hacmi	: 1 µl
Kolon	: HP5 –MS kapiller kolon

#### 3.2.3.3. Naftalin Analizi

Naftalin analizi MKÜ FAM (Fen Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi) laboratuvarında GC-MS ve ona bağlı headspace ile yapılmıştır. Naftalin analizlerinde

Castle ve ark., (2004), Sakata ve ark. (2005)'nin bildirişlerinden yararlanılmıştır.

Bal örnekleri laboratuvar şartlarında bulunabilecek uçucu maddelerden uzak koşullar altında temiz bir ortamda analiz edilmiştir. Analiz için 5 g bal numunesi, 15 ml kapasiteli headspace viyallerine tartılarak 45 dakika 90 °C sıcaklıkta bekletilmiştir. Isıtmayı takiben bekletilmeden hemen headspace numune yerlerine yerleştirilerek analiz edilmiştir. Headspace ve GC-MS koşulları aşağıda verilmiştir.

### **Headspace Çalışma Koşulları**

Sıcaklık Ayarı:

Fırın Sıcaklığı	: 80 °C
Enjeksiyon Ünitesi	: 90 °C
Transfer Line	: 100 °C

Analiz Süresi:

GC- Cycle time	: 45 dak.
Vial Eq. Time	: 30.25 dak.
Pres Time	: 0.05 dak.
Loop Till Time	: 0.02 dak.
Loop eq. Time	: 0.5 dak.
İnjection Time	: 0.5 dak.

### **GC-MS Çalışma Koşulları**

Dedektör	: Mass Selective Dedector (MSD)
Analiz Süresi	: 32 dak.
Kolon Sıcaklığı	: 40 °C'de 3 dakika bekle, 8 °C'/dak 150 °C program, 150 °C'de 10 dak bekle
Enjektör Sıcaklığı	: 300 °C
Taşıyıcı Gaz	: Helyum
Akış Hızı	: 1 ml /dak
Split	: splitless
Enjeksiyon Hacmi	: 1 µl
Kolon	: HP5 –MS kapiller kolon



### 3.2.4. Polen Analizi

Çalışma kapsamında Türkiye'nin 7 bölgesinden toplanan bal örneklerinin temsil ettiği balın bitkisel orijinini belirlemek amacıyla, Maurizio (1951)'nin önerdiği yöntem kullanılarak, mikroskop yardımıyla bal örneklerindeki polenlere bakılarak kaynak teşkil eden dominant nektarlı bitkiler belirlenmiştir. Bunun için ilk önce 10 g bal numunesi, 20 ml ılık suda çözülerek 2500 devirli santrifüj cihazında 10 dakika santrifüj edilmiştir. Üstteki kısım dökülerek altta kalan polen ve diğer tortular daha küçük bir tüpe alınmıştır. Üzerine yeniden 10 ml su eklenerek ikinci bir kez 5 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Bu sürenin sonunda üstteki su dökülerek oluşan çökelti bir lam üzerine alınmıştır. 35-40 °C bir ortamda bekletilerek lam üzerindeki suyun uçması sağlanmıştır. Lam üzerinde kuru halde kalan polenler üzerine 1 damla gliserin damlatılarak üzerine lamel kapatılmıştır. Bu şekilde hazırlandıktan sonra sayımları yapılarak resimleri çekilmiş ve polen atlaslarındaki polenlerle karşılaştırılmıştır. Çalışmada polenin orijini belirleme ve polen sayımı yapılarak, baldaki dominant polen sayısı ile balın orijinini ne oranda temsil ettiği belirlenmiştir (Louveaux ve ark., 1978).

### 3.2.5. İstatistik Analizler

Çalışmada Türkiye'nin 7 coğrafik bölgesinden alınan bal örnekleri verilerinin istatistik analizlerinde SPSS 13.0 programı kullanılmıştır. Grafikler ise Microsoft Excell programında yapılmıştır. Ülke genelinde arıcılardan alınan bal örneklerinin istatistik analizleri, 3 seviyeli iç-içe sınıflama analiz modeline, marketlerden alınan firma bal örnekleri ise tesadüf farselleri deneme planına göre yapılmıştır. Üç seviyeli iç-içe sınıflama analize ait matematik model aşağıda belirtilmiştir.

$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_{(j)i} + \gamma_{k(j,i)} + e_{ijkl}$  şeklindedir. Burada;

$Y_{ijkl}$  = i'inci bölge içerisinde, j'inci il içerisindeki k'ıncı arıcıya ait l'inci gözlem değeri

$\alpha_i$  = i'inci bölgenin etkisi

$\beta_{(j)i}$  = i'inci bölge içerisinde sınıflanan j'inci ilin etkisi.

$\gamma_{k(j,i)}$  = i'inci bölge içerisindeki j'inci il içerisindeki k'ıncı arısının etkisi.

$e_{ijkl}$  = Tesadüfi hata

## **5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

Çalışmada Türkiye'nin 7 coğrafik bölgesinin 40 ilinden, 200 arı yetiştiricisinden 3 tekerrürlü olmak üzere toplam 600 bal örneği ile aktif olarak faaliyet gösteren 10 adet firmadan bal örnekleri alınarak analizleri yapılmış ve sonuçlar bölgeler düzeyinde verilmiştir.

Sonuçlar bölgeler, iller ve arıcılar olmak üzere iç içe üç seviyeli deneme modelinde incelenmiş ve istatistiki analizler iç içe üç seviyeli analiz modeline göre yapılmıştır. Elde edilen ortalamalar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiki analizler sonucunda aynı veya birbirine yakın olan iller aynı harflerle, farklı olanlar ise farklı harflerle adlandırılmıştır. Firma balları ise tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilerek, ortalamalar aynı şekilde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır.

Bunun yanında çalışma sonucunda tespit edilen biyokimyasal bileşen değerleri, Türk Gıda Kodeksi, Avrupa Birliği ve FAO/WHO Kodeks standartları ile karşılaştırılmış, Türk Gıda Kodeksine uygun olanlar T, FAO/WHO Kodeksine uygun olanlar C, Avrupa Birliği standartlarına uygun olanlar A ve tümüne uygun olanlar ise TCA harfleri ile bölgelerdeki sonuç çizelgeleri içerisinde belirtilmiştir.

### **5.1. Akdeniz Bölgesi**

#### **5.1.1. Akdeniz Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları**

Akdeniz Bölgesinde Hatay, Adana, Mersin, Antalya ve Kahramanmaraş illerinden toplanan toplam 84 bal örneğinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz miktarı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

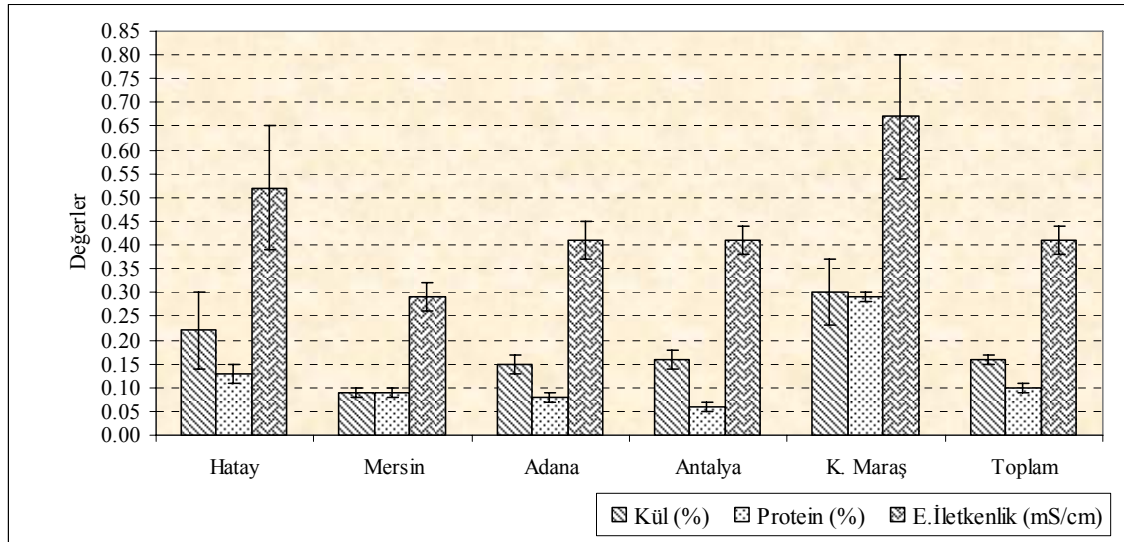
İller		Kül (%)	Nem (%)	pH	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Hatay N : 6	Ortalama	0.22±0.08 TCA bc	17.58±0.11 TCA a	3.59±0.04 d	16.45±3.11 TCA b	26.20±5.50 TCA e	5.25±0.74 TCA b	0.52±0.13 TCA bc	0.13±0.02 c	42.08±0.71 bc	31.17±2.09 b	73.25±1.38 TCA b	0.74±0.49 TCA a
	En az	0.05	17.10	3.47	9.05	13.90	3.07	0.22	0.06	41.37	29.09	71.87	0.25
	En çok	0.45	17.80	3.69	25.80	38.50	7.30	0.93	0.21	42.78	33.26	74.63	1.23
Mersin N: 24	Ortalama	0.09±0.01 TCA a	20.62±0.14 T d	3.33±0.02 a	14.58±0.98 TCA a	15.14±1.49 TCA c	4.59±0.98 TCA ab	0.29±0.03 TCA a	0.09±0.01 b	41.72±0.64 cd	32.98±0.71 b	74.70±0.97 TCA bc	1.61±0.15 TCA b
	En az	0.00	19.30	3.10	10.80	2.50	0.25	0.14	0.01	39.23	29.58	69.41	0.87
	En çok	0.26	21.70	3.48	26.90	23.00	19.97	0.59	0.18	43.83	35.91	77.82	2.34
Adana N : 27	Ortalama	0.15±0.02 TCA ab	20.97±0.34 T e	3.39±0.02 b	14.58±0.40 TCA a	25.24±1.66 TCA d	3.24±0.72 TCA a	0.41±0.04 TCA ab	0.08±0.01 ab	40.39±0.73 b	33.29±1.36 b	73.68±1.30 TCA b	1.89±0.16 TCA c
	En az	0.06	18.40	3.28	10.70	10.90	0.58	0.25	0.01	37.37	28.47	68.70	0.79
	En çok	0.68	25.30	3.62	17.60	38.50	13.63	1.33	0.22	44.16	41.87	79.44	2.45
Antalya N : 18	Ortalama	0.16±0.02 TCA ab	19.61±0.45 TCA c	3.49±0.04 c	15.60±0.54 TCA a	14.46±0.92 TCA b	7.02±0.98 TCA c	0.41±0.03 TCA ab	0.06±0.01 a	42.40±1.26 d	32.53±1.52 b	74.93±1.06 TCA c	1.78±0.21 TCA bc
	En az	0.00	16.80	3.31	11.70	8.30	1.34	0.14	0.02	38.00	27.12	72.30	0.94
	En çok	0.27	22.80	3.79	19.05	17.90	14.02	0.61	0.11	47.24	36.63	79.41	2.44
K. Maraş N : 9	Ortalama	0.30±0.07 TCA c	18.93±0.06 TCA b	3.60±0.14 d	32.68±0.83 TCA c	12.57±0.53 TCA a	12.99±2.09 TCA d	0.67±0.13 TCA c	0.29±0.01 d	37.55±0.89 a	31.20±0.97 a	68.75±1.46 TCA a	2.03±0.27 TCA c
	En az	0.07	18.70	3.17	29.50	10.90	3.65	0.26	0.24	36.49	29.42	65.91	1.52
	En çok	0.75	19.20	4.13	36.55	13.90	19.58	1.44	0.34	39.32	32.76	70.72	2.40
Toplam N : 84	Ortalama	0.16±0.01 TCA	20.12±0.19 T	3.43±0.02	16.87±0.72 TCA	18.76±0.99 TCA	5.63±0.57 TCA	0.41±0.03 TCA	0.10±0.01	41.02±0.48	32.66±0.59	73.68±0.65	1.72±0.10 TCA
	En az	0.00	16.80	3.10	9.05	2.50	0.25	0.14	0.01	36.49	27.12	65.91	0.25
	En çok	0.75	25.30	4.13	36.55	38.50	19.97	1.44	0.34	47.24	41.87	79.44	2.45
TGK Bal Tebliği	≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS	≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
AB	≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

### 5.1.1.1. Kül Miktarı

Akdeniz Bölgesinde toplam 5 ilden toplanan toplam 84 bal örneğinde yapılan analizler sonucunda, kül değerlerinin % 0.00 ile % 0.75 arasında değiştiği, ortalama %  $0.16 \pm 0.01$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Tüm örneklerden elde edilen ortalama kül değeri FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksine çiçek balı için % 0.6 ve salgı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür. Kül değeri baldaki mineral madde içeriğini temsil etmekte ve koyu renkli ballarda daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Ancak Akdeniz Bölgesinde Hatay, Kahramanmaraş, Adana, Mersin ve Antalya'dan alınan numunelerin % 85.7'nin narenciye balını temsil ettiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Dolayısı ile bölge genelinde belirlenen kül miktarları çiçek balı için bildirilen standartlara uygun bulunmuştur.

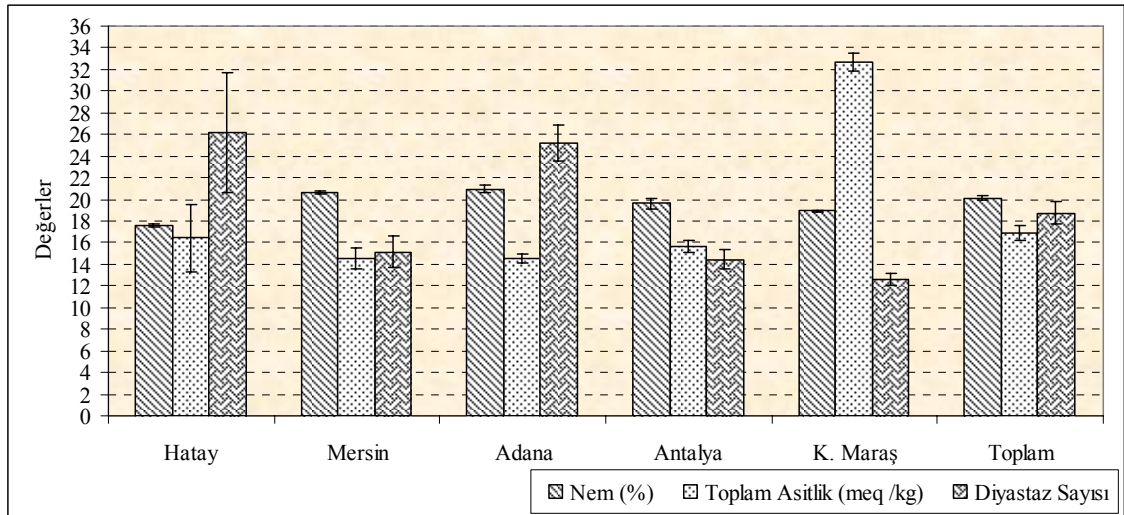
Akdeniz Bölgesinden elde edilen kül verilerinin istatistiki değerlendirmeleri sonucunda bölgedeki illerden toplanan bal örneklerinin ortalamaları arasında, her il içerisindeki arıcılardan toplanan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).



Şekil 4.1. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

### 5.1.1.2. Nem Miktarı

Akdeniz Bölgesinden alınan bal numunelerinde yapılan analizler sonucunda nem oranları % 16.80 ile % 25.30 arasında, ortalama %  $20.12 \pm 0.19$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.2). Bal örneklerinde elde edilen ortalama nem oranları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarının belirlemiş olduğu % 20'lik sınırın üzerinde bulunmuştur. Limitlerin üzerinde tespit edilen tüm balların narenciye balı olduğu yapılan polen analizleri ile belirlenmiştir. Akdeniz Bölgesinde mayıs ayı içerisinde alınmış olan numunelerin erken hasattan dolayı yüksek nem oranına sahip olduğu tahmin edilmektedir. Bilindiği gibi petek yüzeyinin 1/2-2/3'ü sırlanmadan hasat edilen balların su oranının yüksek olmasına, dolayısı ile fermantasyon ve erken kristalleşmeye sebep olmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2003; Doğaroğlu, 1999).



Şekil 4.2. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Çalışma sonucunda elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.1.1.3. pH Değeri

Çalışmada Akdeniz Bölgesindeki bal örneklerinde elde edilen pH değerleri 3.10

ile 4.13 arasında ortalama  $3.43 \pm 0.02$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.3). Elde edilen pH değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **5.1.1.4. Asitlik Miktarı**

Çalışmada Akdeniz Bölgesinden toplanan bal örneklerine ait asitlik değerleri  $09.05 \text{ meq kg}^{-1}$  ile  $36.55 \text{ meq kg}^{-1}$  arasında ortalama  $16.87 \pm 0.72 \text{ meq kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.2). Elde edilen bu ortalama değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salgı balı için belirtilen  $\leq 50 \text{ meq kg}^{-1}$  değeri ile karşılaştırıldığı zaman bu değere uyumlu olduğu saptanmıştır.

Elde edilen asit içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

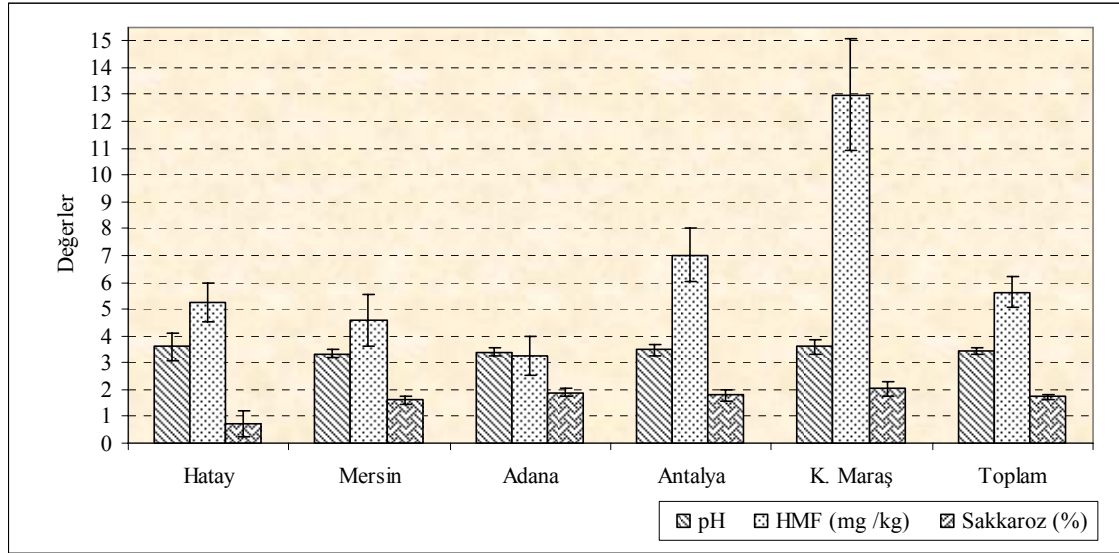
#### **5.1.1.5. Diyastaz Sayısı**

Akdeniz Bölgesinden toplanan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda; diyastaz sayısının 2.50 ile 38.50 arasında değiştiği ve ortalama  $18.76 \pm 0.99$  olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.2). Çalışmada bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen diyastaz sayısı ile ilgili sonuçlar FAO/Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2005) ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en düşük limit olan 8'den yüksek bulunmuştur. Özellikle Hatay ilinden alınan püren balı örneğinde diyastaz sayısı yüksek (38.50) bulunmuştur. Balda diyastazın düşük oranda bulunması istenmeyen bir durum olmakla birlikte, yüksek diyastaz miktarının da balda asit oluşumuna ve dolayısı ile fermentasyona sebep olması açısından sakınca yaratmaktadır (Crane, 1975).

Çalışma sonucunda belirlenen diyastaz sayısının istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.1.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı

Araştırmada, Akdeniz Bölgesindeki bal örneklerindeki HMF değerlerinin; 0.25 (mg kg<sup>-1</sup> ile 19.97 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, ortalama 5.63±0.57 mg kg<sup>-1</sup> olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1, Şekil 4.3). Belirlenen bu ortalama değer, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (≤ 40 mg kg<sup>-1</sup>), Avrupa Birliği standardı (≤40 mg kg<sup>-1</sup>) ve Kodeks (≤80 mg kg<sup>-1</sup>) standartlarının belirlemiş oldukları limitlere uygun bulunmuştur. HMF değeri, balların uzun süre ve yüksek sıcaklıkta ısıtılması ya da depolanmış olması durumunda yükseldiği bilinmektedir. Doğaroğlu (1999), 5 gün boyunca 45 °C'de tutulan balların HMF değerinin normalden iki kat, 63 °C'de 30 dk. bekletilen balların HMF değerlerinin ise normalden üç kat fazla olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.3. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değeri

Çalışma sonucunda belirlenen HMF değerlerinin, istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli (P<0.05), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur (P<0.01).

### 5.1.1.7. Elektriksel İletkenlik

Çalışma sonucunda Akdeniz Bölgesinden alınan örneklerde belirlenen % kül miktarına ait verilerin hesaplanmasıyla elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri 0.14

mS cm<sup>-1</sup> ile 1.44 mS cm<sup>-1</sup> arasında ve ortalama 0.41±0.03 mS cm<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarına göre elektriksel iletkenliğin; çiçek ballarında ≤ 0.8 mS cm<sup>-1</sup>, salgı ve kestane ballarında ise ≥ 0.8 mS cm<sup>-1</sup> olması gerekmektedir. Polen analizleri sonucunda bal örneklerinin dahil edildiği sınıf olan çiçek balları için belirlenmiş olan ≤ 0.8 mS cm<sup>-1</sup> limit sınırının altında bulunmuştur.

Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerine uygulanan istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur (P<0.01).

#### **5.1.1.8. Protein Miktarı**

Akdeniz Bölgesinden toplanan bal örneklerinde belirlenen protein oranının % 0.01 ile % 0.34 arasında değiştiği ve ortalama % 0.10±0.01 olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1, Şekil 4.2). Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerine uygulanan istatistiki analizler sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde (P<0.01), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur (P<0.05).

#### **5.1.1.9. Fruktoz Miktarı**

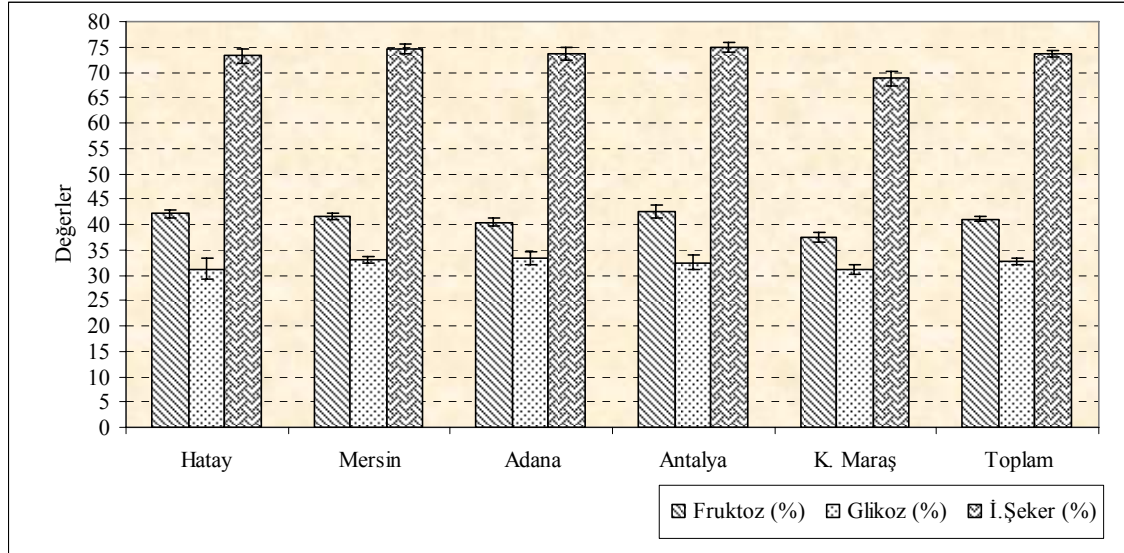
Araştırmada Akdeniz Bölgesinin toplam 5 ilinden toplanan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda; fruktoz değerlerinin % 36.49 ile % 47.24 arasında ortalama % 41.02±0.48 olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1, Şekil 4.4). İstatistiki analizler sonucunda, Akdeniz Bölgesinde belirlenen fruktoz değerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli (P<0.05), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur (P<0.01).

#### **5.1.1.10. Glikoz Miktarı**

Akdeniz Bölgesinin toplam 5 ilinden alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda; glikoz değerinin % 27.12 ile % 41.87 arasında, ortalama % 32.66±0.59 olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1, Şekil 4.4). İstatistiki analizler



sonucunda, tespit edilen glikoz değerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).



Şekil 4.4. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değeri

#### 5.1.1.11. İvert Şeker Miktarı

Araştırmada Akdeniz Bölgesinde toplam 5 ilden alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda; invert şeker değerleri % 65.91 ile % 79.44 arasında ortalama %  $73.68 \pm 0.65$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1, Şekil 4.4). Elde edilen invert şeker değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\geq 60$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)), Avrupa Birliği ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)) ve Kodeks ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 60$  (S B)) standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

İstatistiksel analizler sonucunda, tespit edilen invert şeker değerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemsiz ( $P>0.05$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 5.1.1.12. Sakaroz Miktarı

Araştırma sonucunda Akdeniz Bölgesi bal örneklerine ait sakaroz değerinin % 0.25 ile % 2.45 arasında değiştiği ve ortalama %  $1.72 \pm 0.10$  olduğu belirlenmiştir

(Çizelge 4.1, Şekil 4.3). Analiz sonucunda elde edilen sakaroz değerlerinin çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiğini belirten Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiki analizleri sonucunda, tespit edilen sakaroz değerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.1.2. Element Analizleri

Araştırma kapsamında Akdeniz Bölgesinden toplanan 84 bal örneğinde, ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Al, Pb ve Zn mineral maddelerden ise Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P analizleri yapılarak, analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ağır metallere Cd değerinin Mersin, Adana ve Antalya illerinden toplanan bal örneklerinde belirlenmediği, Kahramanmaraş ve Hatay illerindeki bal örneklerinde ise  $0.01 \pm 0.00$  ppm düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Balda Cd için belirlenmiş bir standarda rastlanmadığı, ancak gıdalarda bulunmaması gereken bir madde olması nedeniyle Hatay ve Kahramanmaraş illeri bal örneklerinde bu metalin düşük düzeyde çıkmış olmasının güvenlik açısından sakıncalı olduğunu göstermektedir.

Bakır içeriği, en düşük Kahramanmaraş ili örneklerinde ortalama  $0.05 \pm 0.03$ , en yüksek değer ise Adana ili örneklerinde  $0.56 \pm 0.04$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Demir içeriği bakımından en düşük değerin  $1.67 \pm 0.08$  ile Kahramanmaraş ili bal örneklerinde, en yüksek değerin ise  $13.03 \pm 1.78$  ile Mersin ili bal örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Mersin ili bal örneklerinin Fe içeriğini  $4.98 \pm 1.50$  ile Adana ilinin takip etmesi bu bölgede yoğun bir sanayi faaliyetinin olması ve nektarın bu sanayii atıklarıyla kirlendiğinin bir göstergesi olduğunu ortaya koymaktadır. Demir içeriği ile ilgili veriler incelendiğinde Mersin ilinden alınan bal örneklerinin Fe bakımından en riskli olduğu görülmektedir.

Kurşun içeriği ile ilgili sonuçlara bakıldığında en düşük değerin Kahramanmaraş ilinden toplanan örneklerde  $0.47 \pm 0.23$  olduğu, en yüksek değerin ise  $1.00 \pm 0.05$  ile Mersin ilinden alınan bal örneklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Benzer şekilde Pb içeriği bakımından Mersin ilindeki bal örneklerini, ortalama  $0.76 \pm 0.03$

değeri ile Adana ilinden alınan bal örnekleri takip etmektedir (Çizelge 4.2). Aynı şekilde bal örneklerinde sanayi atıklarından kaynaklanan Pb miktarında da bir artış görülmektedir.

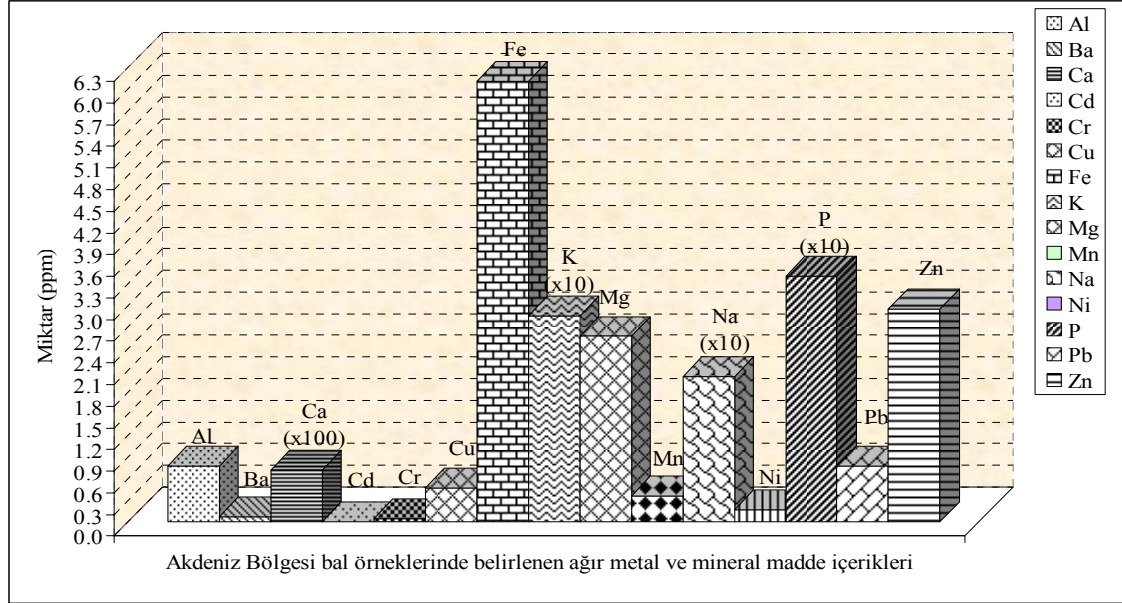
Bal örneklerinin Zn içeriği ile ilgili analiz sonucunda iller arasındaki en düşük ortalama değerin  $1.58 \pm 0.12$  ile Kahramanmaraş iline ait bal örneklerinde, en yüksek değerin ise  $3.72 \pm 0.42$  olarak Mersin iline ait örneklerinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2). Mersin iline ait örnekleri ortalama  $3.20 \pm 0.44$  Zn içeriği ile Adana iline ait bal örnekleri takip etmektedir.

Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen Cr içeriğinin en düşük Kahramanmaraş iline ait bal örneklerinde  $0.01 \pm 0.01$  ppm, en yüksek değeri ise  $0.04 \pm 0.01$  Cr içeriği ile Mersin ve Adana illerine ait bal örnekleri takip etmektedir. Nikel içeriği bakımından bal örneklerinde en düşük değer  $0.04 \pm 0.01$  ppm ile Antalya iline ait örneklerde, en yüksek değer ise  $0.30 \pm 0.17$  ppm ile Mersin iline ait örneklerinde olduğu belirlenmiştir.

Akdeniz Bölgesine genel anlamda bakıldığında Türkiye’de sanayi alanında önemli bir yere sahip olan Adana ve Mersin illerine ait bal örneklerinde ağır metal içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bal arısı gerek havada nektar uçuşları yaparken ve gerekse bitkilerden aldığı nektar ve polenle bulaşık bu metalleri koloniye taşımakta ve baldaki kalıntı oranlarını artırmaktadır. Dolayısı ile özellikle fabrika bacalarından çıkan dumanlar havada bal arılarına kontamine olmakta ve dolaylı yollardan da ballara bulaşabilmektedir. Havaya bu şekilde karışan ağır metaller atmosferden arıların kılları üzerinde, polen, su, nektar veya salgı balları ile kovana taşınabilmektedir (Porrini ve ark., 2003). Çalışmada bulunan tüm sonuçlar FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği tarafından bildirilen limit değerleri arasında bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bal örnekleri arasında belirlenen en fazla Fe, Pb, Zn, Ni ve Cr miktarı Mersin iline ait bal örneklerinde sırasıyla  $13.03 \pm 1.78$ ,  $1.00 \pm 0.05$  ve  $3.72 \pm 0.42$ ,  $0.30 \pm 0.17$ ,  $0.04 \pm 0.01$  ppm olarak tespit edilmiştir. En yüksek Al içeriği ise Antalya ili bal örneklerinde  $1.51 \pm 0.32$  ppm olarak belirlenmiştir.

Mineral madde bakımından Akdeniz Bölgesinde alınan bal örneklerinde belirlenen en yüksek Ba, Ca, K ve P içerikleri Kahramanmaraş ili örneklerinde sırasıyla  $0.13 \pm 0.05$  ppm,  $99.39 \pm 27.27$  ppm,  $397.73 \pm 80.22$  ppm,  $45.59 \pm 4.57$  ppm; Mg ve Mn ve

Na içerikleri Mersin ili örneklerinde sırasıyla  $39.08 \pm 4.51$  ppm,  $0.70 \pm 0.30$  ppm ve  $29.59 \pm 4.65$  ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).



Şekil 4.5. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri

Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde mineral madde analiz sonuçları üzerinde yapılan istatistiki değerlendirmede; Cd, Cr, Mn, Ni içerikleri bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farklarının önemsiz olduğu görülmüştür ( $P > 0.05$ ). Cu içeriğine bakıldığında ise sadece bölgedeki iller arasında farkın önemli olduğu ( $P < 0.01$ ), Al, Ba, Ca, K, Na, P ve Zn elementlerinde de bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkın önemsiz ( $P > 0.05$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkın ise önemli olduğu görülmüştür ( $P < 0.01$ ).

Bunun yanında Fe elementi için elde edilen analiz sonuçları illerden alınan bal örnekleri arasında önemli, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasında ise % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Mg içeriği illerden alınan bal örnekleri arasında % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasında ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

Kurşun içeriği illerden alınan bal örnekleri arasında % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasında ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

Çizelge 4.2. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Hatay N: 6	Ort.	0.32±0.08 a	0.05±0.01 a	50.33±8.50 a	0.01±0.00 b	0.03±0.01 a	0.34±0.10 b	2.50±0.31 a	266.43±56.35 a	29.40±9.38 b	0.15±0.05 a	20.61±9.69 ab	0.08±0.03 a	25.18±2.39 a	0.61±0.14 ab	1.78±0.37 ab
	En az	0.14	0.02	29.82	0.00	0.00	0.00	1.48	144.32	0.00	0.01	0.00	0.01	19.15	0.19	0.55
	En çok	0.56	0.09	78.30	0.02	0.05	0.59	3.31	484.23	56.23	0.32	67.06	0.19	32.10	1.07	2.64
Mersin N: 24	Ortalama	0.73±0.09 bc	0.07±0.01 a	78.02±7.90 c	0.00±0.00 ab	0.04±0.01 a	0.51±0.08 b	13.03±1.78 b	250.15±20.81 a	39.08±4.51 b	0.70±0.30 a	29.59±4.65 b	0.30±0.17 a	34.67±2.27 c	1.00±0.05 c	3.72±0.42 c
	En az	0.11	0.02	32.46	0.00	0.00	0.00	1.43	2.76	0.00	0.00	0.00	0.00	19.15	0.60	0.15
	En çok	1.69	0.19	169.60	0.03	0.16	2.30	43.69	490.18	92.78	7.51	87.53	4.08	56.88	1.52	7.34
Adana N: 27	Ortalama	0.40±0.06 ab	0.06±0.01 a	64.10±3.69 b	0.00±0.00 a	0.04±0.01 a	0.56±0.04 b	4.98±1.50 a	265.79±22.27 a	16.70±3.75 a	0.17±0.05 a	11.43±2.21 a	0.11±0.07 a	30.96±1.18 b	0.76±0.03 b	3.20±0.44 bc
	En az	0.03	0.02	27.35	0.00	0.00	0.29	0.85	118.36	0.00	0.00	0.00	0.00	17.23	0.34	1.09
	En çok	1.20	0.12	99.34	0.01	0.14	1.39	33.43	576.71	69.60	0.84	39.90	1.41	43.13	1.10	10.36
Antalya N: 18	Ortalama	1.51±0.32 d	0.05±0.00 a	64.60±4.45 b	0.00±0.00 ab	0.03±0.01 a	0.47±0.04 b	1.95±0.15 a	309.53±23.66 a	16.22±2.36 a	0.150.04± a	19.69±5.20 ab	0.04±0.01 a	34.60±2.13 c	0.69±0.08 ab	2.58±0.53 abc
	En az	0.00	0.02	40.74	0.00	0.00	0.12	0.74	189.47	4.07	0.00	0.00	0.00	25.28	0.14	0.14
	En çok	4.02	0.08	99.17	0.02	0.17	0.68	3.03	450.32	36.50	0.75	75.94	0.16	54.43	1.42	9.55
K.Maraş N: 9	Ortalama	0.81±0.26 c	0.13±0.05 b	99.39±27.27 d	0.01±0.00 ab	0.01±0.01 a	0.05±0.03 a	1.67±0.08 a	397.73±80.22 b	33.02±4.49 b	0.54±0.08 a	20.98±3.20 ab	0.16±0.03 a	45.59±4.57 d	0.47±0.23 a	1.58±0.12 a
	En az	0.04	0.02	31.23	0.00	0.00	0.00	1.22	124.41	19.86	0.34	11.24	0.07	32.43	0.00	1.22
	En çok	1.93	0.51	216.44	0.03	0.07	0.20	2.01	687.41	52.89	0.91	37.20	0.28	66.18	2.17	2.14
Toplam N: 84	Ortalama	0.77±0.09	0.07±0.01	70.98±4.13	0.00±0.00	0.04±0.01	0.46±0.03	6.10±0.85	284.88±14.59	25.65±2.26	0.35±0.09	20.07±2.12	0.16±0.06	33.96±1.12	0.77±0.04	2.94±0.23
	En az	0.00	0.02	27.35	0.00	0.00	0.00	0.74	2.76	0.00	0.00	1.68	0.00	17.23	0.00	0.15
	En çok	4.02	0.51	216.44	0.03	0.17	2.30	43.69	687.41	92.78	7.51	87.53	4.08	66.18	2.17	10.36
Kodeks				-		0.1-5.0	1.5-15								0.1-2.0	≤5
TGKBT				≤0.1		≤2.0	-								≤1.0	≤5

### 5.1.3. Kalıntı Analizleri

Akdeniz Bölgesi kapsamında bal örneklerinde yapılan kalıntı analizleri sonucunda özellikle sülfonamid kalıntılarının olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3). Çizelge 4.3’de analizi yapılan ve limitlerinin üzerinde kalıntı tespit edilen bal örneklerindeki sonuçlar gösterilmiştir.

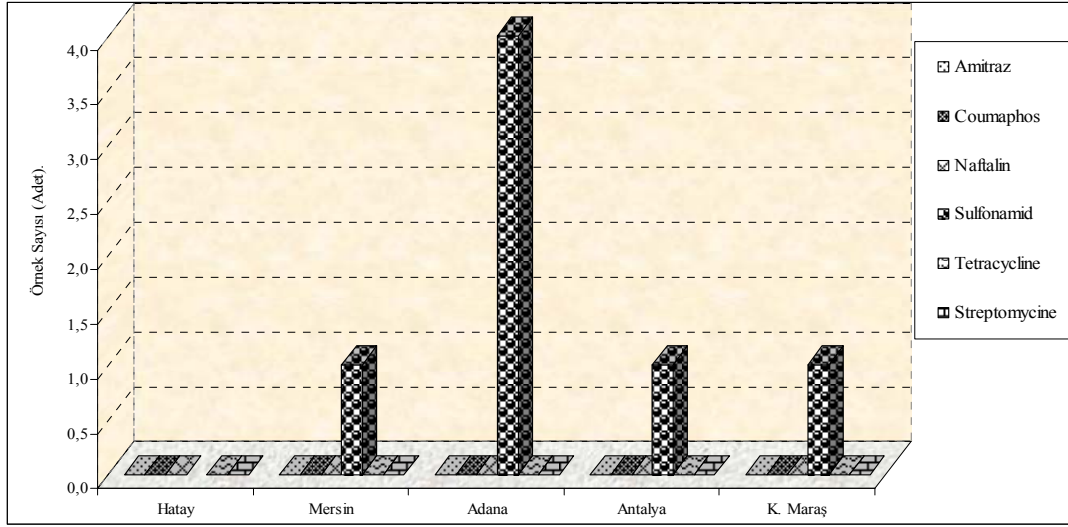
Çizelge 4.3. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları

Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazin Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
5	Mersin 3	-	0.076 mg/kg	-	-	-	-
12	Adana 2	-	0.027 mg/kg	-	-	-	-
14	Adana 4	-	0.409 mg/kg	-	-	-	-
15	Adana 5	-	0.467 mg/kg	-	-	-	-
18	Adana 8	-	0.054 mg/kg	-	-	-	-
22	Antalya 3	-	0.370 mg/kg	-	-	-	-
190	K.Maraş1	-	0.0313 mg/kg	-	-	-	-

#### 5.1.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çalışma kapsamında Akdeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinde bakteriyel hastalıklara karşı kullanılan veteriner ilaçlarından sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine kalıntıları analiz edilmiştir. Analizler sonucunda bal örneklerinde tetracycline ve streptomycine kalıntısına rastlanmazken Mersin ilinden 1, Adana ilinden 4, Antalya ilinden 1 ve Kahramanmaraş ilinden 1 bal örneğinde sulfamethazin kalıntısı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Bu kalıntılar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirlenen ve balda bulunması gereken en üst limit olan 0.01 mg/kg ile Avrupa Birliği ve Kodeks Standartlarında belirtilen “bulunmamalı” düzeylerinden yüksek bulunmuştur. Bu bal örneğindeki sonuçlar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği Standardına göre tüketimi sakıncalı ballar sınıfına girmekte ve sağlık açısından risk taşımaktadır.

Çalışma sonucunda Akdeniz Bölgesinden alınan 28 bal örneklerinin % 25’inde sülfonamid kalıntısı belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı

### 5.1.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri

Çalışmada Akdeniz Bölgesinden toplanılan bal örneklerinde, bal arısı parazitlerinin mücadelesinde kullanılan pestisitlerden amitraz ve coumaphos kalıntı analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda bal örneklerinde limitlerin üzerinde pestisit kalıntısı bulunmamıştır (Çizelge 4.3). Akdeniz Bölgesinden alınan tüm örnekler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının belirlemiş oldukları ve amitraz için balda bulunması gerekli olan en üst limit 0.02 mg/kg (ppm) ile coumaphos için gerekli olan en üst sınır 0.01 mg/kg değerlerinin altında bulunmuştur.

### 5.1.3.3. Naftalin Analizleri

Çalışmada bölge arıcıları tarafından geçmiş yıllarda özellikle balmumu güvesine karşı yoğun bir şekilde kullanılan naftalin için kalıntı analizi yapılmıştır. Ancak Akdeniz Bölgesinde alınan hiçbir örnekte naftalin kalıntısına rastlanmamıştır (Çizelge 4.3). Tüm örnekler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının belirlemiş oldukları ve balda bulunmaması ile ilgili kriterlere uygun olduğu belirlenmiştir. Akdeniz Bölgesi ballarının sağlık açısından büyük tehlike arzeden naftalin kalıntısı içermemesi ülke arıcılığı bakımından büyük önem taşımaktadır.

#### 4.1.4 . Polen Analizi

Çalışma kapsamında Akdeniz Bölgesinden alınan 84 bal örneğinde, bal örneklerinin bitkisel orjinini belirlemek amacıyla, mikroskop altında bal örneklerindeki polenlere bakılarak kaynak teşkil eden dominant nektarlı bitkiler belirlenmiştir. Akdeniz Bölgesinde numuneler Mayıs ayı içerisinde alındığı için numunelerin çoğunluğu narenciye balını temsil etmektedir. Polen analizi sonucunda da bal örneklerinin kaynağı, narenciye polenlerinin teşhisi ile de tespit edilmiştir. Çalışmada mikroskop altında sayılan toplam polen sayısı ile dominant polen sayısı ile ilgili veriler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Akdeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinden % 85.7’inde yüksek miktarda turunçgil familyasına ait polenler tespit edilmiştir. Bal örneklerinin diğer % 14’lük kısmını ise pamuk, püren ve geven balını oluşturmaktadır. Adana, Mersin ve Antalya illerinden alınan bal örneklerinde dominant polen olan turunçgil polen frekansı çizelge 4.4’den görüldüğü gibi yüksek bulunmuştur. Bölge içerisinden belirlenen en yüksek frekans % 99.16 ile Adana bal örneğinde, en düşük frekans ise % 31.68 ile Kahramanmaraş ili bal örneğinde bulunmuştur. Çizelge 4.4.’ün incelenmesinden Akdeniz Bölgesinde üretilen narenciye ballarının monofloral olduğu ve kendi orijinini yüksek oranda temsil ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
1	Hatay 1	120000	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	3500	123500	97.17
2	Hatay 2	364750	Püren ( <i>Erica manipuliflora</i> )	11750	376500	96.88
3	Mersin 1	807500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	21000	828500	97.47
4	Mersin 2	120000	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	1750	121750	98.56
5	Mersin 3	815500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	18750	834250	97.75
6	Mersin 4	198250	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	9250	207500	95.54
7	Mersin 5	1034250	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	43500	1077750	95.96
8	Mersin 6	370500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	7250	377750	98.08
9	Mersin 7	570250	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	5500	575750	99.04



Çizelge 4.4. (Devam) Akdeniz Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
10	Mersin 8	136250	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	2250	138500	98.38
11	Adana 1	169750	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	45250	215000	78.95
12	Adana 2	178250	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	6750	185000	96.35
13	Adana 3	201500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	9000	210500	95.72
14	Adana 4	207000	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	1750	208750	99.16
15	Adana 5	69500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	2000	71500	97.20
16	Adana 6	136750	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	2500	139250	98.20
17	Adana 7	252500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	7250	259750	97.21
18	Adana 8	197250	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	2500	199750	98.75
19	Adana 9	103750	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	15000	118750	87.37
20	Antalya 1	50000	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	2500	52500	95.24
21	Antalya 2	327000	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	7000	334000	97.90
22	Antalya 3	349750	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	24250	374000	93.52
23	Antalya 4	123500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	3500	127000	97.24
24	Antalya 5	183500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	11500	195000	94.10
25	Antalya 6	171500	Turunçgil ( <i>Citrus spp.</i> )	4750	176250	97.30
190	K.Maraş 1	48275	Pamuk ( <i>Gossypium spp.</i> )	24675	72950	66.18
191	K.Maraş 2	56650	Pamuk ( <i>Gossypium spp.</i> )	12550	69200	81.86
192	K.Maraş 3	29350	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	63300	92650	31.68

## 5.2.Ege Bölgesi

### 5.2.1. Ege Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında Ege Bölgesinde Muğla İzmir, Aydın, Denizli ve Manisa illerinden toplam 126 bal örneği toplanmış olup, biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz verileri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ege Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Muğla N : 78	Ortalama	0.59±0.03 TCA c	18.22±0.13 TCA b	4.03±0.03 c	35.12±0.69 TCA b	32.17±1.01 TCA c	7.35±0.53 TCA a	1.16±0.05 c	0.41±0.01 c	33.49±0.62 a	28.55±0.64 a	62.04±1.23 TA a	1.60±0.09 TCA ab
	En az	0.17	15.50	3.32	21.00	13.90	1.54	0.43	0.13	26.75	23.14	50.65	0.70
	En çok	1.54	20.70	4.78	54.35	50.00	22.27	2.82	0.87	38.17	34.03	71.15	2.46
İzmir N : 18	Ortalama	0.44±0.09 TCA b	19.92±0.40 TCA d	3.81±0.13 b	26.52±1.60 TCA a	24.68±1.90 TCA b	7.88±2.20 TCA a	0.90±0.15 b	0.33±0.02 a	41.55±2.89 c	31.97±2.80 b	73.52±5.14 TCA c	1.81±0.19 TCA b
	En az	0.09	17.80	3.43	16.25	10.90	1.73	0.30	0.24	30.71	25.57	56.28	1.20
	En çok	1.67	23.00	5.40	39.10	38.50	33.41	3.05	0.47	48.81	42.86	88.02	2.48
Aydın N : 18	Ortalama	0.51±0.07 TCA bc	19.91±0.39 TCA d	3.76±0.14 ab	35.74±0.84 TCA b	19.39±0.75 TCA a	10.36±1.58 TCA a	1.03±0.13 bc	0.40±0.02 bc	39.53±2.64 b	32.73±2.13 b	72.26±4.44 TCA b	1.55±0.24 TCA b
	En az	0.20	17.70	3.12	30.40	17.90	1.54	0.49	0.32	30.90	26.48	57.38	0.73
	En çok	0.98	22.10	4.58	45.80	29.40	17.28	1.84	0.53	45.12	39.36	82.79	2.19
Manisa N : 6	Ortalama	0.30±0.05 TCA a	17.88±0.11 TCA a	3.63±0.06 a	46.94±0.66 C d	22.15±0.85 TCA ab	8.00±0.93 TCA a	0.66±0.08 TCA a	0.49±0.05 d	42.36±0.64 c	37.21±2.82 d	79.58±3.46 TCA e	1.40±0.20 TCA a
	En az	0.12	17.50	3.46	44.10	17.90	5.57	0.34	0.37	41.72	34.40	76.12	1.20
	En çok	0.41	18.20	3.80	48.70	23.00	10.75	0.85	0.61	43.00	40.03	83.03	1.60
Denizli N : 6	Ortalama	0.22±0.01 TCA a	19.60±0.11 TCA c	3.65±0.01 a	42.48±1.62 C c	21.30±1.08 TCA a	10.50±1.83 TCA a	0.53±0.02 TCA a	0.36±0.01 ab	41.44±1.25 c	35.36±0.17 c	76.80±1.42 TCA d	1.35±0.12 TCA a
	En az	0.19	19.30	3.63	39.40	17.90	5.57	0.47	0.33	40.19	35.19	75.38	1.23
	En çok	0.26	19.90	3.69	48.20	23.00	16.90	0.59	0.38	42.70	35.53	78.23	1.48
Toplam N : 126	Ortalama	0.52±0.03 TCA	18.75±0.13 TCA	3.92±0.04	34.89±0.64 TCA	28.28±0.83 TCA	8.04±0.52 TCA	1.05±0.04	0.40±0.01	36.30±0.86	30.37±0.74	66.68±1.52 TCA	1.60±0.07 TCA
	En az	0.09	15.50	3.12	16.25	10.90	1.54	0.30	0.13	26.75	23.14	50.65	0.70
	En çok	1.67	23.00	5.40	54.35	50.00	33.41	3.05	0.87	48.81	42.86	88.02	2.48
TKG Bal Tebliği	≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS	≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
EU	≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

### 5.2.1.1. Kül Miktarı

Ege Bölgesinden toplanan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ortalama kül değerlerinin % 0.09 ile % 1.67 arasında değiştiği, ortalama %  $0.52\pm 0.03$  olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.7). Elde edilen ortalama kül değerleri FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 ve salęı balı için % 1 olarak belirtilen üst limitlerin altında olduğu görölmüştür. Ancak Muğla'dan 6 ve İzmir'den ilinden toplanan çam balı örneklerinde tespit edilen en yüksek kül değerleri, FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde salęı balı için belirlenen maksimum limit olan % 1 değerinin üstünde bulunmuştur.

Ege Bölgesi çam balı üretimi bakımından Dünya'da ilk sırada olup Dünya çam balı üretiminin % 90'nı karşılamaktadır. Bu bakımdan bu bölgeden alınan numunelerin içeriği salęı balı (çam balı) ağırlıklıdır. Ancak 2007 yılında yaşanan olumsuz iklim koşulları nedeniyle çam koşnilinin üreyememesinden dolayı saf çam balı üretilememiştir (Çizelge 4.8). Bu bölgeden alınan bal numunelerinin, salęı balı ve çiçek balı karışımından oluştuğu, yapılan polen analizleri sonucu belirlendiği için elde edilen değerler değişiklik göstermektedir.

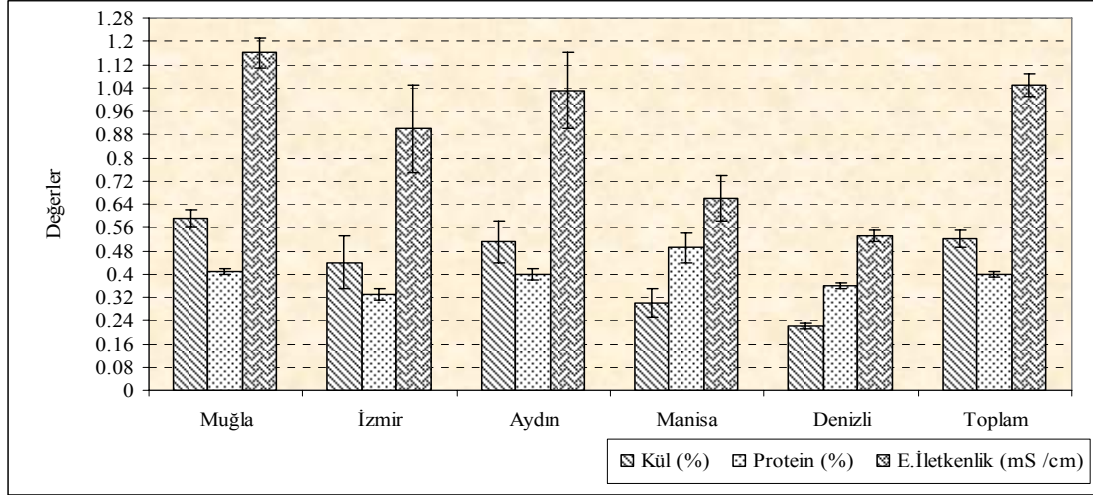
Kül içeriği bakımından Ege Bölgesinde elde edilen ortalama değer Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği (EU) ve Kodeks standartlarının çam balı için bildirilen sınırlarının altında bulunmuştur (Çizelge 4.5). Ege Bölgesinde elde edilen kül verilerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

### 5.2.1.2. Nem Miktarı

Ege Bölgesinden toplanan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, nem oranları % 15.50 ile % 23.00 arasında, ortalama %  $18.75\pm 0.13$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.8). Bal örneklerinde elde edilen ortalama nem oranlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarına uygun olduğu saptanmıştır. Çalışmada örneklerin alındığı Muğla ilinden 3, İzmir ilinden 9, Aydın ilinden 9 bal örneğinin Kodeks ve Avrupa Birliği ve Gıda Kodeksi Bal Tebliğinin

belirlediği en fazla % 20 sınırının üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda; bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).



Şekil 4.7. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

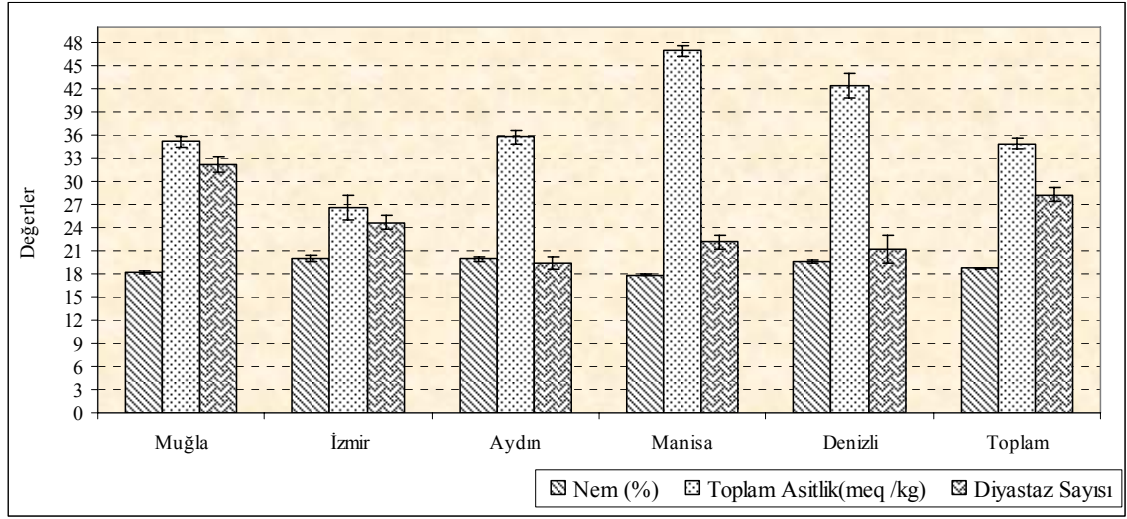
### 5.2.1.3. pH Değeri

Araştırmada Ege bölgesinden alınan bal örneklerinden elde edilen pH değerleri 3.12 ile 5.40 arasında, ortalama  $3.92\pm 0.04$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 11).

