



T.C.
OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ekrem GÜNARSLAN

**VAN YÖRESİ BALLARININ
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE
BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN
TESPİT EDİLMESİ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

OSMANIYE – 2015

**T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**VAN YÖRESİ BALLARININ FİZİKOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN
TESPİT EDİLMESİ**

Ekrem GÜNARSLAN

**BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**OSMANİYE
AĞUSTOS-2015**

TEZ ONAYI

VAN YÖRESİ BALLARININ FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTESİNİN TESPİT EDİLMESİ

Ekrem GÜNARSLAN tarafından Prof. Dr. Zeynep ULUKANLI danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji** Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Zeynep ULUKANLI
Biyoloji Anabilim Dalı, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Ahmet İLÇİM
Biyoloji Anabilim Dalı, Mustafa Kemal Üniversitesi

Üye: Yrd. Doç. Dr. Bahri Devrim ÖZCAN
Biyoloji Anabilim Dalı, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ali GÜRTEN
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu Çalışma OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: OKÜ.BAP.2014-PT3-013

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Ekrem GÜNARSLAN

ÖZET

VAN YÖRESİ BALLARININ FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Ekrem GÜNARSLAN
Yüksek Lisans, Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Zeynep ULUKANLI

Ağustos 2015, 149 sayfa

Van ilçeleri ballarının polen analizleri sonucunda 18 familyaya ait 45 takson teşhis edilmiştir. Ballarda dominant polen çeşidi tespit edilememiştir. Çatak I (*Centaurea* sp. ve *Astragalus*) Çatak II (*Astragalus* sp.), Çatak III (*Astragalus* sp.), Muradiye (*Astragalus* sp.), Çaldıran (*Eremurus* sp.) ve Erciş (*Astragalus* sp.) ballarının multifloral kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Ballarda incelenen fizikokimyasal parametrelerin en düşük-en yüksek ve ortalama değerleri tespit edilmiştir; pH (3,44-3,94 (3,62); toplam asitlik (meq/kg) 13,1-21,8 (18,0±0,09); elektriksel iletkenlik (mS/cm) 0,12-0,34 (0,17); briks (%) 80,7-81,45 (81,7±0,07); nem miktarı (%) (14,8-16,53 (15,49±0,1), HMF (mg/100g) (6,20-14,33 (10,21±0,42); L değeri (37,90-51,08 (43,0±1,58); a değeri (-2,94-0,36 (-1,07±0,68); b değeri (5,27-11,07 (8,7±0,87); fenol miktarı (mg/100ml) (20,57-38,71 (28,15±0,43); flavanoid miktarı (mg/100ml) (8,01-9,87 (9,03±0,22); karotenoid miktarı (mg/kg) (0,62-1,14 (0,78±1,14) ve askorbik asit miktarı (mg/l) (0,50-1,59 (1,00±0,01). Test edilen tüm balların doz artışına bağlı olarak *S. aureus* ATCC 29213, *S. aureus* ATCC BAA977, *E. hormaechei* ATCC 700323, *E. coli* ATCC 25922, *K. pneumoniae* ATCC 700603'e karşı antibakteriyel etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bal örneklerinin antioksidan aktivitelerinin (DPPH ve FRAP) sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bal, polen, serbest, asitlik, elektriksel iletkenlik

ABSTRACT

DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF HONEY SPECIMENS FROM VAN REGION

Ekrem GÜNARSLAN
PhD / M.Sc., Department of Biology
Supervisor: Prof. Dr. Zeynep ULUKANLI

August. 2015, 149 pages

A total of 45 taxon belongs to 18 family were identified on the basis of the pollen analyses of the honey samples from Van region. The dominant pollens were not determined in any of the samples. Honey from Çatak I (*Centaurea* sp. and *Astragalus*) Çatak II (*Astragalus* sp.), Çatak III (*Astragalus* sp.), Muradiye (*Astragalus* sp.), Çaldıran (*Eremurus* sp.) and Erciş (*Astragalus* sp.) were classified as the multifloral origin. The lowest and highest values of the physicochemical parameters determined in honey samples as follows; pH (3,44-3,94 (3,62); total acidity (meq/kg) (13,1-21,8 (18,0±0,09); electrical conductivity (mS/cm) (0,12-0,34 (0,17); brix (%) 80,7-81,45 (81,7±0,07); moisture content (%) (14,8-16,53 (15,49±0,1); HMF (mg/100g) (6,20-14,33 (10,21±0,42); L value (37,90-51,08 (43,0±1,58); a value (-2,94-0,36 (-1,07±0,68), b value (5,27-11,07 (8,7±0,87); phenol content (mg/100ml) (20,57-38,71 (28,15±0,43); flavanoid content (mg/100ml) (8,01-9,87 (9,03±0,22); carotenoid content (mg/kg) (0,62-1,14 (0,78±1,14); ascorbic acid content (mg/l) (0,50-1,59 (1,00±0,01). All tested honey samples showed dose dependent antibacterial activity against *S. aureus* ATCC 29213, *S. aureus* ATCC BAA977, *E. hormaechei* ATCC 700323, *E. coli* ATCC 25922, *K. pneumoniae* ATCC 700603. Honey samples also possessed antioxidant activities (DPPH and FRAP).

Key Words: Honey, pollen, free, acidity, electrical conductivity

Sevgili Aileme...

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca beni bilimselliğe yönlendiren, karşılaştığım sorunlarda çözüm yolları bulmamda bana yardımcı olan ve bana her konuda bilgi ve deneyimini esirgemeyen ve aktaran Sayın Hocam Prof. Dr. Zeynep ULUKANLI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ballardan polen preparatlarının hazırlanması, sayımları ve teşhislerinde beni bilgilendiren ve bana kılavuzluk eden Yardımcı Danışman hocam olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Menderes ÇENET'e, balların fiziksel, kimyasal ve antioksidan testlerinde değerli bilgi birikimlerini ve desteğini esirgemeyen ve deneysel çalışmalarımın her basamağında bana büyük destek veren Gıda Mühendisliği Öğretim Üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN hocama ve ayrıca bu deneysel süreçler esnasında bana her konuda destek veren Sayın Araş. Gör. Tülin EKER hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Balların fizikokimyasal analizlerinde bana yardımcı olan Yüksek Lisans Öğrencisi Şahin DOĞANAY'a ve Mikrobiyoloji analizlerinde bana destek veren Yüksek Lisans Öğrencisi Cercis Salih DEMİRCİ ve Leyla ACAR'a ve sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde bana yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Gökhan SEZER ve antioksidan deneylerinde bana destek veren Sayın Arş. Gör. Fuat BOZOK hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilimsellik konusunda tecrübe edinmemde ve bana çeşitli konularda desteğini esirgemeyen Biyoloji Bölümü Öğretim Üyeleri Sayın Yrd. Doç. Dr. Bahri Devrim ÖZCAN ve Sayın Prof. Dr. Hüsniye Aka SAĞLIKER hocalarıma çok teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarım esnasında bana her konuda destek veren Eşim Sultan GÜNARSLAN ve kızkardeşim Seyran GÜNARSLAN'a çok teşekkürlerimi sunarım. Ve beni her konuda destekleyen ve benim bugünlere gelmemde emeğini ve desteğini esirgemeyen Sevgili Anneme ve Babama ve tüm kardeşlerime sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çiçek ve Anatomik Yapısı	1
1.2 Polen ve Bal Arıları Arasındaki Etkileşim.....	1
1.3 Balın Oluşumu ve Gruplandırılması.....	4
1.4 Balın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	8
1.4.1 pH Değeri.....	8
1.4.2 Briks Derecesi.....	9
1.4.3 Toplam Asitlik	9
1.4.4 Elektriksel İletkenlik.....	9
1.4.5 Renk	10
1.4.6 Nem Miktarı.....	11
1.4.7 Şekerler	12
1.4.8 Kül Miktarı	13
1.4.9 Amino Asitler	13
1.4.10 Vitaminler	14
1.4.11 Hidroksimetilfurfural (HMF).....	14
1.4.12 Enzimler.....	14
1.4.13 Diastaz Aktivitesi.....	16
1.4.14 Fenol ve Flavonoid	16
1.4 Antioksidantlar	17
1.5 Antimikrobiyal Aktivite	18

1.6 Tezin Amacı	20
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	60
3.1 Bal Örnekleme Alanı Olan Van ilinin Coğrafik Durumu	60
3.1.1 Van İlinin Topoğrafyası, İklim ve Meteorolojik Verileri	63
3.1.2. Van İli Florası	63
3.1.2 Bal Örneklerinin Toplanması.....	66
3.2 Polen Analizleri	66
3.2.1 Polen Preparatlarının Hazırlanması, Mikroskopta İncelenmesi ve Polenlerin Teşhisi	66
3.3 Baldaki Fizikokimyasal Parametreler	67
3.3.1 pH.....	67
3.3.2 Toplam Asitlik	67
3.3.3 Nem Tayini	68
3.3.4 Elektriksel İletkenlik Tayini	68
3.3.5 Suda Çözünebilir Kuru Madde (Briks %)......	68
3.3.6 Hidroksimetilfurfural (HMF).....	70
3.3.7 Renk Analizi	70
3.3.8 Toplam Fenol Tayini	71
3.3.9 Toplam Flavanoid Tayini.....	71
3.3.10 Toplam Karotenoid Tayini.....	72
3.3.11 Askorbik Asit Tayini	72
3.4 DPPH Yöntemi.....	75
3.5 FRAP Yöntemi	75
3.6 Antimikrobiyal Aktivite Testi	77
3.6.1 Test Mikroorganizmaları	77
3.6.2 Antimikrobiyal Aktivite Deneyinde Kullanılan Besiyerleri ve Bileşenleri.....	78
3.6.3 Bal Solüsyonlarının Hazırlanışı	79
3.6.4 Oyuk Agar Yöntemi.....	79
3.7 İstatistik Analizler.....	80
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	81
4.1 Balların Polen Analiz Sonuçları	81
4.1.1 Çatak I Balının Polen Analiz Sonuçları.....	81
4.1.2 Çatak II Balının Polen Analiz Sonuçları.....	81

4.1.3 Çatak III Balının Polen Analiz Sonuçları	82
4.1.4 Muradiye Balının Polen Analiz Sonuçları	82
4.1.5 Çaldıran Balının Polen Analiz Sonuçları	83
4.1.6 Erciş Balının Polen Analiz Sonuçları	83
4.2 Fizikokimyasal Analizler	108
4.2.1 Balların pH Değerleri	108
4.2.2 Balların Toplam Asitlik Değerleri	109
4.2.3 Balların Nem Miktarları (%)	110
4.2.4 Balların Elektriksel İletkenlik Değerleri	110
4.2.5 Balların Briks (%) Değerleri	111
4.2.6 Balların HMF Değerleri	112
4.2.7 Balların Lab Değerleri	113
4.2.8 Balların Fenol Miktarı	114
4.2.9 Balların Flavanoid Miktarı	114
4.2.10 Balların Karotenoid Miktarı	115
4.2.11 Balların Askorbik Asit Miktarı	115
4.3 Balların Antioksidan Aktivitesi	116
4.3.1 DPPH	116
4.3.2 FRAP	117
4.4 Balların Antimikrobiyal Etkinlikleri	127
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	135
KAYNAKLAR	140
ÖZGEÇMİŞ	149

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Arıların faydalandığı flora kaynaklarına ve pazarlama tipleri ve satış biçimlerine göre petekli balların gruplandırılması	6
Çizelge 1.2. Bal'da bulunan enzimler ve fonksiyonları.....	15
Çizelge 1.3. Biyolojik bakımından önemli reaktif oksijen ve azot türleri	19
Çizelge 2.1. Portekizde yapılan bal çalışması.....	21
Çizelge 2.2. Fas'ta yapılan bal çalışması	24
Çizelge 2.3. Hindistan'da yapılan bal çalışması	25
Çizelge 2.4. Hindistan, Brezilya, İspanya ve Venezuela'da yapılan bal çalışmaları.	26
Çizelge 2.5. İspanya, Çekoslovakya ve Fas'ta yapılan bal çalışmaları.....	28
Çizelge 2.6. Burkina Faso bölgesinde yapılan bal çalışması	29
Çizelge 2.7. Uruguay'da yapılan bal çalışması	30
Çizelge 2.8. Arjantin ve Hindistan'da yapılan bal çalışmaları.....	32
Çizelge 2.9. Türkiye ve Cezayir'de yapılan bal çalışmaları	33
Çizelge 2.10. Polonya'da yapılan bal çalışması.....	35
Çizelge 2.11. Romanya'da yapılan bal çalışması.....	36
Çizelge 2.12. Portekiz'de yapılan bal çalışması.....	37
Çizelge 2.13. Litvanya'da yapılan bal çalışması.....	38
Çizelge 2.14. Küba'da yapılan bal çalışması	40
Çizelge 2.15. Portekiz ve Türkiye'de yapılan bal çalışmaları	41
Çizelge 2.16. Çekoslovakya'da yapılmış olan bal çalışması	42
Çizelge 2.17. İspanya ve Türkiye'de yapılan bal çalışması	44
Çizelge 2.18. Arjantin'da yapılan bal çalışması.....	45
Çizelge 2.19. Suudi Arabistan'da yapılan bal çalışması	46
Çizelge 2.20. Afrika'da yapılan bal çalışması	48
Çizelge 2.21. Afrika, Malezya, Pakistan ve Türkiye'de yapılan bal çalışmaları	49
Çizelge 2.22. Türkiye'de yapılan bal çalışması	50
Çizelge 2.23. Portekiz'de yapılan bal çalışması.....	52
Çizelge 2.24. Brezilya'da yapılan bal çalışması	53
Çizelge 2.25. Yunanistan ve Arjantin'de yapılan bal çalışmaları	54
Çizelge 2.26. Birleşik Arap Emirlikleri'nde yapılan bal çalışması.....	56
Çizelge 2.27. Tunus'da yapılan bal çalışması	57

Çizelge 2.28. Türkiye’de yapılan bazı bal çalışmaları.....	59
Çizelge 3.1. Askorbik asit tayini işlemlerinde takip edilen aşamalar.....	73
Çizelge 3.2. Test mikroorganizmaları.....	77
Çizelge 3.3. Besiyerleri, bileşenleri ve hazırlanışı.....	78
Çizelge 3.4. Bal solüsyonlarının hazırlanışı.....	79
Çizelge 4.1. Çatak I balında bulunan taksonlar.....	84
Çizelge 4.2. Çatak II balında bulunan taksonlar.....	86
Çizelge 4.3. Çatak III balında bulunan taksonlar.....	88
Çizelge 4.4. Muradiye balında bulunan taksonlar.....	90
Çizelge 4.5. Çaldıran balında bulunan taksonlar.....	92
Çizelge 4.6. Erciş balında bulunan taksonlar.....	94
Çizelge 4.7. Tüm ballarda bulunan taksonlar.....	96
Çizelge 4.8. İncelenen ballarda polen çeşitleri ve % değerleri.....	97
Çizelge 4.9. Bal örneklerinde, taksonlara ait sekonder, minör ve eser oranda bulunan polenlerin dağılımı.....	98
Çizelge 5.1. Polen bakımından zengin olan ballar ve sınıflandırılması.....	135
Çizelge 5.2. Balların fizikokimyasal özellikleri.....	136
Çizelge 5.3. Balların antioksidan kapasiteleri.....	137
Çizelge 5.4. Balların antimikrobiyal etkinliklerinin karşılaştırılması.....	138

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Lab renk aralığı	11
Şekil 3.1. Van ili haritası.....	61
Şekil 3.2. Van iline bağlı ilçelerin yüzölçümleri ve rakımları	62
Şekil 3.3. Van iline bağlı ilçelerin il merkezine uzaklıkları.....	62
Şekil 3.4. Van ilinde aylara göre bazı meteorolojik değerler.....	64
Şekil 3.5. Van iline bağlı ilçelerin bitki örtüsü	65
Şekil 3.6. 20 °C’de kırılma indisi ile rutubet oranları arasındaki ilişki	69
Şekil 4.1. Çatak I balında bulunan taksonlara ait polenlerin %’leri.....	85
Şekil 4.2. Çatak II balında bulunan taksonlara ait polenlerin %’leri	87
Şekil 4.3. Çatak III balında bulunan taksonlara ait polenlerin %’leri.....	89
Şekil 4.4. Muradiye balında bulunan taksonlara ait polenlerin %’leri.....	91
Şekil 4.5. Çaldıran balında bulunan taksonlara ait polenlerin %’leri	93
Şekil 4.6. Erciş balında bulunan taksonlara ait polenlerin %’leri	95
Şekil 4.7. Bal örneklerinde, Fabaceae, Caryophyllaceae ve Fagaceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler.....	99
Şekil 4.8. Bal örneklerinde, Asteraceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler.....	100
Şekil 4.9. Bal örneklerinde, Asteraceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler	101
Şekil 4.10. Bal örneklerinde, Rosaceae ve Apiaceae familyasında bulunan taksonlara ait polenler.....	102
Şekil 4.11. Bal örneklerinde, Lamiaceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler	103
Şekil 4.12. Bal örneklerinde, Brassicaceae, Geraniaceae ve Euphorbiaceae familyalarına ait polenler	104
Şekil 4.13. Bal örneklerinde, Poaceae, Boraginaceae ve Caryophyllaceae familyalarına ait polenler	105
Şekil 4.14. Bal örneklerinde, Rhamnaceae, Elaeagnaceae ve Malvaceae familyalarına ait polenler.....	106
Şekil 4.15. Van ilçeleri ballarının pH değerleri.	118
Şekil 4.16. Van ilçeleri ballarının toplam asitlik değerleri.	118
Şekil 4.17. Van ilçeleri ballarının nem miktarları.....	119

Şekil 4.18. Van ilçeleri ballarının elektriksel iletkenlik değerleri.	119
Şekil 4.19. Van ilçeleri ballarının briks değerleri.	120
Şekil 4.20. Van ilçeleri ballarının HMF değerleri.....	120
Şekil 4. 21. Van ilçeleri ballarının L değerleri.....	121
Şekil 4.22. Van ilçeleri ballarının a değerleri.	121
Şekil 4.23. Van ilçeleri ballarının b değerleri.	122
Şekil 4.24. Van ilçeleri ballarının fenol değerleri.....	122
Şekil 4.25. Van ilçeleri ballarının flavanoid değerleri.....	123
Şekil 4.26. Van ilçeleri ballarının karotenoid değerleri.....	123
Şekil 4.27. Van ilçeleri ballarının askorbik asit değerleri.....	124
Şekil 4.28. Van ilçeleri ballarının DPPH aktiviteleri.....	125
Şekil 4.29. Van ilçeleri ballarının FRAP aktiviteleri.....	126
Şekil 4.30. Van ilçeleri ballarının <i>S. aureus</i> 29213'e karşı antibakteriyel etkileri. .	130
Şekil 4.31. Van ilçeleri ballarının <i>S. aureus</i> BAA'e karşı antibakteriyel etkileri....	131
Şekil 4.32. Van ilçeleri ballarının <i>E. hormaechei</i> 'ye karşı antibakteriyel etkileri..	132
Şekil 4.33. Van ilçeleri ballarının <i>E. coli</i> 'ye karşı antibakteriyel etkileri.....	133
Şekil 4.34. Van ilçeleri ballarının <i>K. pneumoniae</i> 'ye karşı antibakteriyel etkileri..	134

SİMGELER VE KISALTMALAR

ATCC : Amerikan Kültür Koleksiyonu

°C : santigrat

cm: santimetre

DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

EU: Ege Üniversitesi

FRAP: Fe (III) indirgeme kapasitesi

g: gram

HMF: Hidroksimetil furfural

Kcal: Kilokalori

km: kilometre

lt: litre

m: metre

mg: miligram

µg: mikrogram

µS: mikrosimens

µS: mikrosimens

µm: mikrometre

ml: mililitre

mm: milimetre

mM: milimolar

mmol: milimol

nm: nanometre

rpm: dakikada dönüş hızı

TGK: Türk Gıda Kodeksi

TSE: Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

1.1 Çiçek ve Anatomik Yapısı

Çiçek, uzaması sona ermiş bir çeşit dal olup ya gövde ucunda (terminal), ya da taşıyıcı yaprak koltuğunda kısa sürgün (lateral) halinde bir organdır. Yüksek yapılı bitkilerin üreme hücrelerini içeren, tohumların ve meyvenin oluşumuna sebep olan bu organ temel itibariyle çiçek sapı, çanak ve taç yapraklar, dişi ve erkek organları içermektedir. Çiçek sapı aynı zamanda pedisel olarak tanımlanıp çiçeğin bitki dalına bağlantısınıda sağlamaktadır. Çiçek sapının üst kısmının genişleyerek çiçek tablasını oluşturduğu kısma ise reseptakulum adı verilir ve bu bölgede çiçeğin kısımları bulunmaktadır. Çiçeğin, yeşil kısmı ise çanak yaprak olarak adlandırılır. Çanak yapraklar, çiçek tomurcuk iken iç kısımda bulunan yapıları koruduğu gibi fotosentez yapabilme özelliğinede sahiptir. Bitkilerde bulunan çanak yaprakların hepsine birden kaliks denir. Taç yaprak, çiçeğe güzel görünüm veren renkli ve parlak kısımdır. Erkek ve dişi organları korur. Böcekleri çiçeğe çekerek tozlaşmaya yardımcı olur. Çiçekli bitkilerde taç yaprakların hepsi korolla olarak adlandırılır. Dişi üreme organı, tepcecik, boyuncuk ve yumurtalıktan meydana gelmektedir. Dişi üreme (yumurta) hücresi yumurtalıkta gelişir. Erkek organ olan stamen ise filament (sapçık) ve filamentin ucundaki anter (başçık) denen 2 kısımdan meydana gelir. Anterde bulunan polen keselerinde çok sayıda polen (erkek üreme hücresi) üretilir. Polen tanecikleri tamamen büyüdüğü zaman, anter yarılarak açılır. Anterde bulunan diploid mikrospor ana hücreleri, mayoz bölünme geçirerek haploid mikrosporlar meydana getirirler (4 adet) ve oluşan hücrelerden her birisi bir polen taneciğinin meydana gelmesine sebep olur. Her bir polen taneciği temel olarak büyük bir vejetatif çekirdek (tüp hücresi; polendeki metabolizmayı kontrol eder) ve küçük bir jerm (jeneratif çekirdek); polendeki döllenmeyi sağlayacak üreme) çekirdeği içerir. Polenin çeşitli araçlar ve su, rüzgar, böcekler, kuşlar ve yarasalar gibi vektörler ile taşınıp stigmaya konması tozlaşma olayının meydana gelmesine sebep olmaktadır.

1.2 Polen ve Bal Arıları Arasındaki Etkileşim

Canlılarda temel olarak bulunan makromoleküllerden birisi proteinlerdir. Arılar, temel protein ihtiyaçlarını çiçeklerin erkek organlarında, filamentin üstünde, anter

olarak adlandırılan bir yapı içinde bulunan ve dölleme işlevini sağlayan, polenden temin ederler (Anonim, 2015a).

Bitkiler tarafından salgılanan nektar, bitkinin yaşamını devam ettirmede 2 önemli temel işleve sahiptir: I) besin kaynağı olarak, II) nesillerinin devamı için kendilerini çekici hale getirmede. Biyolojik bir ritim içerisinde gerçekleştirilen nektar oluşumu, bitki ihtiyacına göre arttırabilmekte ya da azaltabilmektedir. Sabah ve akşamın ilk erken saatlerinde nektar salgılama işlevinin, artış gösterdiği fakat bu işlevin, sıcaklık artışına bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir (Sabuncu, vd., 2002).

İşçi arılar (21 günlük), bal yapımı için gerekli olan nektarı toplamak için kendisi amacıyla çekici olan bitkiye gittiği zaman, çiçeğin anterlerinde bulunan polenler, işçi arının vücudunun çeşitli kısımlarındaki değişime uğramış kıllara doğal olarak bulaşmaktadır. İşçi arıların, vücuduna yapışan bu tozları, toplayıp, paket halinde organize ettikleri ve kompakt hale getirmiş oldukları bu paketleri, arka bacaklarında bulunan polen sepetine yerleştirdikleri ve ait olduğu kovana gitmek üzere yolculuğa çıktıkları saptanmıştır (Anonim, 2015a).

Gün boyunca, çiçekten kovana, işçi arının polen taşıma işlevinin 5 ya da 10 kez tekrarlandığı ve toplam olarak kovana taşınan polen hasadının ise 10 ile 30 mg arasında değiştiği bildirilmiştir. Bir arının gelişme sürecinde, yaklaşık olarak 10 paket polenin, toplam protein ihtiyacı için yeterli olduğu bildirilmiştir. Kovanda ergin hale gelen işçi arılar (3 ile 6 gün arasında), aynı ortamda bulunan larvaların temel yaşam ihtiyaçlarını ve gelişimlerini gidermek için larvaları bal ve polen ile beslerler (Anonim, 2015a). Eğer, arılar tarafından polenlerin kovana taşınma işlemi çeşitli sebepler ile engellenirse, koloni varlığının sürdürülebilir olamayacağı ve bunun sonucu olarakta arı neslinin tükenmesine neden olacağı rapor edilmektedir (Anonim, 2015a). Polen granüllerinin kimyasal yapısında bulunan bileşenlerin, temel olarak flora çeşitliliği ve üretim metoduna bağlı olarak değişim gösterdiği kabul edilmektedir. Polen granüllerinin 1 g'daki enerji miktarının 2,46 kcal olduğu bildirilmiştir. Polende bulunan biyolojik polimerlerin %27'sinin karbonhidrat, %4,8'inin lipit, %23,7'sinin protein olduğu bildirilmiştir (Sahinler, 2000). Polende tespit edilen, fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğinin sırasıyla %0,53, 0,58, 0,044, 0,225 ve 0,148 düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Belirtilen bu

elementler dışında çinko (87), bakır (14), demir (140) ve nikel (4,5) gibi diğer elementlerinde, ppm düzeylerde bulunduğu rapor edilmiştir (Sahinler, 2000). Bu elementlerden başka insan sağlığı açısından önemli olan polende, ppm düzeyinde tiamin (9,4), niyasin (157), riboflavin (18,6), pridoksin (9), pantotenat (28), folik asit (5,2), biotin (0,32), Vitamin C (350), karoten (95) ve Vitamin E (14) gibi çok önemli vitaminlerin bulunduğu bildirilmiştir (Sahinler, 2000).

Günümüzde Botaniğin alt dalı olarak gruplandırılan Palinoloji bilim dalı, kapsam itibariyle polen ve sporların incelenmesine dayanmaktadır. Dünyada ballar üzerine yapılan ilk polen araştırmasının Pfister adlı bilim adamı tarafından 1845 yılında yapıldığı, ülkemizde ise Quistani adlı bir bilim adamı tarafından 1976 yılında rapor edilmiştir (Terzi, vd., 2010). Palinoloji bilim dalının bilimsel olarak ilk kez adlandırılması ise H.A. Hyde ve D. W. Williams adlı 2 bilim adamı tarafından 1944'lü yıllarda önerilmiştir. Bu terimin, Yunanca sözcüklerinden köken (tozun serpilmesi yani paluno: serpme ve pale: toz) aldığı bildirilmiştir (Anonim, 2015b). Palinoloji bilim dalında yapılan çalışmalar sonucunda, bir habitat'da yetişen nektarlı bitki çeşitliliği tespit edilmekte, arıların nektar toplamak için gittiği çiçeklerin orijini belirlenmekte ve elde edilen sonuçlara bağlı olarak balın hangi floral kaynaklı olduğu saptanmaktadır. Ayrıca, bal kalitesinin artırılması ve balın değerinin belirlenmesi, flora çeşitliliği yönünden zengin bölgelerin tespit edilmesi ve bu alanlarda arıcılığın teşvik edilmesi gibi çeşitli çıktılarında sağlamaktadır. Balda tespit edilen polen çeşitleri, bal arılarının hangi bitki ve/veya bitkileri ana besin kaynağı olarak kullandığı ve tanımlanan polen oranı ile kaynak olarak kullanılan bitkinin polenleri arasında doğrudan oransal bir ilişkinin mevcut olduğu kabul edilmiştir. Bu oransal ilişkiye bağlı olarak analiz edilen bir balda tespit edilen cins ve/veya türlere ait polen sayılarının % oranları tespit edilerek balların polen oranlarına göre sınıflandırılması ise şu şekilde önerilmiştir (Lieux, 1972, Louveaux, vd., 1978). Bu sınıflandırmada eğer balda bir türe ait teşhis edilen polen > %45 şeklinde bulunuyorsa, balda bu taksonun dominant polen grubunu oluşturduğu bildirilmiştir. Eğer bu oran %15-45 düzeyinde ise sekonder polen, %3- 15 düzeyinde ise minor, <3 düzeyinde ise eser polen grubu olduğu bildirilmektedir. Familya, cins ve/veya tür bakımından kaynağı bilinen bal, halk arasında o bitkinin yerel ismiyle tanınmakta ve satılmaktadır. Kaynağı bilimsel olarak doğrulanan ballar ise piyasada satılan bal ambalajlarının

üzerinde uluslararası kabul edilen bilimsel isimleri ile etikenlenmiş ve satışa sunulmuş olduğu görülmektedir.

1.3 Balın Oluşumu ve Gruplandırılması

Doğada, bal arısı (*Apis mellifera*) tarafından üretilen ve en karmaşık bileşime sahip doğal ürünlerinden birisi baldır. Doğal olarak tatlı bir lezzeti olan bal insanoğlunun yaradılışından bu yana önemli bir gıda maddesi olarak bilinmektedir. İnsanoğlunun bal ile olan ilişkisi Taş Devri tarihine kadar uzandığı arkeolojik bulgulardan tespit edilmiştir. İnsanoğlu tatlı olan bala uzanabilmek için hayatını tehlikeye attığı çeşitli yazılı/çizili tasvirlerde görülmüştür. Bal konusunda ilk yazılı eser Milattan Önce 2100-2000 tarihine kadar uzanan ve Sümerlere ait yazılı bir tablet üzerinde tespit edilmiştir. Bu yazılı tablette balın ilaç ve merhem olarak kullanıldığı konusunda bilgilerin bulunduğu belirlenmiştir. Çok eski kültürlerde bal hem besin hem de tıbbi amaçlar için kullanıldığı saptanmıştır. İncil’de, Kral Solomon’un oğluna bal için söylediği söz şu şekilde yer verilmiştir; ‘Oğlum, faydalı olduğu için bal ye’ (İncil, 24:13) (Bogdanov, vd., 2008).

Kuran-Kerim’de ise NAHL suresi, 68. Ayetin’de ise Ve evhâ rabbuke ilân nahli enittehizî minel cibâli buyûten ve mineş şeceri ve mimmâ ya’rişûn (ya’rişûne) şeklinde yer verilmiş, Diyanet Vakfı’da bu sureyi şu şekilde yorumlamıştır; Rabbin bal arısına: Dağlardan, ağaçlardan ve insanların yaptıkları çardaklardan kendine evler (kovanlar) edin. Sonra meyvelerin her birinden ye ve Rabbinin sana kolaylaştırdığı yayılım yollarına gir, diye ilham etti. Onların karınlarından renkleri çeşitli bir şerbet (bal) çıkar ki, onda insanlar için şifa vardır. Elbette bunda düşünen bir kavim için büyük bir ibret vardır (Anonim, 2015c).

Balın ilaç ve merhem olduğu bilgisi günümüze kadar ulaşmıştır. Ayrıca balın bir tatlandırıcı olarak uzun süre kullanıldığı ve ihtiyaç duyulduğunda bu besin maddesini kolaylıkla ve bol miktarda temin edilebildiği tespit edilmiştir. Yaygın olarak tüketilen bu madde, 1800’lü yıllardan sonra endüstriyel şeker üretimi ile yer değiştirmeye başladığı rapor edilmiştir (Bogdanov, vd., 2008).

Çiçek ve meyve tomurcuklarından toplanmış olan nektar, arılar tarafından biyokimyasal olarak işleme uğratılabilen ve bal haline dönüştürülebilen eşsiz bir üründür. Beslenme standartlarına göre, bal, tam bir besin maddesi olarak değil de

etkili bir gıda takviyesi olarak önerilmektedir. Çocuklar, gençler tarafından kolayca sindirilebilir olması ve sakkarozla göre daha lezzetli olmasıyla bilinmektedir (Mendes, vd., 1998). Mükemmel bir besin maddesi olan bu gıda, arı tarafından, çiçeklerin nektarlarından, bitkilerin salgılarından ya da bitkilerin üzerinde yaşayan böceklerin ekskresiyonlarından toplanmaktadır (Codex Alimentarius, 2001, Tornuk, vd., 2013). Balın kompozisyonunun değişkenlik göstermesi, bitki çeşidine, coğrafyaya, iklime, çevre koşullarına, entomolojik kaynağa, ve üretim yapan arıcının katkısına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir (Küçük, vd., 2007; Moniruzzaman, vd., 2013). Bal, insanlar tarafından işlem görmeden tüketebilen tek tatlı maddedir (Corbella ve Cozzolino, 2006). İnsanoğlu tarafından çok eski tarihlerden bu yana enerji verici olması özelliği sebebiyle tüketilmektedir. Aynı zamanda pek çok gıdanın üretiminde, özellikle tahıl kaynaklı ürünlerde, tatlandırıcı, renk verici, lezzet, karamelizasyonu ve vizkoziteyi sağlaması nedeniyle temel bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Yücel ve Sultanoğlu, 2013). Balın kalitesi, duyuşal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerine göre tayin edilmektedir (Moniruzzaman, vd., 2013; Yücel ve Sultanoğlu, 2013). Ülkemizde, TSE 3036 Bal Standardı'na göre, ballar I) flora kaynağına ve II) satış/pazarlama şekline göre 2 şekilde sınıflandırma yapılmıştır (Anonim, 2015d). Türk Gıda Kodeksi-Bal Bildirisi (TGK-2005/49), TSE'de belirtilen kriterlere ek olarak bazı kriterler eklenmiş ve Avrupa Gıda Mevzuatı esas alınarak uyumlu olarak hazırlanmıştır (Anonim, 2015d, Anonim, 2015e, Anonim, 2015f). TSE 3036 Bal Standardı'na Göre (Anonim, 2015d), çiçek ballarında sırasıyla; sakkaroz ağırlıkça en fazla %5; *Robinia pseudoacacia*, *Medicago sativa*, *Hedysarum* sp., *Eucalyptus camuldensis*, *Eucryphia lucida*, *Citrus* sp., ballarında ise en fazla %10; *Lavandula* sp., *Boragina officinalis* ballarında ise en fazla %15 olması gerektiği bildirilmiştir. İvert şeker ağırlıkça en az %60; salgı+çiçek balı karışımında en az %45; *P. brutia* ve *P. pinea*+çiçek ballarının karışımın'da en az %55 olması gerektiği bildirilmiştir. Fruktöz : Glukoz oranı çiçek ballarında 0,9-1,4; çiçek+salgı balı karışımında 1,0-1,4 içermesi gerektiği bildirilmiştir. Kül, ağırlıkça en fazla %0,6 olması gerektiği bildirilmiştir. Rutubet içeriği çiçek ve çiçek+salgı karışımında % en çok 20 (fırıncılık ballarında ise %23), Püren-Calluna ballarında en çok %23; Calluna kaynaklı fıırıncılık balında ise en çok %25 olmalıdır diye belirtilmiştir.

Çizelge 1.1 Arıların faydalandığı flora kaynaklarına ve pazarlama tipleri ve satış biçimlerine göre petekli balların gruplandırılması (Anonim, 2015d)

Flora Kaynağına Göre		
1)	Çiçek	Nektar
2)	Salgı	Bitkinin üretmiş olduğu salgıların böcekler tarafından kullanılmasıyla üretilen ballar
Pazarlama/Satış Biçimi		
	Petekli	%80 ve daha fazla oranda sırlanmış petek
Petekli Bal Çeşitleri		Satış Biçimi
1)	Çerçeveli	%100 sırlı, çerçeveli ve ortasında uygun petek
2)	Doğal (karakovan)	%100 sırlı, çerçeveli ve ortasında doğal petek
3)	Parça	Farklı büyüklüklerde kesilen ve ambalajlanan
4)	Bölme	Bölüm çerçevesi
5)	Süzme	%75 veya daha fazla sırlı petek içeren balın oda koşullarında santrifüj edilmesi ya da kendiliğinden süzülmesi
6)	Kristalleşmiş süzme	Doğal koşullarda, glikozun belli bir oranda ya da tamamının kristalleşmesi
7)	Krema süzme	Doğal balın, standart koşullarda ve fiziksel yöntemlerle, içinde çok ince kristaller içeren ve krema şekline çevrilmiş hali
8)	Press	Larva içermeyen peteğin direk ya da 45 °C'de ısıtılıp preslenmesi
9)	Karışım (süzmeli ya da petekli süzme)	Süzülmüş ya da petek içeren balların her ikisinin birleşimi
10)	Filtre	Polen içeriği düşük olan bal
11)	Fırıncılık	Bozulmanın başlangıcında, bozulmuş ya da yüksek düzeyde ısı işlem görmüş balların diğer gıda maddelerin bileşiminde kullanılmak üzere satışa sunulmuş şekli

Asitlik miktarının en fazla 50 meq/kg olması gerekliliği fakat sadece fırıncılık balında 80 meq/kg olmalıdır şeklinde belirtilmiştir. Diastaz sayısı en az 8 fakat fırıncılık ballarında ise 3, enzim ve HMF miktarının 15 mg/kg'dan fazla olmaması, Turunçgil ballarında ise en az 3 şeklinde olması gerektiği bildirilmiştir. HMF miktarının ise en çok 40 mg/kg, (fırıncılık ballarında ise 80), tropikal kaynaklı ballar ve/veya karışımlarında en çok 80 mg/kg olmalı şekilde beyan edilmiştir (Anonim, 2015d).

Balın renginin, su beyazından koyu kahverengiye kadar değişebileceği belirtilmiştir. Enzimler ve polenlerin balda bulunması gerekliliği bildirilmiştir. Saydam görünüşlü olması istenmekle birlikte krema balında bu özelliğin şart olmadığı ayrıca bildirilmiştir (Anonim, 2015d).

TSE 3036 Bal Standardında ayrıca naftalinin en fazla 10 ppb düzeyinde olması ve prolinin ise en az 300 mg/kg'da bulunması şartı konulmuştur. pH'nın balda 3,4 ile 6,1 arasında olması gerekliliği bildirilmiştir (Anonim, 2015d).

Ayrıca, *E. coli*, *Salmonella* sp., ticari glukoz, boyar maddelerin bulunmaması, nişasta/polen oranı en çok 10/100 olması şeklinde bildirilmiştir (Anonim, 2015d).

Türk Gıda Kodeksi Bal Bildirisi (2012/58), TSE (Bal Standardı-3036) çiçek balları için belirttiği özellikler ile uyumlu bir şekilde hazırlanmıştır. Türk Gıda Kodeksinde ek olarak elektriksel iletkenlik değerinin ölçülmesi gerekliliği bildirilmiştir. Elektriksel iletkenlik, *Arbutus unedo*, *Erica* sp., *Tilia* sp., *Calluna vulgaris*, *Leptospermum* ve *Melaleuca* sp. balları haricinde, genel olarak çiçek ve çiçek+salgı karışımında en fazla bulunması gereken değer (0,8 mS/cm) ve kestane kaynaklı balda ise en az bulunması gereken değer (0,8 mS/cm) rapor edilmiştir (Anonim, 2015d). katı madde (suda çözünmeyen), TSE 3036 tarafından (kütle bakımından en fazla %0,1 fakat pres için %0,5 düzeyinde olması önerilmiş fakat Türk Gıda Kodeksi tarafından 0,001 düzeyinde önerilmiş ve kabul edilmiştir (Anonim, 2015d,e).

1.4 Balın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Gıda ürünlerinde, standartların belirlenmesi, ürünlerin tüketimi, kalitesi ve ürün içeriklerinin kabul edilebilirliği açısından son derece önemlidir. Ayrıca, ürünlerin saflığı ve kirlilik taşımaması, tüketici sağlığı açısından çok önemli diğer faktörlerdir. Bal, evrende bulunan en önemli doğal ürünlerden birisidir (Alqarni, vd., 2012). Gıda ve tıbbi bakımdan pek çok faydaları olması sebebiyle bal, doğal ürünler arasında tercih edilen ve tüketilen ilk ürün grubunda yer aldığı belirtilmektedir (Alqarni, vd., 2012).

Günümüzde, doğal kaynaklı balların fizikokimyasal parametreleri arasında pH, briks miktarı, nem miktarı, asitliliği, elektriksel iletkenlik değeri, şekerler, enzimler, diastaz sayısı, hydroxymethylfurfural (HMF) miktarı, protein miktarı, amino asit çeşitliliği, askıda kalan madde vb. gibi pek çok parametrenin bal kalitesinin belirlenmesinde önemli indikatörler olduğu kabul edilmektedir (Yücel ve Sultanoğlu, 2013).

1.4.1 pH Değeri

Balın pH'sı, hasad ve depolama gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu parametre aynı zamanda, balın tekstür, dayanıklılığı ve raf ömrünü de etkilemektedir. pH faktörü aynı zamanda mikrobiyal gelişimi belirlemede de önemli bir indekstir. Bakterilerin çoğu nötral ve orta derecede alkali ortamda gelişmelerine rağmen, maya ve küfler asidik ortamlarda (4,0-4,5) gelişmekte ve alkali besin ortamlarında gelişmemektedir (Silva, vd., 2009). Balın sahip olduğu düşük pH, diğer mikroorganizmaların bu ortamda bulunmalarını ya da gelişimlerini engellemektedir (Alvarez-Suarez, vd., 2010). Hidrojen iyonu bakımından değerlendirildiğinde, pH değerinin çiçek ballarında 3,20-4,50 arasında, salgı ballarında ise bu değer 6,1 düzeyine kadar ulaştığı bildirilmiştir. Fakat genel olarak, ballarda pH'nın ortalama olarak 3,9 olduğu kabul edilmektedir (Anonim, 2015g). Balda bulunan organik asitlerin ayrışması sonucu ortama saldıkları H iyonu, balın asidik özellik taşımasına neden olmaktadır. Organik asitlerin daha fazla ayrışması, ortam pH'sının daha da asidik yöne doğru gitmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca baldaki minerallerin artışına bağlı olarak, balın pH değerinde yükseldiği bildirilmiştir.

1.4.2 Briks Derecesi

Su ve kuru maddeler, gıdaların temel bileşenleridir. Gıdalarda, suyun uzaklaştırılması sonucunda geriye kalan kısma kuru madde olarak tanımlanmakta ve kuru madde kısmında, suda çözünebilir şekerler (fruktoz, glukoz vb.), organik asitler (sitrik, malik, tartarik vb.) ve suda çözünemeyen diğer karmaşık karbonhidratlar (selüloz ve nişasta gibi polisakkaritler) bulunmaktadır. Suda çözünebilir maddeler briks olarak adlandırılmakta ve çalışmalarda elde edilen briks değeri, ağırlık bakımından çözünen maddelerin %'si olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2015h).

1.4.3 Toplam Asitlik

Serbest ve laktonik asitler ballarda toplam asitliliği oluşturmaktadır. Bunlar içerisinde ilk grupta sınıflandırılan serbest asitlik, balın içerisinde doğal olarak bulunan organik asitler, fosfat, sülfat ve klor gibi bazı inorganik iyonlardan kaynaklanmaktadır (Terrab, vd., 2003; Ouchemoukh, vd., 2007). Balda laktik asit, formik asit, butirik asit, tartarik asit, piruvik asit, asetik asit, sitrik asit, okzalik asit, süksinik asit, malik asit, alpha-ketoglutarik asit, G-6-fosfat, piroglutamik asit ve glikolik asit gibi çeşitli organik asitler bulunmaktadır. Bu organik asitler arasında en fazla bulunan asit glukonik asittir. Glukonik asit, glukoz oksidaz enzimi vasıtasıyla dekstrozdaki oluşmaktadır (Rahman, 2013). Asitlik değeri, floral kaynağına bağlı olarak değişen önemli bir bal parametresidir (Küçük, vd., 2007). Yüksek asitlik değeri balın mayalar tarafından fermente olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Fermentasyon esnasında fruktoz ve glukozun, CO₂ ve alkole dönüştürüldüğü ve oluşan alkol ise oksijen varlığında asetik aside çevrildiği bildirilmiştir. Bu dönüşümlerin sonucu olarak, balın içeriğindeki organik asit miktarında artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Boussaid, vd., 2014).

1.4.4 Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, unifloral orjinli balların ayırt edilmesinde önemli bir fizikokimyasal ölçümdür. Bu parametre, bir balın, salgı ya da çiçek balı olup olmadığının tespitinde yani balın botanik kaynağını belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektriksel iletkenlik, bir balın mineral madde (toplam kül), şeker, organik asit ve proteinlerin miktarlarına bağlı olarakta değişiklik göstermektedir. Bu bileşenler, balda ne kadar yüksek olursa, yapılan ölçümlerde elektriksel

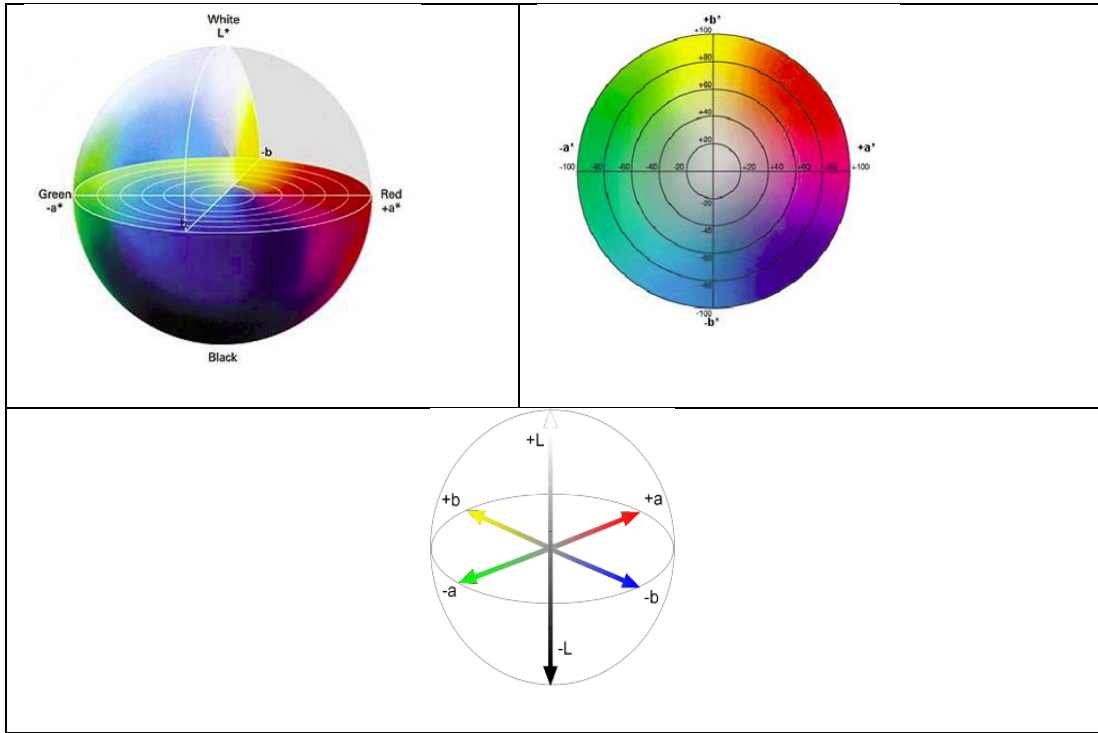
iletkenliğinde o kadar yüksek sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Çiçek ballarının 0.8 mS/cm'nden daha düşük elektriksel iletkenlik değerleri Avrupa Birliği Standartlarına göre kabul edilebilir değerler olarak bildirilmiştir (Belay, vd., 2013). Ancak bu durumdan farklı özellik gösteren çiçek ballarında bulunduğu bildirilmiştir. Örneğin çilek ağacı (*Arbutus unedo*), süpürge otu (*Erica* sp.), sıtma ağacı (*Eucalyptus* sp.), ihlamur (*Tilia* sp.), süpürge otu (*Calluna vulgaris*), manuka (*Leptospermum* sp.) ve çay ağacı (*Melaleuca* sp.) gibi türler örnek gösterilmiştir (Terrab, 2004, Perez, vd., 2008, Kaskoniene, 2010).

1.4.5 Renk

Doğal balların rengi, genellikle orijinlerinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Doğal kaynaklı balların, renksizlikten (yonca balı), çok koyu renge doğru (karabuğday ya da salgı balı) farklı renk aralığına sahip olabileceği rapor edilmiştir. Balın hasat edilme yöntemi, depolama süreci, yüksek sıcaklığa maruz bırakılması, bu parametreyi etkileyen önemli faktörler olduğu bildirilmektedir. Balın rengi temel olarak kimyasal kompozisyonunda bulunan başlıca klorofil, karotenoid, flavanoid gibi pigmentler, tannin ve polifenollerin türevlerine bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Salgı ballarının daha koyu ve belirgin bir renge sahip olduğu ve bu durumunda mineral içeriğinin yüksek olması ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Açık renkli balların ise taze materyalin bileşenine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Juszczak, vd., 2009). Ballarda renk, çeşitli yöntemlerle belirlenmektedir. En yaygın yöntemlerden birisi Pfund skalasına (mm)'ye göre yapılan renk tayinidir. Pfund skalasına (mm) göre renk sınırı ve absorbans değerlerine göre balların sınıflandırılması şu şekilde yapılmaktadır: su beyazı (<8 ve abs: 0,0945), ekstra beyaz (8-17 mm, abs: 0,189), beyaz (17-34 mm, abs: 0,378), ekstra açık amber (34-50 mm, abs: 0,595), açık amber (50-85 mm, abs: 1,389), amber (85-114 mm, abs: 3,008), koyu amber (>114 mm, abs: -) olarak tanımlanmaktadır (Ateş, 2014).

Balların renginin tayin edilmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise kolorimetre adı verilen cihazlarla yapılmaktadır. Bu cihazlarla yapılan ölçümler, 3 nokta ölçümü (CIE L*, a*, b* CIELAB) olarak adlandırılmaktadır. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi, bu cihazla yapılan ölçümlerde, siyahtan (0 değeri) beyaza kadar (100) olan renk aralığı L değeri (parlaklık göstergesi) olarak tanımlanmaktadır. Kırmızı-yeşil renk

aralığında kırmızıya doğru yönelim pozitif değeri, yeşile doğru yönelim ise negatif değeri göstermektedir. b değerinde ise sarı ile mavi aralığındaki renkler olup, sarıya doğru yönelim pozitif değeri, mavi renge doğru yönelim ise negatif değeri göstermektedir (Anonim, 2015). L değerinin, nane ballarında çok yüksek, siyah yaban mersini ballarında çok koyu olduğu bildirilmiştir. a (-) değeri ise portakal ballarında görülmüştür. Sarı rengi (+) b olarak tanımlanmakta ve bu değer, böğürtlen ballarında en yüksek; sarısabır kaynaklı ballarda ise en düşük değer verdiği bildirilmiştir (Juszczak, vd., 2009).



Şekil 1.1 Lab renk aralığı (Anonim, 2015i; Anonim, 2015i)

1.4.6 Nem Miktarı

Ballarda nem miktarının tayini, yaygın olarak refraktometrik yöntem kullanılarak yapılmaktadır. Refraktif indeks, bir örneğin katı madde artışına bağlı olarak artış gösterir. Nem miktarı, refraktometre ile ölçüldükten sonra % nem miktarı Wedmore tablosundaki değere bakılarak tespit edilmektedir (Khalil, vd., 2012). Bal, yüksek düzeyde nem çekici özelliğe sahip bir besin maddesidir. Muhafaza ortamında, rutubet miktarının yüksek ve/veya düşük olması, bu nem miktarının artmasında ya da

azalmasına neden olmaktadır. İklimsel koşullar, üretim yılı ve mevsimi, mevsime bağlı olarak değişen yağış durumu, balın olgunlaşması, balın arıcı tarafından hasat biçimi, depolama koşulları, muhafaza edildiği kapların içeriği gibi çeşitli faktörlerin balın nem içeriğini doğrudan etkileyen parametreler olduğu bildirilmiştir (White, 1978, Terrab, vd., 2004). Balın olgun olup olmadığının tespit edilmesinde, baldaki su miktarı ölçülerek karar verilebilmekte ve buna bağlı olarak balın hasadı yapılabilmektedir. Nem oranının yüksek olması balın olgunlaşmadığını ve balın bozulmaya karşı çok duyarlı olduğunu göstergesi olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2015g).

Nem miktarı, depolama süreci boyunca, balın raf ömrü üzerine etki eden çok önemli bal kalite parametrelerinden birisi olduğu ve nem miktarının bal çeşitlerine bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Terrab, vd., 2003). Olgunlaşmış ballarda genellikle, nem oranı %17 civarında olduğu belirtilmektedir. Balda yüksek nem miktarı (>%17), bazı ballarda kristalleşmeye neden olduğu ve su aktivitesinin artışına bağlı olarakta ozmofilik mayaların üremesi ve çoğalması için elverişli bir ortamın oluşmasına neden olduğu bildirilmektedir. Mayalar, bulunduğu ortamdaki şekeri fermente etmekte ve etil alkol ve CO₂'in oluşumuna neden olurlar. Üretilen alkolün daha fazla okside olmasıyla asetik asit ve suyun oluşumuna ve doğal olarak balın ekşimesine neden olduğu rapor edilmiştir (Gomes, vd., 2010). %17'nin altında olan nem miktarının mikrobiyal gelişim için yeterli olmadığı, mikroorganizmanın aktivitesini durdurduğunu ve doğal olarak balın raf ömrünün azalmasında olumsuz etki oluşturmadığı bildirilmiştir (Terrab, vd., 2003; De Rodriguez, vd., 2004; Habib, vd., 2014). Avrupa Birliği kriterlerine göre baldaki su miktarının, %20'den fazla olmaması şeklinde beyan edilmiştir. Fakat, doğal florada bulunan bazı bitkisel kaynaklı ballarda (funda balı), nem miktarının %23'e kadar ulaşabildiği bildirilmiştir (Juszczak, vd., 2009).

1.4.7 Şekerler

Bal, su (%20), monosakkaritler (%75 fruktoz ve glukoz), disakkaritler (%3-10 sükröz), kompleks şekerler ve protein, vitamin, enzim, mineral gibi çeşitli bileşenleri içermektedir (Alqarni, vd., 2012). Şekerler, arıların nektar toplamak için gittikleri bitki çeşidine göre değişmekle birlikte, toplanan bitki özsuyunun bala

dönüştürülmesi sürecinde arının salgı bezlerinde bulunan enzimlerin aktivasyonunada bağlı olarak farklı tipte ürünlerin ve şekerlerin balda bulunmasına sebep olduğu rapor edilmiştir (Anonim, 2015g). Balda 22'den fazla şeker bulunduğu tespit edilmiştir (Rahman, 2013). Hemen hemen bütün ballarda en fazla bulunan monosakkaritin fruktoz olduğu ve bundan sonra bulunan diğer monosakkaritin ise glukoz olduğu rapor edilmiştir. Fruktoz (levüloz) ve glukoz (dekstroz) balda bulunan karbonhidratların yaklaşık olarak %85-95'ni teşkil ettiği bildirilmiştir (Finola, vd., 2007; Rahman, 2013). Balda tanımlanması yapılmış olan 10 çeşit disakkarit (maltoz, sükroz, maltuloz, turanoz, izomaltoz, laminariboz, nigeroz, kojibioz, gentobioz ve β -trehaloz) bulunduğu rapor edilmiştir. Maltotrioz, erloz, melezitoz, centoz 3-a5 izomaltozilglukoz, 1-kestoz, izomaltotrioz, panoz, izopanoz ve theanderoz ise balda tespit edilen trisakkaridlerin olduğu bildirilmiştir. Balda tanımlanan di ve tri sakkaritlerin, monosakkaritlere göre çok daha az miktarlarda bulunduğu rapor edilmiştir (Rahman, 2013).

1.4.8 Kül Miktarı

Balda mineral ya da kül miktarı %0,02 ile 0,1 arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Rahman, 2013). Çeşitli mineralleri (Fe, Cu, K, Ca, Mg, P, Si, Al, Cr, Ni, Co vb.) içermesi bakımından bal oldukça zengin biyolojik kaynaklı doğal bir üründür. Kül miktarının, flora kaynağına göre değişim gösterdiği ve salgı olarak tiplendirilenlerin balların, çiçek ballarına göre mineral içeriği bakımından daha zengin olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, mineral miktarı arttıkça kül miktarında artış gösterdiği rapor edilmiştir (Anonim, 2015g). Mineral bileşenlerce zengin bir balın daha fazla koyu renge sahip olduğu tespit edilmiştir. Balın mineral bakımında zengin olması çeşitli hastalıkların tedavisinde öncelikli olarak tercih edilmesine ve çiçek ballarından farklı olarak kristalleşme göstermemesinden dolayıda, bazen daha fazla tercih edilmesine yol açtığı bildirilmektedir. Kül miktarının, proteinlerin monomeri olan amino asitler ve karbonhidratların monomeri olan glukoz ile ilişkili bir parametre olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2015g).

1.4.9 Amino Asitler

Proteinlerin monomerleri olan amino asitlerin, ballarda yaklaşık olarak 17 çeşit olduğu bildirilmiştir. Karakterizasyonları yapılan bu monomerlerin çok düşük

düzeyleerde olduğu belirlenmiştir. Amino asitlerin, gerek çeşitlilik gerekse miktar bakımından, floraya bağlı olarak değişkenlik gsterdiğide bildirilmiştir (Anonim, 2015g). Amino asitler, bileşen bakımından balın %1'lik kısmını teşkil ettiği ve dominant amino asitin ise prolin (%50-80) amino asidi olduğu rapor edilmiştir (Hışıl, vd., 1986; Ouchemoukh, vd., 2007). Tirozin ve triptofan amino asitleri, koyu renge sahip olan ballarda tespit edilmesine rağmen açık renge sahip olan ballarda ise bu amino asitlerin bulunmadığı bildirilmiştir (Hışıl, vd., 1986).

1.4.10 Vitaminler

Balın B vitamini, C vitamini (askorbik asit), E ve K vitaminlerince zengin olduğu saptanmıştır. Balda bulunan vitamin eşitleri ve miktarlarınının, flora kaynağına göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Moniruzzaman, vd., 2013, Anonim, 2015g). Bal, aynı zamanda karakteristik lezzeti veren uçucu bileşenlere de sahiptir (Finola, vd., 2007). Balda fenolik asitler, flavanoidler, karotenoid benzeri maddelerinde bulunduğu belirlenmiştir (Moniruzzaman, vd., 2013). Balın fiziksel ve kimyasal özellikleri nektar kaynağına, bitkinin polenine, bitkinin rengine, lezzetine, nemine, protein ve şeker bileşimine bağlı olarak değiştiği rapor edilmiştir (Azeredo, vd., 2003).

1.4.11 Hidroksimetilfurfural (HMF)

HMF, asidik koşullarda heksoz dehidrasyonu ya da Maillard reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır (Küçük, vd., 2007). Balların çok ısıtılması ya da uzun süre depolanması sırasında, içerisinde bulunan şekerler HMF'ye dönüşmektedir. HMF miktarını, sıcaklık, ısıtma süresi, depolama koşulları, pH ve flora kaynağı gibi pek çok değişik parametreden etkilenmektedir. Bir balda tespit edilen yüksek HMF miktarı balın fazla ısıtıldığı ve iyi olmayan koşullarda depolandığını (Gomes, vd., 2010), düşük HMF değer, ise bir balın taze bal olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir (Küçük, vd., 2007, Isla, vd., 2011).

1.4.12 Enzimler

Enzimler, canlılarda anabolik ve katabolik reaksiyonlarda görev yapan karmaşık protein yapıya sahip maddelerdir. Balın yapısında enzim miktarının düşük olduğu bildirilmiştir. Temel olarak, enzimler, nektarın bala dönüştürülmesi ve balın

olgunlaştırılmasında rol alırlar. Fakat balda bulunan enzimler, balın karakteristik özelliğini oluşturmakta ve düşük miktarda bile balın en kıymetli bileşenleri olarak değerlendirilmekte ve balın fonksiyonel özelliğini sağladığı bildirilmektedir (Rahman, 2013; Anonim, 2015j). Balda bulunan enzimlerin temel olarak kaynakları, maya, polen, nektar, mikroorganizmalar ve arının salgı bezleri olarak kabul edilmektedir. Diastaz (amilaz), invertaz (α -glukozidaz), ve glukoz oksidaz balda en fazla bulunan enzimlerdir. Balda katalaz ve asit fosfatazlar gibi diğer enzimlerde bulunmaktadır. Baldaki enzim miktarı bitki kaynağı ve bölgeye göre değişim göstermektedir. Balın ısıtılması, bu enzimlerin zayıflamasına ya da tamamen parçalanmasına neden olmaktadır (Rahman, 2013; Anonim, 2015j). Balda bulunan enzim çeşitleri ve kaynakları, katalize ettiği reaksiyonlar, Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2 Balda bulunan enzimler ve fonksiyonları (Anonim, 2015j)

Enzimlerin İsimleri	Genel	Enzimlerin Katalizlediği Kimyasal Reaksiyonlar
Diastaz (Amilaz)		Niştayı diğer karbonhidratlara (dekstrinler, oligo-, di- ve monosakkaritler) dönüştürür. Nektarda bulunur. Bu enzim, arının salgı bezlerinden bala geçer.
İnvertaz, Sükroz Hidrolaz, Sakkaraz	Sükraz,	Sükrozu, glikoz ve fruktoza çevirir (invert şeker), nektara karıştırılan arı kaynaklı, bir enzimdir.
Glukoz Oksidaz		Glukozu glukonolaktone çevirir ve buda glukonik asit ve hidrojen peroksid oluşumuna neden olur Glukonik asit, balın fermentasyonunu engelleyici özelliğe sahiptir. Nektara karıştırılan arı kaynaklı, bir enzimdir.
Katalaz		Peroksidi, su ve oksijene çevirir. Kaynağı nektardır.
Asit Fosfataz		Organik bileşiklerden fosfatı uzaklaştırır. Sadece polende bulunur ve nektarın bir bileşenidir. Yüksek asit fosfataz aktivitesi balın fermente olduğunu gösterir.
Proteaz		Proteini hidrolize eder ve proteinin polipeptid ve peptidlere kadar ayrışmasını sağlar.
Esteraz		Ester bağlarını parçalar.
β-glukosidaz		β -glukani oligosakkaritlere ve glukozu dönüştürür.

1.4.13 Diastaz Aktivitesi

Diastaz, nişastayı daha küçük komponentlere parçalayan bir enzimdir. Çiçeklerin nektarında nişasta bulunmamasına rağmen diastaz enziminin neredeyse tüm ballarda çeşitli düzeylerde bulunduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2015j).

Avrupa ülkelerinde, bu enzimin varlığı bal kalitesini belirlenmesinde önemli parametrelerden birisi olarak kabul edilmektedir. Floral kaynağına bağlı olarak balların diastaz enzim aktivitelerinde değiştiği rapor edilmiştir. Örneğin, portakal ve yonca ballarının diğer ballara göre daha düşük diastaz enzim aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir. pH düzeyindeki farklılıklar, nektar çeşitliliği gibi çeşitli diğer faktörlerinde diastaz enzim aktivitesini etkilediği belirlenmiştir. Uzun süre depolanan ve yüksek sıcaklığa maruz bırakılan ballarda diastaz enziminin inaktive olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Avrupa dışında Amerika gibi bazı ülkelerde ise diastaz enziminin bal kalitesini belirlemede önemli bir parametre olmadığı ve bal kalitesi konusunda önemli bir gösterge olarak kullanılmamasının gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2015j). Ancak gerek ülkemiz gerekse diğer Avrupa ülkelerinde, diastaz aktivitesinin ballarda tayin edilmesi, balın tazeliğinin belirlenmesinde yaygın şekilde kullanılan temel parametrelerden birisi olarak kabul edilmektedir. Avrupa ve Türkiye Bal Tebliğine göre, iyi kalitede bir balın, yüksek diastaz aktivitesine sahip olması gerektiği bildirilmiştir (Küçük, vd., 2007). Diastaz aktivitesi gramdaki Schade ya da Gothe birimleri olarak tanımlanmaktadır.

1.4.14 Fenol ve Flavonoid

Balın bileşimi ve biyolojik aktiviteleri konusundan son yıllarda giderek artış gösteren çeşitli bilimsel araştırmaların olduğu literatür kaynakları incelendiğinde görülmektedir. Balın günümüzde çeşitli hastalıkları engellemede ve tedavide kullanıldığı bildirilmiştir. Yapılan araştırmalarda balın kalp hastalıkları, kanser, immün sistemin zayıflaması ve çeşitli inflamasyon gibi durumlarda etkili doğal bir antioksidan kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Balların, antioksidant aktiviteleri, kimyasal kompozisyonlarına (fenolik, flavanoid, karotenoid, katalaz, peroksidaz gibi enzimler, organik asitler, amino asitler, Maillard reaksiyon ürünleri, askorbik asit ve bu kimyasalların orijinlerine) bağlı olduğu bildirilmiştir (Khalil, vd., 2012).

Fenolikler veya polifenollerin balda bulunan önemli kimyasallar grupları olduğu bilinmektedir (Khalil, vd., 2012). Polifenoller başlıca flavanoidler (quercetin, luteolin, kamferol, apigenin, chrysin ve galangin vd.), fenolik asitler ve fenolik asit türevlerini içermektedir. Balda flavanoid miktarının 60-460 µg/100 g arasında değiştiği ve bu miktarın kuru mevsim ve yüksek sıcaklığın olduğu yaz döneminde artış gösterdiği rapor edilmiştir (Bogdanov, vd., 2008). Flavanoidler, balların aroma ve antioksidan özelliklerini etkileyen düşük molekül ağırlıklı, çok önemli fenol bileşikleridir (Khalil, vd., 2012).

Bal bileşenleri ve miktarları, flora, coğrafya, bal elde edilmesinde işlemler ve depolama gibi çeşitli faktörlerin antioksidan aktiviteyi etkileyen önemli parametreler olduğu ve bu parametrelerden en önemlisinin balın botanik kaynağı olduğu bildirilmektedir (Silici, vd., 2010, Khalil, vd., 2012).

1.4 Antioksidantlar

Antioksidantlar, gıdalarda bulunan besin bileşenleri olup vücudu serbest radikallerin oluşturduğu hasarlardan korurlar. Serbest radikaller kararsız bileşikler olup vücuda zarar verirler. Hücre düzeyinden meydana gelen hasarlar, kanser, kalp hastalıkları, katarak, diyabet ve bulaşıcı hastalıkların oluşumunu hızlandırdığı ve günümüzde bu hastalıkların giderek artış gösterdiği bildirilmektedir. Serbest radikallerin aynı zamanda beyin fonksiyonlarını da etkilediği bildirilmektedir (Anonim, 2015k). Biyolojik bakımından önemli reaktif oksijen ve azot türleri Çizelge 1.3'te verilmiştir. Her bir hücrede serbest radikallere karşı kendisini koruması için enzim sistemleri bulunmaktadır. Bu enzimler süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz, tiyoredoksin, tiyoller ve disülfid bağları her bir hücrede tamponlayıcı sistemlerdir. Bu enzimler dışında, canlının dışarıdan çeşitli kaynaklarla aldığı antioksidantlarda mevcuttur (Devasagayam, vd., 2004). Doğal olarak bulunan antioksidantların başlıca kaynakları, tahıllar, meyveler ve sebzelerdir. Bitki kaynaklı vitamin C, vitamin E, karotenler, fenolik asitler, fitatlar, ve bitkisel östrojenlerin hastalık riskini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Tipik bir beslenmede, antioksidantların çoğu bitkisel kaynaklarla alınmakta ve bu gıda kaynaklarının yapısında bulunan, pek çok kimyasal bileşen gruplarının bu aktiviteye sahip olduğu bildirilmektedir. Gallat gibi bazı bileşenlerin kuvvetli antioksidan aktivitesine sahip olduğu tespit edilmekle beraber

mono-fenol gibi bazı bileşenlerin zayıf antioksidan gücünün olduğu bildirilmiştir. Bir antioksidanın ana karakteristik özelliği serbest radikalleri yakalama yeteneğine sahip olması şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2015l).

Metabolizmada reaktif oksijen türleri, örneğin süperoksit, hidroksil ve hidrojen peroksit bazen kendiliğinden meydana gelebildiği gibi bazen de immün hücrelerin yabancı cisimcikleri nötralize etmesiyle oluşabilmektedir. Ayrıca, kirlilik, radyasyon, sigara dumanı ve herbisitler gibi çeşitli çevresel faktörler de serbest radikalleri oluşturduğu bildirilmiştir (Selvakumar, vd., 2011). Son derece reaktif olan serbest radikaller, nükleik asitleri, proteinleri, lipidleri veya DNA'yı okside ettiği ve dejeneratif hastalıkları başlattığı rapor edilmiştir. Fenolik asitler, polifenoller ve flavanoidler gibi antioksidan bileşikler, peroksit, hidroperoksit veya lipid peroksil gibi serbest radikalleri süpürerek oksidatif mekanizmayı engellediği ve böylece vücudu dejeneratif hastalıklardan koruduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2015l).

DPPH, çeşitli örneklerin serbest radikallerini süpürme özelliğini araştırmada yaygın bir şekilde kullanılan azot merkezli kararlı bir radikaldır. Balların radikal süpürme potansiyellerini araştırmada, DPPH yönteminin yaygın olarak uygulanmasının nedeni balın antioksidan potansiyelinin fenol ve flavanoid miktarı ile direk ilişkili olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Khalil, vd., 2012).

1.5 Antimikrobiyal Aktivite

Mikroorganizmaların antibiyotiklere karşı geliştirdiği direnç, tüm dünyadaki toplum sağlığı bakımından son derece önemli bir konudur. Enfeksiyon hastalıkları ile mücadelede bilinen ilaçların, yeteri ölçüde etki etmediği ya da hiç bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bu nedenlerden dolayı yeni ilaçların keşfedilmesi ya da geleneksel olarak tedavilerde kullanılan doğal kaynaklarda bulunan etken maddelerin kullanılması ile ilgili araştırmaların gün geçtikçe artış gösterdiği görülmektedir.

Mikrobiyal enfeksiyonların tedavisinde balın geleneksel olarak çare verici olarak kullanımı çok eski tarihlere kadar uzanmaktadır. Balın mikroorganizmaları öldürücü etkisinin yüksek ozmotik etkisine, çok asidik yapısına, hidrojen peroksit içeriğine ve fitokimyasal bileşenlerine (fenol, flavanoid vd.), uçucu bileşenlerine bağlı olduğu bildirilmiştir. Balın yara iyileştirici ve antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu çeşitli

araştırmalarda bildirilmiş ve bu aktivitenin de balın coğrafik lokasyonuna ve nektar kaynağına bağlı olduğu rapor edilmiştir. Günüümüzde yapılan çalışmalar balın bakteri türlerine karşın geniş spektrumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Silici vd., 2010; Al Qurashi, vd., 2013). Balın bakteriyostatik ve bakterisidal etkileri konusunda yapılan çalışmalarda, çeşitli bölgelerden toplanan balların antibiyotiğe dirençli olan mikroorganizmalara karşı etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 1.3 Biyolojik bakımından önemli reaktif oksijen ve azot türleri
(Devasagayam, vd., 2004)

Reaktif Türü	Sembol	Yarı mr (saniye'de)	Reaktivitesi/
Reaktif Oksijen Türleri			
Süperoksit	O ₂ [•]	10 ⁻⁶ s	Mitokondri, kardiyovasküler sitem ve diğerlerinde meydana gelir.
Hidroksil radikal	*OH	10 ⁻⁹ s	çok fazla reaktif, fazla demir yüklenmesi durumunda oluşmaktadır.
Hidrojen peroksit	H ₂ O ₂	Stabil	Pek çok reaksiyonda meydana gelmekte ve Hidroksil radikal'in oluşumuna yol açmaktadır
Peroksil radikallar	ROO*	S	Oksidatif hasar sonucu DNA, protein, lipit, şekerlerden meydana gelen reaktif bir üründür.
Organik hidroksiperoksit	ROOH	Stabil	Transient metal iyonları ile reaksiyona girerek reaktif türlerin oluşmasına neden olur.
Singlet oksijen	¹ O ₂	10 ⁻⁶ s	Son derece reaktif, ışığa hassasiyet ve kimyasal reaksiyonlarda meydana gelir.
Ozon	O ₃	S	Atmosferde bir kirletici olarak bulunur, çeşitli moleküllerle reaksiyona girerek singlet oksijeni oluşturur.
Reaktif Azot Türleri			
Nitrik oksit	NO*	S	Nörotransmitter ve kan basıncı ayarlayıcısı, patolojik durumlarda güçlü oksidantlar oluşturur.
Peroksinitrit	ONOO*	10 ⁻³ s	Nitrik oksit ve superoksitten oluşur. Son derece reaktiftir.
Peroksinitröz asit	ONOOH	orta düzeyde stabil	ONOO ⁻ nun protonlanmış şekli
Azot dioksit	NO ₂	s	Atmosferin kirlenmesi ile oluşur

1.6 Tezin Amacı

Ülkemizde, Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Van ili arıcılık bakımından önemli bir ilimizdir. Bu tezin amacı, Van yöresinde arıcılığın yaygın bir şekilde yapıldığı ilçelerden balların toplanması, bal örneklerinin flora orijinlerinin aydınlatılması, fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri yönünden araştırılması ve antioksidant ve antimikrobiyal potansiyellerinin belirlenmesi tezin amaçları arasındadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mendes, vd. (1998), Portekiz kaynaklı 18 adet bal, Avustralya kaynaklı 3 adet bal, İspanya kaynaklı 2 adet bal, Yunanistan kaynaklı 1 adet bal ve ayrıca farklı etiketli bir bal örneğini incelemişlerdir. Palinolojik araştırmalara göre, 8 Portekiz balının multifloral orijinli olduğu, 5'nin biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), 1'nin funda/biberiye (*Calluna*, *Erica* sp., *R. officinalis*), 3'nün funda (*Calluna*, *Erica* sp.), ve 1'nin ayçiçeği (*Helianthus annuus*) balı, Avustralya, İspanya, Yunanistan ve diğer ülke kaynaklı balların multifloral orijinli olduğunu bildirmişlerdir. İncelenen tüm örneklerde ortalama nem miktarı, serbest asit (meq/kg) değerleri, diastaz aktivitesi ve HMF değerleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Balların rengi araştırmacılar tarafından görsel olarak incelenmiş ve multifloral orijinli balların açık amberden (açık kahverengi) neredeyse siyah renge kadar değişim göstediklerini ve sadece bir adet biberiye balının koyu amber renkli olduğunu fakat diğer biberiye orijinli balların ise açık renkli olduklarını bildirmişlerdir. Funda orijinli balların ise koyu renkli olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 2.1. Portekizde yapılan bal çalışması (Mendes, vd., 1998)

Bal Kaynağı	Nem (%)	Serbest asitlik (meq/kg)	Diastaz aktivitesi (°C)	HMF (mg/kg)	Kaynak
Multifloral	14,7-19,2	13-28,8	3-18	6,2-94,9	Mendes, vd. (1998)
Rosemary	13,6-16,1	13,9-31,2	3-14	15,4-62,5	Mendes vd. (1998)
Heather	15,5-17,3	19,7-38,7	2-22	1,7-70,8	Mendes vd. (1998)
<i>Helianthus annuus</i>	16,5	16,7	2	145	Mendes vd. (1998)

Terrab, vd. (2002), Fas'ın kuzeybatı bölgesinden, arıcılık yapan kişilerden toplam 98 adet bal örneği toplamışlardır. Polen analizi ile orijinlerini tespit ettikleri balları çeşitli parametreler yönünden incelemişlerdir. Su miktarı (%), pH, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), HMF (mg/kg), en düşük-en yüksek değerleri (ortalama) Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Terrab, vd. (2003), *Citrus sinensis* Osbeck ve *Citrus aurantium* kaynaklı balları Fas'ın kuzeybatı bölgesinden profesyonel arıcılık yapan kişilerden satın almış ve botanik orijinlerini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından, 12 adet portakal balında, en düşük-en yüksek (ortalama) su miktarı, pH, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), HMF (mg/kg), ve elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Nanda, vd. (2003), Hindistan'ın kuzey bölgesin'den temin etmiş oldukları 6 adet balın palinolojisi ve fizikokimyasal parametrelerini analiz etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından saptanan *T. alexandrinum*, *Citrus* sp., *H. annuus*, *E. lanceolatus*, *B. campestris* ve multiflower honey orijinli ballar'da serbest ve toplam asitlik ve nem miktarları Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Anupama, vd. (2003), Hindistan'da, 11 farklı marka şişelenmiş bal örnekleri ile yapmış oldukları çalışmada, analiz edilen ballarda tespit edilen nem (%), pH, toplam asitlilik %, briks, ve Lab değerleri Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Azaredo, vd. (2003), Brezilya'nın 7 farklı bölgesinde ticari olarak satışa sunulan 12 bal örneğini incelemişlerdir. Toplanan balların polen analizlerinde, 2 monofloral balın *Eucalyptus* sp. poleni, diğer monofloral balların ise Myrtaceae, *Citrus* sp., *Vernonia* sp., *Borreria verticillata*, Sapindaceae taksonlarının polenleri bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir. Heterofloral balların ise *Citrus* sp. ve *Eucalyptus* sp., *Citrus* sp., *Eucalyptus* sp., *Anadenanthera* sp., *Borreria verticillata*, *Mimosa verrucosa*, *Cassia* sp., *Eupatorium* sp., *Eucalyptus* sp. ve *Mimosa scabrella* taksonlarının polenlerince zengin olduğunu tespit etmişlerdir. Balların pH, nem, toplam asitlik, HMF, diastaz değerleri Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Terrab, vd. (2004), İspanya’da *Thymus mastichina*, *Thymus capitatus* türlerinin yoğun olarak yetiştirildiği alanlarda, arıcılık yapan kişilerden 25 adet bal örneği toplamış ve polen analizlerini yapmışlardır. Kekik türünün dominant olduğu 25 bal örneğinde, araştırmacıların tespit etmiş oldukları pH, nem miktarı, briks, elektriksel iletkenlik ve toplam asitlik sonuçları Çizelge 2.4’de verilmiştir.

De Rodriguez, vd. (2004), Venezuela’nın kuzeybatı bölgesinde bulunan Zulia eyaletinde, arıcılar ve arıbirliğinden temin ettikleri 8 adet multifloral kaynaklı balları incelemiştir. Yapılmış olan bu çalışmada tespit edilmiş olan nem miktarı, toplam asitlik, pH, HMF ve diastaz sonuçları Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Serrano, vd. (2004), İspanya’da Andalusia bölgesinde yıllık bal üretiminin 4500 ton olduğu ve ülkenin yıllık bal üretiminin % 14,5’lik bir kısmını oluşturan bölgede yapmış oldukları çalışma’da, bu bölgede arıcılık yapan ve arı ürünleri satışı yapan kişilerden toplam 29 adet unifloral bal örneğini toplamışlardır.

Toplanan balların botanik tanımlamalarını palinolojik yöntemlerle yapmışlardır. Araştırma yapılan balların, 15 adedinin *Eucalyptus* sp., 14 adedinin ise *Citrus* sp. kaynaklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmacıların, ballarda tespit etmiş oldukları en yüksek ve en düşük pH, serbest asitlik, su, elektriksel iletkenlik, diastaz ve HMF sonuçları, Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Fas'ta yapılan bal çalışması (Terrab, vd., 2002; 2003)

Bal Kaynağı	Su miktarı %	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	L	a	b	Kaynak
<i>Eucalyptus</i> sp. (n=12)	15,5-19,73 (17,3)	2,25-4,17 (3,65)	10,3-27,0 (19,5),	15,4-38,8 (28,7)	3,20-52,6 (16,1)					Terrab, vd. (2002)
<i>Citrus</i> sp. (n=10)	14,5-21,3 (16,8)	3,01-4,09 (3,55)	10,6-39,7 (20,8),	12,6-44,7 (30,1)	5,01-43,3 (17,7)					Terrab, vd. (2002)
<i>Lythrum</i> sp. (n=7)	15,6-18,3 (16,8)	3,25-3,92 (3,62)	22,60-35,8 (28,4),	27,6-53,3 (36)	5,5-12,4 (7,92)					Terrab, vd. (2002)
Apiaceae (n=7)	15,0-20,0 (17,6)	3,58-4,58 (3,99)	14,6-42,7 (30,0),	28,1-59,9 (42,1)	3,20-20,0 (9,98)					Terrab, vd. (2002)
Multifloral (n=59)	13,10-24,10 (17,59)	2,61-4,55 (3,72)	12,0-61,3 (29,8),	14,3-70,4 (41,9)	3,80-48,8 (17,5)					Terrab, vd. (2002)
<i>Citrus sinensis</i> Osbeck+ <i>Citrus aurantium</i> (n=12)	14,50-21,30 (16,79)	3,02-4,09 (3,55)	10,58-39,67 (20,78)	12,59-44,71	5,05-43,30 (17,70)	136-474 (240)	37,22-46,67 (41,31)	11,26-16,84 (14,7)	19,26-37,59 (27,03)	Terrab, vd. (2003)

Çizelge 2.3. Hindistan’da yapılan bal çalışması (Nanda, vd., 2003)

Bal Kaynağı	Nem	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	Kaynak
<i>T. alexandrinum</i>	18,65	21,93	39,54	Nanda, vd. (2003)
<i>Citrus</i> sp.	18,46	32,65	47,37	Nanda, vd. (2003)
<i>H. annuus</i>	15,92	32,14	47,32	Nanda, vd. (2003)
<i>E. lanceolatus</i>	17,09	25,84	40,48	Nanda, vd. (2003)
<i>B. campestris</i>	14,63	14,57	30,03	Nanda, vd. (2003)
Multiflower	13,97	16,67,	31,39	Nanda, vd. (2003)

Çizelge 2.4. Hindistan, Brezilya, İspanya ve Venezuela’da yapılan bal çalışmaları (Anumpama, vd., 2003, Azeredo, vd., 2003, Terrab vd., 2004, De Rodriguez, vd., 2004, Serrano, vd., 2004)

Bal Kaynağı	Su miktarı	Nem%	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	Briks	HMF (mg/100g)	Diastaz	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	L	a	b	Kaynak
(n=11)		17,0-22,6	3,62-5,46		%0,03-0,15	76-81				23,77-43,69	3,40-27,83	39,11-56,06	Anumpama, vd. (2003)
(n=12)		(g/100g) 18,59-19,58	3,10-4,05		28,2-39,5		2,15-3,90	10,24-17,40					Azeredo, vd. (2003)
<i>Thymus</i> sp. (n=25)		14,2-19,8	3,56-4,79,	17,59-39,81	25,6-48,6	78,8-84,0,			288-559				Terrab vd. (2004)
Multifloral (n=8)		17,80-20,40	3,3-4,3		24,4-53,3,		negatif	pozitif					De Rodriguez, vd. (2004)
<i>Eucalyptus</i> sp. (n=15)	14,90-18,60		3,72-4,64	19,20-41,51			mg/kg 0,96-28,52	Goethe 1,47-49,42	0,36-0,68				Serrano, vd. (2004)
<i>Citrus</i> sp. (n=14)	14,90-18,40		3,80-4,52	9,20-29,20			1,10-53,80	5,94-35,35	0,11-0,37				Serrano, vd. (2004)

Soria, vd. (2004), İspanya’da, Madrid ili’nin farklı bölgelerinden topladıkları 46 adet bal örneğini analiz etmişlerdir. En düşük ve en yüksek pH, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), su miktarı, elektriksel iletkenlik (10g/75ml) mS/cm, % 20’de ise mS/cm değeri, HMF (mg/lt), polifenoller (mg/lt) ve Lab değerlerini saptamışlar ve elde etmiş oldukları sonuçlar, Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Varlova, vd. (2005), Çekoslovakya’nın güney ve kuzey Moravia bölgesinden arıcılardan toplam 20 adet bal örneği toplamışlardır. Fizikokimyasal parametreler yönünden 6 adet çiçek ve 10 adet karışım ballarının araştırmasını yapmışlar ve elde etmiş oldukları en düşük-en yüksek (ortalama) değerleri (su miktarı, elektriksel iletkenlik, diastaz sayısını, pH) Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Malika, vd. (2005), Fas’ın farklı bölgelerinden, orijini farklı toplam 10 adet bal örneği toplamış ve çeşitli parametreler yönünden incelemişlerdir. Araştırmacıların,tespit etmiş oldukları *Thymus broussonetti* kaynaklı 2 adet bal örneğinde, *Eucalyptus globulus* kaynaklı 5 adet bal örneğinde ve multifloral kaynaklı 3 adet bal örneğinde analiz etmiş oldukları pH, nem (%), elektriksel iletkenlik (mS/cm), serbest ve toplam asitlik (meq/kg) sonuçları Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Meda, vd. (2005), Burkina Faso bölgesinde orijini tespit edilen 25 adet çiçekli bal örneğinde, toplam fenolik, flavanoid ve antioksidan testleri yapmışlardır. Araştırmada tespit edilen sonuçlar Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Corbella ve Cozzolino (2006), Güney Amerika’da, Uruguay’ın farklı bölgelerinde, arıcılardan temin ettikleri toplam 30 adet bal üzerine yapmış oldukları bir çalışmada, balların flora orijinlerini, aroma, lezzet ve renk parametrelerini inceleyerek tespit etmişler ve balları 6 gruba ayırmışlardır. Yapılmış olan bu gruplandırma’da 6 adet *Eucalyptus* sp. balında, 6 adet Pasteur balında, 5 adet *Citrus* sp. balında, 2 adet multiflora balında, 5 adet *Baccharis* sp. balında ve 6 adet diğer ballarda tespit edilmiş olan ortalama nem miktarı (g/kg), pH, elektriksel iletkenlik (mS/cm) ve HMF (mg/kg) miktarları Çizelge 2.7’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. İspanya, Çekoslovakya ve Fas'ta yapılan bal çalışmaları
(Soria, vd., 2004, Varlova, vd., 2005, Malika, vd., 2005)

Bal Kaynağı	Su miktarı	Nem	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	HMF (mg/l)	Diastaz	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	L	a	b	Polifenol (mg/l)	Kaynak
Bal (n=46)	13,0-18,7		6,3-5,01	13,1-51,2	14,5-59,6	0,0-15,65		0,117-1,116	23,24-33,66	-2,19-2,32	1,24-9,96	3,23-1,49	Soria, vd. (2004)
Çiçek (n=6)	14,47-19,07 (16,59)		3,66-4,35 (4,03)				10,85-42,37 (23,84)	13,45-43,45 (28,28)					Varlova, vd. (2005)
Karışım	14,13-19,27 (16,63)		3,66-5,01 (4,55)				22,22-49,11 (29,14)	51,50-86,45 (67,68)					Varlova, vd. (2005)
<i>Thymus broussonetti</i> (n=2)		19,98-21,80	4,5- 4,42	23-25	32,5-35			0,271-0,215					Malika, vd. (2005)
<i>Eucalyptus globulus</i> (n=5)		18,4-20,00	4,10- 4,28	20-33	26-38			0,429-0,78					Malika, vd. (2005)
Multifloral (n=3)		17,80-20,00	3,80-4,15	21-34	29,5-33,81			0,532-0,590					Malika, vd. (2005)

Çizelge 2.6. Burkina Faso bölgesinde yapılan bal çalışması (Meda, vd., 2005)

Bal Kaynağı	Total fenolik (mgGAE/100g)	Total flavanoid (mgQE/100g)	RSA IC50 (mg/ml)	AEAC (mg/100g)	QEAC (mg/100g)	Kaynak
Multifloral (n=18)	32,59-93,66	0,41-8,37	6,0-29,13	10,2-37,87	5,09-17,30	Meda, vd. (2005)
Combretaceae (n=2)	52,08-59,67	0,88-1,61	10,4-17,94	16,34-23,4	6,89-11,31	Meda, vd. (2005)
<i>Acacia</i> sp. (n=1)	93,43	6,14	10,53	17,5	9,43	Meda, vd. (2005)
<i>Vitellaria</i> sp. (n=3)	76,1-100,39	0,9-2,7	1,37-2,43	57,72-65,86	31,01-33,34	Meda, vd. (2005)
<i>Lannea</i> sp. (n=1)	42,96	0,37	23,53	11,27	5,35	Meda, vd. (2005)

Çizelge 2.7. Uruguay’da yapılan bal çalışması (Corbella ve Cozzolino, 2006)

Bal Kaynağı	Nem (g/kg)	pH	HMF (mg/kg)	EC (mS/cm)	Kaynak
<i>Eucalyptus</i> sp. (n=6)	176,0	3,7	13,4	0,8	Corbella ve Cozzolino (2006)
<i>Pasteur</i> sp. (n=6)	167,2	3,0	6,7	0,46	Corbella ve Cozzolino (2006)
<i>Citrus</i> sp. (n=5)	176	3,2	8,6	0,41	Corbella ve Cozzolino (2006)
Multifloral (n=2)	180	3,2	5,25	0,6	Corbella ve Cozzolino (2006)
<i>Baccharis</i> sp. (n=5)	186,1	3,2	8,7	0,49	Corbella ve Cozzolino (2006)
Diğer çeşit ballar (n=6)	166	4,3	13,1	0,99	Corbella ve Cozzolino (2006)

Finola, vd. (2007), Arjantin'nin güney Cordoba bölgesinden multifloral orijinli olduğu belirtilen 23 adet bal örneği yerel bal üreticilerinden toplamışlardır. Araştırmacılar tarafından analizlerde tespit edilen serbest asitlik (meq/kg) ve HMF'nin (mg/kg) en düşük-en yüksek (ortalama) değerleri Çizelge 2.8'de verilmiştir. Araştırmacılar, balların renklerini incelediğinde ise %27'sinin su beyazı, %30'nun ekstra beyaz, %27'sinin beyaz, %13'nün ekstra açık amber ve %3'nün amber renkli olduğunu bildirmişlerdir.

Ahmed, vd. (2007), Hindistan'ın Karnatakia eyaletinde Western Ghats bölgesinde arıcılardan temin ettikleri ve orijinleri belirli olan 7 adet bal örneğini araştırmışlardır. *Eugenia jambulana* (Myrtaceae), *Sapindus trifoliatus* (Sapindaceae), *Cochlospermum* sp. (Bixaceae), *Phyllanthus emblica* (Euphorbiaceae), *Areca catechu* (Arecaceae), *Terminalia arjun* (Combretaceae), ve *Azadirachta indica* (Meliaceae) kaynaklı ballarda tespit edilen TSS (%), pH ve Lab değerleri Çizelge 2.8'de verilmiştir.