Elde edilen pH değerlerine uygulanan istatistiki analizler sonucunda; illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

### 5.2.1.4. Asitlik Miktarı

Araştırma sonucunda Ege Bölgesinde toplanan bal örneklerine ait asitlik değerinin  $16.25 \text{ eq kg}^{-1}$  ile  $54.35 \text{ meq kg}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $34.89\pm 0.64 \text{ meq kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.8). Elde edilen bu ortalama değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salgı balı için belirtilen değer ( $\leq 50 \text{ meq kg}^{-1}$ ) ile karşılaştırıldığında bu değerle uyumlu olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.8. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Çalışmanın istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki asitlik değerlerinin farkı % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 5.2.1.5. Diyastaz Sayısı

Bal örneklerinde yapılan diyastaz analizleri sonucunda; diyastaz sayısı 10.90 ile 50.00 arasında, ortalama  $28.28 \pm 0.83$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.8). Çalışmada bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen diyastaz sayısı ile ilgili sonuçların FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en alt limit olan 8'den yüksek olduğu bulunmuştur. Ege Bölgesinden alınan bal örneklerinde diyastaz sayısının araştırmada incelenen diğer coğrafik bölgelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Analiz sonucunda özellikle çam ballarında diyastaz sayısının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

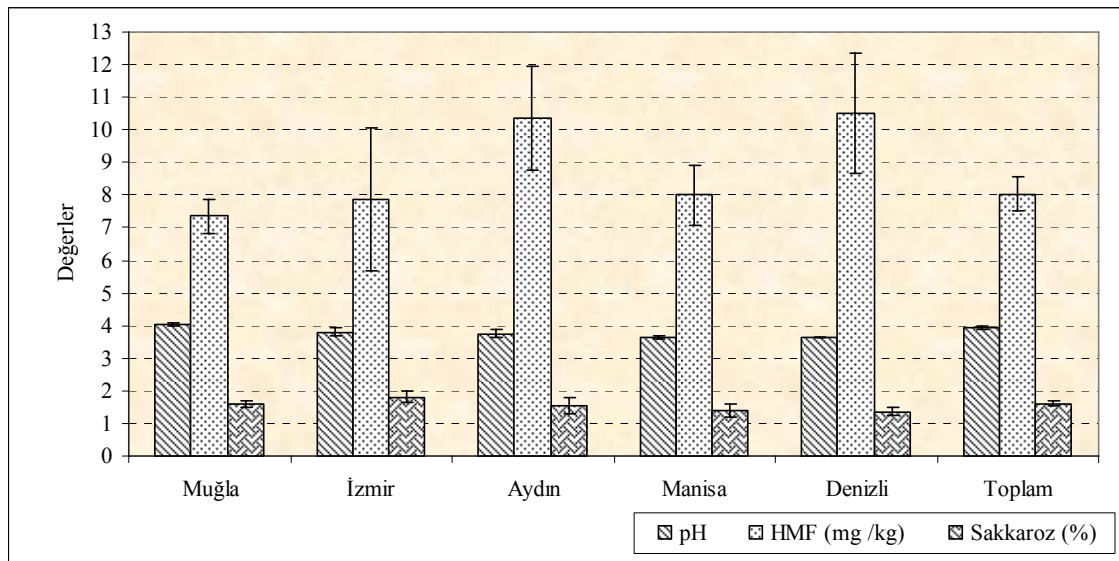
Çalışma sonucunda tespit edilen diyastaz sayısı ile ilgili değerlerin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 5.2.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı

Araştırmadan, Ege Bölgesi bal örneklerinde HMF değerlerinin;  $1.54 \text{ mg kg}^{-1}$  ile

33.41 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği; ortalama 8.04±0.52 mg kg<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10; Şekil 4.9). Araştırma sonucunda elde edilen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (≤ 40 mg kg<sup>-1</sup>), Avrupa Birliği standardı (≤40 mg kg<sup>-1</sup>) ve Kodeks (≤80 mg kg<sup>-1</sup>) standartlarına uyduğu saptanmıştır.

Çalışmada belirlenen HMF değerlerine uygulanan istatistiki analiz sonucunda; illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkın nemsiz (P>0.05), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkın ise % 1 yanılma düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (P<0.01).



Şekil 4.9. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değerleri

### 5.2.1.7. Elektriksel İletkenlik

Araştırma sonucunda belirlenen elektriksel iletkenlik değerinin Ege bölgesindeki bal numunlerinde 0.30 mS cm<sup>-1</sup> ile 3.05 mS cm<sup>-1</sup> arasında ve ortalama 1.05±0.04 mS cm<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.7). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarına göre içek ballarında ≤ 0.8 mS cm<sup>-1</sup> salgı ve kestane ballarında ise ≥0.8 mS cm<sup>-1</sup> olması gereklidir. Ege Bölgesi bal örneklerinde tespit edilen ortalama elektriksel iletkenlik değeri salgı balı için verilen limitlere uygun, içek balı için verilen limitlerin ise üstünde bulunmuştur.

Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin istatistiki analizleri

sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farklılık önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **5.2.1.8. Protein Miktarı**

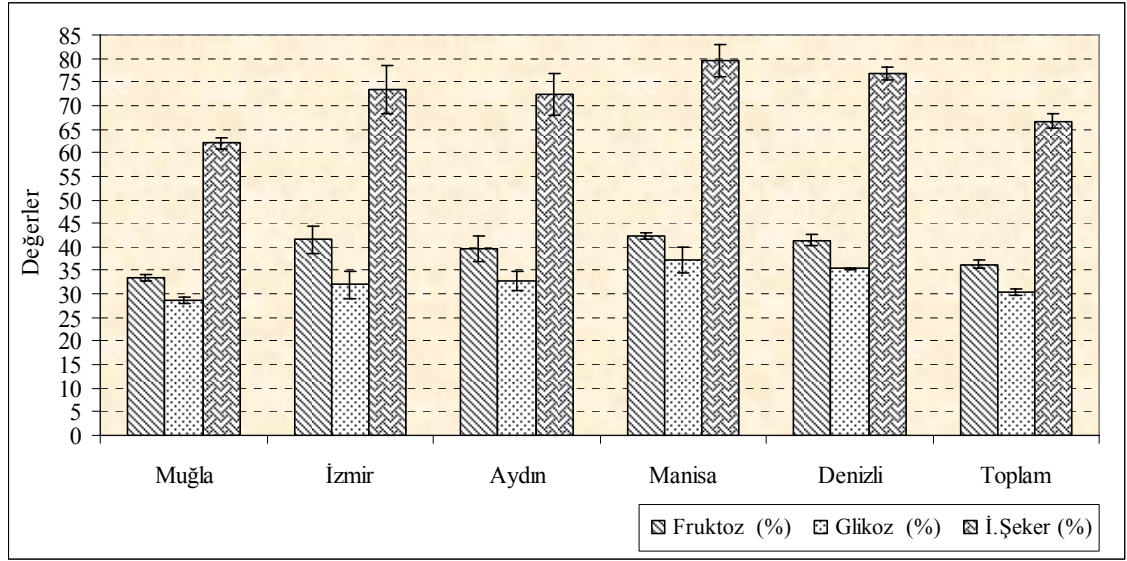
Ege Bölgesinde toplanan bal örneklerinde belirlenen protein oranı % 0.13 ile % 0.87 arasında değişmekte olup ortalama %  $0.40\pm 0.01$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.7). Çalışmada sonucunda belirlenen protein değerlerine uygulanan istatistiki analiz sonucunda; bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkın önemsiz ( $P>0.05$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkın ise % 1 yanılma düzeyinde önemli belirlenmiştir ( $P<0.01$ ).

#### **5.2.1.9. Fruktoz Miktarı**

Ege Bölgesi bal örneklerine HPLC'de yapılan şeker analizleri sonucunda fruktoz değerlerinin % 26.75 ile % 48.81 arasında; ortalama %  $36.30\pm 0.86$  olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.10). İstatistiki analizler sonucunda, belirlenen fruktoz değerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **5.2.1.10. Glikoz Miktarı**

Araştırmada bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda; glikoz değerleri % 23.14 ile % 42.86 arasında, ortalama %  $30.37\pm 0.74$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.10). İstatistiki analizler sonucunda, tespit edilen glikoz değerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).



Şekil 4.10. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değerleri

#### 5.2.1.11. İvert Şeker Miktarı

Yapılan araştırmada Ege Bölgesinde toplam 5 il'den alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda invert şeker değerleri % 50.65 ile % 80.02 arasında ortalama % 66.68±1.52 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.10). Analiz sonucunda Muğla ilinden 24, İzmir ilinden 3 ve Aydın ilinden 6 örnekte invert şeker değerleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeksin salgı balı için belirlediği alt limit olan  $\geq$  % 60 değerinden düşük, Avrupa Birliğinin salgı balı için belirlediği  $\geq$  % 45 değerinin üstünde bulunmuştur.

İstatistiki değerlendirmeler sonucunda, belirlenen invert şeker oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 5.2.1.12. Sakaroz Miktarı

Araştırma sonucunda Ege Bölgesine ait sakaroz değerlerinin % 0.70 ile % 2.48 arasında değiştiği ortalama % 1.60±0.07 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 11). Çalışma sonucunda elde edilen sakaroz değerlerinin çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiğini belirten Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa



Birliği Standardı ve Kodeks standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Elde edilen verilerin istatistiki analizleri sonucunda, tespit edilen sakaroz değerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P>0.01$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

### 5.2.2. Element Analizleri

Ege Bölgesinden toplanan bal örneğinde, ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Al, Pb ve Zn mineral maddelerden ise Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P element analizleri yapılmış, analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.6, Şekil 4.11’de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ağır metallere Cd elementine Aydın ve Manisa illerinden alınan bal örneklerinde rastlanmadığı, Muğla, İzmir ve Denizli illerinden alınan bal örneklerinde  $0.01\pm 0.00$  ppm düzeyinde olduğu bulunmuştur.

Diğer bir ağır metal olan Cu elementi en düşük Denizli ili bal örneklerinde ortalama  $0.17\pm 0.04$  ppm en yüksek değer ise Muğla ilinden alınan bal örneklerinde  $0.49\pm 0.02$  olduğu belirlenmiştir. Bu bölgeden toplanan tüm bal numunelerinin u içeriği bakımından insan sağlığı için hiçbir risk taşımadığı görölmektedir. Ege bölgesindeki bal örnekleri, Cu içeriği bakımından Akdeniz bölgesinden sonra ikinci sırada yer almaktadır.

Yapılan Fe analizinde en düşük değer  $1.92\pm 0.29$  ppm ile Denizli ili örneklerinde tespit edilirken, en yüksek değer ise  $4.12\pm 0.49$  ppm ile Aydın ili örneklerinde bulunmuştur. Ancak tespit edilen tüm değerler kodeks standardının belirlemiş olduğu sınırlar içerisinde bulunmuştur.

Nikel içeriği bakımından en düşük değer  $0.22\pm 0.01$  ppm değeri ile Manisa ve Denizli illerinde, en yüksek Ni değer ise  $0.91\pm 0.03$  ppm değer ile Muğla ilinde tespit edilmiştir. Krom analizleri sonucunda Manisa ilinden alınan bal örneklerinde Cr elementine rastlanmazken, en yüksek İzmir ilinde  $0.05\pm 0.01$  düzeyinde tespit edilmiştir. Kurşun analiz sonuçlarına bakıldığında en düşük değerin İzmir ilinde  $0.09\pm 0.02$  ppm olduğu, en yüksek değerin ise  $0.19\pm 0.02$  ppm ile Aydın ilinde olduğu görölmüştür. Kurşun içeriği bakımdan Aydın ilini  $0.18\pm 0.03$  ppm değer ile Muğla ili takip etmektedir.

Çinko analizine bakıldığında en düşük değerin  $0.51\pm 0.09$  ppm ile Manisa ilinde, en yüksek değerin ise  $1.20\pm 0.24$  ppm olarak Aydın ilinde olduğu tespit edilmiştir. Ege Bölgesinde Aydın ilini en yüksek Zn değeri  $1.06\pm 0.13$  ppm değeri ile İzmir ili bal örnekleri izlemektedir.

Genel olarak Ege Bölgesi bal örneklerinde Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin Muğla, İzmir ve Aydın illerinde birbirine yakın olarak bulunmasında bölgede bulunan Yatağan Termik santralinin bulunması ve bölgenin yoğun turizminden dolayı egsoz gazından kaynaklanan bir kirliliğin söz konusu olduğu tahmin edilmektedir (Çizelge 4.6).

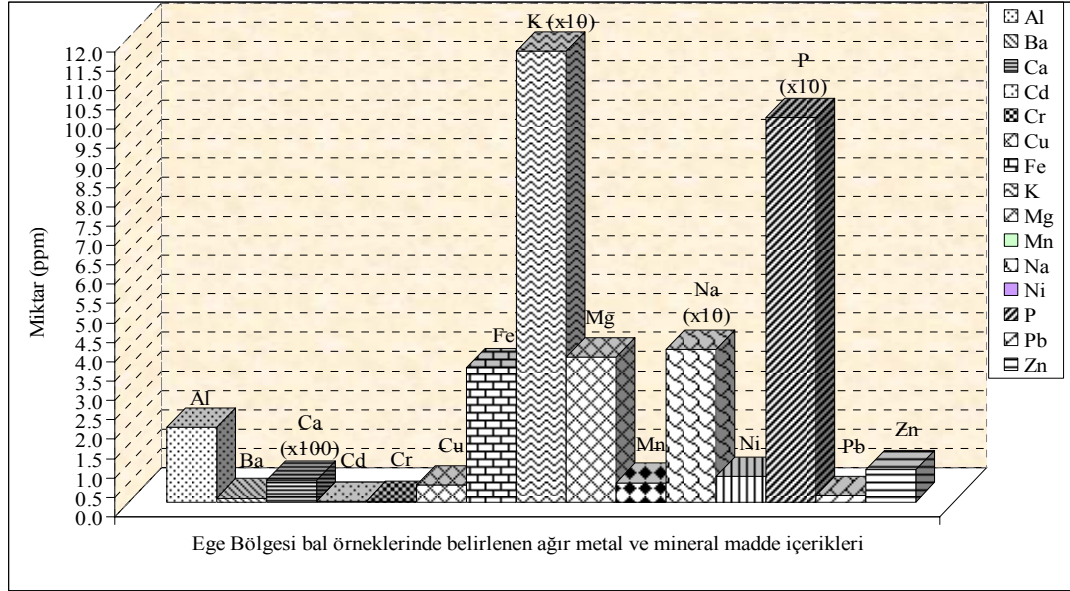
Çalışma kapsamında 7 coğrafik bölgeden alınan tüm bal örneklerinde en yüksek K değeri Ege Bölgesinde İzmir ilinden alınan bal örneğinde  $2472.47$  ppm olarak bulunmuştur. Bölgeler bazında yapılan değerlendirme sonucunda en yüksek ortalama K miktarı  $1163.74\pm 39.94$  ppm değeri ile Ege bölgesi bal örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde en yüksek Al değeri de Ege Bölgesinde Muğla ili bal örneklerinde  $12.62$  ppm olarak tespit edilmiştir. Ege bölgesinden alınan tüm numunelerdeki ortalama Al içeriği de  $1.93\pm 0.19$  ppm ile tüm bölgeler arasındaki en yüksek değeri oluşturmaktadır. Fosfor içeriği bakımından en yüksek değer yine Ege Bölgesinde  $182.35$  ppm değeri ile İzmir ilinde belirlenmiştir. Bölge düzeyinde en yüksek P içeriği Ege Bölgesinde  $99.28\pm 3.42$  ppm olarak tespit edilmiştir.

Tüm bölgelerden alınan bal örneklerinde Na içeriği bölgesel düzeyde incelendiğinde en yüksek değerin Ege Bölgesinde  $39.36\pm 3.01$  ppm olduğu görülmektedir. Sodyum içeriğinin bu bölgelerde yüksek bulunmasının sebebi tuz gölünün de bulunduğu bu bölge topraklarında tuz içeriğinin fazla olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Çizelge 4.6).

Çalışmada bulunan tüm sonuçlar FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksi ve Türk Gıda kodeksi Bal tebliğinde belirtilen limit değerleri arasında bulunmuştur. Örnekler arasında FAO-WHO standardı açısından en üst limit değerine en yakın Fe, Pb ve Zn miktarları sırasıyla  $4.12\pm 0.49$  ppm,  $0.19\pm 0.02$  ppm ve  $1.20\pm 0.24$  ppm değerler Aydın ilinde görülmüştür. En riskli Ni içeriği Muğla ( $0.91\pm 0.03$  ppm) ve Cr içeriği ise İzmir ( $0.05\pm 0.01$  ppm) ilinden alınan bal örneklerinde tespit edilmiştir.

Ege Bölgesinde alınan bal örneklerinde belirlenen en yüksek Al içeriği Denizli iline ait bal örneklerinde ( $2.56\pm 1.13$  ppm), Ba ve Ca içeriği Manisa iline ait bal

örneklerinde ( $0.19 \pm 0.02$  ppm ve  $94.90 \pm 20.95$  ppm), K, Mn ve P içeriği Muğla ( $1313.68 \pm 35.58$  ppm,  $0.55 \pm 0.02$  ppm ve  $114.15 \pm 3.12$  ppm) iline ait bal örneklerinde, Mg ve Na içeriği Aydın ( $46.09 \pm 2.78$  ppm ve  $65.62 \pm 15.54$  ppm) iline ait bal örneklerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).



Şekil 4.11. Ege Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri

Ege Bölgesi bal örneklerindeki mineral madde analiz sonuçları üzerinde yapılan istatistikî değerlendirmede Pb içeriğinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkının önemsiz olduğu görülmüştür ( $P > 0.05$ ). Bunun yanında Ba, Ca, Ni ve P içerikleri illerden alınan bal örnekleri, illerde bulunan arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Al, K, Na, P, Mg ve Zn içeriklerinin illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemsiz ( $P > 0.05$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

Cd elementi içeriği illerden alınan bal örnekleri arasında % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasında ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Cu, Fe ve Mn içeriği illerden alınan bal örnekleri arasında % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasında ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Cr elementi içeriği de illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasında % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Çizelge 4.6. Ege Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Muğla N : 78	Ortalama	2.54±0.27 b	0.08±0.00 a	42.48±2.34 a	0.01±0.00 b	0.04±0.01 bc	0.49±0.02 d	3.83±0.15 b	1313.68±35.58 d	38.98±1.60 d	0.55±0.02 e	32.78±1.54 b	0.91±0.03 b	114.15±3.12 d	0.18±0.03 a	0.76±0.09 b
	En az	0.55	0.03	0.00	0.00	0.00	0.17	0.93	538.69	6.69	0.17	5.57	0.34	53.27	0.01	0.13
	En çok	12.62	0.13	94.04	0.03	0.17	1.30	7.91	1932.99	61.70	0.93	75.32	1.31	176.31	2.25	4.82
İzmir N : 18	Ortalama	0.66±0.10 a	0.16±0.02 c	81.31±9.59 c	0.01±0.00 ab	0.05±0.01 c	0.33±0.05 bc	2.21±0.29 a	955.19±164.31 bc	27.70±3.28 b	0.49±0.04 d	50.82±10.53 c	0.30±0.07 a	65.68±12.70 b	0.09±0.02 a	1.06±0.13 c
	En az	0.10	0.07	17.52	0.00	0.00	0.09	0.34	299.45	7.35	0.26	12.47	0.11	24.91	0.00	0.58
	En çok	1.51	0.24	138.03	0.01	0.12	1.00	5.37	2472.47	52.45	0.79	150.40	1.09	182.35	0.19	2.33
Aydın N : 18	Ortalama	0.88±0.22 a	0.09±0.01 b	71.07±8.00 b	0.00±0.00 ab	0.01±0.01 ab	0.44±0.06 cd	4.12±0.49 b	973.41±116.70 c	46.09±2.78 e	0.44±0.06 c	65.62±15.54 d	0.30±0.03 a	93.67±8.04 c	0.19±0.02 a	1.20±0.24 c
	En az	0.00	0.06	23.75	0.00	0.00	0.09	1.95	524.80	29.46	0.12	21.74	0.13	43.15	0.06	0.58
	En çok	2.30	0.13	106.74	0.02	0.08	1.05	9.96	1708.28	63.88	0.89	210.13	0.54	139.02	0.50	3.59
Manisa N : 6	Ortalama	0.43±0.19 a	0.19±0.02 d	94.90±20.95 d	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.21±0.02 ab	2.26±0.30 a	894.09±43.48 b	32.33±3.81 c	0.29±0.06 b	22.72±2.42 a	0.22±0.01 a	67.85±6.31 b	0.12±0.04 a	0.51±0.09 a
	En az	0.00	0.13	46.46	0.00	0.00	0.12	1.20	772.07	22.95	0.10	14.56	0.20	51.58	0.01	0.35
	En çok	0.97	0.25	144.48	0.01	0.00	0.29	2.98	1012.06	41.08	0.45	29.76	0.26	82.11	0.30	0.96
Denizli N : 6	Ortalama	2.56±1.13 b	0.09±0.01 b	92.48±2.21 d	0.01±0.00 ab	0.00±0.00 a	0.17±0.04 a	1.92±0.29 a	680.89±16.39 a	25.29±0.34 a	0.16±0.03 a	28.38±2.75 b	0.22±0.02 a	55.15±0.74 a	0.15±0.05 a	0.58±0.03 a
	En az	0.00	0.08	83.98	0.00	0.00	0.03	1.36	635.91	24.34	0.09	21.75	0.16	52.47	0.03	0.48
	En çok	5.27	0.11	100.33	0.02	0.01	0.27	3.20	723.88	26.66	0.23	39.08	0.28	57.20	0.31	0.68
Toplam N : 126	Ortalama	1.93±0.19	0.10±0.00	56.99±2.99	0.01±0.00	0.03±0.00	0.43±0.02	3.47±0.14	1163.74±39.94	37.41±1.28	0.50±0.02	39.36±3.01	0.67±0.03	99.28±3.42	0.17±0.02	0.84±0.07
	En az	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.17	0.34	299.45	6.69	0.09	5.57	0.11	24.91	0.00	0.13
	En çok	12.62	0.25	144.48	0.03	0.17	1.30	9.96	2472.47	63.88	0.93	210.13	1.31	182.35	2.25	4.82
Kodeks					-		0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤5
TGK					≤0.1		≤2.0	-							≤1.0	≤5

### 5.2.3. Kalıntı Analizleri

Çalışma kapsamından Ege bölgesinden alınan bal numunelerinde sülfonamid, tetracycline, streptomycine, amitraz, coumaphos ve naftalin kalıntı analizleri yapılarak sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir. Analiz sonucunda bal örneklerinde arıcıların arı hastalık ve zararlılarına karşı yaptıkları yanlış uygulamalar sonucunda balda kalıntılar olduğu tespit edilmiştir. Özellikle arıcılık açısından ruhsat almamış ilaçların arıcılıkta kullanıldığı ve bunlarında ballarda istenmeyen kalıntılar oluşturduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında olmayan, sağlık açısından tehlike arzeden bazı ilaç kalıntılarında da rastlanılmıştır. Çizelge 4.7’de çalışma kapsamına alınan kalıntı analizleriyle ilgili sonuçlar verilmiştir. Çalışmada yapılan tüm kalıntı analizleri sonucunda Ege Bölgesinden alınan bal örneklerinden % 28.5’nin limitlerin üzerinde pestisit, antibiyotik veya naftalin kalıntısı içerdiği belirlenmiştir.

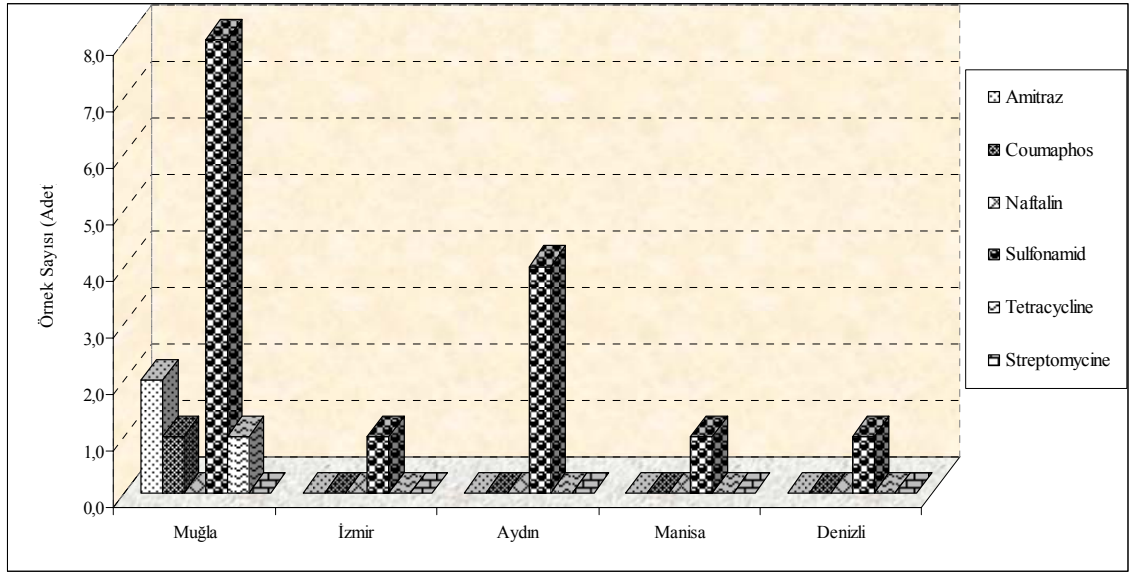
Çizelge 4.7. Ege Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları

Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazin Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
26	Muğla1	-	0.025 mg/kg	0.010 mg/kg	-	-	0.077 mg/kg*
27	Muğla2	-	-	-	-	-	0.027 mg/kg*
31	Muğla6	-	-	-	-	-	0.00054 mg/kg
34	Muğla9	-	-	-	-	-	0.0017 mg/kg
35	Muğla10	-	-	-	-	-	0.0011 mg/kg
36	Muğla11	-	0.042 mg/kg	-	-	-	0.0036 mg/kg
37	Muğla12	-	0.024 mg/kg	-	-	-	-
38	Muğla13	-	0.055 mg/kg	-	-	-	-
39	Muğla14	-	-	-	-	-	0.0016 mg/kg
40	Muğla15	-	0.0118 mg/kg	-	-	-	-
41	Muğla16	-	-	-	-	-	0.0012 mg/kg
43	Muğla18	-	-	-	-	-	0.0001 mg/kg
45	Muğla20	-	-	-	-	0.93 mg/kg*	-
47	Muğla22	-	0.0343 mg/kg	-	-	-	-
50	Muğla25	-	0.0110 mg/kg	-	-	-	-
51	Muğla26	-	0.0196 mg/kg	-	-	-	-
61	Aydın4	-	0.0186 mg/kg	-	-	-	-
63	Aydın6	0.0042mg/kg	-	-	-	-	-
64	Manisa1	0.0016mg/kg	-	-	-	-	-
65	Manisa2	0.0034mg/kg	-	-	-	-	-
67	Denizli2	0.0055 mg/kg	-	-	-	-	0.0082 mg/kg

\* : limitlerin üzerinde tespit edilen kalıntılar

### 5.2.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çalışma kapsamında bakteriyel hastalıklara karşı kullanılan ilaçlardan analiz edilen sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine kalıntıları ile ilgili sonuçlar çizelge 4.7’de verilmiştir. Analizler sonucunda bal örneklerinde tetracycline ve streptomycine kalıntısına rastlanmazken Muğla ilinden 8 örnekte sulfamethazine ve 1 örnekte tetracycline, Aydın ilinde ise 1 örnekte sulfamethazin kalıntısı tespit edilmiştir. Tespit edilen bu kalıntılar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirlenmiş ve balda bulunması gerekli en üst limit olan 0.01 mg/kg ile Avrupa Birliği ve Kodeks Standartlarında belirtilen “bulunmamalı” düzeylerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7). Çalışma sonucunda Ege Bölgesinden alınan 42 bal örneğinin % 21’inde sulfonamid kalıntısı belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Ege Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı

### 5.2.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri

Çalışmada Ege Bölgesinde üretilen bal örneklerinde bal arısı parazitlerinin mücadelesinde kullanılan pestisitlerden amitraz ve coumaphos kalıntıları analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir. Analizler sonucunda Muğla ilinden 9 örnekte

amitraz ve 1 örnekte coumaphos kalıntısına rastlanmıştır. Bir örnekte belirlenen coumaphos kalıntısı ile 2 örnekte belirlenen amitraz kalıntısı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının belirlemiş oldukları ve amitraz için balda bulunması gerekli en üst limit olan 0.02 mg/kg (ppm) ile coumaphos için gerekli en üst limit olan 0.01 mg/kg değerlerinin üzerinde bulunmuştur. Denizli ilinden alınan bir örnekte de amitraz kalıntısı tespit edilmiştir. Ancak belirlenen amitraz düzeyi limitlerinin altında bulunmuştur. Çalışmada toplam bölge bazında bal örneklerinin % 2.7'nin amitraz kalıntısı içerdiği belirlenmiştir.

Çalışmada amitrazın dışında analiz yapılan coumaphos, Ege Bölgesi bal örneklerinde sadece Muğla ilinde bir arıcıda rastlanmıştır ve bölgedeki oran % 2.3 olarak hesaplanmıştır.

### **5.2.3.3. Naftalin Analizleri**

Özellikle bal hasadından sonra boş petekleri muhafaza etmek için ülkemizde yoğun bir şekilde kullanılan naftalin kalıntısını belirlemek amacıyla Ege Bölgesinden toplanan örneklerde yapılan analizler sonucunda Aydın ilinden 1, Manisa ilinden 2 ve Denizli ilinden de 1 bal örneği olmak üzere toplam 4 örnekte naftalin kalıntısına rastlanmıştır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinin ilaç kalıntıları ile ilgili düzenlemesi, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartları, antibiyotiklere benzer şekilde naftalin kalıntısının da ballarda bulunmaması gerektiği tebliğ edilmiştir. Dolayısı ile naftalin belirlenen 4 bal örneği standartlara uyum sağlamamaktadır.

### **5.2.4. Polen Analizi**

Çalışma kapsamında Ege Bölgesinden alınan 126 bal örneğinde, bal örneklerinin temsil ettiği bal çeşidini belirlemek amacıyla, bal numunelerindeki polenler mikroskop altında sayılarak ballara kaynak teşkil eden dominant nektarlı bitkiler belirlenmiştir. Ege Bölgesinden alınan bal örneklerindeki polen içeriği, tüm bölgeler içinde en karışık kompozisyonu oluşturmaktadır. Bölgeden alınan bal örneklerinde 13 farklı bitki sınıfı belirlenmiştir. Bölgede en fazla bulunan geven (*Astragalus* spp.), kekik (*Thymus vulgaris*), pamuk (*Gossypium* spp), anason (*Pimpinella anisum*), çam (*Abies cephalonica*), hayıt (*Vitex agnus-castus* spp.), üçgül (*Trifolium repens*), ayçiçeği

(*Helianthus annuus*), yonca (*Medicago sativa*), adi fiğ (*Visia sativa*), susam (*Sesamum indicum*), sığır kuyruğu (*Verbascum spp.*) ve okalıptus (*Eucalyptus globulus*) polen sınıfları sırasıyla % 26.1, % 16.6, % 14.2, % 7.1, % 7.1, % 4.7, % 4.7, % 4.7, % 4.7, 2.3, % 2.3, % 2.3, % 2.3 olarak bulunmuştur. Bu farklılığın sebebi, ülkemizdeki yaylalardan balların hasat edildikten sonra Ege Bölgesine getirilen kolonilerden yapılan çam balı hasadı ile kolonilerde önceki hasattan bırakılmış olan ballardaki karışımdan kaynaklanmaktadır. Çalışmada mikroskop altında sayılan toplam polen sayısı ve dominant polen sayısı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ege Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
26	Muğla1	19775	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	27475	47250	41.85
27	Muğla2	30775	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	65600	96375	31.93
28	Muğla3	12600	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	34575	47175	26.71
29	Muğla4	14050	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	13275	27325	51.42
30	Muğla5	5200	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> )	6225	11425	45.51
31	Muğla6	28650	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	48575	77225	37.10
32	Muğla7	24025	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	36525	60550	39.68
33	Muğla8	74575	Çam ( <i>Abies cephalonica</i> )	109125	183700	40.60
34	Muğla9	18800	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	54775	73575	25.55
35	Muğla10	89000	Üçgül ( <i>Trifolium repens</i> )	26850	115850	76.82
36	Muğla11	19700	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	36700	56400	34.93
37	Muğla12	13175	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	38200	51375	25.64
38	Muğla13	13100	Anason ( <i>Pimpinella anisum</i> )	35325	48425	27.05
39	Muğla14	13075	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	17350	30425	42.97
40	Muğla15	8825	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	14450	23275	37.92
41	Muğla16	36775	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	76125	112900	32.57
42	Muğla17	15300	Susam ( <i>Sesamum indicum</i> )	18425	33725	45.37
43	Muğla18	15800	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	26250	42050	37.57
44	Muğla19	35550	Üçgül ( <i>Trifolium spp.</i> )	135200	170750	20.82
45	Muğla20	20900	Anason ( <i>Pimpinella anisum</i> )	34700	55600	37.59
46	Muğla21	27850	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	69625	97475	28.57
47	Muğla22	82925	Çam ( <i>Abies cephalonica</i> )	14775	97700	84.88
48	Muğla23	9100	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	12900	22000	41.36
49	Muğla24	39675	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	65550	105225	37.70
50	Muğla25	79475	Yonca ( <i>Medicago spp.</i> )	113475	192950	41.19



Çizelge 4.8. (Devam) Ege Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçlar

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
51	Muğla26	13650	Sığır Kuyruğu ( <i>Verbascum spp.</i> )	91150	104800	13.02
52	İzmir1	374675	Okaliptus( <i>Eucalyptus globulus</i> )	5650	380325	98.51
53	İzmir2	1675	Adi Fiğ ( <i>Visia sativa</i> )	3650	5325	31.46
54	İzmir3	22400	Pamuk ( <i>Gossypium spp</i> )	49400	71800	31.20
55	İzmir4	36800	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	72625	109425	33.63
56	İzmir5	29650	Pamuk ( <i>Gossypium spp</i> )	40275	69925	42.40
57	İzmir6	13750	Kekik ( <i>Thymus spp.</i> )	16450	30200	45.53
58	Aydın1	134050	Pamuk ( <i>Gossypium spp</i> )	95475	229525	58.40
59	Aydın2	522700	Pamuk ( <i>Gossypium spp</i> )	14475	537175	97.31
60	Aydın3	108000	Hayıt ( <i>Vitex agnus-castus spp.</i> )	12900	120900	89.33
61	Aydın4	275300	Hayıt ( <i>Vitex agnus-castus spp.</i> )	61900	337200	81.64
62	Aydın5	4125	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	9975	14100	29.26
63	Aydın6	73650	Çam ( <i>Abies cephalonica</i> )	90800	164450	44.79
64	Manisa1	42225	Pamuk ( <i>Gossypium spp</i> )	76650	118875	35.52
65	Manisa2	70900	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	83575	154475	45.90
66	Denizli1	113625	Anason ( <i>Pimpinella anisum</i> )	84250	197875	57.42
67	Denizli2	61600	Pamuk ( <i>Gossypium spp</i> )	138825	200425	30.73

### 5.3. Doğu Anadolu Bölgesi

#### 5.3.1. Doğu Anadolu Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan toplam 78 bal örneğinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz analizleri ilgili veriler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Erzurum	Ortalama	0.07±0.00 TCA a	18.09±0.06 TCA d	3.43±0.03 ab	23.19±1.69 TCA b	15.47±2.82 TCA b	6.83±0.80 TCA a	0.26±0.01 TCA a	0.33±0.01 c	38.99±0.25 b	33.26±0.42 a	72.25±0.38 TCA b	2.43±0.26 TCA a
	En az	0.03	17.80	3.30	10.35	5.00	3.65	0.19	0.25	38.42	32.20	71.42	1.79
	En çok	0.09	18.50	3.56	33.05	29.40	11.71	0.30	0.41	39.60	34.04	72.89	3.06
Erzincan	Ortalama	0.05±0.01 TCA a	17.71±0.23 TCA b	3.42±0.22 ab	29.41±2.33 TCA de	23.23±2.16 TCA c	9.16±1.04 TCA b	0.23±0.01 TCA a	0.36±0.02 d	40.65±0.69 b	33.80±0.81 a	74.44±1.37 TCA b	2.28±0.24 TCA a
	En az	0.02	16.00	2.93	12.35	8.30	2.88	0.18	0.21	38.17	32.24	70.47	1.33
	En çok	0.09	18.50	6.23	36.70	38.50	15.17	0.30	0.48	42.14	36.68	78.37	2.62
Elazığ	Ortalama	0.06±0.01 TCA a	16.43±0.04 TCA a	3.13±0.02 a	30.99±0.65 TCA b	17.91±1.75 TCA b	16.99±2.27 TCA d	0.25±0.01 TCA a	0.29±0.01 b	40.70±0.85 b	33.15±1.22 a	73.85±1.82 TCA b	2.43±0.33 TCA a
	En az	0.03	16.20	3.02	27.75	13.90	4.61	0.18	0.19	38.26	30.46	70.04	1.74
	En çok	0.10	16.60	3.22	34.20	29.40	26.69	0.31	0.34	42.21	35.70	77.05	3.20
Kars	Ortalama	0.23±0.03 TCA d	19.03±0.23 TCA f	3.70±0.06 b	16.18±1.18 TCA e	3.00±1.13 a	26.85±1.99 TCA e	0.55±0.06 TCA e	0.25±0.03 a	25.03±5.95 a	32.74±6.03 a	57.77±10.50 a	9.86±5.20 b
	En az	0.07	17.70	3.35	11.55	0.00	14.02	0.27	0.07	11.64	16.46	28.10	1.06
	En çok	0.44	20.00	3.87	24.00	10.90	37.44	0.91	0.42	40.63	45.62	75.30	23.20
Tunceli	Ortalama	0.17±0.02 TCA c	17.91±0.25 TCA c	3.26±0.03 a	28.82±1.47 TCA d	30.71±1.63 TCA d	8.79±0.72 TCA b	0.43±0.03 TCA c	0.32±0.02 c	42.55±0.79 b	34.46±1.32 a	77.01±2.11 TCA b	2.33±0.39 TCA a
	En az	0.07	17.10	3.16	24.35	23.00	5.38	0.25	0.25	41.58	32.92	74.50	1.58
	En çok	0.23	18.90	3.39	36.80	38.50	12.29	0.54	0.39	44.12	37.08	81.20	2.87
Malatya	Ortalama	0.12±0.01 TCA b	18.53±0.42 TCA e	3.18±0.03 a	34.39±1.42 TCA f	33.03±2.29 TCA d	7.76±0.60 TCA ab	0.36±0.02 TCA b	0.55±0.03 e	41.85±0.22 b	35.10±0.49 a	76.94±0.28 TCA b	1.61±0.17 TCA a
	En az	0.08	17.00	3.07	30.45	23.00	5.95	0.29	0.47	41.45	34.18	76.39	1.39
	En çok	0.19	20.00	3.24	41.70	38.50	11.33	0.47	0.68	42.21	35.85	77.30	1.94
Bingöl	Ortalama	0.09±0.01 TCA a	17.94±0.07 TCA c	3.15±0.03 a	26.01±0.65 TCA c	24.00±3.18 TCA c	13.59±0.82 TCA c	0.29±0.01 TCA a	0.37±0.02 d	41.12±0.30	34.41±0.08	75.53±0.26 TCA	2.51±0.06 TCA
	En az	0.04	17.70	3.10	22.40	13.90	9.22	0.20	0.28	40.80	34.32	75.18	2.42
	En çok	0.10	18.20	3.30	28.65	38.50	16.51	0.32	0.45	41.72	34.57	76.04	2.63

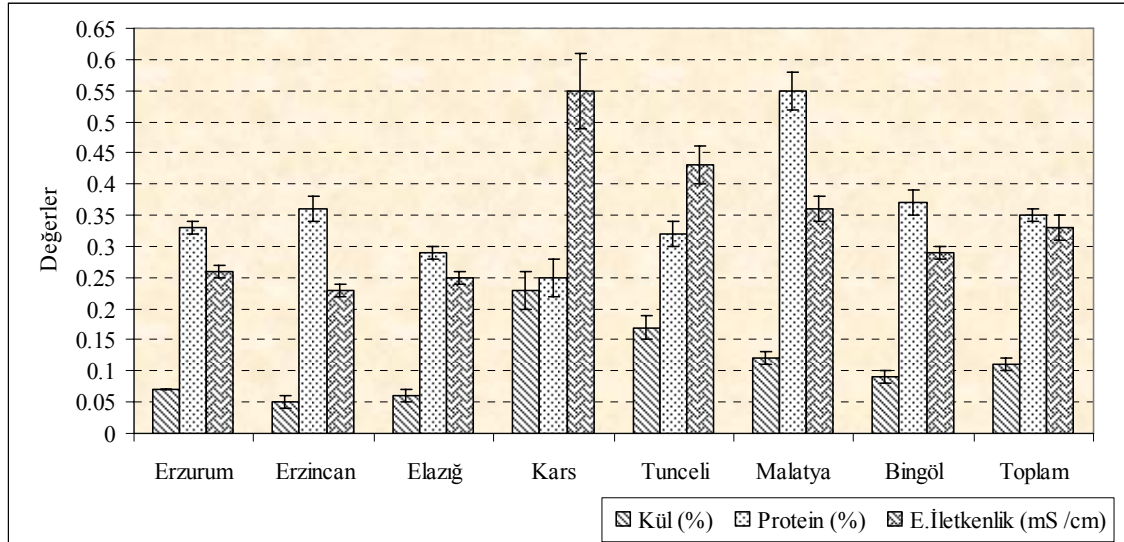
Çizelge 4. 9. (Devam) Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Toplam	Ortalama	0.11±0.01 TCA	17.92±0.12 TCA	3.34±0.05	26.77±0.86 TCA	20.19±1.32 TCA	13.04±0.93 TCA	0.33±0.02 TCA	0.35±0.01	38.41±1.43 b	33.75±0.87 a	72.16±1.95 TCA b	3.45±0.90 TCA a
N : 78	En az	0.02	16.00	2.93	10.35	0.00	2.88	0.18	0.07	11.64	16.46	28.10	1.06
	En çok	0.44	20.00	6.23	41.70	38.50	37.44	0.91	0.68	44.12	45.62	81.20	23.20
TGK Bal Tebliği		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
EU		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

### 5.3.1.1. Kül Miktarı

Doğu Anadolu bölgesinde toplanan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, kül değerlerinin % 0.02 ile % 0.44 arasında değiştiği, ortalama %  $0.11 \pm 0.01$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.13). Elde edilen ortalama kül değerleri FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 ve salgı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür. Doğu Anadolu bölgesinde alınan numunelerin tamamı çiçek balından oluşmaktadır. Araştırma kapsamında yapılan polen analizleri ile ilgili sonuçlar örneklerin kaynağının çiçek balı olduğunu doğrulamaktadır (Çizelge 4.12).



Şekil 4.13. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

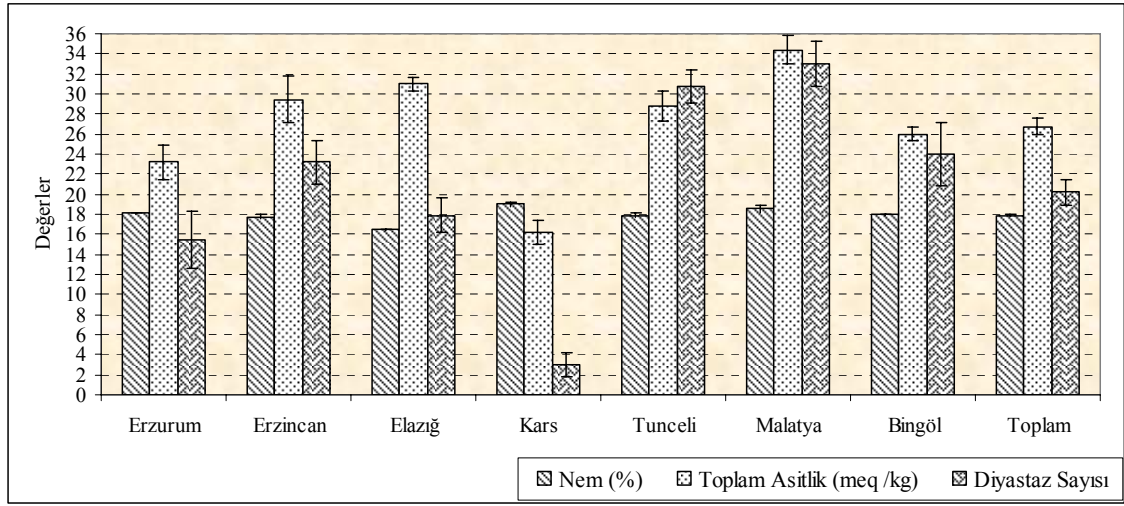
Doğu Anadolu Bölgesinde elde edilen kül verilerinin istatistiksel analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ )

### 5.3.1.2. Nem Miktarı

Doğu Anadolu Bölgesinde alınan bal numunelerinde yapılan analizler sonucunda nem oranları % 16.00 ile % 20.00 arasında, ortalama %  $17.92 \pm 0.12$  olarak

tespit edilmiştir (Çizelge 4.9; Şekil 4.14). Bal örneklerinde elde edilen ortalama nem oranı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarının belirlemiş olduğu % 20'lik sınırın altında bulunmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).



Şekil 4.14 Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

### 5.3.1.3. pH Değeri

Araştırmada Doğu Anadolu bölgesinde alınan bal örneklerinden elde edilen pH değerleri 2.93 ile 6.23 arasında ortalama  $3.34 \pm 0.05$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9, Şekil 4.15). Çalışmanın istatistiki analizleri sonucunda pH değerlerinin illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı istatistiki olarak % 1 yanılma düzeyinde önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

### 5.3.1.4. Asitlik Miktarı

Araştırma sonucunda Doğu Anadolu bölgesinde toplanan bal örneğine ait asitlik değerleri  $10.35 \text{ meq kg}^{-1}$  ile  $41.70 \text{ meq kg}^{-1}$  arasında ortalama  $26.77 \pm 0.86 \text{ meq kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.14). Çalışma sonucunda elde edilen bu

ortalama değer Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında iek ve salgı balı için belirtilen  $\leq 50$  meq kg<sup>-1</sup> değeri karşılaştırıldığı zaman bu değere uyumlu olduğu saptanmıştır. Doğu Anadolu bölgesinden elde edilen asit içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur (P<0.01).

### **5.3.1.5. Diyastaz Sayısı**

Doğu Anadolu bölgesinde alınan bal numunelerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda diyastaz sayısının 0.00 ile 38.50 arasında değiştiği ve ortalama 20.19±1.32 olduğu saptanmıştır (izelge 4.9, şekil 4.14). Çalışmada analizler sonucunda bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen diyastaz sayısı ile ilgili sonuçlar FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan 8'den yüksek bulunmuştur. Ancak Erzurum'dan alınan 6 ve Kars'tan alınan 9 bal örneğinde diyastaz sayısı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği standartlarının bildirdiği en alt limit olan 8'in altında bulunmuştur.

Çalışma sonucunda tespit edilen diyastaz sayısının istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farklar % 1 yanılma düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

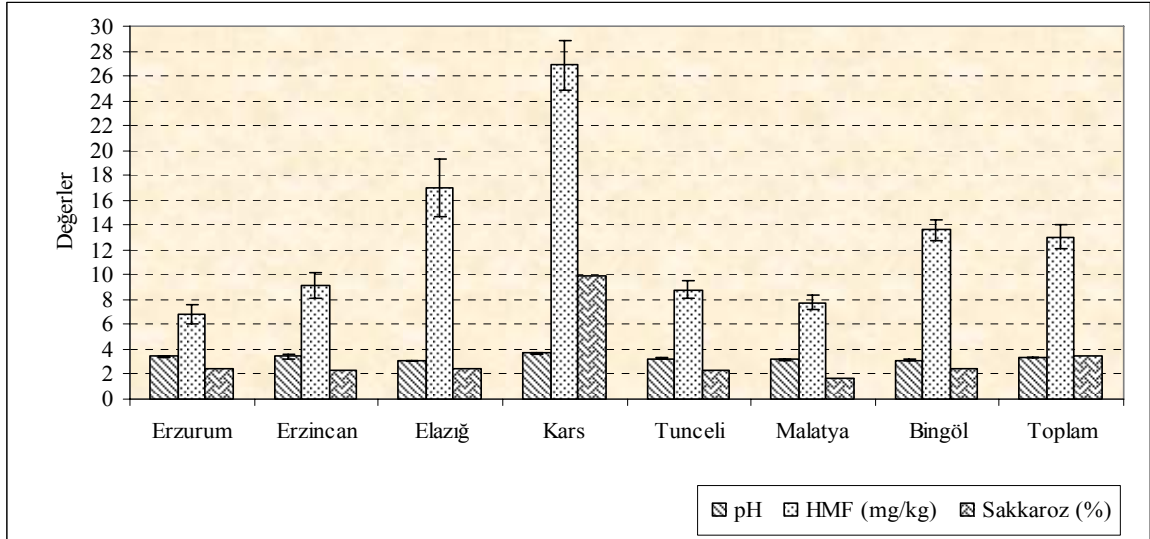
### **5.3.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı**

Araştırmada, Doğu Anadolu Bölgesindeki bal örneklerindeki HMF değerlerinin 2.88 (mg kg<sup>-1</sup> ile 37.44 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, ortalama 13.04±0.93 mg kg<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir (izelge 4.9, şekil 4.15). Araştırma sonucunda elde edilen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\leq 40$  mg kg<sup>-1</sup>), Avrupa Birliği standardı ( $\leq 40$  mg kg<sup>-1</sup>) ve Kodeks ( $\leq 80$  mg kg<sup>-1</sup>) standartlarına uyduğu saptanmıştır.

Çalışma sonucunda belirlenen HMF değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur (P<0.01).

### 5.3.1.7. Elektriksel İletkenlik

Araştırma sonucunda tespit edilen kül değerleri ile hesaplanan elektriksel iletkenliğe ait verilerin Doğu Anadolu Bölgesindeki bal numuneleri için  $0.18 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $0.91 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında ve ortalama  $0.33 \pm 0.02 \text{ mS cm}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.13). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarına göre çiçek ballarında  $\leq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  salgı ve kestane ballarında ise  $\geq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).



Şekil 4.15. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değerleri

### 5.3.1.8. Protein Miktarı

Doğu Anadolu Bölgesinde toplanan bal örneklerinde yapılan protein analizi sonucunda tespit edilen protein oranı % 0.07 ile % 0.68 arasında, ortalama  $0.35 \pm 0.01$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.13). Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farklar istatistiki olarak % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

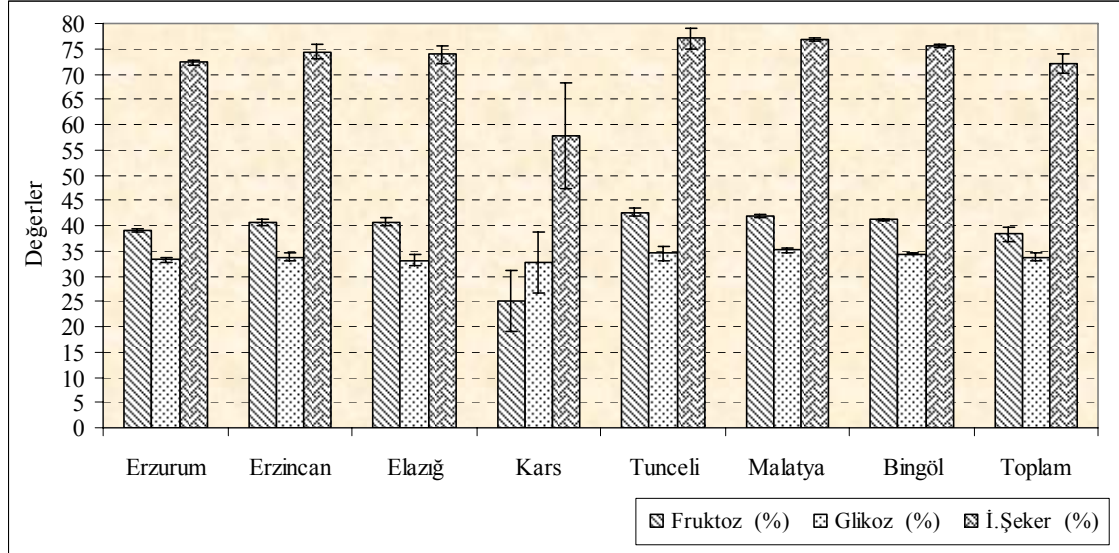
### 5.3.1.9. Fruktoz Miktarı

Yapılan araştırmada Doğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda fruktoz değerleri % 11.64 ile % 44.12 arasında ortalama %  $38.41 \pm 1.43$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.16). Çalışmada Kars ilinde alınan 9 bal örneğinde fruktoz değerleri genel ortalamaların çok altında tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda belirlenen fruktoz oranı bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P < 0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.3.1.10. Glikoz Miktarı

Çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan Şeker analizleri sonucunda glikoz değerleri % 16.46 ile % 45.62 arasında ortalama %  $33.75 \pm 0.87$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9, Şekil 4.16). Çalışmada Kars ilinden alınan 3 bal örneğinde glikoz değeri ortalama değerlerin çok altında tespit edilmiştir. Analizler sonucunda belirlenen glikoz oranı bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).



Şekil 4.16. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert Şeker değerleri



### 5.3.1.11. İvert Şeker Miktarı

Yapılan araştırmada Doęu Anadolu bölgesindeki bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda invert şeker değerleri % 28.10 ile % 81.20 arasında ortalama % 72.16±1.95 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9, Şekil 4.16). Elde edilen invert şeker değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Teblięi ( $\geq 6$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)), Avrupa Birlięi ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)) ve Kodeks ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 60$  (S B)), standartlarına uyduğu belirlenmiştir. En dūřuk invert şeker değeri Kars, en yūksək değer ise Tunceli ilinden alınan örneklerinde tespit edilmiştir. Bunun yanında Kars ilinden alınan 6 bal örneğinde tespit edilen invert şeker değeri Türk Gıda Kodeksi Bal Teblięi, Avrupa Birlięi ve Kodeks standartlarının çiçek balı için belirlemiş olukları en alt limit olan % 65 değerinin altında bulunmuştur.

Tespit edilen invert şeker oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P < 0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.3.1.12. Sakaroz Miktarı

Araştırma sonucunda Doğu Anadolu Bölgesine ait sakaroz değerlerinin % 1.06 ile % 23.20 arasında değiştiği ortalama % 3.45±0.90 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.15). Çalışma sonucunda elde edilen sakaroz değerlerinin çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiğini belirten Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Ancak Kars ilinden alınan 6 bal örneğinde sakaroz değeri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarında çiçek balları için bildirilen en fazla % 5 sınırın çok üstünde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çalışma sonucunda belirlenen sakaroz oranın bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P < 0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.3.2. Element Analizleri

Araştırma kapsamında Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan 78 bal örneğinde, ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb ve Zn, mineral maddelerden ise Al, Ba, Ca, K,

Mg, Mn, Na ve P analizleri yapılmış, analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.10, Şekil 4.17’de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda Ağır Metallerden Cd değerinin Erzincan, Malatya ve Bingöl illerindeki bal örneklerinde bulunmadığı, Erzurum, Elazığ, Kars ve Tunceli bal örneklerinde ise  $0.01\pm 0.00$  ppm düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Bakır değerinin en düşük Erzincan ili örneklerinde ortalama  $0.13\pm 0.02$ , en yüksek değer ise Bingöl ili bal örneklerinde  $0.23\pm 0.04$  olduğu belirlenmiştir

Doğu Anadolu Bölgesinde alınan bal örneklerinde Erzincan, Kars ve Tunceli bal örneklerinde Cr elementi bulunmazken ( $0.00\pm 0.00$  ppm), en yüksek Cr içeriği de Elazığ ilinden alınan bal örneklerinde  $0.03\pm 0.02$  ppm olarak bulunmuştur. Nikel değeri bakımından en düşük değer  $0.12\pm 0.01$  ppm değeri ile Elazığ ili bal örneklerinde, en yüksek Ni değeri ise  $0.28\pm 0.03$  ppm değeri ile Erzurum ili bal örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

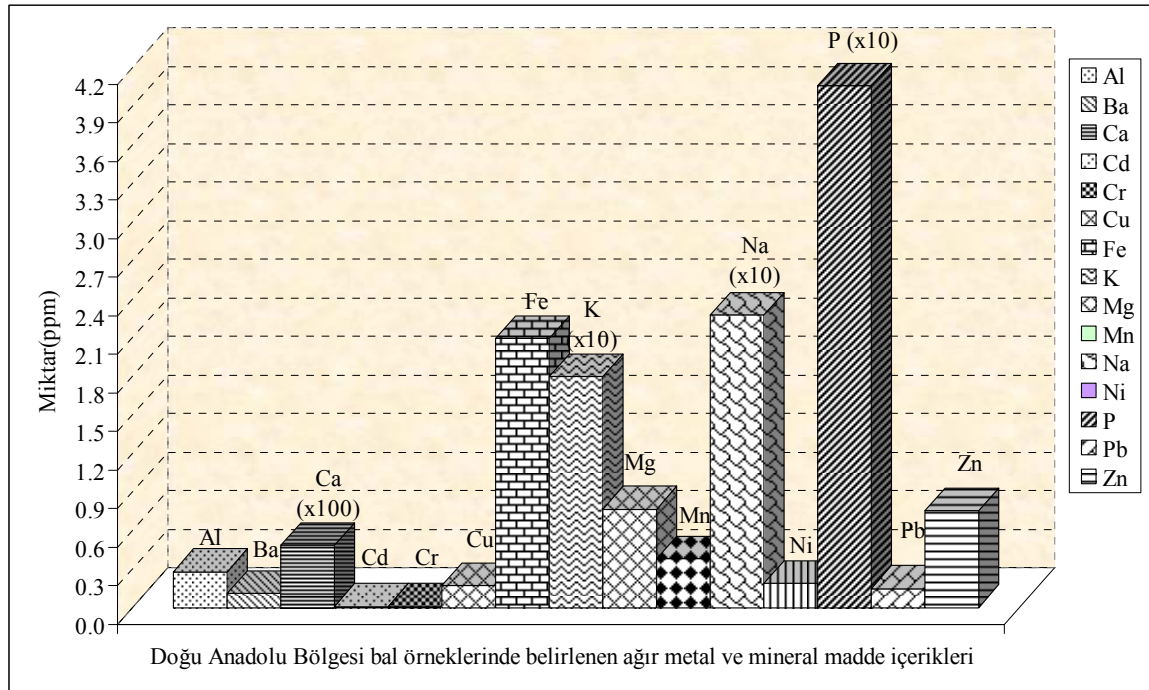
Demir analizi bakımından en düşük değer  $1.11\pm 0.06$  ppm ile Tunceli ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise  $3.21\pm 0.62$  ile Malatya ili bal örneklerinde belirlenmiştir. Malatya ilinde bal örneklerinin alındığı Hekimhan ilçesinde önemli Fe madenleri bulunmaktadır. Kurşun analiz sonuçlarına bakıldığında en düşük değer Erzincan ilinde  $0.10\pm 0.02$  olduğu, en yüksek değer ise Bingöl ilinde  $0.23\pm 0.02$  ppm olduğu belirlenmiştir.