Küçük, vd. (2007), Erzincan'dan temin etmiş oldukları heterofloral orijinli (*Astragalus microcephalus* ve *Thymus vulgaris*: geven ve kekik) balda, Trabzon'dan temin edilen *Castanea sativa* (kestane) orijinli monofloral balda ve yine Trabzon'dan temin edilen *Rhododendron ponticum* (orman gülü) orijinli monofloral balda nem miktarı (%), toplam asitlik (meq/kg), HMF (mg/kg) ve diastaz aktivitesini tespit etmişler ve elde etmiş oldukları sonuçlar Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Ouchemoukh, vd. (2007), Cezayir'in Bejaia bölgesinin çeşitli yerlerinde arıcılık yapan kişilerden temin ettikleri 11 adet bal örneğini çeşitli parametreler yönünden incelemişlerdir. Orijinleri tespit etmek amacıyla, balların palinolojik analizlerini yapmışlardır. *Myrtus communis*, *Rubus* sp., *Capparis* sp., *Hedysarum coronarium*, *Eucalyptus* sp., *Erica arborea*, sekonder olarak tanımlanan *Eucalyptus* sp. ve *Erica arborea* balında, sekonder orijinli *Mimosa pudica* ve Myrtaceae balında tespit etmiş oldukları nem (%), pH, elektriksel iletkenlik (mS/cm), ve fenolik bileşenler (mg/100g), Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.8. Arjantin ve Hindistan’da yapılan bal çalışmaları (Finola, vd., 2007, Ahmed, vd., 2007)

Bal Kaynağı	Nem	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Briks	HMF (mg/kg)	L	a	b	Kaynak
Multifloral (n=23)	16,00-23,40 (18,4)		11,9-29,4 (20,6)		1,1-44,8 (14,8)				Finola, vd. (2007)
<i>Eugenia jambulana</i>		5,0		76		46,05	1,95	22,99	Ahmed, vd. (2007)
<i>Sapindus trifoliatus</i>		4,4		78		50,04,	0,83	17,48	Ahmed, vd. (2007)
<i>Cochlospermum sp.</i>		3,8		84		42,46	0,1	10,71	Ahmed, vd. (2007)
<i>Phyllanthus emblica</i>		3,9		82		53,53	1,37	10,62	Ahmed, vd. (2007)
<i>Areca catechu</i>		3,9		78		41,83	3,55	18,99	Ahmed, vd. (2007)
<i>Terminalia arjun</i>		4,9		76		40,96,	5,86	20,59	Ahmed, vd. (2007)
<i>Azadirachta indica</i>		3,9		88		48,14	0,64	10,78	Ahmed, vd. (2007)

Çizelge 2.9. Türkiye ve Cezayir’de yapılan bal çalışmaları (Küçük, vd., 2007, Ahmed, vd., 2007)

Bal Kaynağı	Nem	pH	Toplam asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Diastaz	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Total fenolik (mg/100g)	Kaynak
<i>Astragalus microcephalus</i> ve <i>Thymus vulgaris</i> : geven ve kekik) balda	17,0,		29,4	19,2	17,9		198	Küçük, vd. (2007)
<i>Castanea sativa</i>	19,7		36,7	28,6,	17,7		239	Küçük, vd. (2007)
<i>Rhododendron ponticum</i>	19,0		33,6,	24,1,	23,0		132	Küçük, vd. (2007)
<i>Myrtus communis</i>	19,04	4,43				1,61	1304,0	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Rubus</i> sp.	17,04	3,98				0,6	714,0	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Capparis</i> sp.	14,64	3,79				0,21	64,0	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Hedysarum coronarium</i>	18,44	3,49				0,54	157	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Eucalyptus</i> sp.	18,64	3,5				0,65	461	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Erica arborea</i>	17,88	3,69				0,61	657	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Eucalyptus</i> sp.	16,8	3,64				0,41	132	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Eucalyptus</i> sp. ve <i>Erica arborea</i>	16,54	3,60				0,47	468	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Erica arborea</i>	16,64	3,87				0,51	307	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Eucalyptus</i> sp.	15,84	3,56				0,33	79	Ouchemoukh, vd. (2007)
<i>Mimosa pudica</i> ve Myrtaceae	16,84	3,76				0,23	271	Ouchemoukh, vd. (2007)

Juszczak, vd. (2009), Polonya'nın Krakow-Apipol bölgesinden temin ettikleri sarımsabır, siyah yaban mersini, papatya, alıç, kadife çiçeği, nane, ısırgan, çam, ahududu ve kekik orijinli ballarda; su miktarı (%), elektriksel iletkenlik (mS/cm) HMF (mg/kg), pH, serbest asitlik (meq/kg) değerlerini tespit etmişler ve araştırmacıların elde etmiş oldukları bu değerler Çizelge 2.10'da verilmiştir.

Al, vd. (2009), Romanya'da, *Robinia acacia*, *Helianthus annuus*, *Tilia* sp. bitkilerinin yoğun olduğu farklı bölgelerde, arıcılık yapan kişilerden toplamış oldukları 24 adet bal örneğini fizikokimyasal parametreler, total fenol, flavanoid ve antioksidan özellikleri bakımından araştırmışlardır. Araştırmada, balların flora kaynağına göre sınıflandırılması, arıcılığın yapıldığı alanda bulunan bitkilere göre tayin edilmiştir. 10 adet *R. acacia*, 3 adet *H. annuus*, 4 adet *Tilia* sp., 7 adet multifloral orijinli ballarda tespit edilen su miktarı (%), total fenol (mg/100g), total flavanoid (mg/100 mg) ve RSA (% inhibisyon) değerleri Çizelge 2.11'de verilmiştir.

Silva, vd. (2009), Portekizin Luso bölgesinden 38 adet bal örneği toplamışlardır. Bu çalışmada analiz edilen balların botanik orijinleri, pH, nem, briks (μ S/cm), elektriksel iletkenlik, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), HMF (mg/kg) ve diastaz aktivitesi (Gothe) Çizelge 2.12'de verilmiştir.

Kaskoniene, vd. (2010), 26 adet bal örneğini Litvanya'nın farklı bölgelerinden toplamışlar ve polen analizlerini yapmışlardır. Yapılmış olan bu çalışmada, söğüt orijinli unifloral balında, bahar ayında yetişen kolza (*Brassica napus*) unifloral balında, kış ayında yetişen kolza (*Brassica napus*) unifloral balında ve polifloral kaynaklı ballarda saptamış oldukları, elektriksel iletkenlik (mS/cm) sonuçları Çizelge 2.13'de verilmiştir.

Çizelge 2.10. Polonya’da yapılan bal çalışması (Juszczak, vd., 2009)

Bal Kaynağı	Su miktarı	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Kaynak
Sarısabır	17,4	3,89	30,5	6,6	0,76	Juszczak, vd. (2009)
Siyah yaban mersini	16,2	3,97	21,5	37,3	0,86	Juszczak, vd. (2009)
Papatya	17,1	3,79	17,0	13,5	0,67	Juszczak, vd. (2009)
Alıç	16,9	3,98	15,5	5,6	0,71	Juszczak, vd. (2009)
Kadife çiçeği	18,3	3,90	16,5	18,9	0,88	Juszczak, vd. (2009)
Nane	17,6	3,84	18,0	33,0	0,66	Juszczak, vd. (2009)
Isırgan	18,1	3,99	19,0	6,9	1,08	Juszczak, vd. (2009)
Çam	16,7	3,83	20,0	6,1	0,73	Juszczak, vd. (2009)
Ahududu	15,8	3,97	20,6	6,2	2,99	Juszczak, vd. (2009)
Kekik	16,4	3,87	16,5	6,0	0,87	Juszczak, vd. (2009)

Çizelge 2.11. Romanya’da yapılan bal çalışması (Al, vd., 2009)

Bal Kaynağı	Su miktarı	Total fenol (mg gallik asit /100g)	Total flavanoid (mg quercetin /100g)	Antioxidant aktivite RSA (% inhibisyon)	Kaynak
<i>R. acacia</i>	17,00-19,80	2,0-39,0	0,91-2,42	35,8-45,27	Al, vd. (2009)
<i>H. annuus</i>	17,80-19,70	20-45	11,53-15,33	40,65-49,19	Al, vd. (2009)
<i>Tilia</i> sp.	16,70-19,10	16-38	4,7-6,98	36,6-40,91	Al, vd. (2009)

Çizelge 2.12. Portekiz’de yapılan bal çalışması (Silva, vd., 2009)

Bal Kaynağı	pH	Nem%	Briks (%)	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Diastaz aktivitesi Gothe	Kaynak
Multiflora	3,55-4,34	13,98-19	79,8-81	168-553	10,7-38,1	17,4-51,5	1,75-15,8	4-27	Silva, vd. (2009)
<i>Eucalyptus</i> sp.	3,45-4,7	13,52-19,4	79-82,2	114-555	10,5-29,7	17-39,2	3,11-32,75	3-38	Silva vd. (2009)
<i>Cystisus scaparius</i>	3,91	19,7	79,0	441	30	41,5	6,56	28	Silva vd. (2009)
<i>Erica</i> sp.	4,26	17,8	80,3	594,5	15,5	20,5	4,63	14	Silva vd. (2009)

Çizelge 2.13. Litvanya’da yapılan bal çalışması (Kaskoniene, vd., 2010)

Bal Kaynağı	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Kaynak
<i>Tilia</i> sp.	0,44-0,89	Kaskoniene, vd. (2010)
Bahar ayında yetişen kolza (<i>Brassica napus</i>)	0,27-0,80	Kaskoniene, vd. (2010)
Kış ayında yetişen kolza (<i>Brassica napus</i>)	0,52-0,63	Kaskoniene, vd. (2010)
Polifloral	0,54-0,85	Kaskoniene, vd. (2010)

Alvarez Suarez, vd. (2010), Küba'nın farklı bölgelerinden bal örnekleri toplamışlardır. Balların polen analizleri sonucu, 7 adedin monofloral kaynaklı bal olduğunu tayin etmişlerdir. Orijini tayin edilen 17 adet *Govania polygana*, 16 adet *Ipomoea triloba*, 18 adet *Turbina corymbosa*, 16 adet *Avicennia germinans* ve 16 adet *Lysiloma lastiquum* kaynaklı ballarda tespit etmiş oldukları nem (%) elektriksel iletkenlik (mS/cm), pH, serbest asitlik (meq/kg), HMF (mg/kg), diastaz indeksi (U schale), total fenol, total flavanoid, antioksidant (FRAP ve TEAC), karoten ve askorbik asit sonuçları Çizelge 2.14'de verilmiştir.

Gomes, vd. (2010), Portekiz marketlerinden satın almış oldukları 5 adet bal örneğinin polen analizleri, fizikokimyasal özellikleri, mikrobiyal güvenliği ve ticari kalitesini araştırmışlardır. Amber renkli ve *Eucalyptus* sp. orijinli, açık amber renkli ve *Echium* sp. orijinli, ekstra açık amber renkli *Citrus* sp. orijinli, amber renkli *Eucalyptus* sp. orijinli, ekstra açık amber renkli ve polen içermeyen 5 bal örneğini incelemişlerdir. Araştırma yapılan ballarda, nem miktarı (%), elektrisel iletkenlik, pH, HMF (mg/kg), serbest asitlik (meq/kg), diastaz aktivitesi sonuçları Çizelge 2.15'de verilmiştir.

Kahraman, vd. (2010), Marmara Bölgesinin çeşitli illerinde (İstanbul, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Bilecik, Sakarya, Yalova) piyasada satışa sunulan 40 adet ve Doğu Anadolu Bölgesi (Kars, Erzurum, Ardahan, Ağrı, Iğdır) illeri piyasasında satışa sunulan 30 adet bal örneğini incelemişlerdir. Marmara Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi ballarında nem miktarı (%), toplam asitlik (meq/kg), diastaz aktivitesi (%) ve HMF miktarlarının (mg/kg) ortalama sonuçları Çizelge 2.15'de verilmiştir.

Lachman, vd. (2010), Çekoslovakya'nın farklı bölgelerinden 40 adet bal örneğinin total polifenol, antioksidan kapasite (DPPH, ABTS ve FRAP) testlerinin yapmışlardır. Araştırmacıların elde etmiş oldukları sonuçlar Çizelge 2.16'da verilmiştir.

Çizelge 2.14. Küba’da yapılan bal çalışması (Alvarez Suarez, vd., 2010)

Bal Kaynağı	Nem	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	HMF mg/kg	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Total fenolik (mgGAE/kg)	Total flavanoid (mgCE/kg)	Total karoten (mg/kg)	FRAP (µmol/TE 100g)	FRAP (µmol/FE ²⁺ 100g)	TEAC (µmol/TE 100g)	AA	Kaynak
<i>Govania polygana</i>	19,4	3,9	27,7	4,9	0,3	595,8	25,2	5,57	96,9	196,7	294,5	-	Alvarez Suarez, vd. (2010)
<i>Ipomoea triloba</i>	17,9	4,2	17,4	7,1	0,2	330	16	4,89	53,6	117,1	201,4	-	Alvarez Suarez, vd. (2010)
<i>Turbina corymbosa</i>	17,4	4,1	16,8	10,6	0,1	213,9	10,9	-	27	54,6	103,5	-	Alvarez Suarez, vd. (2010)
<i>Avicennia germinans</i>	20,3	4,9	19,4	3,3	0,4	233,6	17	1,2	39,5	72,56	122	-	Alvarez Suarez, vd. (2010)
<i>Lysiloma lastiquum</i>	18,6	3,9	27,3	15,9	0,6	290	14	1,17	72,4	153,9	195,8	-	Alvarez Suarez, vd. (2010)

Çizelge 2.15. Portekiz ve Türkiye’de yapılan bal çalışmaları (Gomes, vd., 2010, Kahraman, vd., 2010)

Bal Kaynağı	Nem	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Diastaz	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Kaynak
<i>Eucalyptus</i> sp.	17,2 ve 17,03	4,0 ve 4,3	27 ve 16		18 ve 32	12,3 ve 13,2	0,53-0,19	Gomes, vd. (2010)
<i>Echium</i> sp.	16,8	3,9	25		94	8,7	0,39	Gomes, vd. (2010)
<i>Citrus</i> sp.	15,9	4,2	32		20	9,2	0,4	Gomes, vd. (2010)
70 bal örneği	15,3-16,9			23,9- 24,4	31,8-30,5	%9,89-9,70		Kahraman, vd. (2010)

Çizelge 2.16. Çekoslovakya’da yapılmış olan bal çalışması (Lachman, vd., 2010)

Bal Kaynağı	Total polifenolik miktarı (mgGAeq/kg)	DPPH (mgAAeq/kg)	ABTS (mgAAeq/kg)	FRAP (mgAAeq/kg)	Kaynak
Çiçek (n=9)	83,60-146,93 (112,07)	98,73-186,86 (141,52)	431,38-560,01 (489,44)	222,98-374,58 (295,35)	Lachman, vd. (2010)
Lime (n=4)	98,42-82,52 (89,98)	(150,5)	573,92-612,5 (596,87)	379,16-464,11 (415,59)	Lachman, vd. (2010)
Rasperry (n=2)	95,62-102,1 (98,86)	199,81-212,41 (206,11)	653,73-663,28 (658,73)	437,39-449,34 (443,37)	Lachman, vd. (2010)
Rape (n=2)	89,6-96,79 (93,72)	141,72-183,5 (166,57)	514,42-589,32 (543,97)	332,58-394,96 (370,25)	Lachman, vd. (2010)
Karışım (n=16)	138,2-208,94 (168,68)	209,57-358,83 (284,72)	710,92-899,12 (814,77)	465,39-678,2 (565,48)	Lachman, vd. (2010)

Manzanares, vd. (2011), İspanya’da 77 adet çiçekli balda yapmış oldukları çalışmada nem miktarı (%), elektriksel iletkenlik (mS/cm) HMF (mg/kg), toplam asitlik (meq/kg), pH, diastaz (Gothe) sayısının en düşük-en yüksek ve ortalama değerleri Çizelge 2.17’de verilmiştir.

Çetin, vd. (2011), Türkiye’nin farklı illerindeki marketlerde, satışa sunulan çiçek ballarını kalite parametreleri yönünden yapmış oldukları bir çalışmada, analiz edilen ballarda tespit etmiş oldukları en düşük-en yüksek (ortalama); nem (%), total asitlik (meq/kg), diastaz sayısı ve elektriksel iletkenlik (mS/cm) değerleri Çizelge 2.17’de verilmiştir.

Isla, vd. (2011), Arjantin’in kuzeybatı bölgesinin farklı fitocoğrafik bölgelerinde (Tucuman, Santiago del Estero, Jujuy ve Salta) bulunan arı kovanlarından 13 adet bal örneğini toplamışlardır. 1 adet balın *Prosopis nigra* orijinli ve 10 adet balın *Citrus lemon* orijinli olduğu ve bu balların monofloral özellik taşıdığı belirtilmiştir. Diğer 2 balın ise multifloral olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Yapılmış olan bu çalışmada tespit edilmiş olan nem (g/100g), pH, serbest asitlik (meq/kg), elektriksel iletkenlik (mS/cm), HMF değerleri (mg/kg), toplam fenol, flavanoid, antioksidan (DPPH ve ABTS) sonuçları Çizelge 2.18’de verilmiştir.

Alqarni, vd. (2012), 3 adet Suudi Arabistan *Acacia gerardii* balında, 1 adet Suudi Arabistan *Acacica tortilus*, 4 adet Suudi Arabistan *Ziziphus spina-christi* balın’da, 1 adet Suudi Arabistan *Capparis* balın’da, 1 adet Suudi Arabistan *Medicago sativa* balın’da, 2 adet Suudi Arabistan *multiflower* kaynaklı balda, Mısır’dan temin edilen 1 adet *Citrus* balın’da, 1 adet Mısır *Trifolium alexnadrinum* balın’da, 1 adet Mısır pamuk balın’da, 2 adet Yeni Zelanda Manuka (*Leptosperum* sp.) balın’da, 1 adet Almanya orman balın’da, 1 adet Almanya *Robinia pseudoacacia* balın’da, 1 adet Avustralya *Eucalyptus marginate* balın’da, 1 adet Malezya *Koompassia excels* orijinli balında tespit etmiş oldukları TSS, su miktarı, HMF (mg/kg), pH, toplam asitlik (meq/kg) ve total fenol ve karoten miktarları Çizelge 2.19’da verilmiştir.

Çizelge 2.17. İspanya ve Türkiye’de yapılan bal çalışması (Manzanares, vd., 2011, Çetin, vd., 2011)

Bal Kaynağı	Nem	pH	Toplam asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Diastaz	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Kaynak
Çiçek	15,5-18,9 (16,73)	3,52-4,70 (3,96)	15,5-41,8 (24,44)	0,7-26 (7,67)	Gothe 8,9-35,9 (16,02)	0,2-0,8 (0,47)	Manzanares, vd. (2011)
	14,80-21,69 (17,56)		12,87-39,04 (26,0)		1-20 (8,93)	0,14-0,95 (0,46)	Çetin, vd. (2011)

Çizelge 2.18. Arjantin’da yapılan bal çalışması (Isla, vd., 2011)

Bal Kaynağı	Nem (g/100g)	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Toplam fenol (µgGAE/g)	Toplam flavanoid (µgGAE/g)	ABTS (SC50)	DPPH%	Kaynak
<i>Prosopis nigra</i>	15,2	4,10	9,9	31,8-13,1	0,684	360	40	3,32	65	Isla, vd. (2011)
<i>Citrus lemon</i>	16,4-17,6	3,18-3,56	21,4-36,8	9,5-49	0,121-0,223	200-1100	10-160	3,94	35-58	Isla, vd. (2011)
Multifloral	14,1-18,8	3,43-3,62	16,1-33,4	4,0-20,3	0,194-0,466	1073,21-875,5	40-200	2,73-3,62	65-75	Isla, vd. (2011)

Çizelge 2.19. Suudi Arabistan’da yapılan bal çalışması (Alqarni, vd., 2012)

Bal Kaynağı	Su miktarı %	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	Briks %	HMF (mg/kg)	Total fenol (mg/g)	Karoten (Aseton) (µg/g)	Karoten (Etanol) (µg/g)	Kaynak
<i>Acacia geradii</i>	16,52-17,32	4,18-4,46	112-134	119,5-145,5	80-81	26,051-168,97	0,74-0,84	71,6-88,93	62,18-69,81	Alqarni, vd. (2012)
<i>Acacica tortilus</i>	16,52	3,48	50	55,5	81	229,6	0,81	72,14	64,72	Alqarni, vd. (2012)
<i>Ziziphus spina christi</i>	14,84-17,32	4,07-4,73	17,01-28	20,5-30	80-82,5	12,05-39,48	0,61-0,70	51,14-58,21	52,74-59,84	Alqarni, vd. (2012)
<i>Capparis sp.</i>	17,32	3,33	29,5	32	80	22,5	0,76	45,04	46,92	Alqarni, vd. (2012)
<i>Medicago sativa</i>	16,92	3,09	17	24,5	80,5	14,07	0,49	41,29	44,86	Alqarni, vd. (2012)
<i>Multiflower</i>	12,12-14,84	3,24-3,47	18-20	23-25	82,5-85	21,3-258,72	0,51-0,60	50,24-64,84	46,6-51,8	Alqarni, vd. (2012)
<i>Citrus sp.</i>	20,12	3,3	16,5	21,5	77,5	23,77	0,44	41,39	44,69	Alqarni, vd. (2012)
<i>Trifolium alexnadrinum</i>	20,12	3,23	15,5	20,5	77,5	2,21	0,46	42,08	44,8	Alqarni, vd. (2012)
<i>Gossypium sp.</i>	20,12	3,21	49,5	58,5	77,5	14,63	0,59	42	46,92	Alqarni, vd. (2012)
<i>Leptosperum sp.</i>	18,52-25	3,23-3,51	31-43,5	38,5-39	72,5-79	87,72-129,98	0,58-0,84	68,15-80,84	59,93-68,81	Alqarni, vd. (2012)
Forest	18,52	3,90	49,5	7,0	79	35,74	0,66	61,13	58,04	Alqarni, vd. (2012)
<i>Robinia pseudoacacia</i>	21,68	3,27	16,5	2,5	76	29,19	0,42	45	43,84	Alqarni, vd. (2012)
<i>Eucalyptus marginate</i>	20,12	4,02	23,5	7,5	77,5	17,70	0,64	49,98	54,39	Alqarni, vd. (2012)
<i>Koompassia excels</i>	27,4	3,03	72	12,5	70	51,31	0,8	77,61	68,11	Alqarni, vd. (2012)

Serem, vd. (2012), Afrika'nın farklı yerlerinden toplamış oldukları 13 adet bal örneğini analiz etmişlerdir. Ballarda tespit etmiş oldukları pH, nem miktarı (%) ve diastaz aktivitesi, total fenol, flavanoid, antioksidan (TEAC ve DPPH, ORAC) sonuçları Çizelge 2.20'de verilmiştir.

Moniruzzaman, vd. (2013), Malezya'da lokal olarak üretilen akasya, ananas, borneo ve Tualang ballarını analiz etmişler. Bu çalışmada saptanan pH, nem miktarı (%), elektriksel iletkenlik (mS/cm), TSS (ppm) ve HMF (mg/kg), total fenol, flavanoid, antioksidan (FRAP ve AEAC), Vitamin C değerleri Çizelge 2.21'de verilmiştir.

Rahman, vd. (2013), Pakistan'da toplamış oldukları 6 adet markalı ve 6 adet markasız bal örneğinde tespit etmiş oldukları % Vitamin C, nem miktarı, pH, asitlik (meq/kg), elektriksel iletkenlik (mS/cm) ve HMF (mg/kg) 3,4-13,3 sonuçları Çizelge 2.21'de verilmiştir.

Tornuk, vd. (2013), Sivas, Konya ve Kayseri'den toplanan 20 adet çiçek balında, araştırmacılar tarafından test edilmiş nem miktarı (%), pH, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), Lab ve 5-HMF (mg/kg), total fenol, flavanoid, antioksidan ve DPPH sonuçları Çizelge 2.21'de verilmiştir.

Yücel ve Sultanoğlu (2013), Hatay yöresinden toplamış oldukları 2 adet *Pinus* sp., 10 adet çiçek, 1 adet *Capparis spinosa*, 1 adet *Petroselinum crispum*, 1 adet *Eucalyptus* sp., 9 adet *Gossypium* sp., 6 adet *Calluna* sp. ve 15 adet *Citrus* sp. balında tespit etmiş oldukları pH, serbest asitlik elektriksel iletkenlik (mS/cm) diastaz aktivitesi, HMF (mg/kg), nem miktarı (g/100g) sonuçları Çizelge 2.22'de verilmiştir.

Çizelge 2.20. Afrika’da yapılan bal çalışması (Serem, vd., 2012)

Bal Kaynağı	Nem (%)	pH	Diastaz (ml/g/min)	Total fenol (mgGAE/100g)	Total flavanoid (mg/100g)	TEAC (µmol/TE/g)	DPPH (µmol/TE/g)	ORAC (µmol/TE/g)	Kaynak
Bal örneği (n=3)	10,09-20,73	3,87-5,12	12,72-15,01	99,75	30,77	10,56	1,74	22,58	Serem, vd. (2012)

Çizelge 2.21. Afrika, Malezya, Pakistan ve Türkiye’de yapılan bal çalışmaları
(Serem vd., 2012, Moniruzzaman, vd., 2013, Rahman, vd., 2013)

Bal Kaynağı	Nem %	pH	SA meq/kg	TA meq/kg	Briks ppm	HMF mg/kg	Eİ mS/cm	L	a	B	Total fenol	Total flavanoid	DPPH (%)	Antioxidant aktivite mgAAE/g bal	FRAP μ M Fe(II)/100g	AEAC mg/kg	Vit C	Kaynak
<i>Acacia (A.mellifera)</i>	15,16	3,53			375	0,26	0,76				mg/kg 186,7	mg/kg 21,95			100,9	270	mg/kg 140,14	Moniruzzaman, vd. (2013)
Ananas (<i>A.mellifera</i>)	14,86	3,73			176	68,99	0,35				mg/kg 226,29	mg/kg 37,39			87,47	310	140,0	Moniruzzaman, vd. (2013)
Borneo (<i>A.cerana</i>)	16,99	4,03			377	28,50	0,75				mg/kg 206,33	mg/kg 25,81			256,6	340	145	Moniruzzaman, vd. (2013)
Tualang (<i>A. dorsata</i>)	17,53	3,78			371	46,17	0,75				mg/kg 352,73	mg/kg 65,65			576,9	250	140,14	Moniruzzaman, vd. (2013)
Markalı bal (n=6)	21,4-29,1	3,1-4,1	36,5-42,2			3,4-13,3	1,24-6,33										%0,1-1,77	Rahman, vd. (2013)
Markasız bal (n=6)	22,2-29,3	2,4-3,5	31,4-41,4			11,6-16,4	2,33-3,53										0,14-1,35	Rahman, vd. (2013)
Çiçek (n=20)	7,99-17,4	3,71-6,42	3,86-30,42	6,23-34,93		0,05-4,12		8,8-18,5	2,64-8,0	11,5-23,6	mgGAE/ 100g bal 35,3-1961	mgQE/ 100g bal 5,38-26,75	54,11-68,94	58,929-110,53				Tornuk, vd. (2013)

Çizelge 2.22. Türkiye’de yapılan bal çalışması (Yücel ve Sultanoğlu, 2013)

Bal Kaynağı	Nem (g/100g)	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Diastaz	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Kaynak
<i>Pinus</i> sp. (n=2)	14,8-18,8	3,42-3,87	26,14-34,88	5,16-7,88	8,3-23	0,4-0,52	Yücel ve Sultanoğlu (2013)
Çiçek balı (n=10)	14,8-20,6	3,37-3,89	23,08-32,44	5,22-7,49	8,3-23	0,17-0,83	Yücel ve Sultanoğlu (2013)
<i>Capparis spinosa</i> (n=1)	17,8	3,66	27,50	6,01	13,9	0,52	Yücel ve Sultanoğlu (2013)
<i>Petroselinum crispum</i> (n=1)	20,6	3,57	23,82	6,28	17,9	0,74	Yücel ve Sultanoğlu (2013)
<i>Eucalyptus</i> sp. (n=1)	17,8	3,66	27,75	5,36	13,9	0,71	Yücel ve Sultanoğlu (2013)
<i>Gossypium</i> sp. (n=9)	16,6-20,8	3,49-3,93	20,32-29,34	5,17-6,89	8,3-17,9	0,2-0,54	Yücel ve Sultanoğlu (2013)
<i>Calluna</i> sp. (n=6)	16,4-19,4	3,91-4,2	18,06-23,55	5,05-6,82	8,3-17,9	0,41-1,04	Yücel ve Sultanoğlu (2013)
<i>Citrus</i> sp. (n=15)	14,0-19,4	3,19-4,39	18,17-33,14	4,25-6,21	6,5-10,9	0,2-1,01	Yücel ve Sultanoğlu (2013)

Alves, vd. (2013), Portekiz'in 9 farklı bölgesinden 39 adet bal örneğini toplamışlardır. Botanik orijinleri tespit edilen 18 adet *Rosmarinus officinalis*, 2 adet *Citrus sinensis*, 2 adet *Thymus* sp., 14 adet *funda*, 1 adet *locust*, 1 adet *Arbutus* sp., 1 adet *Eucalyptus* sp. balında araştırılmış olan nem miktarı (%), pH, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), elektriksel iletkenlik (mS/cm), DPPH ve FRAP sonuçları Çizelge 2.23'de verilmiştir.

Da Silva, vd. (2013) Brezilya'nın Amazon bölgesine bağlı 8 ilçeden 7 bal örneği toplamışlardır. Bu çalışmada ballarda tespit edilen polen, total fenolik ve antioksidan sonuçları Çizelge 2.24'de verilmiştir.

Karabagias, vd. (2014a), 42 adet unifloral kekik balını (*T. capitatus*), Yunanistan'ın Kefalonia, Irakleio, Hania, Symi, Lakonia bölgelerinden toplamışlardır. İncelenen ballarda, tespit edilmiş pH, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), elektriksel iletkenlik (mS/cm) ve nem miktarı (g/100g) Çizelge 2.25'de verilmiştir.

Karabagias, vd. (2014b), Yunanistan'ın 14 farklı coğrafik bölgelerinde toplam 119 unifloral bal toplamışlardır. 31 adet Fir, 39 adet *Pinus* sp., 7 adet *Citrus sinensis* 42 adet *Thymus* sp. balında, tespit etmiş oldukları Lab, pH, serbest ve toplam asitlik (meq/kg), elektriksel iletkenlik, nem miktarı (g/100g) Çizelge 2.25'de verilmiştir.

Pucciarelli, vd. (2014), Arjantin-Misiones'in farklı bölgelerinde bulunan arı kovanlarından 28 adet bal örneği toplamışlardır. Araştırmacıların, örneklerde tespit etmiş oldukları pH, asitlik ve su miktarı Çizelge 2.25'de verilmiştir.

Çizelge 2.23. Portekiz’de yapılan bal çalışması (Alves, vd., 2013)

Bal Kaynağı	Nem (%)	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	DPPH (% inhibisyon)	FRAP (μMFe^{2+})	Kaynak
<i>Rosmarinus officinalis</i> (n=18)	15,8-18,6	3,3-4,1	17,2-51,7	17,7-53,1	0,12-0,54	4,5-59,3	236,2-614,8	Alves, vd. (2013)
<i>Citrus sinensis</i> (n=2)	16,2-17,0	3,8-3,8	19,4-30,5	30,1-32	0,15-0,22	8,8-23,2	316,8-636,3	Alves, vd. (2013)
<i>Thymus</i> sp. (n=2)	15,8-16,2	3,6-3,9	69,5-37,5	26-70,5	0,33-0,43	35,8-47,3	53,07-785,6	Alves, vd. (2013)
<i>Heather</i> (n=14)	15,4-20,6	3,7-4,4	26,1-47,7	27,2-48,2	0,41-0,79	61,6	656,6-1759,4	Alves, vd. (2013)
<i>Locust</i> (n=1)	15,4	3,9	56,2	56,7	0,38	61,6	1326,7	Alves, vd. (2013)
<i>Arbutus</i> sp. (n=1)	18,6	3,8	61,1	62,1	0,64	64,2	1312,8	Alves, vd. (2013)
<i>Eucalyptus</i> sp. (n=1)	19,0	4,3	24,3	26,9	0,65	27,7	953,1	Alves, vd. (2013)

Çizelge 2.24. Brezilya’da yapılan bal çalışması (Da Silva, vd., 2013)

Bal Kaynağı	Polen tipi	TFC (mg GAE/g)	ABTS (E50) (mg/ml)	Kaynak
Bal-S1	<i>Clidemia</i> sp. / <i>Mora paraensis</i>	26,5	0,3	Da Silva, vd. (2013)
Bal-S2	<i>Serjania</i> sp. / <i>Clidemia</i> sp. / <i>Myrcia</i> sp. / <i>Cecropia</i> sp. / <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	17,0	0,3	Da Silva, vd. (2013)
Bal-S3	<i>Myrcia</i> sp. / <i>Chamaecrista</i> sp. / <i>Solanum paniculatum</i>	64,0	0,2	Da Silva, vd. (2013)
Bal-C1	<i>Mimosa pudica</i> / <i>Clidemia</i> sp. / <i>Serjania</i> sp.	34,0	0,2	Da Silva, vd. (2013)
Bal-C2	<i>Clidemia</i> sp. / <i>Protium</i> / <i>Senna</i> / <i>Brosimum</i>	43,0	0,2	Da Silva, vd. (2013)
Bal-C3	<i>Tapirira guianensis</i> / <i>Schefflera morototoni</i> / <i>Euterpe</i> sp. / <i>Tabebuia</i> sp. / <i>Mora paraensis</i> / <i>Byrsonima</i> sp. / <i>Pouteria</i> sp.	36,0	0,2	Da Silva, vd. (2013)
Bal-C4	<i>Clidemia</i> sp.	66,0	0,2	Da Silva, vd. (2013)

Çizelge 2.25. Yunanistan ve Arjantin’de yapılan bal çalışmaları (Karabagias, vd., 2014a,b, Pucciarelli, vd., 2014)

Bal Kaynağı	Su miktarı	Nem (g/100g)	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	L	a	a	Kaynak
<i>T. capitatus</i> (n=42)		10,74-20,94	3,94-4,55	15,44-47,6	19,34-52,6	0,313-0,489	69,53-76,71	-5,84-1,91	5,2-29,88	Karabagias, vd. (2014a)
Fir		13,54-20,73	4,63-5,26	21-36,5	26,48-40,6	0,892-2,49	63,87-74,12	-5,62 ve -0,73	13,82-41,66	Karabagias, vd. (2014b)
<i>Pinus</i> sp.		10,7-20,47	4,38-5,27	18,08-41,54	23,75-44,94	0,808-1,748	60,79-72,74	-5,46 ve -1,95	12,78, 30,31	Karabagias, vd. (2014b)
<i>Citrus sinensis</i>		9,98-18,65	3,4-3,67	26,98-50,75	30,08-54,15	0,558-0,639	73,8-77,41	-3 ve -2,17	5,29-10,43	Karabagias, vd. (2014b)
<i>Thymus</i> sp.		10,31-20,94	3,49-4,55	15,44-47,6	19,34-55,26	0,310-0,489	69,73-76,91	-5,84 ve -1,91	5,19-29,88	Karabagias, vd. (2014b)
Bal örneği (n=28)	24		3,72		79,43					Pucciarelli, vd. (2014)

Habib, vd. (2014), Birleşik Arab Emirliklerinde kurak ve kurak olmayan bölgelerden toplamış oldukları balları analiz ettiklerinde, kurak bölge ballarından; *Prosopis juliflora* orijinli balda, 3 adet *Ziziphus spina-christi* balında, 4 adet *Acacia tortilis* balında, 3 adet heterofloral orijinli balda, kurak olmayan bölgelerden toplanan balların analizinde ise 3 adet monofloral balda, kurak olmayan bölgelere ait, 2 adet heterofloral bal örneğinde, araştırmacıların tespit etmiş oldukları pH, serbest ve toplam asitlik, HMF, Lab, TSS, nem miktarı, elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$), β -karoten sonuçları Çizelge 2.26'da verilmiştir.

Boussaid, vd. (2014), Tunusun farklı bölgelerinden toplamış oldukları balları analiz etmişlerdir. Tunusun kuzey bölgesi Sejnene-Joumine nane, kuzeydoğu Bni Khaled bölgesi biberiye, kuzey bölgesi Bargoudan ökaliptus, merkez Errhayatette bölgesi kara ısırgan otu, merkezin doğusunda bulunan El Fahis bölgesi kekik ve kuzey bölgesi Ariana portakal balında araştırmacılar tarafından tespit edilmiş olan su (%), elektriksel iletkenlik (mS/cm), pH, toplam asitlik ve HMF (mg/kg), total fenol, flavanoid, β -karoten ve antioksidan sonuçları Çizelge 2.27'de verilmiştir.

Çizelge 2.26. Birleşik Arap Emirliklerinde yapılan bal çalışması (Habib, vd., 2014)

Bal Kaynağı	Nem	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	Briks	HMF (mg/kg)	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	L	a	b	β-karoten (µg/100g)	Kaynak
<i>Prosopis juliflora</i>	19,4	4,61	23,82	37,48	79	4,45	570,67	9,96	0,69	11,8	absent	Habib, vd. (2014)
<i>Ziziphus spina-christi</i>	13,63-19,0	4,24-6,33	3,86-16,33	18,66-30,85	79,5-84,1	0,17-2,47	274,67-690,67	7,27-13,77	0,25 (3,11)	7,5-16,02	0,0151	Habib, vd. (2014)
<i>Acacia tortilis</i>	14,8-20,6	4,44-5,08	4,28-25,55	10,88-40,57	77,9-83	0,26-79,26	273-341	6,03-7,85	-0,21-1,91	4,93-7,37	0,0165-0,0964	Habib, vd. (2014)
Kurak bölge balı heterofloral orijinli	16,2-19,2	4,61-4,74	14,86-23,31	32,17-35,82	79,2-82	0,75-28,7	340-605,67	6,4-9,1	-1,73-2,54	5,02-9,5	0,0173-0,0820	Habib, vd. (2014)
<i>Leptospermum scoparium</i>	17,5	4,22	28,45		80,9	15,58	270	8,88	-0,21	7,57	0,0177	Habib, vd. (2014)
Kurak olmayan bölge heterofloral	16,8-18	3,99-4,35	21,81-25,34		80,4-81,4	4,95-37,22	254,67-480,3	5,74-35,49	0,55-14,5	5,93-36,54	0,0067-0,0113	Habib, vd. (2014)

Çizelge 2.27. Tunus’da yapılan bal çalışması (Boussaid, vd., 2014)

Bal Kaynağı	Su miktarı	pH	Toplam asitlik (meq/kg)	HMF (mg/kg)	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Total fenol (mg/100g)	Total flavanoid (mg/kg)	β-karoten (mg/kg)	Antioksidan IC50 (mg/ml)	Kaynak
Mint	19,8	4,11	27,03	12,07	0,43	119,42	22,45	3,93	11,08	Boussaid, vd. (2014)
Rosemary	17,27	4,02	7,11	12,91	0,65	89,31	16,24	1,16	17,51	Boussaid, vd. (2014)
<i>Eucalyptus</i> sp.	19,12	3,68	26,6	27,43	0,52	32,17	9,58	2,69	93,26	Boussaid, vd. (2014)
Isırganotu	18,2	3,67	27,2	19,63	0,42	42,40	11,03	3,05	71,49	Boussaid, vd. (2014)
Thyme	18,16	3,87	26,2	25,49	0,39	63,08	14,77	2,04	44,34	Boussaid, vd. (2014)
<i>Citrus sinensis</i>	19,13	3,82	21,41	22,56	0,89	63	11,12	4,72	52,72	Boussaid, vd. (2014)

Akyüz, vd. (1995), Van piyasasında satışı sunulan balları satın almışlar ve bazı fiziksel ve kimyasal parametreler yönünden araştırmışlardır. Araştırmacıların analiz etmiş oldukları ballarda su (%), pH, toplam asitlik (meq/kg), HMF (mg/kg) miktarının, en yüksek-en düşük değerleri ve ortalamaları Çizelge 2.28’de verilmiştir.

Sahinler, vd. (2001), Hatay ilinin 8 farklı bölgesinden toplamış oldukları balların bileşimleri ve biyokimyasal analizlerini yapmışlardır. Nem (%), asitlik (meq/kg), diastaz sayısı, HMF (mg/kg) ve pH için tespit edilen değişim aralıkları ve ortalamaları sonuçları Çizelge 2.28’de verilmiştir.

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001), Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden temin ettikleri balları analiz etmişlerdir. İncelenen ballarda nem (%), pH, diastaz sayısı, HMF (mg/kg), serbest asitlik (meq/kg) için bulunan en düşük ve en yüksek değerler (ortalama) sonuçları Çizelge 2.28’de verilmiştir.

Ünal ve Küplülü’nün (2006), Ankara’da 35 adet süzme çiçek ballarında yapmış oldukları bir çalışma’da, araştırmacıların, nem, asitlik, HMF, diastaz sayısı için tespit etmiş oldukları en düşük-en yüksek değerler (ortalama) Çizelge 2.28’de verilmiştir.

Aydın, vd. (2008), Kars’ta ticari olarak satılan süzme balları ile ilgili yapmış oldukları bir araştırmada, 20 bal örneğini satış yerlerinden toplamışlardır. Analiz edilen örneklerde tespit edilen pH, asitlik (meq/kg), nem (%), diastaz sayısı, HMF (mg/kg) sonuçları Çizelge 2.28’de verilmiştir.

Batu, vd. (2013), 10 adet çiçek balını Doğu Anadolu, 4 adet çiçek bal örneğini ise Doğu Karadeniz bölgesinden temin etmişlerdir. Ballardaki briks (%), nem (%) miktarı, asitlik değeri (meq/kg), pH, diastaz sayısı, HMF (mg/kg) ve elektriksel iletkenlik (mS/cm) değerlerinin tespit edilen değişim aralıkları ve ortalama değerleri Çizelge 2.28’de verilmiştir.

Çizelge 2.28. Türkiye’de yapılan bazı bal çalışmaları

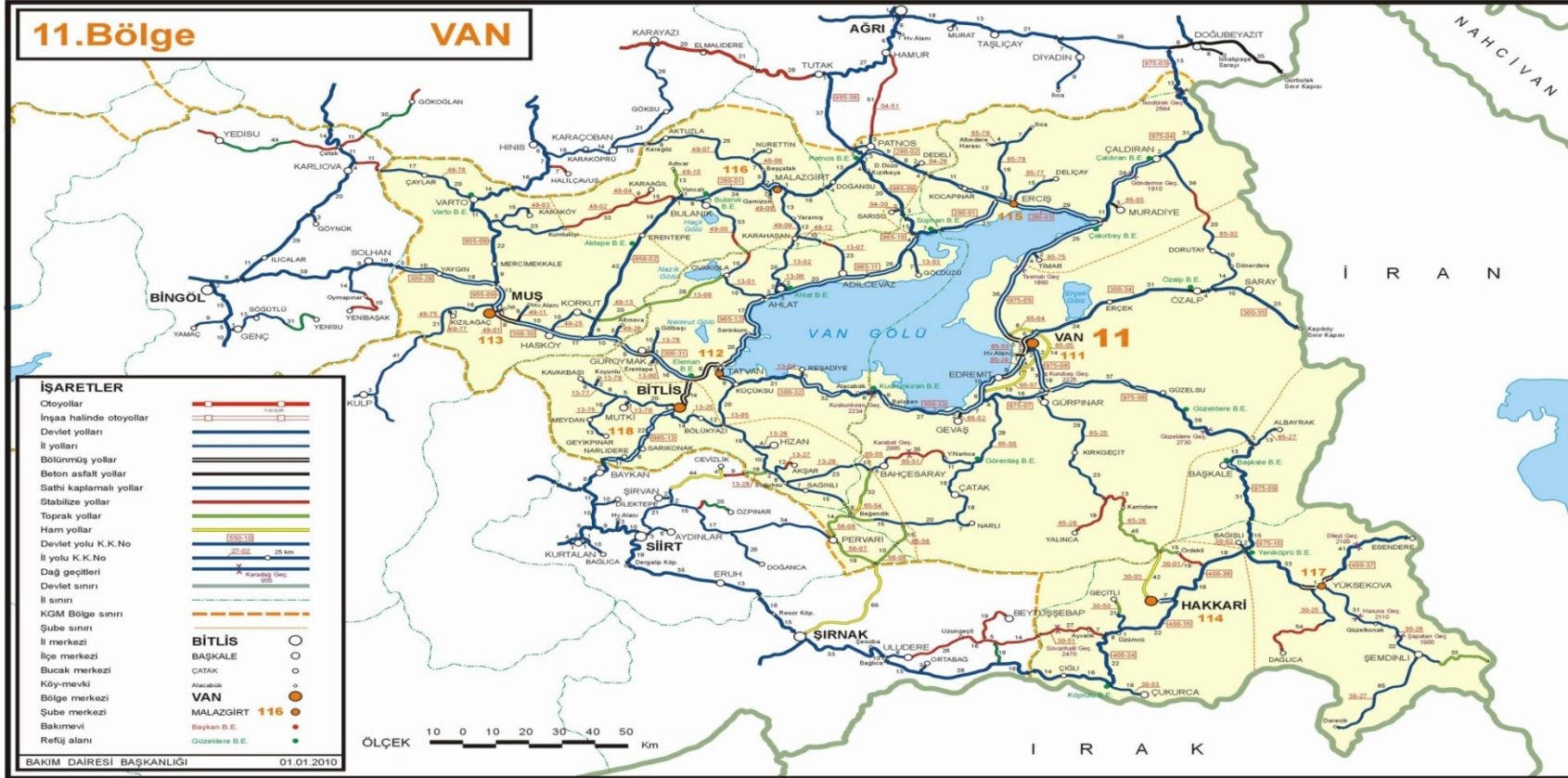
(Akyüz, vd., 1995, Sahinler, vd., 2001, Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2001, Ünal ve Küplülü, 2006, Aydın, vd., 2008, Batu, vd., 2013)

Bal Kaynağı	Su miktarı	Nem	pH	Serbest asitlik (meq/kg)	Toplam asitlik (meq/kg)	Briks	HMF (mg/kg)	Diastaz	Elektriksel iletkenlik	Kaynak
Van balı	15,15-20,7 (17,8)		3,69-4,6 (4,11)		11,65-33,49 (24,61)		1,34-115,2 (25,87)			Akyüz, vd. (1995)
Hatay balı		13-19,7 (16,09)	3,04-6,6 (4,12)	26,5-60,48 (40,4)			0,58-58,94 (10,71)	1-23 (10,71)		Sahinler, vd. (2001)
Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri balları		14,6-19,14 (16)	3,2-3,4 (3,8)	14-30,5 (22,3)			0-11,5 (3,3)	9-26,1 (14,6)		Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001)
Ankara		13-25 (16,3)			8,23-33,21 (24,46)		11,13-256,27 (74,51)	0-29,4 (11,58)		Ünal ve Küplülü (2006)
Kars balı		13,2-19,2	2,21-3,54	6-44			2,49-205,1	0-13,9		Aydın, vd. (2008)
DA ve DK çiçek balları		14,01-17,12 (15,34)	3,75-4,89 (4,1)	6,73-47,07 (32,49)		81,21-84,24 (82,99)	0,14-24,39 (5,5)	8,3-17,9 (13,09)	0,82-0,467 (0,260)	Batu, vd. (2013)

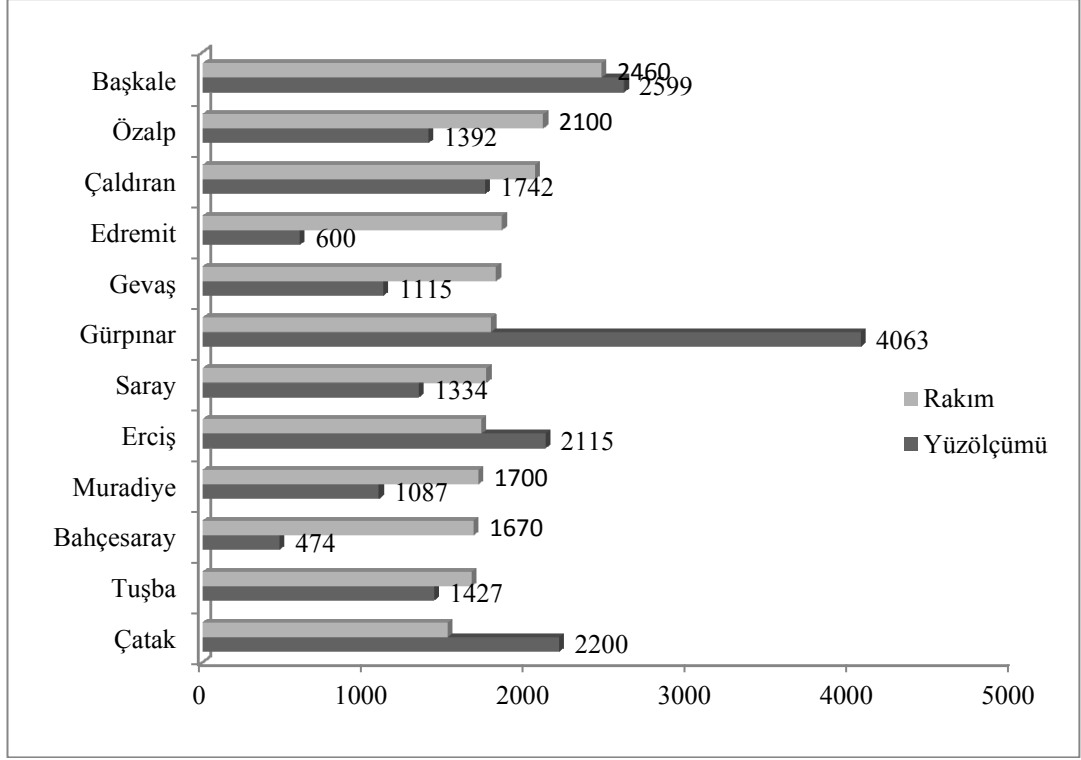
3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Bal Örnekleme Alanı Olan Van ilinin Coğrafik Durumu

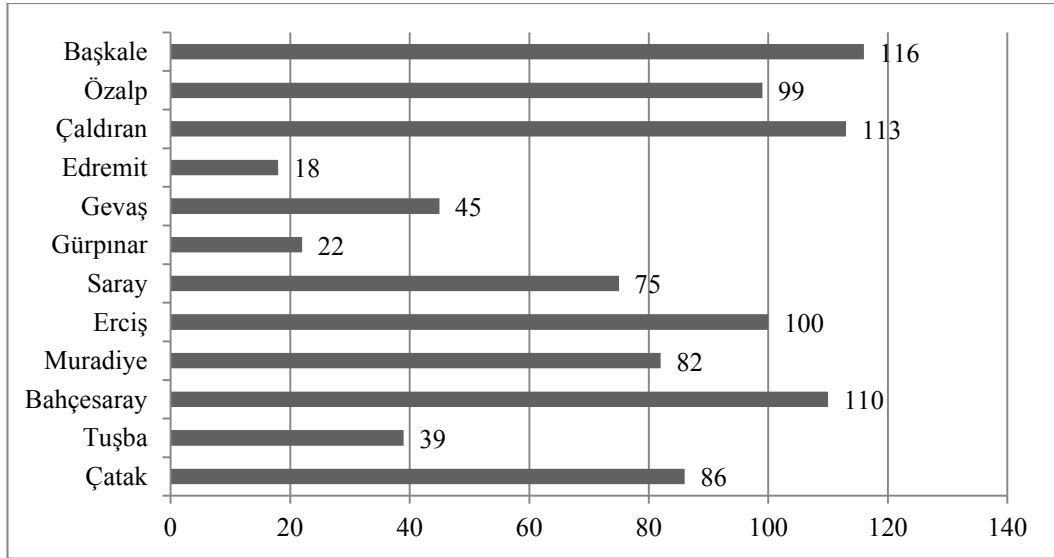
Van ili, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde bulunmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Van ili, konum itibariyle 38°29'57''Kuzey, 43°20'55''Doğu enlemleri arasındadır. Su kaynakları bakımından oldukça zengin olan bir yöredir. Gölleri ile ünlü olan Van ili, adını taşımış olduğu Van Gölü ve Erçek Gölü dışında bir çok küçük gölünde bu il sınırlarında bulunduğu bildirilmektedir. Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, Van ilinin doğu kısmı, İran ile sınır komşu olup, doğu ve batı arasında geçiş teşkil eder (Anonim, 2015m). Van ilinin kuzeyinde Ağrı-Doğubeyazıt, Ağrı-Diyadin ve Ağrı-Hamur ilçeleri ve batısında Ağrı-Patnos ilçeleri ile çevrelenmektedir. Kuzey kısmı ayrıca Bitlis iline bağlı Adilcevaz, Tatvan ve Hizan ilçeleri ile komşuluk gösterir. İlin güney kısmı ise Siirt-Pervari ve Hakkari-Beytüşebap ve Hakkari-Yüksekova ile çevrilidir. Van iline bağlı 13 ilçe bulunur (Anonim, 2015m). Van'ın en büyük ilçesi İpekyolu olup, yüzölçümü 52,915,207 km² ve rakımı 1730 m'dir. Diğer ilçelerin yüzölçümleri ve rakımları Şekil 3.2'de verilmiştir. İlçelerin, Van Merkeze uzaklıklarında Şekil 3.3'de belirtilmiştir.



Şekil 3.1. Van ili haritası (Anonim, 2015m)



Şekil 3.2. Van iline bağlı ilçelerin yüzölçümleri (km²) ve rakımları (m)
(Anonim, 2015m)



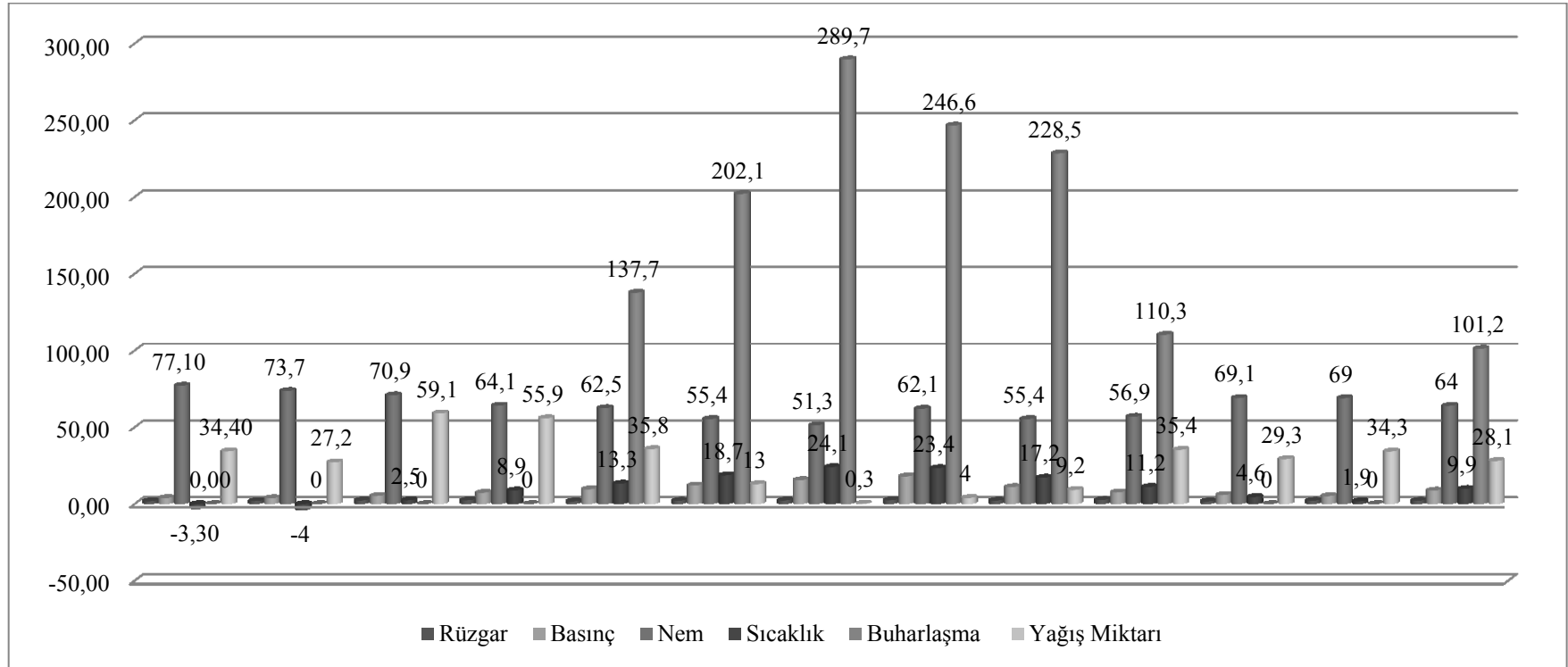
Şekil 3.3. Van iline bağlı ilçelerin il merkezine uzaklıkları (km)
(Anonim, 2015m)

3.1.1 Van İlinin Topoğrafyası, İklim ve Meteorolojik Verileri

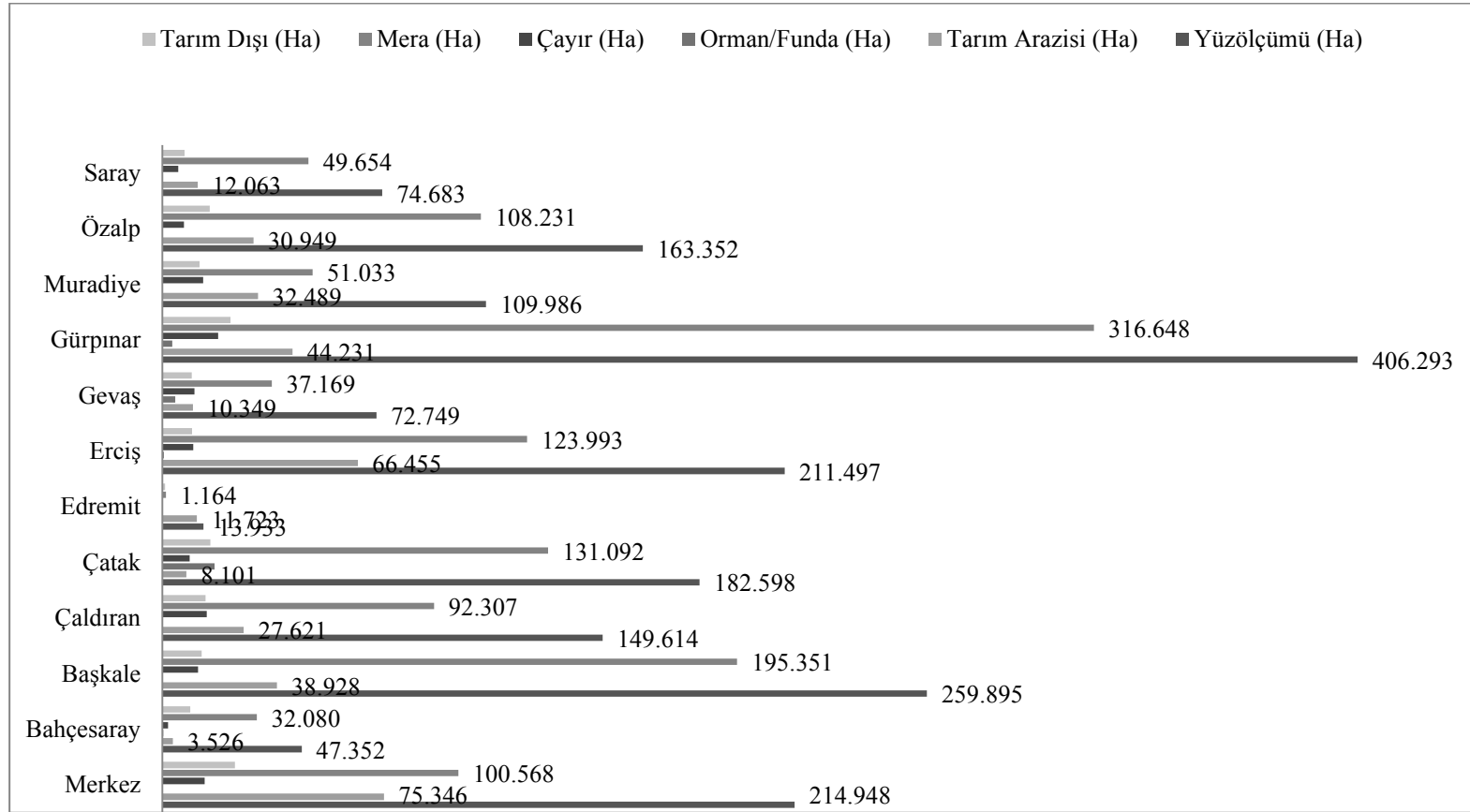
Dağlar ile çevrili olan Van ili, kuzey yönünden başlayarak güney yönüne kadar dağlar ile doğu yönünde ise platolar ile çevrelenmektedir. Batı da ise Van Gölü bulunmaktadır. Yeryüzü şekilleri dağlar (%53), platolar (%33), ovalardan (%14) oluşmaktadır. Dağların denizden uzaklığı 2500 ile 3000 m arasında değiştiği bazı yerlerde ise bu yükseltinin 3500 m'ye kadar ulaştığı tespit edilmiştir. Van Gölü kıyısının farklı kıvrımlara sahip olmasının en büyük nedeninin ise dağların göle doğru uzanmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Van'ın doğu kısmında geniş platolar bulunmaktadır. Van yöresinde bulunan akarsuların akış yönünün, doğu bölgesinden batı bölgesine doğru olduğu ve bu akış yönünün göl bölgesine doğru olduğu bildirilmiştir. İl haritasının %53'nü yüksek sıradağlar ve volkanik kökenli dağlar kaplar. Rüzgar, buhar basıncı, nem, sıcaklık, buhar ve yağış miktarları ortalamaları, Ocak ayından Aralık ayına kadar olan tüm aylar ve ayrıca bu parametrelere ait yıllık ortalamaları Şekil 3.4'de soldan sağa doğru verilmiştir. Kara iklimi hakim olan ilde, uzun ve sert bir kış mevsimi, yaz mevsimi ise sıcak ve yağış miktarı azdır (Anonim, 2015n).

3.1.2. Van İli Florası

İldeki tarım ve tarım dışı alanlar ve yüzdeleri ile birlikte Şekil 3.5'de verilmiştir. Bölgede delta (Bendimahı), sazlıklar (Çaldıran, Çelebibağ, Edremit ve Van) ve göller (Erçek ve Horkum) gibi Dünya'da kabul edilmiş önemli alanların bulunduğu ve bu bölgenin çeşitli endemik bitkileride (8 farklı tür) içerdiği bildirilmiştir (Anonim 2015o,ö).



Şekil 3.4. Van ilinde aylara göre bazı meteorolojik değerler. Rüzgar (m/sn), Basınç (Mb), Nem (%), Sıcaklık (°C), Buharlaşma (mm), Yağış miktarı (mm) (Anonim, 2015n)



Şekil 3.5. Van iline bağlı ilçelerin bitki örtüsü (Anonim, 2015ö)

3.1.2 Bal Örneklerinin Toplanması

Yapılan bu çalışmada, Van ilinde arıcılığın yoğun olarak yapıldığı Çatak ilçesinin 3 farklı bölgesinden, Muradiye, Çaldıran ve Erciş ilçelerinden toplam 6 adet süzölmüş bal örneği, bu yörelerde yaşayan ve geçimini bal üreticiliği ve satışı yapan arıcılardan satın alınmıştır. Her bir ilçeden alınan bal örnekleri, örneklemenin yapıldığı kavanozlara konulduktan sonra etiketlenmiş ve etiketin üzerine örneğin alındığı yer ve tarih kayıt edilmiştir.

3.2 Polen Analizleri

3.2.1 Polen Preparatlarının Hazırlanması, Mikroskopta İncelenmesi ve Polenlerin Teşhisi

Baldaki polenleri tespit etmek amacıyla, polen preparatlarının hazırlanma işlemleri Wodehouse (1935) ve Sorkun'nun (1985) önerdiği yöntemlere göre yapılmıştır.

Bazık Fuksin Gliserin-Jelatin Hazırlanması: İçerisinde, jelatin (7 g) + distile su (42 ml) bulunan beher, oda koşullarında 2 saat bekletilmiştir. Sulu jelatin karışımına, gliserin (50 ml) ilave edilerek su banyosunda tutulmuştur (50 °C'de 15-20 dakika). Belirtilen süre sonunda, hazırlanan bu karışıma, boya maddesi olarak Fuksin (1-2 ml) ve olası mikrobiyal kontaminasyonları engellemek için fenol kristali (1 g) ilave edilmiştir. Homojen hale gelebilmesi için çalkalamalı su banyosunda 75-80 °C'ye kadar ısıtılmıştır. İstenilen düzeye gelen karışım petri kutularına dökülerek soğumaya bırakılmıştır.

Aseptik, dereceli ve vida kapaklı santrifüj tüpü içerisine tartılan balın (10 g) üzerine 20 ml oluncaya kadar distile su ilave edilmiş ve tüpler parafilm ile çevrelenmiştir. Aseptik bir baget ile kavanozda bulunan bal iyice karıştırılmıştır. Su banyosunda (40-45°C/10-15 dakika) bekletilen tüpler daha sonra vorteks işlemine tabi tutulmuştur.

Tüpler, santrifüj edildikten sonra (4000-4500 rpm'de 15-20 dakika), üst sıvı kısmı uzaklaştırılmış ve tüpün dip kısmında bulunan pellet inceleme materyali olarak kullanılmıştır. Gliserin-jelatin içeren iğne ucu ile pelletin tamamı lam üzerine

aktarılmış ve lam gliserin-jelatin eriyinceye kadar ısıtıcılı tabla üzerinde bekletilmiştir. Hazırlanan preparatın kuruması için lamel kısmı aşağı gelecek şekilde çevrilmiş ve bekletilmiştir. Preparatın hazırlandığı bal örneği ve lokasyonu preparatın yan tarafına yazılmıştır.

Işık mikroskopunda (Olympus CX21) objektif (40x) ve oküler (10x) aracılığıyla, 22 x 64 mm'lik cam lamel kullanılarak hazırlanan her bir bal preparatında polen sayımları ve teşhisleri yapılmıştır. Teşhis aşamasında ise objektif (100x) kullanılmıştır. Her bir preparatta ki toplam polen miktarını tespit etmek amacıyla, tüm polenlerin sayımları yapılmıştır. Ayrıca her bir taksona ait polen sayımları da yapılmıştır. Bu işlemler sürecinde, tüm taksonların fotoğraflarında çekilmiş ve kayıt altına alınmıştır (Euromex Mikroskop).

Polenlerin teşhisinde araştırma raporları, kaynak kitaplar, atlas vb. gibi çeşitli bilgi kaynakları (Erdtman, 1952, İnceoğlu, 1976) ve polen atlaslarından (Kapp, 1969, Aytuğ, 1971, Moore ve Webb, 1978, Sorkun, 1985) faydalanılmıştır.

3.3 Baldaki Fizikokimyasal Parametreler

Briks, nem miktarı, pH, elektriksel iletkenlik, toplam asitlik, hidroksimetilfurfural (HMF), renk (Lab), toplam fenol, flavanoid, karetonoid ve askorbik asit tayinleri yapılmıştır. Fizikokimyasal analizler her bir örnek için en az 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3.3.1 pH

10 g bal örneği tartıldıktan sonra 75 ml distile suda çözülmüştür. pH metre ile ölçümü yapıldıktan sonra pH değerleri kayıt edilmiştir (Thermo Scientific, Singapore) (AOAC, 1990).

3.3.2 Toplam Asitlik

10 g bal /75 ml distile su içinde iyice homojen hale getirildikten sonra NaOH çözeltisi ile pH değeri 8,3'ye ulaşınca kadar titrasyonu yapılmıştır. Titrasyonda

kullanılan NaOH miktarı tespit edilip, bulunan bu değerin toplam asitliği tanımlayan bir değere karşılık geldiği bulunmuştur (AOAC, 1990).

$$\text{Titrasyon asitliği (meq/kg)} = \frac{\text{harcanan NaOH miktarı (ml)} \times \text{NaOH normalitesi} \times 1000}{\text{Kullanılan örnek miktarı}}$$

3.3.3 Nem Tayini

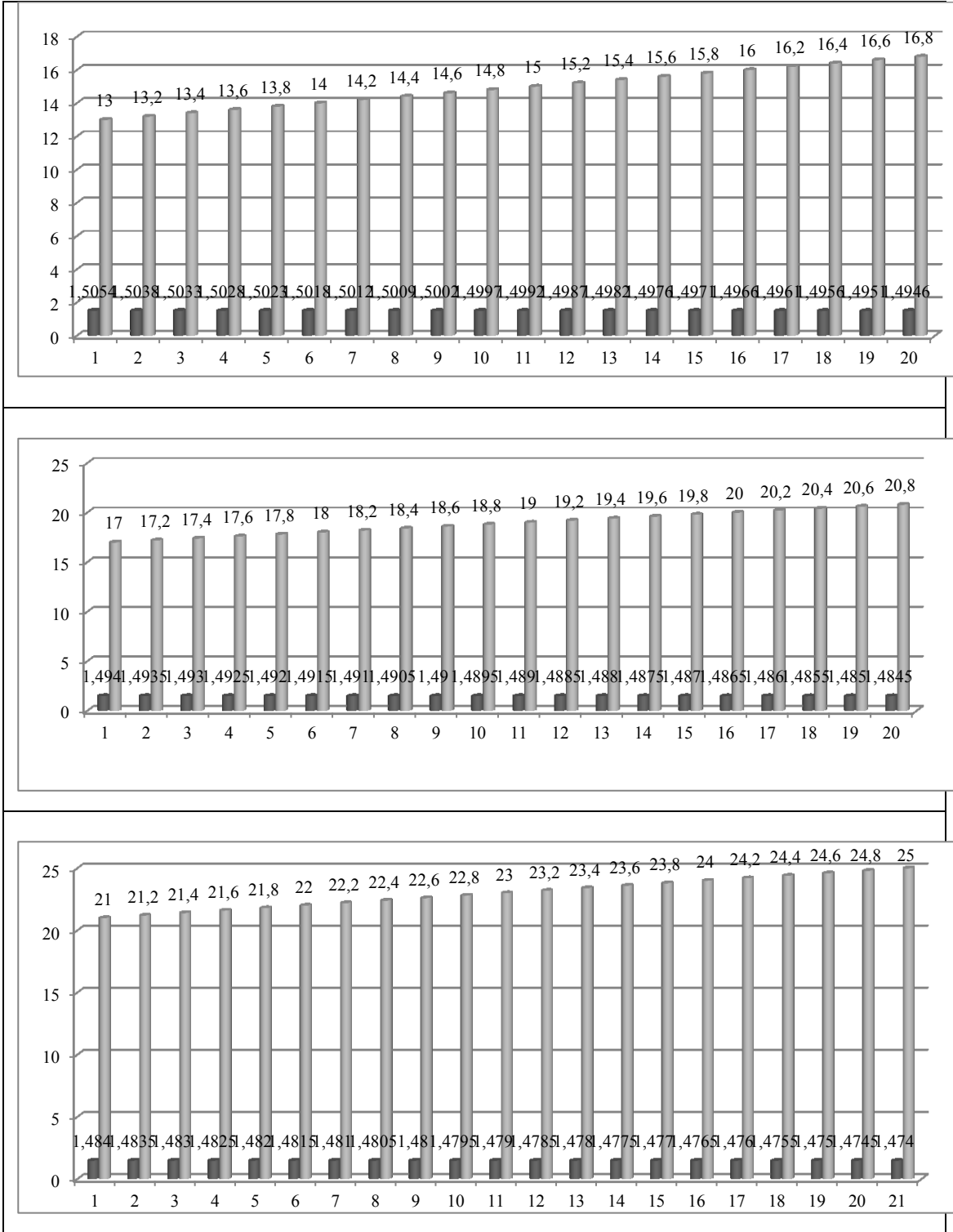
Analiz edilen bal örneğinden bir miktar alınıp refraktometrenin (Abbe) prizma yüzeyine dokundurulmadan aktarılmıştır. Refraktometrenin kapağı kapatılırken hiçbir şekilde hava boşluğu olmayacak şekilde kapak kapatılmıştır. Okuma 20 °C de yapılmıştır. şekil 3.6'de verildiği gibi, Kırılma indisi sonucu, kırılma indisi-nem miktarı çizelgesinden karşılaştırılması yapılarak % nem miktarı tespit edilmiştir (Anonim 2015d).

3.3.4 Elektriksel İletkenlik Tayini

10 g bal /75 ml distile su içinde iyice homojen hale getirildikten sonra, çözeltili sıcaklığı 20 °C olacak şekilde ayarlandıktan sonra, Hanna EC 215 marka kondüktivimetre (Hanna Instruments, USA) ile balların elektriksel iletkenlik değerleri mS/cm olarak ölçölmüştür (Gomes, vd., 2010).

3.3.5 Suda Çözünebilir Kuru Madde (Briks %)

20 °C'ye ayarlanmış bir ortamda, dijital bir refraktometre (Krüss Optronic, Germany) ile kullanarak balların % briks değerleri ölçölmüştür.



Şekil 3.6. 20 °C’de kırılma indisi ile rutubet oranları arasındaki ilişki. Siyah renkli sütunlar kırılma indisi, gri renkli sütunlar ise rutubet içeriğini göstermektedir (Anonim, 2015d)

3.3.6 Hidroksimetilfurfural (HMF)

Ballarda HMF miktarının tayin edilmesinde, Gomez, vd.'in (2010) yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde takip edilen basamaklar;

Bal örneği (5 g) üzerine, hacmi 25 ml oluncaya kadar distile su ilave edilmiştir. Bal+ distile su çözününceye kadar vortexlenmiştir. Bu çözeltiliye 0,5 ml Karez I ve 0,5 ml Karez II eklendikten sonra, hacmi 50 ml oluncaya kadar distile su ile tamamlanmıştır. Bu işlemden sonra filtre edilmiştir. Filtratın ilk 10 ml'si otomatik pipet ile alınmış ve kullanılmamak üzere atılmıştır.

Geriye kalan filtre edilen örnekten alınan sıvı spektrofotometre küvetine aktarılmış ve 284 ve 336 nm dalga boylarında köre karşı okutulmuştur. Kör, filtre edilmiş süzüntüye aynı miktarda %0,2 NaHSO₃ (Sodyumbisülfid) ilave edilerek hazırlanmıştır. Çalışma'da deneyler sürecinde, her bir örnek için, kör ayrı ayrı hazırlanmıştır. HMF miktarının hesaplanması aşağıda formül kullanılarak yapılmıştır.

$$\text{HMF mg/100 g bal} = (\text{Abs 284}-\text{Abs 336}) \times 14.97 \times (\text{analiz edilen bal, 5g})$$

3.3.7 Renk Analizi

Analiz edilen balların rengini tespit etmek amacıyla; L (0 ile 100 arası değerler siyah ve beyaz arası değerleri), a (+ ve – değerler kırmızı ile yeşil renk aralığını) ve b (+ ve – değerler sarı ile mavi arası değerleri) parametrelerinin ölçümü Conica Minolta marka renk ölçer cihazı ile yapılmıştır (Chroma Meter CR-400 Japan) (Bertoncelj, vd., 2007).

Baldaki kristal yapıyı çözmek için 50-60 °C'ye kadar ısıtılmış ve örnek, kalınlığı yaklaşık 1 cm şeklinde olacak şekilde petriye konulmuş ve petri kutusunun kapağı kapatılarak her bir örneğe ait renk ölçümü yapılmıştır.

3.3.8 Toplam Fenol Tayini

Ballarda bulunan toplam fenol tayini, Meda, vd. (2005)'nin yöntemi takip edilerek yapılmıştır. İzlenen basamaklar sırasıyla;

1) 5 g bal örneği tartıldıktan sonra, üzerine 50 ml oluncaya kadar distile su ilave edilmiş ve vortex ile çözününceye kadar karıştırılmış ve filtre kağıdı ile süzölmüştür.

2) Hazırlanan bal solüsyonundan 0,5 ml pipetle alınmış ve üzerine 2,5 ml 0.2 N'lik Folin-Cicoleau reaktifi (F9252 Sigma Aldrich) ilave edilmiş ve oda koşullarında 5 dakika bekletilmiştir.

3) İnkübasyondan sonra, her bir test tüpüne, 2 ml anhidre Na₂CO₃ (75 g/lit) çözeltisinden ilave edilmiş ve oda koşullarında 2 saat bekletilmiştir. Örneğin absorbansı, köre karşı (saf su) 760 nm dalga boyunda okutulmuştur.

Gallik asit çözeltisinin kalibrasyon eğrisi hazırlandıktan sonra elde edilen grafik denklemi ile ballarda bulunan toplam fenol miktarları mg gallik asit/100 ml eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Toplam fenol miktarı aşağıda verilen formöl ile hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Fenol (mg/100ml)} = \frac{\text{Örneğin absorbansı} + 0.0096}{0.0063}$$

3.3.9 Toplam Flavanoid Tayini

Ballarda bulunan toplam flavanoid tayini, Meda, vd. (2005)'nin yöntemine göre yapılmıştır. İzlenen basamaklar sırasıyla;

1) 5 g bal örneği tartılmış ve üzerine 50 ml oluncaya kadar distile su ilave edilmiştir. Her bir deney tüpü içerisinde bulunan bal örnekleri, iyice çözününceye kadar vortekslenmiştir. Daha sonra elde edilen çözelti, filtre kağıdı ile süzölmüştür;

2) Süzölen bal örneğinden 5 ml alınmış ve üzerine 1 ml %2' lik AlCl₃ çözeltisi ilave edilmiş ve vortekslenmiştir.

%2 AlCl₃ çözeltisi ise şu şekilde hazırlanmıştır: 2 g AlCl₃ (Merck, S661468) tartılmış ve üzerine 100 ml oluncaya kadar metanol ilave edilmiş ve çözelti kullanılıncaya kadar oda koşullarında bekletilmiştir.

3) Test tüpleri oda koşullarında 10 dakika bekletildikten sonra 415 nm dalga boyunda metanole karşı absorpsiyon değerlerinin okunması yapılmıştır.

0-50 mg/lt quercetin (ABCR GmbH Cok AB141454) ile standart eğri çizilmiştir. Bu eğriden elde edilen denklem ile ballarda, toplam flavanoid miktarı mg quercetin /100 ml eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Toplam flavanoid miktarı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Flavanoid (mg/100ml)} = \frac{\text{Örneğin absorpsiyonu} + 0.09}{0.0292}$$

3.3.10 Toplam Karotenoid Tayini

Ballarda toplam karotenoid miktarının tayin edilmesinde Alvarez Suarez, vd. (2010)'nin yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde izlenen basamaklar başlıca; 1) 1 g bal örneği, 10 ml n-hekzan:aseton (6 ml:4 ml) çözücüleri ile karıştırılmıştır; 2) Oda koşullarında 10 dakika 500 rpm de vortekslelendikten sonra filtre edilmiştir; 3) Filtratın absorpsiyonu 450 nm'de köre karşı okunmuştur. Köre olarak hekzan:aseton (6 ml:4 ml) karışımı kullanılmıştır. β -karoten kullanarak standart grafik hazırlanmıştır. Bu grafiğe dayanarak, analiz edilen bal örneğinin toplam karotenoid miktarı mg β -karoten/ kg bal eşdeğeri şekli ile tespit edilmiştir. Toplam karoten miktarı, $y = 0,0421x + 0,0485$ ve $R^2=0.9898$ grafik denklemine göre hesaplanmıştır.

3.3.11 Askorbik Asit Tayini

Askorbik asit tayini Cemeroğlu'nun (2010) yöntemine göre yapılmıştır. 50 ml bal örneği tartıldıktan sonra üzerine 50 ml metafosforik çözeltisi (% 6) ilave edilip iyice homojen hale getirildikten sonra filtrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Hazırlanan bu solüsyondan 5'er ml alınarak cam tüplere aktarılmıştır. Deneyde takip edilen işlemler ve kullanılan solüsyonlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Askorbik asit tayini işlemlerinde takip edilen aşamalar (Cemeroğlu, 2010)

		Tüp 1	Tüp 2
Kimyasallar	Bal filtratı	5 ml	5 ml
Asetat tamponu (300 g susuz sodyum asetat tartılıp üzerine 700 ml distile su+1000 ml glasiyel asetik asit ilave edilmiştir)		5 ml	5 ml
2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi: 50 mg 2,6-diklorofenolindofenol tartıldıktan sonra bir erlene aktarılmış ve sıcak damıtık suda (150 ml) çözünme işlemini yaptıktan sonra 42 mg NaHCO ₃ eklenmiş ve toplam hacim 200 ml oluncaya kadar distile su ilave edilmiştir.		1 ml	1 ml
		Tüpler kuvvetli olmayacak biçimde vorteklenmiştir.	Tüpler kuvvetli olmayacak biçimde vorteklenmiştir.
Ksilen		10 ml	10 ml
		Vorteks ve santrifüj işlemi	
		Ksilen katmanı analiz için ayrılmıştır. Bal örneğinden hazırlanan ksilen ekstraktı dalga boyu 500 nm'de spektrofotometrede saf ksilene karşı okutulmuştur.	
	Şahit Tüp	Tüp 1	
% 6 HPO₃ Çözeltisi (60 g HPO ₃ tartılıp üzerine 900 ml damıtık su ilave edilmiş ve iyice çözüldükten sonra toplam hacim 1 lt oluncaya kadar distile su ilave edilmiştir). Bu çözeltiden 10 ml alınıp erlene konulmuş ve toplam hacim 250 ml oluncaya kadar metafosforik çözeltisi ile tamamlanmış ve daha sonra süzölmüştür.		5 ml	
Asetat tamponu		5 ml	
2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi		1 ml	
		Tüpler kuvvetli olmayacak biçimde vorteklenmiştir.	
Ksilen		10 ml	
		Vorteks ve santrifüj işlemi	
		Ksilen katmanı analiz için ayrılmıştır. Şahit tüp için hazırlanan ksilen fazı dalga boyu 500 nm'de spektrofotometrede saf ksilene karşı okutulmuştur.	

Askorbik asit standart çözeltisi ve standart eğrisinin tespit edilmesi: 100 mg AA % 6'lık HPO₃ ile 100 ml'ye tamamlanıp (1 mg/ml) standart eğri hazırlanmış ve bulunan eğim baldaki askorbik asit miktarını tespit edilmede kullanılmıştır. Miktar $y=11,586x +0,0057$ $R^2=0,9119$ formülü kullanılarak yapılmıştır.

Örnekteki seyreltme faktörü ve askorbik asidin hesaplanması aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$Sf = \frac{W + H}{W} \times \frac{v}{M}$$

Sf : Seyreltme faktörü

W: Alınan gerçek örnek miktarı, g

H: Örneğe konulan metafosforik asit, g

M: Alınan homojen karışımdan alınan hacim (örnek+metafosforik asit miktarı, g/ml)

V: Alınan homojen karışımdan alınan hacimin tamamlanmış olduğu son hacim (ml)

Baldaki askorbik asit miktarı ise;

$$\text{Askorbik asit, mg/lt} = \frac{(A2 - A1)}{a} \times Sf$$

A2: Balın absorbanası

A1: Şahidin absorbanası

Sf: Seyreltme faktörü

a: Askorbik asit eğrisinin değeri

3.4 DPPH Yöntemi

Ballarda bulunan DPPH tayini, Alves, vd. (2014)'nin yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemde uygulanan basamaklar;

- 1) Her ml'sinde 10-20-40-80 mg/ml'sine bal solüsyonları hazırlanmıştır. Ballar metanol içerisinde çözülmüştür.
- 2) Hazırlanan bu solüsyondan 0,3 ml alınmış ve üzerine 2,7 ml DPPH solüsyonu (DPPH:0,02365 mg/lit Metanol) ilave edilmiştir.
- 3) Tüpler daha sonra, oda koşullarında, karanlık bir ortamda 60 dakika bekletilmiştir.
- 4) Analize hazır örnekler, 517 nm'de metanole karşı okutulmuştur. Kontrol olarak 0,3 ml methanol + 2,7 ml DPPH, kör olarak 0,3 ml saf su + 2,7 ml methanol hazırlanmıştır. Hazırlanan solüsyonlar iyice çalkalanmıştır. Çalışmada kör olarak 0,75 ml saf su + 1,5 ml DPPH karışımı kullanılmıştır. % inhibisyon değerleri, aşağıda verilen formül kullanılarak yapılmıştır (Alves, vd., 2014). Standart antioksidan olan Dibutilhidroksitoluen (BHT), balların DPPH aktivite gücünü karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Bu amaçla, BHT, her ml'de 10, 20, 40 ve 80 mg olacak şekilde metanol içerisinde çözüldükten sonra 517 nm'de absorbans ölçümleri spektrofotometrede yapılmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{\text{Kontrol}} - A_{\text{Örnek}}}{A_{\text{Kontrol}}} \times 100$$

3.5 FRAP Yöntemi

FRAP (Fe (III) indirgeme kapasitesi) yöntemi Szydłowska-Czerniak, vd.'nin (2008) uyguladığı yöntemine göre yapılmıştır. Her ml'sinde 10-20-40-80 mg olacak şekilde ballar tartılmış ve metanol içerisinde çözülmüştür. Hazırlanan bu solüsyondan 0,3 ml alınıp cam tüpe aktarılmıştır. Üzerine 2 ml FRAP solüsyonu ilave edildikten sonra hacmi 10 ml oluncaya kadar saf su konulmuştur. Tüpler daha sonra oda sıcaklığında 10 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda tüpler 15,000 rpm'de 10 dakika santrifüj

edilmiştir. Santrifüj sonrası analiz edilecek örnek pipet ile alınıp spektrofotometre küvetine aktarılmış ve 593 nm’de köre karşı okuması yapılmıştır. Kör olarak: FRAP (2 ml) + 8 ml saf su kullanılmıştır.

FRAP deneyinde kullanılan çözeltilerin hazırlanışı:

Asetat Tamponu (pH 3,6)

Sodyum asetat (3,1 g)

Glasiyel asetik asit (16 ml)

Distile su ile toplam hacim 1 lt oluncaya kadar tamamlanmıştır. Solüsyonun pH’sı kontrol edilir. + 4 °C’de muhafaza edilmiştir.

40 mM HCl

HCl (1,46) (11 M)

Distile su ile toplam hacim 1 lt oluncaya kadar tamamlanmıştır. Solüsyonun pH’sı kontrol edildikten sonra, oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

TPTZ Solüsyonu (10 mM)

TPTZ (= 2,4,6-tri (2-pyridyl) s-triazine) (0,031 g)

40 mM HCl (10 ml)

50 °C’ye ayarlanmış su banyosunda solüsyon çözülünceye kadar bekletilmiştir. Bu solüsyon her kullanımdan önce taze olarak hazırlanmıştır.

Ferric Chloride (FeCl₃) (20 mM)

0,054 g FeCl₃ tartılmış ve 10 ml distile su içerisinde çözülmüştür. Bu çözelti kullanımdan önce hemen hazırlanmıştır.

Hazırlanan solüsyonlar aşağıdaki şekilde karıştırılmıştır.

TPTZ Solüsyonu (10 mM) → 2, 5 ml + FeCl₃ (20 mM) → 2,5 ml + Asetat Tamponu (pH 3,6) → 25 ml

Hazırlanan bu solüsyondan 2 ml alınarak 0,3 ml bal solüsyonu üzerine konularak deney işlemi başlatılmıştır.

Standart olarak FeSO₄.7H₂O solüsyonu hazırlanmıştır. Standart eğrisi çizilmiştir. ($y=0,5989x + 0,0239$; $r^2= 0,9958$). Bulunan eğriden FRAP miktarı (mmol/l= mM) hesaplanmıştır.

3.6 Antimikrobiyal Aktivite Testi

3.6.1 Test Mikroorganizmaları

Deneylede kullanılan test mikroorganizmaları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bakterilerin kontrolü ve karşılaştırma antibiyotiği olarak Sulfafurazol (SF 300, Oxoid), Metisilin (Met10, Oxoid), Streptomisin (S25, Oxoid) ve Polimiksin B (PB300, Oxoid) antibiyotikleri, mayalar için ise Nistatin (100 IU, Oxoid) antibiyotiği kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Test Mikroorganizmaları

Organizma	Sınıflandırılması	Tür	Kaynak
BAKTERİ	Gram pozitifler	<i>Bacillus cereus</i>	EÜ
		<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212
		<i>Enterococcus casseliflavus</i>	ATCC 700327
		<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 29213
		<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC BAA977
	Gram negatifler	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 700603
		<i>Enterobacter hormaechei</i>	ATCC 700323
		<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922
MAYA		<i>Candida parapsilosis</i>	ATCC 22019
		<i>Candida albicans</i>	ATCC 14053

(ATCC: Amerika Kültür Koleksiyonu. EÜ: Ege Üniversitesi)

3.6.2 Antimikrobiyal Aktivite Deneyinde Kullanılan Besiyerleri ve Bileşenleri

Balların antibakteriyel etkinliğinin tespit edilmesinde kullanılan besiyerleri ve hazırlanışı Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Besiyerleri, bileşenleri ve hazırlanışı

Nutrient Agar (Merck, 1.05443.0500)	
Bileşenleri	g/lit
Peptone from meat	5,0
Meat extract	3,0
Agar-agar	12,0
	pH 7,4 ±0,2/25 °C
Hazırlanışı: Otoklav şişesine tartılan 12 g besiyeri üzerine 1 lt oluncaya kadar distile su ilave edilmiştir. Besiyeri+ distile su iyice homojen oluncaya kadar kaynayan suda tutulmuştur. Otoklavda 121 °C’de 15 dakika sterilize edilmiştir. Besiyerinin sıcaklığı, otoklavdan sonra 50 °C’ye ulaşınca petri kutularına aseptik olarak aktarılmıştır.	
Mueller Hinton Agar (Merck, 1.05437.0500)	
Bileşenleri	g/lit
Infusion from meat	2,0
Casein hydrolysate	17,5
Starch	1,5
Agar-agar	13,0
	pH 7,4 ±0,2/25 °C
Hazırlanışı: Otoklav şişesine tartılan 34 g besiyeri üzerine 1 lt oluncaya kadar distile su ilave edilmiştir. Besiyeri+ distile su iyice homojen oluncaya kadar kaynayan suda tutulmuştur. Berrak hale gelen besiyerinden pipetle 20 ml alınmış ve vida kapaklı test tüplerine aktarılmıştır. Bu işlemlerden sonra, Otoklavda 121 °C’de 15 dakika sterilize edilmiştir. Besiyerinin sıcaklığı, otoklavdan sonra 50 °C’ye ulaşınca petri kutularına aseptik olarak aktarılmıştır.	
Potato Dextrose Agar (Merck 1.10130.0500)	
Bileşenleri	g/lit
Potato infusion	4,0
D (+) Glucose	20,0
Agar-agar	15,0
	pH 5,6 ±0,2/25 °C
Hazırlanışı: 39 g besiyeri tartılmış ve otoklav şişesine aktarılmıştır. Üzerine toplam hacmi 1 lt oluncaya kadar distile su ilave edilmiştir. Besiyeri homojen oluncaya kadar kaynayan suda tutulmuştur. Berrak hale gelen besiyerinden pipetle 20 ml alınmış ve vida kapaklı test tüplerine aktarılmıştır. Besin ortamı içeren test tüpleri, otoklav’da 121 °C’de 15 dakika sterilize edilmiştir. Besiyerinin sıcaklığı, otoklavdan sonra 50 °C’ye ulaşınca petri kutularına aseptik olarak aktarılmıştır.	