Çinko analizi bakımından en düşük değer  $0.23\pm 0.05$  ile Elazığ ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise  $1.31\pm 0.29$  olarak Malatya ili bal örneklerinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çalışmada bulunan tüm sonuçlar FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksi tarafından Cu ( $0.1-5.0$  ppm), Fe ( $1.5-15.0$  ppm), Pb ( $0.1-2.0$  ppm) ve Zn ( $< 5.0$  ppm) bildirilen limit değerleri arasında bulunmuştur. Örnekler arasında FAO-WHO standardı açısından en üst limit değerine yakın Fe ve Zn miktarları sırasıyla  $3.21\pm 0.62$  ppm,  $1.31\pm 0.29$  ppm ile Malatya ilinde, Pb ve Cu içeriği  $0.23\pm 0.02$  ppm ve  $0.23\pm 0.004$  değeri ile Bingöl ilinde; Ni içeriği Erzurum ( $0.28\pm 0.03$  ppm) ve en yüksek Cr içeriği de ( $0.03\pm 0.02$  ppm) Elazığ ili bal örneklerinde görülmüştür. Ayrıca en yüksek Al içeriği Malatya ilinden alınan bal örneklerinde ortalama  $0.79\pm 0.14$  ppm olarak belirlenmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesinde alınan bal örneklerinde yapılan mineral madde

analizleri sonucunda belirlenen en yüksek P içeriği Malatya ilinden alınan bal örneklerinde  $54.09 \pm 1.84$  ppm, Ba, K ve Mg içeriği Kars ilinden alınan bal örneklerinde  $0.27 \pm 0.18$  ppm,  $333.33 \pm 34.45$  ppm ve  $10.96 \pm 0.53$  ppm, Ca içeriği Erzincan ilinden alınan bal örneklerinde  $60.88 \pm 3.15$  ppm, Mn içeriği Tunceli ilinden alınan bal örneklerinde  $0.64 \pm 0.05$  ppm, Na içeriği Erzurum ilinden alınan bal örneklerinde  $76.78 \pm 24.63$  ppm ve en yüksek olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Tüm Bölgeler arasında tespit edilen en yüksek Na içeriği Doğu Anadolu Bölgesinde Erzurum ilinden alınan bal örneğinde  $222.62$  ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).



Şekil 4.17. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri

Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerindeki mineral analiz sonuçları üzerinde yapılan istatistiki analizlerde Ba, Cd, Cr ve Cu içeriklerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farklarının önemsiz olduğu görülmüştür ( $P > 0.05$ ).

Bunun yanında Ca, Fe, Na, Ni, Zn ve P içerikleri bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farklar önemsiz ( $P > 0.05$ ), ancak illerde bulunan arıcılar arasındaki farkları ise önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

Al, K, Mg ve Mn değerlerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

Pb elementinin içeriği bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.10. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Erzurum N : 12	Ortalama	0.15±0.04 ab	0.07±0.00 a	47.24±1.98 c	0.01±0.00 a	0.01±0.01 ab	0.15±0.03 a	2.28±0.33 cd	108.27±21.88 a	8.32±0.74 b	0.13±0.04 a	76.78±24.63 e	0.28±0.03 d	32.53±3.29 a	0.16±0.03 abc	1.13±0.23 d
	En az	0.00	0.05	36.66	0.00	0.00	0.00	1.20	24.59	4.87	0.00	6.20	0.16	17.60	0.02	0.33
	En çok	0.37	0.09	56.77	0.02	0.08	0.35	4.13	223.40	12.43	0.34	222.62	0.44	49.09	0.31	2.29
Erzincan N : 15	Ortalama	0.22±0.08 bc	0.09±0.01 a	60.88±3.15 d	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.13±0.02 a	1.42±0.16 ab	151.38±18.83 c	6.08±0.57 a	0.43±0.08 d	12.63±2.01 bc	0.19±0.02 c	40.31±2.99 b	0.10±0.02 a	0.47±0.05 b
	En az	0.00	0.06	43.74	0.00	0.00	0.00	0.33	14.84	3.35	0.05	4.12	0.09	19.29	0.00	0.12
	En çok	0.94	0.16	77.06	0.01	0.01	0.23	2.64	243.51	10.87	0.87	26.05	0.35	52.11	0.28	0.65
Elazığ N : 12	Ortalama	0.07±0.02 a	0.08±0.00 a	50.33±1.75 c	0.01±0.00 a	0.03±0.02 b	0.14±0.05 a	1.79±0.09 bc	132.42±3.25 b	5.46±0.29 a	0.57±0.02 f	19.54±3.54 d	0.12±0.01 a	38.49±0.32 b	0.20±0.03 bc	0.23±0.05 a
	En az	0.00	0.06	43.64	0.00	0.00	0.00	1.40	111.00	4.32	0.44	2.06	0.09	36.80	0.07	0.09
	En çok	0.22	0.09	61.03	0.02	0.15	0.47	2.51	146.18	7.76	0.62	40.69	0.16	40.43	0.36	0.57
Kars N : 12	Ortalama	0.44±0.10 d	0.27±0.18 a	49.60±6.35 c	0.01±0.00 a	0.00±0.00 ab	0.21±0.03 a	2.77±0.47 de	333.33±34.45 e	10.96±0.53 c	0.22±0.02 b	15.42±3.00 cd	0.26±0.03 d	33.74±3.16 a	0.16±0.02 abc	0.72±0.30 c
	En az	0.00	0.04	18.02	0.00	0.00	0.00	0.98	191.96	9.02	0.13	2.29	0.11	17.13	0.01	0.02
	En çok	0.99	2.28	78.79	0.03	0.03	0.43	5.87	583.50	15.94	0.31	29.97	0.37	46.99	0.27	2.45
Tunceli N : 9	Ortalama	0.09±0.04 a	0.08±0.01 a	48.34±5.38 c	0.01±0.01 a	0.00±0.00 ab	0.21±0.03 a	1.11±0.06 a	208.64±30.13 d	8.71±0.94 b	0.64±0.05 g	4.80±1.19 a	0.13±0.01 a	44.94±1.81 c	0.13±0.03 ab	1.06±0.19 d
	En az	0.00	0.04	26.49	0.00	0.00	0.04	0.86	118.45	5.05	0.44	1.47	0.10	36.90	0.00	0.29
	En çok	0.32	0.12	67.64	0.05	0.03	0.38	1.38	329.21	12.68	0.79	12.33	0.20	50.53	0.27	1.55
Malatya N : 9	Ortalama	0.79±0.14 e	0.07±0.00 a	44.05±4.66 b	0.00±0.00 a	0.01±0.00 ab	0.21±0.03 a	3.21±0.62 e	200.37±13.58 d	7.91±0.59 b	0.48±0.11 e	12.50±1.82 bc	0.21±0.02 c	54.09±1.84 d	0.11±0.03 ab	1.31±0.29 e
	En az	0.00	0.05	31.61	0.00	0.00	0.10	1.22	148.21	6.21	0.20	3.30	0.12	46.63	0.00	0.19
	En çok	1.24	0.08	63.80	0.01	0.04	0.34	5.62	244.00	10.67	0.95	17.48	0.31	60.79	0.24	2.25
Bingöl N : 9	Ortalama	0.28±0.04 c	0.06±0.00 a	31.36±1.43 a	0.00±0.00 a	0.02±0.01 ab	0.23±0.04 a	2.32±0.27 cd	131.52±18.37 b	6.64±0.63 a	0.26±0.04 c	9.79±1.71 b	0.16±0.01 b	45.37±4.18 c	0.23±0.02 c	0.54±0.13 b
	En az	0.17	0.05	25.95	0.00	0.00	0.06	1.44	81.16	4.07	0.05	3.01	0.09	32.73	0.09	0.14
	En çok	0.47	0.08	38.22	0.02	0.10	0.43	3.50	204.37	9.56	0.43	15.95	0.20	62.59	0.30	1.04
Toplam N: 78	Ortalama	0.28±0.04	0.11±0.03	48.63±1.70	0.01±0.00	0.01±0.00	0.17±0.01	2.09±0.14	179.79±11.64	7.66±0.30	0.38±0.03	22.74±4.60	0.19±0.01	40.53±1.28	0.15±0.01	0.75±0.08
	En az	0.00	0.04	18.02	0.00	0.00	0.00	0.33	14.84	3.35	0.00	1.47	0.09	17.13	0.00	0.02
	En çok	1.24	2.28	78.79	0.05	0.15	0.47	5.87	583.50	15.94	0.95	222.62	0.44	62.59	0.36	2.45
Kodeks				-			0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤ 5
TGK				≤ 0.1			≤ 2.0	-							≤ 1.0	≤ 5

### 5.3.3. Kalıntı Analizleri

Çalışmada yapılan tüm kalıntı analizleri sonucunda Doğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinden % 42.3'nün limitlerin üzerinde pestisit, antibiyotik veya naftalin kalıntısı içerdiği belirlenmiştir.

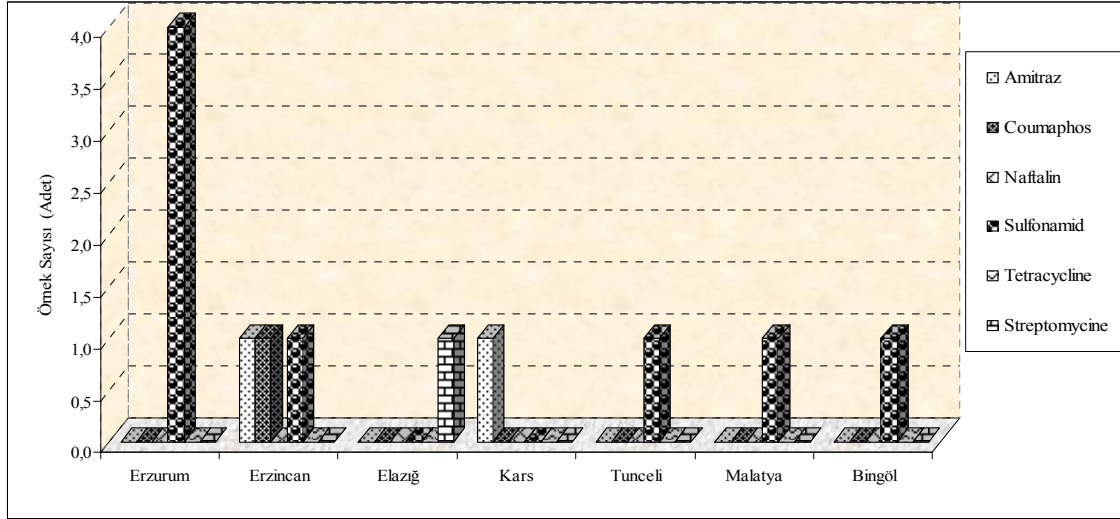
Çizelge 4.11. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları

Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazin Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
68	Erzurum1	-	0.0508 mg/kg	-	-	-	0.0002 mg/kg
69	Erzurum2	-	0.024 mg/kg	-	-	-	-
70	Erzurum3	-	0.0135 mg/kg	-	-	-	-
71	Erzurum4	-	0.0136 mg/kg	-	-	-	-
73	Erzincan2	-	0.0245 mg/kg	-	-	0.16 mg/kg*	0.066 mg/kg*
74	Erzincan3	0.00016 mg/kg	-	-	-	-	-
77	Elazığ1	-	-	-	0.0223 mg/kg	-	0.0013 mg/kg
78	Elazığ2	-	-	-	-	-	0.0034 mg/kg
81	Kars1	-	-	-	-	-	0.0202 mg/kg*
85	Tunceli1	-	0.111 mg/kg	-	-	-	-
89	Malatya2	-	0.015 mg/kg	-	-	-	-
90	Malatya3	-	-	-	-	-	0.0001 mg/kg
92	Bingöl2	-	0.0432 mg/kg	-	-	-	-

#### 5.3.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çalışma kapsamında Doğu Anadolu Bölgesinden alınan bal numunelerinde analiz edilen sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine ilaç kalıntıları ile ilgili sonuçlar çizelge 4.11'de verilmiştir. Analizler sonucunda Erzurum ilinden 4, Erzincan ilinden 1, Tunceli ilinden 1, Malatya ilinden 1 ve Bingöl ilinden 1 bal örneğinin olmak üzere toplam 8 bal örneğinde sulfamethazin kalıntısına rastlanılmıştır. Bal örneklerinde tetracycline ve streptomycine kalıntısına rastlanmazken özellikle Erzurum ilinden alınan bal numunelerinde yoğun bir şekilde sulfamethazin kalıntısı tespit edilmiştir. Sulfamethazine özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda bakteriyel hastalıklara karşı kullanılan bir antibiyotiktir. Bu bölgede büyükbaş hayvancılığın yoğun bir şekilde yapılması ve ilaçların arı kolonilerinde de bakteriyel hastalıklara karşı kullanılıyor olmasından ileri gelebileceği düşünülmektedir. Doğu Anadolu Bölgesinde toplam 8 bal örneğinde sülfonamid kalıntıları tespit edilmiş ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği

standardının belirlemiş oldukları ve balda bulunmasına müsaade edilen en üst limit olan 0.01 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.11). Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarına göre de antibiyotik kalıntısının bulunmaması gerekmektedir. Çalışma sonucunda Doğu Anadolu Bölgesinden alınan 26 bal örneğinin % 30.7'sinde sülfonamid kalıntısı belirlenmiştir.



Şekil 4.18. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı

### 5.3.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri

Doğu Anadolu Bölgesinde alınan bal örneklerinde yapılan pestisit analizlerinden amitraz ve coumaphos kalıntısı sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Analizler sonucunda Erzurum ilinden 1 örnekte amitraz, Erzincan ilinden 1 örnekte amitraz ve coumaphos birlikte, Elazığ ilinden 2 örnekte amitraz, Kars ilinden 1 örnekte amitraz ve Malatya ilinden 1 örnekte amitraz kalıntısına rastlanmıştır. Bu örnekler içinde Erzincan'dan alınan örnekte belirlenen amitraz ve coumaphos ile Kars ilinden alınan örnekte belirlenen amitraz içeriği Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının belirlemiş oldukları ve amitraz için balda bulunması gerekli olan en üst limit olan 0.02 mg/kg (ppm) ile coumaphos için gerekli olan en üst limit olan 0.01 mg/kg değerlerinin üzerinde bulunmuştur.

Çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden bal örneklerinin % 7.6'nın amitraz, % 3.8'inin de coumaphos kalıntısı içerdiği tespit edilmiştir.

### 5.3.3.3. Naftalin Analizleri

Doğu Anadolu Bölgesinde alınan bal örneklerinde naftalin kalıntısını belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda Erzincan ilinden alınan 1 bal örneğinde naftalin kalıntısı tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde naftalin kalıntı oranı % 3.8 olarak belirlenmiştir.

### 5.3.4. Polen Analizi

Çalışma kapsamında Doğu Anadolu Bölgesinden alınan 78 bal örneğinde yapılan polen analizi ile ballara kaynak teşkil eden dominant nektarlı bitkiler belirlenmiştir. Türkiye'nin eşsiz yayla ballarına kaynak teşkil eden ve zengin floraya sahip Doğu Anadolu Bölgesinden belirlenen geven, yonca, kekik, üçgül, dikenler ve korunga polen sınıflarının oranları sırasıyla % 65.3, % 11.5, % 11.5, % 3.8, % 3.8 ve % 3.8 olarak belirlenmiştir. Çalışmada mikroskop altında sayılan toplam polen sayısı ile dominant polen sayısı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
68	Erzurum1	22425	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	43400	65825	34.07
69	Erzurum2	2950	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	4425	7375	40.00
70	Erzurum3	345225	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	487050	832275	41.48
71	Erzurum4	75125	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> )	349125	424250	17.71
72	Erzincan1	274175	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	352525	626700	43.75
73	Erzincan2	82125	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> )	341900	424025	19.37
74	Erzincan3	572200	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	92075	664275	86.14
75	Erzincan4	29125	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	38500	67625	43.07
76	Erzincan5	78475	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	115650	194125	40.42
77	Elazığ1	234525	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	241875	476400	49.23
78	Elazığ2	26775	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	33675	60450	44.29
79	Elazığ3	82225	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	139450	221675	37.09
80	Elazığ4	144625	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	163825	308450	46.89
81	Kars1	12225	Boğa dikeni ( <i>Cirsium spp.</i> )	27600	39825	30.70
82	Kars2	10475	Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> )	18500	28975	36.15
83	Kars3	26175	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	48825	75000	34.90



Çizelge 4.12. (Devam) Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
84	Kars4	42300	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	55225	97525	43.37
85	Tunceli1	421000	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	145475	566475	74.32
86	Tunceli2	10900	Üçgül ( <i>Trifolium repens</i> )	18275	29175	37.36
87	Tunceli3	11350	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> )	45225	56575	20.06
88	Malatya1	240325	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	238100	478425	50.23
89	Malatya2	194450	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	66250	260700	74.59
90	Malatya3	18225	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	27575	45800	39.79
91	Bingöl1	73650	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	118225	191875	38.38
92	Bingöl2	68925	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	161825	230750	29.87
93	Bingöl3	74600	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	220150	294750	25.31

Çizelge 4.12'den görüldüğü gibi bölgede dominant polen oranı en fazla olan (% 65.3) geven bitkisi, bölgenin tüm illerindeki yaylalarda yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Geven bitkisinin dışında yaylalarda mevcut florada bulunan kekik, yonca, korunga, ballıbaba, üçgül, diken çeşitleri, sığır kuyruğu, fiğ çeşitleri, papatyagiller gibi nektar ve polen kaynağı bitkilerde sekonder polen gruplarını oluşturmaktadır.

#### 5.4. Karadeniz Bölgesi

##### 5.4.1. Karadeniz Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında Karadeniz Bölgesinden toplam 177 bal örneği alınmıştır. Alınan numunelerde biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz analizleri ilgili veriler Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Ordu N : 90	Ortalama	0.49±0.04 TCA b	20.84±0.14 T e	4.02±0.05 e	22.35±0.72 TCA a	13.04±0.66 TCA a	5.99±0.52 TCA a	0.99±0.08 B	0.61±0.12 b	41.37±0.43 b	32.11±0.45 b	73.48±0.68 TCA bc	2.78±0.23 TCA b
	En az	0.03	17.30	3.09	10.50	2.50	0.58	0.19	0.18	35.88	28.32	67.01	1.11
	En çok	1.92	24.30	5.36	48.75	29.40	24.19	3.47	6.95	44.62	37.62	81.35	5.61
Samsun N : 18	Ortalama	0.13±0.05 TCA a	19.58±0.2 c0 TCA	3.18±0.02 b	39.13±2.44 TCA d	21.81±2.26 TCA c	18.40±1.77 TCA d	0.37±0.09 TCA a	0.48±0.03 c	38.10±0.69 a	32.38±0.80 b	70.49±1.44 TCA a	1.84±0.26 TCA a
	En az	0.03	18.50	3.02	22.00	8.30	7.87	0.19	0.33	35.81	30.18	67.09	1.25
	En çok	0.99	20.80	3.31	57.85	38.50	31.30	1.86	0.72	40.42	35.67	76.09	2.69
Giresun N : 18	Ortalama	1.00±0.32 c	21.76±0.26 f	4.09±0.10 ef	29.18±1.84 TCA c	16.78±1.64 TCA b	6.21±0.68 TCA a	1.88±0.56 c	0.59±0.06 d	38.58±0.70 a	28.96±1.24 a	67.55±0.83 TCA b	2.05±0.11 TCA ab
	En az	0.15	19.90	3.59	17.85	8.30	1.92	0.41	0.20	35.87	25.18	65.16	1.78
	En çok	4.56	23.80	4.78	42.85	29.40	12.10	8.08	1.21	40.77	32.82	70.82	2.48
Artvin N : 15	Ortalama	0.26±0.04 TCA a	18.37±0.11 TCA a	3.65±0.14 d	25.97±1.48 TCA b	23.43±1.26 TCA cd	11.92±2.33 TCA c	0.59±0.07 TCA a	0.32±0.02 a	40.61±1.19 b	32.72±0.86 b	73.32±2.01 TCA bc	2.58±0.11 TCA ab
	En az	0.08	18.00	3.15	17.05	17.90	3.65	0.28	0.21	36.66	29.50	66.16	2.31
	En çok	0.51	19.20	4.59	34.40	29.40	28.61	1.03	0.44	42.97	34.32	76.56	2.91
Trabzon N : 12	Ortalama	1.73±0.21 d	20.46±0.21 T d	4.13±0.05 f	39.17±1.05 TCA d	25.67±0.95 TCA e	6.05±0.51 TCA a	3.14±0.36 D	0.65±0.01 e	44.19±1.46 c	30.12±0.32 a	74.30±1.77 TCA cd	2.15±0.16 TCA b
	En az	1.02	19.10	3.90	32.25	23.00	3.46	1.92	0.55	41.26	29.28	70.53	1.72
	En çok	3.45	21.10	4.34	44.75	29.40	8.83	6.14	0.69	47.83	30.72	78.56	2.43
Gümüşhane N : 9	Ortalama	0.13±0.01 TCA a	18.47±0.32 TCA a	3.06±0.07 a	36.95±2.36 TCA d	23.87±3.28 TCA de	8.96±0.27 TCA b	0.36±0.02 TCA a	0.35±0.04 a	41.65±1.36 b	35.53±0.40 c	77.18±1.76 TCA d	1.95±0.22 TCA ab
	En az	0.07	17.40	2.90	28.00	10.90	8.06	0.26	0.24	40.08	34.98	75.06	1.51
	En çok	0.18	19.80	3.50	47.35	38.50	10.18	0.45	0.53	44.36	36.32	80.68	2.19
Kastamonu N : 6	Ortalama	0.27±0.07 TCA a	18.78±0.15 TCA b	3.55±0.07 c	53.62±3.01 d	36.98±1.52 TCA f	8.58±1.58 TCA b	0.61±0.13 TCA a	0.65±0.03 e	44.54±3.01 c	36.53±1.46 c	81.07±4.47 TCA e	1.84±0.12 TCA a
	En az	0.05	18.30	3.40	46.45	29.40	2.69	0.22	0.55	41.53	35.08	76.60	1.72
	En çok	0.57	19.20	3.71	63.05	38.50	12.29	1.14	0.75	47.55	37.99	85.54	1.97
Rize N : 9	Ortalama	0.67±0.23 b	18.44±0.41 TCA a	3.52±0.19 c	27.65±1.92 TCA bc	13.81±1.48 TCA a	6.42±1.46 TCA a	1.30±0.41 b	0.42±0.02 b	37.68±0.92a	29.76±1.63 a	67.44±2.52 TCA a	2.74±0.62 TCA b
	En az	0.10	16.80	3.00	19.40	8.30	2.69	0.31	0.32	35.85	26.66	62.51	1.77
	En çok	1.91	20.00	4.57	35.50	17.90	13.06	3.46	0.53	38.64	32.21	70.85	3.89

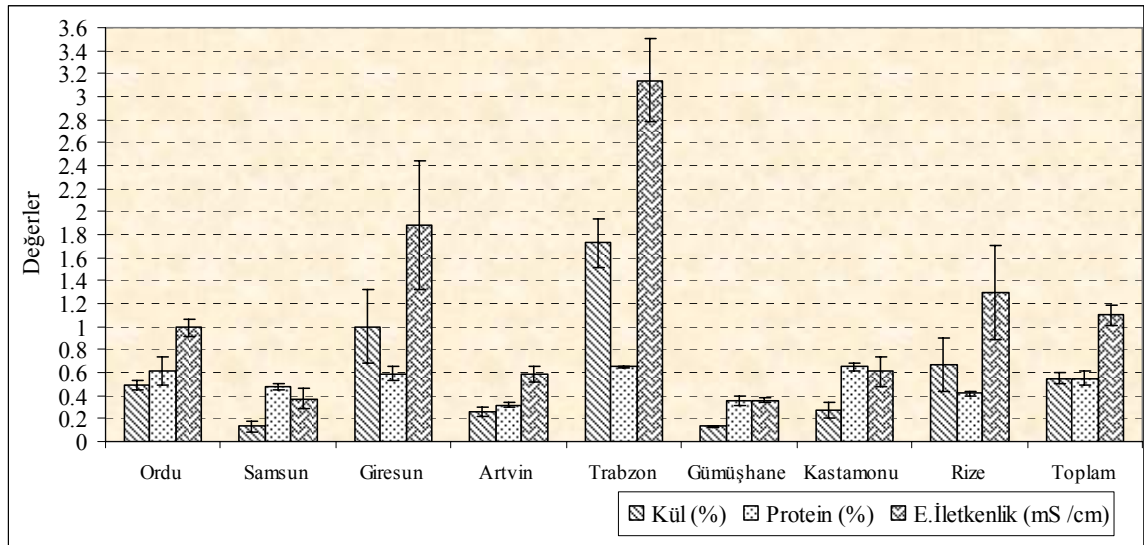
Çizelge 4.13. (Devam) Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg-1)	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Toplam N : 177	Ortalama	0.55±0.05 TCA	20.26±0.1 2 T	3.83±0.04	28.27±0.80 TCA	17.45±0.66 TCA	8.04±0.49 TCA	1.10±0.09	0.55±0.06	40.82±0.37	31.94±0.36	72.76±0.59 TCA	2.48±0.13 TCA
	En az	0.03	16.80	2.90	10.50	2.50	0.58	0.19	0.18	35.81	25.18	62.51	1.11
	En çok	4.56	24.30	5.36	63.05	38.50	31.30	8.08	6.95	47.83	37.99	85.54	5.61
	N	177	177	177	177	177	177	177	177	59	59	59	59
TGK BAL TEBLİĞİ		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
EU		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

#### 5.4.1.1. Kül Miktarı

Karadeniz bölgesinde toplanan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ortalama kül değerlerinin % 0.03 ile % 4.56 arasında değiştiği, ortalama %  $0.55 \pm 0.03$  olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.19). Elde edilen ortalama kül değerleri FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 ve salgı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında Ordu ilinden alınan 24, Giresun ilinden alınan 6, Trabzon ilinden alınan 12 ve Rize ilinden alınan 3 bal örneğinde tespit edilen kül miktarı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği (EU) ve Kodeks standartlarında çiçek balları için belirtilen üst limit olan % 0.6 değerinin üzerinde bulunmuştur. En yüksek kül miktarı Giresun bal örneğinde % 4.56 olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde kül miktarının standartların üzerinde çıktığı bal örneklerinin dominant bitki kaynağının kestane olduğu görülmüştür. Kestane balları esmer ballar sınıfında değerlendirilmektedir. Dolayısı ile esmer ballarda mineral maddenin (kül) yüksek bulunması nektarın orijininden kaynaklanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinin kestane balının kül miktarı ile ilgili yeniden bir düzenlemeye gidilmesi önerilebilir. Karadeniz Bölgesinde elde edilen kül içeriğinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği (EU) ve Kodeks standartlarına uygun olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.13).

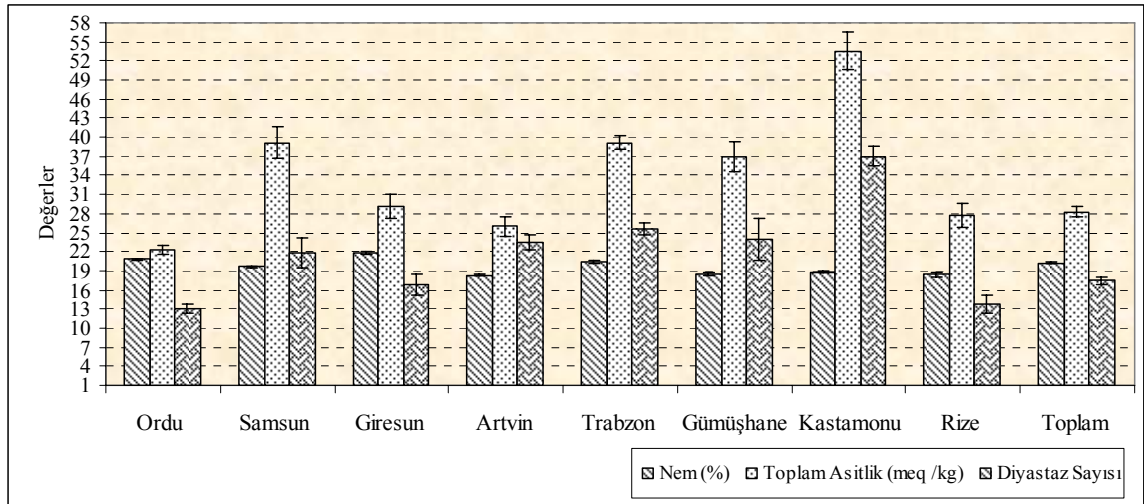


Şekil 4.19. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

Karadeniz Bölgesinde elde edilen kül verileri ile ilgili istatistiki analizler sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ )

#### 5.4.1.2. Nem Miktarı

Karadeniz Bölgesinde alınan bal numunelerinde nem oranları % 16.80 ile % 24.30 arasında, ortalama %  $20.26\pm 0.12$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.20). Bal örneklerinde elde edilen ortalama nem oranlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarının belirlemiş olduğu % 20'lik sınırın üstünde bulunmuştur. Çalışmada Ordu ilinden 69, Samsun ilinden 3, Giresun ilinden 18 ve Trabzon ilinden 9 bal örneği Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarının belirlemiş olduğu % 20'lik değerın üstünde bulunmuştur.



Şekil 4.20. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Çalışma sonucunda elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 5.4.1.3. pH Değeri

Araştırmada Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinden elde edilen pH değerleri 2.90 ile 5.36 arasında ortalama  $3.83\pm 0.04$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13,

Şekil 4.21). Edilen pH değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 5.4.1.4. Asitlik Miktarı

Araştırma sonucunda Karadeniz bölgesinde toplanan bal örnekleri genel anlamda asidik bir yapıda olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda asitlik değerleri  $10.50 \text{ meq kg}^{-1}$  ile  $63.05 \text{ meq kg}^{-1}$  arasında ortalama  $28.27 \pm 0.80 \text{ meq kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.20).Tespit edilen bu ortalama asitlik değeri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salgı balı için belirtilen  $\leq 50 \text{ meq kg}^{-1}$  değeri karşılaştırıldığı zaman bu değere uyumlu olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte Samsundan alınan 3, Kastamonu'dan alınan 3 bal örneğindeki asitlik değeri ise bu standartlarda çiçek ve salgı balı için belirtilen en fazla  $50 \text{ meq kg}^{-1}$  limitinin üzerinde bulunmuştur.

Elde edilen asit içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

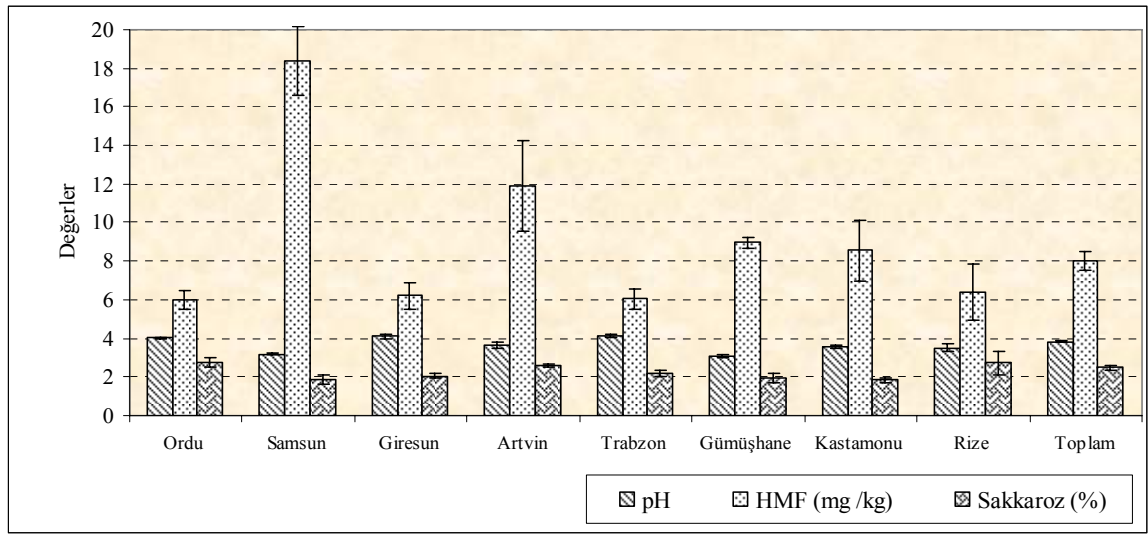
#### 5.4.1.5. Diyastaz Sayısı

Karadeniz bölgesinde alınan bal numunelerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda diyastaz sayısının  $2.50$  ile  $38.50$  arasında değiştiği ve ortalama  $17.45 \pm 0.66$  olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.13, Şekil 4.20). Çalışmada analizler sonucunda bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen ortalama diyastaz sayısı ile ilgili sonuçlar FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan  $8$  değerinin üzerinde bulunmuştur. Ancak Ordu ilinden alınan  $12$  bal örneğinde belirlenen diyastaz sayısı Kodeks, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan  $8$  değerinden düşük bulunmuştur.

Çalışma sonucunda tespit edilen diyastaz sayısı ile ilgili verilerin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 5.4.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı

Araştırmada, Karadeniz Bölgesindeki bal örneklerindeki HMF değerlerinin  $0.58 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $31.30 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği, ortalama  $8.04 \pm 0.49 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.21). Araştırma sonucunda elde edilen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Avrupa Birliği standardı ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Kodeks ( $\leq 80 \text{ mg kg}^{-1}$ ) standartlarına uyduğu saptanmıştır. Çalışmada bu bölgede üretilen ballarda HMF miktarlarının düşük olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.21. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değerleri

Çalışma sonucunda belirlenen HMF değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 5.4.1.7. Elektriksel İletkenlik

Çalışmada tespit edilen elektriksel iletkenliğe ait değerleri  $0.19 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $8.08 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında ve ortalama  $1.10 \pm 0.09 \text{ mS cm}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13, Şekil 4.19). Karadeniz Bölgesinde çoğunluğunu kestane ballarının oluşturduğu bal örnekleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarının çiçek balları için belirlediği  $\leq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$ , salgı ve kestane balları için belirlediği  $\geq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$

limitlerine uygun bulunmuştur. Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **5.4.1.8. Protein Miktarı**

Karadeniz Bölgesinde toplanan bal numunelerinde tespit edilen protein oranı % 0.18 ile % 6.95 arasında ortalama %  $0.55\pm 0.06$  olarak bulunmuştur (Çizelge, 4.13, Şekil 4.19). Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

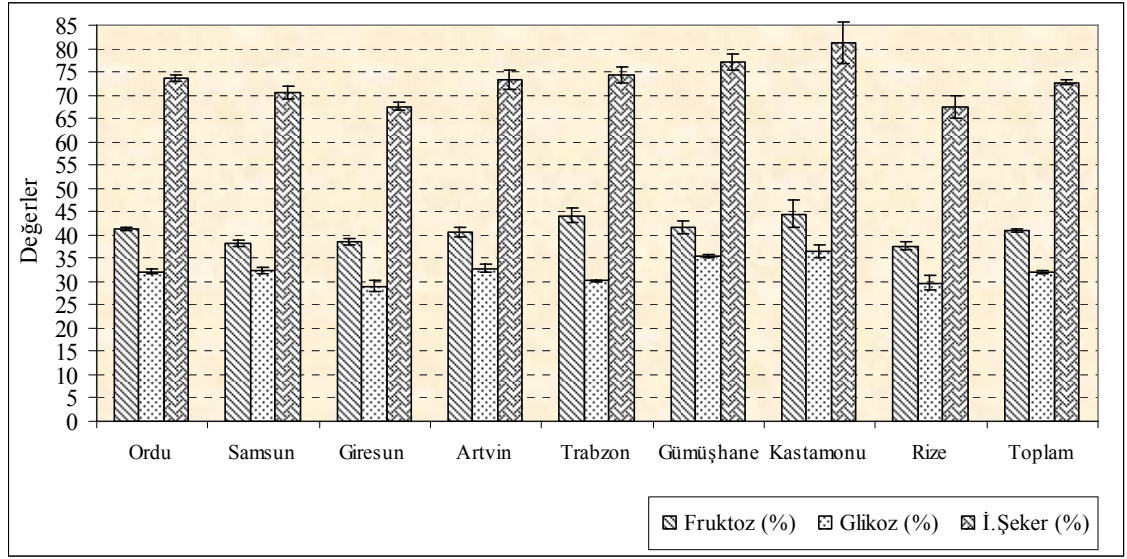
#### **5.4.1.9. Fruktoz Miktarı**

Yapılan araştırmada Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda fruktoz değerleri % 35.81 ile % 47.83 arasında ortalama %  $40.82\pm 0.37$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13, Şekil 4.22). Çalışma sonucunda Karadeniz ballarından ağırlıklı olarak fruktoz şekerinin bulunduğu belirlenmiştir. Genelde literatürlerde balın bileşiminde % 38 olan fruktoz değeri Karadeniz balları için % 40 olarak belirlenmiştir. Tespit edilen fruktoz oranının istatistiki değerlendirmelerinde, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkın önemli ( $P<0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkın ise önemsiz olduğu görülmüştür ( $P>0.05$ ).

#### **5.4.1.10. Glikoz Miktarı**

Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan şeker analizleri sonucunda glikoz değerleri % 25.18 ile % 37.99 arasında ortalama %  $31.94\pm 0.36$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13, Şekil 4.22). Çalışma sonucunda belirlenen glikoz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı istatistiki olarak önemli ( $P<0.01$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).





Şekil 4.22. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değerleri

#### 5.4.1.11. İntvert Şeker Miktarı

Yapılan araştırmada Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinde invert şeker değerleri % 62.51 ile % 85.54 arasında ortalama %  $72.76 \pm 0.59$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13, Şekil 4.22). Elde edilen ortalama invert şeker değeri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeksin çiçek baları için belirlemiş olduğu en alt limit olan % 65 değerinin üzerinde bulunmuştur. Ancak Rize'den alınan 3 bal örneğinde invert şeker oranı % 65 limitinin altında tespit edilmiştir.

Çalışmada belirlenen invert şeker oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P < 0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### 5.4.1.12. Sakaroz Miktarı

Araştırma sonucunda Karadeniz Bölgesine ait sakaroz değerlerinin % 1.11 ile % 5.61 arasında değiştiği ortalama %  $2.48 \pm 0.13$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.21). Belirlenen sakaroz değeri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarında çiçek balları için belirtilen en fazla % 5 limit değerinin altında bulunmuştur.

Çalışma sonucunda tespit edilen sakaroz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

#### 5.4.2. Element Analizleri

Araştırma kapsamında Karadeniz Bölgesinden toplanan 177 bal örneğinde, ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Al, Pb ve Zn mineral maddelerden ise Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P analizleri yapılmış, analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.14, Şekil 4.23'de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ağır metallere Ordu, Samsun, Giresun, Artvin, Trabzon ve Gümüşhane illerindeki bal örneklerinde bulunmadığı, Kastamonu ve Rize bal örneklerinde ise  $0.01\pm 0.00$  ppm düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Cu değerinin en düşük Samsun ili bal örneklerinde ortalama  $0.08\pm 0.07$  ppm, en yüksek değer ise Rize ili bal örneklerinde  $0.46\pm 0.14$  ppm olduğu belirlenmiştir.

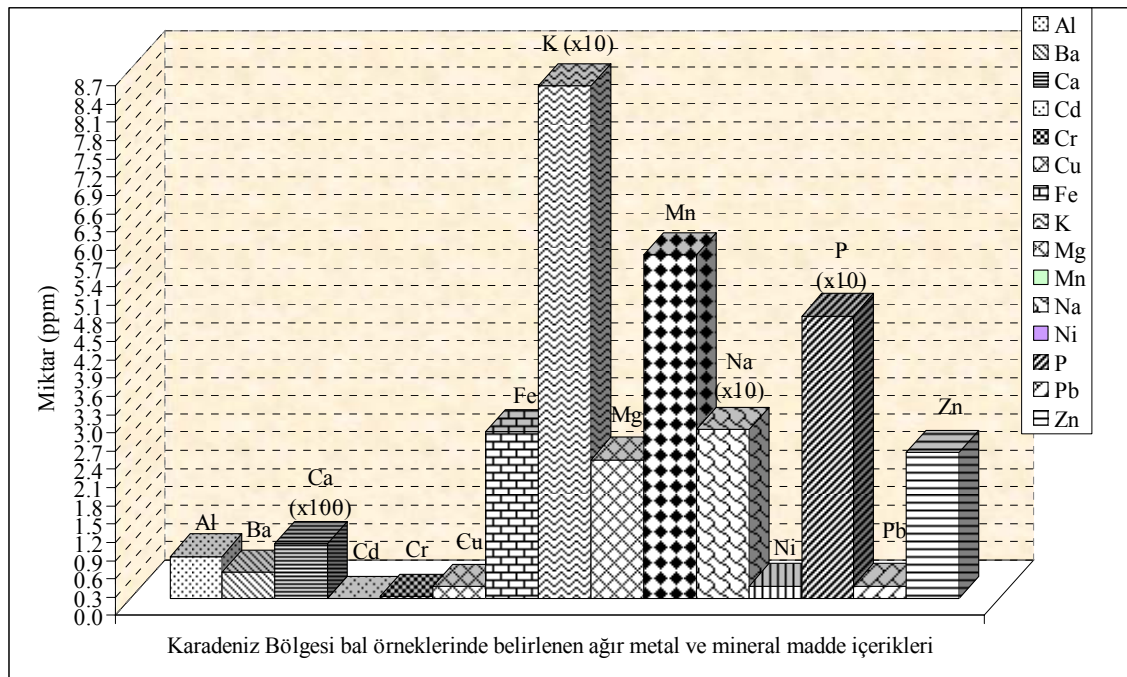
Demir analizi bakımından en düşük değer  $1.83\pm 0.34$  ppm ile Rize ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise  $4.25\pm 1.49$  ile Gümüşhane ili bal örneklerinde belirlenmiştir.

Kurşun analiz sonuçlarına bakıldığında en düşük değer Kastamonu ili bal örneklerinde  $0.12\pm 0.04$  olduğu, en yüksek değer ise Samsun ilinden alınan bal örneklerinde  $0.61\pm 0.44$  ppm olduğu belirlenmiştir.

Çinko analizine bakıldığında en düşük değer  $0.81\pm 0.11$  ppm ile Rize ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise  $7.84\pm 2.62$  ppm olarak Trabzon ili bal örneklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Karadeniz Bölgesinde alınan bal örneklerinde yapılan Cr analizinde düşük değer  $0.02 \pm 0.01$  ppm değeri ile Ordu ilinde bulunurken, en yüksek Cr içeriği de Trabzon ilinde ilinden alınan bal örneklerinde  $0.10\pm 0.02$  ppm olarak bulunmuştur. Nikel değeri bakımından en düşük değer  $0.18\pm 0.02$  ppm Trabzon ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise  $0.25\pm 0.02$  ppm değeri ile Artvin ili bal örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Ayrıca Trabzon ili bal örneklerinde Al içeriği de ( $2.43\pm 0.39$  ppm) diğer illerden yüksek bulunmuştur.

Analiz sonucunda elde edilen tüm sonuçlar FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksi tarafından gıdalarda bulunması gereken Cu (0.1-5.0), Fe (1.5-15.0), Pb (0.1-2.0) ve Zn (<5.0) ağır metallerin limit değerleri arasında bulunmuştur. Örnekler arasında FAO-WHO standardı açısından en üst limit değerine yakın Cr ve Zn miktarları sırasıyla  $0.10 \pm 0.02$  ppm ve  $7.84 \pm 2.62$  ppm ile Trabzon ilinde, Pb içeriği ( $0.61 \pm 0.44$  ppm) Samsun, Cu içeriği ( $0.46 \pm 0.14$  ppm) Rize ilinde, Ni içeriği Artvin ilinde ( $0.25 \pm 0.02$  ppm) ve en yüksek Fe içeriği de ( $4.25 \pm 1.49$  ppm) Gümüşhane ili bal örneklerinde görülmüştür.



Şekil 4.23. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri

Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinde belirlenen en yüksek Ca, K, Mg ve Mn içeriği Trabzon ilinden alınan bal örneklerinde sırasıyla  $177.54 \pm 8.11$  ppm,  $1861.59 \pm 63.55$  ppm,  $57.35 \pm 3.46$  ppm ve  $25.27 \pm 1.25$  ppm, Ba içeriği Giresun ilinden alınan bal örneklerinde  $0.77 \pm 0.08$  ppm, Na içeriği Samsun ilinden alınan bal örneklerinde  $55.39 \pm 7.80$  ppm ve en yüksek P içeriği Kastamonu ilinden alınan bal örneklerinde  $119.46 \pm 3.21$  ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Potasyum sonuçları incelendiğinde Karadeniz bölgesi ballarının yüksek miktarda K içerdiği

belirlenmiştir. Karadeniz Bölgesi bal örneklerindeki mineral analiz sonuçları üzerinde yapılan istatistikî analizlerde Al, Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P element içerikleri bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Cr, Fe ve Ni elementlerinin değerleri ise bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemsiz ( $P>0.05$ ), ancak illerde bulunan arıcılar arasındaki farkları ise önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Bunun yanında Cd ve Pb içeriklerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Cu içeriği bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 1 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Zn elementinin içeriği bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

Çizelge 4.14. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Ordu N : 90	Ortalama	0.52±0.05 bc	0.53±0.04 c	93.37±4.25 e	0.00±0.00 a	0.02±0.01 a	0.18±0.04 a	2.79±0.20 c	846.72±53.26 e	19.71±1.06 b	5.29±0.44 d	26.61±1.43 c	0.20±0.01 abc	37.28±1.30 a	0.14±0.01 a	2.16±0.20 d
	En az	0.00	0.03	15.47	0.00	0.00	0.00	0.62	73.65	4.50	0.00	4.63	0.00	17.82	0.01	0.44
	En çok	2.14	1.61	184.56	0.04	0.68	2.84	10.15	2165.60	54.54	14.27	65.34	0.33	83.99	0.43	8.62
Samsun N : 18	Ortalama	0.48±0.05 bc	0.11±0.00 a	59.12±2.28 c	0.00±0.00 a	0.05±0.01 ab	0.08±0.07 a	2.49±0.42 bc	592.92±148.87 c	9.50±0.54 a	0.28±0.02 a	55.39±7.80 e	0.23±0.01 cde	57.23±1.43 d	0.61±0.44 a	1.05±0.20 ab
	En az	0.14	0.08	43.91	0.00	0.00	0.00	1.26	239.98	5.15	0.11	16.86	0.19	46.44	0.00	0.31
	En çok	0.96	0.15	81.46	0.03	0.15	1.22	9.38	2109.14	15.68	0.42	128.30	0.44	68.36	8.12	3.13
Giresun N : 18	Ortalama	0.73±0.11 c	0.77±0.08 e	146.62±13.71 f	0.00±0.00 a	0.05±0.01 a	0.15±0.04 a	2.09±0.12	1154.87±184.74 f	26.68±2.02 c	8.49±1.70 e	33.85±3.41 d	0.22±0.02 bcde	38.41±2.67 ab	0.18±0.04 a	1.81±0.34 c
	En az	0.07	0.26	77.59	0.00	0.00	0.00	1.50	360.02	16.71	2.34	10.20	0.11	21.86	0.00	0.44
	En çok	1.71	1.25	228.25	0.02	0.12	0.57	3.52	2300.76	41.18	23.26	62.75	0.40	59.18	0.48	4.34
Artvin N : 15	Ortalama	1.09±0.24 d	0.11±0.01 a	35.32±2.53 a	0.00±0.00 a	0.07±0.02 ab	0.23±0.04 ab	1.92±0.26 ab	416.94±70.21 b	18.02±2.62 b	0.89±0.18 b	21.21±4.49 bc	0.25±0.02 e	40.18±1.73 b	0.15±0.03 a	1.71±0.48 c
	En az	0.00	0.07	19.42	0.00	0.00	0.00	0.01	108.23	4.85	0.03	3.94	0.12	31.26	0.00	0.35
	En çok	2.63	0.17	54.91	0.02	0.17	0.51	4.13	812.76	31.74	1.99	49.99	0.44	47.67	0.32	5.27
Trabzon N : 12	Ortalama	2.43±0.39 e	0.68±0.07 d	177.54±8.11 g	0.00±0.00 a	0.10±0.02 b	0.32±0.09 ab	3.97±0.52 de	1861.59±63.55 g	57.35±3.46 f	25.27±1.25 f	6.10±0.46 a	0.18±0.02 a	63.32±3.46 e	0.26±0.03 a	7.84±2.62 f
	En az	0.99	0.41	140.38	0.00	0.00	0.00	2.43	1555.43	41.00	21.12	2.47	0.00	47.49	0.12	1.92
	En çok	4.31	0.94	236.30	0.01	0.19	1.12	7.35	2139.10	71.78	33.64	8.88	0.29	80.92	0.43	24.03
Gümüşhane N : 9	Ortalama	0.14±0.07 a	0.12±0.02 a	43.28±2.59 b	0.00±0.00 a	0.04±0.01 a	0.27±0.13 ab	4.25±1.49 e	160.53±14.07 a	10.22±0.87 a	0.26±0.02 a	21.55±4.09 bc	0.20±0.03 ab	50.02±2.73 c	0.16±0.04 a	4.98±2.01 e
	En az	0.00	0.07	32.90	0.00	0.01	0.00	0.20	134.57	6.83	0.11	4.37	0.10	40.30	0.00	0.28
	En çok	0.59	0.19	59.51	0.03	0.09	1.30	10.34	264.65	13.97	0.36	40.78	0.34	62.56	0.30	13.66
Kastamonu N : 6	Ortalama	0.36±0.10 ab	0.22±0.05 b	69.70±23.37 d	0.01±0.00 a	0.06±0.01 ab	0.22±0.03 ab	3.52±0.14 d	867.92±119.02 e	33.32±2.09 d	0.52±0.07 a	26.68±2.59 c	0.21±0.01 abcd	119.46±3.21 g	0.12±0.04 a	1.21±0.11 b
	En az	0.00	0.10	16.75	0.00	0.03	0.14	2.99	595.24	25.93	0.34	19.07	0.18	107.08	0.00	0.90
	En çok	0.69	0.34	126.12	0.01	0.11	0.31	3.93	1147.67	41.75	0.70	35.49	0.26	131.30	0.27	1.64
Rize N : 9	Ortalama	0.67±0.26 c	0.23±0.09 b	46.09±10.89 b	0.01±0.00 a	0.03±0.01 a	0.46±0.14 b	1.83±0.34 a	697.89±306.14 d	40.80±18.35 e	4.81±2.29 c	18.46±4.50 b	0.24±0.05 de	68.70±17.72 f	0.30±0.16 a	0.81±0.11 a
	En az	0.00	0.02	12.22	0.00	0.00	0.00	0.72	61.23	1.29	0.00	1.92	0.08	27.95	0.04	0.52
	En çok	1.82	0.58	92.80	0.03	0.11	1.03	3.20	1975.66	116.73	14.19	36.51	0.44	141.46	1.53	1.34

Çizelge 4.14. (Devam) Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Toplam N : 177	Ortalama	0.70±0.06	0.44±0.03	90.34±3.97	0.00±0.00	0.04±0.01	0.20±0.02	2.74±0.15	842.89±47.79	22.84±1.41	5.65±0.54	27.76±1.47	0.21±0.01	46.46±1.73	0.21±0.05	2.40±0.26
	En az	0.00	0.02	12.22	0.00	0.00	0.00	0.01	61.23	1.29	0.00	1.92	0.00	17.82	0.01	0.28
	En çok	4.31	1.61	236.30	0.04	0.68	2.84	10.34	2300.76	116.73	33.64	128.30	0.44	141.46	8.12	24.03
Kodeks					-		0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤ 5
TGK					≤ 0.1		≤ 2.0	-							≤ 1.0	≤ 5

### 5.4.3. Kalıntı Analizleri

Çalışmada yapılan tüm kalıntı analizleri sonucunda Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinden % 52.5'nin limitlerin üzerinde pestisit, antibiyotik veya naftalin kalıntısı içerdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları

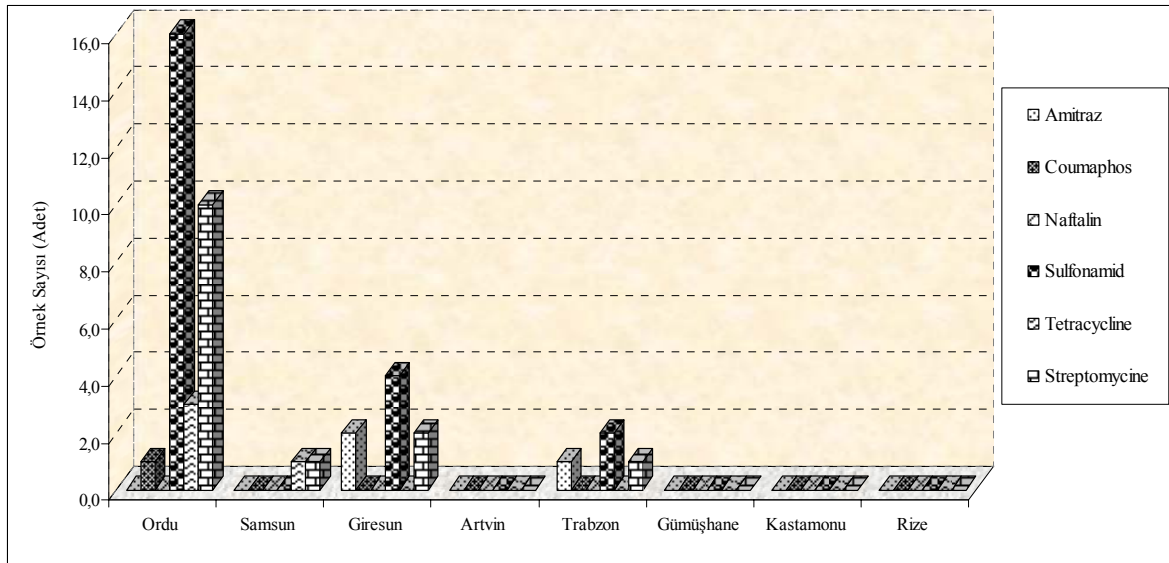
Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazın Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
95	Ordu2	-	0.027 mg/kg	-	-	-	-
96	Ordu3	-	0.0575 mg/kg	-	0.0211 mg/kg	-	-
97	Ordu4	-	0.0253 mg/kg	-	-	-	-
98	Ordu5	-	0.114 mg/kg	-	-	-	-
99	Ordu6	-	0.109 mg/kg	-	-	-	-
100	Ordu7	-	-	-	0.0212 mg/kg	-	-
101	Ordu8	-	0.0764 mg/kg	-	-	0.0002 mg/kg	-
102	Ordu9	-	0.071 mg/kg	-	0.0238 mg/kg	-	-
103	Ordu10	-	0.0483 mg/kg	-	0.0253 mg/kg	-	-
104	Ordu11	-	-	0.022 mg/kg	0.0218 mg/kg	-	-
105	Ordu12	-	0.0102 mg/kg	0.011 mg/kg	-	0.06 mg/kg*	0.0129 mg/kg
106	Ordu13	-	0.0228 mg/kg	-	0.0218 mg/kg	-	-
107	Ordu14	-	0.054 mg/kg	-	-	-	-
108	Ordu15	-	0.0303 mg/kg	-	-	-	-
109	Ordu16	-	0.0289 mg/kg	-	0.0272 mg/kg	-	-
110	Ordu17	-	0.0583 mg/kg	-	-	-	-
113	Ordu20	-	-	-	0.0209 mg/kg	-	-
116	Ordu23	-	-	-	0.0212 mg/kg	-	-
119	Ordu26	-	0.0878 mg/kg	-	-	-	-
120	Ordu27	-	-	-	0.0209 mg/kg	-	-
122	Ordu29	-	-	0.011 mg/kg	-	-	-
123	Ordu30	-	0.0147 mg/kg	-	-	-	-
124	Samsun1	-	-	0.014 mg/kg	-	-	-
126	Samsun3	-	-	-	0.0239 mg/kg	-	-
130	Giresun1	-	0.0337 mg/kg	-	0.0209 mg/kg	-	0.021 mg/kg*
131	Giresun2	-	0.034 mg/kg	-	-	-	-
132	Giresun3	-	0.0693 mg/kg	-	0.0226 mg/kg	-	0.0436 mg/kg*
133	Giresun4	-	0.0958 mg/kg	-	-	-	-
148	Artvin3	-	-	-	-	-	0.0069 mg/kg
149	Artvin4	-	-	-	-	-	0.0057 mg/kg
138	Trabzon1	-	0.0323 mg/kg	-	-	-	0.0041 mg/kg
139	Trabzon2	-	-	-	0.0254 mg/kg	-	0.0352 mg/kg*
141	Trabzon4	-	0.0387 mg/kg	-	-	-	-
144	Gümüşhane3	-	-	-	-	-	0.0041 mg/kg
146	Kastamonu2	-	-	-	-	-	0.001 mg/kg

#### 5.4.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Numunelerin alındığı tüm bölgeler içerisinde en fazla kalıntı Karadeniz bölgesinde alınan bal örneklerinde tespit edilmiştir. Bal numunelerinden analizi yapılan

veteriner ilaçlarından sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine ilaç kalıntıları ile ilgili veriler çizelge 4.15’de verilmiştir. İlaç kalıntılarında, ülkemizde bal üretimi ve koloni sayısı olarak birinci sırada bulunan Ordu ilinde daha fazla rastlanılmıştır. Çizelge 4.15’de görüldüğü gibi Ordu ilinden alınan 16 örnekte sulfamethazin, 3 örnekte tetracycline ve 10 örnekte streptomycine kalıntısına limitlerin üzerinde rastlanılmıştır. Giresun ilinden alınan 4 örnekte sulfamethazine ve 2 örnekte streptomycine kalıntısına rastlanılmıştır. Trabzon ilinden alınan 2 örnekte sulfamethazine, 1 örnekte ise streptomycine kalıntısına rastlanılmıştır. Karadeniz bölgesinde çalışma kapsamına alınan diğer illerden alınan bal örneklerinde belirlenen limitlerin üzerinde antibiyotik ilaç kalıntısına rastlanmamıştır. Karadeniz Bölgesinde Sulfamethazine kalıntısı tespit edilen toplam 22, tetracycline tespit edilen 4 ve streptomycine tespit edilen 14 bal örneğindeki kalıntı miktarları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirlenmiş ve balda bulunması gerekli en üst limit olan 0.01 mg/kg ile Avrupa Birliği ve Kodeks Standartlarında belirtilen “bulunmamalı” düzeylerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çalışma sonucunda Karadeniz Bölgesinden alınan 59 bal örneğinin % 37’sinde sülfonamid kalıntısı belirlenmiştir. Analizi yapılan diğer bir antibiyotik olan streptomycine kalıntısının da Karadeniz Bölgesi ballarında % 23.7 oranında bulunduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı



#### **5.4.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri**

Çalışmada Karadeniz Bölgesinde üretilen bal örneklerinde kullanılan pestisitlerden amitraz ve coumaphos kalıntı analizi yapılmış ve sonuçlar çizelge 4.15’de verilmiştir. Çalışma kapsamına alınan ve Türkiye bal üretiminden önemli bir yere sahip olan Ordu ilinden alınan örneklerden 2 tanesinde coumaphos ve 1 tanesinde amitraz kalıntısı tespit edilmiştir. Tespit edilen coumaphos kalıntısından 1 tanesi Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının coumaphos için bildirdikleri en üst limit olan 0.01 mg/kg değerlerinin üzerinde bulunmuştur. Aynı şekilde Giresun ilinden alınan 2 örnekte bulunan amitraz ile Trabzon ilinden alınan 2 örnekte bulunan Amitraz miktarı limitlerin üzerinde bulunmuştur. Bunun yanında Gümüşhane’den alınan 1, Kastamonu’dan alınan 1 ve Artvin’den alınan 2 bal örneğinde de amitraz kalıntısı bulunmuş, ancak bulunan kalıntı limitlerin altında tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Çalışmada Karadeniz bölgesinden alınan bal örneklerinin % 5.025’in amitraz, % 1.6’ında coumaphos kalıntısı içerdiği tespit edilmiştir.

#### **5.4.3.3. Naftalin Analizleri**

Çalışmada Karadeniz Bölgesinde alınan bal örneklerinde yapılan naftalin kalıntı analizleri sonucunda bu bölgede herhangi bir naftalin kalıntısına rastlanmamıştır (Çizelge 4.15). Karadeniz Bölgesinden alınan tüm numunelerde naftalin kalıntısının bulunmaması ülkemizde bal üretimde önemli bir yere sahip olan bölgemiz için çok büyük önem taşımaktadır.

#### **5.4.4. Polen Analizi**

Çalışma kapsamında Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinde polen analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.16’de verilmiştir. Türkiye’nin en doğal ve yoğun florasına sahip olan Karadeniz Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan polen analizleri sonucunda teşhis edilmiş ve kestane, geven, korunga, kekik, ıhlamur, orman gülü, yonca, üçgül ve ayçiçeği polen sınıfları sırasıyla % 57.6, 8.4, % 8.4, % 8.4, % 6.7, % 5, % 1.6, % 1.6 ve % 1.6 oranında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
94	Ordu1	201075	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	45000	246075	81.71
95	Ordu2	119025	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	147775	266800	44.61
96	Ordu3	314625	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	98050	412675	76.24
97	Ordu4	709375	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	44900	754275	94.05
98	Ordu5	225700	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	156725	382425	59.02
99	Ordu6	122425	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	12800	135225	90.53
100	Ordu7	283425	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	95300	378725	74.84
101	Ordu8	113725	Orman Gülü ( <i>Rhododendron spp</i> )	92125	205850	55.25
102	Ordu9	64175	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	78300	142475	45.04
103	Ordu10	281150	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	17075	298225	94.27
104	Ordu11	22850	Orman Gülü ( <i>Rhododendron spp</i> )	20900	43750	52.23
105	Ordu12	113025	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	4725	117750	95.99
106	Ordu13	168575	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	44050	212625	79.28
107	Ordu14	88200	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	5125	93325	94.51
108	Ordu15	182125	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	1725	183850	99.06
109	Ordu16	384200	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	1750	385950	99.55
110	Ordu17	771875	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	3050	774925	99.61
111	Ordu18	273175	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	27025	300200	91.00
112	Ordu19	129175	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	160850	290025	44.54
113	Ordu20	79725	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	3175	82900	96.17
114	Ordu21	36075	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	2475	38550	93.58
115	Ordu22	13975	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	24350	38325	36.46
116	Ordu23	138450	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	25975	164425	84.20
117	Ordu24	54175	Üçgül ( <i>Trifolium repens</i> )	85375	139550	38.82
118	Ordu25	48475	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	46175	94650	51.22
119	Ordu26	87525	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	48050	135575	64.56
120	Ordu27	139800	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	27875	167675	83.38
121	Ordu28	65800	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	1825	67625	97.30
122	Ordu29	46250	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	19975	66225	69.84
123	Ordu30	144625	Ihlamur ( <i>Tilia spp.</i> )	11800	156425	92.46
124	Samsun1	46350	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	12900	59250	78.23
125	Samsun2	118775	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	121800	240575	49.37
126	Samsun3	254125	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	138950	393075	64.65
127	Samsun4	48700	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	38900	87600	55.59
128	Samsun5	621850	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	29850	651700	95.42
129	Samsun6	125075	Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> )	43050	168125	74.39

Çizelge 4.16. (Devam) Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
130	Giresun1	516000	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	39900	555900	92.82
131	Giresun2	325900	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	13425	339325	96.04
132	Giresun3	247675	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	19000	266675	92.88
133	Giresun4	565475	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	11675	577150	97.98
134	Giresun5	471725	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	27775	499500	94.44
135	Giresun6	89100	Ihlamur ( <i>Tilia spp.</i> )	12250	101350	87.91
136	Artvin1	84275	Ihlamur ( <i>Tilia spp.</i> )	21275	105550	79.84
137	Artvin2	98225	Ihlamur ( <i>Tilia spp.</i> )	32825	131050	74.95
148	Artvin3	87225	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	181025	268250	32.52
149	Artvin4	2675	Yonca ( <i>Medicago sativa</i> )	1475	4150	64.46
150	Artvin5	2475	Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> )	4550	7025	35.23
138	Trabzon1	188050	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	20425	208475	90.20
139	Trabzon2	178750	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	8000	186750	95.72
140	Trabzon3	126550	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	10125	136675	92.59
141	Trabzon4	181425	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	13325	194750	93.16
142	Gümüşhane1	12800	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	15325	28125	45.51
143	Gümüşhane2	72275	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	131300	203575	35.50
144	Gümüşhane3	83225	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	122950	206175	40.37
145	Kastamonu1	5150	Korunga ( <i>Onobrychis spp.</i> )	24250	29400	17.52
146	Kastamonu2	13100	Korunga ( <i>Onobrychis spp.</i> )	81975	95075	13.78
147	Rize 1	1775	Korunga ( <i>Onobrychis spp.</i> )	1425	3200	55.47
176	Rize 2	9900	Orman gülü ( <i>Rhododendron luteum</i> )	38425	48325	20.49
200	Rize 3	428300	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	8875	437175	97.97

## 5.5. İç Anadolu Bölgesi

### 4.5.1 . İç Anadolu Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında İç Anadolu Bölgesinden Sivas, Kayseri, Ankara, Konya ve Karaman illerinden toplam 63 bal örneği toplanarak çalışma kapsamına alınmıştır. Alınan bu bal numunelerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz analizleri ilgili elde edilen veriler çizelge 4.17’de verilmiştir.

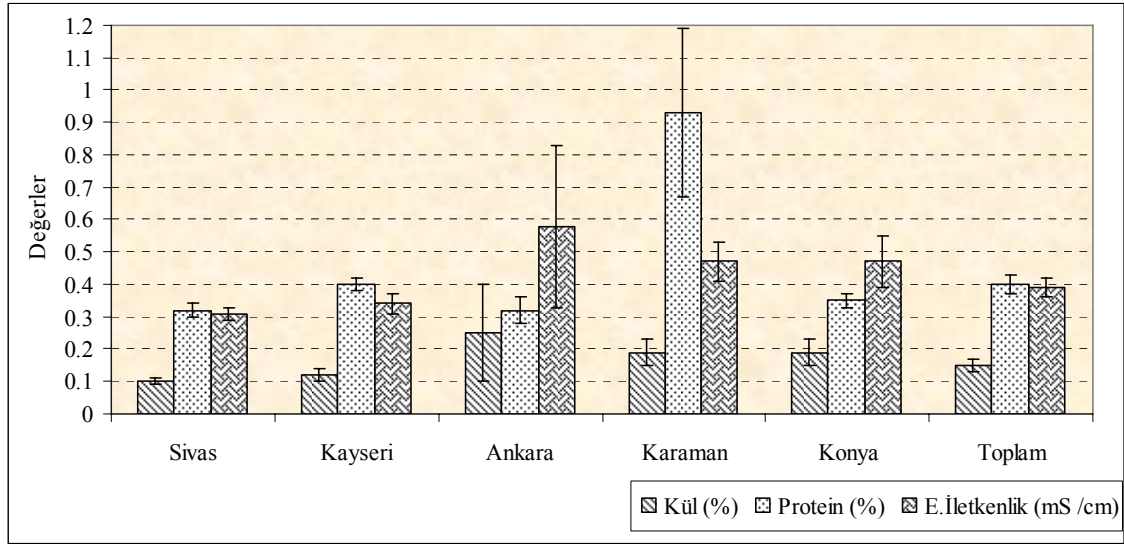
Çizelge 4.17. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Sivas N : 27	Ortalama	0.10±0.01 TCA a	18.52±0.22 TCA b	3.33±0.04 b	22.76±1.10 TCA a	19.00±1.41 TCA ab	5.62±0.34 TCA a	0.31±0.02 TCA a	0.32±0.02 a	40.49±1.25 b	32.70±0.72 b	73.19±1.86 TCA b	2.42±0.23 ab
	En az	0.02	17.10	3.06	13.80	8.30	3.07	0.18	0.14	33.72	28.06	61.78	1.69
	En çok	0.26	21.90	3.66	31.35	38.50	10.75	0.59	0.49	46.23	35.09	81.32	3.81
Kayseri N : 9	Ortalama	0.12±0.02 TCA a	17.67±0.51 TCA a	3.14±0.02 a	31.06±0.78 TCA b	20.03±3.22 TCA ab	12.29±1.35 TCA b	0.34±0.03 TCA a	0.40±0.02 a	44.70±0.86 c	37.23±1.26 c	81.94±2.12 TCA c	1.35±0.33 TCA a
	En az	0.01	15.60	3.05	27.90	6.50	6.72	0.16	0.31	43.53	35.80	79.32	0.69
	En çok	0.17	19.30	3.23	33.95	29.40	18.24	0.44	0.46	46.37	39.75	86.13	1.73
Ankara N : 6	Ortalama	0.25±0.15 TCA a	17.07±0.08 TCA a	3.21±0.06 a	22.85±3.67 TCA a	14.87±6.50 TCA a	9.31±2.83 TCA ab	0.58±0.25 TCA a	0.32±0.04 a	36.42±3.67 a	28.85±2.64 a	65.27±6.30 TCA a	5.54±3.53 c
	En az	0.08	16.90	3.07	12.90	0.00	2.69	0.27	0.20	32.75	26.21	58.96	2.01
	En çok	0.98	17.40	3.35	35.65	29.40	16.32	1.85	0.45	40.09	31.49	71.57	9.06
Karaman N : 6	Ortalama	0.19±0.04 TCA a	18.40±0.12 TCA b	3.56±0.01 c	28.19±2.23 TCA b	20.45±1.14 TCA ab	9.54±1.75 TCA ab	0.47±0.06 TCA a	0.93±0.26 b	38.10±1.70 ab	33.47±2.32 b	71.57±4.01 TCA b	3.10±0.13 TCA b
	En az	0.09	18.00	3.52	23.00	17.90	3.26	0.30	0.32	36.40	31.16	67.56	2.97
	En çok	0.27	18.70	3.60	33.30	23.00	13.44	0.61	1.85	39.80	35.79	75.59	3.23
Konya N : 15	Ortalama	0.19±0.04 TCA a	18.81±0.12 TCA b	3.42±0.05 b	30.10±0.55 TCA b	24.79±0.93 TCA b	10.57±2.47 TCA b	0.47±0.08 TCA a	0.35±0.02 a	39.19±0.81 ab	32.54±1.19 b	71.73±1.93 TCA b	2.23±0.09 TCA ab
	En az	0.03	18.30	3.14	27.20	17.90	3.07	0.20	0.25	36.67	28.87	65.55	1.99
	En çok	0.75	19.50	3.73	33.50	29.40	27.84	1.44	0.46	40.90	35.53	75.38	2.46
Toplam N : 63	Ortalama	0.15±0.02 TCA a	18.32±0.14 TCA	3.34±0.03	26.22±0.78 TCA	20.27±1.03 TCA	8.48±0.76 TCA	0.39±0.03 TCA	0.40±0.03	40.17±0.80	33.02±0.67	73.18±1.41 TCA	2.58±0.36 TCA
	En az	0.01	15.60	3.05	12.90	0.00	2.69	0.16	0.14	32.75	26.21	58.96	0.69
	En çok	0.98	21.90	3.73	35.65	38.50	27.84	1.85	1.85	46.37	39.75	86.13	9.06
TGK BAL TEBLİĞİ		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
EU		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤ 0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

### 5.5.1.1. Kül Miktarı

İç Anadolu bölgesinde toplanan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ortalama kül değerlerinin % 0.01 ile % 0.98 arasında değiştiği, ortalama %  $0.15 \pm 0.02$  olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.25). Yapılan polen analizleri sonucunda İç Anadolu Bölgesinde alınan bal örneklerinin orijinini kır çiçeklerinin oluşturduğu görülmüştür. Dolayısı ile çalışma sonucunda elde edilen ortalama kül değeri FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 ve salgı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür.



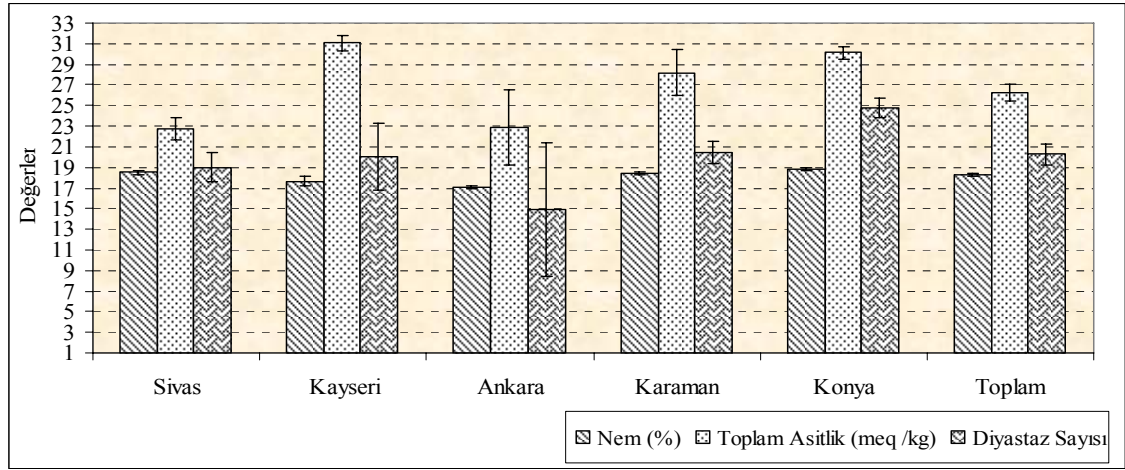
Şekil 4.25. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

İç Anadolu Bölgesinden toplanan bal örneklerinin analizi ile elde edilen kül verilerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ) ve illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ )

### 5.5.1.2. Nem Miktarı

İç Anadolu Bölgesinden alınan bal numunelerinde yapılan analizler sonucunda nem oranları % 15.60 ile % 21.90 arasında, ortalama %  $18.32 \pm 0.14$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.26). İç Anadolu bal örnekleri için tespit edilen ortalama

nem oranının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarına ( $\leq$  % 20) uyduğu saptanmıştır. Bunun yanında Sivas ilinden alınan 3 bal örneğinde tespit edilen nem miktarı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliğinin belirlemiş olduğu % 20 limitinin üzerinde bulunmuştur. Diğer tüm örneklerin limitlerin altında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.26. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Çalışma sonucunda elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.5.1.3. pH Değeri

Araştırmada İç Anadolu bölgesinde alınan bal örneklerinden elde edilen pH değerleri 3.05 ile 3.73 arasında ortalama  $3.34 \pm 0.03$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17, Şekil 4.27). Elde edilen pH değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

### 5.5.1.4. Asitlik Miktarı

Araştırma sonucunda İç Anadolu bölgesinde toplanan bal örneğine ait asitlik değerleri  $12.90 \text{ meq kg}^{-1}$  ile  $35.65 \text{ meq kg}^{-1}$  arasında ortalama  $26.22 \pm 0.78 \text{ meq kg}^{-1}$

olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.26). Elde edilen toplam asitliğe ait tüm değerlerin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salgı balı için belirtilen  $\leq 50$  meq  $\text{kg}^{-1}$  değeri karşılaştırıldığı zaman bu değere uyumlu olduğu saptanmıştır.

Elde edilen asit içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **5.5.1.5. Diyastaz Sayısı**

İç Anadolu Bölgesinde alınan bal numunelerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda diyastaz sayısının 00.00 ile 38.50 arasında değiştiği ve ortalama  $20.27 \pm 1.03$  olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.17; Şekil 4.26). Çalışmada analizler sonucunda bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen ortalama diyastaz sayısı FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan 8'den yüksek bulunmuştur. Ancak Kayseri ilinden alınan 3, Ankara ilinden alınan 3 bal örneğinde diyastaz sayısı Kodeks, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarının belirlediği en alt limit olan 8'den düşük bulunmuştur.

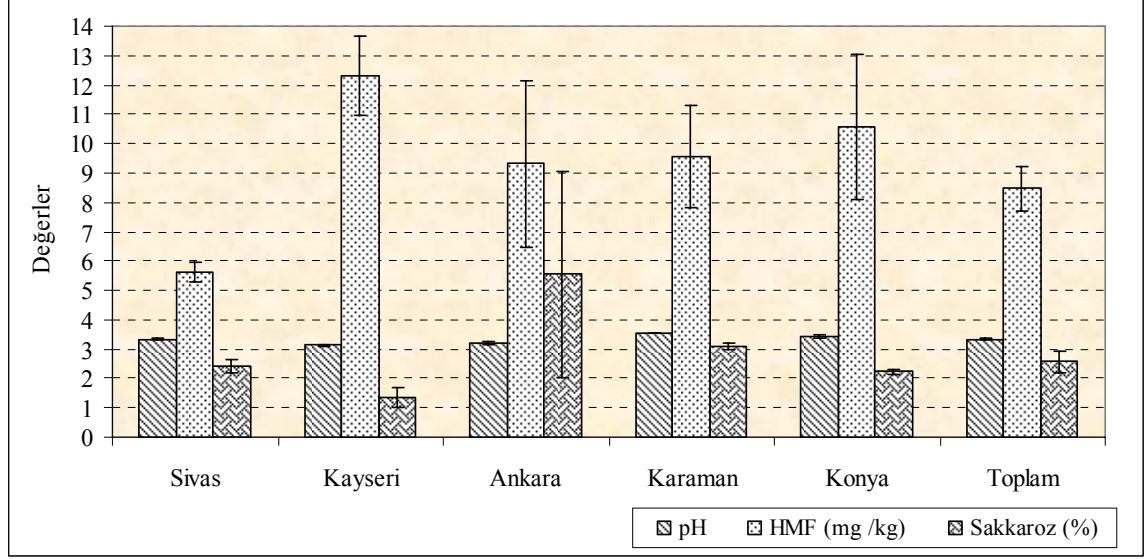
Çalışma sonucunda tespit edilen diyastaz sayısının istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki ve illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **5.5.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı**

Araştırmada, İç Anadolu Bölgesindeki bal örneklerindeki HMF değerlerinin  $2.69 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $27.84 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği, ortalama  $8.48 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.27). Araştırma sonucunda elde edilen tüm HMF değerleri, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Avrupa Birliği standardı ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Kodeks ( $\leq 80 \text{ mg kg}^{-1}$ ) standartlarına uygun bulunmuştur.

Çalışma sonucunda yerli balların HMF miktarını  $0-19.2 \text{ mg kg}^{-1}$ , yabancı ballardaki HMF miktarını ise  $0-85.8 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında bulmuşlardır. Çalışmada tespit edilen HMF değeri araştırmacıların bulduğu sınırlar arasında bulunmuştur. Çalışmada

tespit edilen en yüksek HMF değeri Konya ilinde alınan numunede  $27.58 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.27. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakaroz değerleri

Çalışma sonucunda belirlenen HMF değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 5.5.1.7. Elektriksel İletkenlik

Araştırma sonucunda elde edilen elektriksel iletkenliğe ait veriler  $0.16 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $1.85 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında ortalama  $0.39 \pm 0.03 \text{ mS cm}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.25). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarına göre çiçek ballarında  $\leq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  salgı ve kestane ballarında ise  $\geq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  olması gereklidir. İç Anadolu bal örneklerinde tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri Ankara ilinden alınan 3 örnek hariç tüm sonuçlar bu limit sınırları içinde tespit edilmiştir.

Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin istatistiksel analizleri sonucunda, bölgede numune alınan illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).



#### **5.5.1.8. Protein Miktarı**

İç Anadolu Bölgesinde toplanan bal numunelerinde tespit edilen protein miktarı % 0.14 ile % 1.85 arasında, ortalama %  $0.40 \pm 0.03$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17, Şekil 4.25). Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerinin istatistikî analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.01$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### **5.5.1.9. Fruktoz Miktarı**

Yapılan araştırmada alınan bal örneklerinde yapılan şeker analizleri sonucunda fruktoz değerleri % 32.75 ile % 46.37 arasında ortalama %  $40.17 \pm 0.80$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17, Şekil 4.28). Belirlenen fruktoz oranının, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkın önemli ( $P < 0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### **5.5.1.10. Glikoz Miktarı**

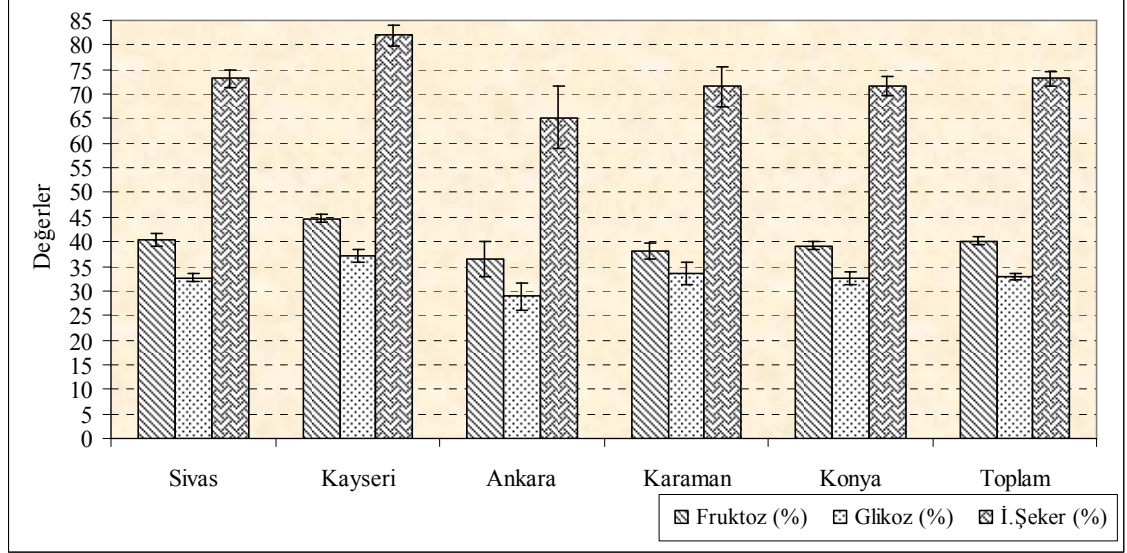
Yapılan araştırmada alınan bal örneklerinde yapılan şeker analizleri sonucunda glikoz değerleri % 26.21 ile % 39.75 arasında ortalama %  $33.02 \pm 0.67$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17, Şekil 4.28). Tespit edilen glikoz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı istatistikî olarak önemli ( $P < 0.01$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### **5.5.1.11. İnvvert Şeker Miktarı**

Yapılan araştırmada İç Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan şeker analizleri sonucunda invert şeker değerleri % 58.96 ile % 86.13 arasında ortalama %  $73.18 \pm 1.41$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17, Şekil 4.28). Elde edilen invert şeker değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği standartlarında çiçek balları için belirlenen en alt limit olan %  $\geq 60$  ve 65 değerine uyduğu belirlenmiştir.

Çalışmada belirlenen invert şeker oranının bölgedeki illerden alınan bal

örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).



Şekil 4.28. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değerleri

#### 5.5.1.12. Sakaroz Miktarı

Araştırma sonucunda İç Anadolu Bölgesine ait sakaroz değerlerinin % 0.69 ile % 9.06 arasında değiştiği ortalama %  $2.58\pm 0.36$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.27). Çalışma sonucunda elde edilen sakaroz değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarında çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiği belirtilen limitlere uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak Ankara ilinden alın 3 bal örneğinde tespit edilen sakaroz miktarı standartların belirlemiş oldukları limitlerin üzerinde (ortalama % 9) bulunmuştur. Kayseri ilinden alınan toplam 6 örnekten yarısının yüksek olması il ortalamasını da arttırmış ve standartların çiçek balları için belirlemiş oldukları limitlerin üzerinde çıkmasına neden olmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen sakaroz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

#### 4.5.2 . Element Analizleri

Araştırma kapsamında İç Anadolu Bölgesinden toplanan 63 bal örneğinde, ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Al, Pb ve Zn mineral maddelerden ise Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P analizleri yapılmış, analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.18, Şekil 4.29'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Ağır Metallerden Cd değerinin Ankara, Karaman ve Konya illerindeki bal örneklerinde bulunmadığı, Sivas ve Kayseri bal örneklerinde ise  $0.01\pm 0.00$  ppm düzeyinde tespit edilmiştir.

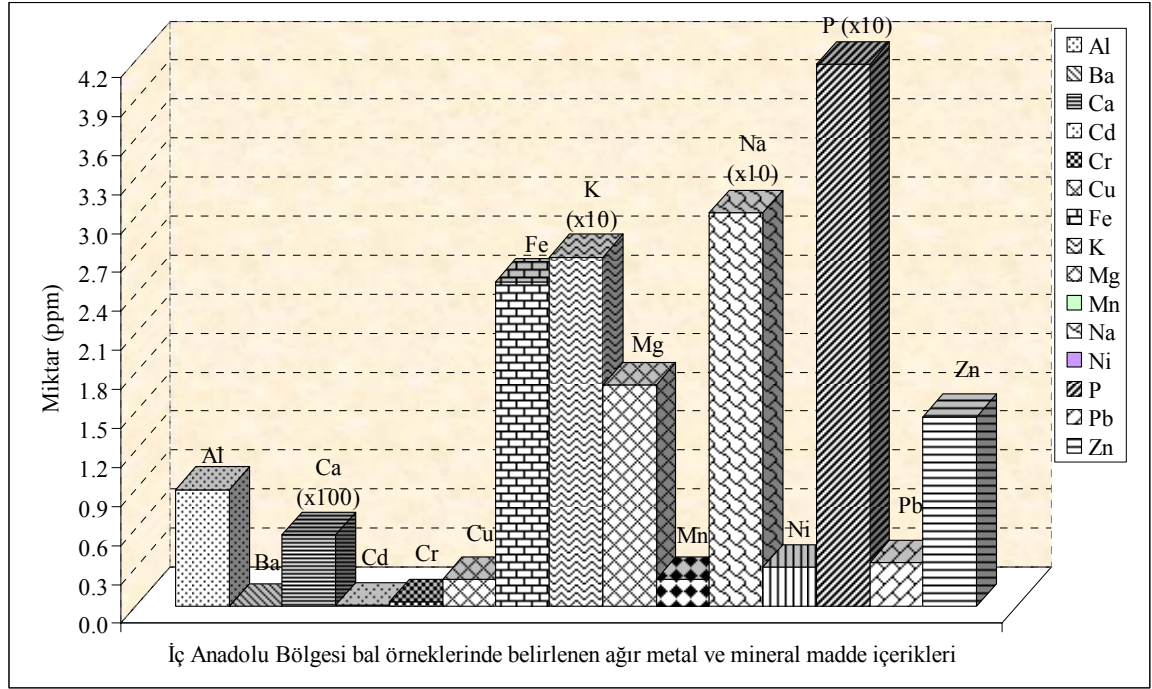
İç Anadolu Bölgesinde alınan bal örneklerinde Kayseri, Karaman ve Konya illerindeki bal örneklerinde Cr elementi  $0.02\pm 0.01$  ppm, en yüksek Cr içeriği de Sivas ilinden alınan bal örneklerinde  $0.06\pm 0.01$  ppm olarak bulunmuştur. Nikel değeri bakımından en düşük değer  $0.18\pm 0.06$  ppm değeri ile Ankara ili bal örneklerinde, en yüksek Ni değeri ise  $0.47\pm 0.07$  ppm değeri ile Kayseri ili bal örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Bakır değerinin en düşük Kayseri ili örneklerinde ortalama  $0.12\pm 0.04$  ppm, en yüksek değerin ise Konya ili bal örneklerinde  $0.32\pm 0.05$  ppm olduğu belirlenmiştir.

Demir içeriği bakımından en düşük değer  $1.81\pm 0.34$  ppm ile Karaman ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise  $3.51\pm 0.67$  ppm ile Kayseri ili bal örneklerinde belirlenmiştir.

Kurşun analiz sonuçlarına bakıldığında en düşük değerin Sivas ve Ankara illerinde  $0.24\pm 0.03$  ppm olduğu, en yüksek değerin ise Konya ilinde  $0.58\pm 0.24$  ppm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Çinko analizi bakımından incelendiğinde en düşük değerin  $0.99\pm 0.08$  ile Konya ili bal örneklerinde, en yüksek değerin ise  $2.97\pm 1.02$  olarak Ankara ili bal örneklerinde olduğu belirlenmiştir.

Analiz sonucunda elde edilen tüm sonuçlar FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksi tarafından Cu (0.1-5.0), Fe (1.5-15.0), Pb (0.1-2.0) ve Zn (< 5.0) bildirilen limit değerleri arasında bulunmuştur. Örnekler arasında FAO-WHO standardı açısından en üst limit değerine yakın Fe ( $3.51\pm 0.67$  ppm) ve Ni ( $0.47\pm 0.07$  ppm) miktarları Kayseri ilinde, Pb ( $0.58\pm 0.24$  ppm) ve Cu içeriği ( $0.32\pm 0.05$  ppm) Konya ilinde, Cr içeriği ( $0.06\pm 0.01$  ppm) Sivas ilinde ve en yüksek Zn içeriğide ( $2.97\pm 1.02$  ppm) Ankara iline ait bal örneklerinde görülmüştür.



Şekil 4.29. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri

İç Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde belirlenen en yüksek K ve Mg içeriği Karaman ilinden alınan bal örneklerinde sırasıyla  $468.55 \pm 75.50$  ppm ve  $33.82 \pm 2.65$  ppm, Ba ve Mn içeriği Konya ilinden alınan bal örneklerinde  $0.12 \pm 0.04$  ppm ve  $0.32 \pm 0.03$  ppm, Ca ve P içeriği Kayseri ilinden alınan bal örneklerinde  $72.22 \pm 5.92$  ppm ve  $46.66 \pm 2.02$  ppm ve Na içeriği Ankara ilinden alınan bal örneklerinde  $110.53 \pm 44.45$  ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

İç Anadolu Bölgesi bal örneklerindeki mineral madde analiz sonuçları üzerinde yapılan istatistik analizlerde Ca, Mn, Na, Ni, Pb, Zn ve P element içerikleri bölgedeki illerdeki farkları önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları ise önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

Ba, Cd ve Cr elementlerinin değerleri bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerde bulunan arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

Bunun yanında Cd ve Pb içeriklerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

Al ve Fe içeriklerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemsiz ( $P>0.05$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Cu elementinin içeriği bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Mg ve K elementlerinin içerikleri bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

Çizelge 4.18. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Sivas N : 27	Ortalama	1.05±0.19 a	0.10±0.00 a	48.27±2.48 a	0.01±0.00 a	0.06±0.01 a	0.16±0.03 ab	2.73±0.36 ab	201.72±25.42 b	13.22±1.22 a	0.17±0.03 b	20.36±2.63 a	0.27±0.01 b	37.89±1.85 b	0.24±0.03 a	1.44±0.26 bc
	En az	0.00	0.05	26.14	0.00	0.00	0.00	0.09	62.95	4.78	0.00	6.37	0.10	24.14	0.00	0.18
	En çok	3.70	0.14	75.03	0.07	0.22	0.65	8.91	430.92	29.58	0.46	51.76	0.38	58.39	0.54	5.60
Kayseri N : 9	Ortalama	0.65±0.28 a	0.09±0.02 a	72.22±5.92 c	0.01±0.01 a	0.02±0.02 a	0.12±0.04 a	3.51±0.67 b	250.93±19.07 c	14.37±3.01 a	0.23±0.03 b	17.97±1.28 a	0.47±0.07 d	46.66±2.02 c	0.28±0.05 a	1.03±0.24 ab
	En az	0.00	0.05	48.20	0.00	0.00	0.00	1.84	192.59	4.58	0.07	12.92	0.25	38.58	0.07	0.64
	En çok	2.76	0.21	96.42	0.05	0.17	0.35	8.58	339.07	27.89	0.35	23.14	0.92	54.00	0.50	2.96
Ankara N : 6	Ortalama	0.53±0.24 a	0.07±0.01 a	60.02±5.79 b	0.00±0.00 a	0.03±0.01 a	0.21±0.10 ab	2.13±0.42 a	90.97±24.61 a	15.69±2.48 a	0.11±0.04 a	110.53±44.45 e	0.18±0.06 a	28.24±5.61 a	0.24±0.04 a	2.97±1.02 d
	En az	0.00	0.03	38.31	0.00	0.00	0.00	1.00	36.02	7.61	0.03	7.23	0.01	15.37	0.10	0.69
	En çok	1.15	0.11	80.43	0.01	0.08	0.54	3.96	159.86	26.07	0.28	216.75	0.32	44.96	0.39	5.56
Karaman N : 6	Ortalama	1.24±0.53 a	0.05±0.00 a	64.49±3.90 bc	0.00±0.00 a	0.02±0.01 a	0.31±0.09 b	1.82±0.34 a	468.55±75.50 e	33.82±2.65 c	0.21±0.02 b	28.53±3.29 b	0.35±0.06 c	53.14±6.14 d	0.35±0.12 a	1.88±0.67 c
	En az	0.22	0.04	52.78	0.00	0.00	0.00	0.77	281.44	27.15	0.14	19.50	0.18	35.37	0.03	0.28
	En çok	3.67	0.07	78.11	0.01	0.09	0.68	2.73	658.69	42.11	0.28	40.85	0.51	68.50	0.76	4.14
Konya N : 15	Ortalama	0.80±0.10 a	0.12±0.04 a	51.96±3.53 a	0.00±0.00 a	0.02±0.01 a	0.32±0.05 b	1.91±0.19 a	391.73±31.43 d	19.31±2.06 b	0.32±0.03 c	24.08±4.65 ab	0.30±0.04 bc	46.44±3.30 c	0.58±0.24 a	0.99±0.08 a
	En az	0.18	0.04	31.91	0.00	0.00	0.00	1.20	221.11	7.19	0.23	5.20	0.12	31.45	0.00	0.57
	En çok	1.44	0.74	78.28	0.03	0.12	0.67	3.55	587.57	33.49	0.54	53.79	0.60	72.47	2.81	1.47
Toplam N : 63	Ortalama	0.90±0.11	0.09±0.01±	55.23±2.00	0.01±0.00	0.04±0.01	0.21±0.02	2.50±0.20	268.86±20.60	17.03±1.16	0.21±0.02	30.27±5.36	0.30±0.02	41.71±1.59	0.34±0.06	1.46±0.17
	En az	0.00	0.03	26.14	0.00	0.00	0.00	0.09	36.02	4.58	0.00	5.20	0.01	15.37	0.00	0.18
	En çok	3.70	0.74	96.42	0.07	0.22	0.68	8.91	658.69	42.11	0.54	216.75	0.92	72.47	2.81	5.60
Kodeks				-			0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤ 5
TGK				≤ 0.1			≤ 2.0	-							≤ 1.0	≤ 5

### 4.5.3. Kalıntı Analizleri

Çalışmada yapılan tüm kalıntı analizleri sonucunda İç Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinden % 66.6'nın limitlerin üzerinde pestisit, antibiyotik veya naftalin kalıntısı içerdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları

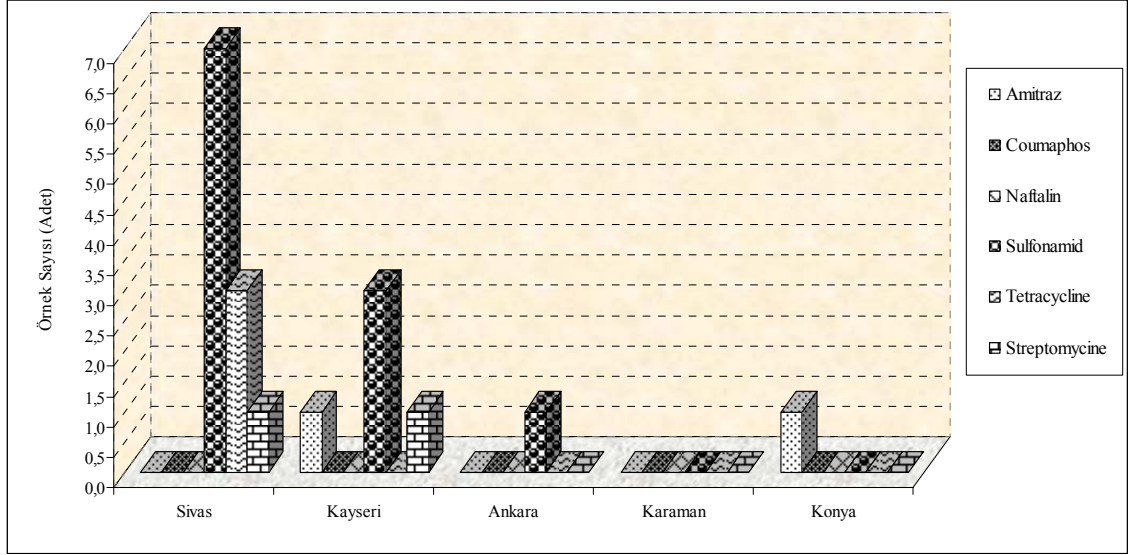
Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazin Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
152	Sivas2	-	0.0556 mg/kg	-	-	-	-
153	Sivas3	-	0.0708 mg/kg	-	-	-	-
154	Sivas4	-	0.046 mg/kg	-	-	-	0.0063 mg/kg
155	Sivas5	-	0.0828 mg/kg	-	-	-	0.0016 mg/kg
156	Sivas6	-	-	0.013 mg/kg	-	-	-
157	Sivas7	-	0.085 mg/kg	0.012 mg/kg	-	-	-
158	Sivas8	-	0.066 mg/kg	0.014 mg/kg	-	-	-
159	Sivas9	-	0.0491 mg/kg	-	0.0201 mg/kg	-	0.0060 mg/kg
160	Kayseri1	-	0.0152 mg/kg	-	-	-	-
161	Kayseri2	-	0.036 mg/kg	-	0.0204 mg/kg	-	-
162	Kayseri3	-	0.0503 mg/kg	-	-	-	0.022 mg/kg*
180	Ankara1	-	0.0197 mg/kg	-	-	-	-
181	Ankara2	-	-	-	-	-	0.012 mg/kg
196	Konya4	-	-	-	-	-	0.054 mg/kg*
197	Konya5	0.0014 mg/kg	-	-	-	-	-

#### 4.5.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çalışma kapsamında İç Anadolu Bölgesinden alınan bal numunelerinde analiz edilen veteriner ilaçlardan sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine ilaç kalıntıları ile ilgili sonuçlar çizelge 4.19'da verilmiştir. Sivas ilinden alınan bal örneklerinden 7 tanesinde sulfamethazin, 3 tanesinde tetracycline ve 1 tanesinde streptomycine kalıntısına rastlanılmıştır.

Kayseri ilinden alınan 3 örnekte sulfamethazine ve 1 örnekte streptomycine kalıntısına rastlanılmıştır. İç Anadolu Bölgesinde örnek alınan diğer illerdeki bal örneklerinde limitlerin üzerinde antibiyotik ilaç kalıntısına rastlanılmamıştır. İç Anadolu Bölgesinde Sulfamethazine kalıntısı limitlerin üzerinde belirlenen toplam 11, tetracycline belirlenen 3 ve streptomycine belirlenen 2 bal örneğindeki kalıntı miktarları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinin sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine için

belirlemiş oldukları ve balda bulunması gerekli en üst limit olan 0.010 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.19). Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarında ise bu antibiyotikler için “bulunamaz” limitleri getirilmiştir.



Şekil 4.30. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı

#### 4.5.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri

Çalışmada kapsamında İç Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde bal arısı parazitlerine karşı kullanılan pestisitlerden amitraz ve coumaphos kalıntılarına ait analiz sonuçları çizelge 4.19’de verilmiştir. Çizelge 4.19’de görüldüğü gibi Sivas ilinden alınan 3, Ankara’dan alınan 1 bal örneğinde amitraz kalıntısı tespit edilmiş, ancak bu kalıntılar limitlerin altında bulunmuştur. Bunun yanında Kayseri ve Konya ilinden alınan bal örneklerinden birer tanesinde amitraz kalıntısı tespit edilmiş ve bulunan bu kalıntılar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının amitraz için izin verilen en üst limit olan 0.02 mg/kg (ppm) ile coumaphos için izin verilen en üst limit olan 0.01 mg/kg değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4.19). Çalışmada İç Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinin % 9.46’ında amitraz kalıntısı belirlenirken, coumaphos kalıntısına ise rastlanmamıştır.



#### 4.5.3.3. Naftalin Analizleri

Çalışma kapsamında İç Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde naftalin kalıntısını belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda Konya ilinden alınan 1 bal örneğinde naftalin kalıntısı tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). Bölgeden alınan bal örneklerinden 1 tanesi hariç tümü Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının naftalin için bildirdikleri “bulunmamalı” standardına uygun bulunmuştur.

#### 4.5.4. Polen Analizi

Çalışma kapsamında İç Anadolu Bölgesinden alınan 21 bal örneğinde yapılan polen teşhis ve analizleri sonucunda 3 farklı polen sınıfı belirlenmiştir. Belirlenen polen sınıfları içinde birinci sırayı % 76.1 ile geven bitkisi oluşturmaktadır. Geven bitkisini % 19 ile korunga ve % 4.7 ile kekik bitkisi takip etmektedir. Çalışmada mikroskop altında sayılan toplam polen sayısı ile dominant polen sayısı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
151	Sivas1	129750	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	456900	586650	22.12
152	Sivas2	22175	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	38100	60275	36.79
153	Sivas3	30700	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	44100	74800	41.04
154	Sivas4	13375	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	1375	14750	90.68
155	Sivas5	306525	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	172275	478800	64.02
156	Sivas6	4500	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	3375	7875	57.14
157	Sivas7	49175	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	122150	171325	28.70
158	Sivas8	22825	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	63450	86275	26.46
159	Sivas9	63300	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	136550	199850	31.67
160	Kayseri1	71825	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	164525	236350	30.39
161	Kayseri2	53875	Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> )	244400	298275	18.06
162	Kayseri3	5400	Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> )	7075	12475	43.29
180	Ankara1	41775	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	5850	47625	87.72
181	Ankara2	8425	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	2275	10700	78.74
193	Konya1	36800	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	63825	100625	36.57

Çizelge 4.20.(Devam) İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
194	Konya2	42875	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	74225	117100	36.61
195	Konya3	76900	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	10350	87250	88.14
196	Konya4	102200	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	22850	125050	81.73
197	Konya5	43450	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	47775	91225	47.63
198	Karaman1	39025	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	38525	77550	50.32
199	Karaman2	27050	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	46775	73825	36.64

#### 4.6. Marmara Bölgesi

##### 4.6.1. Marmara Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında Marmara Bölgesinde Balıkesir, Çanakkale, Kocaeli, Sakarya, Edirne ve Tekirdağ illerinden toplam 54 bal örneği alınmış ve yapılan biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz analizleri ilgili veriler Çizelge 4.21’de verilmiştir.

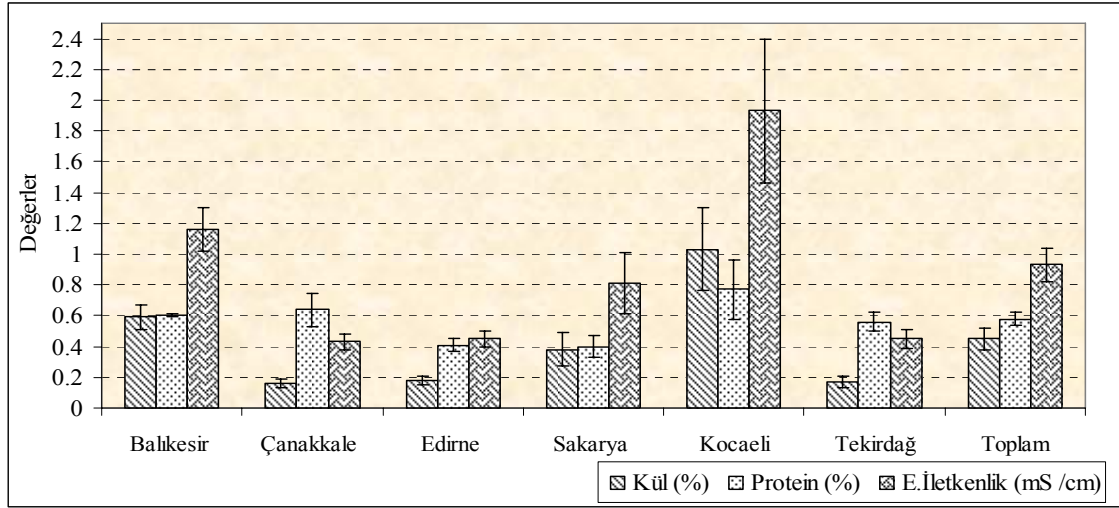
Çizelge 4.21. Marmara Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	E. İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroza (%)
Balıkesir N : 15	Ortalama	0.59±0.08 TCA c	19.47±0.18 TCA b	4.18±0.17 d	30.36±3.22 TCA bc	33.29±2.7 2 TCA e	4.66±0.49 TCA ab	1.16±0.14 c	0.60±0.01 b	39.90±1.15 bc	29.74±1.47 ab	69.64±2.3 0 TCA a	1.96±0.15 TCA a
	En az	0.05	18.20	3.20	17.35	17.90	2.30	0.23	0.51	36.76	26.67	63.81	1.58
	En çok	1.21	20.40	4.85	49.95	50.00	9.98	2.25	0.67	41.93	33.55	75.48	2.34
Çanakkale N : 9	Ortalama	0.16±0.03 TCA a	19.01±0.16 TCA a	3.30±0.06 a	32.06±1.21 TCA cd	28.58±2.1 2 TCA d	7.23±0.49 TCA c	0.43±0.05 TCA a	0.64±0.11 bc	38.65±0.34 ab	31.53±0.65 bc	70.18±0.8 6 TCA a	1.96±0.23 TCA a
	En az	0.09	18.40	3.12	27.25	23.00	4.99	0.30	0.30	37.98	30.68	69.08	1.64
	En çok	0.29	19.70	3.57	36.95	38.50	9.98	0.64	1.24	39.07	32.81	71.88	2.41
Edirne N : 9	Ortalama	0.18±0.03 TCA a	20.41±0.28 T d	3.46±0.03 b	28.58±2.28 TCA b	17.01±0.5 9 TCA ab	4.69±0.33 TCA ab	0.45±0.05 TCA a	0.41±0.04 a	40.91±2.54 bc	34.56±1.98 cd	75.48±1.0 2 TCA b	1.58±0.52 TCA a
	En az	0.08	19.50	3.34	19.50	13.90	3.46	0.28	0.32	36.91	30.61	73.45	0.94
	En çok	0.28	21.80	3.58	37.95	17.90	6.14	0.63	0.59	45.64	36.54	76.73	2.60
Sakarya N : 6	Ortalama	0.38±0.11 TCA b	19.98±0.11 TCA c	4.48±0.21 e	20.48±1.73 TCA a	21.92±2.6 4 TCA c	3.04±0.44 TCA a	0.81±0.20 b	0.40±0.07 a	38.77±1.80 abc	26.83±1.83 a	65.59±0.0 3 TCA a	2.63±0.09 TCA b
	En az	0.19	19.50	3.91	17.50	13.90	1.54	0.47	0.23	36.97	25.00	65.56	2.54
	En çok	0.82	20.30	4.99	28.85	29.40	4.22	1.57	0.62	40.57	28.66	65.63	2.72
Kocaeli N : 9	Ortalama	1.03±0.27 d	20.30±0.33 T d	3.71±0.21 c	33.46±3.56 TCA d	15.47±2.6 0 TCA a	28.69±5.80 TCA d	1.93±0.47 TCA d	0.77±0.19 c	36.36±1.44 a	28.64±3.73 ab	64.99±5.1 7 TCA a	1.84±0.33 TCA a
	En az	0.15	19.30	3.21	21.85	5.00	4.99	0.39	0.28	33.82	21.95	55.76	1.19
	En çok	2.22	21.70	4.56	50.75	23.00	48.00	4.00	2.01	38.81	34.84	73.65	2.22
Tekirdağ N : 6	Ortalama	0.17±0.04 TCA a	21.03±0.08 e	3.29±0.05 a	28.12±1.77 TCA b	18.93±1.4 3 TCA bc	6.94±1.41 TCA bc	0.45±0.06 TCA a	0.56±0.06 b	41.74±1.61 c	36.32±1.10 d	78.06±0.5 1 TCA b	1.79±0.15 TCA a
	En az	0.07	20.80	3.16	23.55	13.90	3.07	0.27	0.42	40.14	35.23	77.55	1.64
	En çok	0.26	21.40	3.42	33.80	23.00	10.56	0.59	0.74	43.35	37.42	78.57	1.94
Toplam N : 54	Ortalama	0.45±0.07 TCA	19.92±0.12 TCA	3.77±0.09	29.52±1.25 TCA	23.96±1.3 8 TCA	9.17±1.54 TCA	0.93±0.11	0.58±0.04	39.35±0.68	31.07±1.02	70.42±1.4 1 TCA	1.93±0.12 TCA
	En az	0.05	18.20	3.12	17.35	5.00	1.54	0.23	0.23	33.82	21.95	55.76	0.94
	En çok	2.22	21.80	4.99	50.75	50.00	48.00	4.00	2.01	45.64	37.42	78.57	2.72
TGK BAL TEBLİĞİ	≤0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS	≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
EU	≤0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>					≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

#### 4.6.1.1. Kül Miktarı

Marmara bölgesinde toplanan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ortalama kül değerlerinin % 0.05 ile % 2.22 arasında değiştiği, ortalama %  $0.45 \pm 0.07$  olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.21, Şekil 4.32). Elde edilen ortalama kül değerleri Kodeks ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 ve salgı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür. Ancak Kocaeli ilinden alınan 6, Balıkesir ilinden alınan 6 bal örneğinde tespit edilen kül miktarı çiçek balı için belirlenen alt limit olan % 0.6 limit değerinin üzerinde bulunmuştur.



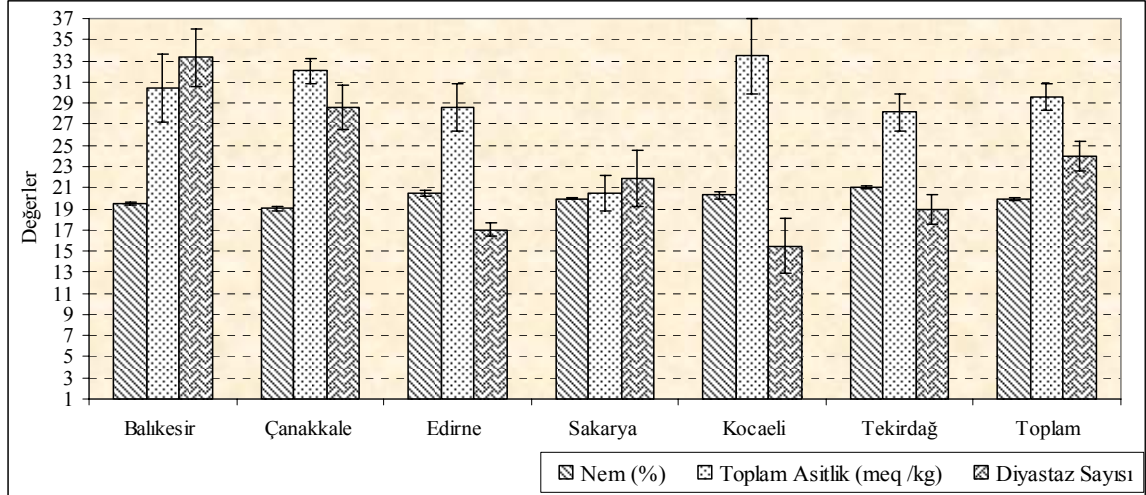
Şekil 4.31. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

Marmara Bölgesinde elde edilen kül verilerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.6.1.2. Nem Miktarı

Marmara Bölgesinde alınan bal numunelerinde yapılan analizler sonucunda nem oranları % 18.20 ile % 21.80 arasında, ortalama %  $19.92 \pm 0.12$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.21, Şekil 4.32). Bal örneklerinde elde edilen ortalama nem oranı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarındaki uyduğu saptanmıştır.

Ancak Balıkesir ilinden 6, Edirne ilinden 6, Sakarya ilinden 3, Kocaeli ilinden 3 ve Tekirdağ ilinden 6 bal örneğinde tespit edilen nem miktarı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinin, Kodeks ve Avrupa birliğinin belirlediği limitlerin ( $\leq$  % 20) üzerinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.32. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Çalışma sonucunda elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.6.1.3. pH Değeri

Araştırmada Marmara Bölgesinden alınan bal örneklerinde belirlenen pH değeri 3.12 ile 4.99 arasında ortalama  $3.77\pm 0.09$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21, Şekil 4.33). Edilen pH değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.6.1.4. Asitlik Miktarı

Araştırma sonucunda Marmara bölgesinde toplanan bal örneğine ait asitlik değerleri  $17.35$  meq  $kg^{-1}$  ile  $50.75$  meq  $kg^{-1}$  arasında ortalama  $29.52\pm 1.25$  meq  $kg^{-1}$

olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.21, Şekil 4.32). Elde edilen bu ortalama değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salğı balı için belirtilen  $\leq 50$  meq kg<sup>-1</sup> standartlarına uygun bulunmuştur.

Elde edilen asit içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

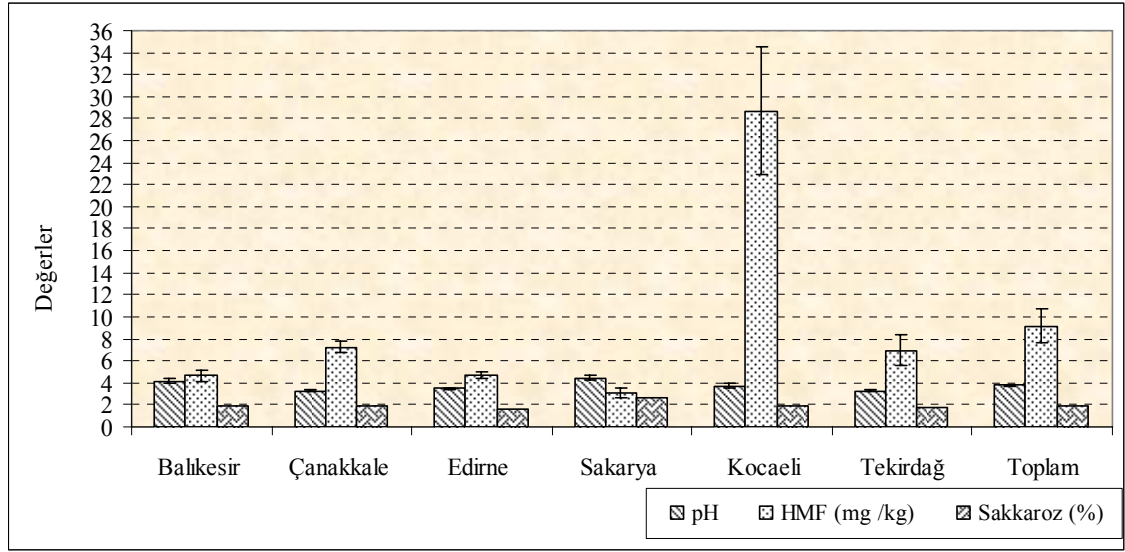
#### **4.6.1.5. Diyastaz Sayısı**

Marmara bölgesinden alınan bal numunelerinde yapılan diyastaz sayısı ile ilgili analizler sonucunda diyastaz sayısının 5.00 ile 50.00 arasında değiştiği ve ortalama  $23.96\pm 1.38$  olduğu saptanmıştır (Çizelge, 4.21; Şekil 4.32). Çalışmada analizler sonucunda bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen diyastaz sayısı ile ilgili sonuçlar FAO/Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan 8'den yüksek bulunmuştur. Ancak Kocaeli ilinden alınan 3 bal örneğinde tespit edilen diyastaz sayısı FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarının belirlemiş oldukları en az limit olan 8 değerinden düşük bulunmuştur.

Çalışma sonucunda tespit edilen diyastaz sayısının istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **4.6.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı**

Araştırmada, Marmara Bölgesindeki bal örneklerindeki HMF içeriklerinin  $1.54$  ( $\text{mg kg}^{-1}$  ile  $48.00$   $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği, ortalama  $9.17\pm 1.54$   $\text{mg kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21; Şekil 4.33). Araştırma sonucunda elde edilen ortalama HMF değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\leq 40$   $\text{mg kg}^{-1}$ ), Avrupa Birliği standardı ( $\leq 40$   $\text{mg kg}^{-1}$ ) ve Kodeks ( $\leq 80$   $\text{mg kg}^{-1}$ ) standartlarına uyduğu saptanmıştır. Ancak Kocaeli ilinden alınan 6 bal örneğinde bulunan HMF miktarı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının limit değerlerinin üzerinde, Kodeks limit değerlerine ise uygun bulunmuştur.