3.6.3 Bal Solüsyonlarının Hazırlanışı

Fizyolojik tuzlu suyun (%0,85) hazırlanışı: 8,5 g NaCl tartıldıktan sonra üzerine 1 lt oluncaya kadar distile su ilave edilmiş ve otoklavda 121 °C’de 15 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Hazırlanan solüsyon, oda koşullarında soğumaya bırakılmıştır. Deneylede kullanılan antimikrobiyal aktivitede kullanılan bal solüsyonların hazırlanışı Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Bal solüsyonlarının hazırlanışı

Bal Konsantrasyonu	Hazırlanışı
%10	Vida kapaklı bir tüpe 2,5 g bal tartıldıktan sonra üzerine hacmi 25 ml oluncaya kadar steril %0,85 NaCl solüsyonu konulmuştur.
%20	Vida kapaklı bir tüpe 5,0 g bal tartıldıktan sonra üzerine hacmi 25 ml oluncaya kadar steril %0,85 NaCl solüsyonu konulmuştur.
%40	Vida kapaklı bir tüpe 10,0 g bal tartıldıktan sonra üzerine hacmi 25 ml oluncaya kadar steril %0,85 NaCl solüsyonu konulmuştur.
%80	Vida kapaklı bir tüpe 20,0 g bal tartıldıktan sonra üzerine hacmi 25 ml oluncaya kadar steril %0,85 NaCl solüsyonu konulmuştur.

3.6.4 Oyuk Agar Yöntemi

Buzdolabı koşullarında, yatık olarak hazırlanan Nutrient Agar besiyerinde muhafaza edilen saf kültürler, Nutrient Agar besiyerine ekimleri yapılarak aktive edilmiştir (37 °C/24 saat). Aktive edilen kültürden Mueller Hinton Agar besiyerine ekimleri yapılmıştır ve ekimden sonra aynı sıcaklık ve sürede inkübe edilmiştir. Maya kültürleri ise Potato Dextrose Agar besin ortamına ekimleri yapılmıştır (37 °C/24 saat).

Mikroorganizmaların saf kolonileri, fizyolojik tuzlu içinde bulanıklığı 0,5 (Mac Farland Standardı) olacak şekilde ayarlandıktan sonra, 0,1 ml oranda (10^6 cfu/ml) otomatik pipet ile alınarak test besiyerine transfer edilmiş ve besiyeri üzerine aseptik Drigalski spatula ile iyice yayılmıştır.

Her bir petri kutusunda, %70'lik etanole batırıldıktan sonra alevde yakılan ve alev kenarında soğutulan 8 mm çaplı cam delici ile toplam 4 adet oyuk açılmıştır. Hazırlanan bal solüsyonlarından otomatik pipetle 50 µl alınarak petri kutusundaki oyuk agar içerisine aseptik olarak transfer edilmiştir.

Kontrol olarak, sadece besiyeri içeren petriler, inoküle edilen besiyerleri ve ticari antibiyotikler kullanılmıştır.

Deney boyunca bütün test grupları 37 °C/24 saat süre ile inkübe edilmiştir. Belirtilen bu süre sonunda disk etrafında görülen inhibisyon zonu, disk çaplarında dahil olmak üzere milimetrik bir cetvel ile ölçülmüştür.

3.7 İstatistik Analizler

Deneyle elde edilen tüm sonuçlar tek yönlü varyans analizine göre değerlendirilmiştir. Testlerde elde edilen sonuçların ortalamaları alınmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmeleri yapılmıştır. Analizlerde SPSS 17.0 istatistik programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Van iline bağlı Çatak ilçesinin 3 farklı bölgesinden, Muradiye, Çaldıran ve Erciş ilçelerinden toplam 6 adet süzme bal örneği yöre arıcılarından satın alınmıştır. Toplanan bal örneklerinin polen analizleri, fizikokimyasal analizleri, antioksidant ve antimikrobiyal etkinlikleri test edilmiştir.

4.1 Balların Polen Analiz Sonuçları

4.1.1 Çatak I Balının Polen Analiz Sonuçları

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, Çatak I bölgesinden alınan süzme bal örneğinde 893 adet polen sayımı yapılmış ve bu aşamayı takiben, ballarda tespit edilen polenlerin teşhisleri yapılmıştır. Yapılan preparatlarda 8 farklı familyaya ait toplam 15 taksonun bulunduğu tespit edilmiştir. Çatak I bölgesinin bal preparatında teşhis edilen taksonlara ait polenlerin, dominant düzeyde olmadığı görülmüştür. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi, Çatak I balında, %25,3 düzeyinde bulunan *Centaurea* sp. (Asteraceae) ve %23,6 düzeyinde bulunan *Astragalus* sp. (Fabaceae) taksonlarına ait polenlerin analiz edilen balda sekonder düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Asteraceae familyasına ait *Bellis* sp., *Senecio* sp. ve *Carduus* sp., Fagaceae familyasına ait *Quercus* sp., Fabaceae familyasına ait *Trifolium* sp. ve Roseaceae familyasına ait *Crataegus* sp. taksonlarına ait polenlerinin ise incelenen balda minor oranda bulunduğu belirlenmiştir. Balda bulunan diğer taksonlara ait polenler incelendiğinde ise 6 farklı familyada sınıflandırılan toplam 6 çeşit taksonun (*Raphanus* sp., *Anthemis* sp., *Geranium* sp., *Coriandrum* sp., *Thymus* sp., *Dianthus* sp.) eser düzeyde bulunduğu saptanmıştır.

4.1.2 Çatak II Balının Polen Analiz Sonuçları

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, Çatak II bal örneğinden hazırlanan preparatlarda toplam 879 adet polenin sayımı yapılmıştır. Yapılan teşhisler sonucunda, 9 familyaya ait 16 farklı taksonun bulunduğu belirlenmiştir. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, incelenen balda, %29,3 düzeyinde bulunan *Astragalus* sp. (Fabaceae) poleninin sekonder düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Liliaceae familyasında *Eremurus* sp.,

Fabaceae familyasında bulunan *Trifolium* sp., Rosaceae familyasında bulunan *Crataegus* sp., Rhamnaceae familyasında bulunan *Rhamnus* sp., ve Asteraceae familyasından *Centaurea* sp., *Carduus* sp., *Cirsium* sp. ve *Cichorium* sp. taksonlarına ait polenlerinin ise incelenen balda minor düzeyde bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, analiz edilen balda, farklı familyalara ait farklı taksonlarında bulunduğu tespit edilmiştir. Yapılmış olan teşhisler sonucunda, *Bellis* sp., *Silybum* sp., *Cousinia* sp. (Asteraceae), *Stachys* sp. (Lamiaceae), *Quercus* sp. (Fagaceae), *Raphanus* sp. (Brassicaceae) ve *Geranium* sp. (Geraniaceae) taksonlarına ait polenlerin ise eser düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3 Çatak III Balının Polen Analiz Sonuçları

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi, Çatak III balından hazırlanan preparatlarda toplam 1014 polen sayımı yapılmıştır. Yapılan teşhisler sonucu 8 familyaya ait 15 taksonun bulunduğu belirlenmiştir. Şekil 4.3’de görüldüğü gibi, incelenen balda *Astragalus* sp. (Fabaceae) türüne ait polenlerin %36,8 oranla sekonder polen grubunda olduğu saptanmıştır. *Quercus* sp., *Castanea sativa* (Fagaceae), *Echium* sp. (Boraginaceae), *Daucus* sp. (Apiaceae), *Carduus* sp., *Senecio* sp., *Anthemis* sp. (Asteraceae), *Phlomis* sp., *Stachys* sp., *Thymus* sp. (Lamiaceae), *Trifolium* sp. (Fabaceae) ve *Sinapis* sp. (Brassicaceae) taksonlarına ait polenlerin ise minor oranda, *Geranium* sp. (Geraniaceae) ve *Brassica* sp. (Brassicaceae) taksonlarına ait polenlerin ise eser düzeyde olduğu bulunmuştur.

4.1.4 Muradiye Balının Polen Analiz Sonuçları

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi, Muradiye’den alınan bal örneğinden hazırlanan preparatlarda ise toplam 965 adet polen sayımı yapılmıştır. Polenlerin teşhisleri sonucunda, 9 familyaya ait 13 taksonun olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.4’de görüldüğü gibi, analiz edilen balda %30 oranında *Astragalus* sp. (Fabaceae) ve %15 oranında *Onobrychis* sp. (Fabaceae) türlerine ait polenlerin, sekonder polen grubunda olduğu tespit edilmiştir. *Trifolium* sp. (Fabaceae), *Pimpinella* sp. (Apiaceae), *Zea mays* (Poaceae), *Senecio* sp., *Carduus* sp. (Asteraceae), *Raphanus* sp. (Brassicaceae) ve *Geranium* sp. (Geraniaceae) polenlerinin minor düzeyde olduğu, *Echium* sp. (Boraginaceae), *Phlomis* sp., *Thymus* sp. (Lamiaceae) ve *Elaeagnus* sp.

(Elaeagnaceae) taksonlarına ait polenlerin ise eser polen grubunda olduğu belirlenmiştir.

4.1.5 Çaldıran Balının Polen Analiz Sonuçları

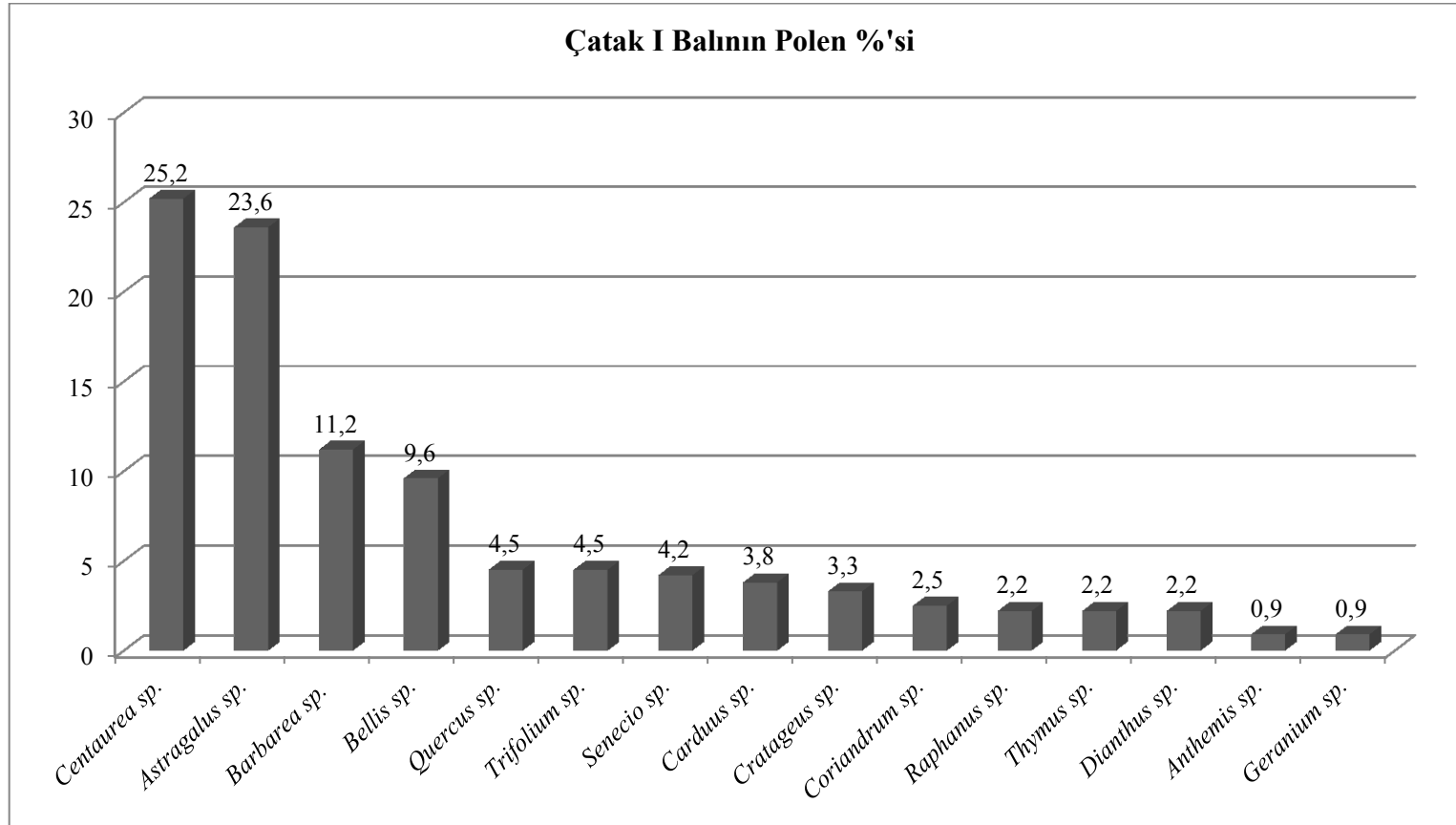
Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi, Çaldıran ilçesinden alınan bal örneğinden hazırlanan preparatlarda, yapılan sayımlar sonucunda toplam 854 adet polen tespit edilmiştir. İncelemeler sonucunda 10 familyaya ait toplam 16 takson bulunmuştur. Şekil 4.5’de görüldüğü gibi, %21,3 oranda bulunan *Asphodelus* sp. (Liliaceae) polenin sekonder grupta olduğu, *Trifolium* sp., *Sophora* sp. (Fabaceae), *Senecio* sp., *Anthemis* sp. (Asteraceae), *Anchusa* sp. (Boraginaceae), *Euphorbia* sp. (Euphorbiaceae), *Daucus* sp. (Apiaceae), *Salvia* sp., *Phlomis* sp. (Lamiaceae) ve *Rubus* sp. (Rosaceae) polenlerinin minor grupta, *Carduus* sp., *Carlina* sp. (Asteraceae), *Stachys* sp. (Lamiaceae), *Geranium* sp. (Geraniaceae) ve *Quercus* sp. (Fagaceae) polenlerinin ise analiz edilen balda eser oranda olduğu saptanmıştır.

4.1.6 Erciş Balının Polen Analiz Sonuçları

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi, Erciş bal örneğinden hazırlanan preparatlarda 981 adet polenin mevcut olduğu belirlenmiştir. Yapılan teşhislerde, 10 familyaya ait 17 taksonun bulunduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.6’da görüldüğü gibi, Fabaceae familyasında sınıflandırılan ve %24,9 oranda bulunan *Astragalus* sp.’in polenlerinin sekonder polen grubunda bulunduğu tespit edilmiştir. Asteraceae familyasına ait *Carduus* sp., *Bellis* sp., *Centaurea* sp., *Carlina* sp., Lamiaceae familyasına ait *Phlomis* sp., Fagaceae familyasına ait *Castanea sativa*, Rosaceae familyasına ait *Crateagus* sp., Apiaceae familyasına ait *Coriandrum* sp. ve Brassicaceae familyasına ait *Raphanus* sp. türüne ait polenlerin minor oranda bulunduğu belirlenmiştir. *Anchusa* sp. (Boraginaceae), *Malva* sp. (Malvaceae), *Stachys* sp. ve *Salvia* sp. (Lamiaceae), *Bifora* sp. (Apiaceae), *Dianthus* sp. (Caryophyllaceae), *Silybum* sp. (Asteraceae) türlerine ait polenlerin ise eser oranda bulunduğu saptanmıştır. Ballarda bulunan familyalar, cins ve türler ve toplam takson sayısı, polen çeşitleri ve % değerleri, bal örneklerinde, taksonlara ait sekonder, minör ve eser oranda bulunan polenlerin dağılımı, sırasıyla Çizelge 4.7, Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’da verilmiştir. Bal örneklerinde, çeşitli familyalarda bulunan taksonlara ait polenlerin fotoğrafları ise Şekil 4.7-4.14 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çatak I balında bulunan taksonlar

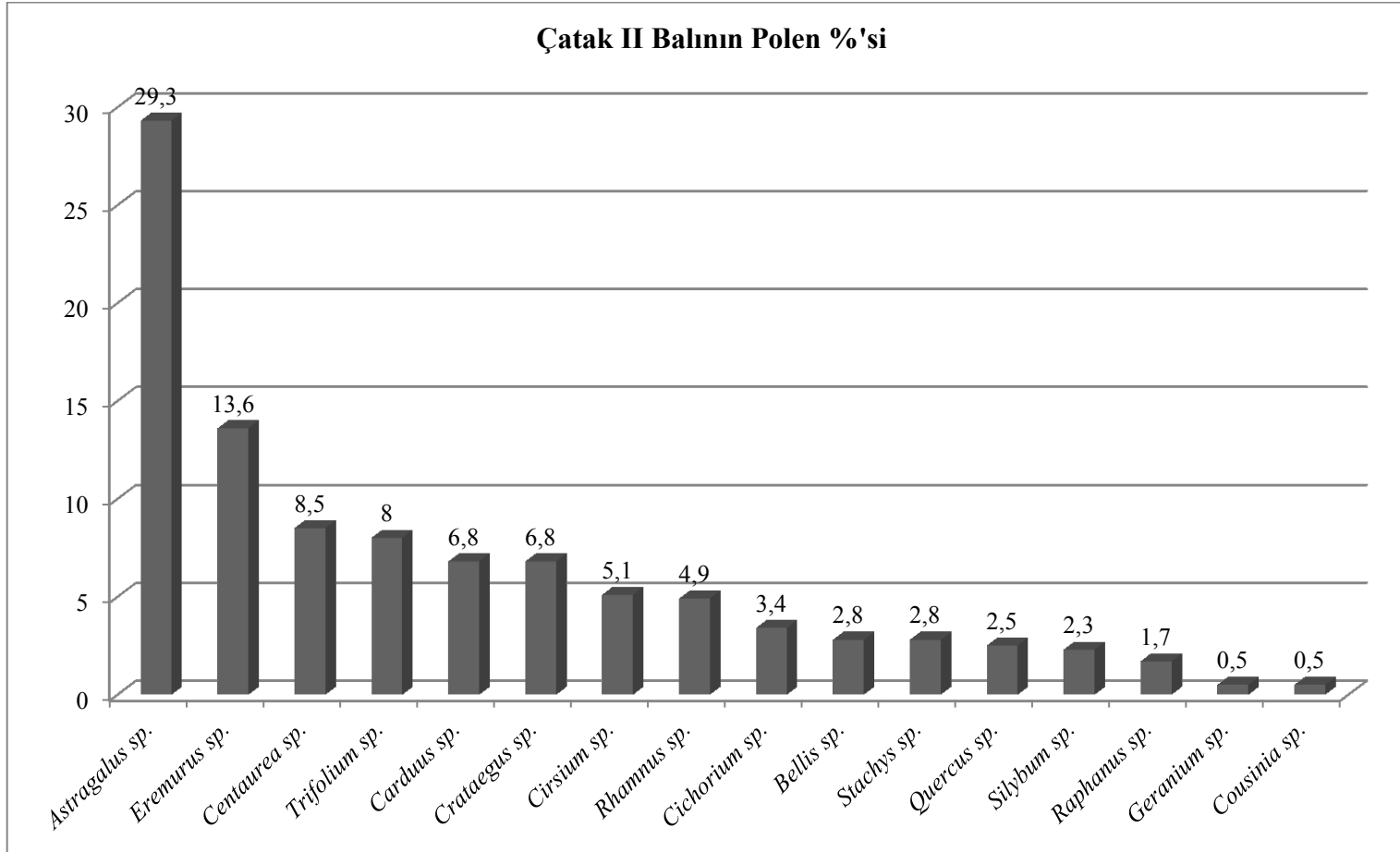
Çatak I			
Takson no'su	Takson adı	Familya	Polen sayısı
1)	<i>Centaurea sp.</i>	Asteraceae	225,00
2)	<i>Astragalus sp.</i>	Fabaceae	210,00
3)	<i>Barbarea sp.</i>	Brassicaceae	100,00
4)	<i>Bellis sp.</i>	Asteraceae	86,00
5)	<i>Quercus sp.</i>	Fagaceae	40,00
6)	<i>Trifolium sp.</i>	Fabaceae	40,00
7)	<i>Senecio sp.</i>	Asteraceae	26,00
8)	<i>Carduus sp.</i>	Asteraceae	38,00
9)	<i>Crataegus sp.</i>	Rosaceae	30,00
10)	<i>Coriandrum sp.</i>	Apiaceae	22,00
11)	<i>Raphanus sp.</i>	Brassicaceae	20,00
12)	<i>Thymus sp.</i>	Lamiaceae	20,00
13)	<i>Dianthus sp.</i>	Caryophyllaceae	20,00
14)	<i>Anthemis sp.</i>	Asteraceae	8,00
15)	<i>Geranium sp.</i>	Geraniaceae	8,00
Total			893,00



Şekil 4.1. Çatak I balında bulunan taksonlara ait polenlerin %'leri

Çizelge 4.2. Çatak II balında bulunan taksonlar

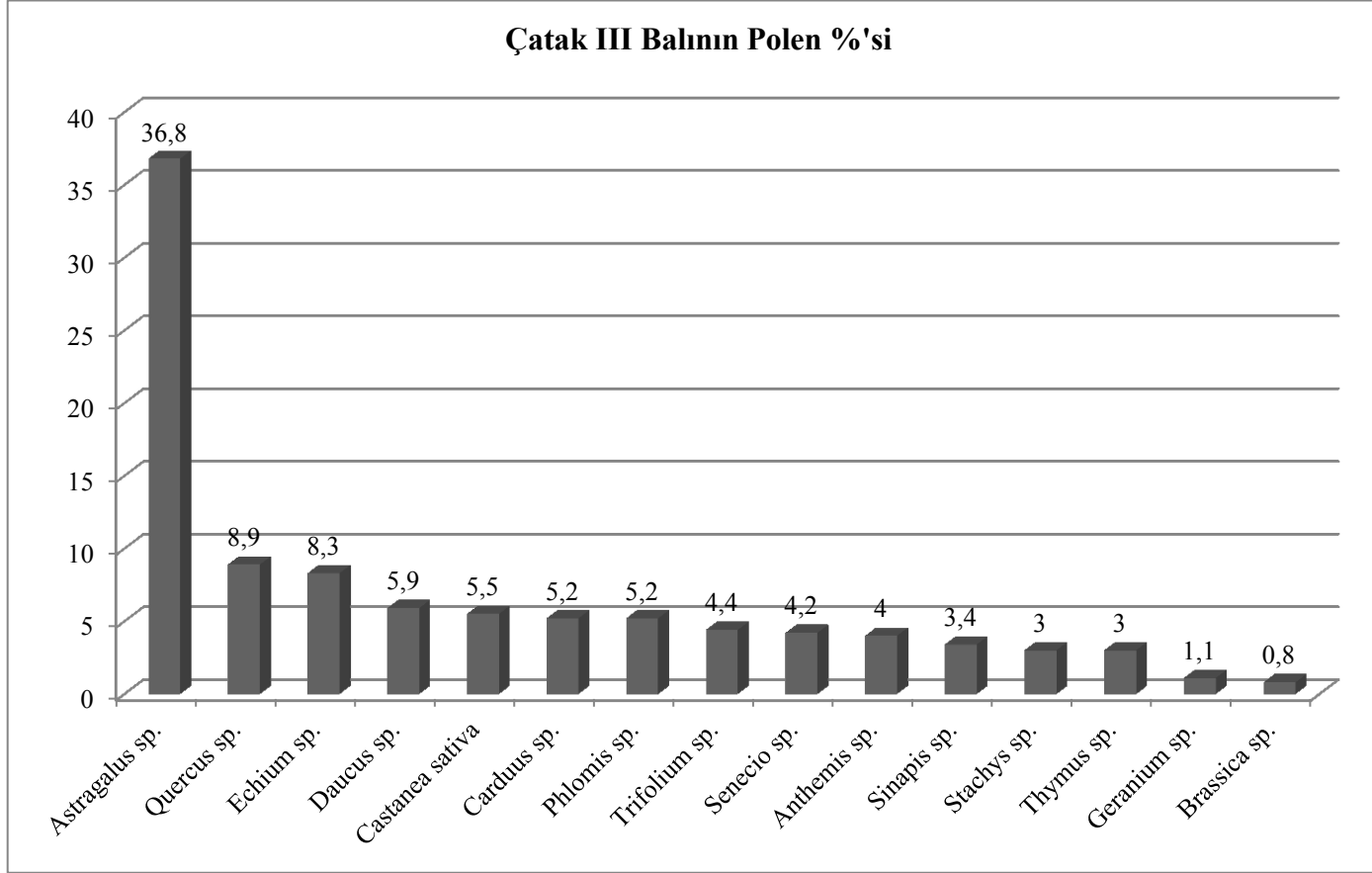
Çatak II			
Takson no'su	Takson adı	Familiya	Polen sayısı
1)	<i>Astragalus</i> sp.	Fabaceae	258,00
2)	<i>Eremurus</i> sp.	Liliaceae	120,00
3)	<i>Centaurea</i> sp.	Asteraceae	75,00
4)	<i>Trifolium</i> sp.	Fabaceae	71,00
5)	<i>Carduus</i> sp.	Asteraceae	60,00
6)	<i>Crataegus</i> sp.	Rosaceae	60,00
7)	<i>Cirsium</i> sp.	Asteraceae	60,00
8)	<i>Rhamnus</i> sp.	Rhamnaceae	43,00
9)	<i>Cichorium</i> sp.	Asteraceae	30,00
10)	<i>Bellis</i> sp.	Asteraceae	25,00
11)	<i>Stachys</i> sp.	Lamiaceae	25,00
12)	<i>Quercus</i> sp.	Fagaceae	22,00
13)	<i>Silybum</i> sp.	Asteraceae	20,00
14)	<i>Raphanus</i> sp.	Brassicaceae	15,00
15)	<i>Geranium</i> sp.	Geraniaceae	5,00
16)	<i>Cousinia</i> sp.	Asteraceae	5,00
Total			879,00



Şekil 4.2. Çatak II balında bulunan taksonlara ait polenlerin %'leri

Çizelge 4.3. Çatak III balında bulunan taksonlar

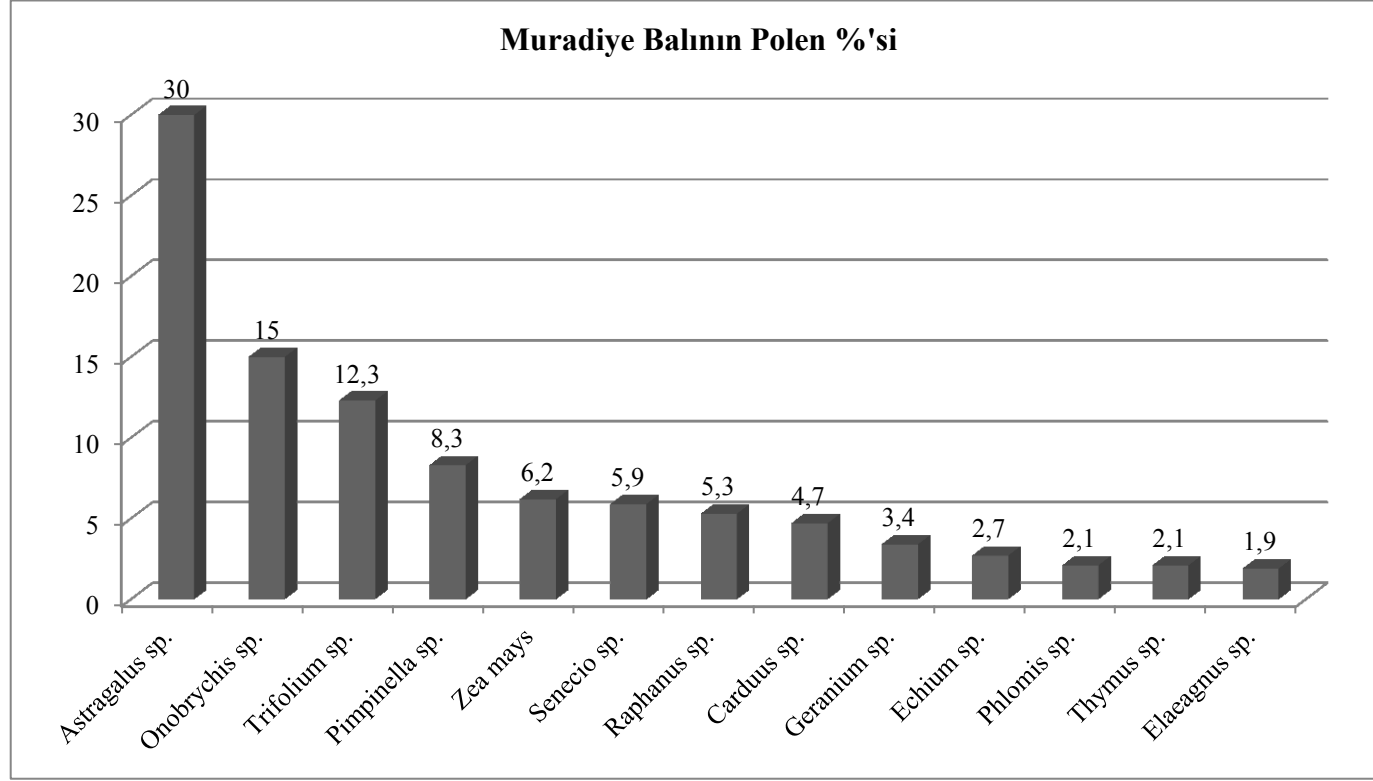
Çatak III			
Takson no'su	Takson adı	Familya	Polen sayısı
1)	<i>Astragalus</i> sp.	Fabaceae	373,00
2)	<i>Quercus</i> sp.	Fagaceae	91,00
3)	<i>Echium</i> sp.	Boraginaceae	84,00
4)	<i>Daucus</i> sp.	Apiaceae	60,00
5)	<i>Castanea sativa</i>	Fagaceae	56,00
6)	<i>Carduus</i> sp.	Asteraceae	53,00
7)	<i>Phlomis</i> sp.	Lamiaceae	53,00
8)	<i>Trifolium</i> sp.	Fabaceae	45,00
9)	<i>Senecio</i> sp.	Asteraceae	43,00
10)	<i>Anthemis</i> sp.	Asteraceae	41,00
11)	<i>Sinapis</i> sp.	Brassicaceae	35,00
12)	<i>Stachys</i> sp.	Lamiaceae	31,00
13)	<i>Thymus</i> sp.	Lamiaceae	30,00
14)	<i>Geranium</i> sp.	Geraniaceae	11,00
15)	<i>Brassica</i> sp.	Brassicaceae	8,00
Total			1014,00



Şekil 4.3. Çatak III balında bulunan taksonlara ait polenlerin %'leri

Çizelge 4.4. Muradiye balında bulunan taksonlar

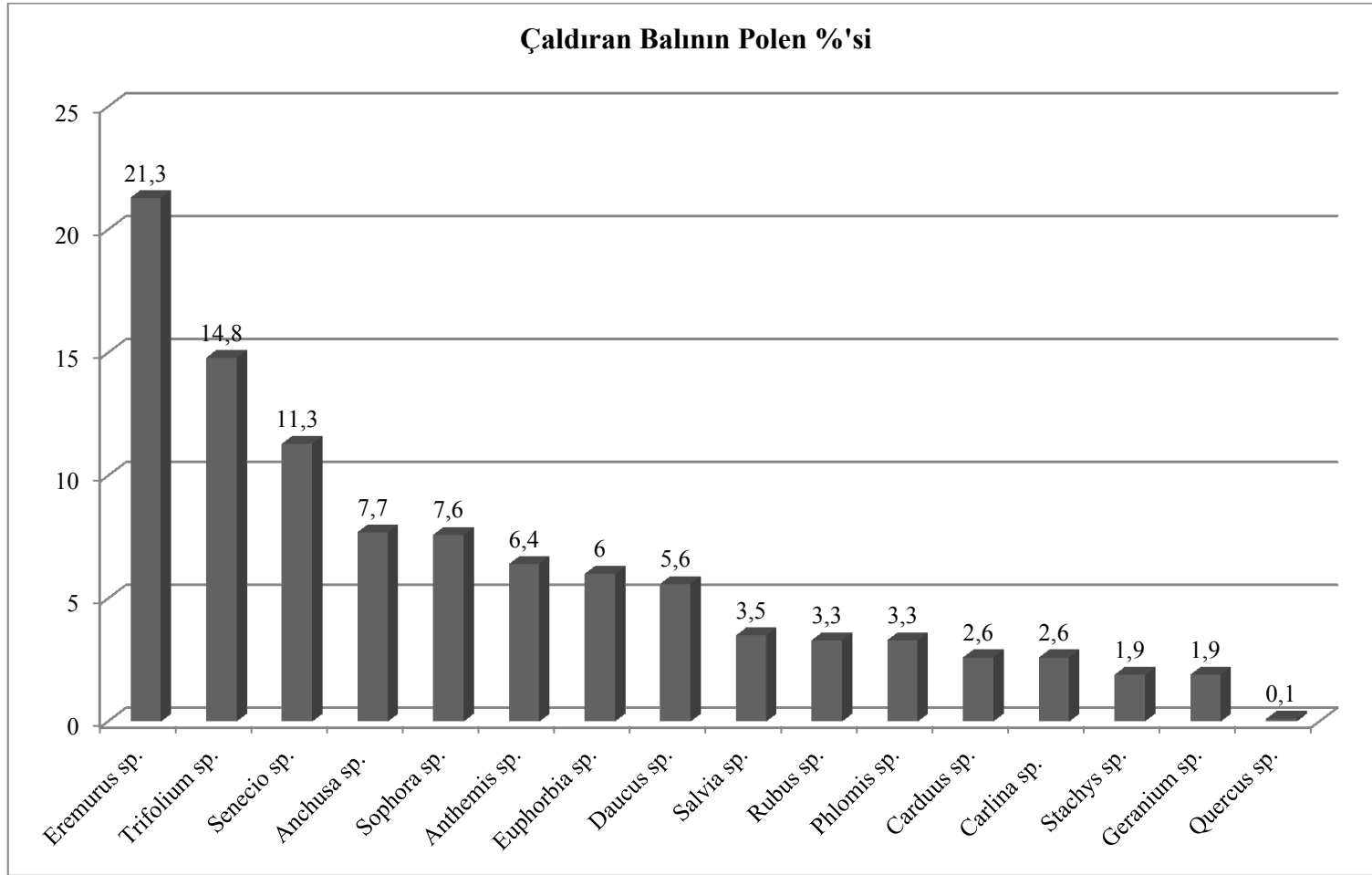
Muradiye			
Takson no'su	Takson adı	Familya	Polen sayısı
1)	<i>Astragalus</i> sp.	Fabaceae	290,00
2)	<i>Onobrychis</i> sp.	Fabaceae	145,00
3)	<i>Trifolium</i> sp.	Fabaceae	119,00
4)	<i>Pimpinella</i> sp.	Apiaceae	80,00
5)	<i>Zea mays</i>	Poaceae	60,00
6)	<i>Senecio</i> sp.	Asteraceae	57,00
7)	<i>Raphanus</i> sp.	Brassicaceae	51,00
8)	<i>Carduus</i> sp.	Asteraceae	45,00
9)	<i>Geranium</i> sp.	Geraniaceae	33,00
10)	<i>Echium</i> sp.	Boraginaceae	26,00
11)	<i>Phlomis</i> sp.	Lamiaceae	20,00
12)	<i>Thymus</i> sp.	Lamiaceae	21,00
13)	<i>Elaeagnus</i> sp.	Elaeagnaceae	18,00
Total			965,00



Şekil 4.4. Muradiye balında bulunan taksonlara ait polenlerin %'leri

Çizelge 4.5. Çaldıran balında bulunan taksonlar

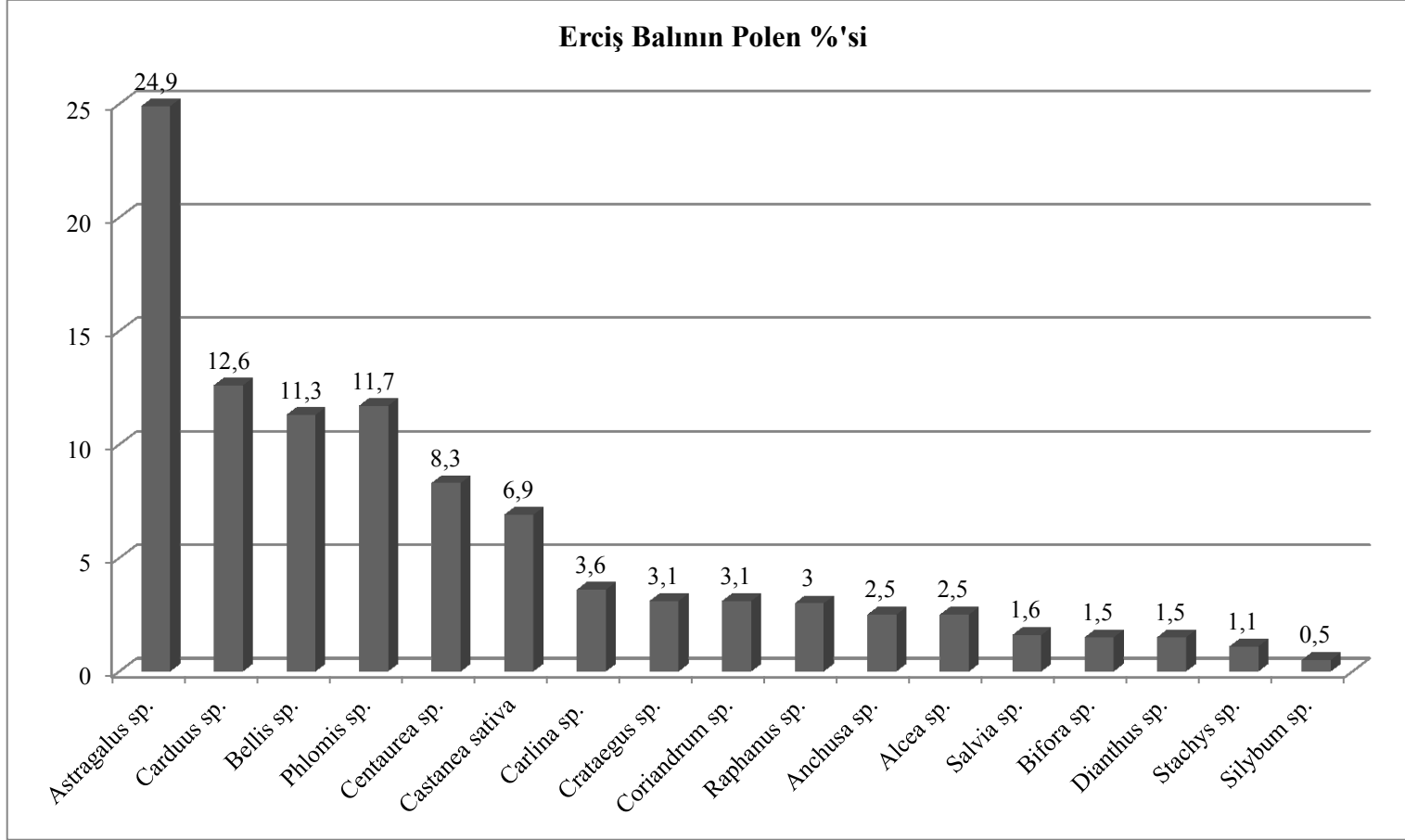
Çaldıran			
Takson no'su	Takson adı	Familya	Polen sayısı
1)	<i>Eremurus</i> sp.	Liliaceae	182,00
2)	<i>Trifolium</i> sp.	Fabaceae	126,00
3)	<i>Senecio</i> sp.	Asteraceae	97,00
4)	<i>Anchusa</i> sp.	Boraginaceae	66,00
5)	<i>Sophora</i> sp.	Fabaceae	65,00
6)	<i>Anthemis</i> sp.	Asteraceae	55,00
7)	<i>Euphorbia</i> sp.	Euphorbiaceae	51,00
8)	<i>Daucus</i> sp.	Apiaceae	48,00
9)	<i>Salvia</i> sp.	Lamiaceae	30,00
10)	<i>Rubus</i> sp.	Rosaceae	28,00
11)	<i>Phlomis</i> sp.	Lamiaceae	29,00
12)	<i>Carduus</i> sp.	Asteraceae	22,00
13)	<i>Carlina</i> sp.	Asteraceae	22,00
14)	<i>Stachys</i> sp.	Lamiaceae	16,00
15)	<i>Geranium</i> sp.	Geraniaceae	16,00
16)	<i>Quercus</i> sp.	Fagaceae	1,00
Total			854,00



Şekil 4.5. Çaldıran balında bulunan taksonlara ait polenlerin %'leri

Çizelge 4.6. Erciş balında bulunan taksonlar

Erciş			
Takson no'su	Takson adı	Familya	Polen sayısı
1)	<i>Astragalus</i> sp.	Fabaceae	244,00
2)	<i>Carduus</i> sp.	Asteraceae	124,00
3)	<i>Bellis</i> sp.	Asteraceae	111,00
4)	<i>Phlomis</i> sp.	Lamiaceae	115,00
5)	<i>Centaurea</i> sp.	Asteraceae	82,00
6)	<i>Castanea sativa</i>	Fagaceae	68,00
7)	<i>Carlina</i> sp.	Asteraceae	36,00
8)	<i>Crataegus</i> sp.	Rosaceae	30,00
9)	<i>Coriandrum</i> sp.	Apiaceae	30,00
10)	<i>Raphanus</i> sp.	Brassicaceae	29,00
11)	<i>Anchusa</i> sp.	Boraginaceae	25,00
12)	<i>Alcea</i> sp.	Malvaceae	25,00
13)	<i>Salvia</i> sp.	Lamiaceae	16,00
14)	<i>Bifora</i> sp.	Apiaceae	15,00
15)	<i>Dianthus</i> sp.	Caryophyllaceae	15,00
16)	<i>Stachys</i> sp.	Lamiaceae	11,00
17)	<i>Silybum</i> sp.	Asteraceae	5,00
Total			981,00



şekil 4.6. Erciş balında bulunan taksonlara ait polenlerin %'leri

Çizelge 4.7. Tüm ballarda bulunan taksonlar



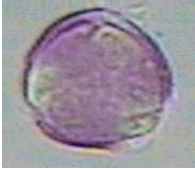




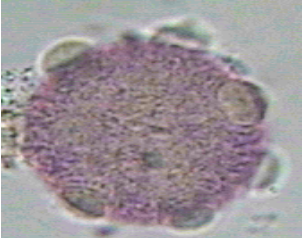


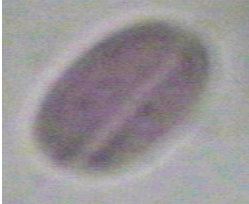





Familya	Takson adı
Apiaceae	<i>Bifora sp., Coriandrum sp., Daucus sp., Pimpinella sp.</i>
Asteraceae	<i>Anthemis sp., Bellis sp., Carduus sp., Cousinia sp., Centaurea sp., Cirsium sp., Carlina sp., Cichorium sp., Senecio sp., Silybum sp., Tussilago sp.</i>
Boraginaceae	<i>Anchusa sp., Echium sp.</i>
Brassicaceae	<i>Barbarea sp., Brassica sp., Raphanus sp., Sinapis sp.</i>
Campanulaceae	<i>Campanula sp.</i>
Caryophyllaceae	<i>Dianthus sp.</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus sp.</i>
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus sp.</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp.</i>
Fabaceae	<i>Astragalus sp., Onobrychis sp., Sophora sp., Trifolium sp.</i>
Fagaceae	<i>Castanea sativa, Quercus sp.</i>
Geraniaceae	<i>Geranium sp.,</i>
Lamiaceae	<i>Phlomis sp., Stachys sp., Salvia sp., Thymus sp.</i>
Liliaceae	<i>Eremurus sp.</i>
Malvaceae	<i>Alcea sp.</i>
Poaceae	<i>Zea mays</i>
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sp.</i>
Rosaceae	<i>Crataegus sp.</i>

Çizelge 4.8. İncelenen ballarda polen çeşitleri ve % değerleri: *dominant (>45), ** sekonder (16–44), ***minor (3–15), ****eser (<3), - (polen olmadığı)



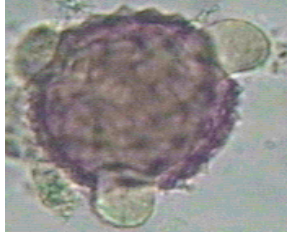
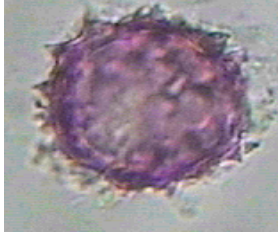







İlçe		İncelenen Ballarda Polen Çeşitleri ve Yüzdeleri
Çatak I	*	-
	**	<i>Centaurea</i> sp. 25, <i>Astragalus</i> sp. 24
	***	<i>Barbarea</i> sp.11, <i>Bellis</i> sp. 9, <i>Trifolium</i> sp.5, <i>Quercus</i> sp.5, <i>Senecio</i> sp.4, <i>Carduus</i> sp. 4, <i>Crataegus</i> sp.3
	****	<i>Coriandrum</i> sp., <i>Raphanus</i> sp., <i>Thymus</i> sp., <i>Dianthus</i> sp., <i>Anthemis</i> sp., <i>Geranium</i> sp.
Çatak II	*	-
	**	<i>Astragalus</i> sp.29
	***	<i>Eremurus</i> sp.14, <i>Centaurea</i> sp.9, <i>Trifolium</i> sp.8, <i>Carduus</i> sp.7, <i>Crataegus</i> sp.6, <i>Cirsium</i> sp. 5, <i>Rhamnus</i> sp.5, <i>Cichorium</i> sp.3, <i>Convolvulus</i> sp. 6, <i>Tussilago</i> sp.4, <i>Campanula</i> sp.3
	****	<i>Bellis</i> sp., <i>Stachys</i> sp., <i>Quercus</i> sp., <i>Silybum</i> sp., <i>Raphanus</i> sp., <i>Geranium</i> sp., <i>Cousinia</i> sp.
Çatak III	*	-
	**	<i>Astragalus</i> sp.37
	***	<i>Quercus</i> sp.9, <i>Echium</i> sp. 8, <i>Daucus</i> sp.6, <i>Castanea sativa</i> 6, <i>Carduus</i> sp.5, <i>Phlomis</i> sp.5, <i>Trifolium</i> sp.4, <i>Senecio</i> sp.4, <i>Anthemis</i> sp.4, <i>Sinapis</i> sp.3, <i>Stachys</i> sp.3, <i>Thymus</i> sp.3
	****	<i>Geranium</i> sp., <i>Brassica</i> sp.
Muradiye	*	-
	**	<i>Astragalus</i> sp.30
	***	<i>Onobrychis</i> sp.15, <i>Trifolium</i> sp.4, <i>Pimpinella anisum</i> 8, <i>Zea mays</i> 6, <i>Senecio</i> sp.6, <i>Raphanus</i> sp.5, <i>Carduus</i> sp.5, <i>Geranium</i> sp.3
	****	<i>Echium</i> sp., <i>Phlomis</i> sp., <i>Thymus</i> sp., <i>Elaeagnus</i> sp.
Çaldıran	*	-
	**	<i>Eremurus</i> sp. 21
	***	<i>Trifolium</i> sp.15, <i>Senecio</i> sp.11, <i>Anchusa</i> sp.8, <i>Sophora</i> sp.8, <i>Anthemis</i> sp. 6, <i>Euphorbia</i> sp. 6, <i>Salvia</i> sp.4, <i>Rubus</i> sp.3, <i>Phlomis</i> sp.3
	****	<i>Carduus</i> sp., <i>Carlina</i> sp., <i>Stachy</i> sp., <i>Geranium</i> sp., <i>Quercus</i> sp.
Erciş	*	-
	**	<i>Astragalus</i> sp.25
	***	<i>Carduus</i> sp.12, <i>Bellis</i> sp.11, <i>Phlomis</i> sp.11, <i>Centaurea</i> sp.8, <i>Castanea sativa</i> 7, <i>Carlina</i> sp.4, <i>Crataegus</i> sp.3, <i>Coriandrum</i> sp.3, <i>Raphanus</i> sp.3
	****	<i>Anchusa</i> sp., <i>Alcea</i> sp., <i>Salvia</i> sp., <i>Bifora</i> sp., <i>Dianthus</i> sp., <i>Stachys</i> sp., <i>Silybum</i> sp.