Şekil 4.33. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değerleri

Çalışma sonucunda belirlenen HMF değerlerinin istatistiksel analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.6.1.7. Elektriksel İletkenlik

Araştırma sonucunda Marmara bölgesindeki bal örneklerinde elde edilen elektriksel iletkenliğe ait veriler  $0.23 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $4.00 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında ve ortalama  $0.93 \pm 0.11 \text{ mS cm}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.21; Şekil 4.31). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarına göre çiçek ballarında  $\leq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  salgı ve kestane ballarında ise  $\geq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  olması gereklidir. Marmara Bölgesi bal örneklerinde tespit edilen ortalama elektriksel iletkenlik değeri çiçek balları için belirlenmiş olan limit değerlerin üzerinde, salgı ve kestane balları için belirlenen değerlere ise uygun bulunmuştur. Çalışma sonunda Balıkesir ilinden alınan 11 bal örneğinde, Sakarya ilinden alınan 3 ve Kocaeli ilinden alınan 6 bal örneğinde Elektriksel İletkenlik değeri  $0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  değerinin üzerinde bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik değeri  $0.8$  değerinin üzerinde bulunan bal örneklerinin kestane balı olduğu yapılan polen analizleri ile belirlenmiştir (Çizelge 4.24). Kestane ballarında yapılan analizlerde kül oranının fazla olduğu ve buna bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerleri de yüksek bulunmuştur. Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin

istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki iller arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **4.6.1.8. Protein Miktarı**

Çalışmada Marmara Bölgesinde toplanan bal numunelerinde tespit edilen protein oranı % 0.23 ile % 2.01 arasında değişmekte olup ortalama %  $0.58\pm 0.04$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21, Şekil 4.31). Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **4.6.1.9. Fruktoz Miktarı**

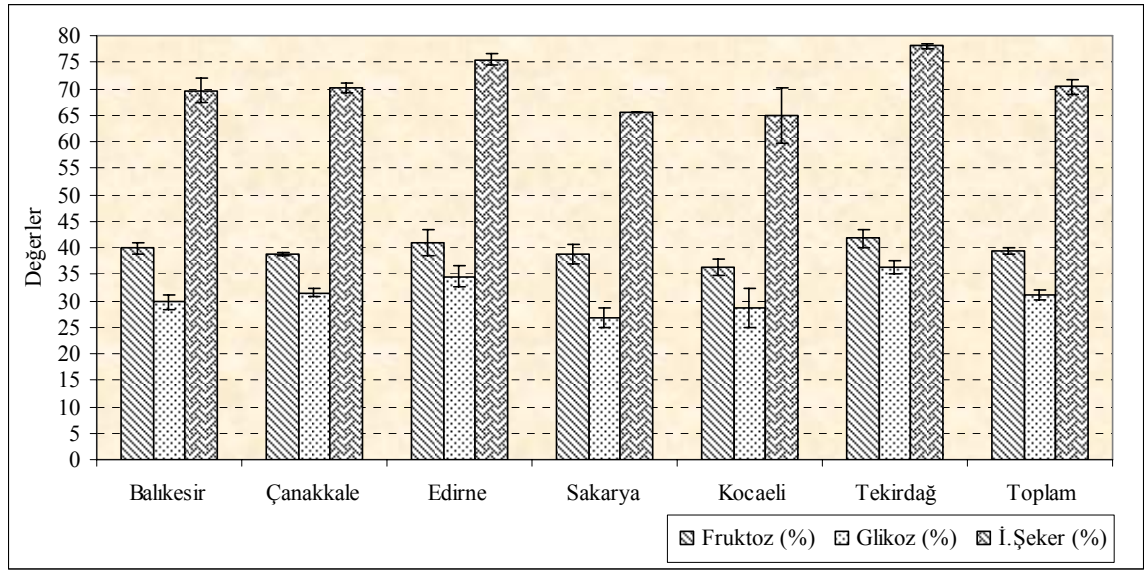
Yapılan araştırmada Marmara Bölgesinde alınan bal örneklerinde yapılan şeker analizleri sonucunda fruktoz değerleri % 33.82 ile % 45.64 arasında ortalama %  $39.35\pm 0.68$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21, Şekil 4.34). Tespit edilen fruktoz oranının istatistiki değerlendirmelerinde, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemli ( $P<0.01$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

#### **4.6.1.10. Glikoz Miktarı**

Yapılan araştırmada Marmara Bölgesinde alınan bal örneklerinde yapılan şeker analizleri sonucunda glikoz değerleri % 21.95 ile % 37.42 arasında ortalama %  $31.07\pm 1.02$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21, Şekil 4.34).

Çalışma sonucunda belirlenen glikoz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).





Şekil 4.34. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değerleri

#### 4.6.1.11. İvert Şeker Miktarı

Yapılan araştırmada Marmara Bölgesinde alınan numunelerde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda invert şeker değerleri % 55.76 ile % 78.57 arasında ortalama %  $70.42 \pm 1.41$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21, Şekil 4.34). Elde edilen invert şeker değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\geq 60$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)), Avrupa Birliği ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)) ve Kodeks ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 60$  (S B)), standartlarına uyduğu belirlenmiştir. Ancak Kocaeli ilinden alınan 3 bal örneğinde belirlenen invert şeker miktarı standartların altında bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çalışmada bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemli ( $P < 0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### 4.6.1.12. Sakaroz Miktarı

Araştırma sonucunda Marmara Bölgesine ait sakaroz değerlerinin % 0.94 ile % 2.72 arasında değiştiği ortalama %  $1.93 \pm 0.13$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21; Şekil 4.33). Çalışma sonucunda elde edilen sakaroz değerlerinin çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiğini belirten Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği,

Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada tespit edilen sakaroz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

#### 4.6.2. Element Analizleri

Araştırma kapsamında Marmara Bölgesinden toplanan 54 bal örneğinde, ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Al, Pb ve Zn mineral maddelerden ise Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P analizleri yapılmış, analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.22, Şekil 4.35’de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda Ağır Metallerden Cd değerinin Balıkesir, Çanakkale, Kocaeli ve Tekirdağ illerindeki bal örneklerinde bulunmadığı, Edirne ve Sakarya ili bal örneklerinde ise  $0.01\pm 0.00$  ppm düzeyinde belirlenmiştir.

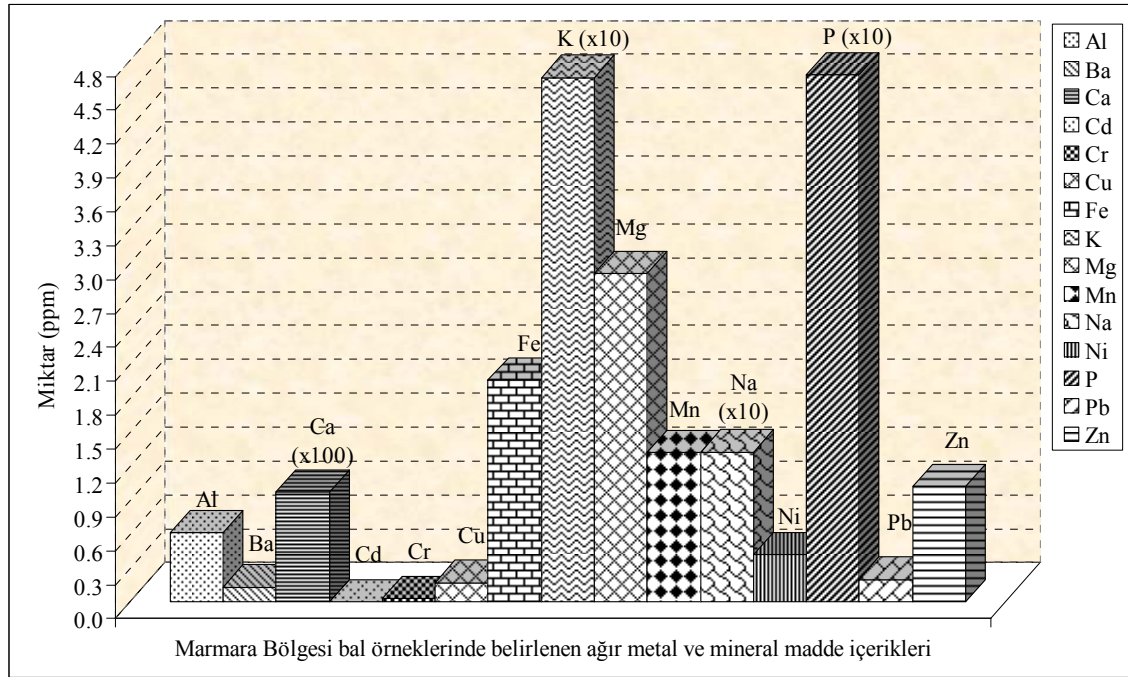
Bakır değerinin en düşük Çanakkale ili bal örneklerinde ortalama  $0.03\pm 0.02$  ppm, en yüksek değerin ise Kocaeli ili bal örneklerinde  $0.34\pm 0.07$  ppm olduğu belirlenmiştir. Demir analizi bakımından en düşük değer  $0.82\pm 0.11$  ppm ile Tekirdağ ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise  $2.84\pm 0.97$  ile Edirne ili bal örneklerinde belirlenmiştir. Kurşun analizi ile ilgili sonuçlara bakıldığında en düşük değerin Tekirdağ ilinde  $0.16\pm 0.04$  olduğu, en yüksek değerin ise Edirne ilinde  $0.26\pm 0.07$  ppm olduğu belirlenmiştir.

Marmara Bölgesinde alınan bal örneklerinde Çanakkale bal örneklerinde Cr elementi bulunmazken ( $0.00\pm 0.00$ ), en yüksek Cr içeriği de Edirne ilinden alınan bal örneklerinde  $0.07\pm 0.02$  ppm olarak bulunmuştur. Nikel değeri bakımından en düşük değer  $0.20\pm 0.03$  ppm değerini ile Sakarya ili bal örneklerinde, en yüksek Ni değerini ise  $0.75\pm 0.05$  ppm değerini ile Edirne ili bal örneklerinde tespit edilmiştir. Çinko içeriğine bakıldığında en düşük değerin  $0.44\pm 0.05$  ppm ile Çanakkale ili bal örneklerinde, en yüksek değerin ise  $1.60\pm 0.23$  ppm olarak Balıkesir ili bal örneklerinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Analiz sonucunda elde edilen tüm sonuçlar FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksi tarafından Cu (0.1-5.0), Fe (1.5-15.0), Pb (0.1-2.0) ve Zn ( $< 5.0$ ) bildirilen limit değerleri arasında bulunmuştur. Örnekler arasında FAO-WHO standardı açasından en

üst limit değerine yakın Cr içeriği ( $0.07\pm 0.02$  ppm), Fe ( $2.84\pm 0.97$  ppm) Pb ( $0.26\pm 0.07$  ppm) ve Ni ( $0.75\pm 0.05$  ppm) miktarları Edirne ilinde, Cu içeriği ( $0.34\pm 0.07$  ppm) Kocaeli ilinde, Al değeri Sakarya ilinde ( $1.19\pm 0.39$  ppm) ve en yüksek Zn içeriği de ( $1.60\pm 0.23$  ppm) Balıkesir ili bal örneklerinde görülmüştür.

Ağır metaller dışında diğer mineral madde sonuçları incelendiğinde Marmara Bölgesinden alınan bal örneklerinde belirlenen en yüksek Ba, K, ve Mn içeriği Sakarya ilinden alınan bal örneklerinde sırasıyla  $0.42\pm 0.17$  ppm,  $939.92\pm 158.15$  ppm ve  $5.85\pm 2.44$  ppm, Ca içeriği Çanakkale ilinden alınan bal örneklerinde  $134.21\pm 26.11$  ppm, Mg, Na ve P miktarları Kocaeli ilinden alınan bal örneklerinde sırasıyla  $38.18\pm 6.04$  ppm,  $27.61\pm 8.38$  ppm ve  $69.07\pm 8.99$  ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22, Şekil, 4.41)



Şekil 4.35. Marmara Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri

Marmara Bölgesi bal örneklerindeki mineral analiz sonuçları üzerinde yapılan istatistiki analizlerde sadece Ni elementinin içeriği bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Aynı şekilde Cr ve Pb elementlerinin de bölgedeki illerden

alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları tamamen önemsiz bulunmuştur.

Bunun yanında Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P ve Zn elementlerinin değerleri bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemsiz ( $P>0.05$ ), Ancak illerde bulunan arıcılar arasındaki farkları önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

Cd elementinin içeriği bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Cu elementinin içeriği bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.22. Marmara Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Balıkesir N : 15	Ortalama	0.72±0.25 ab	0.06±0.00 a	81.61±5.24 a	0.00±0.00 a	0.02±0.01 ab	0.14±0.04 ab	1.93±0.32 c	239.45±25.28 a	21.50±2.74 a	0.46±0.09 e	9.37±1.28 a	0.38±0.04 b	46.18±3.90 c	0.18±0.05 a	1.60±0.23 b
	En az	0.00	0.03	55.43	0.00	0.00	0.01	0.50	116.44	11.15	0.06	0.00	0.21	28.30	0.00	0.43
	En çok	3.80	0.09	113.58	0.00	0.11	0.46	4.17	439.21	43.51	1.10	16.87	0.67	77.88	0.83	2.78
Çanakkale N : 9	Ortalama	0.48±0.18 a	0.16±0.03 c	134.21±26.11 c	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.03±0.02 a	1.46±0.21 b	480.72±86.17 c	30.09±4.50 b	0.32±0.05 bc	15.87±1.48 b	0.20±0.03 a	34.39±2.98 a	0.21±0.04 a	0.44±0.05 a
	En az	0.00	0.05	33.05	0.00	0.00	0.00	0.72	137.89	10.24	0.15	10.84	0.10	25.30	0.00	0.23
	En çok	1.68	0.29	218.51	0.00	0.04	0.17	2.42	726.70	41.80	0.51	25.15	0.32	48.60	0.39	0.64
Edirne N : 9	Ortalama	0.41±0.16 a	0.07±0.01 a	108.60±9.08 b	0.01±0.01 b	0.07±0.02 b	0.19±0.08 ab	2.84±0.97 d	356.34±43.26 b	34.21±5.43 bc	0.12±0.04 a	9.70±3.04 a	0.75±0.05 d	41.90±3.73 b	0.26±0.07 a	1.38±0.28 b
	En az	0.00	0.03	74.40	0.00	0.00	0.07	0.00	244.48	16.50	0.00	0.00	0.56	31.50	0.00	0.44
	En çok	1.04	0.13	143.07	0.05	0.14	0.68	7.04	541.20	58.48	0.28	22.45	0.97	57.82	0.70	2.84
Sakarya N : 6	Ortalama	1.19±0.39 b	0.42±0.17 d	92.13±24.29 a	0.01±0.00 ab	0.05±0.02 ab	0.17±0.06 ab	1.36±0.11 b	939.92±158.15 e	24.29±4.94 a	5.85±2.44 e	8.75±1.53 a	0.20±0.03 a	35.18±5.10 a	0.21±0.05 a	0.50±0.04 a
	En az	0.48	0.05	31.70	0.00	0.00	0.00	1.06	581.94	10.26	0.39	2.98	0.12	23.17	0.06	0.35
	En çok	3.05	0.84	159.94	0.02	0.10	0.37	1.68	1378.96	41.20	12.02	13.77	0.30	49.37	0.39	0.63
Kocaeli N : 9	Ortalama	0.73±0.34 ab	0.13±0.04 b	87.51±5.21 a	0.00±0.00 a	0.02±0.01 a	0.34±0.07 b	2.77±0.85 d	746.49±171.96 d	38.18±6.04 c	2.70±1.07 d	27.61±8.38 c	0.44±0.04 b	69.07±8.99 e	0.21±0.03 a	0.77±0.24 a
	En az	0.00	0.05	72.81	0.00	0.00	0.00	0.84	253.13	17.46	0.36	0.00	0.18	31.73	0.08	0.42
	En çok	2.41	0.28	111.69	0.00	0.10	0.60	6.42	1445.83	60.68	7.09	63.97	0.60	90.25	0.34	2.66
Tekirdağ N : 6	Ortalama	0.05±0.03 a	0.07±0.01 a	83.10±8.05 a	0.00±0.00 a	0.02±0.02 a	0.14±0.07 ab	0.82±0.11 a	262.30±63.32 a	29.76±4.83 b	0.18±0.04 ab	7.47±2.12 a	0.54±0.04 c	51.24±9.74 d	0.16±0.04 a	0.84±0.15 a
	En az	0.00	0.04	60.13	0.00	0.00	0.00	0.50	116.44	14.49	0.06	0.00	0.44	28.30	0.00	0.43
	En çok	0.16	0.09	107.96	0.00	0.11	0.46	1.13	439.21	43.51	0.29	11.88	0.67	77.88	0.25	1.24
Toplam N : 54	Ortalama	0.61±0.11	0.13±0.02	97.19±5.96	0.00±0.00	0.03±0.01	0.17±0.03	1.96±0.24	464.02±49.41	29.06±1.98	1.32±0.39	13.27±1.77	0.42±0.03	46.66±2.73	0.20±0.02	1.02±0.11
	En az	0.00	0.03	31.70	0.00	0.00	0.07	0.00	116.44	10.24	0.00	0.00	0.10	23.17	0.00	0.23
	En çok	3.80	0.84	218.51	0.05	0.14	0.68	7.04	1445.83	60.68	12.02	63.97	0.97	90.25	0.83	2.84
Kodeks					-		0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤ 5
TGK					≤ 0.1		≤ 2.0	-							≤ 1.0	≤ 5

### 4.6.3. Kalıntı Analizleri

Çizelge 4.23. Marmara Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları

Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazin Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
163	Balıkesir1	-	0.025 mg/kg	-	-	-	-
164	Balıkesir2	-	0.025 mg/kg	-	0.0228 mg/kg	-	0.014 mg/kg
166	Balıkesir4	-	-	-	-	-	0.043 mg/kg*
167	Balıkesir5	-	-	-	0.0202 mg/kg	-	-
172	Edirne2	-	-	-	0.0225 mg/kg	-	-
175	Sakarya2	-	0.035 mg/kg	-	0.0243 mg/kg	-	-

#### 4.6.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çalışmada Marmara Bölgesinden alınan bal numunelerinde analiz edilen veteriner ilaçlarından sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine ilaç kalıntıları ile ilgili sonuçlar çizelge 4.23’de verilmiştir. Balıkesir ilinden alınan örneklerden 2 tanesinde sulfamethazin ve 2 tanesinde streptomycine kalıntısına rastlanılmıştır. Analizler sonucunda Edirne ilinde alınan 1 örnekte streptomycine ve Sakarya’dan alınan 1 örnekte ise sulfamethazine ve streptomycine kalıntısı tespit edilmiştir.



Şekil 4.36. Marmara Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı

Belirlenen bu kalıntılar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirlenmiş ve balda bulunması gerekli en üst limit olan 0.01 mg/kg ile Avrupa Birliği ve Kodeks

Standartlarında belirtilen “bulunmamalı” düzeylerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.23). Marmara Bölgesi ballarında sülfonamid kalıntısının yanında streptomycine kalıntısına da % 22.2 oranında rastlanmıştır.

#### **4.6.3.2. Pesticit Kalıntı Analizleri**

Marmara bölgesinden alınan bal örneklerinde parazitlere karşı kullanılan pestisitlerden amitraz ve coumaphos kalıntılarına ait analiz sonuçları çizelge 4.23’de verilmiştir. Çalışmada Balıkesir ilinden alınan bal örneklerin iki tanesinde amitraz kalıntısı tespit edilmiş ve bunlardan 1 tanesi Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarının amitraz için izin verilen en üst limit olan 0.02 mg/kg (ppm) değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4.23.). Çalışmada Marmara Bölgesinde alınan bal örneklerinin % 5.55’inde amitraz kalıntısı belirlenirken, coumaphos kalıntısına ise rastlanmamıştır

#### **4.6.3.3. Naftalin Analizleri**

Çalışma kapsamında Marmara Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan naftalin kalıntı analizleri sonucunda tüm bal örneklerinde herhangi bir kalıntıya rastlanmamıştır (Çizelge, 4.23).

#### **4.6.4. Polen Analizi**

Marmara Bölgesinden alınan 54 bal örneğinde toplam 7 farklı polen çeşidi belirlenmiştir. Önemli ayçiçeği üretim alanlarının bulunduğu bu bölgemizde en büyük polen sınıfını da ayçiçek poleni oluşturmaktadır. Marmara bölgesinde belirlenen % 25’lik polen sınıfı ayçiçeği bitkisi oluşturmaktadır. Ayçiçeği polen sınıfını sırasıyla % 22 ile kestane, % 11 ile geven ile üçgül ve % 4.7 ile arı otu, karaçalı ve orman gülü polen sınıfları takip etmektedir.

Çalışmada mikroskop altında sayılan toplam polen sayısı ile dominant polen sayısı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Marmara Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
163	Balıkesir1	12025	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	15375	27400	43.89
164	Balıkesir2	98050	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	143425	241475	40.60
165	Balıkesir3	26825	Karaçalı ( <i>Paliurus spina-christii</i> )	241950	268775	9.98
166	Balıkesir4	12875	Arı Otu ( <i>Phacelia tanacetifolia</i> )	8275	21150	60.87
167	Balıkesir5	73825	Üçgül ( <i>Trifolium repens</i> )	14375	88200	83.70
168	Çanakkale1	14225	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	23800	38025	37.41
169	Çanakkale2	41875	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	17450	59325	70.59
170	Çanakkale3	27200	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	47050	74250	36.63
171	Edirne1	214900	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	1575	216475	99.27
172	Edirne2	173750	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	1575	175325	99.10
173	Edirne3	51400	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	224875	276275	18.60
174	Sakarya1	17300	Orman Gülü ( <i>Rhododendron spp</i> )	10850	28150	61.46
175	Sakarya2	1650	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	2800	4450	37.08
177	Kocaeli1	29475	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	9775	39250	75.10
178	Kocaeli2	23850	Üçgül ( <i>Trifolium repens</i> )	177275	201125	11.86
179	Kocaeli3	406875	Kestane ( <i>Castanea sativa</i> )	11250	418125	97.31
180	Ankara1	41775	Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> )	5850	47625	87.72
181	Ankara2	8425	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	2275	10700	78.74
182	Tekirdağ1	48175	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	2125	50300	95.78
183	Tekirdağ2	46725	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	2750	49475	94.44

#### 4.7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

##### 4.7.1. Güney Doğu Anadolu Bölgesi Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Adıyaman, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Siirt illerinde üretilen bal örnekleri araştırma kapsamına alınmıştır. Bu illerden toplam 18 bal örneği alınarak yapılan biokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir.



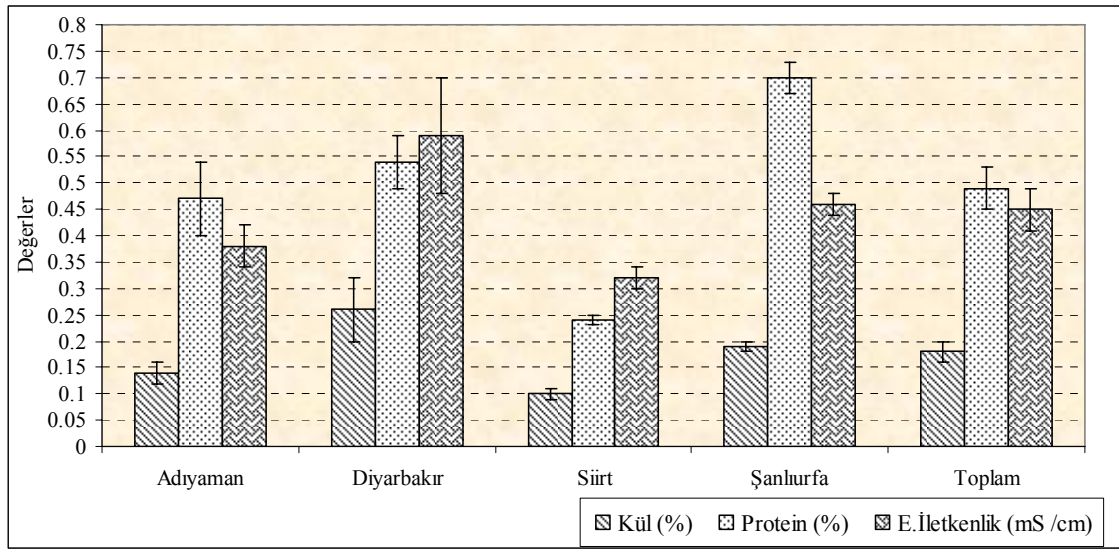
Çizelge 4.25. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

İller		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Adıyaman N : 6	Ortalama	0.14±0.02 TCA a	16.83±0.08 TCA a	3.44±0.04 a	31.95±1.43 TCA b	31.37±2.47 TCA b	6.46±1.12 TCA a	0.38±0.04 TCA b	0.47±0.07 b	41.37±0.41 a	32.09±1.16 a	73.49±1.35 TCA a	1.92±0.24 TCA a
	En az	0.07	16.60	3.34	27.00	23.00	3.26	0.26	0.32	40.00	28.59	69.54	1.08
	En çok	0.21	17.10	3.56	37.20	38.50	9.41	0.50	0.67	42.94	35.48	77.42	2.51
Diyarbakır N : 6	Ortalama	0.26±0.06 TCA c	18.62±0.69 TCA b	3.43±0.09 a	43.43±2.00 c	31.82±3.14 TCA b	6.72±1.53 TCA a	0.59±0.11 TCA c	0.54±0.05 c	39.77±0.65 A	32.52±0.39 A	72.41±0.77 TCA a	1.60±0.16 TCA a
	En az	0.11	17.00	3.22	36.20	23.00	1.92	0.33	0.39	37.62	31.19	69.87	1.01
	En çok	0.40	20.20	3.65	48.00	38.50	12.48	0.84	0.69	42.02	33.75	74.92	2.10
Siirt N : 3	Ortalama	0.10±0.01 TCA a	19.00±0.00 TCA c	3.38±0.02 a	23.88±0.75 TCA a	19.60±1.70 TCA a	7.42±0.61 TCA a	0.32±0.02 TCA a	0.24±0.01 a	39.24±0.04 a	31.00±0.03 a	70.24±0.01 TCA a	2.43±0.01 TCA a
	En az	0.09	19.00	3.36	22.90	17.90	6.72	0.29	0.22	39.20	31.94	70.22	2.42
	En çok	0.11	19.00	3.42	25.35	23.00	8.64	0.34	0.25	39.32	31.04	70.26	2.44
Şanlıurfa N : 3	Ortalama	0.19±0.01 TCA b	19.10±0.06 TCA c	3.98±0.05 b	34.20±2.10 TCA b	38.50±0.00 TCA c	6.14±0.11 TCA a	0.46±0.02 TCA b	0.70±0.03 d	41.22±0.04 a	33.50±0.04 a	74.71±0.04 TCA a	1.73±0.03 TCA a
	En az	0.17	19.00	3.90	30.00	38.50	5.95	0.43	0.66	41.15	33.43	74.65	1.66
	En çok	0.20	19.20	4.08	36.35	38.50	6.34	0.49	0.75	41.30	33.57	74.77	1.76
Toplam N : 18	Ortalama	0.18±0.02 TCA	18.17±0.32 TCA	3.52±0.06	34.81±1.87 TCA	30.74±1.86 TCA	6.66±0.61 TCA	0.45±0.04 TCA	0.49±0.04	40.46±0.32	32.29±0.42	72.79±0.59 TCA	1.86±0.11 TCA
	En az	0.07	16.60	3.22	22.90	17.90	1.92	0.26	0.22	37.62	28.59	69.54	1.01
	En çok	0.40	20.20	4.08	48.00	38.50	12.48	0.84	0.75	42.94	35.48	77.42	2.51
TKG BAL TEBLİĞİ		≤0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
EU		≤0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤ 1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

#### 4.7.1.1. Kül Miktarı

Güneydoğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ortalama kül değerlerinin % 0.07 ile % 0.40 arasında değiştiği, ortalama %  $0.18 \pm 0.02$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25, Şekil 4.37). Elde edilen ortalama kül değerleri Kodeks, Avrupa Birliği (EU) ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 ve salgı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür.



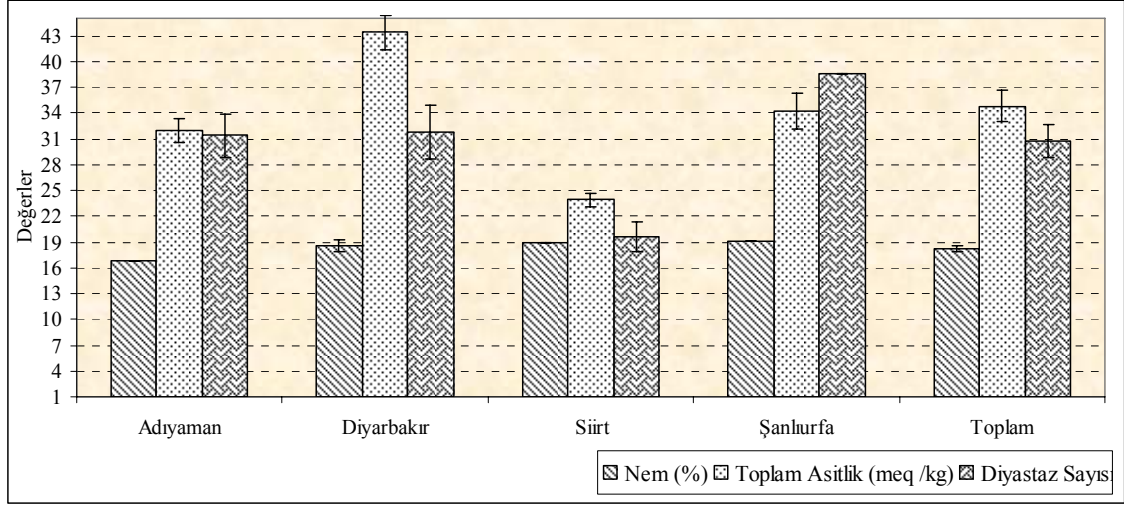
Şekil 4.37. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde elde edilen kül verilerinin istatistiksel analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.7.1.2. Nem Miktarı

Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal numunelerinde yapılan analizler sonucunda nem oranları % 16.60 ile % 20.20 arasında, ortalama %  $18.17 \pm 0.32$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.25, Şekil 45). Bal örneklerinde elde edilen ortalama nem oranlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarına uyduğu saptanmıştır. Ancak Diyarbakır ilinden alınan 3 bal örneğinde nem oranı %

20'nin üzerinden bulunmuş ve standartlara uymadığı görülmüştür. Diğer tüm örnekler her üç standart kuruluşunun belirlemiş oldukları limitlere uymaktadır.



Şekil 4.38. Güneydoğu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Çalışma sonucunda elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.7.1.3. pH Değeri

Araştırmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinden elde edilen pH değerleri 3.22 ile 4.08 arasında ortalama  $3.52\pm 0.06$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25, Şekil 4.39). Edilen pH değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.7.1.4. Asitlik Miktarı

Araştırma sonucunda Güneydoğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örneğine ait asitlik değerleri  $22.90 \text{ meq kg}^{-1}$  ile  $48.00 \text{ meq kg}^{-1}$  arasında ortalama  $34.81\pm 1.87 \text{ meq kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.25, Şekil 4.38). Elde edilen bu ortalama

değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salğı balı için belirtilen  $\leq 50$  meq  $\text{kg}^{-1}$  değeri karşılaştırıldığı zaman bu değere uyumlu olduğu saptanmıştır. Elde edilen asit içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **4.7.1.5. Diyastaz Sayısı**

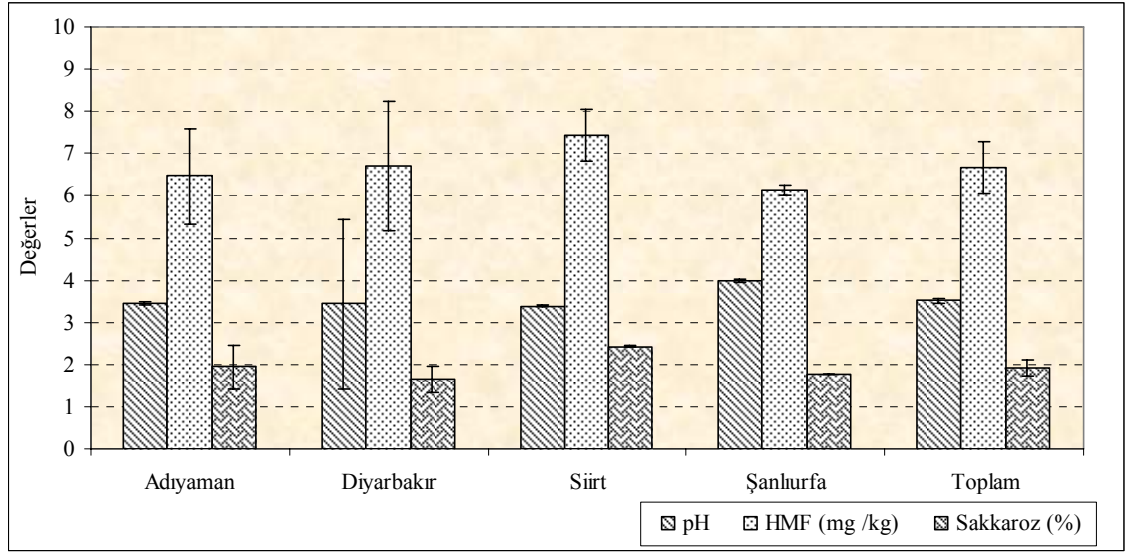
Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal numunelerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda diyastaz sayısının 17.90 ile 38.50 arasında değiştiği ve ortalama  $30.74 \pm 1.86$  olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.25, Şekil 4.38). Çalışmada analizler sonucunda bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen diyastaz sayısı ortalaması FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan 8'in üzerinde bulunmuştur.

Çalışma sonucunda tespit edilen diyastaz sayısı ile ilgili istatistiki analizleri sonucunda bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **4.7.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı**

Araştırmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki bal örneklerindeki HMF değerlerinin  $1.92$   $\text{mg kg}^{-1}$  ile  $12.48$   $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği, ortalama  $6.66 \pm 0.61$   $\text{mg kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25, Şekil 4.39). Araştırma sonucunda elde edilen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\leq 40$   $\text{mg kg}^{-1}$ ), Avrupa Birliği standardı ( $\leq 40$   $\text{mg kg}^{-1}$ ) ve Kodeks ( $\leq 80$   $\text{mg kg}^{-1}$ ) standartlarına uyduğu saptanmıştır.

Çalışma sonucunda belirlenen HMF değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).



Şekil 4.39. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değerleri

#### 4.7.1.7. Elektriksel İletkenlik

Araştırma sonucunda elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri  $0.26 \text{ mS cm}^{-1}$  ile  $0.84 \text{ mS cm}^{-1}$  arasında ve ortalama  $0.45 \pm 0.04 \text{ mS cm}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 10, Şekil 4.37). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarında çiçek balları için  $\leq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  salgı ve kestane balları için ise  $\geq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  olması belirtilmiştir. Güneydoğu Anadolu bal örneklerinde tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin belirlenmiş olan bu limit sınırlarının altında olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.7.1.8. Protein Miktarı

Güneydoğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal numunelerinde tespit edilen protein oranı % 0.22 ile % 0.75 arasında ortalama %  $0.49 \pm 0.04$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25, Şekil 4.37). Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz

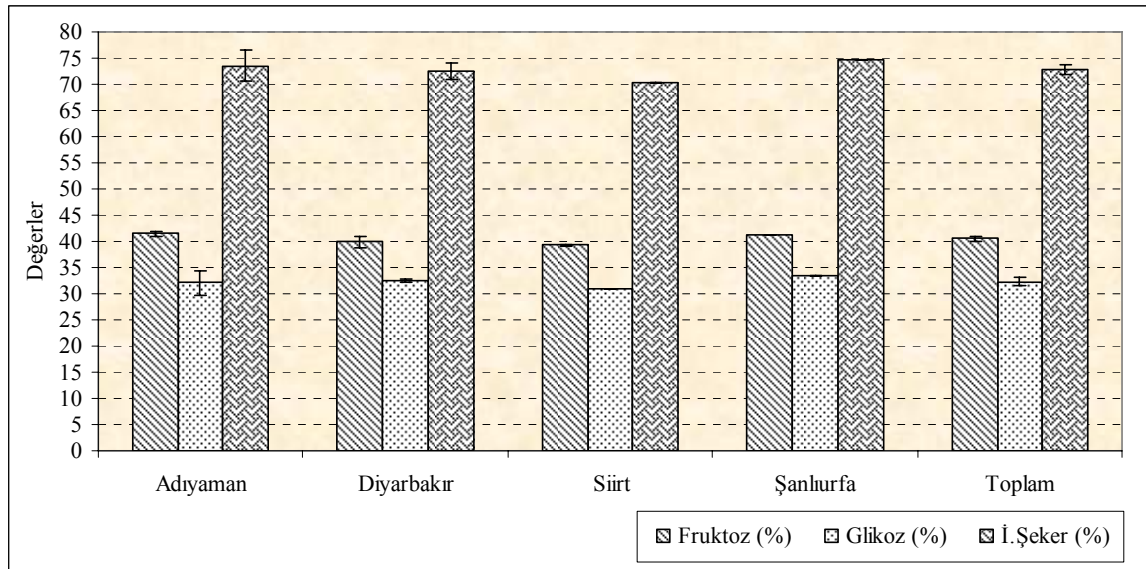
( $P>0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.7.1.9. Fruktoz Miktarı

Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda fruktoz değerleri % 37.62 ile % 42.94 arasında ortalama %  $40.46\pm 0.32$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25, Şekil 4.40). Tespit edilen fruktoz oranının istatistiki değerlendirmelerinde, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

#### 4.7.1.10. Glikoz Miktarı

Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda glikoz değerleri % 28.59 ile % 35.48 arasında ortalama %  $32.29\pm 0.42$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25, Şekil 4.40). Çalışma sonucunda belirlenen glikoz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkı istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).



Şekil 4.40. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değerleri

#### 4.7.1.11. İvert Şeker Miktarı

Yapılan araştırmada Güneydoğu Anadolu bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda invert şeker değerleri % 69.54 ile % 77.42 arasında ortalama %  $72.79 \pm 0.59$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25, Şekil 4.40). Elde edilen invert şeker değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\geq 60$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)), Avrupa Birliği ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)) ve Kodeks ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 60$  (S B)), standartlarına uyduğu belirlenmiştir. Çalışmada bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemli ( $P < 0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### 4.7.1.12. Sakaroz Miktarı

Araştırma sonucunda Güneydoğu Anadolu Bölgesine ait sakaroz değerlerinin % 1.01 ile % 2.51 arasında değiştiği ve ortalama %  $1.86 \pm 0.11$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25, Şekil 4.39). Çalışma sonucunda elde edilen sakaroz değerlerinin çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiğini belirten Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Çalışmada tespit edilen sakaroz oranının bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P < 0.05$ ), bunun yanında illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farklar ise önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

#### 4.7.2. Element Analizleri

Araştırma kapsamında Güneydoğu Anadolu Bölgesinden toplanan 18 bal örneğinde, ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Al, Pb ve Zn mineral maddelerden ise Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P analizleri yapılmış, analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.26 ve Şekil, 4.48’de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda Ağır Metallerden Cd elementi hiç bir örnekte tespit edilememiştir. Bakır metaline Siirt ve şanlıurfa ili bal örneklerinde rastlanmazken ( $0.00 \pm 0.00$ ), Adıyaman ili bal örneğinde de bölgenin en yüksek değeri olan  $0.15 \pm 0.07$  ppm oranında bulunmuştur.

Demir içeriği bakımından en düşük değer 0.92±0.10 ppm ile Şanlıurfa ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise 2.75±0.31 ppm ile Diyarbakır ili bal örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

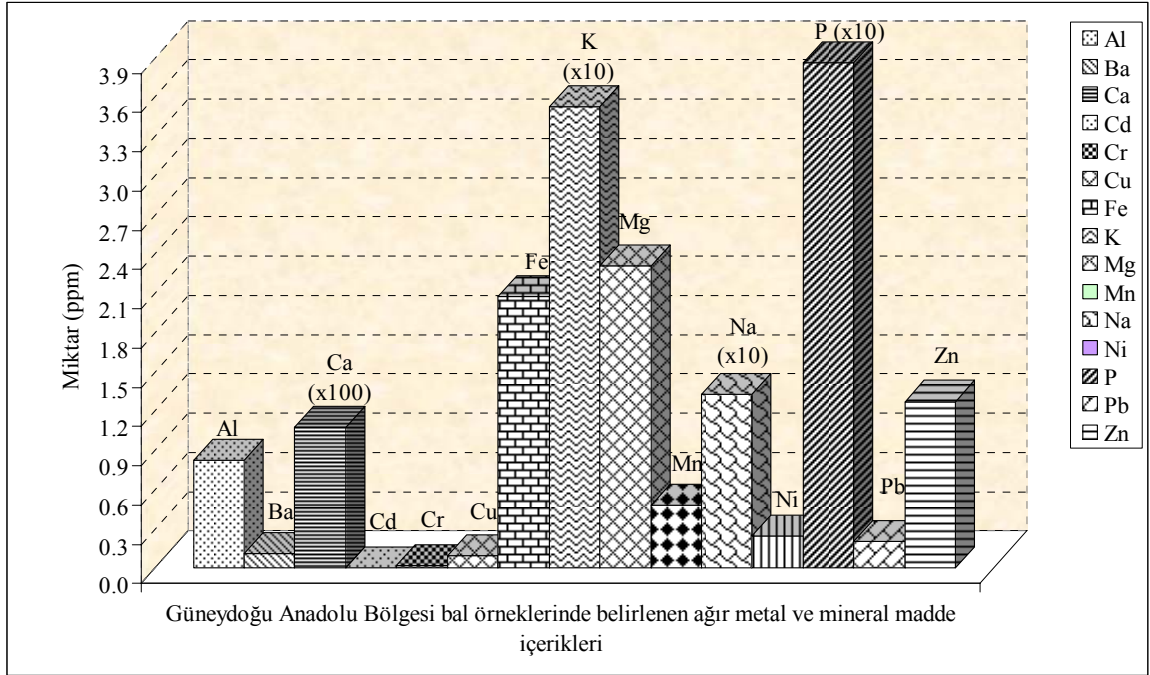
Kurşun analizi ile ilgili sonuçlara bakıldığında en düşük değerin Siirt ilinde ortalama 0.15±0.08 olduğu, en yüksek değerin ise 0.22±0.05 ppm değerine ile Diyarbakır ilinde olduğu belirlenmiştir. Çinko analizi ile ilgili verilere bakıldığında en düşük değerin 0.27±0.03 ile Şanlıurfa ili bal örneklerinde, en yüksek değerin ise 1.80±0.29 ile Adıyaman ili bal örneklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde Siirt ilinden alınan numunelerde Cr metaline rastlanmazken (0.00±0.00), bölgenin en yüksek Cr içeriği ise Adıyaman ve Diyarbakır illerinden alınan numunelerde 0.02±0.02 ppm olarak bulunmuştur. Nikel değerine bakımından en düşük değer 0.11±0.01 ppm olarak Şanlıurfa ili bal örneklerinde, en yüksek değer ise (0.28±0.03 ppm) Adıyaman ili bal örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.26).

Analiz sonucunda elde edilen tüm sonuçlar FAO-WHO Birleşik Gıda Kodeksi tarafından Cu (0.1-5.0), Fe (1.5-15.0), Pb (0.1-2.0) ve Zn (< 5.0) bildirilen limit değerleri arasında bulunmuştur. Örnekler arasında FAO-WHO standardı açısından en üst limit değerine yakın Cr (0.02±0.02 ppm), Cu (0.15±0.07 ppm), Ni (0.28±0.03 ppm) ve Zn (1.80±0.29 ppm) miktarları Adıyaman ili bal örneklerinde, Pb (0.22±0.05 ppm) ve Fe (2.75±0.31 ppm) miktarları da Diyarbakır ili bal örneklerinde görülmüştür.

Aluminyum ve P içeriği Diyarbakır ilinden alınan bal örneklerinde 1.19±0.39 ve 69.07±8.99 ppm, Ba, Ca, K, Mg, Mn ve Na içeriği Şanlıurfa ilinden alınan bal örneklerinde sırasıyla 0.42±0.17 ppm, 134.21±26.11 ppm, 939.92±158.15 ppm, ve 38.18±6.04 ppm; Mn içeriği Adıyaman ilinden alınan bal örneklerinde 5.85±2.44 ppm ve Na içeriği de Siirt ilinden alınan bal örneklerinde 27.61±8.38 ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.26)





Şekil 4.41. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz değerleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerindeki mineral analiz sonuçları üzerinde yapılan istatistiki analizlerde Al, Cr, Cu, Na ve Pb elementlerinin içerikleri, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Ni ve Zn elementlerinin bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), ancak illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Fosfor elementinin değeri ise bölgedeki illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), ancak illerde bulunan arıcılardan alınan örnekler arasındaki farkı ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.26. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

İller		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Adıyaman N : 6	Ortalama	0.81±0.11 a	0.05±0.01 a	88.95±9.19 b	0.00±0.00 -	0.02±0.02 a	0.15±0.07 a	2.39±0.42 b	219.71±16.54 b	16.29±2.48 a	0.77±0.12 d	11.70±2.04 a	0.28±0.03 c	40.60±0.32 c	0.21±0.13 a	1.80±0.29 b
	En az	0.50	0.03	55.43	0.00	0.00	0.01	1.15	184.95	11.15	0.49	4.02	0.21	39.26	0.00	1.12
	En çok	1.28	0.07	113.58	0.00	0.11	0.42	3.81	288.21	27.60	1.10	16.87	0.37	41.57	0.83	2.78
Diyarbakır N : 6	Ortalama	1.28±0.51 a	0.10±0.02 b	108.99±20.37 c	0.00±0.00 -	0.02±0.02 a	0.12±0.06 a	2.75±0.31 b	412.33±80.79 c	25.81±4.72 b	0.44±0.02 c	12.07±1.99 a	0.27±0.01 c	46.48±0.93 d	0.22±0.05 a	1.62±0.50 b
	En az	0.57	0.05	61.30	0.00	0.00	0.01	2.03	226.69	13.60	0.41	5.07	0.25	42.06	0.04	0.41
	En çok	3.80	0.18	165.22	0.00	0.10	0.38	4.17	636.50	39.12	0.51	18.57	0.32	48.60	0.39	2.77
Siirt N : 3	Ortalama	0.21±0.04 a	0.05±0.00 a	35.84±2.34 a	0.00±0.00 -	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	1.22±0.13 a	143.85±3.53 a	12.50±1.15 a	0.16±0.01 a	17.90±3.98 a	0.20±0.02 b	31.07±0.47 b	0.15±0.08 a	0.53±0.04 a
	En az	0.16	0.05	33.05	0.00	0.00	0.00	1.02	137.89	10.24	0.15	11.43	0.18	30.30	0.00	0.46
	En çok	0.28	0.06	40.48	0.00	0.00	0.00	1.46	150.11	14.01	0.19	25.15	0.23	31.93	0.27	0.61
Şanlıurfa N : 3	Ortalama	0.56±0.56 a	0.28±0.01 c	212.77±3.18 d	0.00±0.00 -	0.01±0.01 a	0.00±0.00 a	0.92±0.10 a	706.91±10.18 d	41.56±0.22 c	0.32±0.00 b	14.10±2.06 a	0.11±0.01 a	26.36±0.66 a	0.19±0.05 a	0.27±0.03 a
	En az	0.00	0.27	207.52	0.00	0.00	0.00	0.72	692.86	41.13	0.32	10.84	0.10	25.30	0.10	0.23
	En çok	1.68	0.29	218.51	0.00	0.04	0.01	1.06	726.70	41.80	0.33	17.90	0.12	27.56	0.28	0.32
Toplam N : 18	Ortalama	0.82±0.20	0.11±0.02	107.42±14.66	0.00±0.00	0.02±0.01	0.09±0.03	2.07±0.24	352.47±52.38	23.04±2.88	0.48±0.07	13.26±1.22	0.24±0.02	38.60±1.85	0.20±0.05	1.27±0.24
	En az	0.00	0.03	33.05	0.00	0.00	0.01	0.72	137.89	10.24	0.15	4.02	0.10	25.30	0.00	0.23
	En çok	3.80	0.29	218.51	0.00	0.11	0.42	4.17	726.70	41.80	1.10	25.15	0.37	48.60	0.83	2.78
Kodeks				-			0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤ 5
TGK				≤ 0.1			≤ 2.0	-							≤ 1.0	≤ 5

### 4.7.3. Kalıntı Analizleri

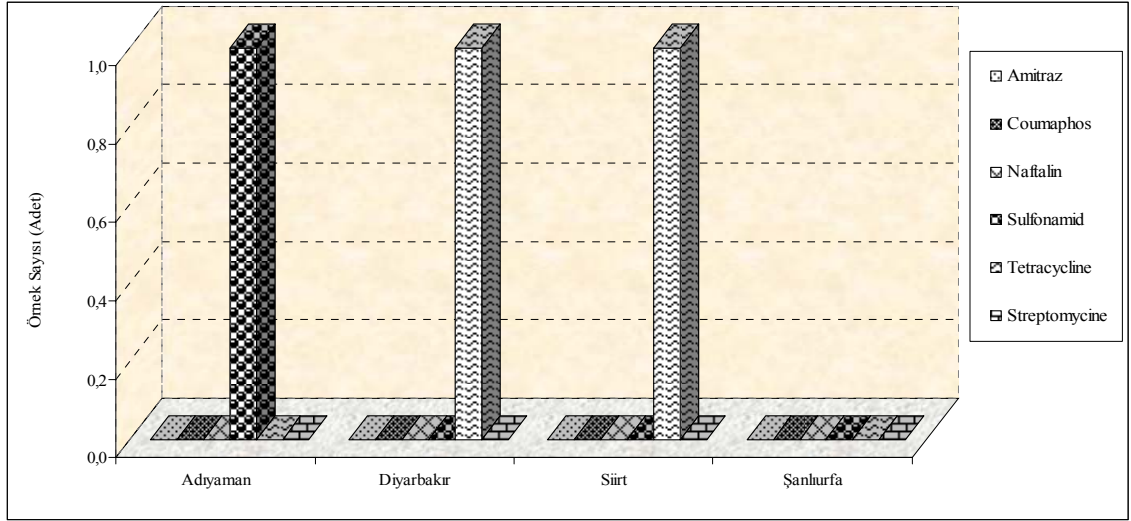
Çalışmada yapılan tüm kalıntı analizleri sonucunda Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinden % 50'sinin limitlerin üzerinde pestisit, antibiyotik veya naftalin kalıntısı içerdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde kalıntı analizi sonuçları

Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazin Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
185	Adıyaman <sup>2</sup>	-	0.0385 mg/kg	-	-	-	-
187	Diyarbakır <sup>2</sup>	-	-	-	0.0223 mg/kg	-	-
188	Siirt	-	-	-	0.0233 mg/kg	-	-

#### 4.7.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen veteriner ilaçlardan sulfamethazin, tetracycline ve streptomycine antibiyotikleri ile ilgili kalıntı sonuçları çizelge 4.27'de verilmiştir. Analizler sonucunda il bazında yapılan değerlendirmeler sonucunda Adıyaman ilinden alınan örneklerden 1 tanesinde sulfamethazin, Diyarbakır ilinde alınan 1 örnekte streptomycine ve Siirt'den alınan 1 örnekte de streptomycine kalıntısı belirlenmiştir. Belirlenen bu kalıntılar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirlenmiş ve balda bulunması gerekli en üst limit olan 0.01 mg/kg ile Avrupa Birliği ve Kodeks Standartlarında belirtilen "bulunmamalı" düzeylerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.27). Çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan 6 bal örneğinin % 16.6'sında sülfonamid kalıntısı belirlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde streptomycine kalıntısına ise % 33.3 oranında rastlanmıştır.



Şekil 4.42. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı

#### 4.7.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri

Çalışma kapsamında Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde parazitlere karşı kullanılan pestisitlerden amitraz ve coumaphos kalıntılarına ait analiz sonuçları çizelge 4.27’de verilmiştir. Çalışmada bölgeyi temsilen alınan bal örneklerinde herhangi bir pestisit kalıntısına rastlanılmamıştır. Dolayısı ile tüm sonuçlar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarına uygun bulunmuştur (Çizelge 4.27). Çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde amitraz ve coumaphos kalıntısına ise rastlanmamıştır.

#### 4.7.3.3. Naftalin Analizleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesinden alınan bal örneklerinde naftalin kalıntılarını belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda tüm bal örneklerinde naftalin kalıntısına rastlanılmamıştır (Çizelge, 4.27).

#### 4.7.4. Polen Analizi

Çalışma kapsamına dahil edilen ve en az bal örneğinin alındığı Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki 18 bal örneğinde 3 farklı polen sınıfı belirlenmiştir. Bu

sınıflardan % 50'lik kısmı Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgesinde olduğu gibi yine geven bitkisi poleni oluşturmaktadır. Geven bitkisi polenini % 33.3 ile üçgül ve % 16.6 ile sütleğen bitkisi poleni oluşturmaktadır. Çalışmada belirlenen toplam polen sayısı ile dominant polen sayısı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde polen analiz sonuçları

No	İller	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
184	Adıyaman1	42025	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	47625	89650	46.88
185	Adıyaman2	15550	Sütleğen ( <i>Euphorbia helioscopia</i> )	12650	28200	55.14
186	Diyarbakır1	21750	Üçgül ( <i>Trifolium repens</i> )	33350	55100	39.47
187	Diyarbakır2	65950	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	78000	143950	45.81
188	Siirt	66600	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	48700	115300	57.76
189	Şanlıurfa	6126	Üçgül ( <i>Trifolium spp.</i> )	20275	26401	23.20

#### 4.8. Ticari Firma (Market) Bal Örnekleri

Yapılan çalışmada arıcılardan doğrudan alınan bal örneklerinin yapısı dışında, balların paketlenerek soframıza gelinceye kadarki olan değişimleri belirlemek için ülke çapında paketleme yapan mevcut firmalardan rastgele 10 tane seçilerek çalışma kapsamına alınmıştır. Bu amaçla büyük bir alışveriş merkezinden aynı tarihte, aynı anda 10 tane firmaya ait bal örnekleri satın alınarak çalışmaya dahil edilmiştir. Alınan firma balları da diğer örneklerle birlikte aynı koşullarda saklanarak analizleri yapılmıştır.

##### 4.8.1. Ticari Firma Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında rastgele belirlenen 10 tane ticari firmalardan alınan bal örneğinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, diyastaz, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz analizleri ilgili veriler Çizelge 4.29'de verilmiştir.