Çizelge 4.9. Bal örneklerinde, taksonlara ait sekonder, minör ve eser oranda bulunan polenlerin dağılımı




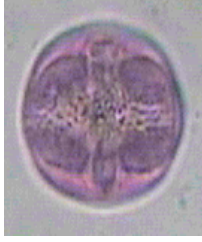
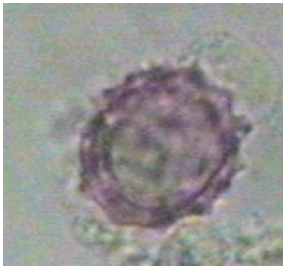
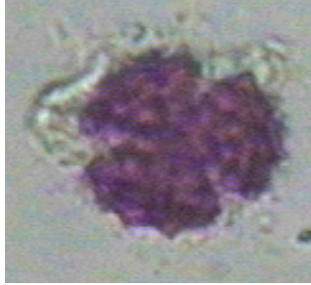

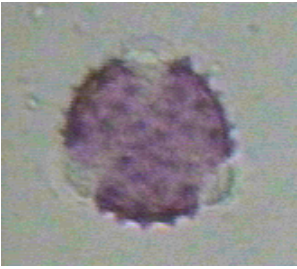


Takson adı	Çatak I	Çatak II	Çatak III	Muradiye	Çaldıran	Erciş
<i>Astragalus</i> sp.	S	S	S	S	-	S
<i>Centaurea</i> sp.	S	M	-	-	-	M
<i>Euphorbia</i> sp.	-	-	-	-	M	-
<i>Salvia</i> sp.	-	-	-	-	M	E
<i>Quercus</i> sp.	M	E	M	-	E	-
<i>Trifolium</i> sp.	M	M	M	M	M	-
<i>Carduus</i> sp.	M	M	M	M	E	M
<i>Crataegus</i> sp.	M	M	-	-	-	M
<i>Pimpinella</i> sp.	-	-	-	M	-	-
<i>Tussilago</i> sp.	-	M	-	-	-	-
<i>Raphanus</i> sp.	E	E	-	M	-	-
<i>Anthemis</i> sp.	E	-	M	-	M	-
<i>Geranium</i> sp.	E	E	E	M	E	-
<i>Onobrychis</i> sp.	-	-	-	M	-	-
<i>Zea mays</i>	-	-	-	M	-	-
<i>Convolvulus</i> sp.	-	M	-	-	-	-
<i>Cirsium</i> sp.	-	M	-	-	-	-
<i>Anchusa</i> sp.	-	-	-	-	M	E
<i>Cichorium</i> sp.	-	M	-	-	-	-
<i>Campanula</i> sp.	-	M	-	-	-	-
<i>Coriandrum</i> sp.	E	-	-	-	-	M
<i>Senecio</i> sp.	M	-	M	M	M	-
<i>Dianthus</i> sp.	E	-	-	-	-	E
<i>Bellis</i> sp.	M	E	-	-	-	M
<i>Stachys</i> sp.	-	E	M	-	E	E
<i>Barbarea</i> sp.	M	-	-	-	-	-
<i>Thymus</i> sp.	E	-	M	E	-	-
<i>Eremurus</i> sp.	-	M	-	-	S	-
<i>Rhamnus</i> sp.	-	M	-	-	-	-
<i>Silybum</i> sp.	-	E	-	-	-	E
<i>Cousinia</i> sp.	-	E	-	-	-	-
<i>Echium</i> sp.	-	-	M	E	-	-
<i>Daucus</i> sp.	-	-	M	-	-	-
<i>Phlomis</i> sp.	-	-	M	-	M	M
<i>Sinapis</i> sp.	-	-	M	-	-	-
<i>Brassica</i> sp.	-	-	E	-	-	-
<i>Elaeagnus</i> sp.	-	-	-	E	-	-
<i>Sophora</i> sp.	-	-	-	-	M	-
<i>Rubus</i> sp.	-	-	-	-	M	-
<i>Carlina</i> sp.	-	-	-	-	E	M
<i>Alcea</i> sp.	-	-	-	-	-	E
<i>Bifora</i> sp.	-	-	-	-	-	E
<i>Castanea sativa</i>	-	-	M	-	-	M

	Fabaceae		
<i>Astragalus</i> sp.			
<i>Sophora</i> sp.			
<i>Trifolium</i> sp.			
	Caryophyllaceae		
<i>Dianthus</i> sp.			
<i>Onobrychis</i> sp.			
	Fagaceae		
<i>Castanea sativa</i>			
<i>Quercus</i> sp.			







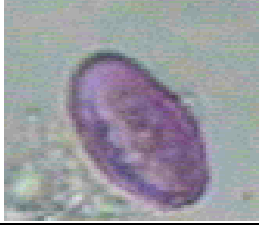


Şekil 4.7. Bal örneklerinde, Fabaceae, Caryophyllaceae ve Fagaceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler

	Asteraceae	
<i>Carduus</i> sp.		
<i>Silybum</i> sp.		
<i>Cichorium</i> sp.		
<i>Senecio</i> sp.		 
<i>Anthemis</i> sp.		


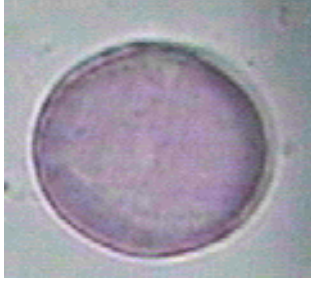






Şekil 4.8. Bal örneklerinde, Asteraceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler

	Asteraceae		
<i>Cousinia</i> sp.			
<i>Centaurea</i> sp.			
<i>Bellis</i> sp.			
<i>Cirsium</i> sp.			
<i>Carlina</i> sp.			

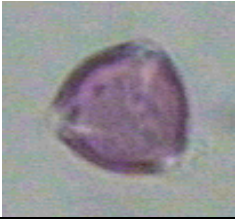
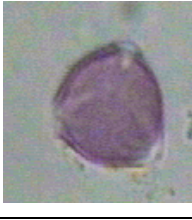

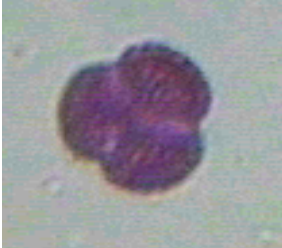

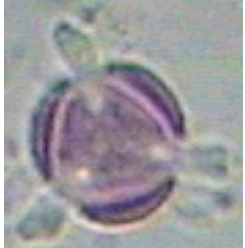
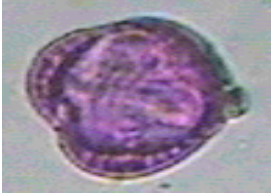


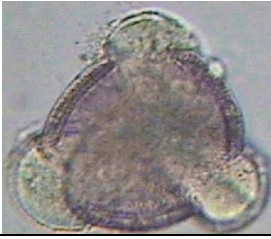

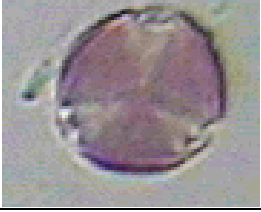
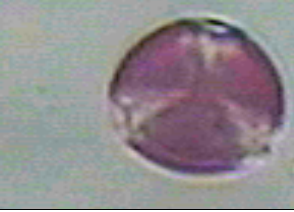
Şekil 4.9. Bal örneklerinde, Asteraceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler

		Rosaceae	
<i>Crataegus sp.</i>			
			
		Apiaceae	
<i>Pimpinella sp.</i>			
<i>Coriandrum sp.</i>			
<i>Bifora sp.</i>			
<i>Daucus sp.</i>			




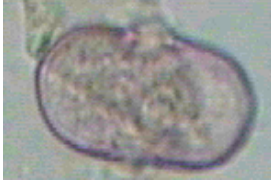





Şekil 4.10. Bal örneklerinde, Rosaceae ve Apiaceae familyalarında bulunan bazı taksonlara ait polenler

	Lamiaceae	
<i>Phlomis</i> sp.		
<i>Stachys</i> sp.		
<i>Salvia</i> sp.		
<i>Thymus</i> sp.		


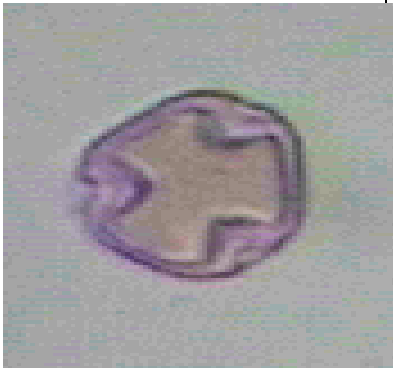
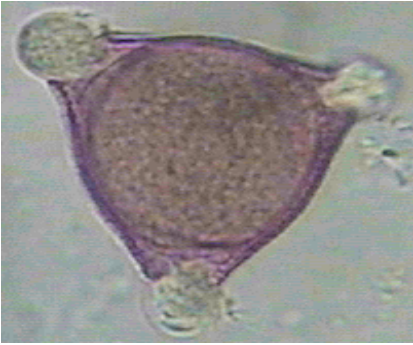
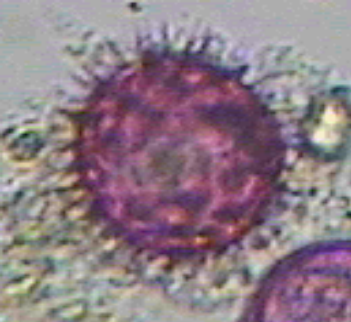
Şekil 4.11. Bal örneklerinde, Lamiaceae familyasında bulunan bazı taksonlara ait polenler

	Brassicaceae		
<i>Barbarea</i> sp.			
<i>Raphanus</i> sp.			
<i>Sinapis</i> sp.			
<i>Brassica</i> sp.			
	Geraniaceae		
<i>Geranium</i> sp.			
	Euphorbiaceae		
<i>Euphorbia</i> sp.			

Şekil 4.12. Bal örneklerinde, Brassicaceae, Geraniaceae ve Euphorbiaceae familyalarında bulunan bazı taksonlara ait polenler

	Poaceae		
<i>Zea mays</i>			
	Boraginaceae		
<i>Anchusa sp.</i>			
<i>Echium sp.</i>			
	Liliaceae		
<i>Eremurus sp.</i>			

Şekil 4.13. Bal örneklerinde, Poaceae, Boraginaceae ve Liliaceae familyalarında bulunan bazı taksonlara ait polenler

	Rhamnaceae	
<i>Rhamnus sp.</i>		
	Elaeagnaceae	
<i>Elaeagnus sp.</i>		
	Malvaceae	
<i>Alcea sp.</i>		

Şekil 4.14. Bal örneklerinde, Rhamnaceae, Elaeagnaceae ve Malvaceae familyalarında bulunan bazı taksonlara ait polenler

Önceki yapılan çalışmalarda Doğu Anadolu Bölgesine bağlı Elazığ ili ve Batı Akdeniz Bölgesine bağlı Antalya ili ballarında da *Astragalus* sp. polenlerinin sekonder grupta olduğu belirlenmiştir (Gür, 1993, Kaya, vd., 2005). Ege Bölgesine bağlı Aydın ili ve İç Anadolu Bölgesine bağlı Yozgat ili ballarında *Astragalus* sp.'nin polenlerinin minor oranda bulunduğu bildirilmiştir (Kaya, vd., 2005). Yapılan bu çalışmada sekonder olarak bulunan *Centaurea* sp.'nin polenleri, Marmara Bölgesi Bursa ili ballarında, Batı Akdeniz Bölgesine bağlı Burdur ili ve Ege Bölgesine bağlı Afyon ballarında *Centaurea* sp.'nin dominant oranda bulunduğu bildirilirken (Silici, 2004, Taşkın, 2006, Mercan, vd., 2007), İç Anadolu Bölgesine bağlı Çankırı ili ballarında *Centaurea* sp.'nin polenlerinin sekonder oranda bulunduğu bildirilmiştir (Kaya, vd., 2005).

Fabaceae familyasından *Astragalus* sp. ve *Trifolium* sp. çiçeklenme periyodu uzun olan ve arılar tarafından hem polen hem nektar kaynağı olarak kullanılan bir bitkilerdir.

Ülkemizin değişik bölgelerinde ve yabancı ülkelerde yapılan bal polen analizi çalışmalarında da bu bitkinin polenleri çok sayıda tespit edilmiştir. Asteraceae familyası, polen sayısı ve çeşidi bakımından en zengin familyalardan birisidir. Çalışmamızda Asteraceae familyasına ait polenlerin tespit edilmesi, ülkemizin Asteraceae familyasının tür açısından en zengin familya olmasıyla ve üyelerinin çoğunun nektar içermesiyle açıklayabiliriz. Türkiye florası oldukça zengindir ve önemli bal kaynağı olan bitkiler yönünden de büyük bir potansiyele sahiptir. Gerek coğrafik yapısı ve gerekse iklim özellikleri bakımından ülkemiz farklı özelliklere sahiptir. Bundan dolayı bir ana polen spektrumundan bahsedilemez ancak bölgesel spektrumlarından bahsedilebilir. Örneğin; Trakya ve Marmara bölgesinde büyük ölçüde tarımı yapılan ayçiçeği poleninin baskın olarak görüldüğü ballar mevcut iken, Doğu bölgelerimizde Fabaceae balı tipiktir. Bulduğumuz sonuçlar bunu desteklemektedir. Ayrıca, Van ilinde yayılışı olmayan bitkilere ait polenlerin ballarda görülmesi gezici arılık yapıldığının bir göstergesidir.

4.2 Fizikokimyasal Analizler

4.2.1 Balların pH Değerleri

Şekil 4.15’de verildiği gibi, Van ilçeleri ballarının pH ölçümleri sonucunda elde edilen değerler arasında yapılan istatistik sonucu, ballar arasındaki farkların önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek pH değerinin Çatak I ($3,94\pm 0,0$) balında olduğu tespit edilmiştir. Çatak II ($3,61\pm 0,01$), Çatak III ($3,61\pm 0,01$), ve Erçiş ($3,59\pm 0,0$) bölge ballarının pH değerleri arasında ise istatistiksel farkın olmadığı saptanmıştır. Fakat Çatak I balından sonra, Çatak II, Çatak III ve Erçiş ballarının pH bakımından en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu balları takiben, Çaldıran ve Muradiye ballarının pH sonuçları arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür. Çaldıran ($3,51\pm 0,01$) ve Muradiye ($3,44\pm 0,0$) bölgelerinden toplanan ballarda pH düzeylerinin diğer bölge ballarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Van yöresi ballarında, en düşük-en yüksek pH değerleri (ortalama) **3,44-3,94 (3,62)** arasında bulunmuştur. Diğer araştırmacılar tarafından gerek ülkemizde gerekse yurt dışında multifloral kaynaklı ballar ile yapılan çalışmalarda tespit edilen pH sonuçları ile bu tezde tespit edilen pH değerlerini karşılaştırdığımızda benzer sonuçların bulunduğu gibi daha yüksek ve daha düşük değerlerinde olduğu görülmektedir.

Multifloral ballarda pH değeri, Van’da **3,69-4,6 (4,11)** (Akyüz, vd., 1995), Hatay’da **3,04-6,6 (4,12)** (Şahinler, vd., 2011), Doğu ve Güneydoğu Anadolu’da **3,2-3,4 (3,8)** (Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2001), Kars’da **2,21-3,54** (Aydın, vd., 2008), Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz çiçek ballarında **3,75-4,89 (4,1)** (Batu, vd., 2013) arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Fas’ta yapılan 2 farklı çalışmada **2,61-4,55 (3,72)** ve **3,8-4,15** (Terrab, vd., 2002, Malika, 2005), Venezuela’da **3,3-4,3** (De Rodriguez, vd., 2004), Uruguay’da **3,2** (Corbella-Cozzolina, 2006), Portekiz’de **3,55-4,34** (Silva, vd., 2009), İspanya’da **3,52-4,70 (3,96)** (Manzanares, vd., 2011), Arjantin’de **3,43-3,62** (Isla, vd., 2011) ve Suudi Arabistan’da **3,24-3,47** (Alqarni, vd., 2012) arasında olduğu bulunmuştur.

4.2.2 Balların Toplam Asitlik Değerleri

Şekil 4.16'da verildiği gibi, Toplam asitlik değerleri (meq/kg) bakımından incelenen ballarda elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak farkların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek değerlerin, Çatak I ($21,1\pm 0,0$) ve Çatak II ($21,8\pm 0,0$) balında olduğu tespit edilmekle birlikte analiz edilen her 2 balın toplam asitlik değerinin aynı olduğu saptanmıştır. Çatak I ve Çatak II ballarından sonra toplam asitlik değeri en fazla Muradiye balında ($19,5\pm 0,14$) ve Çatak III ($19,00\pm 1,4$) balında olduğu bulunmuştur. En düşük toplam asitlik değerinin ise analiz edilen Erçiş ($13,1\pm 0,14$) ve Çaldıran ($13,5\pm 0,14$) ballarında olduğu bulunmakla birlikte, her 2 balın toplam asitlik değerinin istatistiksel olarak aynı olduğu tespit edilmiştir.

Van yöresi ballarında, en düşük-en yüksek değerler ve ortalama bakımından toplam asitlik değerini (meq/kg) incelediğimizde; bu değer **13,1-21,8 (18,0)** aralığında değiştiği saptanmıştır. Önceki yapılan multifloral bal çalışmalarında toplam asitlik (meq/kg) değeri Van'da **11,65-33,49 (24,61)** (Akyüz, vd., 1995), Ankara'da **8,23-33,21 (24,46)** (Ünal ve Küplülü, 2006) arasında değiştiği bildirilmiştir. Diğer ülkelerde yapılan çalışmaları incelediğimizde ise Hindistan'da **31,39** (Nanda, vd., 2003), Fas'ta **14,3-70,4 (41,9) ve 29-33,81** (Terrab, vd., 2002, Malika, vd., 2005), Venezuela'da **24,4-53,3** (De Rodriguez, vd., 2004) ve Romanya'da **17,4-51,5** (Silva, vd., 2009) olarak rapor edilmiştir.

Yapılmış olan bu tez çalışmasında tespit edilen toplam asitlik (meq/kg) değeri ülkemizde diğer yapılan çalışmalar ile karşılaştırdığımızda, bu tez çalışmasında bulunan bulgulardan daha düşük ve daha yüksek sonuçların Akyüz, vd. (1995) ve Ünal ve Küplülü (2006) tarafından rapor edildiği görülmektedir.

Ülkemiz dışında yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırdığımızda, bu tez çalışmasında tespit edilen bulguların Terrab, vd. (2002), Nanda, vd. (2003), De Rodriguez, vd. (2004), Silva, vd. (2009) ve Manzanares, vd.'nin (2011) bulduğu değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Fakat Silva, vd. (2009)'nın bulmuş olduğu en düşük toplam asitlik değeri ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.3 Balların Nem Miktarları (%)

Şekil 4.17’de verildiği gibi, nem miktarı (%) bakımından incelenen ballarda elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak farkların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek değer, sırasıyla Muradiye (16,53±0,11) > Çaldıran (16,06±0,11) > Erçiş (15,46±0,30) > Çatak III (15,20±0,0) > Çatak II (14,93±0,1)= Çatak I (14,80±0,0) ballarında olduğu tespit edilmiştir.

Van yöresi ballarında, nem miktarı (%) **14,8-16,53 (15,49)** arasında değiştiği bulunmuştur. Önceki yapılan araştırmalarda ise multifloral ballarda nem miktarı (%), Hatay’da **13-19,7 (16,09)** (Şahinler, vd., 2001), Doğu ve Güneydoğu’da **14,6-19,14 (16)** (Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2001), Ankara’da **13-25 (16,3)** (Ünal ve Küplülü, 2006), Kars’da **13,2-19,2** (Aydın, vd., 2008), Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz’de **14,01-17,12** (Batu, vd., 2013). Ülkemiz ballarında tespit edilen nem % lerinin bu çalışmada tespit edilen sonuçlara benzerlik gösterdiği tespit edilmekle birlikte ballarda daha yüksek nem miktarlarının diğer araştırmacılar tarafından rapor edildiği görülmektedir. Ülkemiz dışında yapılan multifloral ballar ile yapılan çalışmalarını incelediğimizde ise nem miktarının, Hindistan’da **13,97** (Nanda, vd., 2003), Venezuela’da **17,8-20,4** (De Rodriguez, vd., 2004), Fas’ta **17,80-20,0** (Malika, vd., 2005), Uruguay’da **18,0** (Corbella-Cozzolino, 2006), Arjantin’de **16,0-23,4 (18,4)** (Finola, vd., 2007), Portekiz’de **13,98-19,0** (Silva, vd., 2009) ve Arjantin’de **14,1-18,8** (Isla, vd., 2011) aralığında olduğu rapor edilmiştir. Bu tez çalışmasında tespit edilen nem miktarının, Nanda, vd. (2003)’nin bulduğu sonuçlardan daha yüksek olduğu görülürken, De Rodriguez, vd. (2004), Malika, vd. (2005), Corbella-Cozzolina (2006), Finola, vd. (2007)’nin bulduğu sonuçlardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Silva, vd. (2009) ve Isla, vd.’nin (2011) rapor ettiği değerlerin bu çalışmada belirlenen değerlerden daha düşük ve daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

4.2.4 Balların Elektriksel İletkenlik Değerleri

Analiz edilen ballarda elektriksel iletkenlik değerleri (mS/cm) Şekil 4.18’de gösterilmektedir. Balların elektriksel iletkenlik değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik en fazla Çatak I (0,34±0,01) balında

tespit edilmiştir. Çatak II ($0,16\pm 0,01$), Çatak III ($0,15\pm 0,00$), ve Muradiye ($0,15\pm 0,01$) ballarında istatistiksel olarak farkın olmadığı tespit edilmekle birlikte, Çatak I balından bulunan değerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada, ölçülen en düşük elektriksel iletkenlik değerinin Erciş balında ($0,13\pm 0,00$) ve Çaldıran balında ($0,12\pm 0,00$) olduğu belirlenmiştir.

Van yöresi ballarında, elektriksel iletkenlik değeri **0,12-0,34 mS/cm** arasında değiştiği tespit edilmiştir. Önceki yapılan diğer multifloral bal çalışmalarında daha düşük ya da daha yüksek elektriksel iletkenlik değerleri diğer araştırmalarda bildirilmiştir. Multifloral ballarda, elektriksel iletkenliğin, İspanya'da **0,117-1,116** (Soria, vd., 2004), Uruguay'da **0,6** (Corbella ve Cozzolino, 2006), Portekiz'de **0,16-0,5** (Silva, vd., 2009), Litvanya'da **0,54-0,85** (Kaskoniene, vd., 2010), İspanya'da **0,2-0,8 (0,47)** (Manzanares, vd., 2011), Türkiye'de **0,82-0,467 (0,260)** (Batu, vd., 2013), **0,14-0,95 (0,46)** (Çetin, vd., 2011) ve Arjantin'de **0,194-0,466** (Isla, vd., 2011), Pakistan'da markalı ballarda **1,24-6,33** ve markasız ballarda **2,33-3,53** (Rahman, vd., 2013), Türkiye'de **0,17-0,83** (Yücel ve Sultanoğlu, 2013) ve **0,82-0,467 (0,260)** (Batu, vd., 2013), Birleşik Arap Emirliğinde kurak bölge balın'da **0,34-0,60**, kurak olmayan bölge balında **0,25-0,48** (Habib, vd., 2014) aralığında değiştiği bildirilmiştir.

4.2.5 Balların Briks (%) Değerleri

Şekil 4.19'da verildiği gibi, Analiz edilen balların briks ölçümleri sonucunda elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak farkların bulunduğu tespit edilmiştir. Eşdeğer düzeyde en yüksek briks değeri Çatak II ($81,5\pm 0,14$), Çatak III ($81,3\pm 0,14$) ve Erciş ($81,4\pm 0,0$) bölgelerinden toplanan bal örneklerinde olduğu bulunmuştur. Diğer bölgelerden toplanan balların briks değerleri arasında ise istatistiksel olarak bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Fakat Çatak I ($80,9\pm 0,0$), Çaldıran ($80,7\pm 0,0$) ve Muradiye ($80,8\pm 0,14$) bölgelerinden toplanan balların briks değerlerinin ise Çatak II, Çatak III ve Erciş bölgelerinden toplanan bal örneklerine göre daha düşük olduğu saptanmıştır.

Van yöresi ballarında, Briks (%) değeri **80,7-81,45 (81,5)** arasında olduğu bulunmuştur. Daha önceki yapılan çalışmalarda, multifloral ballarda briks değerleri,

Hindistan'da **76-81** (Anupama, vd., 2003), Romanya'da **79,8-81** (Silva, vd., 2009) ve Suudi Arabistan'da **82,5-85** (Alqarni, vd., 2012), Birleşik Arap Emirliklerinde kurak bölge balında **79,2-82**, kurak olmayan bölge balında **80,4-81,4** (Habib, vd., 2014), Türkiye'de **81,21-84,24 (82,99)** (Batu, vd., 2013) arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen sonuçlar ile diğer çalışmalarda elde edilen sonuçların benzer olduğu görülmüştür.

4.2.6 Balların HMF Değerleri

Şekil 4.20'de verildiği gibi, analiz edilen balda, istatistiksel olarak HMF sonuçları değerlendirildiğinde, ballar arasında farkların önemli olduğu bulunmuştur. İncelenen ballarda, en yüksek HMF değeri (mg/100g) sırasıyla Erciş (14,33±0,57) > Çatak III (12,33±0,57) = Çatak II (11,33±0,57) > Çatak I (8,93±0,05) = Çaldıran (8,17±0,3) > Muradiye (6,2±0,5) ballarında olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, en düşük değer Muradiye balında olduğu belirlenmiştir.

Van yöresi ballarında, HMF (mg/100g) miktarı en düşük-en yüksek değerleri (ortalaması) **6,20-14,33 (10,21)** olarak saptanmıştır. Önceki yapılan diğer multifloral bal çalışmalarında daha düşük ve daha yüksek HMF (mg/100g) miktarı ülkemizde yapılan diğer çalışmaları incelediğimizde görülmektedir; **1,34-115,2 (25,87)** (Akyüz, vd., 1995), **0,58-58,94** (10,71) (Şahinler, vd., 2001), **0-11,5 (3,3)** (Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2001), **11,13-256,27 (74,51)**, (Ünal ve Küplülü, 2006), **1,92** (Küçük, vd., 2007), **3,18-3,05** (Kahraman, vd., 2010), **2,49-205,1** (Aydın, vd., 2008), **0,14-24,39 (5,5)** (Batu, vd., 2013), **0,0-0,41** (Tornuk, vd., 2013).

Fas'ta **0,38-4,88 (1,75)** (Terrab, vd., 2002), Hindistan'da **2,15-3,90** (Azeredo, vd., 2003), **0,525** (Corbella ve Cozzolino, 2006), Arjantin'de **0,11-4,48 (1,48)** (Finola, vd., 2007), Portekiz'de **0,175-1,58** (Silva, vd., 2009), İspanya'da **0,07-2,6 (0,76)** (Manzanares, vd., 2011), Suudi Arabistan'da **2,13-25,8** (Alqarni, vd., 2012), Arjantin'de **0,4-2,03** (Isla, vd., 2011), **Pakistan'da** markalı ballarda **0,3-1,33**, markasız ballarda **1,16-1,64** (Rahman, vd., 2013) aralığında değiştiği bildirilmiştir.

Bu tezde tespit edilen HMF miktarını diğer araştırmacıların sonuçları ile karşılaştırdığımızda, Terrab, vd. (2002), Corbella ve Cozzolino (2006), Finola, vd.

(2007), Silva, vd. (2009), Kahraman, vd. (2010), Manzanares, vd. (2011), Alqarni, vd. (2012), Isla, vd.'nin (2011), Rahman, vd. (2013)'nin bulduğu HMF değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.7 Balların Lab Değerleri

Şekil 4.21'de verildiği gibi, L değeri, analiz edilen ballarda istatistiksel olarak farklar göstermiştir. En yüksek L değeri, Çaldıran ($49,16 \pm 0,16$) ve Muradiye ($51,08 \pm 2,35$) ballarında olduğu tespit edilmiştir. Diğer ballarda ise bu değerlerin Çaldıran ve Muradiye ballarından daha düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Çatak I ($37,91 \pm 0,9$), Çatak II ($38,98 \pm 3,62$), Çatak III ($39,95 \pm 1,65$), ve Erciş ($40,91 \pm 0,82$) balları arasında istatistiksel olarak farkın olmadığı belirlenmiştir. Şekil 4.22.'de verildiği gibi, **a değeri** Çatak I ($0,36^a \pm 0,3$), Çatak II ($-0,14^a \pm 0,1$), Çatak III ($0,35^a \pm 0,04$), ve Erciş ($-1,5^b \pm 0,0$), Muradiye ($-2,94^{bc} \pm 0,14$), Çaldıran ($-2,57^c \pm 0,1$). Şekil 4.23.'de verildiği gibi, **b değeri**, Muradiye ($11,07^a \pm 1,11$), Çatak II ($10,34^a \pm 1,07$) Çatak I ($9,96^{ab} \pm 0,9$), Çaldıran ($9,49^{ab} \pm 1,75$) ve Çatak III ($6,06^{bc} \pm 0,16$), ve Erciş ($5,27^c \pm 0,27$).

Van yöresi ballarında, L değeri en düşük-en yüksek ve ortalama değerleri **37,90-51,05 (43,0)** ölçülmüştür. Önceki multifloral kaynaklı bal çalışmalarında L değeri, Hindistan'da yapılan 2 farklı çalışmada **23,77-43,69** ve **40,96-53,53** (Anumpama, vd., 2003, Ahmed, vd., 2007), İspanya'da **23,24-33,66** (Soria, vd., 2004), Türkiye'de **8,88-18,54** (Tornuk, vd., 2013), ve Birleşik Arab Emirliklerinde kurak bölge balında **6,4-9,1**, kurak olmayan bölge balında **5,74-35,49** (Habib, vd., 2014) aralığında değiştiği rapor edilmiştir. Tespit edilen L değerinin Anumpama, vd. (2003) ve Ahmed, vd. (2007)'nin bulduğu değerlere benzerlik gösterdiği fakat diğer araştırmacıların bulduğu değerlerden farklı olduğu görülmektedir.

Van yöresi ballarında, en düşük ve en yüksek (ortalama) a değeri **-2,94-0,36 (-1,7)** olarak bulunmuştur. Daha önce yapılan multifloral bal çalışmaları incelediğimizde ise bu değer Hindistan'da **3,4-27,83** (Anumpama, vd., 2003), İspanya'da **-2,19-2,32** (Soria, vd., 2004), Türkiye'de **2,64-8,04** (Tornuk, vd., 2013), Birleşik Arab Emirliklerinde kurak bölge balında yapılan çalışmalarda **-1,73-2,54**, kurak olmayan bölge balında **0,55-14,5** (Habib, vd., 2014) arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu tez

çalışmasında a değerinin diğer araştırmacıların bulduğu değerden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Van yöresi ballarında, en düşük-en yüksek b değeri **5,27-11,07** (8,7) olduğu tespit edilmiştir. Daha önceki multifloral bal çalışmalarında b değeri Hindistan'da **39,11-56,06** (Anumpama, vd., 2003), İspanya'da **1,24-9,96** (Soria, vd., 2004), Türkiye'de **11,5-23,6** (Tornuk, vd., 2013), Birleşik Arab Emirliklerinde kurak bölge balında **5,02-9,5** ve kurak olmayan bölge balında 5,93-36,54 (Habib, vd., 2014) arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen b değerinin Soria, vd. (2004), Habib, vd. (2014)'nin bulgularıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

4.2.8 Balların Fenol Miktarı

Şekil 4.24'de verildiği gibi, İstatistik analizleri sonucunda, ballarda bulunan fenol miktarları (mg/100 ml) arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Fenol miktarı, en yüksekten en düşük değere doğru sırasıyla: Çatak II (38,71±7.33) > Çatak I (33,00±6,78) = Çatak III (27,45±1.00) > Erciş (24,86±4,67) = Çaldıran (24,32±2,29) = Muradiye (20,57±0,00) şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Van yöresi ballarında, toplam fenol değeri (mg/100ml) **20,57-38,71** (28,15) arasında değiştiği bulunmuştur. Daha önce yapılan multifloral bal çalışmalarında toplam fenol değeri, İspanya'da **0,323-0,149** (Soria, vd., 2004), Burkina Faso'da **32,59-93,66** (Meda, vd., 2005), Çekoslovakya'da **8,36-14,693** (11,207) (Lanchman, vd., 2010), Arjantin'de **87,5-107,3** (Isla, vd., 2011), Suudi Arabistan'da **51-60** (Alqarni, vd., 2012), Afrika'da **99,75** (Serem, vd., 2012), Türkiye'de yapılan 2 farklı çalışma'da **198** (Küçük, vd., 2007), ve **35,3-1961** (Tornuk, vd., 2013) arasında değiştiği bildirilmiştir. Yapılan bu çalışma ve önceki çalışmaları karşılaştırdığımızda, önceki çalışmalarda bulunan sonuçların daha yüksek olduğu görülmekle birlikte, Soria, vd. (2004), Lanchman, vd. (2010)' in bulduğu değerlerin daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.9 Balların Flavanoid Miktarı

Şekil 4.25'de verildiği gibi, Ballarda tespit edilmiş olan toplam flavanoid miktarları değerlendirildiğinde (mg/100ml), 6 farklı bölgeden toplanan ballar arasında istatistiksel olarak farkların olduğu belirlenmiştir. Çatak I (9,62±0.57), Çatak II

(9,80±0,04) ve Çatak III (9,87±0,10) ballarında flavanoid sonuçları arasında istatistiksel olarak farkların görülmediği tespit edilmekle birlikte bu bölge ballarının flavanoid miktarlarının diğer bölgelere göre, daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışma alanındaki diğer 3 bölgeden toplanan ballarda Erciş (8,55±0,49), Çaldıran (8,37±0,07), Muradiye (8,01±0,05) tespit edilen flavanoid miktarları arasında istatistiksel olarak farkın olmadığı bulunmuştur.

Van yöresi ballarında, en düşük-en yüksek (ortalama) toplam flavanoid (mg/100ml) değerleri **8,01-9,87 (9,03)** olarak tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda, multifloral ballarda daha düşük ve daha yüksek toplam flavanoid (mg/100ml) miktarları, Burkina Faso ballarında **0,41-8,37** (Meda, vd., 2005), Arjantin ballarında **4,0-20** (Isla, vd., 2011), Afrika ballarında **30,77** (Serem, vd., 2012), Türkiye ballarında **5,38-26,75** (Tornuk, vd., 2013) arasında değiştiği bildirilmiştir.

4.2.10 Balların Karotenoid Miktarı

Şekil 4.26'da verildiği gibi, Ballarda tespit edilen toplam karotenoid miktarlarının (mg/kg) istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Karotenoid miktarının en yüksek olduğu ballar sırasıyla Çatak II (1,14±0,09) > Çaldıran (0,86±0,06) > Erciş (0,72±0,06) = Muradiye (0,71±0,02) > Çatak I (0,68±0,02) = Çatak III (0,62±0,02) olduğu bulunmuştur.

Van yöresi ballarında, toplam karotenoid (mg/kg) miktarının en düşük-en yüksek (ortalama) değerleri **0,620-1,14 (0,78)** arasında olduğu saptanmıştır. Daha önce Suudi Arabistan multifloral bal çalışmalarında karotenoid (µg/g) miktarı **50,24-64,84** (Alqarni, vd., 2012), Küba'da, diğer çeşit ballarla yapılan bir çalışmada, toplam karotenoid miktarının **1,17-5,57** mg/kg arasında olduğu (Alvarez Suarez, vd., 2010), Birleşik Arap Emirliklerinde stailan kurak bölge ballarında **0,173-0,820** mg/kg, kurak olmayan bölge ballarında ise **0,067-0,113** mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Habib, vd., 2014).

4.2.11 Balların Askorbik Asit Miktarı

Şekil 4.27'de verildiği gibi, Ballarda tespit edilen askorbik asit miktarlarının (mg/lt) istatistiksel farkların olduğu saptanmıştır. Askorbik asidin en yüksek olduğu balların sırasıyla; Çatak II (1,59±0,05) > Erciş (1,48±0,00) > Çaldıran (0,99±0,00) >

Muradiye (0,77±0,01) > Çatak I (0,68±0,01) > Çatak III (0,50±0,01) şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Van yöresi ballarında, askorbik asit (mg/lt) miktarının en düşük-en yüksek (ortalama) değerleri **0,5-1,59 (1)** arasında olduğu saptanmıştır. Önceki çalışmalarda orijini belli olmayan markalı ve markasız ballarda askorbik asit (mg/kg) miktarı sırasıyla **1-17,7** ve **1,4-13,5** olduğu Rahman, vd. (2013) tarafından bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada ise, Moniruzzaman, vd. (2013) mg/kg cinsinden askorbik asit miktarını akasya balında **140,14**, Ananas balında **140**, Borneo balında **145**, Tualang balında **140,14** olarak bildirmiştir. Bu çalışmada tespit edilen sonuçları karşılaştırdığımızda, ballardaki askorbik asit miktarının Rahman, vd. (2013) nin bulgularıyla benzerlik göstermesine rağmen Moniruzzaman, vd. (2013)'nin çalışmasından farklı olduğu görülmüştür. Önceki çalışmalarda da tespit edildiği gibi, ballarda askorbik asit miktarının flora kaynağına bağlı olarak değişen bir parametre olduğu görülmüştür.

4.3 Balların Antioksidan Aktivitesi

4.3.1 DPPH

Şekil 4.28'de verildiği gibi, Van yöresi ballarında, DPPH testi sonucu elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür. Ballarda 10-20-40-80 mg/ml konsantrasyonlarında konsantrasyon artışına bağlı olarak DPPH aktivitesinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyondan en yüksek konsantrasyona doğru tespit edilen % inhibisyon değerlerinin şu şekilde olduğu saptanmıştır;

Çatak I balında $7,52 \pm 5,06^c = 9,67 \pm 2,84^c < 13,92 \pm 3,33^b < 36,20 \pm 1,30^a$; Çatak II balında $3,72 \pm 1,82^d < 9,31 \pm 2,25^c < 25,94 \pm 5,32^b < 30,64 \pm 2,15^a$; Çatak III balında $8,92 \pm 1,26^c = 10,66 \pm 1,14^c < 13,97 \pm 0,88^b < 17,87 \pm 1,64^a$; Erciş balında $11,82 \pm 2,47^d < 13,97 \pm 2,99^c < 16,35 \pm 3,32^b < 34,22 \pm 1,30^a$; Çaldıran balında $13,96 \pm 4,18^d < 18,99 \pm 1,77^c < 39,06 \pm 3,49^b < 55,01 \pm 3,57^a$; Muradiye balında $5,01 \pm 2,53^d < 8,60 \pm 2,53^c < 31,18 \pm 1,52^b < 37,27 \pm 2,15^a$

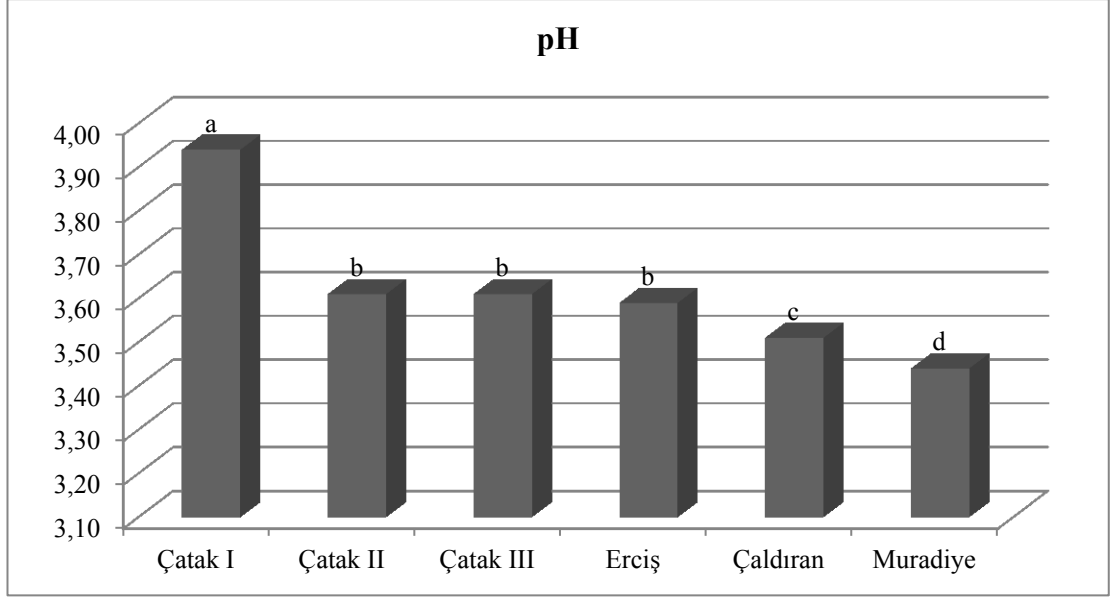
En yüksek konsantrasyon olan 80 mg/ml'de DPPH aktivitesinin (% inhibisyon) en fazla Çaldıran balı bunu takiben Muradiye, Çatak I, Erciş, Çatak II ve Çatak III balında olduğu görülmüştür. Önceki çalışmalarda, multifloral ballarda DPPH (% inhibisyon) aktivitesi ile ilgili yapılan çalışmalarda benzer ya da daha yüksek

aktiviteler diğ er araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Örneğ in, Arjantin ballarında 35-75 (Isla, vd., 2011), Türkiye ballarında 54,11-68,94 (Tornuk, vd., 2013) olarak rapor edilmiştir. Ballardaki DPPH aktivitesi arasındaki farklılıklar balın flora kompozisyonlarına bağlı olarak değiştiğ ini ortaya koymaktadır.