Çizelge 4.29. Ticari firma bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları

Ticari Firmalar		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
1 (S B) N : 3	Ortalama	0.64±0.06 f	18.27±0.03 TCA a	4.31±0.01 f	28.27±0.10 TCA a	16.57±1.3 3 TCA c	6.21±0.67 TCA a	1.25±0.11 TCA f	0.36±0.02 cd	33.15±0.04 a	25.91±0.02 a	59.06±0.03 TCA a	2.28±0.0 1 TCA k
	En az	0.53	18.20	4.30	28.10	13.90	4.99	1.06	0.33	33.06	25.89	58.99	2.27
	En çok	0.74	18.30	4.33	28.45	17.90	7.30	1.43	0.39	33.20	25.94	59.09	2.29
2 N : 3	Ortalama	0.14±0.01 TCA ab	18.57±0.03 TCA b	3.74±0.08 d	29.42±0.03 TCA b	10.03±0.8 7 TCA a	16.45±0.74 TCA d	0.38±0.02 TCA ab	0.38±0.02 cd	37.78±0.10 g	34.06±0.05 h	71.85±0.15 TCA g	1.79±0.0 0 TCA e
	En az	0.12	18.50	3.64	29.35	8.30	15.36	0.35	0.34	37.61	33.98	71.59	1.78
	En çok	0.15	18.60	3.90	29.45	10.90	17.86	0.40	0.42	37.95	34.16	72.11	1.79
3 (S B) N : 3	Ortalama	0.44±0.01 TCA e	18.87±0.03 TCA c	3.84±0.02 e	34.18±0.12 TCA f	21.30±1.7 0 TCA d	13.57±0.23 TCA c	0.90±0.02 TCA e	0.37±0.01 cd	34.04±0.05 b	28.04±0.04 b	62.08±0.03 TCA b	1.83±0.0 1 TCA f
	En az	0.43	18.80	3.80	33.95	17.90	13.25	0.88	0.35	33.95	27.96	62.04	1.82
	En çok	0.46	18.90	3.86	34.30	23.00	14.02	0.93	0.39	34.11	28.09	62.13	1.82
4 N : 3	Ortalama	0.23±0.01 TCA c	18.67±0.03 TCA b	3.67±0.04 cd	30.40±0.14 TCA c	13.90±0.0 0 TCA b	48.38±0.40 H	0.55±0.03 TCA c	0.32±0.01 bcd	37.39±0.00 f	30.54±0.04 e	67.93±0.04 TCA e	1.66±0.0 0 TCA c
	En az	0.21	18.60	3.60	30.15	13.90	47.81	0.50	0.30	37.38	30.50	67.89	1.65
	En çok	0.26	18.70	3.73	30.65	13.90	49.15	0.60	0.35	37.39	30.62	68.01	1.66
5 N : 3	Ortalama	0.24±0.02 TCA c	19.03±0.03 TCA d	3.65±0.01 cd	29.25±0.10 TCA b	10.90±0.0 0 TCA a	26.24±0.34 TCA g	0.55±0.03 TCA c	0.26±0.05 ab	36.04±0.03 c	30.49±0.01 e	66.53±0.03 TCA d	2.17±0.0 0 TCA i
	En az	0.20	19.00	3.62	29.05	10.90	25.73	0.49	0.19	35.99	30.48	66.47	2.16
	En çok	0.27	19.10	3.66	29.35	10.90	26.88	0.61	0.35	36.10	30.50	66.58	2.17
6 N : 3	Ortalama	0.21±0.01 TCA bc	18.63±0.07 TCA b	3.65±0.01 cd	31.65±0.16 TCA e	13.90±0.0 0 TCA b	21.70±0.33 TCA ef	0.50±0.01 TCA bc	0.35±0.02 cd	36.21±0.05 d	30.12±0.01 d	66.32±0.06 TCA d	1.96±0.0 1 TCA h
	En az	0.19	18.50	3.63	31.40	13.90	21.12	0.48	0.32	36.15	30.10	66.26	1.95
	En çok	0.22	18.70	3.66	31.95	13.90	22.27	0.52	0.38	36.31	30.14	66.45	1.97
7 N : 3	Ortalama	0.13±0.02 TCA a	18.60±0.00 TCA b	3.27±0.02 a	29.38±0.02 TCA b	13.90±0.0 0 TCA b	53.31±1.86 ı	0.36±0.03 TCA a	0.39±0.01 d	36.60±0.01 e	29.14±0.02 c	65.73±0.03 TCA c	1.93±0.0 0 TCA g
	En az	0.10	18.60	3.24	29.35	13.90	51.26	0.32	0.38	36.58	29.11	65.69	1.92
	En çok	0.16	18.60	3.29	29.40	13.90	57.02	0.41	0.41	36.61	29.17	65.78	1.93

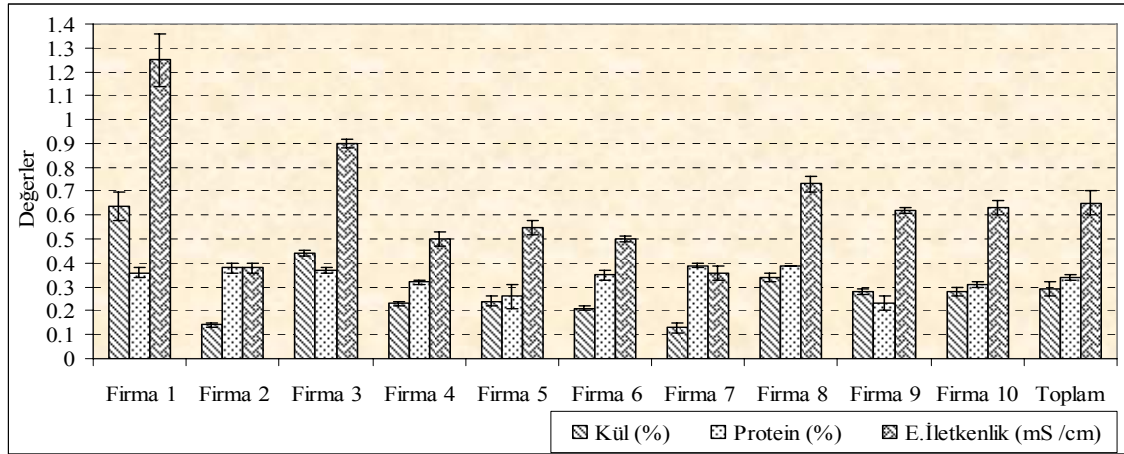
Çizelge 4.29. (Devam) Ticari firma bal örneklerinde biyokimyasal analiz sonuçları

Ticari Firmalar		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
8	Ortalama	0.34±0.02 TCA d	19.17±0.03 TCA e	3.54±0.01 b	30.33±0.22 TCA c	13.90±0.00 TCA b	22.66±0.22 TCA f	0.73±0.03 TCA d	0.39±0.00 d	39.42±0.06 k	33.54±0.1 0 g	72.96±0.16 TCA h	1.71±0.00 TCA d
	En az	0.30	19.10	3.52	30.00	13.90	22.27	0.67	0.38	39.32	33.39	72.71	1.71
	En çok	0.38	19.20	3.55	30.75	13.90	23.04	0.79	0.39	39.52	33.74	73.26	1.72
9	Ortalama	0.28±0.01 TCA cd	19.07±0.03 TCA de	3.51±0.03 b	31.05±0.16 TCA d	13.90±0.00 TCA b	19.77±0.29 TCA e	0.62±0.01 TCA cd	0.23±0.03 a	38.95±0.04 ı	34.70±0.0 4 ı	73.65±0.05 TCA ı	1.43±0.00 TCA a
	En az	0.27	19.00	3.45	30.80	13.90	19.39	0.60	0.18	38.87	34.62	73.57	1.42
	En çok	0.29	19.10	3.55	31.35	13.90	20.35	0.65	0.29	39.02	34.75	73.75	1.43
10	Ortalama	0.28±0.02 TCA cd	19.03±0.03 TCA d	3.58±0.02 bc	31.15±0.20 TCA d	17.90±0.00 TCA c	9.54±0.06 TCA b	0.63±0.03 TCA cd	0.31±0.01 bc	38.23±0.04 h	32.95±0.0 6 f	71.23±0.03 TCA f	1.58±0.00 TCA b
	En az	0.25	19.00	3.55	30.75	17.90	9.41	0.58	0.30	38.19	32.89	71.20	1.58
	En çok	0.30	19.10	3.60	31.40	17.90	9.60	0.67	0.32	38.27	33.01	71.26	1.59
Toplam	Ortalama	0.29±0.03 TCA	18.79±0.05 TCA	3.68±0.05	30.51±0.29 TCA	14.62±0.61 TCA	23.78±2.74 TCA	0.65±0.05 TCA	0.34±0.01	36.73±0.37	30.88±0.5 ı	67.61±0.86 TCA	1.84±0.05 TCA
	En az	0.10	18.20	3.24	28.10	8.30	4.99	0.32	0.18	33.06	25.89	58.99	1.42
	En çok	0.74	19.20	4.33	34.30	23.00	57.02	1.43	0.42	39.52	34.75	73.75	2.29
TGK BAL TEBLİĞİ		≤0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (SB) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
KODEKS		≤ 0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤1.0 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>
EU		≤0.6 (ÇB) <sup>1</sup> ≤1.2 (SB) <sup>2</sup>	≤ 20 %		≤ 50 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 50 (S B) <sup>2</sup>	≥ 8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 8 (S B) <sup>2</sup>	≤ 40 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 40 (S B) <sup>2</sup>	≤0.8 (Ç B) <sup>1</sup> ≥0.8 (S B) <sup>2</sup>				≥ 60 (Ç B) <sup>1</sup> ≥ 45 (S B) <sup>2</sup>	≤ 5 (Ç B) <sup>1</sup> ≤ 10 (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

#### 4.8.1.1. Kül Miktarı

Çalışma kapsamında ticari firmalardan alınan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ortalama kül değerlerinin % 0.10 ile % 0.74 arasında, ortalama %  $0.29 \pm 0.03$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.29, Şekil 4.43). Elde edilen ortalama kül değerleri FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 ve salgı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür. Ancak Firma 1'den alınan bal örneğinde kül miktarı % 0.6 limitinin üzerinde belirlenmiştir. Ancak örneğinin çam balı olduğu ve sözkonusu değer çam balı limit derine uyduğu anlaşılmıştır.



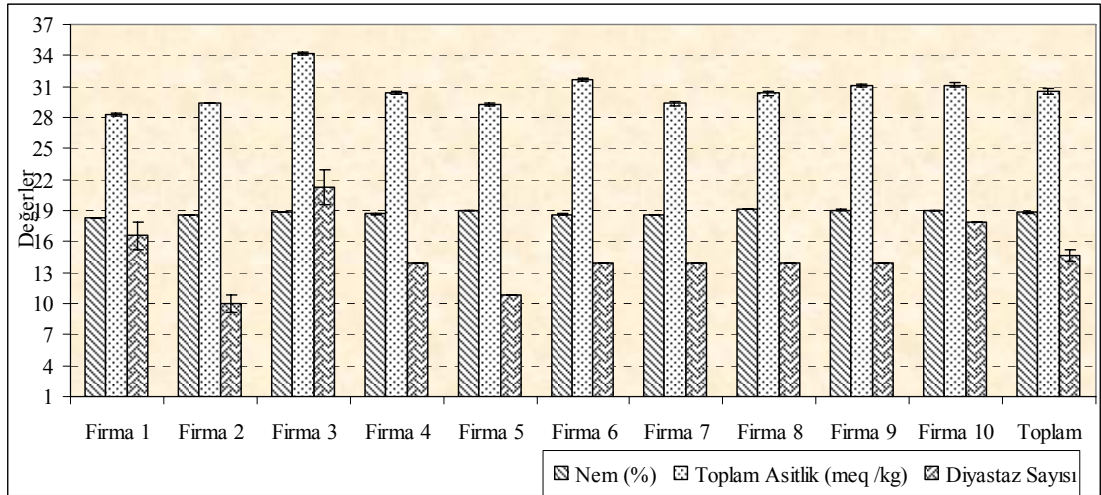
Şekil 4.43. Ticari Firmalara ait bal numunelerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

Ticari firma bal örneklerinde belirlenen kül verilerinin istatistiksel analizleri sonucunda firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.8.1.2. Nem Miktarı

Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda nem oranları % 18.20 ile % 19.20 arasında, ortalama %  $18.79 \pm 0.05$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.29; Şekil 4.44). Firma balları bal örneklerinin analiz sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinin yanında Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarına da uyduğu saptanmıştır. Ortalama değerlerin yanında tekerrür bazında da tüm örnekler standartların belirlemiş oldukları limitler arasında bulunmuştur.





Şekil 4.44. Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Ticari firma bal örneklerinde belirlenen nem verilerinin istatistikî analizleri sonucunda firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.8.1.3. pH Değeri

Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde bal örneklerinden elde edilen pH değerleri 3.24 ile 4.33 arasında ortalama  $3.68\pm 0.05$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.29, Şekil 4.45). Elde edilen pH değerlerinin istatistikî analizleri sonucunda firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.8.1.4. Asitlik Miktarı

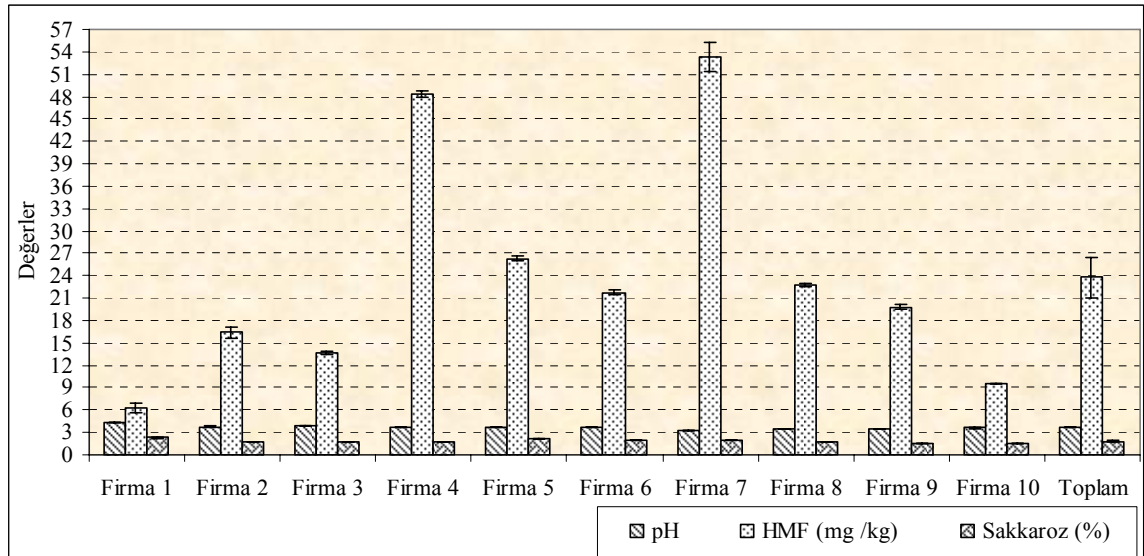
Ticari firmalardan alınan bal örneklerine ait asitlik değerleri 28.10 ile 34.30 meq  $\text{kg}^{-1}$  arasında ortalama  $30.51\pm 0.29$  meq  $\text{kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29; Şekil 4.54). Elde edilen bu ortalama değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salgı balı için belirtilen  $\leq 50$  meq  $\text{kg}^{-1}$  değeri karşılaştırıldığı zaman bu değere uyumlu olduğu saptanmıştır. Çalışmaya dahil edilen tüm firma ballarında asitlik miktarı belirlenen limit değerleri arasında bulunmuştur. Ticari firma bal örneklerinde belirlenen toplam asitlik verilerinin istatistikî analizleri sonucunda firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.8.1.5. Diyastaz Sayısı

Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda diyastaz sayısının 08.30 ile 23.00 arasında değiştiği ve ortalama  $14.62 \pm 0.61$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29, Şekil 4.44). Çalışmada analizler sonucunda bu bölgeye ait bal örneklerinde elde edilen diyastaz sayısı ile ilgili sonuçlar FAO/Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardının belirlediği en az limit olan 8'den yüksek bulunmuştur. Çalışmada belirlenen diyastaz değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, ticari firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.8.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı

Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde HMF değerlerinin 4.99 ile 57.02  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama  $23.78 \pm 2.74 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.29, Şekil 4.45). Araştırma sonucunda elde edilen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Avrupa Birliği standardı ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Kodeks ( $\leq 80 \text{ mg kg}^{-1}$ ) standartlarına uygun bulunmuştur. Ticari firma bal örneklerinde belirlenen HMF verilerinin istatistiki analizleri sonucunda firma bal örnekleri arasındaki farkı önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).



Şekil 4.45. Ticari Firmalardan alınan bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değerleri

#### **4.8.1.7. Elektriksel İletkenlik**

Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri 0.32 ile 1.43 mS cm<sup>-1</sup> arasında, ortalama 0.65±0.05 mS cm<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29, Şekil 4.43). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarına göre çiçek ballarında ≤ 0.8 mS cm<sup>-1</sup> salgı ve kestane ballarında ise ≥ 0.8 mS cm<sup>-1</sup> olması gereklidir. Çalışmada belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, ticari firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.01).

#### **4.8.1.8. Protein Miktarı**

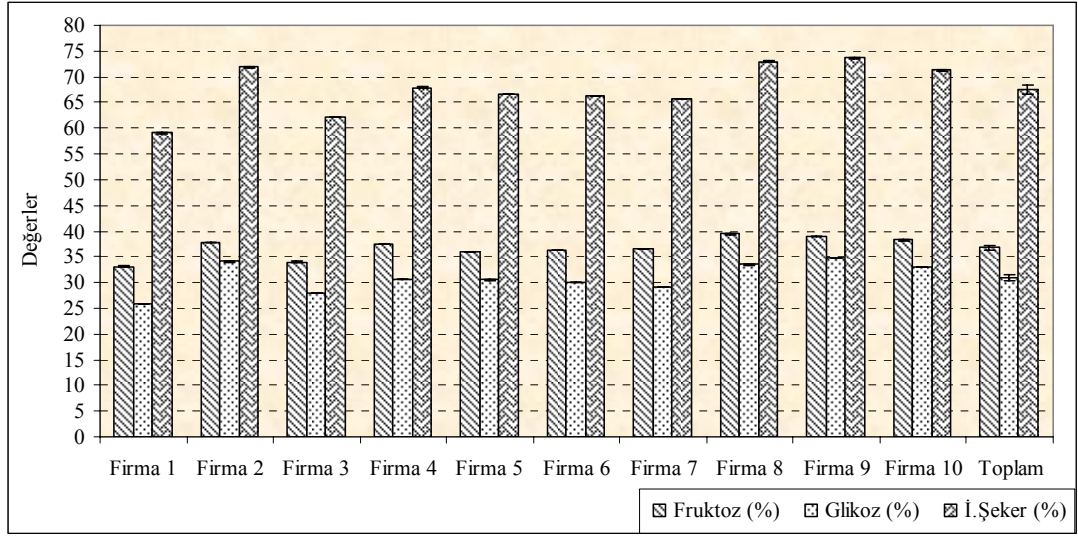
Ticari firmalardan alınan bal numunelerinde tespit edilen protein miktarı % 0.18 ile 0.42 arasında değişmekte olup ortalama % 0.34±0.01 bulunmuştur (Çizelge 4.29, Şekil 4.43). Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.01).

#### **4.8.1.9. Fruktoz Miktarı**

Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda fruktoz değerleri % 33.20 ile 39.43 arasında ortalama % 36.78±0.63 bulunmuştur (Çizelge 4.29, Şekil 4.46). Çalışma sonucunda belirlenen fruktoz değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.01).

#### **4.8.1.10. Glikoz Miktarı**

Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda glikoz değerleri % 25.89 ile 34.62 arasında ortalama % 30.93±0.90 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25, Şekil 4.46). Çalışma sonucunda belirlenen glikoz değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.01).



Şekil 4.46. Ticari Firma bal numunelerinde belirlenen fruktoz, glikoz ve invert şeker değerleri

#### 4.8.1.11. İvert Şeker Miktarı

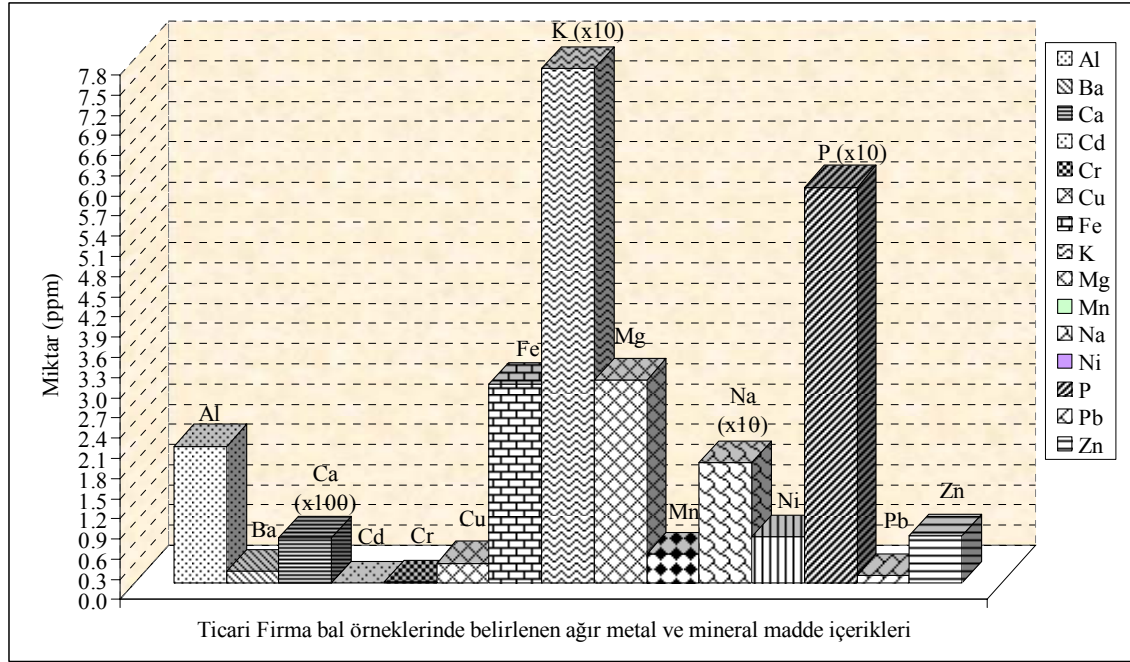
Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda invert şeker değerleri % 59.09 ile 73.57 arasında ortalama %  $67.71 \pm 1.50$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.29, Şekil 4.46). Elde edilen invert şeker değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\geq 60$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)), Avrupa Birliği ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)) ve Kodeks ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 60$  (S B)), standartlarına uyduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen invert şeker değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.8.1.12. Sakaroz Miktarı

Çalışma kapsamında ticari firmalardan alınan bal örneklerinde ait sakaroz değerlerinin % 1.42 ile 2.27 arasında, ortalama %  $1.83 \pm 0.08$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29, Şekil 4.45). Çalışma sonucunda elde edilen sakaroz değerlerinin çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiğini belirten Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Çalışma sonucunda belirlenen sakaroz değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, firma bal örnekleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.8.2. Element Analizleri

Çalışma kapsamına alınan firma ballarından yapılan mineral madde analizleri sonucunda ağır metallere Cd, Cr, Cu, Fe, Al, Ni, Pb ve Zn mineral maddelerden ise Ba, Ca, K, Mg, Mn, Na ve P mineral maddelerinin analiz sonuçları Çizelge 4.30’ da verilmiştir. Ticari firmalardan alınan bal örneklerinde analizi yapılan ağır metallere Cd elementine hiçbir firma balı örneğinde rastlanmamıştır. Bunun dışında Cr elementi firma 2’den alınan bal örneklerinde  $0.06 \pm 0.0$  ppm, Cu içeriği firma 3’den alınan bal örneklerinde  $0.57 \pm 0.25$  ppm, Fe içeriği firma 5’den alınan bal örneklerinde  $9.00 \pm 0.16$  ppm, Ni içeriği firma 1’den alınan bal örneklerinde  $1.22 \pm 0.06$  ppm, Pb ve Zn içeriği firma 4’den alınan bal örneklerinde  $0.19 \pm 0.01$  ppm ve  $1.62 \pm 0.03$  ppm, Al içeriği firma 3’den alınan bal örneklerinde  $6.72 \pm 0.12$  ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.30, Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Ticari firma bal örneklerinde element analiz değerleri

Ağır metaller dışında diğer mineral madde sonuçları incelendiğinde Ba içeriği firma 1’den alınan bal örneklerinde  $0.80 \pm 0.09$  ppm, Ca içeriği firma 10’dan alınan bal örneklerinde  $94.54 \pm 6.03$  ppm, Mn içeriği firma 5’den alınan bal örneklerinde  $0.72 \pm 0.02$  ppm, K, Mg, Na ve P içeriği firma 1’den alınan bal örneklerinde  $1410.31 \pm 28.90$  ppm,

48.69±0.86 ppm, 36.95±1.87 ppm, 113.76±2.22 ppm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.30). Çalışma kapsamında Tüm bölgelerden alınan numuneler ve firmalardan alınan numuneler karşılaştırıldığında, Al (2.04±0.32) ve Ni (0.69±0.05) değerlerinin tüm firma ballarında daha yüksek olduğu görülmüştür. Bal hasadından sonra balların Cr ve Ni kazanlarda ısıtılması veya bekletilmesinin örneklerdeki Ni içeriğini arttırdığı tahmin edilmektedir.

Mineral madde analiz sonuçları genel anlamda değerlendirildiğinde firma ballarının FAO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde bal için verilen limitlere uyduğu, sağlık açısından tehlike arzedecek düzeyde bir bal örneğine rastlanmadığı görülmüştür.

Ticari firma bal örneklerinde yapılan istatistiki analizler sonucunda Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P ve Zn mineral değerlerinin firma bal örnekleri arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), Cr, Cu ve Pb değerlerinin firma bal örnekleri arasındaki farkı önemsiz ( $P>0.05$ ), Cd elementinin değerleri ise çok düşük olduğundan program tarafından değerlendirilmemiştir.

Çizelge 4.30. Ticari Firma bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

Firmalar		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
1	Ortalama	2.87±0.28 f	0.80±0.09 c	33.46±2.76 a	0.00±0.00 -	0.04±0.03 ab	0.54±0.24 a	2.86±0.05 d	1410.31±28.90 e	48.69±0.86 e	0.65±0.02 d	36.95±1.87 d	1.22±0.06 f	113.76±2.22 e	0.11±0.09 ab	0.45±0.03 A
	En az	2.55	0.71	30.25	0.00	0.00	0.08	2.79	1353.56	47.01	0.62	33.21	1.14	110.17	0.00	0.39
	En çok	3.43	0.98	38.96	0.00	0.09	0.87	2.95	1448.20	49.84	0.68	38.96	1.33	117.83	0.28	0.50
2	Ortalama	1.87±0.09 d	0.07±0.00 ab	75.32±5.45 c	0.00±0.00 -	0.06±0.02 b	0.11±0.09 a	2.10±0.05 c	644.34±29.78 b	27.04±2.97 bc	0.44±0.02 b	8.65±2.36 a	0.68±0.04 cd	46.81±2.31 ab	0.12±0.05 ab	0.58±0.04 abc
	En az	1.69	0.07	64.56	0.00	0.03	0.00	1.99	584.82	21.71	0.41	4.62	0.61	42.19	0.05	0.52
	En çok	2.00	0.08	82.26	0.00	0.10	0.28	2.17	676.13	31.96	0.46	12.78	0.75	49.23	0.22	0.66
3	Ortalama	6.72±0.12 g	0.08±0.01 ab	65.27±1.35 c	0.00±0.00 -	0.00±0.00 a	0.57±0.25 a	3.03±0.04 d	1131.12±16.59 d	43.51±0.68 d	0.50±0.01 c	18.72±0.83 b	1.11±0.03 e	85.69±1.06 d	0.07±0.04 ab	0.58±0.02 abc
	En az	6.53	0.07	62.75	0.00	0.00	0.07	2.99	1113.84	42.33	0.48	17.41	1.05	83.64	0.00	0.56
	En çok	6.94	0.09	67.37	0.00	0.00	0.86	3.11	1164.29	44.70	0.52	20.25	1.14	87.18	0.13	0.62
4	Ortalama	2.41±0.08 e	0.09±0.00 ab	75.18±0.53 c	0.00±0.00 -	0.00±0.00 a	0.37±0.06 a	2.84±0.05 d	741.64±6.49 c	31.83±0.45 c	0.61±0.01 d	9.70±0.80 a	0.51±0.01 b	63.79±0.95 c	0.19±0.01 b	1.62±0.03 e
	En az	2.25	0.09	74.65	0.00	0.00	0.25	2.78	733.94	30.93	0.59	8.12	0.48	62.52	0.17	1.57
	En çok	2.52	0.10	76.24	0.00	0.00	0.44	2.94	754.55	32.33	0.62	10.76	0.53	65.66	0.22	1.68
5	Ortalama	1.06±0.06 bc	0.08±0.00 ab	72.78±1.88 c	0.00±0.00 -	0.00±0.00 a	0.15±0.08 a	9.00±0.16 f	702.09±12.77 bc	27.22±1.61 bc	0.72±0.02 e	25.44±2.06 c	0.72±0.03 cd	47.16±1.20 ab	0.18±0.03 ab	0.72±0.09 cd
	En az	0.96	0.08	70.80	0.00	0.00	0.00	8.73	678.26	24.72	0.69	22.88	0.69	44.84	0.13	0.61
	En çok	1.15	0.08	76.53	0.00	0.00	0.25	9.27	721.98	30.22	0.75	29.51	0.77	48.88	0.23	0.90
6	Ortalama	2.03±0.05 d	0.19±0.12 ab	68.07±1.13 c	0.00±0.00 -	0.04±0.04 ab	0.14±0.12 a	3.41±0.03 e	644.31±8.54 b	26.17±0.36 b	0.29±0.01 a	29.06±1.63 c	0.34±0.02 a	43.04±1.25 a	0.12±0.06 ab	0.51±0.02 ab
	En az	1.94	0.07	65.93	0.00	0.00	0.00	3.35	634.01	25.55	0.27	26.95	0.30	40.96	0.00	0.48
	En çok	2.09	0.42	69.77	0.00	0.11	0.37	3.46	661.26	26.79	0.31	32.27	0.38	45.29	0.21	0.53
7	Ortalama	0.64±0.12 a	0.07±0.01 ab	52.37±4.61 b	0.00±0.00 -	0.01±0.01 ab	0.33±0.10 a	1.73±0.13 b	414.21±35.66 a	17.68±1.34 a	0.26±0.02 a	15.76±1.74 b	0.32±0.03 a	46.79±3.65 ab	0.08±0.02 ab	0.74±0.07 d
	En az	0.40	0.06	43.15	0.00	0.00	0.14	1.47	343.09	15.14	0.22	12.31	0.27	39.59	0.05	0.60
	En çok	0.81	0.08	57.01	0.00	0.03	0.43	1.87	454.53	19.69	0.29	17.85	0.35	51.41	0.11	0.83
8	Ortalama	0.81±0.03 ac	0.08±0.00 ab	73.45±0.94 c	0.00±0.00 -	0.03±0.01 ab	0.33±0.04 a	1.42±0.03 a	630.46±5.42 b	25.75±1.46 b	0.31±0.02 a	10.33±1.09 a	0.65±0.01 c	50.39±0.65 b	0.03±0.03 a	0.58±0.01 abc
	En az	0.76	0.07	71.65	0.00	0.01	0.29	1.37	619.63	22.84	0.28	8.15	0.63	49.18	0.00	0.56
	En çok	0.86	0.08	74.84	0.00	0.05	0.40	1.45	636.25	27.41	0.33	11.47	0.67	51.41	0.08	0.60

Çizelge 4.30. (Devam) Ticari Firma bal örneklerinde element analiz sonuçları (ppm)

Firmalar		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
9 N : 3	Ortalama	1.35±0.11 ca	0.06±0.00 a	71.34±1.69 c	0.00±0.00 -	0.00±0.00 a	0.24±0.03 a	1.78±0.02 b	674.52±22.18 bc	28.22±0.36 bc	0.31±0.01 a	7.98±0.78 a	0.77±0.02 d	48.92±1.39 ab	0.09±0.05 ab	0.66±0.02 bcd
	En az	1.14	0.06	67.98	0.00	0.00	0.19	1.74	632.97	27.57	0.29	6.99	0.73	46.14	0.00	0.61
	En çok	1.50	0.06	73.37	0.00	0.00	0.29	1.80	708.75	28.80	0.32	9.51	0.80	50.31	0.14	0.69
10 N : 3	Ortalama	0.67±0.08 a	0.22±0.01 b	94.54±6.03 d	0.00±0.00 -	0.03±0.02 ab	0.25±0.22 a	1.45±0.07 b	656.85±34.92 b	25.63±2.46 b	0.29±0.02 a	16.35±3.23 b	0.56±0.03 b	42.58±2.58 a	0.15±0.05 ab	0.70±0.04 cd
	En az	0.53	0.20	83.49	0.00	0.00	0.08	1.31	587.78	22.02	0.25	11.91	0.50	37.52	0.04	0.63
	En çok	0.81	0.24	104.27	0.00	0.06	0.66	1.56	700.38	30.33	0.31	22.64	0.60	45.95	0.22	0.77
Toplam N : 30	Ortalama	2.04±0.32	0.18±0.04	68.18±2.95	0.00±0.00	0.02±0.01	0.30±0.05	2.96±0.39	764.99±51.05	30.17±1.67	0.44±0.03	17.89±1.79	0.69±0.05	58.89±4.13	0.11±0.02	0.71±0.06
	En az	0.40	0.06	30.25	0.00	0.00	0.00	1.31	343.09	15.14	0.22	4.62	0.27	37.52	0.00	0.39
	En çok	6.94	0.98	104.27	0.00	0.11	0.87	9.27	1448.20	49.84	0.75	38.96	1.33	117.83	0.28	1.68
Kodeks				-			0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤ 5
TGK				≤ 0.1			≤ 2.0	-							≤ 1.0	≤ 5



### 4.8.3. Kalıntı Analizleri

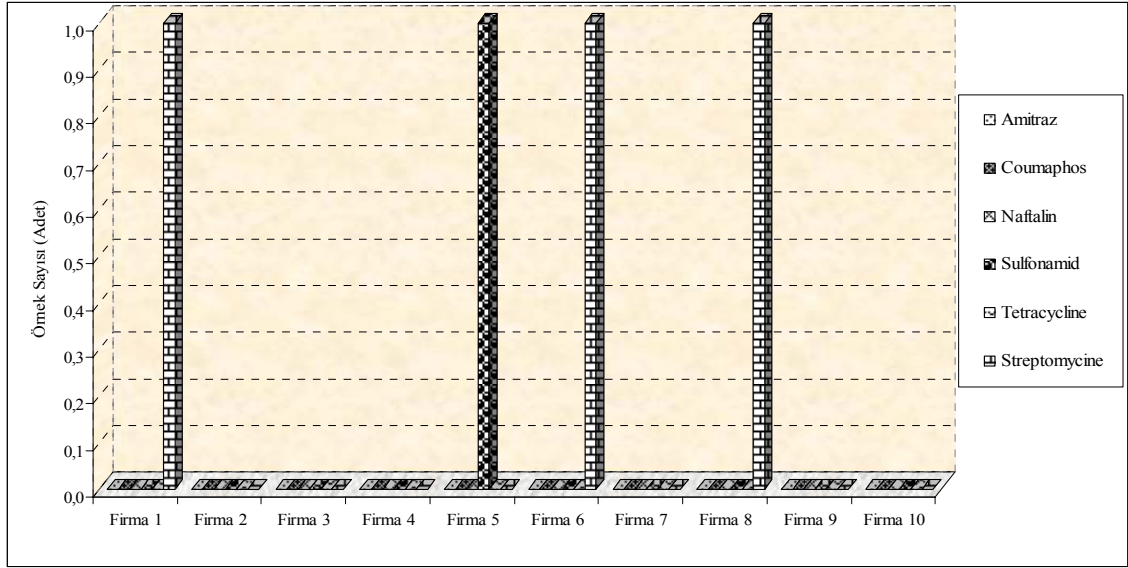
Ticari firmalardan alınan 10 bal örneği aynı koşullar altında analiz edilmiş ve kalıntılara ait veriler çizelge 4.31’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde bal örneklerinden % 40’ının limitlerin üzerinde pestisit, antibiyotik veya naftalin kalıntısı içerdiği belirlenmiştir. Çalışmada, firma ballarında elde edilen toplam kalıntı miktarı Türkiye genelinde arıcılardan alınan bal örneklerindeki toplam kalıntılar (% 43.7) ile paralellik göstermektedir. Kalıntılara ait veriler aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.31. Ticari Firma bal örneklerinde yapılan kalıntı analiz sonuçları

Örnek No	İller	Naftalin 0.01 mg/kg	Sulfamethazin Bulunmamalı	Tetracycline Bulunmamalı	Streptomycine Bulunmamalı	Coumaphos 0.01 mg/kg	Amitraz 0.02 mg/kg
201	Firma 1	-	-	-	0.0222 mg/kg	-	-
205	Firma 5	-	0.042 mg/kg	-	-	-	0.0016 mg/kg
206	Firma 6	-	-	-	0.0255 mg/kg	-	-
207	Firma 7	-	-	-	-	-	0.0040 mg/kg
208	Firma 8	-	-	-	0.0208 mg/kg	-	-
210	Firma 10	0.0021 mg/kg	-	-	-	-	0.018 mg/kg

#### 4.8.3.1.Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çalışma sonucunda Ticari Firmalardan alınan 10 adet bal örneğinin % 10’unda sülfonamid kalıntısı tespit edilmiştir (Çizelge, 4.31). Ticari firma ballarında en fazla streptomycine kalıntısına rastlanmıştır ve 10 adet firmanın 3 tanesinde limitlerin üzerinde kalıntı olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu kalıntılar Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirlenmiş ve balda bulunması gerekli en üst limit olan 0.01 mg/kg ile Avrupa Birliği ve Kodeks Standartlarında belirtilen “bulunmamalı” düzeylerinden yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.48. Ticari Firma bal örneklerinde belirlenen veteriner ilaç kalıntı miktarı

#### 4.8.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri

Çalışmada Ticari firma bal örnekleri içerisinde 3 tanesinde amitraz kalıntısı belirlenmiştir. Ancak tüm bal örneklerindeki amitraz kalıntı oranı limitlerin altında bulunmuştur (Çizelge 4.31). Dolayısı ile firma ballarının % 10 oranında amitraz kalıntısı içerdiği belirlenmiştir. Bunun yanında herhangi bir coumaphos kalıntısına rastlanmamıştır.

#### 4.8.3.3. Naftalin Analizleri

Ticari firmalardan alınan bal numunelerinde yapılan naftalin kalıntı analizleri sonucunda bal örneklerinden bir tanesinde 0.0021 ppm oranında naftalin kalıntısı belirlenmiştir (Çizelge 4.31). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre balda naftalin kalıntısının bulunmaması gerekmektedir. Ancak 1 ticari firmadan alınan bal örneğinde naftalin kalıntısına rastlanmıştır.

#### 4.8.4. Polen Analizi

Çalışmada 7 coğrafik bölgenin dışında rastgele seçilerek alınan 10 adet firma ballarında ise % 50 lik oranla Geven ve Ayçiçeği olmak üzere 2 sınıf belirlenmiştir.

Polen analizleri sonucunda firma ballarındaki polenlerin çok farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle tüm bal örnekleri içerisinde ayçiçeği polenine rastlanmıştır. Bunun dışında geven, kekik, fiğ, yonca, sığır kuruğu, ballıbaba, üçgül, kengel, deve diken ve topuz diken bitkilerine ait polenler de sekonder polenler olarak belirlenmiştir. Çalışmada mikroskop altında sayılan toplam polen sayısı ile dominant polen sayısı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.32’de verilmiştir

Çizelge 4.32. Ticari firma bal örneklerinde yapılan polen analiz sonuçları

No	Firmalar	Dominant Polen Sayısı	Dominant Bitkiler	Diğer Polenler	TPS	Frekans (%)
201	Firma 1	29875	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	35150	65025	45.94
202	Firma 2	32000	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	52025	84025	38.08
203	Firma 3	26575	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	45825	72400	36.71
204	Firma 4	12725	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	33250	45975	27.68
205	Firma 5	9750	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	12625	22375	43.58
206	Firma 6	22675	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	43725	66400	34.15
207	Firma 7	23425	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	46725	70150	33.39
208	Firma 8	12125	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> )	29350	41475	29.23
209	Firma 9	77250	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	97775	175025	44.14
210	Firma 10	38150	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	38825	76975	49.56

#### 4.9. Türkiye Geneli Analiz Sonuçları

Çalışmada Türkiye genelinden arıcılardan alınan 600 ve ticari firmalardan alınan 10 adet örneği analiz edilerek biyokimyasal analiz sonuçları çizelge 4.33’de, mineral madde analiz sonuçları çizelge 4.35’de, kalıntı analiz sonuçları çizelge 4.37’de ve polen analiz sonuçları ise çizelge 4.38’de bölge ortalamaları düzeyinde verilmiştir. Yapılan istatistiki analizler sonucunda biyokimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz tablosu çizelge 4.34’de, mineral madde analizlerine ait varyans analiz tablosu ise çizelge 4.36’da verilmiştir. Varyans analiz tablolarında biyokimyasal bileşimler ve mineral madde içerikleri ile ilgili sonuçların bölgeler, bölgeler içi iller ve iller içi arıcılar arasındaki farklardan % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunanlar çok önemli kabul edilmiş ve çift yıldız işareti (\*\*), % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunanlar ise önemli kabul edilmiş ve tek yıldız (\*) işareti ile belirtilmiştir.

#### **4.9.1. Türkiye Geneli Bal Örneklerinde Biyokimyasal Analiz Sonuçları**

Türkiye genelinden alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen kül, nem, pH, asitlik, HMF, elektriksel iletkenlik, protein, diyastaz, glikoz, fruktoz, invert şeker ve sakaroz değerleri ile ilgili veriler Çizelge 4.33'de verilmiştir. Biyokimyasal analizler sonucunda bal örneklerinde elde edilen verilerin istatistik analiz sonuçlarına göre aynı olan bal örneklerine aynı, farklı olanlara ise farklı harfler verilmiştir. Biyokimyasal bileşenlerle ilgili veriler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, AB ve Kodeks standartlarıyla karşılaştırılmış, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olanlara T, Kodeks uygun olanlara C ve AB uygun olanlara ise A harfi tümüne uygun olanlara ise TCA harfleri yazılmıştır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Bölgelere göre Türkiye’de üretilen ballardan alınan örneklerde biyokimyasal analiz sonuçları

Bölgeler		Kül (%)	Nem (%)	Ph	Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )	Diyastaz	HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	İnvert Şeker (%)	Sakaroz (%)
Akdeniz Bölgesi N :84	Ortalama	0.16±0.04 TCE a	20.43±0.07 T d	3.43±0.01 ab	16.87±0.52 TCE a	18.76±0.11 TCE bc	5.63±0.57 TCE a	0.41±0.06 TCE a	0.10±0.02 a	41.02±0.48 d	32.66±0.59 cd	73.68±0.65 TCE c	1.72±0.10 TCE a
	En çok	0.42	25.30	4.12	35.27	38.50	19.39	0.87	0.30	47.24	41.87	79.43	2.45
	En az	0.02	16.95	3.13	9.63	2.50	1.02	0.17	0.03	36.49	27.12	65.90	0.25
Ege Bölgesi N : 126	Ortalama	0.52±0.06 TCE c	18.75±0.13 TCE c	3.92±0.05 e	34.89±1.40 TCE d	28.28±1.22 TCE e	8.04±1.03 TCE bc	1.05±0.10 TCE c	0.40±0.02 cd	36.30±0.86 a	30.37±0.74 a	66.68±1.52 TCE a	1.60±0.07 TCE a
	En çok	1.12	22.67	4.72	48.95	50	23.16	2.09	0.80	48.81	42.86	88.01	2.48
	En az	0.11	16.77	3.22	18.38	12.90	2.05	0.34	0.19	26.75	23.14	50.65	0.70
Doğu Anadolu Bölgesi N : 78	Ortalama	0.11±0.02 TCE a	17.92±0.08 TCE a	3.30±0.05 a	26.77±0.92 TCE b	20.19±1.22 TCE c	13.04±0.91 TCE d	0.33±0.03 TCE a	0.35±0.01 bc	38.41±1.43 b	33.75±0.87 d	72.16±1.95 TCE bc	3.45±3.45 TCE c
	En çok	0.33	19.93	4.26	39.38	38.50	35.70	0.71	0.65	44.12	45.62	81.20	23.20
	En az	0.03	16.07	1.99	11.72	0.00	3.07	0.19	0.13	11.64	16.46	28.10	1.06
Karadeniz Bölgesi N : 177	Ortalama	0.55±0.07 TCE c	20.26±0.13 T d	3.83±0.03 de	28.27±1.54 TCE bc	17.45±1.07 TCE b	8.04±0.73 TCE bc	1.10±0.12 TCE c	0.55±0.03 de	40.82±0.37 d	31.94±0.36 bc	72.76±0.59 TCE c	2.48±0.13 TCE b
	En çok	3.80	24.13	4.34	60.17	38.50	30.08	6.75	6.41	47.83	37.99	85.54	5.61
	En az	0.03	16.97	3.29	12.95	3.33	1.02	0.20	1.19	35.81	25.18	62.51	1.11
İç Anadolu Bölgesi N : 63	Ortalama	0.15±0.04 TCE a	18.32±0.14 TCE b	3.34±0.01 a	26.22±0.83 TCE b	20.27±1.28 TCE c	8.48±0.55 TCE bc	0.39±0.07 TCE a	0.40±0.03 cd	40.17±0.80 cd	33.02±0.67 cd	73.18±1.41 TCE c	2.58±0.36 TCE b
	En çok	0.39	20.57	3.72	33.83	32.43	27.58	0.83	1.48	46.37	39.75	86.13	9.06
	En az	0.04	15.97	3.08	14.00	0.33	3.01	0.20	0.15	32.75	26.21	58.96	0.69
Marmara Bölgesi N : 54	Ortalama	0.45±0.05 TCE c	19.92±0.12 TCE d	3.77±0.02 cd	29.52±1.08 TCE c	23.96±1.56 TCE d	9.17±0.80 TCE c	0.93±0.09 TCE c	0.57±0.05 f	39.35±0.68 bc	31.07±1.02 ab	70.42±1.41 TCE b	1.93±0.12 TCE a
	En çok	1.93	21.57	4.95	48.23	50	40.26	3.50	1.40	45.64	37.42	78.57	2.72
	En az	0.10	18.50	3.12	18.57	5.50	2.88	0.31	0.24	33.82	21.95	55.76	0.94
Güneydoğu Anadolu Bölgesi N : 18	Ortalama	0.18±0.01 TCE ab	18.17±0.04 TCE ab	3.52±0.02 b	34.81±1.45 TCE d	30.74±1.50 TCE f	6.66±0.76 TCE ab	0.45±0.02 TCE ab	0.49±0.02 e	40.50±0.52 cd	32.32±0.72 c	72.82±1.05 TCE c	1.90±0.19 TCE a
	En çok	0.39	20.17	3.98	47.07	38.50	9.34	0.83	0.70	41.95	34.49	76.43	2.48
	En az	0.10	16.67	3.22	23.88	19.60	4.03	0.32	0.24	38.68	29.68	70.25	1.36
Firmalar	Ortalama	0.29±0.03 TCA b	18.79±0.05 TCA c	3.68±0.05 c	30.51±0.29 TCA c	14.62±0.61 TCA a	23.78±2.74 TCA e	0.65±0.05 TCA b	0.34±0.01 b	36.73±0.37 a	30.88±0.51 ab	67.61±0.86 TCA a	1.84±0.05 TCA a
	En çok	0.10	18.20	3.24	28.10	8.30	4.99	0.32	0.18	33.06	25.89	58.99	1.42
	En az	0.74	19.20	4.33	34.30	23.00	57.02	1.43	0.42	39.52	34.75	73.75	2.29

Çizelge 4.33. (Devam) Bölgelere göre Türkiye’de üretilen ballardan alınan örneklerde yapılan biyokimyasal analiz sonuçları.

Genel Ortalama N: 600	Ortalama	0.30±0.04 TCE	19.11±0.10 TCE	3.59±0.03 TCE	28.19±0.98 TCE	22.81±1.04 TCE	8.44±0.76 TCE	0.67±0.07 TCE	0.41±0.03	39.54±0.73	32.19±0.71	71.67±1.22 TCE	2.24±0.63 TCE
	En çok	1.93	25.30	4.95	60.17	50	40.26	6.75	6.41	48.81	45.62	88.01	23.20
	En az	0.02	15.97	1.99	9.63	0.00	1.02	0.17	0.03	11.64	16.46	28.10	0.25
TGK BAL TEBLİĞİ		$\leq 0.6$ (ÇB) <sup>1</sup> $\leq 1.0$ (SB) <sup>2</sup>	$\leq 20$ %		$\leq 50$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 50$ (S B) <sup>2</sup>	$\geq 8$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 8$ (SB) <sup>2</sup>	$\leq 40$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 40$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 0.8$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 0.8$ (S B) <sup>2</sup>				$\geq 60$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 45$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 5$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 10$ (S B) <sup>2</sup>
KODEKS		$\leq 0.6$ (ÇB) <sup>1</sup> $\leq 1.0$ (SB) <sup>2</sup>	$\leq 20$ %		$\leq 50$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 50$ (S B) <sup>2</sup>	$\geq 8$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 8$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 40$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 40$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 0.8$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 0.8$ (S B) <sup>2</sup>				$\geq 60$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 45$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 5$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 10$ (S B) <sup>2</sup>
EU		$\leq 0.6$ (ÇB) <sup>1</sup> $\leq 1.2$ (SB) <sup>2</sup>	$\leq 20$ %		$\leq 50$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 50$ (S B) <sup>2</sup>	$\geq 8$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 8$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 40$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 40$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 0.8$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 0.8$ (S B) <sup>2</sup>				$\geq 60$ (Ç B) <sup>1</sup> $\geq 45$ (S B) <sup>2</sup>	$\leq 5$ (Ç B) <sup>1</sup> $\leq 10$ (S B) <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Çiçek Balı, <sup>2</sup>: Salgı balı

Çizelge 4.34. Çalışmada biyokimyasal bileşimlere ait verilerde yapılan istatistiki analizlere ait varyans analiz tablosu

Faktörler	S.D.	Kül miktarı (%)		Nem miktarı (%)		pH (%)		Asitlik (meq kg <sup>-1</sup> )		Diyastaz		HMF (mg kg <sup>-1</sup> )	
		Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri
Bölgeler	7	3.186	2.425 *	73.942	4.096**	4.815	3.110*	2551.572	2.875*	1827.249	2.014	1308.257	1.737
İller / Bölgeler	42	0.839	3.737**	11.167	4.703**	0.953	4.543**	505.842	9.303**	541.991	5.896**	435.401	8.317**
Arıcılar / İller	59	0.439	4.412**	5.118	6.628**	0.397	3.961**	96.672	3.259**	187.444	5.191**	109.095	5.682**
Hata	521	0.99		0.772		0.100		29.665		36.110		19.199	

\* : P<0.05, \*\* : P<0.01

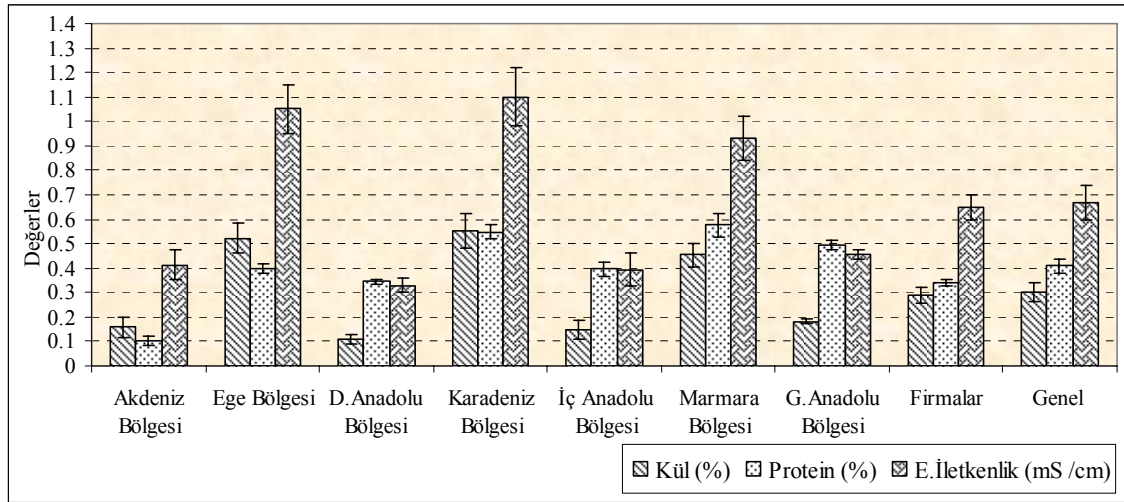
Çizelge 4.34. (Devam) Çalışmada biyokimyasal bileşimlere ait verilerde yapılan istatistiki analizlere ait varyans analiz tablosu

Faktörler	S.D.	Elektriksel İletkenlik (mS cm <sup>-1</sup> )		Protein (%)		Fruktoz (%)		Glikoz (%)		İnvert Şeker (%)		Sakaroz (%)	
		Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri
Bölgeler	7	9.644	2.426*	1.400	6.001**	296.342	1.450	108.377	1.257	608.269	1.312	31.708	1.463
İller / Bölgeler	42	2.539	3.734**	0.139	5.452**	121.549	6.187**	56.546	3.257**	279.419	5.445**	14.169	3.366**
Arıcılar / İller	59	1.328	4.405**	0.039	2.190**	40.080	5.254**	32.908	4.006**	100.657	4.514**	8.265	4.530**
Hata	521	0.301		0.018		7.628		8.215		22.279		1.824	

\* : P<0.05, \*\* : P<0.01

#### 4.9.1.1. Kül Miktarı

Balın rengi ile içerdiği kül miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Koyu renkli ballarda aminoasitler ve şekerler arasında yoğun bir etkileşim olduğu öne sürülmektedir. Bu durumda balın rengi kül ve amino asit/şeker oranıyla ilgilidir (Tolon 1999). Genellikle koyu renkli ballardaki kül oranı daha fazladır. Crane (1975) ve Eniştegil (1977), yaptıkları çalışmalarda, ballar arasında kül miktarının en fazla çam ballarında olduğunu belirtmişlerdir. Cirilli ve ark. (1973), yılında İtalyan balları üzerinde yaptıkları bir çalışmada kül oranını % 0.36 olarak bulmuşlardır. Tatsuno ve ark. (1968), Japonya'da 32 bal örneği üzerinde yaptıkları çalışmada kül miktarını % 0-0.32 olarak saptamışlardır.



Şekil 4.49. Türkiye geneli bal örneklerinde belirlenen kül, elektriksel iletkenlik ve protein değerleri

Yapılan biyokimyasal analiz çalışmaları sonucunda tüm bölgelerden toplanan bal örneklerinde ortalama kül değerlerinin % 0.11 (Doğu Anadolu Bölgesi) ile % 0.55 (Karadeniz Bölgesi) arasında değiştiği ortalama % 0.30 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.33, Şekil 4.49).

Araştırma kapsamında 7 farklı bölgeden toplanan bal örneklerine ait ortalama kül değerlerinin FAO/WHO Gıda Kodeksi ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek balı için % 0.6 salı balı için % 1 olarak belirtilen sınırların altında olduğu görülmüştür.



Araştırmada elde edilen ortalama değer (% 0.30), White ve ark. (1962), Petrovi ve ark. (1994), Russo Almeida (1997), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) ile Fallico ve ark. (2004)'nın bildirdiği % 0.17, % 0.14, % 0.08, % 0.1 ve % 0.03 değerlerinden yüksek; Şahinler ve ark. (2001), Sunay (2006), Cirilli ve ark. (1973) ile tarafından bildirilen sırasıyla % 0.32, % 0.23 ve % 0.36 değerlerine yakın; Ankrah'ın (1998)'nin tespit ettiği % 0.8 ve Tolon (1999)'un bildirdiği % 0.44 değerlerinden ise düşük bulunmuştur. Kül içeriği bakımından tüm bölgelerden elde edilen genel ortalama değeri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği (EU) ve Kodeks standartlarına uygun olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.33).

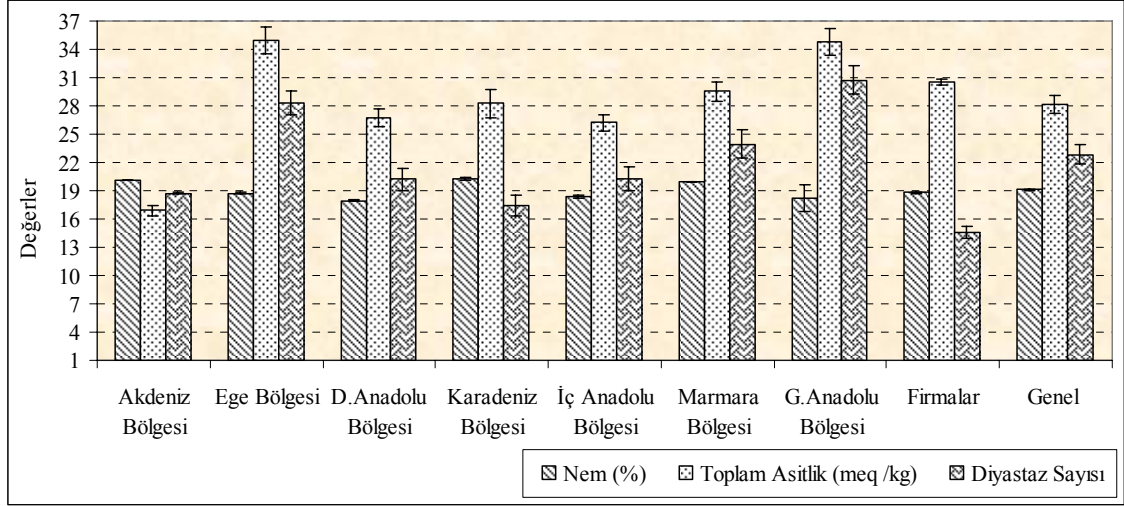
Tüm Bölgelerden elde edilen ortalama kül verilerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgelerden toplanan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farklar önemli ( $P<0.05$ ), illerden toplanan bal örnekleri ortalamaları, illerdeki arıcılardan toplanan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki fark çok önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ) (Çizelge 4.34).

#### **4.9.1.2. Nem Miktarı**

Çalışma sonucunda, bal örneklerinde nem miktarlarının % 17.92 (Doğu Anadolu Bölgesi) ile % 20.43 (Akdeniz Bölgesi) arasında değiştii ortalama % 19.11 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33, Şekil 4.50). Elde edilen ortalama değer Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarının belirlemişt olduğu % 20'lik sınırın altında için uzun süre korunmaya ve pazarlanmaya elverişli sayılmaktadır. Akdeniz (48 bal örneği) ve Karadeniz Bölgesi (100 bal örneği) dışındaki bölgelerden toplanan bal örneklerinin ortalama nem oranlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarına uyduğu saptanmıştır (Çizelge 4.33).

Bal örneklerinin ortalama nem oranları White ve ark. (1962) ile Doğaroğlu (1999)'nun bildirdikleri değerlerle uyumlu oldukları saptanmıştır. Ayrıca Çalışma sonucunda elde edilen ortalama nem oranları Wen ve ark. (1995)'nin yaptıkları çalışmada tespit ettikleri % 14.7 ile % 23.6, Costa ve ark. (1999)'nın yaptıkları çalışmada buldukları % 17.38 ile % 19.15 sınırların arasında bulunmuştur. Benzer şekilde ortalama nem oranı Sabatini ve ark. (1995) (% 17.4), Russo Almeida (1997) (% 15.9), Rodrigues ve ark. (1998) (% 19.3), Ankrah (1998) (% 18.8), Tolon (1999) (% 16), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) (% 17.05), Şahinler ve ark. (2001) (% 16.03),

Fallico ve ark. (2004) (% 18.5) ile Sunay (2006)'ın bildirdiği (% 17.81) değere benzer bulunmuştur.



Şekil 4.50. Türkiye genelinden toplanan bal örneklerinde belirlenen nem, toplam asitlik ve diyastaz sayısı değeri

Bu çalışmalara benzer şekilde Lee ve ark. (1999) nın 1999 yılında Kore'nin Kangwon bölgesinde yürüttükleri çalışmasında yerli ve yabancı balların biyokimyasal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda yerli balların nem oranlarını % 16.04 ile % 23, yabancı balların nem oranlarını ise % 15.8 ile % 21 aralığında bulmuşlardır.

Çalışma sonucunda elde edilen nem içeriklerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgelerden toplanan bal örnekleri ortalamaları, illerden toplanan bal örnekleri ortalamaları, her ildeki arıcılardan toplanan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### 4.9.1.3. pH Değeri

Araştırmada kullanılan bal örneklerinden elde edilen pH değerleri 3.30 (Doğu Anadolu Bölgesi) ile 3.92 (Ege Bölgesi) arasında ortalama 3.59 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.33, Şekil 4.51). Araştırma materyalini oluşturan bal örneklerinin ortalama pH değerlerinin (4.95) Tolon (1999)'un bildirdiği (4.23) pH değerine ve White (1975)'ın bildirdiği pH değerine (3.91) yakın olduğu belirlenmiştir. Saf çiçek ballarının asidik

karakterde olduğu, salğı balı ve karışım ballarının tampon tuz miktarının yüksek olmasından dolayı ballardaki pH değerinin 5.5'e kadar yükseldiği bildirilmektedir (Keskin, 1982).

Araştırmanın materyalini oluşturan bal örneklerinde tespit edilen ortalama pH değeri olan 3.59, Fallico ve ark. (2004), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) ve White (1975)'in sırasıyla bildirdiği 3.4, 3.8 ve 3.91 değeri benzer; Crane (1975), Russo Almeida (1997), şahinler ve ark. (2001)'nin sırasıyla bildirdiği 4.43, 4.02 ve 4.12 değeri altında tespit edilmiştir. Ayrıca şengonca ve Temiz (1981)'in bildirdiği (4.56-5.55) değeri düşük; White ve ark. (1961)'in bildirdiği (3.42- 6.10) sınır değeri içerisinde bulunmuştur.

Tespit edilen pH değeri analizleri sonucunda bölgelerden toplanan bal örnekleri ortalamaları arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemsiz, % 5 yanılma düzeyinde ise önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Bunun yanında illerden toplanan bal örneklerinin ortalamaları, her ildeki arıcılardan toplanan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farklar ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### **4.9.1.4. Asitlik Miktarı**

Araştırma sonucunda toplanan bal örneklerine ait ortalama asitlik değeri 16.87 meq kg<sup>-1</sup> (Akdeniz Bölgesi) ile 34.89 meq kg<sup>-1</sup> (Ege Bölgesi) arasında değiştiği ortalama 28.19 meq kg<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33, şekil 4.50). Elde edilen bu ortalama Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks ve Avrupa Birliği (EU) standartlarında çiçek ve salğı balı için belirtilen  $\leq 50$  meq kg<sup>-1</sup> değeri karşılaştırıldığı zaman bu değere uyumlu olduğu saptanmıştır. Bu bulguların Tolon (1999) bildirişiyle uyumlu olduğu (38.48 meq kg<sup>-1</sup>) görölmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen asitlik değeri Fallico ve ark. (2004) ve Russo Almeida (1997)'nin bildirdiği 25 ve 16.5 değeri yüksek; şahinler ve ark. (2001), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) ve Sunay (2006)'in sırasıyla bildirdiği 40.41, 22.3 ve 31.62 meq kg<sup>-1</sup> asitlik değeri düşük bulunmuştur.

Elde edilen asit içeriğinin istatistik analizleri sonucunda bölgelerden toplanan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki fark % 1 yanılma düzeyinde önemsiz, % 5 yanılma düzeyinde ise önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). İllerden toplanan bal örneklerinin

ortalamları, her ildeki arıcılardan toplanan bal örneklerinin ortalamları arasındaki farklar ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **4.9.1.5. Diyastaz Sayısı**

Balda diyastaz kaybı istenmeyen kalite kriterlerindedir. Ancak balda çok yüksek düzeyde diyastaz bulunması da istenmeyen bir durumdur. Balda yüksek düzeyde diyastaz bulunması, yüksek asit oluşumuna dolayısıyla fermantasyona neden olur (Tolon, 1999; Crane, 1975; Keskin, 1982). Yapılan biyokimyasal analiz sonucunda bal örneklerinde diyastaz sayısının 17.45 (Karadeniz Bölgesi) ile 30.74 (Güneydoğu Anadolu Bölgesi) arasında değiştiği ortalama 22.81 olduğu saptanmıştır (Çizelge, 4.33, Şekil 4.50). Ticari firma bal örneklerinde belirlenen ortalama diyastaz sayısı (14.62) ise tüm bölgelerde belirlenen değerlerin altında bulunmuştur. Bal örneklerinin ortalama diyastaz sayısı ile ilgili sonuçlarının 8'den az olmaması gerektiğini belirleyen FAO/Gıda Kodeksi, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standardı ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen diyastaz değeri Skroekki ve Ruottinen (1999), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000), Şahinler ve ark. (2001), Russo Almeida (1997), Fallico ve ark. (2004) ve Tolon (1999)'nun sırasıyla bildirdikleri 14.58, 14.6, 10.31, 9.3, 7.6 ve 11.23 değerlerinden yüksek; White (1975) ve Sunay (2006)'ın sırasıyla bildirdiği 20.8 ve 21.43 değerlerine ise yakın bulunmuştur.

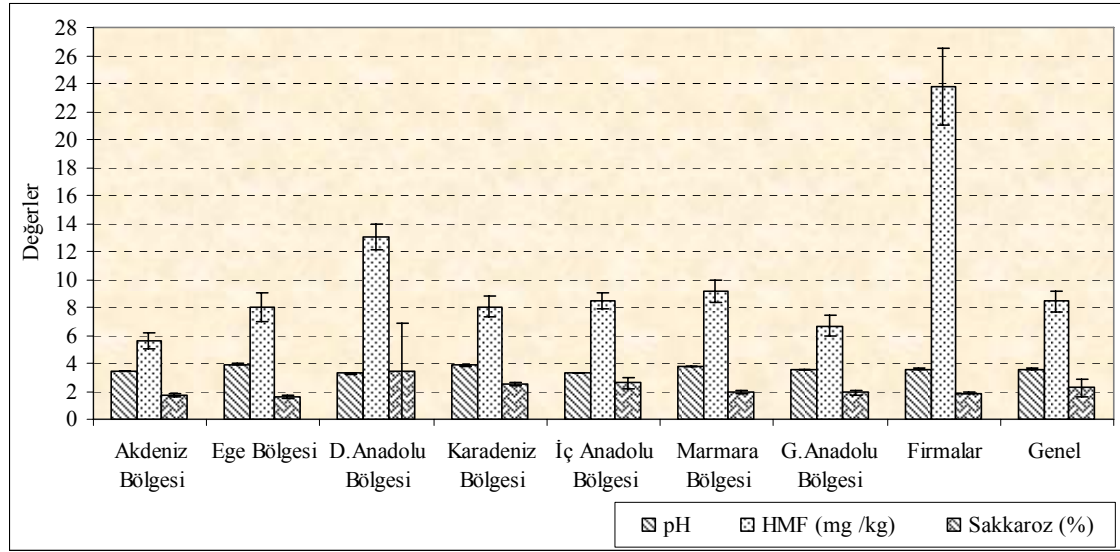
Çalışma sonucunda tespit edilen diyastaz sayısının istatistikî analizleri sonucunda bölgelerden toplanan bal örnekleri ortalamları arasındaki fark önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerden toplanan bal örnekleri ortalamları, illerdeki arıcılardan toplanan bal örnekleri ortalamları arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **4.9.1.6. Hidroksimetilfurfural Miktarı**

Araştırmada bal örneklerinde ortalama HMF değerlerinin  $5.63 \text{ mg kg}^{-1}$  (Akdeniz Bölgesi) ile  $13.04 \text{ mg kg}^{-1}$  (Doğu Anadolu Bölgesi) arasında değiştiği, ortalama  $8.44 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33, Şekil 4.51). Araştırma sonucunda elde edilen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Avrupa Birliği standardı ( $\leq 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Kodeks ( $\leq 80 \text{ mg kg}^{-1}$ ) standartlarına uyduğu saptanmıştır.

Bölgelerdeki bal örneklerinde tespit edilen HMF değeri Sunay (2006), Skroekki ve Ruottinen (1999), Fallico ve ark. (2004) ile Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) sırasıyla bildirdiği 4.95 mg kg<sup>-1</sup>, 3.2 mg kg<sup>-1</sup>, 5.95 mg kg<sup>-1</sup>, 3.3 mg kg<sup>-1</sup> değerlerinden yüksek; Rodrigues ve ark. (1998)'in bildirdiği 8.26 mg kg<sup>-1</sup> değerlerine yakın; Şahinler ve ark. (2001), Tolon (1999), Sabatini ve ark. (1995) ile Ünal ve Küplülü (2006) sırasıyla bildirdiği 10.71 mg kg<sup>-1</sup>, 12.11 mg kg<sup>-1</sup>, 37 mg kg<sup>-1</sup>, <40 mg kg<sup>-1</sup> değerlerinden ise düşük bulunmuştur. Ayrıca Costa ve ark. (1999) bildirmiş oldukları 1.70 – 38 mg kg<sup>-1</sup> sınırlarının arasında bulunmuştur. Benzer şekilde Lee ve ark. (1999) Kore'nin Kangwon bölgesindeki yerli ve yabancı ballar için bildirdikleri HMF miktarı 0–19.2 mg kg<sup>-1</sup> ve 0–85.8 mg kg<sup>-1</sup> sınır değerleri arasında bulmuşlardır.

Çalışma sonucunda belirlenen HMF değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda bölgelerden alınan bal örnekleri arasındaki fark önemsiz (P>0.05), illerden toplanan bal örnekleri ortalamaları, her ildeki arıcılardan toplanan bal örnekleri ortalamaları arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur (P<0.01).



Şekil 4.51. Türkiye geneli bal örneklerinde belirlenen pH, HMF ve sakkaroz değerleri

#### 4.9.1.7. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik günümüzde balların botanik orijinin belirlenmesinde, kül miktarından daha fazla kullanılmakta ve kül içeriği ile elektriksel iletkenlik arasında lineer bir ilişki bulunmaktadır (Piazza ve ark., 1991). Araştırma sonucunda elde edilen

kül verilerine ait değerlerin hesaplanmasıyla elde edilen elektriksel iletkenliğe ait sonuçlar  $0.33 \text{ mS cm}^{-1}$  (Doğu Anadolu Bölgesi) ile  $1.10 \text{ mS cm}^{-1}$  (Karadeniz Bölgesi) arasında değişmekte olup, ortalama  $0.67 \text{ mS cm}^{-1}$  dir (Çizelge 4.33, Şekil 4.49). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Kodeks standartlarına göre çiçek ballarında  $\leq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  salgı ve kestane ballarında ise  $\geq 0.8 \text{ mS cm}^{-1}$  olması gereklidir. Ege bölgesi ( $1.05 \text{ mS cm}^{-1}$ ) ve Karadeniz bölgesi ( $1.10 \text{ mS cm}^{-1}$ ) ballarının ortalama değerlerinin yüksek çıkmasının, Ege Bölgesinden toplanan bal örneklerinin ağırlıklı olarak çam (salgı) balı olmasından, Karadeniz Bölgesinden toplanan bal örneklerinin çoğunluğunun da Kestane balı olmasından ileri geldiği şeklinde açıklanabilir.

Çalışmada belirlediğimiz elektriksel iletkenlik değeri Şahinler ve ark. (2001)'nin bildirdiği  $0.69 \text{ mS cm}^{-1}$  değerine yakın; Fallico ve ark. (2004)'nin bildirdiği  $0.19 \text{ mS cm}^{-1}$  değerinden ise yüksek bulunmuştur.

Belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerinin istatistikî analizleri sonucunda, bölgelerden alınan bal örnekleri ortalamaları arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). İllerden alınan bal örneklerinin ortalamaları, her ildeki arıcılardan alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farklar da çok önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **4.9.1.8. Protein Miktarı**

Bal örneklerindeki protein oranı % 0.10 (Akdeniz Bölgesi) ile % 0.57 arasında (Marmara Bölgesi) değişmekte olup ortalama % 0.41 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.33, Şekil 4.49). Bal örneklerinden elde edilen proteine ait ortalama değer, White (1984)'in belirttiği % 0.25 değerinden yüksek; Şahinler ve ark. (2001)'nin bildirdiği % 0.76 değerinden ise düşük bulunmuştur. Çalışma sonucunda belirlenen protein değerlerinin istatistikî analizleri sonucunda, bölgelerden alınan bal örneklerinin ortalamaları, illerden alınan bal örneklerinin ortalamaları, her ildeki arıcılardan alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farklar % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **4.9.1.9. Fruktoz Miktarı**

Çalışmada alınan bal örneklerinde yapılan analizler sonucunda fruktoz değerleri

% 36.30 ile % 41.02 arasında ortalama %  $39.54 \pm 0.73$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.33, Şekil 4.52). Elde edilen ortalama fruktoz değeri Sunay (2006)'ın çiçek balı için bildirdiği % 38.95; Skroekki ve Ruottinen (1999)'nin bildirdiği % 39.4 ile Fallico ve ark. (2004)'nın bildirdiği % 34 değerine benzer bulunmuştur. Analizler sonucunda belirlenen fruktoz değerinin istatistiksel analizleri sonucunda, bölgelerden alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farkların önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerden alınan bal örneklerinin ortalamaları, her ildeki arıcılardan alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farkların ise % 1 yanılma düzeyinde önemli olduğu görülmüştür ( $P < 0.01$ ).

#### **4.9.1.10. Glikoz Miktarı**

Yapılan araştırmada alınan bal örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda glikoz değerleri % 29.65 ile % 34.49 arasında ortalama %  $32.19 \pm 0.71$  olarak bulunmuştur (Çizelge 4.33, Şekil 4.52). Çalışma sonucunda elde edilen ortalama glikoz değeri Sunay (2006)'ın çiçek balı için bildirdiği % 35 Skroekki ve Ruottinen (1999)'nin bildirdiği % 32.4 ile Fallico ve ark. (2004)'nın bildirdiği % 31 değerine yakın bulunmuştur.

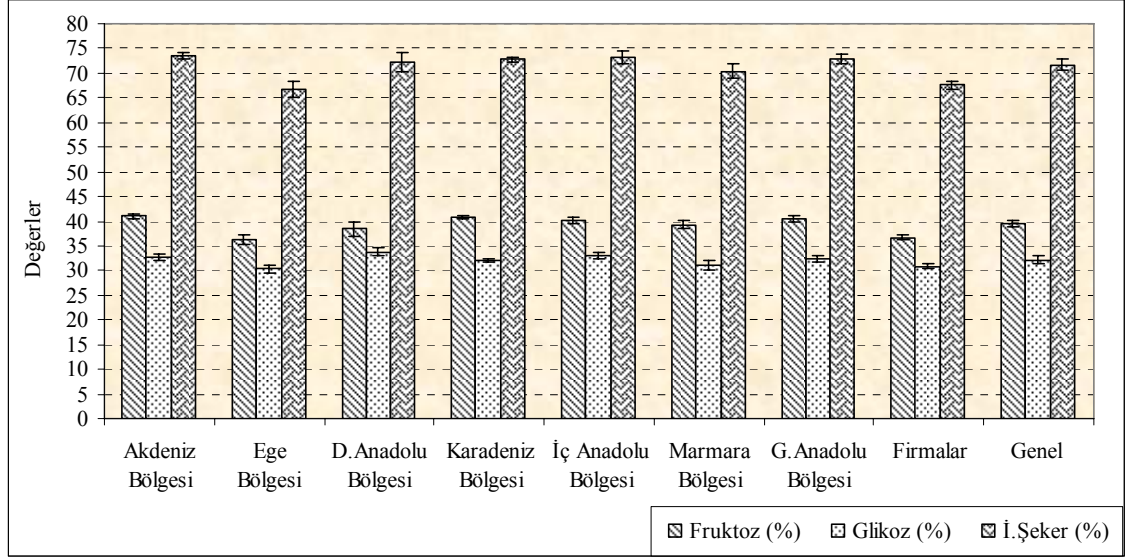
İstatistiksel analizler sonucunda, bölgelerden alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki fark önemsiz ( $P > 0.05$ ), illerden alınan bal örneklerinin ortalamaları, her ildeki arıcılardan alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farklar ise % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

#### **4.9.1.11. İnvvert Şeker Miktarı**

Balda bulunan glikoz ve fruktoz, nektardaki sakarozun asitler ve invertaz etkisiyle su olarak parçalanmasıyla oluştuğundan bunlara invert şeker denir. Balın % 69-78'lik kısmı invert şeker halindedir (Tolon, 1999; Tetik, 1968; Muller ve Tobin, 1980).

Yapılan araştırmada ballarda ortalama invert şeker değerleri % 66.68 (Ege Bölgesi) ile % 73.68 (Akdeniz Bölgesi) arasında ortalama % 71.67 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.33, Şekil 60). İnvvert şeker bakımından tüm bölgelerin ortalama değerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ( $\geq 60$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)), Avrupa Birliği ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 45$  (S B)) ve Kodeks ( $\geq 65$  (Ç B)  $\geq 60$  (S B)), standartlarına uyduğu saptanmıştır. Tolon (1999) ortalama invert şeker değerini % 64.60 ile % 78.31 düzeyleri arasında

bulmuştur. Cirilli ve ark. (1973) yılında İtalyan ballarının kimyasal yapısına ait çalışmada bal örneklerinde invert şeker değerini % 72.3 olarak bulmuşlardır. Şengonca ve Temiz (1981) yaptıkları çalışmada çiçek ballarında invert şeker düzeyini % 70.07 ve % 77.04 arasında bulmuşlardır. İvert şeker oranının yükselmesine, balların uzun süre depolanması etki etmektedir. Ballarda bekleme zamanı arttıkça yapısında bulunan monosakkarit oranlarında da bir azalma görülmektedir (White ve ark. 1961).



Şekil 4.52. Türkiye geneli bal örneklerinde belirlenen fruktoz, glukoz ve invert şeker değerleri

Bu çalışmalar dışında tespit edilen invert şeker miktarı Sunay (2006)'ın bildirdiği % 73.95; Skroekki ve Ruottinen (1999)'nin bildirdiği % 72; Rodrigues ve ark. (1998)'nin bildirdiği % 70.15; Yılmaz ve Küfrelioğlu (2000)'nun bildirdiği % 70.3 değerlerine benzer, Şahinler ve ark. (2001)'nin bulduğu % 57.83; Sabatini ve ark. (1995)'nin tespit ettiği % 67.3; Russo Almeida (1997)'nin bildirdiği % 68.5; Ankras (1998)'in bildirdiği % 57; Fallico ve ark. (2004)'nin bildirdiği % 64 değerlerinden yüksek; Wen ve ark. (1995)'nin tespit ettikleri % 37.8 ile % 81.5 sınırları içinde bulunmuştur. Analizler sonucunda belirlenen invert şeker değerlerinin istatistiksel analizleri sonucunda, bölgelerden alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farkın önemsiz ( $P>0.05$ ), illerden alınan bal örneklerinin ortalamaları, her ildeki arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkların ise % 1 yanılma düzeyinde önemli olduğu görülmüştür ( $P<0.01$ ).



#### 4.9.1.12. Sakaroz Miktarı

Yapılan araştırmada bal örneklerinde ortalama sakaroz değerleri % 1.60 (Ege Bölgesi) ile % 3.45 (Doğu Anadolu Bölgesi) arasında değiştiği ortalama % 2.24 bulunmuştur (Çizelge 4.33, Şekil 4.51). Sakarozun çiçek ballarında en çok % 5, çam ballarında ise % 10 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2005). Analiz sonucunda tüm bölgelerin ortalama sakaroz değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartlarına uyduğu saptanmıştır (Çizelge 4.33). Bu çalışmaya benzer olarak White (1975) Amerika'da 490 bal örneğinin analizi yapmış ve sakaroz değerini ortalama % 1.3; Tolon (1999) ortalama değeri % 1.8; Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) 1.8 olarak tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda tespit edilen % 2.24 değeri bu sonuçlarla uyum sağlamaktadır.

Ayrıca analizler sonucunda elde edilen sakaroz değeri Şahinler ve ark. (2001)'nin bulduğu % 2.19 değerine benzer, Sunay (2006)'ın bildirdiği % 3.17; Rodrigues ve ark. (1998)'nin bildirdiği % 5.90, Russo Almeida (1997)'nin bildirdiği % 6.1; Ankrah (1998)'ın bildirdiği % 3 değerlerinden ise düşük bulunmuştur. Belirlenen sakaroz değerlerinin istatistiki analizleri sonucunda, bölgelerden alınan bal örneklerinin ortalamaları arasındaki farkın önemsiz ( $P>0.05$ ), illerden alınan bal örneklerinin ortalaması, her ildeki arıcılardan alınan bal örneklerinin ortalaması arasındaki farkların ise çok önemli olduğu görölmüştür ( $P<0.01$ ).

#### 4.9.2. Türkiye'de Üretilen Ballarda Element Analizleri

Çalışmada analizleri yapılan mineral maddeler ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.35'de verilmiştir. Çizelge 4.35 genel olarak incelendiğinde, bölgelere göre mineral madde ve ağır metal içeriklerini karşılaştırdığında yoğunluk bakımından en yüksek oranların Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinden toplanan bal örneklerinde saptandığı, (Al, 1.93 mg kg<sup>-1</sup>; Cd, 0.01 mg kg<sup>-1</sup>; K, 1170 mg kg<sup>-1</sup>; Mg, 37.41 mg kg<sup>-1</sup>; Na, 39.36 mg kg<sup>-1</sup>; P, 99.28 mg kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir (Şekil, 4.53). Salęı (Çam) ballarında mineral madde oranın çiçek ballarından daha yüksek bulunması ve Ege Bölgesinden toplanan bal örneklerinin çoğunun çam balı olduğu göz önüne alınırsa bu sonuçların mineral madde içeriği bakımından doğal olduğu, ancak ağır metal içeriği bakımından sorun olabileceği söylenebilir. Akdeniz Bölgesinden toplanan bal örneklerinde ise Cr (0.04 mg kg<sup>-1</sup>), Cu

(0.45 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (6.10mg kg<sup>-1</sup>), Ni (0.15 mg kg<sup>-1</sup>) Pb (0.77 mg kg<sup>-1</sup>), Zn (2.94 mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerinin diğer bölgelere göre daha fazla olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.35). Araştırma kapsamında toplanan bal örneklerinin mineral madde ağır metal içeriği bakımından bölgeler yoğunluk bakımından kıyaslandığında 2. sırada Marmara (Cd, 0.01 mg kg<sup>-1</sup>; Cr, 0.04 mg kg<sup>-1</sup>) Karadeniz (Cr, 0.04 mg kg<sup>-1</sup>; Mn, 5.65 mg kg<sup>-1</sup>) ve İç Anadolu (Cd, 0.01 mg kg<sup>-1</sup>; Cr, 0.04 mg kg<sup>-1</sup>) bölgelerinin geldiği görülmektedir.

Çalışmada yapılan analizler sonucunda en yüksek Al değeri Ege Bölgesinde Muğla ilinde 12.62 ppm olarak tespit edilmiştir. Ege bölgesinden alınan tüm numunelerdeki ortalama miktarda 1.93±0.19 ppm ile tüm bölgeler arasındaki en yüksek değeri oluşturmaktadır. Ege bölgesini 0.90±0.11 ppm değeri ile İç Anadolu bölgesi takip etmektedir.

Alınan bal örnekleri arasında en yüksek Ba değeri 2.28 ppm değeri ile Doğu Anadolu Bölgesinde Kars ilinde belirlenmiştir. Ancak bölgeler bazındaki en yüksek değer 0.44±0.03 ppm değeri ile Karadeniz Bölgesinde bulunmuştur. Karadeniz bölgesini 0.13± 0.02 ppm değeri ile Marmara bölgesi takip etmektedir. Alınan tüm numunelerde en yüksek Ca değeri Karadeniz Bölgesinde Trabzon ilinde 236.30 ppm olarak bulunmuştur. Ancak bölgeler bazında en yüksek Ca değeri ortalama 107.42±14.66 ppm olarak Güneydoğu Anadolu bölgesinde belirlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesini 97.19±5.96 ppm değeri ile Marmara Bölgesi takip etmektedir.

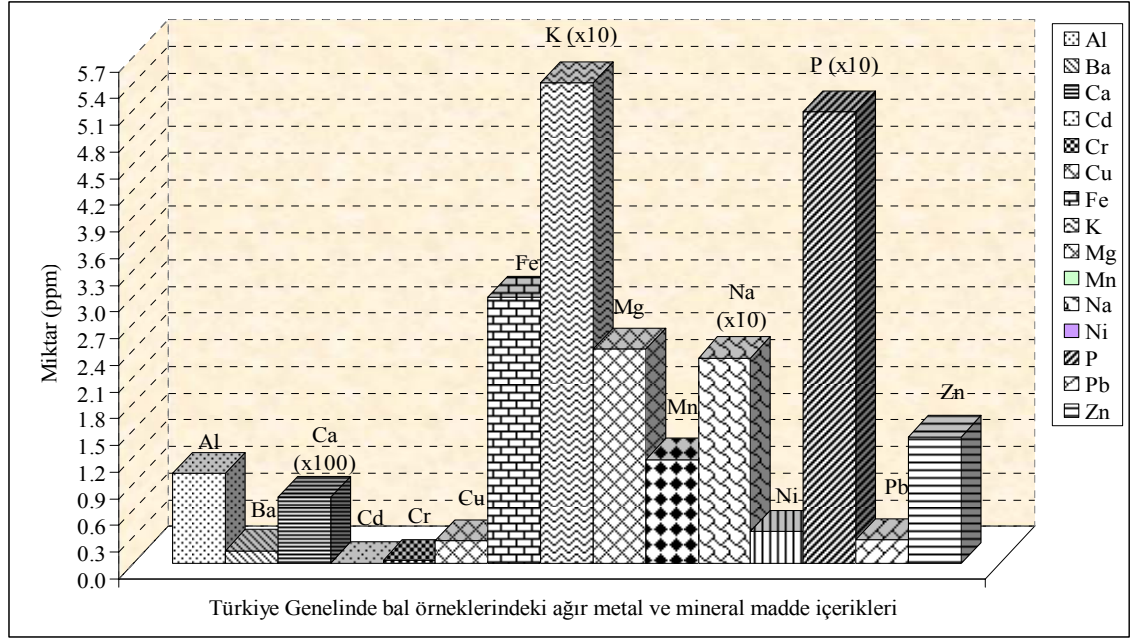
Çalışma kapsamında en yüksek K değeri, Ege Bölgesinde İzmir ilinden alınan bal örneğinde 2472.47 ppm olarak bulunmuştur. Bölge bazında yapılan değerlendirme sonucunda da ortalama K değerinin 1163.74±39.94 ppm değeri ile Ege bölgesinde olduğu belirlenmiştir. Ege bölgesini 842.89±47.79 ppm değeri Karadeniz Bölgesi takip etmektedir.

Çizelge 4.35. Bölgelere göre Türkiye’de üretilen bal örneklerinde yapılan element analizleri (ppm)

Bölgeler	N	Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Akdeniz Bölgesi	Ortalama	0.77±0.17 b	0.07±0.01 a	70.98±3.53 b	0.00±0.00 abc	0.04±0.02 bc	0.45±0.10 b	6.10±1.58 c	284.88±18.51 ab	25.53±6.08 cd	0.35±0.14 a	19.74±5.73 ab	0.15±0.11 a	33.96±0.79 a	0.77±0.13 c	2.94±0.08 b
	En az	3.19	0.31	207.46	0.02	0.10	1.09	20.03	683.94	54.96	2.76	60.09	1.40	63.12	1.22	6.05
	En çok	0.16	0.02	31.39	0.00	0.00	0.0	0.91	127.11	0.26	0.00	1.24	0.00	18.57	0.05	1.06
Ege Bölgesi	Ortalama	1.93±0.20 c	0.10±0.00 a	56.98±1.56 a	0.01±0.00 d	0.03±0.02 abc	0.43±0.07 d	3.47±0.35 b	1170.21±18.87 e	37.41±0.91 f	0.50±0.02 a	39.36±3.08 d	0.67±0.05 d	99.28±1.64 e	0.17±0.06 ab	0.84±0.07 a
	En az	12.23	0.24	141.7	0.02	0.10	0.99	8.17	2416.27	61.54	0.89	207.14	1.25	179.25	0.79	4.29
	En çok	0.00	0.04	2.74	0.00	0.00	0.13	1.30	303.10	7.56	0.1	11.94	0.12	25.68	0.01	0.07
Doğu Anadolu Bölgesi	Ortalama	0.27±0.05 a	0.11±0.03 ab	48.63±1.60 a	0.01±0.00 bcd	0.01±0.01 a	0.17±0.07 ab	2.09±0.25 a	179.79±6.08 a	7.66±0.55 a	0.38±0.01 a	22.74±2.34 abc	0.19±0.01 a	40.53±0.89 bc	0.15±0.05 ab	0.74±0.05 a
	En az	1.07	0.82	76.56	0.02	0.05	0.35	5.43	477.52	12.19	0.92	214.60	0.40	61.49	0.26	2.26
	En çok	0.00	0.04	18.87	0.00	0.00	0.03	0.69	20.70	3.81	0.01	2.21	0.09	17.30	0.03	0.02
Karadeniz Bölgesi	Ortalama	0.69±0.11 b	0.44±0.01 c	90.34±3.11 c	0.00±0.00 ab	0.04±0.02 c	0.18±0.09 b	2.74±0.23 ab	842.89±14.63 d	22.84±0.88 c	5.65±0.11 c	27.76±2.98 bc	0.21±0.02 a	46.46±0.92 c	0.21±0.11 ab	2.40±0.14 b
	En az	4.20	1.58	222.38	0.01	0.39	1.00	10.15	2253.54	114.13	30.78	121.05	0.41	139.34	2.74	22.82
	En çok	0.00	0.03	16.41	0.00	0.00	0.00	0.75	69.33	2.17	0.01	4.20	0.06	18.48	0.06	0.39
İç Anadolu Bölgesi	Ortalama	0.90±0.28 b	0.09±0.02 a	55.23±4.28 a	0.01±0.01 cd	0.04±0.02 bc	0.19±0.11 bc	2.50±0.54 ab	268.86±6.90 ab	17.03±1.70 b	0.21±0.03 a	30.27±2.97 c	0.30±0.03 b	41.71±1.33 bc	0.34±0.13 b	1.46±0.18 a
	En az	2.38	0.30	81.73	0.03	0.12	0.50	4.93	635.85	35.38	0.49	209.85	0.72	66.35	1.90	5.23
	En çok	0.00	0.04	29.22	0.00	0.00	0.00	0.30	36.79	6.07	0.02	5.26	0.06	15.96	0.12	0.20
Marmara Bölgesi	Ortalama	0.44±0.21 ab	0.18±0.02 ab	93.61±5.48 cd	0.01±0.00 ab	0.04±0.03 abc	0.19±0.10 ab	1.99±0.24 a	644.96±12.10 c	26.57±2.22 de	1.34±0.05 b	16.36±1.77 a	0.45±0.04 c	53.30±1.23 c	0.20±0.07 ab	1.07±0.12 a
	En az	2.09	0.79	179.21	0.02	0.1	0.46	6.64	1412.76	59.64	11.30	58.34	0.83	87.01	0.42	2.62
	En çok	0.0	0.03	38.59	0.00	0.0	0.00	0.56	122.17	7.17	0.00	0.58	0.19	23.88	0.06	0.38
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Ortalama	0.81±0.31 b	0.11±0.01 ab	107.42±5.69 d	0.00±0.00 a	0.02±0.01 ab	0.09±0.06 a	2.07±0.22 a	352.47±10.96 bc	23.04±1.33 c	0.48±0.02 a	13.26±2.50 a	0.24±0.01 ab	38.60±0.71 a	0.20±0.09 ab	1.27±0.07 a
	En az	1.89	0.28	212.77	0.00	0.04	0.17	3.26	706.91	41.57	1.04	17.90	0.34	47.21	0.37	2.74
	En çok	0.21	0.04	35.84	0.00	0.00	0.00	0.92	143.85	12.10	0.16	8.52	0.11	26.36	0.05	0.28
Ticari Firmalar	Ortalama	2.04±0.32 c	0.18±0.04 b	68.18±2.95 b	0.00±0.00 a	0.02±0.01 abc	0.30±0.05 c	2.96±0.39 ab	764.99±51.05 d	30.17±1.67 e	0.44±0.03 a	17.89±1.79 a	0.69±0.05 d	58.89±4.13 b	0.11±0.02 a	0.71±0.06 a
	En az	0.40	0.06	30.25	0.00	0.00	0.08	1.31	343.09	15.14	0.22	4.62	0.27	37.52	0.00	0.39
	En çok	6.94	0.98	104.27	0.00	0.11	0.87	9.27	1448.20	49.84	0.75	38.96	1.33	117.83	0.28	1.68

Çizelge 4.35 (Devam) Bölgelere göre Türkiye’de üretilen bal örneklerinde yapılan element analizleri (ppm)

Bölgeler		Al	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Zn
Genel Toplam N: 610	Ortalama	0.83±0.19	0.16±0.01	74.74±3.61	0.00±0.00	0.03±0.02	0.24±0.09	3.00±0.49	534.86±12.58	22.87±1.95	1.27±0.05	24.21±3.05	0.32±0.04	50.55±1.07	0.29±0.09	1.53±0.20
	En az	12.23	1.58	22.38	0.03	0.39	1.09	20.03	2146.27	114.13	30.78	209.85	1.40	179.25	2.74	22.82
	En çok	0.00	0.02	2.74	0.00	0.00	0.00	0.30	20.70	0.26	0.00	0.58	0.00	15.96	0.01	0.02
Kodeks					-		0.1-5.0	1.5-15							0.1-2.0	≤ 5
TGK					≤ 0.1		≤ 2.0	-							≤ 1.0	≤ 5



Şekil 4.53. Türkiye genelinden alınan bal örneklerindeki element analiz değerleri

Tüm bölgeler incelendiğinde bal örneklerindeki Mn içeriği bakımından en yüksek değer Karadeniz Bölgesinde Trabzon ilinde 33.64 ppm olarak bulunmuştur. Bölgeler düzeyinde de en yüksek Mn miktarı yine Karadeniz Bölgesinde 5.65±0.54 ppm olarak bulunmuştur. Karadeniz Bölgesini 1.32±0,39 ppm değeri ile Marmara Bölgesi takip etmektedir. Benzer şekilde en yüksek Mg değeri de Karadeniz Bölgesinde Rize ilinde 116.73 ppm olarak belirlenmiş Ancak bölge bazında yapılan değerlendirmeler sonucunda en yüksek Mg değerinin Ege Bölgesinde ortalama 37.41±1.28 ppm olduğu belirlenmiştir. Mg içeriği bakımından Ege Bölgesini 29.06±1.98 ppm değeri ile Marmara Bölgesi takip etmektedir.

Bal örneklerinin Na içeriği bakımından en yüksek değer Doğu Anadolu Bölgesinde Erzurum ilinden alınan bal örneğinde 222.62 ppm olarak tespit edilmiştir. Ancak bölge ortalaması göz önüne alındığında en yüksek değer Ege Bölgesinde 39.36±3.01 ppm olduğu ve Ege Bölgesini 30.27±5.36 ppm değeri ile İç Anadolu Bölgesi takip etmektedir. Sodyum miktarının bu bölgelerde yüksek bulunmasının sebebi tuz gölünün de bulunduğu bu bölgemiz topraklarında tuz miktarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Fosfor içeriği bakımından en yüksek değer Ege Bölgesinde 182.35 ppm değeri ile İzmir ilinde belirlenmiştir. Bölge düzeyinde en yüksek P içeriği ise Ege

Bölgesinde  $99.28 \pm 3.42$  ppm olarak bulunmuştur. Ege bölgesini  $46.66 \pm 2.73$  ppm değeri ile Marmara Bölgesi takip etmektedir.

Türkiye genelindeki bal örneklerinde tespit edilen ortalama Na içeriği ( $24.21 \pm 3.05$ ), Fernandez-Torres ve ark. (2005)'nin bildirdiği 11.69-218.5 ppm sınır değerleri arasında; Yılmaz ve Yavuz (1999)'un bildirdiği 118 ppm; Terrab ve ark. (2005a)'nın bildirdiği 279 ppm; Ferrer ve ark. (2004)'nin bildirdiği 353 ppm ile Dag ve ark. (2005)'nin bildirdiği 69.76 ppm değerinden düşük bulunmuştur.

Aynı şekilde belirlenen ortalama K içeriği ( $534.86 \pm 12.58$ ), Fernandez-Torres ve ark. (2005)'nin bildirdiği 434.1-1935 ppm sınır değerleri arasında; Yılmaz ve Yavuz (1999)'un bildirdiği 296 ppm ile Taddia ve ark. (2004)'nin bildirdiği 67.1 ppm değerlerinden yüksek; Ferrer ve ark. (2004)'nin bildirdiği 1774 ppm ile Terrab ve ark. (2005a)'nın bildirdiği 1778 ppm değerinden düşük bulunmuştur.

Tespit edilen ortalama Cu içeriği ( $0.24 \pm 0.09$ ), Demirezen ve Aksoy (2005)'un bildirdiği 0.15-0.66 ppm ile Celechovska ve Vorlova (2005)'nin bildirdiği 0.06-1.55 ppm sınır değerleri arasında; Yılmaz ve Yavuz (1999)'un bildirdiği 1.8 ppm; Ferrer ve ark. (2004)'nin bildirdiği 0.76 ppm; Taddia ve ark. (2004)'nin bildirdiği 6.2 ppm; Terrab ve ark. (2005a)'nın bildirdiği 4.18 ppm ve Fernandez-Torres ve ark. (2005)'nin bildirdiği 0.53-2.12 ppm değerlerinden düşük bulunmuştur.

Çalışmada tespit edilen ortalama Fe miktarı ( $3.00 \pm 0.49$ ), Yılmaz ve Yavuz (1999)'un bildirdiği 6.6 ppm; Ferrer ve ark. (2004)'nin bildirdiği 13.5 ppm ile Terrab ve ark. (2005a) bildirdiği 9.19 ppm değerlerinden düşük; Erbilir ve Erdoğan (2005)'un bildirdiği 0.36 değerinden ise yüksek bulunmuştur. Demir içeriği bakımından en yüksek değerin Akdeniz Bölgesinde  $13.03 \pm 1.78$  ppm ile Mersin ili bal örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Mersin ili bal örneklerini aynı bölge içinde yer alan Adana  $4.98 \pm 1.50$  ppm ile takip etmektedir. Bu bölgede yoğun bir sanayi faaliyetinin olması ve nektarın bu sanayii atıklarıyla kirlendiğinin bir göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Belirlenen Cr miktarı ( $0.03 \pm 0.02$ ), Taddia ve ark. (2004)'nin bildirdiği 0.06 ppm değerlerine benzer bulunmuştur.

Tespit edilen Ni miktarı ( $0.32 \pm 0.04$  ppm), Taddia ve ark. (2004)'nin bildirdiği 0.388 ppm ile Terrab ve ark. (2005a)'nın bildirdiği 0.33 ppm değerlerine benzer bulunmuştur.

Tespit edilen ortalama Pb içeriği ( $0.29\pm 0.09$ ), Demirezen ve Aksoy (2005)'un bildirdiği 0.1-0.85 ppm; Celechovska ve Vorlova (2005)'nin bildirdiği 0.02-1.0 sınır değerleri arasında; Terrab ve ark. (2005a)'nin bildirdiği 0.08 ppm değerlerinden yüksek ve Taddia ve ark. (2004)'nin bildirdiği 0.40 ppm değerlerinden ise düşük bulunmuştur.

Türkiye genelinde tespit edilen ortalama Zn içeriği ( $1.53\pm 0.20$ ), Celechovska ve Vorlova (2005)'nin bildirdiği 0.2-22.9; Fernandez-Torres ve ark. (2005)'nin bildirdiği 1.33-7.82 ppm değerleri arasında; Taddia ve ark. (2004)'nin bildirdiği 58.8 ppm; Terrab ve ark. (2005a)'nin bildirdiği 5.65 ppm; Yılmaz ve Yavuz (1999)'un bildirdiği 2.7 ppm ile Demirezen ve Aksoy (2005)'un bildirdiği 2.2-11 ppm değerlerden ise düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Element analizleri sonucunda elde edilen verilerin istatistiki analizlerine ait varyans analiz tablosu

Faktörler	S.D.	Al		Ba		Ca		Cd		Cr	
		Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri
Bölgeler	7	30.408	3.404*	2.129	5.136**	29354.278	1.827	0.001	3.997**	0.009	1.730
İller / Bölgeler	42	6.099	2.891**	0.271	3.469**	9498.318	6.285**	0.000	1.540*	0.005	1.290
Arıcılar / İller	59	4.310	5.229**	0.161	5.387**	2800.572	3.694**	6.26E-005	0.905	0.006	2.345**
Hata	521	0.824		0.030		758.135		60.91E-005		0.002	

\* : P<0.05. \*\* : P<0.01

Çizelge 4.36. (Devam). Element analizleri sonucunda elde edilen verilerin istatistiki analizlerine ait varyans analiz tablosu

Faktörler	S.D.	Cu		Fe		K		Mg		Mn	
		Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri
Bölgeler	7	1.320	6.769**	140.830	1.644	11609095.945	9.264**	7053.143	4.445**	487.066	1.841
İller / Bölgeler	42	0.144	1.941**	50.282	5.698**	830385.362	3.321**	1080.173	3.048**	148.864	13.194**
Arıcılar / İller	59	0.109	2.011**	11.072	1.474 *	533787.950	6.329**	786.189	7.695**	24.362	6.689**
Hata	521	0.054		7.511		84339.432		102.167		3.642	

\* : P<0.05. \*\* : P<0.01

Çizelge 4.36. (Devam) Element analizleri sonucunda elde edilen verilerin istatistiki analizlerine ait varyans analiz tablosu

Faktörler	S.D.	Na		Ni		P		Pb		Zn	
		Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri	Kareler ort.	F değeri
Bölgeler	7	5915.843	1.134	3.625	5.126**	47648.941	9.088**	3.624	16.886**	62.527	3.027*
İller / Bölgeler	42	3282.565	3.810**	0.419	5.912**	3283.958	4.479**	0.179	1.208	14.217	2.591**
Arıcılar / İller	59	1448.352	2.792**	0.118	2.708**	1627.213	7.712**	0.119	0.721	9.538	3.058**
Hata	521	518.664		0.043		210.997		0.166		3.119	

\* : P<0.05. \*\* : P<0.01



Çalışmada Türkiye'nin 7 coğrafik Bölgesinden alınan bal örneklerinde belirlenen ağır metal analiz sonuçları Çizelge 4.36 ve Şekil 4.53'de verilmiştir. Çalışmada yapılan mineral madde analiz sonucunda Türkiye geneli veriler üzerinde yapılan istatistiki analizlerde, K, Mg, Ni, P, Ba ve Cu element içerikleri bölgelerden alınan bal örnekleri ortalaması, bölgelerdeki illerden alınan bal örnekleri ortalaması, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki farklar % 1 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ) (Çizelge 4.36).

Ca, Mn ve Na element içeriklerinin bölgeler arasındaki farkları önemsiz ( $P>0.05$ ), Ancak illerden alınan bal örnekleri, illerde bulunan arıcılardan alınan bal örnekleri arasındaki farkları önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Kurşun elementinin ise bölgelerden alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki farklar önemli ( $P>0.01$ ), illerden alınan bal örnekleri ortalaması, illerde bulunan arıcılardan alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki farklar ise önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ) (Çizelge 4.36).

Al ve Zn elementinin içeriği bölgelerden alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki fark % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), ancak illerden alınan bal örnekleri ortalaması, illerdeki arıcılardan alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ) (Çizelge 4.36).

Cd elementinin içeriğinin bölgeler arasındaki farkı önemli ( $P<0.01$ ), illerden alınan bal örnekleri arasındaki farkı ise % 5 yanılma düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ), ancak illerde bulunan arıcılar arasındaki farkları önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ )

Cr elementi içeriğinin bölgelerden alınan bal örnekleri ortalaması, bölgedeki illerden alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki farklar önemsiz ( $P>0.05$ ), ancak illerde bulunan arıcılardan alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ) (Çizelge 4.35).

Fe elementinin içeriği bölgelerden alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki fark önemsiz ( $P>0.05$ ), bölgelerdeki illerden alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki fark önemli ( $P<0.01$ ), illerde bulunan arıcılardan alınan bal örnekleri ortalaması arasındaki farklar ise % 5 yanılma düzeyinde önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.35).

#### **4.9.3. Kalıntı Analizleri**

Çalışma kapsamında toplanan bal örneklerinde yapılan kalıntı analiz sonuçları ile ilgili değerler çizelge 4.35'de verilmiştir. Genel anlamda çizelge incelendiğinde en

fazla ilaç kalıntısının Karadeniz Bölgesi bal örneklerinde olduğu görülmektedir. Sonuçta tüm ilaç kalıntıları ele alındığında Akdeniz Bölgesinin % 25, Ege Bölgesinin % 30.9, Doğu Anadolu Bölgesinin % 42.3 Karadeniz Bölgesinin % 52.5, İç Anadolu Bölgesinin 66.6, % Marmara Bölgesinin % 38.8 ve Güney Doğu Anadolu Bölgesinin % 50 oranında kalıntı içerdiği belirlenmiştir. Tüm Türkiye geneli ele alındığında ise bal örneklerinden % 43.7'sinin en az bir kalıntı içerdiği belirlenmiştir. Bal örneklerindeki kalıntılar ile ilgili daha geniş bilgiler Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Tüm Bölgelerden alınan bal örneklerinde limitlerin üzerinde belirlenen kalıntı analiz sonuçları

Bölgeler	N	Amitraz	Coumaphos	Naftalin	Sulfanomid	Tetracycline	Streptomycine
Akdeniz	28	-	-	-	7	-	-
Ege	42	2	1	4	9	-	-
Doğu Anadolu	26	2	1	1	8	-	1
Karadeniz	59	3	1	-	22	4	14
İç Anadolu	21	2	-	1	11	3	2
Marmara	18	1	-	-	3	-	3
Güney Doğu Anadolu	6	-	-	-	1	-	2
Firmalar	10	-	-	1	1	-	3
Genel oran (%)		4.7	1.4	3.3	29.5	3.3	11.9

#### 4.9.3.1. Veteriner İlaç Kalıntı Analizleri

Çizelge incelendiğinde Türkiye genelinde toplanan tüm bal örneklerinin % 29.5 oranında sülfonamid, % 3.3 oranında tetracycline, % 11.9 oranında streptomycine antibiyotik kalıntıları içerdiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda sülfonamid için belirlenen % 29.5 oranı, Reybroeck (2003), Martel ve Zeggane (2003), Uludağ (2008) ve Sunay (2006)'ın sırasıyla bildirdikleri % 13, % 12, % 23 ve % 25 oranlarının yüksek bulunmuştur.

Tüm Türkiye geneli bal örneklerinde streptomycine için tespit edilen % 11.9 oranı ise Ruijnsvoort ve ark. (2004) ile Edder ve ark. (1999) bildirdiği % 26 ve 42 değerlerinden düşük bulunmuştur. Bunun yanında belirlenen % 3.3 oranındaki tetracycline oranı ise Sabatini ve ark. (2003) belirlediği % 2.7 oranı yakın bulunmuştur.

#### 4.9.3.2. Pestisit Kalıntı Analizleri

Akdeniz Bölgesinden toplanan örneklerde pestisitlerden amitraz ve coumaphos kalıntıları belirlenmemiştir. Ege Bölgesinden toplanan bal örneklerinde ise, pestisit analiz sonuçlarına göre 2 örnekte amitraz, 1 örnekte coumaphos kalıntısı limitlerin üzerinde belirlenmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi bal örneklerinde de benzer şekilde 2 tanesinde amitraz, 1 tanesinde coumaphos kalıntısı limitlerin üstünde belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi bal örneklerinden 2 tanesinde limitlerin üstünde amitraz kalıntısı tespit edilirken coumaphos kalıntısı belirlenmemiştir (Çizelge 4.35). Karadeniz Bölgesinden toplanan örneklerden 3 tanesinden amitraz, 1 tanesinde coumaphos kalıntısı limitlerin üzerinde saptanmıştır (Çizelge, 4.35). Marmara Bölgesinden toplanan bal örneklerinden 1 tanesinde amitraz kalıntısı limitlerin üzerinde bulunmuştur. Araştırmanın yapıldığı 7 bölge içinden pestisit kalıntıları bakımından en güvenilir bölgenin Güney Doğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi olduğu, bu bölgelerden toplanan toplam 102 bal örneğinde pestisit kalıntısına rastlanılmadığı görülmüştür. Bölgelere göre kalıntı analiz sonuçları özet olarak çizelge 4.37’de detaylı olarak verilmiştir.

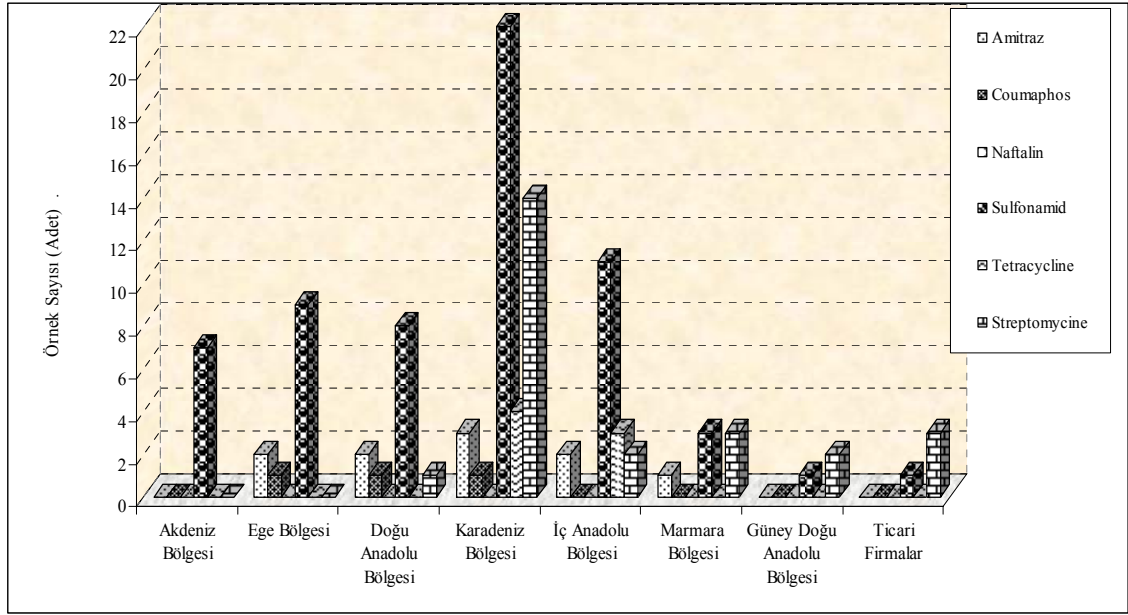
Türkiye geneli amitraz oranı % 4.7 (10 adet bal örneğinde), coumaphos oranı ise % 1.4 (3 adet bal örneğinde) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak Maver ve Poklukar (2003) da Slovenya’da yaptıkları çalışmada % 32.2 oranında coumaphos tespit ederken, amitraz kalıntısına ise rastlamamışlardır. Araştırmacıların belirlemiş olduğu coumaphos değeri ülkemiz genelinde belirlenmiş olan değerden çok yüksek bulunmuş, amitraz değeri ise çok düşük bulunmuştur. Bu çalışmalara benzer olarak Garcia ve ark. (1996)’nın bildirdiği % 8.5’lik amitraz kalıntı oranı çalışmada belirlenen amitraz kalıntı değerine yakın bulunmuştur. Aynı şekilde Selçukoğlu (1999)’nun yapmış olduğu çalışmasında belirlediği % 18 amitraz kalıntı oranı ise, çalışmadaki değerden yüksek bulunmuştur.

Türkiye geneli belirlenen coumaphos kalıntısı olan % 1.4 (3 adet bal örneğinde) değeri ise Martel ve Zeggane (2002)’nin bildirdiği % 0.93 oranından yüksek; Kamel ve Al-Ghamdi (2006), Wallner (1999), Sabatini ve ark. (2003), Maver ve Poklukar (2003), Garcia ve ark. (1996) ile Bogdanov ve Klichenmann (1993)’in coumaphos için sırasıyla bildirdiği % 9, % 28, % 13.9, % 32.2, % 14.4 ve % 55 oranlarından ise düşük bulunmuştur.

#### 4.9.3.3. Naftalin Analizleri

Çalışma kapsamında, Türkiye genelinden toplanan örneklerinde yapılan naftalin kalıntı analiz sonuçları ile ilgili değerler çizelge 4.37’de verilmiştir. Tüm Türkiye genelinden toplanan örneklerde yapılan naftalin kalıntı analiz sonuçlarına göre Ege Bölgesinden 4 bal örneğinde, Doğu Anadolu Bölgesinde 1 bal örneğinde, İç Anadolu Bölgesinde 1 bal örneğinde ve ticari firma bal örneklerinden ise 1 tanesinde naftalin kalıntısı belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks standartları yaptıkları son düzenlemede “balda naftalin bulunmamalıdır” şeklinde bir ifade ile ballarda naftalinin bulunmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Tüm Türkiye genelinde bal örneklerinde % 3.3 oranında naftalin kalıntısı belirlenmiştir. Bu değer, 2000’li yılların başında yurt dışına ihraç edilen ballarının naftalin kalıntıları nedeniyle geri gönderilmesinden (Şahinler ve Güler, 2006; Kalpaklıoğlu, 2000) sonra, üreticilerin bilinçlenmiş olup naftalin kullanımının azalmış olması memnuniyet verici bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Ancak bal örneklerinin birçoğunda aktif maddesi phospine olan genelde ambarlardaki zararlılara karşı kullanılan ambar tozlarının kullanıldığı ve kullanımında giderek yaygınlaştığı tespit edilmiştir. Arıcıların naftaline alternatif olarak kullandıkları bu maddeninde en az naftalin kadar tehlikeli olduğu ve kullanımının önüne geçilmesi son derece önemlidir.

Bu çalışmaya benzer olarak Castle ve ark. (2004), İngiltere’de marketlerden topladıkları 49 adet bal örneğinden 1 tanesinde  $62 \text{ mg kg}^{-1}$  oranında toluen tespit edilirken,  $0.5 \text{ mg kg}^{-1}$  üzerinde herhangi bir etilbenzen, o-ksilen veya naftalin kalıntısına rastlamamıştır. Çalışmada belirlenen % 3.3 naftalin oranı, Türkiye’de 2003 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığının kalıntı izleme programınca yürüttüğü çalışmalarda incelediği 118 bal numunesinde belirlediği % 22 ve Sunay (2006)’ın Türkiye genelinden topladığı 884 adet bal örneğinde belirlediği % 63’lük naftalin oranlarından düşük bulunmuştur.



Şekil 4.54. Türkiye genelinde bal örneklerinde tespit edilen ilaç kalıntıları

#### 4.9.4. Polen Analizi

Türkiye genelinden 7 farklı coğrafik bölgeden toplanan bal örneklerinin temsil ettiği bal çeşidi belirlenmiş ve polenlere bakılarak ballara kaynak teşkil eden dominant nektarlı bitkiler belirlenmiştir. Bulgularla ilgili sonuçlar Çizelge 4.36'da verilmiştir. Bölgelere göre polen analiz sonuçlarına bakıldığında, Akdeniz Bölgesinde dominant polenlerin turunçgiller (*Citrus spp.*), püren (*Erica manipuliflora*), pamuk (*Gossypium spp.*) ve geven (*Astragalus spp.*) poleni olduğu belirlenmiştir.

Ege Bölgesinden toplanan bal örneklerinde dominant polenlerin çam (*Pinus nigra*), anason (*Pimpinella anisum*), hayıt (*Vitex agnus-castus*), okaliptus (*eucalyptus*), geven (*Astragalus spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*), yonca (*Medicago sp.*), adifiğ (*Visia sativa*), üçgül (*Trifolium spp*), anason (*Pimpinella anisum*), sığır kuyruğu (*Verbascum spp.*), pamuk (*Gossypium spp*) ve ayçiçeği (*Helianthus annuus*) olduğu tespit edilmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örneklerinde dominant polenin geven (*Astragalus spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*), korunga (*Onobrychis sativa*), Yonca (*Medicago sativa*), Üçgül (*Trifolium spp.*), deve dikenini (*Carduus spp.*) olduğu belirlenmiştir.

Karadeniz Bölgesinden toplanan bal örneklerinde ise dominant polenlerin Kestane (*Castane sativa*), Ormangülü (*Rhododendron ponticum*), Ihlamur (*Tilia sylvestris*), Üçgül (*Trifolium spp.*), Yonca (*Medicago sativa*), Geven (*Astragalus spp.*), Kekik (*Thymus vulgaris*), Korunga (*Onobrychis sativa*) ve Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) poleni olduğu saptanmıştır.

İç Anadolu Bölgesi örneklerine ait dominant polenlerin Geven (*Astragalus spp.*), Kekik (*Thymus vulgaris*) ve Korunga (*Onobrychis sativa*) polenleri ağırlıklı olarak görülmüştür. Marmara Bölgesine ait bal örneklerinde Ayçiçeği (*Helianthus annuus*), Üçgül (*Trifolium spp.*), Geven (*Astragalus spp.*), Kestane (*Castane sativa*), Ormangülü (*Rhododendron ponticum*), Karaçalı (*Polygonum bistorta*) ve Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia*) polenlerinin dominant polen olduğu belirlenmiştir.

Güney Doğu Anadolu Bölgesine ait bal örneklerinde ise dominant polen olarak Geven (*Astragalus spp.*), Üçgül (*Trifolium repens*) ve Sarı Sütleşen (*Euphorbia helioscopia*) polenleri belirlenmiştir (Çizelge 4.38).

Doğan ve Sorkun (2001), bu çalışmaya benzer olarak Türkiye'nin Ege Bölgesi'nden 31, Marmara Bölgesi'nden 17, Akdeniz Bölgesi'nden 24 ve Karadeniz Bölgesi'nden 2 örnek olmak üzere toplam 74 çiçek balı örneğinde polen analizi yapmışlardır. Polen analizlerinde bal örneklerinin 12 tanesinin unifloral ve 62 tanesinin de multifloral bal olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda, 18'i tür düzeyinde ve 67'side cins düzeyinde olmak üzere 85 farklı taksona ait polen teşhis etmişlerdir. Araştırmacılar dominant polenlerin kestane, peygamber çiçeği, okaliptus, pamuk, ayçiçeği, çivit otu, gazal boynuzu, ısırgan otu, anason, söğüt, adaçayı, yonca ve yabani figler olduğunu, sekonder polenlerin ise papatya, geven, boğa dikenini, pamuk, ayçiçeği, nevrüz otu, gazal boynuzu, ısırgan otu, zeytin, anason, altınbaşak otu, üçgül, buğday, pıtrak ve fig olduğunu bildirmişlerdir.

Sorkun ve ark. (2003), kontrollü koşullarda, Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinde üretilen 127 doğal çiçek, 44 yapay çiçek, 33 doğal salgı ve 23 yapay salgı bal örneği olmak üzere toplam 227 bal örneği olarak analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda Türkiye'nin ballarına kaynak oluşturan dominant nektar kaynağı bitkilerin, geven, kestane, peygamber çiçeği, boğa dikenleri, okaliptus, pamuk, tatlı yonca, ayçiçeği çivit

otu, ballıbabası, nevrüz otu, gazal boynuzu, ısırğan otu, zeytin, korunga, anason, söğüt, adaçayı, sofora, kekikgiller, üçgül, buğday, fiğ ve pıtrak olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.38. Türkiye genelinden alınan bal örneklerinde yapılan polen analiz sonuçları

Bölgeler	N	Dominant Polen
Akdeniz	28	Narenciye ( <i>Citrus spp.</i> ), Geven ( <i>Astragalus spp.</i> ),
Ege	42	Çam ( <i>Pinus nigra</i> ), Anason ( <i>Pimpinella anisum</i> ), hayıt ( <i>Vitex agnus-castus</i> ), Okalıptus ( <i>eucalyptus</i> ), Geven ( <i>Astragalus spp.</i> ), Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> ), Yonca ( <i>Medicago spp.</i> ), Adı Fiğ ( <i>Visia sativa</i> ), Üçgül ( <i>Trifolium spp.</i> ), Anason ( <i>Pimpinella anisum</i> ), Sığır Kuyruğu ( <i>Verbascum spp.</i> ), Pamuk ( <i>Gossypium spp.</i> ) ve Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )
Doğu Anadolu	26	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> ), Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> ), Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> ), Yonca ( <i>Medicago sativa</i> ), Üçgül ( <i>Trifolium spp.</i> ), Deve Dikeni ( <i>Carduus spp.</i> )
Karadeniz	59	Kestane ( <i>Castane sativa</i> ), Ormangülü ( <i>Rhododendron ponticum</i> ), Ihlamur ( <i>Tilia sylvestris</i> ), Üçgül ( <i>Trifolium spp.</i> ), Yonca ( <i>Medicago sativa</i> ), Geven ( <i>Astragalus spp.</i> ), Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> ), Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> ) ve Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )
İç Anadolu	21	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> ), Kekik ( <i>Thymus vulgaris</i> ) ve Korunga ( <i>Onobrychis sativa</i> )
Marmara	18	Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> ), Üçgül ( <i>Trifolium spp.</i> ), Geven ( <i>Astragalus spp.</i> ), Kestane ( <i>Castane sativa</i> ), Ormangülü ( <i>Rhododendron ponticum</i> ), Karaçalı ( <i>Polygonum bistorta</i> ) ve Arı Otu ( <i>Phacelia tanacetifolia</i> )
Güney Doğu Anadolu	6	Geven ( <i>Astragalus spp.</i> ), Üçgül ( <i>Trifolium repens</i> ) ve Sarı Sütleğen ( <i>Euphorbia helioscopia</i> )

Bu çalışmaya benzer olarak Abell ve ark. (1996), Kanola bal örneklerini polen analizi ile sınıflandırmışlar ve analiz sonucundan Kanola balının % 93.3 oranında hardal poleni, % 4.5 oranında yonca poleni içerdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Amoako (1997), Ghana'da arıcılardan aldığı 47 bal çeşidinde yapmış olduğu polen analizinde 56 familya ve 255 bitki türü belirlemişlerdir.