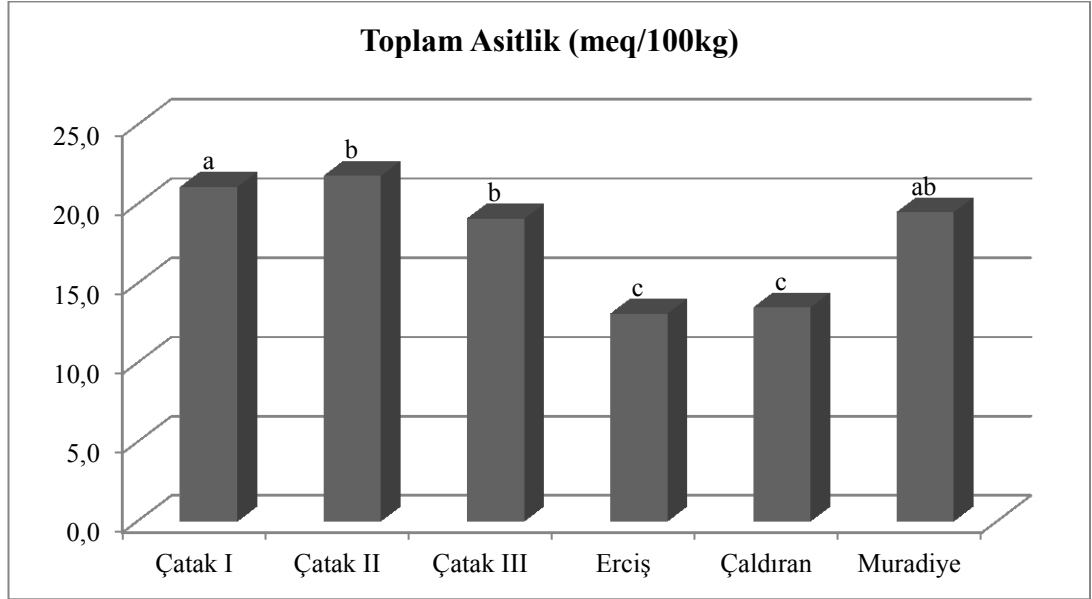
4.3.2 FRAP

şekil 4.29'da görüldüğü gibi, ballarda 10-20-40-80 mg/ml konsantrasyonlarında konsantrasyon artışına bağlı olarak aktivitenin artış gösterdiğ i tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyondan en yüksek konsantrasyona doğru gidildikçe, elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir; Çatak I balında $0,02 \pm 0,00^c = 0,03 \pm 0,00^c < 0,14 \pm 0,04^b < 0,28 \pm 0,04^a$; Çatak II balında $0,04 \pm 0,00^c = 0,06 \pm 0,01^c < 0,17 \pm 0,01^b < 0,32 \pm 0,01^a$; Çatak III balında $0,02 \pm 0,00^c = 0,05 \pm 0,00^c < 0,15 \pm 0,01^b < 0,35 \pm 0,02^a$; Erciş balında $0,04 \pm 0,01^{bc} = 0,02 \pm 0,01^{bc} < 0,08 \pm 0,01^b < 0,19 \pm 0,00^a$; Çaldır an balında $0,22 \pm 0,02^b = 0,35 \pm 0,00^b = 0,35 \pm 0,02^b = 0,57 \pm 0,01^b$; Muradiye balında $0,05 \pm 0,04^a = 0,01 \pm 0,07^a = 0,03 \pm 0,08^a = 0,04 \pm 0,06^a$

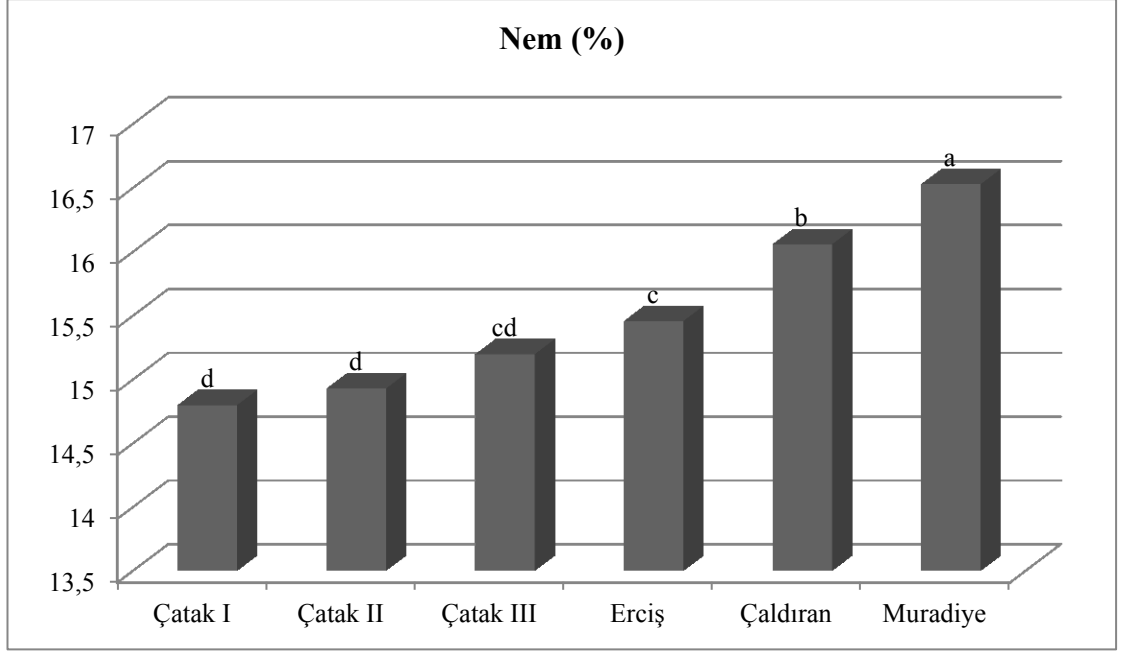
FRAP aktivitesinin en fazla Çaldır an, Çatak III, Çatak II, Çatak I, Erciş ve Muradiye balında olduğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda, unifloral ballarda daha düşük ve daha yüksek FRAP değerleri rapor edilmiştir. Örneğ in, FRAP (mmol/lt) değeri, Küba balında **0,054-0,1967** (Alvarez Suarez, vd., 2010), Afrika balında **0,087-0,576** (Moniruzaman, vd., 2013), Portekiz balında **0,053-1,759** (Alves, vd., 2013) arasında değiştiğ i bildirilmiştir.



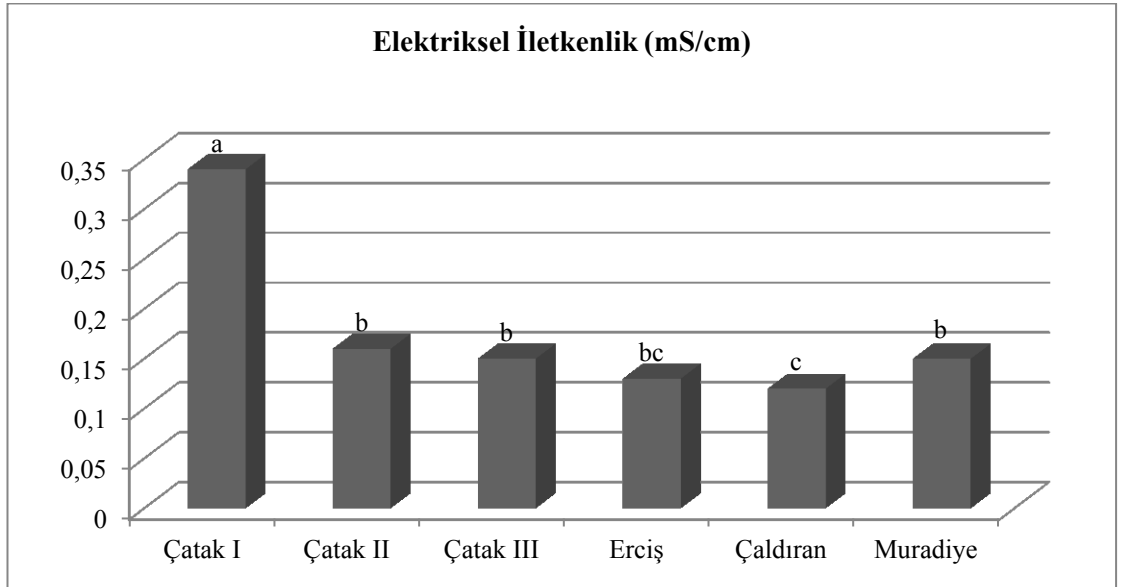
Şekil 4. 15. Van ilçeleri ballarının pH değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların pH değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



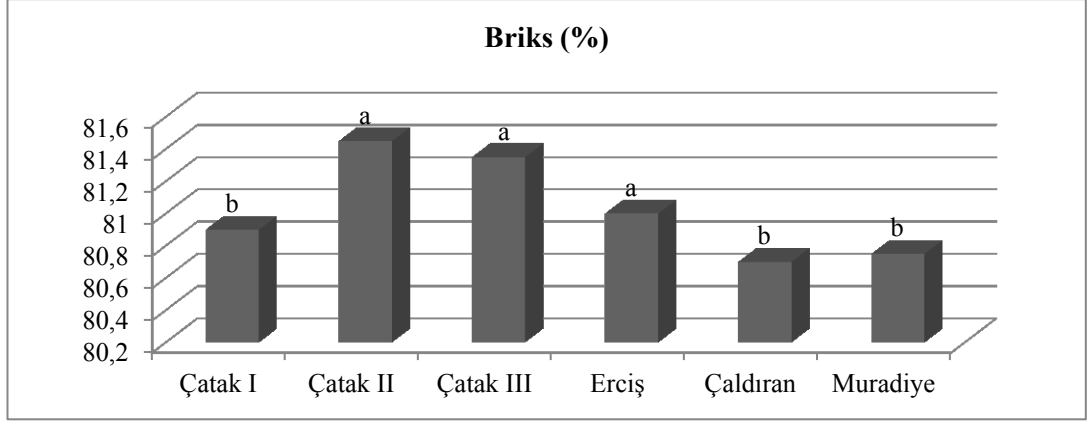
Şekil 4.16. Van ilçeleri ballarının toplam asitlik değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların toplam asitlik değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



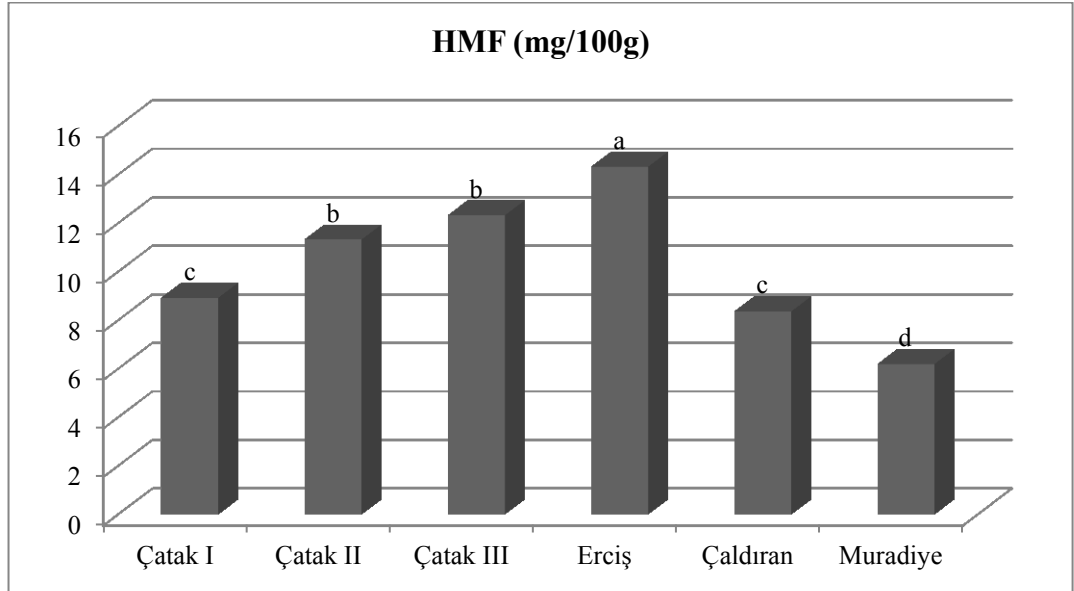
Şekil 4.17. Van ilçeleri ballarının nem miktarları. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



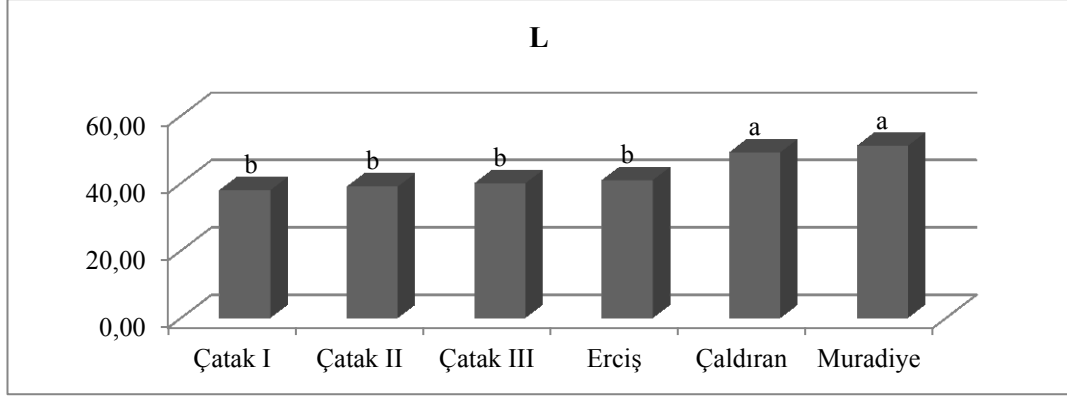
Şekil 4.18. Van ilçeleri ballarının elektriksel iletkenlik değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



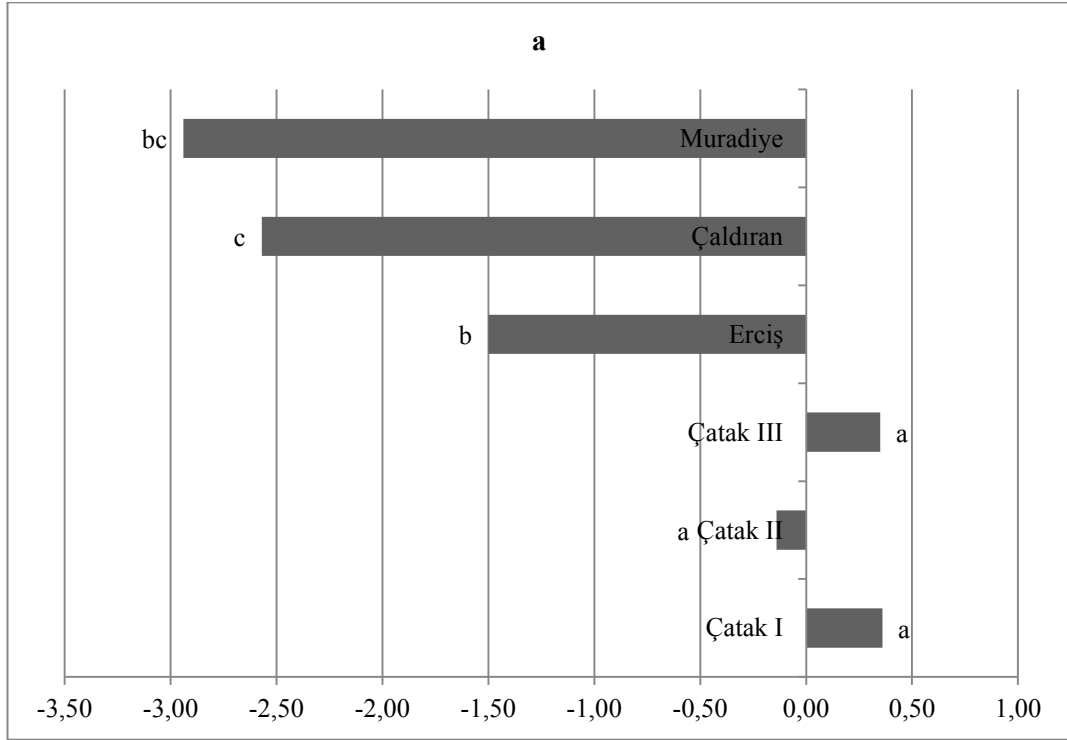
Şekil 4.19. Van ilçeleri ballarının briks değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların briks değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



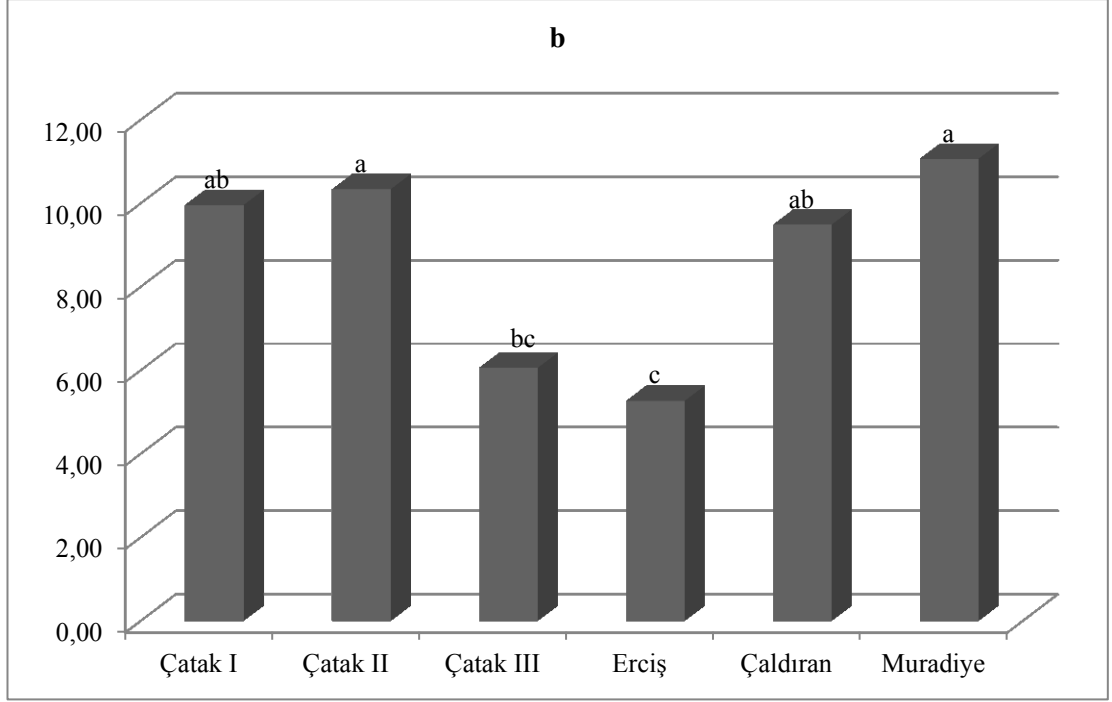
Şekil 4.20. Van ilçeleri ballarının HMF (mg/100g) değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların HMF değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



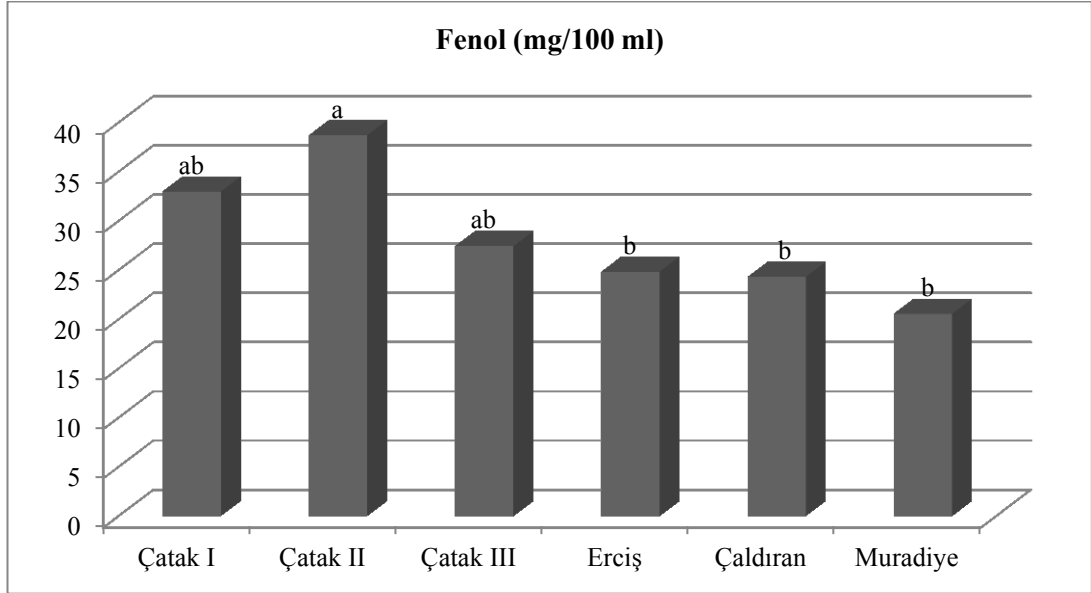
Şekil 4.21. Van ilçeleri ballarının L değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların L değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



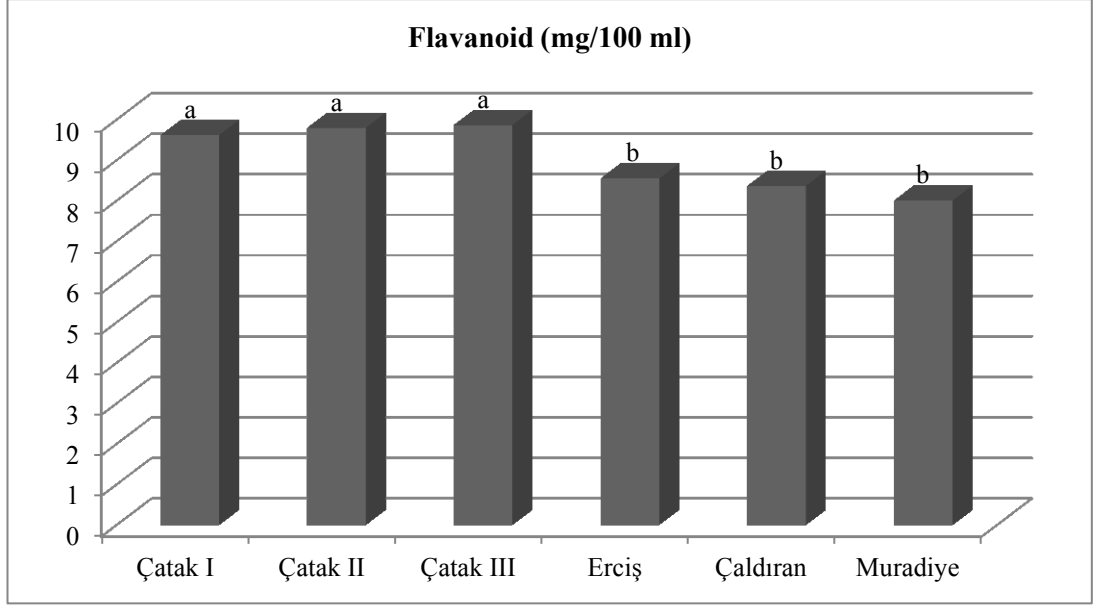
Şekil 4.22. Van ilçeleri ballarının a değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların a değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



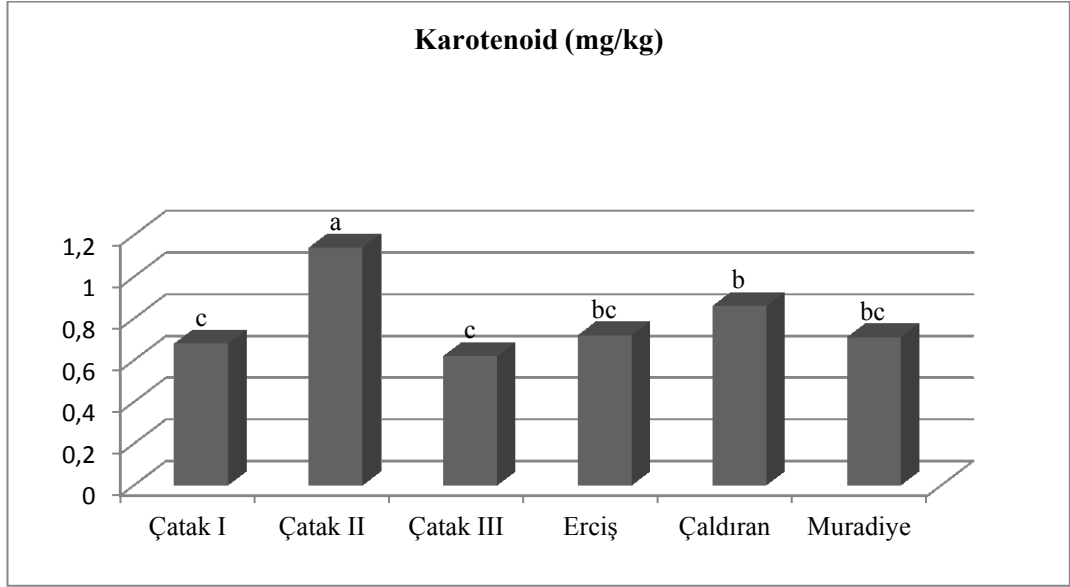
Şekil 4.23. Van ilçeleri ballarının b değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların b değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



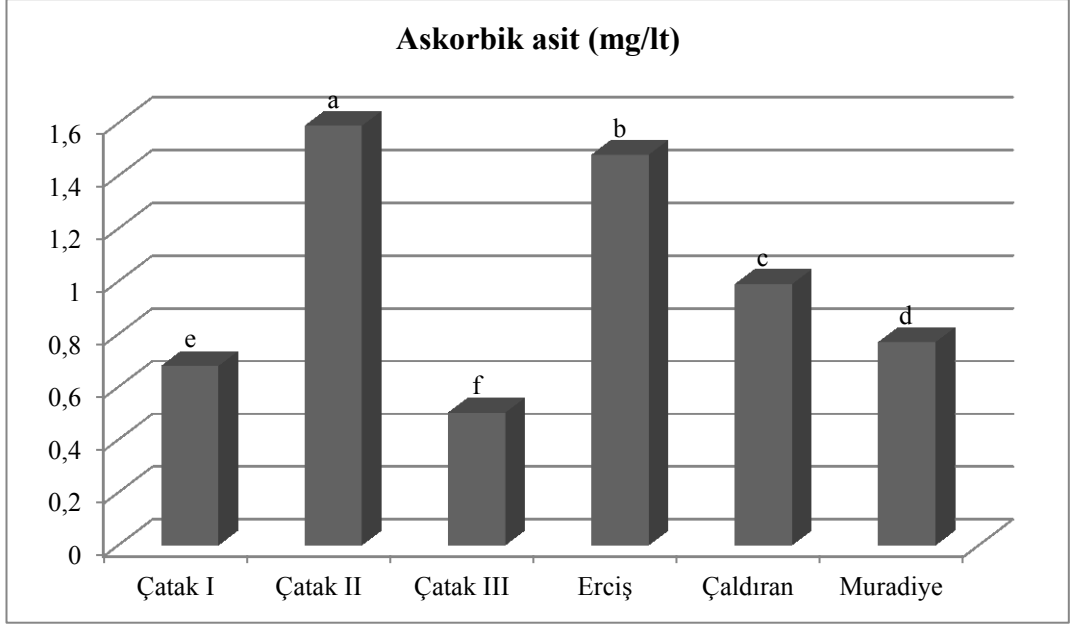
Şekil 4.24. Van ilçeleri ballarının fenol değerleri.*Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların fenol değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



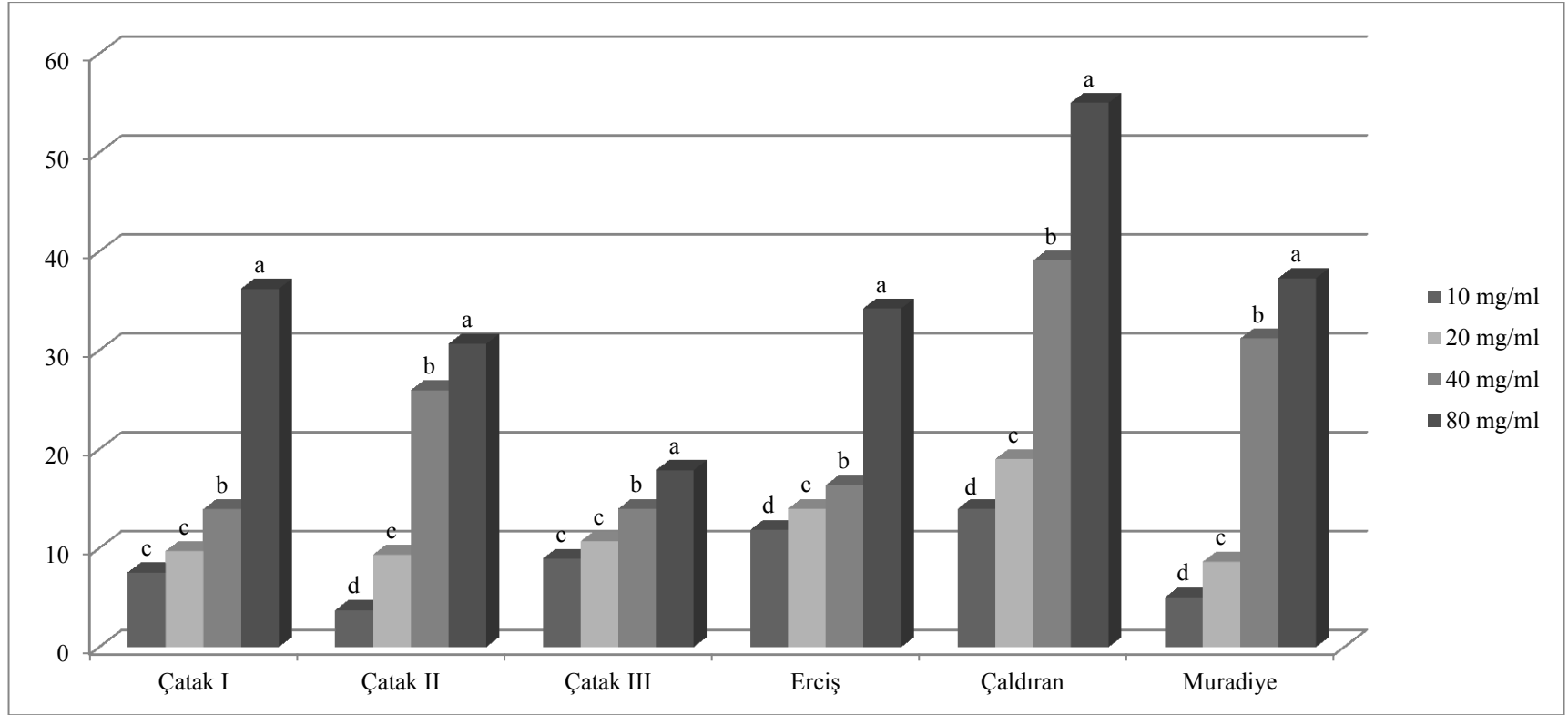
Şekil 4.25. Van ilçeleri ballarının flavanoid değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların flavanoid değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



Şekil 4.26. Van ilçeleri ballarının karotenoid değerleri. **Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların karotenoid değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)

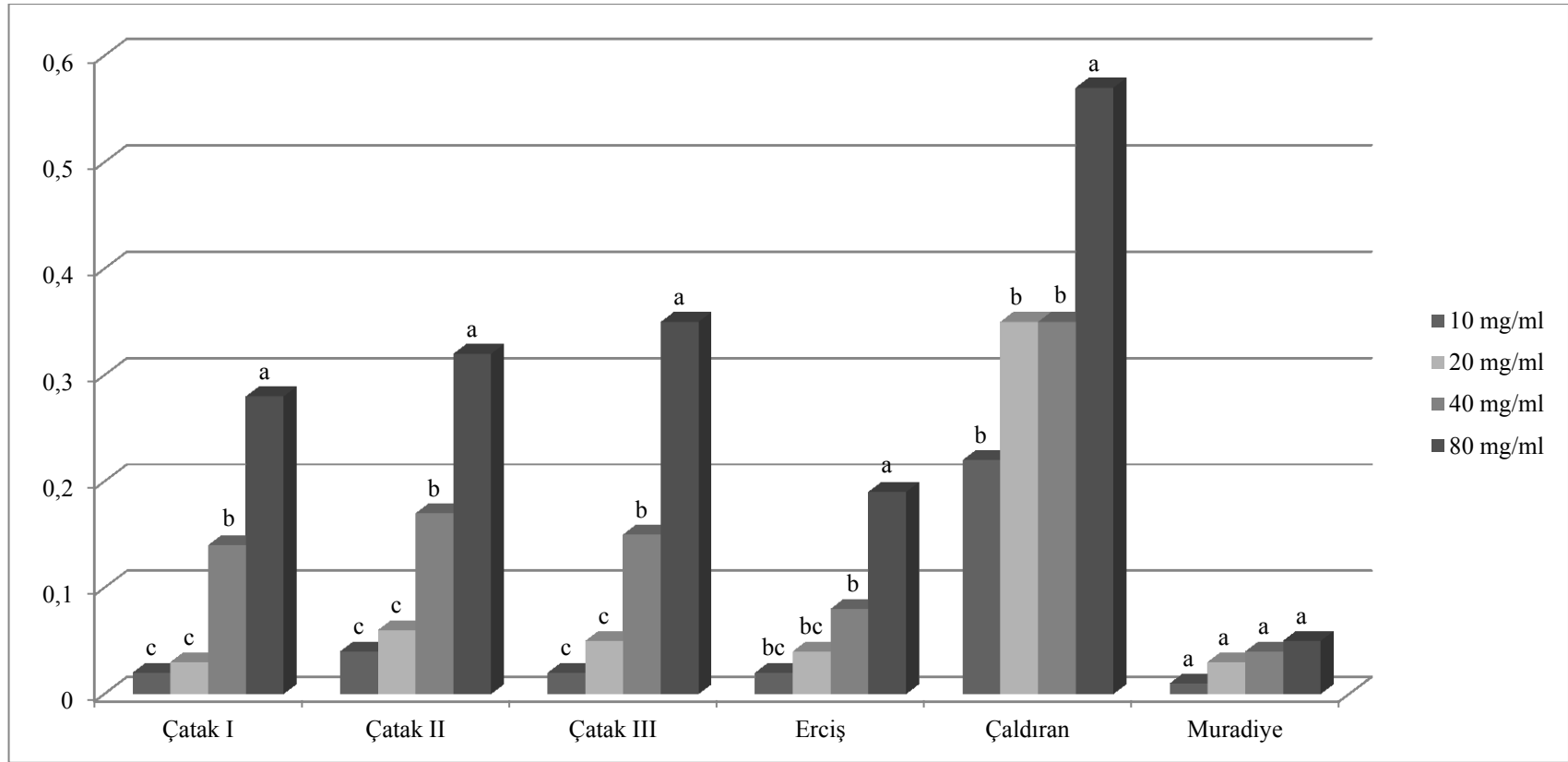


Şekil 4.27. Van ilçeleri ballarının askorbik asit değerleri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların askorbik asit değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



Şekil 4.28. Van ilçeleri ballarının DPPH Aktiviteleri (% inhibisyon).

*Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların antioksidant değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).



Şekil 4.29. Van ilçeleri ballarının FRAP Aktiviteleri (mmol/l). *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların antioksidant değerleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05)

4.4 Balların Antimikrobiyal Etkinlikleri

Çatak I, Çatak II, Çatak III, Erciş, Çaldıran ve Muradiye ballarının 4 farklı konsantrasyonda (% 10, 20, 40 ve 80) solüsyonları hazırlanmış ve antimikrobiyal etkinliği *B. cereus* (EÜ), *E. faecalis* ATCC 29212, *E. casseliflavus* ATCC 700327, *S. aureus* ATCC 29213, *S. aureus* ATCC BAA 977, *K. pneumoniae* ATCC 700603, *E. hormaechei* ATCC 700323, *E. coli* ATCC 25922, *C. parapsilosis* ATCC 22019, *C. albicans* ATCC 14053 mikroorganizmalarına karşı oyuk agar yöntemiyle test edilmiştir. Test edilen ballardan hiçbirisi *B. cereus* (EÜ), *E. faecalis* ATCC 29212, *E. casseliflavus* ATCC 700327, *C. parapsilosis* ATCC 22019 ve *C. albicans* ATCC 14053 türlerine karşı hiçbir aktivite göstermemiştir.

Analizde kullanılan tüm test ballarının %10 ve %20'lik bal solüsyonlarının *S. aureus*'un (ATCC 29213) gelişimi üzerine inhibitör etki göstermediği saptanmıştır. Şekil 4.30'da gösterildiği gibi, Çatak II ve Çatak III ballarından hazırlanan % 40'lık bal solüsyonu ise, *S. aureus*'a (ATCC 29213) karşı en fazla inhibitör etki gösteren ballar olduğu tespit edilmiştir. Diğer aktif antibakteriyel balların ise Erciş, Muradiye ve Çaldıran bölgelerinden alınan balların, *S. aureus* ATCC 29213'a karşı aynı düzeyde inhibitör etkinlik gösterdiği saptanmıştır. Ballar arasında, *S. aureus* ATCC 29213 bakterisine karşı en düşük aktiviteye sahip olan bal örneğinin ise Çatak I balı olduğu gözlemlenmiştir.

S. aureus 29213'un en yüksek bal konsantrasyonuna (%80) karşı göstermiş olduğu inhibisyon zonları sırasıyla; Çaldıran (45,6 mm), Çatak II (42,6 mm), Çatak I (41,6 mm), Çatak III (42,6 mm), Erciş (40,6 mm) ve Muradiye (38,6 mm) olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarakta, uygulanan en yüksek konsantrasyonda (% 80), en fazla antibakteriyel etkinliğin sırasıyla Çaldıran, Çatak 2, Çatak I = Çatak III, Erciş ve Muradiye ballarında olduğu tespit edilmiştir. Balların antibakteriyel etkinliklerinin test edilen standart antibiyotiklerle göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

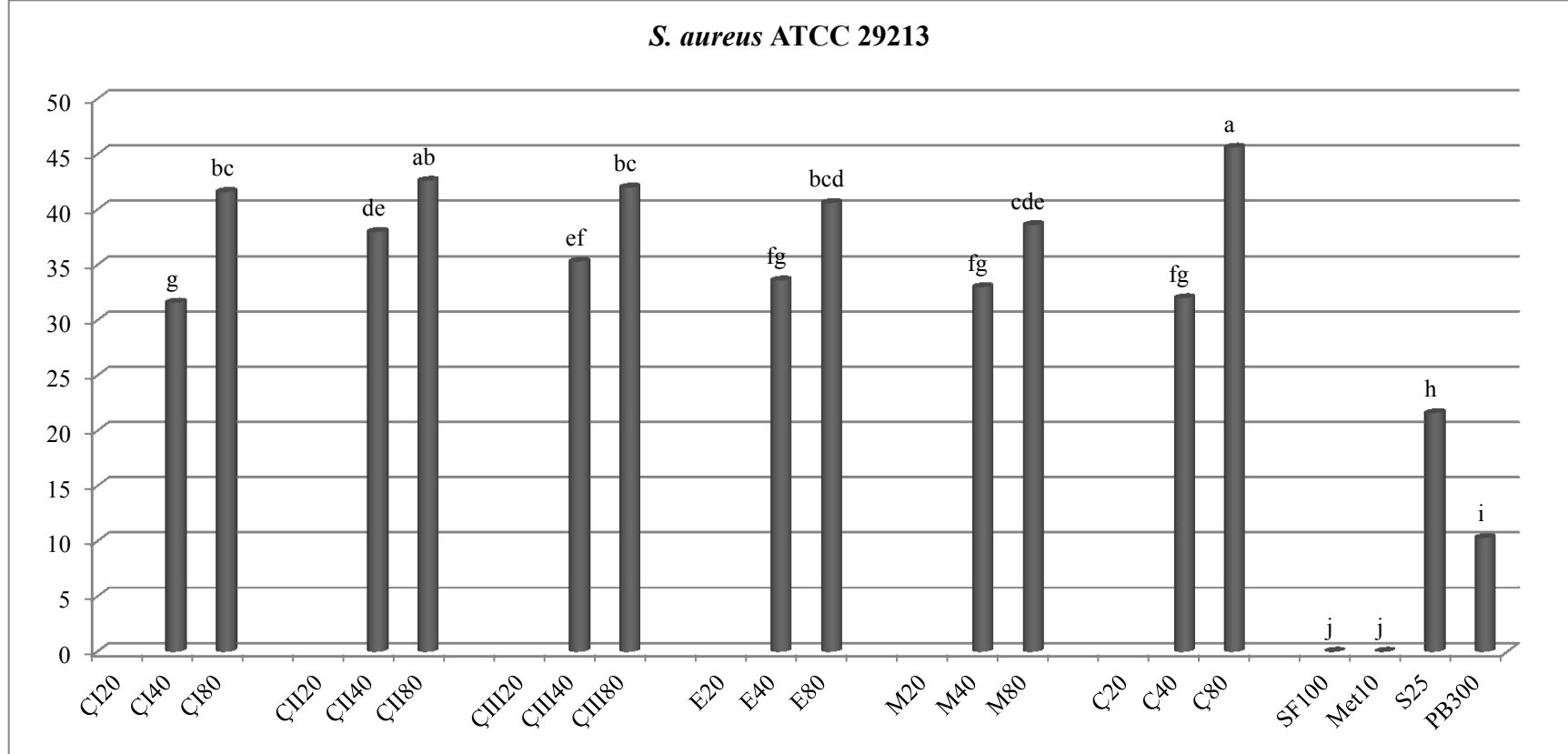
Çalışmada test edilen tüm bal örneklerinin %10'luk solüsyonları, *S. aureus* ATCC BAA'ya karşı inhibe edici etki göstermemiştir. Fakat %20, 40 ve 80'lik bal solüsyonlarının inhibitör etki gösterdiği saptanmıştır. *S. aureus* BAA'nın en yüksek bal konsantrasyonuna (%80) karşı göstermiş olduğu inhibisyon zonları sırasıyla; Muradiye (50 mm), Çatak III (49,3 mm), Çatak II (49,01 mm), Çaldıran(46,3 mm), Erciş (46,6 mm) ve Çatak I (41,0 mm) olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.31'de görüldüğü gibi, istatistiksel olarak %80 bal konsantrasyonda, en yüksek antibakteriyel etkinlikten en düşük düzeye sahip olan balların sırasıyla Çatak II, Çatak III, Muradiye, Erciş ve Çatak I balları olduğu belirlenmiştir.

Tüm bal örneklerinin %10'luk solüsyonları, *E. hormaechei* ve *E. coli*'ye karşı antibakteriyel etkinlik bakımından aktif olmadığı saptanmıştır. Fakat, her iki gram negatif bakteri üzerine %20, 40 ve 80'lik bal konsantrasyonlarının antibakteriyel etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. *E. hormaechei*'nin en yüksek bal konsantrasyonuna (%80) karşı göstermiş olduğu inhibisyon zonları sırasıyla Erciş (44,33 mm), Çaldıran (42,6 mm), Çatak I (41,3 mm) Çatak II (41,3 mm), Çatak III (40,6 mm) ve Muradiye (40,6 mm) olarak tespit edilmiştir. *E. coli* ise en yüksek bal konsantrasyonuna (%80) karşı göstermiş olduğu inhibisyon zonları sırasıyla Çatak I (51,0 mm), Çatak II (42,6 mm), Çatak III (41,0 mm), Muradiye (41,6 mm), Çaldıran (40,0 mm) ve Erciş (36,6 mm), olarak tespit edilmiştir.

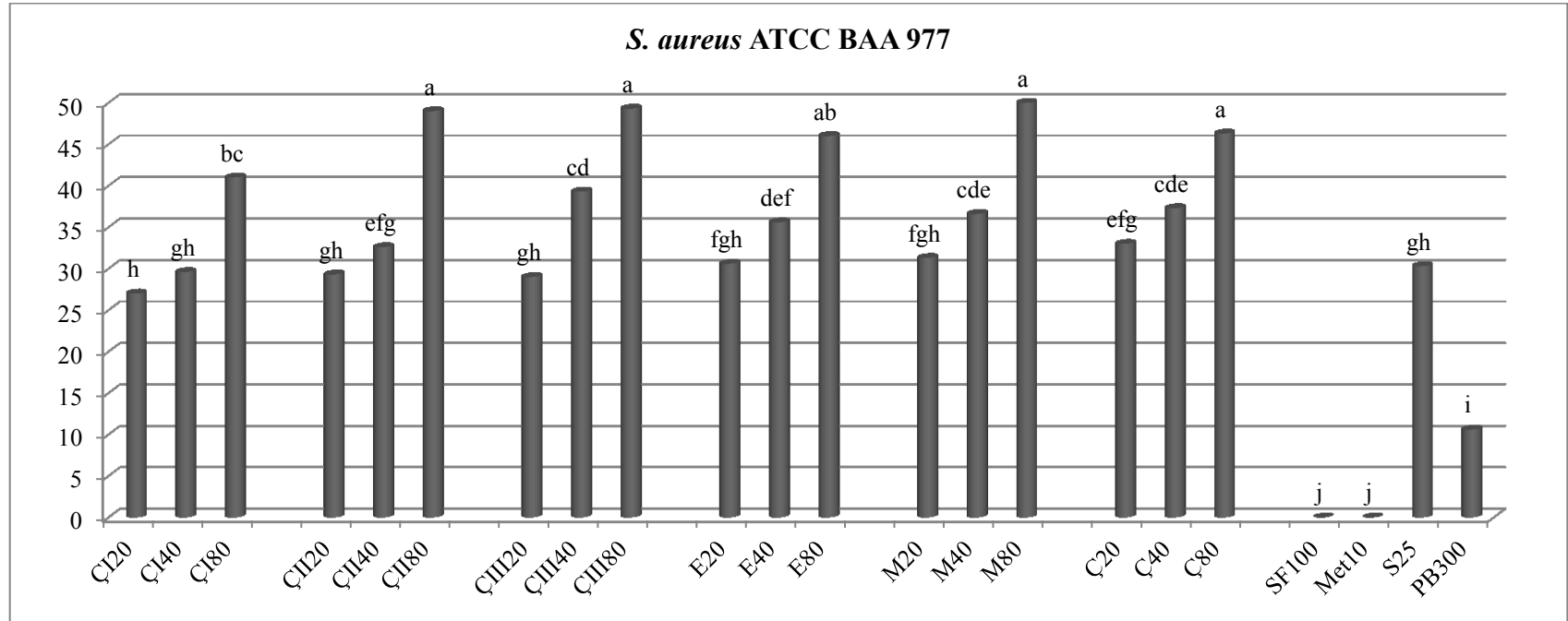
Şekil 4.32 ve Şekil 4.33'de gösterildiği gibi, istatistiksel olarak en yüksek konsantrasyonda (% 80), Çatak I = Çatak II = Erciş = Çaldıran > Çatak III = Muradiye ballarının *E. hormaechei*'ye karşı en fazla aktif ballar olduğu, *E. coli*'ye karşı en aktif balların ise Çatak I > Çatak II = Çatak III = Muradiye > Çaldıran > Erciş olduğu tespit edilmiştir.

Balların gram negatif bir bakteri olan *K. pneumoniae* bakterisine olan hassasiyeti Şekil 4.34'de verilmiştir. Çatak I ve Çatak II balları %10'da *K. pneumoniae*'ye karşı hiçbir etki göstermemiştir. Çatak III, Erciş, Muradiye ve Çaldıran balları % 10, 20 ve 40'da bu bakteriye karşı aktif olmadığı tespit edilmiştir. *K. pneumoniae*'nin ye en yüksek bal konsantrasyonuna (%80) karşı göstermiş olduğu inhibisyon zonları sırasıyla Çatak III (43,3 mm), Çatak II (40,3 mm), Erciş (39,6 mm), Muradiye (39,6 mm), Çaldıran (39,6 mm) ve Çatak I (37,3 mm) olarak tespit edilmiştir.

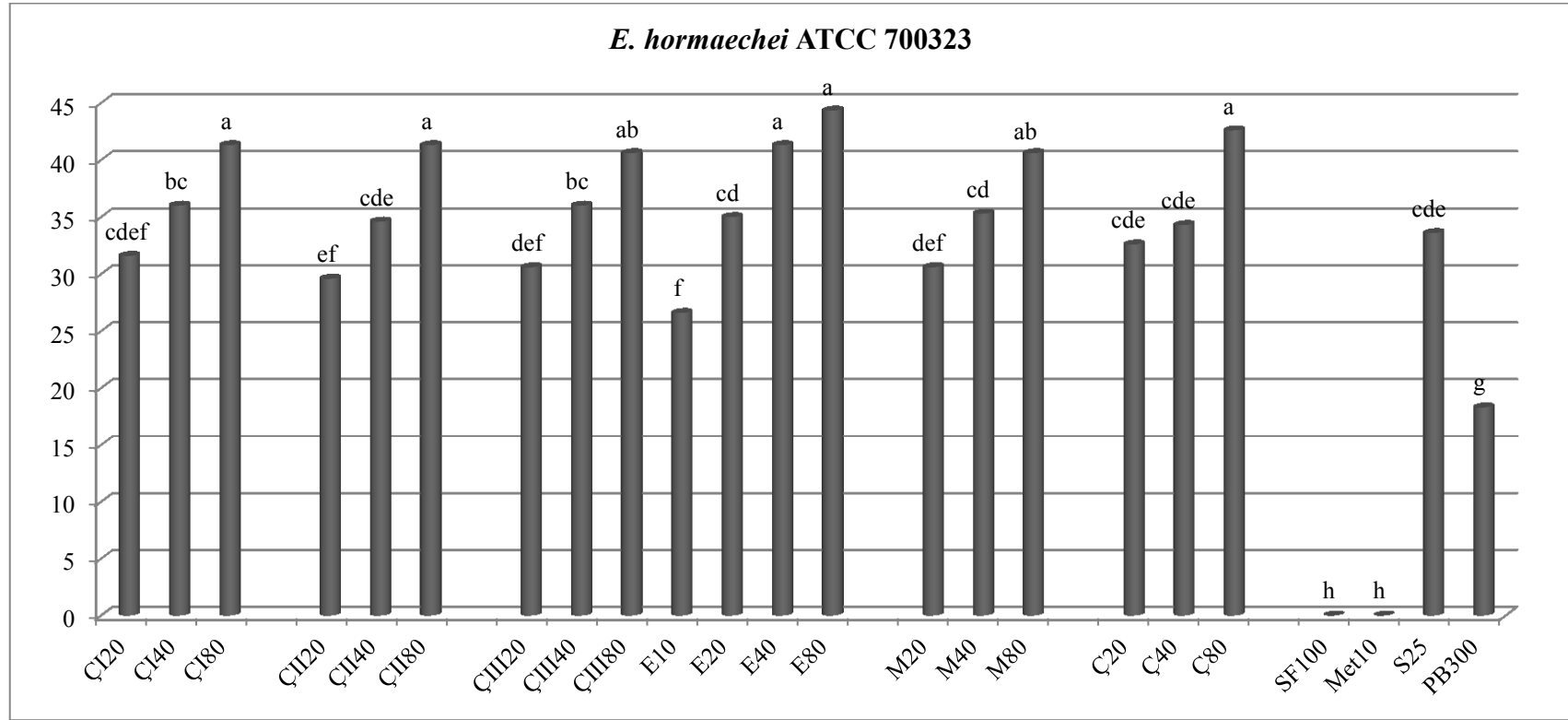
Şekil 4.34'de görüldüğü gibi, istatistiksel olarak, analizde kullanılan tüm balların %80'lik konsantrasyonun, bu bakteriye karşı en fazla etki gösterdiği bulunmuştur. En fazla etkili olan diğer ballar ise sırasıyla Çatak III > Çatak II > Erciş = Muradiye= Çaldıran > Çatak I olduğu tespit edilmiştir.



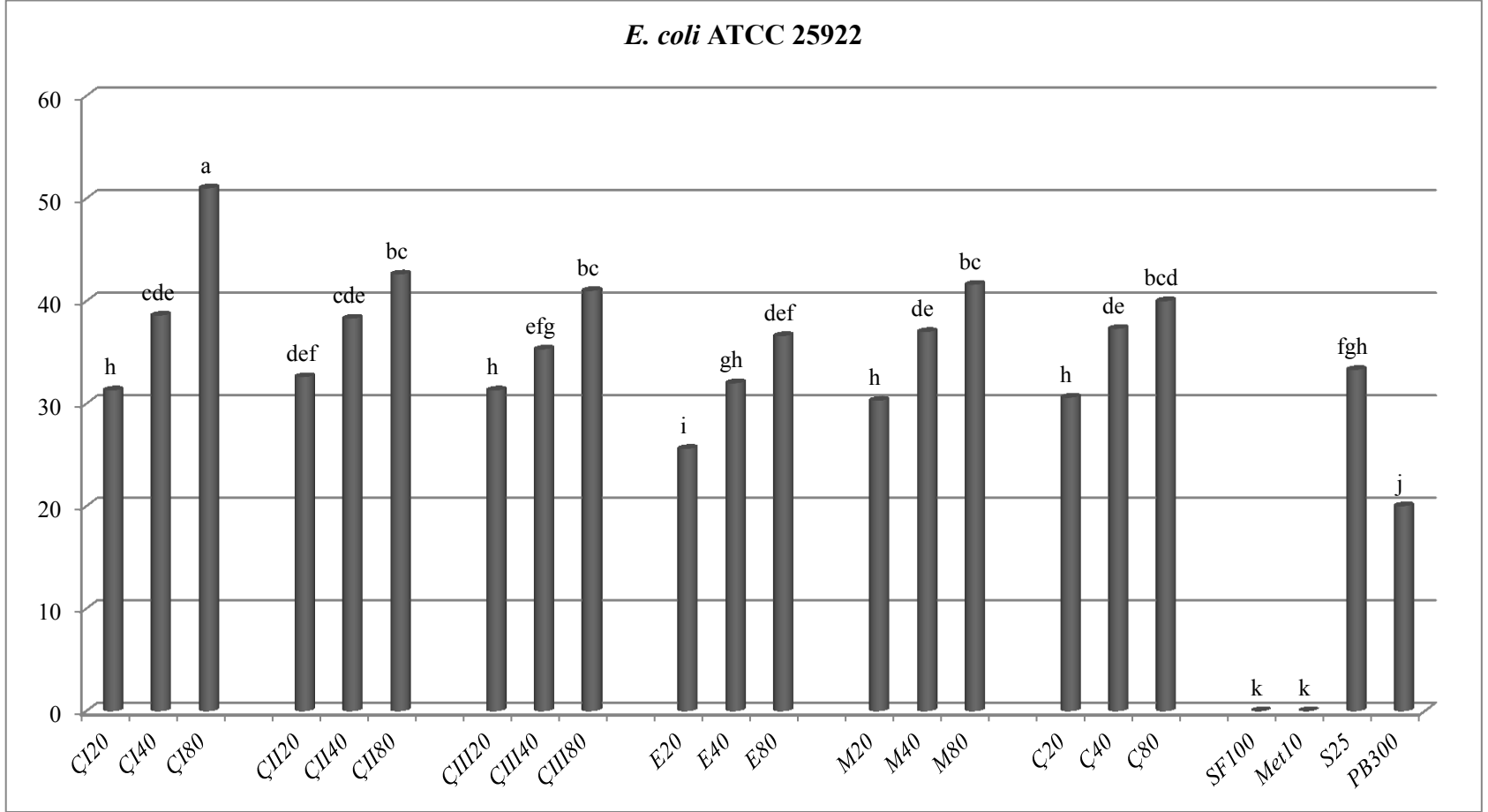
Şekil 4.30. Van ilçeleri balların *S. aureus* 29213'e karşı antibakteriyel etkileri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların antimikrobiyal aktiviteleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



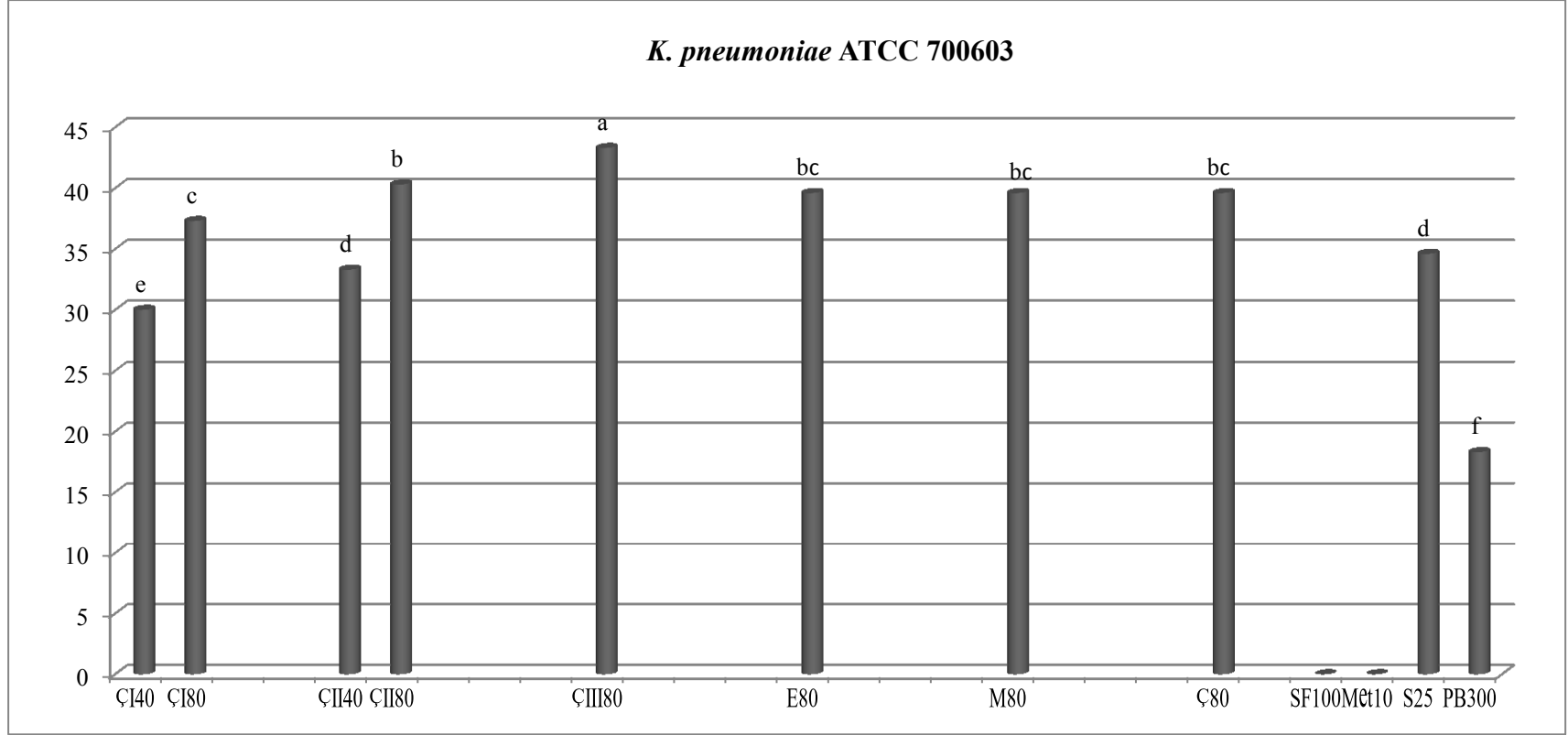
Şekil 4.31. Van ilçeleri ballarının *S. aureus* BAA'e karşı antibakteriyel etkileri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların antimikrobiyal aktiviteleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



Şekil 4.32. Van ilçeleri ballarının *E. hormaechei* 'ye karşı antibakteriyel etkileri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların antimikrobiyal aktiviteleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



Şekil 4.33. Van ilçeleri balların *E. coli*'ye karşı antibakteriyel etkileri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların antimikrobiyal aktiviteleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)



Şekil 4.34. Van ilçeleri ballarının *K. pneumoniae*'ye karşı antibakteriyel etkileri. *Sütunlar üzerinde gösterilen farklı harfler, balların antimikrobiyal aktiviteleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Polen analizi sonucunda 18 familyaya ait 45 takson teşhis edilmiştir. Balların orijinlerinin multifloral kaynaklı ballar olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin Multifloral bal olması bal arılarının farklı bitki türlerinden polen aldıklarını göstermektedir.

Çizelge 5.1. Polen bakımından zengin olan ballar ve sınıflandırılması

Bölge	Takson sayısı	Familya sayısı	Polen Sayısı	Dominant polen	Sekonder polen	Sınıflandırma
Çatak I	15	8	893	-	<i>Centaurea sp.</i> <i>Astragalus sp.</i>	Multifloral
Çatak II	17	9	879	-	<i>Astragalus sp.</i>	Multifloral
Çatak III	15	8	1014	-	<i>Astragalus sp.</i>	Multifloral
Muradiye	13	9	965	-	<i>Astragalus sp.</i>	Multifloral
Çaldıran	16	10	854	-	<i>Eremurus sp.</i>	Multifloral
Erciş	17	10	981	-	<i>Astragalus sp.</i>	Multifloral

Çizelge 5.2’de görüldüğü gibi, Van yöresi ballarında, fiziko-kimyasal analizler sonucunda en düşük- en yüksek değerler ve ortalaması pH’da 3,44-3,94 (3,62), toplam asitlikte (meq/kg) 13,1-21,8 (18,0±0,09); elektriksel iletkenlikte (mS/cm) 0,12-0,34 (0,17); briksde (%) 80,7-81,45 (81,7±0,07); nem miktarında (%) 14,8-16,53 (15,49±0,1); HMF’de (mg/100g) 6,20-14,33 (10,21±0,42); L değerinde 37,90-51,08 (43,0±1,58); a değerinde -2,94-0,36 (-1,07±0,68); b değerinde 5,27-11,07 (8,7±0,87); fenol miktarında 20,57-38,71 (28,15±0,43); flavanoid miktarında 8,01-9,87 (9,03±0,22); karotenoid miktarında 0,62-1,14 (0,78±1,14); askorbik asit miktarında 0,50-1,59 (1,00±0,01) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Balların önemli düzeyde antioksidant ve antimikrobiyal kapasitesinin olduğu test edilen en yüksek doz olan 80 mg/ml’de olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.3 ve 5.4).

Çizelge 5.2. Balların fizikokimyasal özellikleri

pH	ÇI (3,94±0,0 ^a) > ÇII (3,61±0,01 ^b) = ÇIII (3,61±0,01 ^b) = Er (3,59±0,0 ^b) > Çal (3,51±0,01 ^c) > Mur (3,44±0,0 ^d)
Toplam asitlik (meq/kg)	ÇI (21,1±0,0 ^a) = ÇII (21,8±0,0 ^a) > Mur (19,5±0,14 ^{ab}) = ÇIII (19,0±1,4 ^b) > Er (13,1±0,14 ^c) = Çal (13,5±0,14 ^c)
Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	ÇI (0,34±0,01 ^a) > ÇII (0,16±0,01 ^b) = ÇIII (0,15±0,0 ^b) = Mur (0,15±0,01 ^b) > Er (0,13±0,0 ^{bc}) > Çal (0,15±0,01 ^c)
Briks (%)	ÇII (81,5±0,14 ^a) = ÇIII (81,3±0,14 ^a) = Er (81,4±0,0 ^a) > ÇI (80,9±0,0 ^b) = Çal (80,7±0,0 ^b) = Mur (80,8±0,14 ^b)
Nem miktarı (%)	Mur (16,53±0,11 ^a) > Çal (16,06±0,11 ^b) > Er (15,46±0,30 ^c) > ÇIII (15,20±0,0 ^{cd}) > ÇII (14,93±0,1 ^d) = ÇI (14,80±0,0 ^d)
HMF (mg/100g)	Er (14,33±0,57 ^a) > ÇIII (12,33±0,57 ^b) = ÇII (11,33±0,57 ^b) > ÇI (8,93±0,05 ^c) = Çal (8,17±0,3 ^c) > Mur (6,2±0,5 ^d)
L değeri	Çal (49,16±0,16 ^a) = Mur (51,08±2,35 ^a) > ÇI (37,91±0,9 ^b) = ÇII (38,98±3,62 ^b) = ÇIII (39,95±1,65 ^b) = Er (40,91±0,82 ^b)
a değeri	ÇI (0,36±0,3 ^a) = ÇII (-0,14±0,1 ^a) = ÇIII (0,35±0,04 ^a) > Er (-1,5±0,0 ^b) > Mur (-2,94±0,14 ^{bc}) > Çal (-2,57±0,1 ^c)
b değeri	Mur (11,07±1,1 ^a) = ÇII (10,34±1,07 ^a) > ÇI (9,96±0,9 ^{ab}) = Çal (9,49±1,75 ^{ab}) > ÇIII (6,06±0,16 ^{bc}) > Er (5,27±0,27 ^c)
Fenol (mg/100ml)	ÇII (38,71±7,33 ^a) > ÇI (33,00±6,78 ^{ab}) = ÇIII (27,45±1,00 ^{ab}) > Er (24,86±4,67 ^b) = Çal (24,32±2,29 ^b) = Mur (20,57±0,00 ^b)
Flavanoid (mg/100ml)	ÇI (9,62±0,57 ^a) = ÇII (9,80±0,04 ^a) = ÇIII (9,87±0,10 ^a) > Er (8,55±0,49 ^b) = Çal (8,37±0,07 ^b) = Mur (8,01±0,05 ^b)
Karotenoid (mg/kg)	ÇII (1,14±0,09 ^a) > Çal (0,86±0,06 ^b) > Er (0,72±0,06 ^{bc}) = Mur (0,71±0,02 ^{bc}) > ÇI (0,68±0,02 ^c) = ÇIII (0,62±0,02 ^c)
Askorbik asit (mg/l)	ÇII (1,59±0,05 ^a) > Er (1,48±0,00 ^b) > Çal (0,99±0,00 ^c) > Mur (0,77±0,01 ^d) > ÇI (0,68±0,0 ^e) > ÇIII (0,50±0,01 ^f)

Çizelge 5.3. Balların antioksidant kapasiteleri

(Sonuçlar en düşük konsantrasyondan en yüksek konsantrasyona doğru verilmiştir)

Antioksidan testi	Balın alındığı bölgeler	Konsantrasyon mg/ml	Test sonuçları
DPPH (% inhibisyon)	Çatak I	10-20-40-80	$7,52 \pm 5,06^c = 9,67 \pm 2,84^c < 13,92 \pm 3,33^b < 36,20 \pm 1,30^a$
	Çatak II	10-20-40-80	$3,72 \pm 1,82^d < 9,31 \pm 2,25^c < 25,94 \pm 5,32^b < 30,64 \pm 2,15^a$
	Çatak III	10-20-40-80	$8,92 \pm 1,26^c = 10,66 \pm 1,14^c < 13,97 \pm 0,88^b < 17,87 \pm 1,64^a$
	Erciş	10-20-40-80	$11,82 \pm 2,47^d < 13,97 \pm 2,99^c < 16,35 \pm 3,32^b < 34,22 \pm 1,30^a$
	Çaldıran	10-20-40-80	$13,96 \pm 4,18^d < 18,99 \pm 1,77^c < 39,06 \pm 3,49^b < 55,01 \pm 3,57^a$
	Muradiye	10-20-40-80	$5,01 \pm 2,53^d < 8,60 \pm 2,53^c < 31,18 \pm 1,52^b < 37,27 \pm 2,15^a$
FRAP (mmol/lt)	Çatak I	10-20-40-80	$0,02 \pm 0,00^c = 0,03 \pm 0,00^c < 0,14 \pm 0,04^b < 0,28 \pm 0,04^a$
	Çatak II	10-20-40-80	$0,04 \pm 0,00^c = 0,06 \pm 0,01^c < 0,17 \pm 0,01^b < 0,32 \pm 0,01^a$
	Çatak III	10-20-40-80	$0,02 \pm 0,00^c = 0,05 \pm 0,00^c < 0,15 \pm 0,01^b < 0,35 \pm 0,02^a$
	Erciş	10-20-40-80	$0,04 \pm 0,01^{bc} = 0,02 \pm 0,01^{bc} < 0,08 \pm 0,01^b < 0,19 \pm 0,00^a$
	Çaldıran	10-20-40-80	$0,22 \pm 0,02^b = 0,35 \pm 0,00^b = 0,35 \pm 0,02^b = 0,57 \pm 0,01^b$
	Muradiye	10-20-40-80	$0,05 \pm 0,04^a = 0,01 \pm 0,07^a = 0,03 \pm 0,08^a = 0,04 \pm 0,06^a$

Çizelge 5.4. Balların antimikrobiyal etkinliklerinin karşılaştırılması

Test bakterileri	Antimikrobiyal etkinlikleri
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	Çal (45,6± 0,6 ^a) > ÇII (42,6±1,2 ^{ab}) > ÇI (41,6± 2,5 ^{bc}) = ÇIII (42,0± 2 ^{bc}) > Er (40,6±1,2 ^{bcd}) > Mur (38,6± 1,6 ^{cde})
<i>S. aureus</i> BAA	Mur (50,0±2 ^a) = ÇIII (49,3± 1,2 ^a) = Ç II (49,0 ±1 ^a) = Çal (46,3± 16 ^a) > Er (46,0± 2 ^{ab}) > ÇI (41,0±6.1 ^{bc})
<i>E. hormaechei</i>	ÇI (41,3 ±1.2 ^a) = ÇII (41,3± 2,3 ^a) = Er (44,33 ±0,6 ^a) = Çal (42,6 ±2,3 ^a) > ÇIII (40.6 ±1.2 ^{ab}) = Mur (40.6 ±1.5 ^{ab})
<i>E. coli</i>	ÇI (51.0 ±1.7 ^a) > ÇII (42.6 ±0.6 ^{bc}) = ÇIII (41.0 ±1 ^{bc}) = Mur (41.6 ±0.6 ^{bc}) > Çal (40.0 ±0 ^{bcd}) > Er (36.6 ±1.2 ^{def})
<i>K. pneumoniae</i>	ÇIII (43.3 ±3.1 ^a) > ÇII (40.3 ±0.6 ^b) > Er (39.6 ±0.6 ^{bc}) = Mur (39.6 ±1.6 ^{bc}) = Çal (39.6 ±0.6 ^{bc}) > ÇI (37.3 ±1.2 ^c)

TSE 3036, TGK ve Avrupa Birliği Bal Tebliği'ne göre, Van yöresi balları nem içeriği, asitlik değeri, renk parametreleri, polen varlığı, pH düzeyi, ve elektriksel iletkenlik bakımından uyumlu olduğu grlmŖtr. Türk Standardı Enstitüsü ve Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği Bal Tebliği'ne göre HMF miktarı en çok 40 mg/kg Ŗeklinde beyan edilmiŖtir. Mevcut olan bu tebliğlere göre, Van yöresi balları HMF miktarı için öngörülen değerleri aŖtıđı görülmektedir. Balların çok ısıtılması ya da uzun süre depolanması sırasında içerisinde bulunan Ŗekerler HMF'ye dnŖtđ, HMF miktarınının, sıcaklık, ısıtma süresi, depolama koŖulları, pH ve flora kaynağı gibi pek çok deđiŖik parametreden etkilendiği rapor edilmiŖtir. Bir balda tespit edilen yüksek HMF miktarı balın fazla ısıtıldığı ve iyi olmayan koŖullarda depolandığının bir göstergesi olduğu belirtilmiŖtir (Gomes, vd., 2010).

Van iklim ve coğrafik özellikleri bakımından ilkbahar ve yaz aylarında arıcılık yapmaya uygundur. Yre, kışların etin geçmesinden dolayı, hem kışlatma hem de geiŖ bölgesi olarak Güney bölgelerimiz kullanılabilir. Kışın arıcıların kovanlarını Güney bölgelerimiz bulundurabilmesi, yazın ise Van yöresine taŖması polen eŖitliliđinde zenginlik sağlamaktadır. Bizim alıŖmamızda ki polen eŖitliliđi ve zenginliği de Van'ın arıcılık için uygun bir bölge olduğunu göstermektedir. Bu bilgilere dayanarak, arıcıların arıcılık yapacakları bölge hakkında bilgilenmeleri, bitkilerin çiçeklenme dönemlerini dikkate alarak ve nektar kaynağı olarak bilinen bitkilerin (Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Fagaceae) ok olarak buldukları yerlere yakın kovanlarını koyamalarınının bal verimi artıracadığını dŖnmekte ve önermekteyiz.

Ballarda HMF'nin yüksek düzeyde olması sağlık açısından tehlike unsuru oluŖturduđundan dolayı bal üreticiliği yapan kiŖilerin balların hasat edilme ve hasat sonrası depolama koŖulları konusunda gerekli bilgilendirilmelerinin yapılması bu tezin nerileri arasındadır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, J., Prabhu, G.S.V., Ngadi, R.M., Physico-chemical, rheological properties and dielectric behaviour of selected Indian honey, *Journal of Food Engineering*, 79, 1207-1213, 2007.
- Akyüz, N., Bakırcı, İ., Ayar, A., Tunçtürk, Y., A study on some physical and chemical characteristics of honey samples collected from Van city market and their comparison with the related Standard, *Gıda*, 20(5), 321-326, 1995.
- Al, M.L., Daniel, D., Moise, A., Bobis, O., Lasio, L., Bogdanov, S., Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania, *Food Chemistry*, 112, 863-867, 2009.
- Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., Battino, M., Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2490-2499, 2010.
- Alqarni, A.S., Owayss, A.O, Mahmood, A.A., Physico-chemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia, *Arabian Journal of Chemistry*, (2012), Erişim Adresi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabj.2012.11.013>.
- Alqurashi A. M., Masoud E. A., Alamin M. A. Antibacterial activity of Saudi honey against gram negative bacteria, *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, 5(1), 1-5, 2013.
- Alves, A., Ramos, R., Gonçalves, M., Bernardo, M., Mendes, B., Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys, *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, 130-138, 2013.
- Anonim (2015a)
TR/kurumsal/Birimler/VeterinerHizmetleriMd/Documents/AriYetistiriciligiEgitimi Ari_urunleri_Polen_Ari_Sutu_propolis.pdf. Erişim Adresi: <http://www.ibb.gov.tr>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.

- Anonim (2015b) Pollen Terminology: An illustrated handbook. Michael Hesse, Heidemarie Halbritter, Martina Weber-2009 Erişim Adresi: <https://books.google.com.tr/books?isbn>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015c) Nahl Suresi Erişim Adresi: http://www.kuranmeali.org/16/nahl_suresi/68.ayet/kurani_kerim_mealleri.aspx, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015d) TSE 3036 Bal Standardı-2002, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (2015e) Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği-Bal Tebliği. Tebliği No: 2005/49. Resmi Gazete 17.12.2005/26026.
- Anonim (2015f) Codex Alimentarius. 2001. Revised Codex Standart for Honey Codex Stan 12-1981. Codex Alimentarius Comission Rev. 1 (1987). Rev. 2 (2001).
- Anonim (2015 g) Bal Tanımı Kalite Kontrolü power point pdf. Erişim Adresi: <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015 h) Gıda Teknolojisi-Gıdalarda nem ve toplam kuru madde tayini, Ankara, 2007. Erişim Adresi: www.meb.gov.tr, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015ı) Kitam Ölçüm Cihazı ile Renk Analizi Çalışması. Erişim Adresi: Kitam.omu.edu.tr/userfiles/4.pdf, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015i) Renk Yönetimi Neden Gereklidir. Erişim Adresi: <http://www.sony.com.tr/support/tr/content/cnt-tut/shared/about-color-management>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015j) enzymesofhoney_final_from_David_Ropa_061010 Erişim Adresi: <http://www.docadatabase.net/more-the-enzymes-of-honey-introduction-national-honey-board-1145357.html>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015k) Antioxidants. America Dietic Association. Erişim Adresi: http://www.womenfirst.net/pdf/ADA/ADA_Antioxidants.pdf, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015l) Antioxidant Activity www.medallionlabs.com Erişim Adresi: http://www.medlabs.com/Downloads/Antiox_acti_.pdf, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015m) Van ili haritası. Erişim Adresi: <http://www.vankulturturizm.gov.tr/TR,52093/genel-bilgiler.html>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.

- Anonim (2015n) Devlet Meteoroloji İşleri Van Bölge Müdürlüğü2014. Erişim Adresi: <http://www.van.mgm.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015o) Van Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü2006-Van İli Çevre Durum Raporu. Erişim Adresi: <http://www.vanherbaryum.yyu.edu.tr/vanre/vilcdr.pdf>, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anonim (2015ö) Van ili 2007 yılı Çevre durum raporu. Van Tarım İl Müdürlüğü 2006. Erişim Adresi: http://www.cdr.cevre.gov.tr/icd_raporlari/vanicd2007.pdf, Erişim Tarihi: 24.07.2015.
- Anupama, D., Bhat, K.K., Sapna, V.K., Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey, Food Research International, 36, 183-191, 2003.
- AOAC., Official methods of analysis, (Editör: Helrich, K.), Association of Official Analytical Chemists. (15th edn), Arlington, VA, 1990.
- Ateş, Y., Bingöl ve yöresinde üretilen balların kimyasal incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- Aydın, B. Duman., Sezer, Ç., Oral, N. B., Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerinin araştırılması, Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 14(1) 89-94, 2008.
- Aytuğ, B., 1967. Polen morfolojisi ve Türkiye'nin Gymnospermleri üzerinde palinolojik araştırmalar, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, Türkiye.
- Azeredo, L. C, Azeredo, M.A.A, de-Souza S.R., Dutra V.M.L., Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins, Food Chemistry, 80, 249-254, 2003.
- Batu, A., Küçük, E., Çimen, M., Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgeleri çiçek ballarının fizikokimyasal ve biyokimyasal değerlerinin belirlenmesi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8 (1) 52-65, 2013.
- Belay, A., Solomon, W.K., Bultossa, G., Adgaba, N., Melaku, S., Botanical origin, colour, granulation, and sensory properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia, Food Chemistry, 167, 213-219, 2015.
- Bertoncelj, J., Dobers, U., Jamnik, M., Golob, T., Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, Food Chemistry, 105, 822–828, 2007.

- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P., Honey for nutrition and health: a review, *After: American Journal of the College of Nutrition*, 27, 677-689, 2008.
- Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., Hamdi, S., Physico-chemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia, *Arabian Journal of Chemistry*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.08.011>, 2014.
- Cemeroglu, B., 2010. Gıdalara uygulanan bazı özel analiz yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34.*, Bizimgrup Basımevi, Kızılay, Ankara, Türkiye.
- Corbella, E., Cozzolino, D., Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics, *LWT-Food Science and Technology*, 39, 534-539, 2006.
- Da Silva, I.A.A.A., Da Silva, T.M.S., Camara, C.A., Queiroz, N., Magnani, M., De Novais, J.S., Soledade, L.E.B., Lima, E.O., De Souza, A.L., De Souza, A.G., Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil, *Food Chemistry*, 14, 3552-3558, 2013.
- Çetin, K., Alkın, E., Uçurum, H.Ö., Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi, *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science–Technology*, 11, 49-56, 2011.
- Erdtman, G., *Polen morphology and plant taxonomy of Angiosperms*. Stockholm (A&W), 1952.
- Finola, M.S., Lasagno, M.C., Marioli, J.M., Microbiological and chemical characterization of honey from central Argentina, *Food Chemistry*, 100, 1649-1653, 2007.
- Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P., Estevinho, L., Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 544-548, 2010.
- Gür, N., Elazığ ilinde arıcılığın yoğun olduğu yörelerin ballarında polen analizi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Elazığ, 29, 1993.

- Habib, H.M., Al Meqbal, F.T., Kamal, H., Souka, U.D., Ibrahim, W.H., Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions, *Food Chemistry*, 153, 35-43, 2014.
- Hışıl, Y., Börekçioğlu, N., Balın bileşimi ve bala yapılan hileler, *Gıda*, 11 (2) 79-82, 1986.
- Isla, M.I., Craig, A., Ordonez, R., Zampini, C., Sayago, J., Bedascarrasbure, E., Alvarez, A., Solomon, V., Maldonado, L., Physicochemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina. *LWT-Food Science and Technology*, 44, 1922-1930, 2011.
- İnceoğlu, Ö., Ankara Civarı Step Bitkilerinin polen morfolojisi (Compositae, Graminea, Cruciferae, Plantaginaceae, Scrophulariaceae), TÜBİTAK, Türkiye Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: TBAG 175, 1976.
- Juszczak, L., Socha, R., Roznowski, J., Fortuna, T., Nalepka, K., Physicochemical properties and quality parameters of herb honeys, *Food Chemistry*, 113, 538-542, 2009.
- Kahraman, T., Buyukunal, S.K., Vural, A., Altunalmaz, S.S., Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey, *Food Chemistry*. 123, 41-44, 2010.
- Kapp, R.O., How to know polen and spores, Wm. C. Brown Company Publishers., U.S.A, 1969.
- Karabagias, I.K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., Kontominas, M. G., Characterization and classification of *Thymus capitatus* (L.) honey according to geographical origin based on volatile compounds, physicochemical parameters and chemometrics, *Food Research International*, 55, 363-372, 2014a.
- Karabagias, I.K., Vavoura, M.V., Nikolaou, C., Badeka, A.V., Kontakos, S., Kontominas, M. G., Floral authentication of Greek unifloral honeys based on the combination of phenolic compounds, physicochemical parameters and chemometrics, *Food Research International*, 62, 753-760, 2014b.
- Kaskoniene, V., Venskutonis, P.R., Ceksteryte, V., Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania, *LWT-Food Science and Technology*, 43, 801-80, 2010.
- Kaya, Z., Binzet, R., Orcan, N., Pollen analyses of honeys from some regions in Turkey, *Apiacta*, 40, 10-15, 2005.

- Khalil M.I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M.A., Islam, M.N., Sulaiman, S.A., Gan, S.H., Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey, *Molecules*, 17, 11199-11215, 2012. doi:10.3390/molecules170911199
- Küçük, K. M., Kolaylı, S., Karaoğlu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C., Candan, F., Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia, *Food Chemistry*, 100, 526-534, 2007.
- Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova, A., Kovarova, E., Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys, *LWT-Food Science and Technology*, 43, 52-58., 2010.
- Lieux, M. H., Melissopalynological Study of 54 Louisiana (USA) Honeys, *Rev. Palaeobotany and Palynology*, 13, 95-124. 1972.
- Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G., International commission for bee botany of IUBS, *Methods of Melissopalynology*, *Bee World*, 59, 139-157, 1978.
- Malika, N., Mohammed, F., Chakib, E.A. Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey, *International Journal of Agriculture and Biology*, 7 (5) 773-776, 2005.
- Manzanares, A., Garcia Z.H., Galdon, B.R., Rodriguez, E.R., Romero, C.D., Differentiation of blossom and hoeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition, *Food Chemistry*, 126, 664-672, 2011.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J., Nacoulma, O.G., Determination of the total phenolic, flavanoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity, *Food Chemistry*, 91, 571-577, 2005.
- Mendes, E., Proença, E.B., Ferreira, M.A., Quality evaluation of Portuguese honey, *Carbohydrate Polymers*, 37, 219-223, 1998.
- Mercan, N., Guvensen, A., Çelik, A., Katırcıoğlu, H., Antimicrobial activity and pollen composition of honey samples collected from different provinces in Turkey, *Natural Product Research*, 21(3), 187–195, 2007.
- Moniruzzaman, M., Khalil, M.I., Sulaiman, S.A., Gan, S.H., Physico-chemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13(43), 2013. <http://biomedcentral.com/1472-6882/13/43>.

- Moore, P. D., Webb, J. A., An Illustrated Guide to Polen Analysis. Hodder and Soughton Pres, Hong Kong, 1978.
- Nanda, V., Sarkar, B.C., Sharma, H.K., Bawa, A.S., Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Nothern India, Journal of Food Composition and Analysis, 16, 613-619, 2003.
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., Schweitzer, P., Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys, Food Control, 18, 52–58, 2007.
- Perez, R.A., Gonzales, M.M., Iglesias, M.T., Pueyo, E. and Lorenzo, C., Analytical, sensory and biological features of Spanish honeydew honeys. 1st World Honeydew Honey Symposium, p.16-17, Tzarevo, Bulgaria, 2008.
- Pucciarelli, A. B., Schapovaloff, M.E., Kummritz, S., Senuk, I.A., Brumovsky, L.A., Dallagnol, A.M., Microbiological and physicochemical analysis of yatei (*Tetragonisca angustula*) honey for assessing quality standards and commercialization, Revista Argentina De Microbiologia, 46 (4), 325-332, 2014.
- Rahman, K., Hussain, A., Ullah, S., Zai, I.U.M., Phytochemical analysis and chemical composition of different branded and unbranded honey samples, International Journal of Microbiological Research, 4(2), 132-137, 2013.
- De Rodriguez, G.,O., Ferrer, B.,S., Ferrer, A., Rodrigues, B., Characterization of honey produced in Venezuela, Food Chemistry, 84, 499-502, 2004.
- Sabuncu, İ., Bıçakçı, A., Tatlıdil, S., Malyer, H., Bursa piyasasında satılan ve Uludag ile Karacabey yörelerine ait olduğu belirtilen polenlerin mikroskopik analizi, Uludag Arıcılık Dergisi, Agustos, 3-9, 2002.
- Sahinler, N., Ari ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi, MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1-2), 139-148, 2000.
- Sahinler, N., Sahinler, S., Gül, A., Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi, MKU Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1-2), 93-108, 2001.
- Selvakumar, K., Madhan, R., Srinivasan, G., Baskar, V., Antioxidant assays in pharmacological research, Asian Journal of Pharmaceutical Techology and Innovation, 1(4) 99-103, 2011.
- Serem, J.C., Bester, M.J., Physicochemical properties, antioxidant activity and cellular protective effects of honeys from southern Africa, Food Chemistry, 133, 1544-1550, 2012.

- Serrano, S., Villarejo, M., Espejo, R., Jodral, M., Chemical and physical parameters of Andalusian honey: classification of *Citrus* and *Eucalyptus* honeys by discriminant analysis, *Food Chemistry*, 87, 619-625, 2004.
- Silici, S., Türkiye'nin farklı bölgelerine ait örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri, *Mellifera*, 4(7), 12-18, 2004.
- Silici S., Gokceoglu M., Pollen analysis of honeys from Mediterranean region of Anatolia, *Grana*, 46, 57-64, 2007.
- Silici, S., Sagdic, O., Ekici, L., Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys, *Food Chemistry*, 121 238-243, 2010.
- Silva, L.R., Videira, R., Monteiro, A.P., Valentao, P., Andrade, P.B., Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents, *Microchemical Journal*. 93, 73-77, 2009.
- Soria, A.C., Gonzalez, M., de Lorenzo, C., Martinez-Castro, I., Sanz, I., Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data, *Food Chemistry*, 85, 121-130, 2004.
- Sorkun, K., Balda Polen Analizi, *Teknik Arıcılık Dergisi*, 1, 28-30, 1985.
- Szydłowska-Czerniak, A., Dianoczki, C., Recseş, K., Karlovits, G., Szlyk, E., Determination of antioxidant capacities of vegetable oils bu ferric ion spectrophometric methods, *Talanta*, 76(4) 899-905, 2008.
- Taskin, D., Burdur yöresi ballarının polen analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2006.
- Terrab, A., Diez, M.J., Heredia, F.J., Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics, *Food Chemistry*, 79, 373-379, 2002.
- Terrab, A., Diez, M.J., Heredia, F.J., Palynological, physico-chemical and colour characterization of Moroccan honeys. II. Orange (*Citrus* sp.) honey, *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 387-394, 2003.
- Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D., Heredia, F., Characterisation of Spanish Thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents, *Food Chemistry*, 88, 537-542, 2004.

- Terzi, E., Yılmaz, H., Sakar, V. Bilecik ve çevresinde üretilen ballarda bulunan polenlerin araştırılması. MYO-OS 2010-Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu. 21-22 Ekim 2010-Düzce, 1-9.
- Tornuk, F., Karaman, S, Ozturk, I, Toker, O.S., Tastemur, B., Sagdic, O., Dogan, M., Kayacier, A., Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile, *Industrial Crops and Products*, 46, 124-131, 2013.
- Ünal, C., Küplülü, Ö., Chemical quality of strained honey consumed in Ankara, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 53, 1-4, 2006.
- Varlova, L., Karpiskova, R., Chabinikova, I., Kalabova, K., Brazdova, C., The antimicrobial activity of honeys produced in the Czech Republic, *Czech Journal of Animal Science*, 50(8), 376-384, 2005.
- Wodehouse, R.P., *Polen Grains*, Hafner Pres., NewYork, 1935.
- White, J.W., Honey, *Advances in Food Research*, 24, 287–371, 1978.
- Yılmaz, H., Küfrevioğlu, İ., Composition of honeys collected from eastern and southeastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfurate content and diastase activity, *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 25, 347-349, 2001.
- Yücel, Y., Sultanoğlu, P., Characterisation of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics, *Food Bioscience*, 1, 16-25, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ekrem GÜNARSLAN
Doğum Tarihi : 26.03.1988
Ünvanı : Biyolog
Öğrenim Durumu : Lisans
e-mail : ekremgunarслан@gmail.com

Derece	Bölüm/Program	Okul Adı	Bitirme Yılı
Lise	Fen Bilimleri	Cumhuriyet Lisesi	2004
Lisans	Biyoloji	Kafkas Üniversitesi	2010

İş Tecrübesi:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Öğretmen	Boğaziçli Dersanesi	2010-2015