Silici (2004), Bursa marketlerinde satılan ve Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi, İç ve Doğu Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgelerine ait 49 bal örneğinin kimyasal ve palinolojik analizlerini yaparak yapısını belirlemiştir. Bölgesel ortalama değerler bal örneklerinin kaliteli olduğunu gösterirken, 49 bal örneğinin 26'sı (% 55) incelenen kriterler bakımından düşük kaliteli

olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı bal örneklerinde yaptığı polen analizleri sonucunda kestane, ayçiçeği, korunga ahududu, şalgam, söğüt, civanperçemi, gazal boynuzu hardal, fundagiller, sütleğen, ballıbaba, maydanoz, kazayağigiller peygamber çiçeği polenleri dominant bulmuştur. Bunlar dışında, Andrada ve ark. (1998), Puan, Cnel. Pringles, Cnel. Suarez, Saavedra and Tornquist bölgesinden aldıkları 34 bal örneğinde yaptıkları polen analizi sonucunda. Araştırmacılar bal örneklerinde hakim bitki floranın okaliptus, ayçiçeği ve papatyagiller olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar belirlenen örneklerden 7 tanesinin tek orijinli, 8 tanesinin çift orijinli ve 19 tanesinin ise karışık bir yapı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bastos ve Brandao (1994), Brezilya'da 13 bal örneğinde polen analizleri sonucunda, bal örneklerinde 32 farklı bitki sınıfı tespit etmişlerdir. Araştırmacılar arıların 57 farklı bitki türünü ziyaret ettiği ve 5 buğdaygil familyasına ait bitkiden ise sadece polen aldıklarını bildirmişlerdir.

Carreira ve Jardim (1994) Brezilya'da 4 farklı alandan aldıkları polen örneklerinde toplam 24 farklı polen çeşidinin belirlendiği ve bal örneklerinden 2 tanesinde küstüm otu (*Mimosa pudica*) polenlerinin dominant olduğu bildirmişlerdir.

Sorkun ve Doğan (2002), Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde kontrollü koşullarda ürettikleri 127 doğal ve 44 yapay çiçek balından aldıkları 171 bal örneğinde palinolojik analizler yaparak doğal ve yapay balları ayırt etmede belirgin kriterler saptanmaya çalışmışlardır. Araştırmacılar 127 bal örneğinde TPS'nin ortalama 77.396 olduğunu ve bir bal örneğinde en yüksek TPS değerinin *Fabaceae* familyasından Korunga (*Onobrychis viciifolia*) bitkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Costa ve ark. (1995), Arjantin'in San Luis kentinde üretilen 19 farklı bal örneğinde polen analizi sonunda dominant polenlerin ait oldukları bitki türlerinin baklagiller, okaliptus ile sıtma ağacı türleri, yabancı kimyongiller ve hayıtgiller familyasından olduğunu bildirmişlerdir. Hayıtgiller familyasının Türkiye'de Marmara, Karadeniz, Batı ve Güney Anadolu bölgelerinde yetişmekte ve bu bölgelerden alınan bal örneklerinde polenlerine rastlanılmıştır.

Floris ve ark (1996) sardinya adası bal örneklerinde yaptığı polen analizlerinde 63 tek orijinli ve 87 adet ise karışık polenli bal örneği bulunduğunu ve tespit edilen polenlerin ise koca yemiş (*Arbutus*), çiriş otu (*Asphodelus*), deve dikenini (*Carduus*), lavanta (*Lavandula*) ve kuş dili (*Rosmarinus*) bitki sınıflarına ait olduğunu



bildirmişlerdir.

Hedtke ve Etzold (1996) Almanya'da Berlin'in Brandenburg kentinde 200 bal örneğinde yaptığı polen analizleri sonucunda herbir balın ortalama 14 farklı polen içerdiğini ve belirlenen polenlerden 73 tanesinin 35 farklı familyaya ait olduğunu tespit etmişlerdir. En fazla rastlanan polenlerin kolza, peygamber çiçeği, akça ağaç, beyaz yonca ve sert çekirdekli meyve türleri olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar 23 bal çeşidininin ayçiçeği ve fazelya bitkisinin polenini içerdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da birçok örnekte ayçiçeği polenine rastlanmıştır. Bu açıdan yapılan çalışma araştırmacıların bildirdiği sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Martinez Gomez ve ark. (1993), İspanya'da okaliptus ballarında yaptıkları polen analizlerinde her bir bal örneğinin 18 polen çeşidi içerdiğini ve bal örneklerinin % 64'ün ise % 70'den fazla bir oranla okaliptus poleni içerdiğini bildirmişlerdir.

Seijo ve ark. (1994), İspanya'nın SW Galicia bölgesinde 22 bal arısı kolonisine yerleştirdiği tuzaklardan aldığı polenleri incelemiş ve kivi polenlerinden kestane, karahindiba, turunçgil ve hardal polenine kadar birçok polen çeşidinin gözlemlendiğini belirlemiştir. Ancak araştırmacılar bal arıların bal midelerinde yaptığı incelemelerde ağırlıklı olarak okaliptus ve kestane polenlerine rastlamışlardır.

Terrab ve ark. (2003), yaptıkları çalışmalarında Fas ülkesine ait 35 bal örneğinde 29 familyaya ait 54 çeşit polen belirlemişlerdir. Bal örneklerinin 24'ü okaliptus, 3'ünün turunçgil, 2'sinin yapışkan otu, 1 tanesinin nane ve 1 tanesinin de sütleğengiller sınıfına ait olmak üzere 31 adedinin tek orijinli olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalardaki çeşitlilikler bizim çalışmada tespit edilen çeşitlilikle benzerlikler göstermektedir. Bu çalışmada belirlenen dominat polenler yanında sekonder polenlerde çok zenginlik göstermiş, ancak çalışmada sekonder polenler verilmemiştir. Bu açıdan ülkemizdeki balların eşsiz bir yapıya sahip olduğu, her yörenin gösterdiği farklı bir yapı ile farklı tat ve aromada ballar üretilmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir kısmı Tubitak Hızlı Destek Programı, bir kısmı da MKU BAP tarafından desteklenen bu çalışmada, Türkiye genelinden toplam 200 bal örneğinin biyokimyasal analizleri (kül, nem, pH, asitlik, invert şeker, sakaroz, diyastaz sayısı, hidroksimetilfurfural, elektriksel iletkenlik, protein), ağır metal ve mineral madde analizleri (Al, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Zn) veteriner ilaçları (amitraz, coumaphos, streptomycine, tetracycline, sulfonamid) ve naftalin kalıntı analizleri ile polen analizleri yapılmıştır.

Yapılan biyokimyasal analizler sonucunda tüm bölgelerden toplanan bal örneklerinde ortalama kül, nem, pH, asitlik, diyastaz sayısı, hidroksimetilfurfural, elektriksel iletkenlik, protein, fruktoz, glikoz, invert şeker ve sakaroz değerleri sırasıyla, % 0.30, % 17.92, 3.30, 16.87 meq kg<sup>-1</sup>, 17.45, 5.63 mg kg<sup>-1</sup>, 0.67 mS cm<sup>-1</sup>, % 0.41, % 39.54, % 32.19, % 71.67 ve % 2.24 olarak bulunmuştur.

Çalışma sonunda, bal örneklerinin biyokimyasal özellikler yönünden, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği Standardı ve Kodeks Standartlarına uygun olduğu, mineral madde ve ağır metal analizleri sonucunda bazı örneklerde ağır metaller saptanmış olmasına rağmen genellikle güvenilir olduğu belirlenmiştir.

Kalıntı analizleri sonucunda Türkiye genelinde toplanan tüm bal örneklerinin % 29.5 (62 örnek) oranında sulfonamid, % 3.3 (7 örnek) oranında tetracycline, % 11.9 (25 örnek) oranında streptomycine ilaç kalıntıları içerdiği belirlenmiştir. Bunun yanında örneklerde amitraz oranı % 4.7 (10 örnek), coumaphos oranı ise % 1.4 (3 örnek) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca önemli bir kalıntı olan naftalin ise % 3.3 (7 örnek) oranında belirlenmiştir.

Bal örneklerinde yapılan ağır metal ve mineral madde analizleri sonucunda Türkiye genelinde bal örneklerinde Al, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb ve Zn elementleri sırasıyla 0.83, 0.16, 74.74, 0.00, 0.03, 0.24, 3.00, 534.86, 22.87, 1.27, 24.21, 0.32, 50.55, 0.29 ve 1.53 ppm olarak tespit edilmiştir.

Bal örneklerinin polen analizi sonucunda tespit edilen dominant polenlerin bal örneğinin toplandığı yörenin bitki örtüsüyle uyumlu olduğu saptanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde arı yetiştiriciliğinde bilinçsiz veya yasadışı sulfonamid kullanımının olduğu görülmektedir. Bu sorunun giderilmesi için kontrol önlemlerinin

yanında AB veteriner ilaçlarının kullanımına uyum kapsamında, ülkemize adapte edilmeye çalışılan AB yasalarının yayım çalışmalarının daha etkin yapılması önem kazanmaktadır. Bütün bu çalışmalar sonucunda genel tespit olarak;

1. Son dönemlerde yoğun olarak kullanılan ve özellikle ihracaatta sıkıntılar yaşatan naftalin kullanımı azalmış, ancak en az naftalin kadar zararlı alternatif fumigantlar (örneğin; phospine) kullanıldığı saptanmıştır. Naftaline alternatif olarak kullanılan bu maddelerin kullanımı yaygınlaşmadan önlem alınmalıdır.
2. Arıcılık için ruhsat almamış antibiyotiklerin kullanıldığı belirlenmiştir. Özellikle yavru çürüklüklerine karşı kanatlı, küçükbaş ve büyükbaş hayvanlarda kullanılan, ancak arıcılık için ruhsatlı olmayan ilaçlar yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçların kullanımının engellenmesi son derece önemlidir. Avrupa Birliği standartlarında 2002 yılına kadar belirli limitler içerisinde kullanımına izin verilen bu antibiyotiklere 2002 yılından itibaren “bulunmamalı” şeklinde bir düzenleme getirilmiştir.
3. Ticari bal örneklerinde HMF oranları yüksek, diyastaz sayıları ise düşük bulunmuştur. Ancak Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Avrupa Birliği ve Kodeks standartlarının belirlediği limitler arasında bulunmuştur. Çalışmada ayrıca arıcıların ürettiği balları ısıtmadıkları, doğal haliyle tüketime sundukları belirlenmiştir.
4. Mineral madde bakımından sanayinin yoğun olduğu Adana, Mersin ve Muğla illeri dışındaki diğer bölgelerde yoğun mineral madde ve ağır metal içeriğine rastlanılmamıştır. Tespit edilen değerler balda bulunması gereken ve diğer araştırmalarında aynı konuda yaptıkları ve belirledikleri içeriklere uygun bulunmuştur.

Sonuç olarak; Türkiye’de üretilen balların önemli bir miktarının standartlara uyduğu, ancak bir kısmında veteriner ilaçları, ağır metal ve naftalin kalıntılarının bulunduğu ve bundan dolayı arı üreticilerinin özellikle yetiştiricilik, hastalık ve zararlılarla mücadele konusunda ve kaliteli ürün üretilmesi konularında eğitilmesi önem taşımaktadır.

Mevzuatlarda yer alan veteriner ilaçlarının kullanımının kontrol altına alınması, koloni kayıtlarının tutulması, yanlış uygulamaların önlenmesi ve yapılan bu yanlış

uygulamaların belirlenerek, gerekli yaptırımların devreye sokulması bu sorunların çözümünde etkili olacaktır.

Ayrıca, arı yetiştiriciliği ile ilgili AB projelerin oluşturulması ve arıcılara kaynak sağlanması, bu projelerde eğitim faaliyetlerinin artırılması ve arıcıların bilinçlendirilmesi ile geleneksel yapılan arıcılık yerine modern arıcılık sisteminin yerleşmesine katkı getirecek yaptırımlardır. Bu amaçla arıcılığın ve bal üretiminin etkili olduğu bir bölgede pilot alanda projeler yapılarak arı yetiştiriciliğinin eğitimi, arı hastalık ve zararlılarının kontrolü ve savaşımı ile balda kalite kontrolleri konularında arıcılara uygulamalı eğitimin verilmesinde yarar bulunmaktadır.

Bu araştırmanın ışığı altında arı üreticilerine, resmi kuruluşlara ve arıcılık firmalarına önerilecek bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### **A- Arı Üreticilerine Öneriler;**

1. Üreticiler arı kolonilerini yol kenarlarına bırakmamalı ve dolayısı ile egsoz gazlarından uzak tutarak ağır metal kirliliğinin önüne geçmelidir.
2. Ballarda sağlık açısından önem taşıyan ilaç kalıntılarına sebebiyet verecek şekilde yoğun ve ruhsatsız ilaçlar kullanmamalı, ruhsatlı ilaçları ise bal üretim sezonu dışında kullanmalıdır.
3. Son dönemlerde yoğun olarak arıcılar bireysel olarak doz ayarlamaları yaparak varroa mücadelesi yapmaktadırlar. Buna bağlı olarak ballarda kalıntı artışında yanlış doz hazırlamadan dolayı olmakta ve kimi zaman aşırı doz aşımından arılar da zarar görmektedir. Balda kalıntı ve koloni kayıplarına neden olmamak için arıcı kendi başına doz ayarlaması yapmamalıdır.
4. Gezginci arıcılar, şehir ve sanayi bölgelerinden uzak yerleri tercih etmelidir. Sanayi atıkları ve araç egsoz gazlarının sebep olduğu ağır metal bulaşmalarının önüne geçilmelidir.
5. Kolonilerinde hastalık görülmesi durumunda uzman kişilere başvurarak, kolonilerinde görülen hastalıklara karşı önerilen uygun ve ruhsatlı ilaç kullanmalıdır. Ayrıca Amerikan ve Avrupa yavru çürüklüğü gibi hastalıkların görülmesi durumunda, gerekli birimleri uyararak etkili ve zamanında önlem alınmasını sağlayarak, olası bulaşmaların önüne geçilmelidir.

6. Arıcı kolonilerini sürekli güçlü tutmalı, koloninin ana arılarını 2 yılda bir değiştirmelidir. Bu şekilde kolonilerin zayıf düşerek hastalık etmenlerine karşı savunmasız kalmaları önlenmelidir.
7. Arıcı bulunduğu çevre ve koloni içerisinde, arılıkta kullandığı malzemelerin hijyenliğine dikkat ederek, hastalık etmenlerini sağlıklı kolonilere bulaştırmamalıdır. Ayrıca dış çevrede arıların sağlığını tehdit edecek, özellikle kirli su kaynaklarını kontrol altına almalıdır.
8. Gezgin arıcılıkta, gidilen yerlere dikkat etmeli ve çevrede olası hastalık etmenlerine karşı önlem almalıdır. Ayrıca çevrede bitkisel üretimde kullanılan pestisitlerin ballarda kalıntı oluşturması ihtimaline karşı gerekli önlemleri almalıdır.

## **B- Resmi Kuruluşlara Öneriler**

1. Arıcılığın yoğun olarak yapıldığı Türkiye’de özellikle yayım ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir. Arıcılar, etkisi altında bulunduğu geleneksel arıcılıktan kurtarılarak modern ve bilinçli arıcılara dönüştürülmesi yönünde ciddi çalışmalar yapılmalıdır. Bunun için arıcılık yapmak isteyen kişilere ilk basamak olarak verilen kurslar bilgili kişilerce, detaylı, uzun süreli ve pratiğe dayalı olarak verilmelidir.
2. Arıcılığın bağlı bulunduğu bakanlığın her bölgede merkezi bir kalıntı analiz laboratuvarı olmalı ve arıcıya ait bal örneklerinin uygun fiyata veya ücretsiz olarak yapılmalıdır. Bu çalışmanın yürütülmesi esnasında; arıcılardan alınan en büyük eleştiri, bal örneklerinde analiz problemi ve analiz ücretlerinin çok yüksek olduğu yönünde olmuştur.
3. Kalıntı analizlerinin yanında hastalılarla mücadelede de etkin bir rol oynamalı ve hastalıkların mücadelesinde ücretsiz tedavi programı yapılmalıdır.
4. Marketlerden veya üreticilerden rutin bir şekilde örnekler alınarak analize tabii tutulmalı, tağşiş edilmiş, kalıntı içeren ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olmayan bal örneklerinin ait olduğu üretici veya firmalar hakkında kararlı ve etkili yaptırımlar uygulamalıdır.
5. Gezgin arıcılıkta, Tarım İl ve İlçe Müdürlükleri muhtarlar üzerinde etkili olarak, resmi veya özel arıcıların mağdur edilmemesi, gezgin arıcılığın

muhtarların tekelinden kurtarılarak arıcılara kolaylık sağlanmalıdır. Buna bağlı olarak doğadaki nektar kaynaklarının boş yere heba olması önlenerek, üretime dönüştürülmesi sağlanmalıdır.

### **C- Arıcılık Firmalarına Öneriler**

1. Arıcılardan alınan ballar üzerinde gerekli analiz ve denetimleri yaparak tüketime sunmalıdır.
2. Balların tüketime sunuluncaya kadarki işleme aşamasında ısıtılmaması, herhangi bir kimyasal katılmaması, hijyenik, insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde hazırlanarak muhafaza edilmelidir.
3. Ambalajlanan ballar bekletilmeden tüketime sunulmalı, oluşacak HMF artışı ve enzim kaybının önüne geçilmelidir.
4. Bal ihracatında gerekli kalite standartları ve balın doğal aroması korunarak Türk ballarının dış piyasada en iyi şekilde tanıtılmasında rol oynamalıdır.
5. Firmaların ülke arıcısını mağdur edecek şekilde dışarıdan kalitesiz balların ithal edilmesine yönelik faaliyetlerde bulunmamalı ve ülke arıcısını destekleyici yönde adımlar atmalıdır.
6. Arıcılıkta kullanılan malzemelerin kalitesine dikkat edilmelidir. Özellikle metal olanlar paslanmaz malzemedен yapılmalı, dolayısı ile Fe, Zn ve Cr gibi elementlerin ballara bulaşmaları önlenmelidir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abell, D.C., Friebe, H., Schweger, C., Kwok, A.S.K. and Sporns, P., 1996. Comparison of processed unifloral clover and canola honey. **Apidologie**, 27: 6, 451-460
- Al Rifai, J. and Akeel, N., 1997. Determination of pesticide residues in imported and locally produced honey in Jordan. **J. Apic. Res**, 36 (3-4): 155-161.
- Albay, R., 2003. Balın Kristalleşmesi. **II. Marmara Arıcılık Kongresi**, 28-30 Nisan 2003. Yalova, s. 200-205
- Amoako, J., 1997. **Apiculture in Ghana and the use of palynology to determine the renewable resources exploited by the honeybee *Apis mellifera adansonii***. 408 pp. University of Wales, Cardiff, UK.
- Andrada, A., Valle, A., Aramayo, E., Lamberto, S. and Cantamutto, M., 1998. Pollen analysis of honeys from the Austral Mountains, Buenos Aires province, Argentine. OT: Analisis polinico de las mieles de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **Investigacion Agraria, Produccion Proteccion Vegetales**, 13: 3, 265-275
- Andrada, A.C. and Tellería, M.C., 2002. Botanical origin of honey from south of Calde'n district (Argentina). **Grana**, 41 : 1, pp. 58-62
- Ankrah, E. K., 1998. **Chemical Composition Of Some Ghanaian Honey Samples**. Food Research Institute, CSIR, P. O. Box M. 20, Accra, Ghana. Research and development note. Received 12 Sep 97, revised 18 Jun 98.
- Anonim, 2003. **2002 yılı kalıntı izleme plan ve sonuçları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü**. Akay Cad. No: 3 06100 Bakanlıklar Ankara.Türkiye
- Anonim, 2004. **Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer)**. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü.
- Anonim, 2005. **Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği**. (Tebliğ No : 2005/49)
- Anonim, 2006. **Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer)**. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü.
- Anonim, 2006. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verileri. Ankara
- Anonymous, 1989. FAO-WHO Food Standart Programme. Codex Standart for Sugar (Honey). CAC/vol. III. Ed. 1, supplement 2.
- Anonymous, 2001. **Official journal of the European Communities. Council Directive 2001/110/EC**. 20 December 2001 (relating to honey)
- Anonymous, 2001a. **Revised codex standard for honey**. Codex Stan. 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001)
- Anonymous, 1995. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16th edn., ed. P. Cunniff. AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Anonymous, 2005. **Food and Agriculture Organisation**. FAO <http://www.fao.org>.
- Atienza, J, Jiménez, J.J., Bernal, J.L., Martín, M.T., 1993. Supercritical fluid extraction of fluvalinate residues in honey. Determination by high-performance liquid chromatography. **J Chromatogr**, 26:655 (1):95-9.
- Bastos, E.M. and Brandao, M., 1994. Inventory of bee plants in Barao de Cocais, Minas Gerais. 3.OT: Inventario da flora apicola do Municipio de Barao de Cocais, Minas Gerais III. **Daphne, Revista do Herbario PAMG da EPAMIG**, 4: 4, 54-60.
- Blasco, C., Fernández, M., Pena, A., Lino, C., Silveira., M.I., Font, G. and Pico, Y. 2003. Assessment of pesticide residues in honey samples from Portugal and Spain. **J Agric Food Chem**. 51: 8132-8138.

- Blasco, C. Fernández, M., Pico, Y. and Font, G., 2004. Comparison of solid phase microextraction and stir bar sorptive extraction for determining six organophosphorus insecticides in honey by liquid chromatography mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, 1030: 77–85.
- Bogdanov, S. and Klischenmann, V., 1993. İsviçre’de Varroa zararlısına karşı kullanılan akarisitlerin petekdeki kalıntılarının belirlenmesi üzerine ilk araştırma sonuçları. *Alpenlandische Bienenzeitung*. 81(10): 228-230. Çev. Sıralı, R. (1997): **Tek. Arı. Derg.**, 56: 26-28.
- Bogdanov, S., Martin, P. and Lullmann, C., 1997. Harmonized methods of the European honey commission. **Apidologie**, 1-59.
- Bogdanov, S., 2002. **Harmonised Methods of the International Honey Commission (Introduction and General Comments on the Methods) Swiss Bee Research Centre**. FAM, Liebefeld, CH-3003 Bern, Switzerland
- Börekçioğlu, N., 1987. **Süzme balların cam kavanozda değişik şartlarda saklanması sırasında şekerlerde meydana gelen değişimler**. Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enst., 49 s, İzmir.
- Brimecombe, R. and Limson, J., 2007. Voltammetric analysis of the acaricide amitraz and its degradant, 2,4-dimethylaniline. Talanta, 71:3, 1298-1303**
- Brouwers, E.V.M., 1982. Measurement of hypopharyngeal gland activity in the honeybee. **J. of Apic. Res.**, 21(4): 193-198.
- Brouwers, E.V.M., 1983. Activation of hypopharyngeal glands of honeybees in winter **J. of Apic. Res.**, 22(3): 137-141.
- Brujinsvoort, M. V., Ottink, S.J.M., Jonker, K.M. and Boer, E.D., 2004. Determination of streptomycin and dihydrostreptomycin in milk and honey by liquid chromatography with tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, 1058: 137–142
- Cabrera Ruiz, C., Montilla Gomez, J., Guerra Hernandez, E. and Molins Marin, J.L., 1997. Physico-chemical analysis of orange honeys sold in Spain. **Bulletin Technique Apicole**, 24: 2, 63-70
- Calderone, N.W. and Johnson, B.R., 2002. The withinnest behaviour of honeybee pollen foragers in colonies with a high or low need for pollen. **Animal Behaviour** 63: 749-758.
- Carreira, L.M.M. and Jardim, M.A.G., 1994. Pollen analysis of honeys from some municipalities of para state: 2. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Serie Botanica**, 10: 1, 83-89.
- Castle, L., Philo, M.R. and Sharman, M., 2004. The analysis of honey samples for residues of nitrobenzene and petroleum from the possible use of Frow mixture in hives. **Food Chemistry**, 84:4, 643–649.
- Celechovska, O. and Vorlova, L., 2001. Groups of honey–physicochemical properties and heavy metals. **Acta vet. Brno.**, 70: 91-95.
- Cemeroğlu, B., 1976. **Reçel marmelat jöle üretim teknolojisi ve analiz metotları**. Bursa Gıda Kontrol Eğitim ve Araştırma Enstitüsü Yayını, Ayyıldız Matbaası A.Ş., Ankara. 506s.
- Cirilli, G., Papgheodghiu, A. and Savigni, G., 1973. Chemical and Nutritional Characteristics of honey, **Industria Alimentari**, 12 (4):74-76.
- Coffman, R.J. and Beran, G.W., 1999. Use of drugs in food animals, benefits and Risks. Committee on drug use in food animal. **Panel on animal health, Food Safety and PublicHealth**, National academic press, p 87, Washington D.C.



- Costa, M.C., Decolatti, N. and Godoy, F., 1995. Pollen analysis of honeys from the north of San Luis province (Argentina). **Kurtziana**, 24: 133-143.
- Costa, L.S.M., Albuquerque, M.L.S., Trugo, L.C., Quinteiro, L.M.C., Barth, O.M, Ribeiro M. and De Maria. C.A.B., 1999. Determination of non volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. **Food Chemistry**, 65 : 3, p. 347-352.
- Crane, E., 1975. **Honey: A comprehensive survey**. Heineman, 608 pp, London, UK.
- Dag, A., Afik, O., Yeselson, Y., Schaffer, A. and Shafir, S., 2005. Physical, chemical and palynological characterization of avacado (*Persea americana* Mill.) honey in Israel. **International Journal of Food Science and Technology**, 41: 387-394.
- Demirezen, D. ve Aksoy, A., 2005. Plazma optik emisyon spektrometresi (ICP- OES) kullanılarak bal örneklerinde ağır metal tayini. **G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi**, 18 (4), 569-575.
- Dobson, H.E.M. and Peng, Y. S., 1997. Digestion of pollen components by larvae of the flower specialist bee *Chelostoma florissomne* (Hymenoptera: Megachilidae). **J. insect physio.** 143: 89-100.
- Doğan, C. ve Sorkun, K., 2001. Türkiye'nin Ege, Marmara, Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinden toplanmış ballarda polen analizi. **Mellifera**, S.1, 2-7.
- Doğanay, A., 1993. Varroosis, **Türk Veteriner Hekimleri Dergisi** 5 (3): 34–35
- Doğaroğlu, M., 1999. **Modern Arıcılık Teknikleri**. Anadolu Matbaa. Tekirdağ.
- Dustmann, J.H., 1993. Honey quality and its control. **Amer. Bee J.**, 133 (9): 648–651.
- Edder, P., Cominoli, A., Corvi, C., 1999. Determination of streptomycin residues in food by solid phase extraction and liquid chromatography with post column derivatization and fluorometric detection. **Journal of Chromatography A**, 830: 345–351
- Eniştegil, N., 1977. Bal, bal hileleri, taklit, tağşiş ve mevzuat, Batı Anadolu **1. Arıcılık Semineri**, s. 40-49, 26-27 Aralık, İzmir.
- Erbilir, F. ve Erdoğan, Ö., 2005. Determination of heavy metals in honey in Kahramanmaraş city, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, 109:181-187.
- Erdoğan, Ö., 2007. Levels of selected pesticides in honey samples from Kahramanmaraş, Turkey. **Food Control**, 18: 7, p: 866-871.
- Fallico, B., Zappala, M., Arena E. and Verzea, A., 2004. Effect of conditioning on hmf content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, 85: 305-313.
- Fernandez, M.A., Sancho, M.T., Simal-Gandara, J., Creus Vidal, J.M., Huidobro, J.F. and Simal Lozano, J., 1997. Acaricide residues in honeys from Galicia (N.W. Spain). **J. Food Prot**, 60 (1): 78-80.
- Fernández Torres, R., Pérez Bernal, J.L., Bello López, M.Á., Callejón Mochón, M., Jiménez Sánchez, J.C. and Guiraúm Pérez, A., 2005. Mineral content and botanical origin of Spanish honeys. **Talanta**, 65, 686 - 691.
- Floris, I., Prota R. and Fadda, L., 1996. Quantitative pollen analysis of typical Sardinian honeys. **Apicoltore Moderno**, 87: 4, 161-167
- Ferrer, S.B., Rodriguez, G.O., Martinez, J. and Moran, M., 2004. Mineral content of the honey produced in Zulia state.Venezuela. **Alan**, 54 (3).
- Gallina, A., Benetti, C., Biancotto, G., Baggio, A., Manzinello, C., Daniese, N. and Mutinelli, F., 2005. Antibiotics residues in honey: Validation Procedure, Honey Analytical methods Validation. **Apiacta**, 40, p: 45-49.
- Garcia, M.A., Fernandez, M.I., Herrero, C. and Melgar, M.J., 1996. Acariside residue

- determination in honey. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 56: 881-887.
- Genç, F., 1994. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisleri, Yay. No: 166, Erzurum
- Genç, F. ve Dodoloğlu, A., 2003. **Arıcılığın temel esasları**. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisleri, Yay. No: 931, Erzurum.
- Gidamis, A.B., Chove, B.E., Shayo, N.B., Nnko, S.A. and Bangu, N.T., 2004. Quality evaluation of honey harvested from selected areas in Tanzania with special emphasis on hydroxymethyl furfural(HMF) levels. **Plant Foods Hum Nutr.**, 59(3) : 129-32
- Gonzalez Miret, M.L., Terrab, A., Hernanz, D., Fernandez Recamales, M.A. and Heredia, F.J., 2005. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. **J Agric Food Chem.**, 6:53(7):2574-80.
- Goodwin, M. and Eaton, V.C., 1999. Control of varroa: A guide for new Zealand beekeepers. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry. <http://www.maf.govt.nz/biosecurity/pests-diseases/animals/varroa/guidelines/control-of-varroa-guide.pdf>.
- Göçmen, M., 1989. **Bursa Yöresi Ballarının Dominant Polenleri**. Uludag Üniv. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Bursa. S.31.
- Gül, A. ve Şahinler., N., 2004. Balın yapısına ve kalitesine etki eden faktörler, **4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi**, 1-3 Eylül, Isparta.
- Hedtke, C., Etzold, E., 1996. Light microscopy of Brandenburg flower honeys. OT: Brandenburgische Blütenhonige im lichtmikroskopischen Bild. **Deutsches Bienen Journal**, 4: 11, 11-14
- Hernandez, O.M., Fraga, J.M.G., Jime'nez, A.I., Jime'nez, F. and Arias. J.J., 2005. Characterization of honey from the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. **Food chemistry**, 5 (93), 3: 449-458.
- Hussein, M.H., 1988. Studies on the production and some properties of honeys from dhafar (Oman). **In: proceedings of the fourth international conference on apiculture in tropic climates**. Cairo. Egypt. 6-10 November 1988. London. UK. 259-264.
- Jime'nez, J.J., Bernal, J.L., Del Nozal, M.J., Toribio, L., Atienza, J., 1997. Characterization and monitoring of amitraz degradation products in honey. **Journal High Resolut. Chromatogr.** 20 :2 p: 81-84.
- Jimenez, J.J., Bernal, J.L., Del Nozal, M.J. and Martín, M.T., 2005. Residues of organic contaminants in beeswax. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.**, 107: 896–902.
- Joshi, S.R. and Pechhacker, H., 2001. Nepal'in Chitwan Bölgesindeki farklı arı türlerinin ballarındaki polen analizi. **Mellifera**, 1: 1
- Kalpakhıoğlu, N., 2000. Bal üretiminde karşılaşılan sorunlar ve ülke ihracatına etkisi. **Türkiye III. Arıcılık Kongresi**, Bildiri Özetleri, 1-3 Kasım 2000. Adana.
- Kamel, A. and Al-Ghamdi, A., 2006. Determination of acaricide residues in Saudi Arabian honey and beeswax using solid phase extraction and gas chromatography. **Journal of Environmental Science and Health Part B**, 41:159–165.
- Karabournioti, S. and Zervalaki, P., 2001. The effect of heating on honey HMF and invertase. **Apiacta** 36 (4): 177–181.
- Kaya, S., Pirinççi, İ., Ünsal, İ.A., Karaer, Z., Traş, B., Bilgili, A., Akar, F. ve Doğan, A., 2002. **Veteriner Hekimliğinde Farmakoloji** 2, Cilt, 3. Baskı, Medisan

Yayınevi. Ankara.

- Kaya, Z., Binzet, R. ve Orcan, N., 2005. Pollen analyses of honeys from some regions in Turkey. **Apiacta**, 40, p: 10-15.
- Keskin, H. 1982. **Besin Kimyası**. Günay matbaacılık Tic.ltd. şti. İstanbul. (2): 448-450.
- Koeniger, N. and Fuchs, S., 1988. Control of varroa jacobsoni in honeybee colonies containing sealed brood, **Apidologie**, 19 (2): 117-130.
- Kumova, U. 1986. Ballarda Kalite Kontrolü. **Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**. 1 (3): 12-26. Adana
- Kumova, U., Korkmaz, A. 1998. Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) Topladığı Polenin Özellikleri ve Kullanım Olanakları. **TKV Teknik Arıcılık Dergisi**. Sayı: 61. 2-11. Ankara.
- Kumova, U. 1999. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinde Varroa jacobsoni'nin Kontrolünde Amitraz'ın Yeni Bir Uygulama Şeklinin Etkinliğinin Araştırılması. **Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**. 14 (3): 7-14. Adana.
- Kumova, U. 2001. The Investigation on Effects of Some Chemicals Used to Control Varroa jacobsoni in Turkey. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**. 25 (4): 597-603. Ankara.
- Kumova, U. 2003. Varroa ile Mücadele Yöntemleri. **Marmara II. Arıcılık Kongresi Bildirileri**. 28-30 Nisan 2003. Yalova.
- Kumova U. 2005. **Kaliteli ve Sağlıklı Bal Üretiminde Yapılması Gerekenler**. Ekin Bülteni. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Adana Şubesi Yayınları, Temmuz, 22:11, Sayfa:2-4. Adana.
- Lee, D.C., Lee, S.Y., Cha, S.H., Choi, Y.S. and Rhee, H.L., 1999. Characteristics of native bee honey harvested in Kangwonarea. **Korean Journal of Food Science and Technology**, 29:6, 1082-1088.
- Legg, D.R., Baumgartner, A., Salter, R. and Wheeler, A., 2003. ROSA (Rapid One Step Assay ) for antibiotics in Honey. **Apiacta**, 38: 207-217.
- Lodesani, M., Pellacani, A., Bergomi, S., Carpana, E., Rabitti, T., Lasagni, P., 1992. Residue determination for some products used against varroa infestation in bees. **Apidologie**, 23, 257-272.
- Louveaux, J., Maurizio, A. and Vorwohl, G., 1978. International Commission for bee botany of IUBS. Methods of melissopalynology. **Bee world**, 59,139-157.
- Martel, A.C. and Zeggane, S., 2002. Determination of acaricides in honey by high performance liquid cromotography with photodiode array dedection. **Journal of Cromotography A**, 954 (1-2) p: 173-180.
- Martel A.C. and Zeggane S., 2003. HPLC determination of sulfathiazole in French honeys, **J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol.** 26, 953-961.
- Martel, A.C., Zeggane, S., Drajnudel, P., Faucon, J.P. and Aubert, M., 2006. Tetracycline residues in honey after hive treatment. **Food Additives and Contaminants**, 23:3, 265-273 (9).
- Martinez Gomez, M.E., Guerra Hernandez, E., Montilla Gomez, J.Y. and Molins Marin, J.L., 1993. Physicochemical analysis of Spanish commercial Eucalyptus honeys. **J of Apic. Res.**, 32(3/4): 121-126.
- Maudens, K.E., Zhang, G.F., Lambert, W.E., 2004. Quantitative analysis of twelve sulphonamides in honey after acidic hydrolysis by high-performance liquid chromatography with post-column derivatization and fluorescence detection, **Journal of Chromatography**, 1047: 85-92.
- Maurizio, A., 1951. Pollen Analysis of honey. **Bee World**. 32, 1-5.

- Maver, L. and Poklukar, J., 2003. Coumaphos and amitraz residues in Slovenian honey. **Apiacta**, 38: 54-57.
- Menkissoğlu Spiroudi, U., Diamantidis, G.C., Georgiou, V.E. and Thrasyvoulou, A.T., 2000. Determination of malathion, coumaphos, and fluvalinate residues in honey by gas chromatography with nitrogen-phosphorus or electron capture detectors. **J.A.O.A.C. int.**, 83 (1): 178-182.
- Moar, N.T., 1985. Pollen analysis of New Zealand honey. **New Zealand Journal of Agricultural research**, 28: 39–70.
- Muller, H.G. and Tobin, G., 1980. **Nutrition and Food Processing**. Avi-American Edition, The avi publishing company, Inc. Westport, connecticut, USA. 302 pp.
- Mutinelli, F. and Rademacher, E., 2003. The use of drugs control varroosis in honey bee colonies ve European legislation the current situation, **Apiacta**, 84 (2): 55-59.
- Münstedt, T., Rademacher, E. and Petz, M., 2005. HPLC, CHARM II ve ELISA: Advantages and disadvantages for the analysis of tetracyclines in honey. **Apiacta**, 40:5-9
- O'Neal, R.J. and Waller, G.D., 1984. On the pollen harvest by the honey bee (*Apis Mellifera* L.) near Tucson, Arizona. **Desert Plants**, 6: 2, 81-94.
- Pang, G.F., Fan, C.L., Liu, Y.M., Cao, Y.Z., Zhang, J.J., Fu, B.L., Li, X.M., Li, Z.Y. and Wu Y.P., 2006. Multi-residue method for the determination of 450 pesticide residues in honey, fruit juice and wine by double-cartridge solid-phase extraction/gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. **Food Additives and Contaminants**, 23(8):777–810
- Paulson, G.D., Fiel, V.J., Giddings, J.M., Lamoreux, C.H., 1992. Lactose conjugation of sulphonamide drugs in the lactating dairy cow, **Xenobiotica**, 22: 925-939.
- Pehlivan, S., Özler, H. ve Bayrak, F., 2003. Türkiye'deki Salicaceae ve Aceraceae familyalarının bazı türlerinin polen morfolojileri ve toplam protein analizleri. **Mellifera**, 3,5: 23-29.
- Persano Oddo L., Piazza M.G. and Pulcini P., 1999. Invertase activity in honey, **Apidologie**, 30, 57-65.
- Petrovi, Z.T., Mandi, M.L., Grgi, J. and Grgi, Z., 1994. Ash and chromium levels of some types of honey. **European Food Research and Technology**.198:1, p 36-39.
- Pineiro, A.P., 2003. Residues control in Cuban honey. **Apiacta**, 38: 58-62.
- Piazza, M.G., Accorti, M. and Persano Oddo, L., 1991. Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. **Apicultura**, 7, 51-63.
- Porrini, C., Sabatini, A.G., Girotti, S., Ghini, S., Medrzycki, P., Grillenzoni, F., Bortolotti, L., Gattavecchia, E. and Celli, G., 2003. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. **Apiacta**, 38: 63-70.
- Posyniak, A., Zmudzki, J., Niedzielska, J., Sniegocki, T. and Grzebalska, A., 2003. Sulfonamide residues in honey. Control and development of analytical procedure. **Apiacta**, 38: 249-256.
- Ramirez Cervantes, M A, Gonzales Novelo, S A. and Saur Duch, E., 2000. Effect of the temporary thermic treatment of honey on variation of the quality of the same during storage. **Apiacta**, 35(4): 162–170
- Reybroeck, W., 2003. Residues of antibiotics and sulphonamides in honey on the Belgian Market, **Apiacta**, 28, 23-30.
- Rodriguez Otero, J.L., Paseiro, P., Simal, J., Terradillos, L. and Cepeda, A., 1995. Silicon, phosphorus, sulphur, chlorine and ash contents of Spanish commercial

- honeys. **Z. Lebensm Unters Forsch**, 200 (3):233-4
- Rodrigues, A.C.L., Marchini, L.C., De Carvalho, C.A.L., 1998. Analyses of honey from *Apis mellifera* L. and *Tetragonisca angustula* collected in Piracicaba, SP, Brazil. **Revista de Agricultura Piracicaba**, 73: 3, 255-262.
- Rosenblat, G., Angonnet, S., Gorosit, A., Tabak, M. and Neeman, I., 1997. Antioxidant properties of honey produced by bees fed with medical plant extracts. **International Conference on Bee Product: Properties. Applications and Apitherapy**, P: 49. Israel
- Russo Almeida, P.A., 1997. Honey of transmontane Terra Quente. Some chemical parameters of honey from transmontane Terra Quente. OT: Mel da Terra Quente transmontana. Caracterizacao de alguns parametros quimicos do mel da Terra Quente transmontana. **Apicultor**., 5: 16, 29-35.
- Russo, M.V. and Neri, B., 2002. Fluvalinate residues in honey by capillary gas chromatography electron capture detection mass spectrometry. **Chromatographia**, 55, p.607-610.
- Sabatini, A.G., Marcazzan, G.L., Colombo, R. and Arculeo, P., 1995. Loquat honey produced in Sicily. OT: Il miele di nespolo del Giappone prodotto in Sicilia. **Apicoltura**. 10, 59-69.
- Sabatini, A.G., Carpana, E., Serra, G. and Colombo, R., 2003. Presence of acaricides and antibiotics in samples of Italian honey. **Apiacta**, 38: 46-49.
- Sakata, S.K., Taniguchi, S., Rodrigues, D.F., Urano, M.E., Wandermuren, M.N., Pellizari, V.H., Comasseto, J.V., 2005. Development of a static headspace gas chromatographic/mass spectrometric method to analyze the level of volatile contaminants biodegradation. **Journal of Chromatography A**, 1048:1, 67-71.
- Salter, R., 2003. Charm II system, comprehensive residue analysis system for honey. **Apiacta**, 198-206.
- Saridaki Papakonstadinou, M., Andredakis, S., Burriel, A., Tsachev, I., 2006. Determination of tetracycline residues in greek honey. **Trakia Journal of Sciences**, 4:1, pp 33-36.
- Seijo, M.C., Aira, M.J., Iglesias, M.I. and Jato, M.V., 1994. Foraging activity of the honey bee on *Actinidia deliciosa* Chev. as shown by pollen analysis. OT: L'activite d'affouragement de l'abeille domestique sur *Actinidia deliciosa* Chev. comprise a la lumiere de l'analyse pollinique. **Grana**, 33:4-5, 286-291.
- Selçukoğlu, E., 1999. **Çukurova Bölgesinde toplanan bal örneklerinde amitraz ve fluvalinat kalıntılarının belirlenmesi**. Ank. Üniv. Sağlık Bil. Enst. Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara
- Serper, Ö. ve Aytaç, M., 2000. **Örnekleme**. Ezgi Kitapevi. 2/2000 s:190. Bursa.
- Silici, S. ve Tolon, B., 2002. Further chemical and palynological properties of some unifloral Turkish honeys. **The First German Bee Products and Apitherapy Congress**, Passau, Germany, March 23-27. 61p.
- Silici, S., 2004. Türkiye'nin farklı bölgelerine ait bal örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri. **Mellifera**, 4-7:12-18.
- Skroekki, A. and Ruottinen, L., 1999. Sugar composition, hydroxymethyl furfural concentration and diastase activity in Finnish honey. **Deutsche Lebensmittel Rundschau**, 90 (11) 359-360.
- Somerville, D.C. ve Nicol, H. I., 2002. Mineral content of honey beecollected pollen from southern New South Wales. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 42 (8) 1131-1136.

- Sorkun, K., Güner, A., Vural, M. 1989. Rize ballarında polen analizi. **Doga Türk Botanik Dergisi**, 13(3):547-554.
- Sorkun, K. ve Doğan, C., 2002. Türkiye'de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde 10 gram baldaki toplam polen sayısının (TPS) önemi. **Mellifera**, 2 (3) 34-38.
- Sorkun, K., Doğan, C., Başoğlu, N., Gümüş, Y., Ergün, K., Bulakeri, N. ve Işık, N., 2003. Türkiye'de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikroskopik analizler. **Mellifera**, 2, (4) (27-32)
- Sönmez, R. ve Altan, Ö., 1992. **Teknik Arıcılık**. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Basımevi Yay., No: 499. Bornova. İZMİR.
- Suer, B. ve Sorkun, K., 2003. Bursa'nın Narlıdere, Cumalıkızık ve Baraklı yörelerinden (*Apis mellifera* L.) tarafından toplanan polenlerin organoleptik analizi. **Mellifera**, 3-6:9-15.
- Sulbaran de Ferrer B., Ojeda de Rodriguez, G., Pena, J., Martinez, J. and Moran, M., 2004. Mineral content of the honey produced in Zulia state, Venezuela. **Arch Latinoam Nutr.**, 54 (3):346-8.
- Sunay, E.A., Altıparmak, Ö., Doğaroğlu, M ve Gökçen, J., 2003. Türkiye ve Dünya'da bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar. **II. Marmara Arıcılık Kongresi**, 28-30 Nisan 2003. Yalova.
- Sunay, A.E. 2006. Balda antibiyotik kalıntısı sorunu, **Uludağ Arıcılık Dergisi**, 4:2, 43-148.
- Szerletics Turi, M. and Szalai Matray, E., 2003. Honey and wax analysis for acrinathrin residues. **Apiacta**, 38:34-39.
- Sahinler, N., Sahinler, S. ve Gül, A. 2001. Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi. **MKU Zir. Fak. Derg.**, 6 (1-2): 93-108.
- Şahinler, N. ve Gül, A., 2004. Yayla ve Ayçiçek Ballarının Biyokimyasal Analizi. **4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi**, 01-03 Eylül 2004. Isparta
- Şahinler, N., Şahinler, S. ve Gül, A., 2004. Biochemical Composition of Honeys Produced in Turkey. **J. of Apic. Res.**, 43 (2):53-56.
- Şahinler, N. ve Gül, A., 2005. Effects of heating and storage on honey hydroxy methylfurfural and diastase activity. **Journal of Food Technology**, 3 (2),152-157
- Şahinler, N. ve Güler, A., 2006. Avrupa Birliği sürecinde önemli bir ihracat ürünümüz olan bal; üretim ve pazarlama aşamasındaki sorunlar ve çözüm önerileri. **Gıda Teknolojisi Dergisi**, 10 (8), 108-116
- Sahinler, N., 2007. The Effects of heating and storage on hydroxy methylfurfural and diastase activity of different Turkish honeys. **J. of Apic. Res.**, 46 (1):36-41.
- Şengonca, M. ve Temiz, I., 1981. **İzmir ve çevresinde üretilen balların yapı özellikleri üzerine bir araştırma**. E.Ü. Zir. Fak. Basımevi. İzmir, 36 pp.
- Taber, S., 1973. Influence of pollen location in the hive on its utilization by the honey bee colony. **J. Apic. Res.**, 12 (1): 17-20
- Taddia, M., Musiani, A. ve Schiavi, S., 2004. Determination of heavy metals in honey by zeeman electrothermal atomic absorption spectrometry. **Annalia di Chimica**, 94: 1-2 , p.107 – 111
- Takenaka, T., Echigo, T.,1974. Changes in enzyme activity during the storage of honey. **Bulletin of the Faculty of Agriculture**, Tamagawa University no 14:19–25
- Tananaki, C., Thrasyvoulou, A. and Menexes, G., 2005. Absorption of volatile compounds in honey from stored spices. **J. of Apic. Res.**, 44: 2, pp. 71-77
- Tatsuno, T., Shirotori, T., Iwada, M. and Kawashiro, I., 1968. Determination of

- harmful metals in foods, 8. lead and copper content in honey, **Eisei Kagaku**, 14 (6): 327-329.
- Thawley, A.R., 1969. The Components of honey and their effects on it's properties, A Review, **Bee World**, 50 (2): 51-60.
- Terrab A., Diez, M.J. and Heredia, F.J., 2003. Palynological, physico-chemical and colour characterization of Moroccan honeys: I. River red gum (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) honey. **International Journal of Food Science and Technology**, 38: 4, 379-386.
- Terrab, A., Recamales, A.F., Gonza'lez Miret, M.L. and Heredia, F.J., 2005. Contribution to the study of avocado honeys by their mineral contents using inductively coupled plasma optical emission spectrometry. **Food Chemistry**, 92: 305-309.
- Terrab, A., Hernanz, D. and Heredia F.J., 2005a. Inductievly coupled plasma optical emission spectrometric determination of minerals in thyme honeys and their contribution to geographical discrimination. **J. Agric. Food Chem.**, 52, 3441-3445.
- Terrones, S.C., Carretero, A.S. Giovanni Dineli, S.B. and Gutiérrez, A.F., 2007. Determination of tetracycline residues in honey by CZE with ultraviolet absorbance detection. **Electrophoresis**. 28, 2882-2887.
- Tetik,  ., 1968. **Yerli, Tabii S zme Ballarımızı Besleyici Değeri ve Gıda T z ğ  Y n nden Kimyasal Bileşimleri  zerine Araştırmalar**. Yargıçoğlu Matbaası, Ankara.
- Tsipi, D., Triantafyllou, M. and Hiskia, A., 1999. Determination of organochlorine pesticide residues in honey, applying solid phase extraction with RP-C18 material. **Analyst**, 124, 473-475
- Tüylü, A. . ve Sorkun, K., 2004. Bursa yöresinden *Apis mellifera* L. tarafından toplanan ve ekonomik önemi olan polenlerin organoleptik analizi. **Mellifera**, 4-8 : 6-12
- Tolon, B., 1999. **Muğla ve Yöresi  am Ballarının Biyokimyasal  zellikleri  zerine Bir Araştırma**. Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst.117 s İzmir.
- Tolon, B. ve Altan,  ., 1996. Bal arılarında besin toplama davranışları. **E. . Zir. Fak. Derg.**, 33 (1): 185-191.
- Tolon, B. and Wallner, K., 1999. Varroacide use in Turkey and their residues on pine honey. **Apimondia'99 36<sup>th</sup> Congress**, 12-17 September, Vancouver, 267, Canada.
- Tong, S., Morse, R., Bache, C. and Lisk, D., 1975. Elemental analysis of honey as an indicator of pollution. **Archives Environ Health J.**, 30:329-332.
- Tutkun, E. ve  nci, A., 1992. Bal Arısı Zararlıları ve Hastalıkları. Demircioğlu Matbaacılık, Ankara, s. 156.

- Uludağ, R., 2008. **Ege Bölgesinde Tüketime Sunulan Ballarda Sulfonamid Kalıntılarının Araştırılması**. Doktora Tezi. Andan Menderes Üniv., Sağlık Bil. Enst., Aydın, s.75.
- Ünal, C. ve Küplülü, Ö., 2006. Chemical quality of strained honey consumed in Ankara. **Ankara üniv. Vet. Fak. Dergisi**, 53, 1-4.
- Ünlü, E., 1994. **Bursa’da Pazarlanan Ballar Üzerine Kimyasal ve Palinolojik Araştırmalar**. Uludag Üniv. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Bursa. S.72.
- Üren, A., Şerifoğlu, A. ve Sarıyahya, Y., 1998. Distrubution of elements in honeys and effect of a thermoelectric power plant on the element contents. **Food Chem.**, 61, 185-190.
- Viñas, P., Balsalobre, N., Erroz, C.L., Córdoba, M.H., 2004. Liquid chromatography with ultraviolet absorbance detection for the analysis of tetracycline residues in honey. **Journal of Chromatography A**, 1022 (2004) 125–129
- Volante M, Cattaneo M, Bianchi M and Zoccola G., 1998. Some Application of solid phase micro-extraction (SPME) in the analysis of pesticide residues in food. **J Environ Sci Health**, 33(3):279-92.
- Wallner, K., 1999. Residues of Varroacides in honey, bees wax and propolis. Coordination in Europe of integrated control of varroa mites in honey bee colonies. <http://www.apis.admin.ch/english/host/pdf/alternativ/Schlussbericht.pdf>.
- Waliszewski, S.M., Padio, V.T., Waliszewski, K.N., Ochoa A. and Infanzon, R.M., 1998. A rapid and low cost monitoring method for fluvalinate determination in honey. **J Sci Food Agric.**, 77, 149-152
- Wan, G.H., Cui, H., Zheng, H.S., Zhou, J., Liu, L.J. and Yu, X.F., 2005. Determination of tetracyclines residues in honey using high-performance liquid chromatography with potassium permanganate, sodium sulfite,  $\beta$ -cyclodextrin chemiluminescence detection. **Journal of Chromatography B**, 824, 1-2, p. 57-64.
- Weigel, S., Gatermann, R. and Harder, W., 2005. Screening of honey for residues of antibiotics by an optical biosensor. **Apiacta**, 40, p: 63-69.
- Wen, H.M., Chern J.C., Chen, S.H., Wen H.M., Chern J.C., 1995. Quality survey of commercial honey products. **Journal of Food and Drug Analysis**. 3: 4, 295-305.
- White, J.W.JR., Riethof, M.L. and Kushnir, L., 1961. Composition of honey. VI. The effect of storage on carbohydrates, acidity and diastase content. **Journal of Food Science**, 26: 63–66.
- White, J.W.Jr., Riethof, M.L., Subers, M.H. and Kushnir, L., 1962. Composition of American honey, **Tech Bull.U.S. Dep.Agric**, A.A. 655/63, 1261:124p
- White, J.W. Jr., 1975. Composition of honey. **in: honey a comprehensive Survey (Eva Crane, editör)**. Haneman, London. pp.157-206.
- White, JR, W., 1984. **Honey**. The Hive and Honey Bee (7 th ed) Dadant and Sons, Hamilton, IL.USA, : 491-530.
- White, J. W., 1994. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. **Bee World**, 75, 104-117.
- Yaniv, Z. and Rudich, M., 1996. Medicinal herbs as a potential source of high quality honeys. (A. Mizrahi, Y. Lensky, Editors). In: **Bee products**. Plenum Press, New York, NY, USA, pp. 77–81.
- Yılmaz, H. ve Kufrevioğlu, I., 2000. Composition of honeys collected from eastern and south-eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. **Türk J. Agric For.**, 25: 347-349 pp.
- Yılmaz, H. ve Yavuz, Ö., 1999. Content of some trace metals in honey from south-eastern Anatolia. **Food Chem.**, 65, 475–476.



## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve çalıőmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, değerli fikir ve katkılarıyla ışık tutan ve yönlendiren danışman hocam, Sayın Doç.Dr. Nuray ŞAHİNLER'e (Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Zootekni Anabilim Dalı), Doktora tez izleme komitesinde bulunan hocalarım sayın Prof.Dr. Ulviye KUMOVA (Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Zootekni Anabilim Dalı), Yrd.Doç.Dr. Halil YENİNAR'a (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Zootekni Anabilim Dalı), İstatistik konularında yardımlarını gördüğüm değerli hocam Doç.Dr. Suat ŞAHİNLER'e (Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Zootekni Anabilim Dalı) manevi desteğini her zaman hissettiğim aileme, kalıntı analizleri konusunda yardımlarını esirgemeyen yüksek veteriner Ramazan ULUDAĞ'a (Bornova Veteriner Araştırma Enstitüsü), pestisit kalıntıları konusunda yardımlarını esirgemeyen baőtta müdür Yrd.Doç.Dr. M.Kemal SANGÜN olmak üzere MKU FAM laboratuvar çalıőanlarına, örnek toplama esnasında yardımlarını esirgemeyen ölkemiz arıcıları ve arıcı birlik başkanlarına, tezimin hazırlanması aşamasında fikir alışveriőinde bulunduğum bölüm hocalarıma sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

## ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Malatya'nın Dilek Kasabasında doğdum. İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Dilek kasabasında tamamladıktan sonra 1995 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünü kazandım ve aynı yıl lisans öğrenimime başladım. 1999 yılında aynı Fakülteden Ziraat Mühendisi olarak mezun oldum. 27 Ağustos 1999'da Ardahan Valiliği AKGEV'e (Ardahan İlini Kalkındırma ve Geliştirme Vakfı) bağlı arıcılık şirketinde Mühendis olarak çalışmaya başladım. 2000 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesinin açmış olduğu Araştırma Görevliliği sınavını kazanarak aynı yıl Zootečni Bölümü Hayvan Yetiştirme ve İslahı Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladım. Temmuz 2003 tarihinde "**Hatay Yöresi Koşullarında Muğla (*Apis Mellifera anatoliaca*), İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) ve Karniyol (*Apis mellifera carnica*) Arı Genotiplerinde Bazı Fizyolojik ve Davranışsal Özelliklerin Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma**" başlıklı tez çalışması ile yüksek lisans öğrenimimi tamamladım. Aynı yıl doktora eğitimine başladım ve 2008 yılında "**Türkiye'de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması**" başlıklı tez çalışması ile doktora eğitimimi tamamladım. Halen Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünde Araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım.

## EK 1.

BAL ÖRNEK BİLGİLERİ		ACIKLAMALAR
Adı Soyadı		
Tel		
İl		
İlçe		
Rakım		
Hakim Bitki Florası		
Arı Genotipi		
İlaçlama Durumu		
Üretim Tarihi		
Bal Çeşidi		
Arıcılık Faaliyeti (Sabit / Gezginci)		
Kovan Sayısı		
Arıcının balı depoladığı kap çeşidi (Örnek alınan balın bulunduğu kap çeşidi)		
Arıcının bala ısıtma işlemi uygulayıp uygulamadığı		
Kolonilerin beslenme durumu		
Arı hastalık ve zararlılarına karşı ilaçlama yapıp yapmadığı, yapmışsa hangi dönemde yaptığı		
Arılığın Sanayii Bölgesine Yakınlığı		
Hakim Rüzgar Yönü		