T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI LOKASYON VE ORİJİNLERE SAHİP BALLARIN REOLOJİK, FİZİKOKİMYASAL KARAKTERİSTİKLERİ VE MİNERAL İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gülnihal POLAT
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Konya, 2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI LOKASYON VE ORİJİNLERE SAHİP BALLARIN REOLOJİK, FİZİKOKİMYASAL KARAKTERİSTİKLERİ VE MİNERAL İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

GÜLNİHAL POLAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 18/04/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr.M. Musa ÖZCAN	Y.Doç.Dr.Mehmet AKBULUT	Y.Doç.Dr.Cemalettin Sarıçoban
(Üye)	(Danışman)	(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI LOKASYON VE ORİJİNLERE SAHİP BALLARIN REOLOJİK, FİZİKOKİMYASAL KARAKTERİSTİKLERİ VE MİNERAL İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gülnihal POLAT

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

2007, 51 sayfa

Jüri: Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
Yrd.Doç. Dr. Mehmet AKBULUT
Yrd.Doç. Dr. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı lokasyonlarından (Ankara, Bingöl, Konya, Muğla, Erzurum, Şanlıurfa ve Sivas) sağlanan çiçek, kestane, ayçiçeği, çam, geven, çam ve pamuk gibi bal çeşitleri kullanılmıştır. İncelenen 40 numunenin 26 adedi farklı yörelerden alınmış olan multifloral çiçek balı olup diğerleri ise monofloral baldır. Bu çalışmayla monofloral ve multifloral ballar birbirleriyle kıyaslanmıştır ve aynı zamanda multifloral çiçek ballarının yörelere göre birbirleri arasındaki farklar da Temel Bileşenler Analizi (TBA) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Ayçiçeği ve çiçek balları dışındaki balların elektriksel iletkenliklerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bal örneklerinde serbest asitlik

19.5-43.5 mg/kg, pH 3.62-5.13, briks %78-83, HMF 0,38-52,22 mg/kg ve elektriksel iletkenlik ise 198-1930 µS/cm arasında bulunmuştur. Monofloral ballar içinde en yüksek fenolik madde içeriği kestane balına ait olup, 427,44-452,92 mg/100g bulunmuştur. Tüm balların bileşiminde diğer elementlere göre en çok bulunan mineral potasyum olmuştur. Genellikle koyu renkli balların mineral madde miktarları diğer ballara göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bal, bileşim, mineral, reoloji monofloral, multifloral, fiziksel ve kimyasal özellikler, mineral madde dağılımı.

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF THE RHEOLOGICAL, PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND MINERAL CONTENTS OF DIFFERENT FLORAL HONEYS OBTAINED FROM DIFFERENT LOCATIONS

Gülnihal Polat

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: As. Prof. Mehmet AKBULUT

2007, pages: 51

Jury: Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
As. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
As. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

In this study different monofloral honeys (sunflower, chestnut, pine, astragalus (coneflower) and cotton honeys) and multyfloral honeys obtained from different parts of Turkey (Ankara, Bingöl, Konya, Muğla, Erzurum, Şanlıurfa and Sivas) are used. The 26 of 40 honeys observed were multyfloral honeys and the others were monofloral honey. Multyfloral and monofloral honeys were compared with each other by Principle Component Analysis (PCA) method and also multyfloral honeys were compared using PCA according to their regions in this study. We observed high electrical conductivity levels except of the sunflower and

multyfloral honeys. The free acidity levels of the honeys were 19.5-43.5 mg/kg, pH 3.62-5.13, brix 78-83%, HMF 0,38-52,22 mg/kg and electrical conductivity 198-1930 µS/cm. Chestnut honey samples had the highest phenolic compounds content (427,44-452,92 mg/100g) in the monofloral honeys. The potassium content was of honey samples higher than other mineral contents for all samples. The pine honey samples had the highest potassium content. In general, dark honey samples had higher mineral contents than the samples with light color.

Key Words: Honey, composition, minaral, reology, monofloral, multyfloral, physical and chemical properties, mineral composition.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlama ve hammadde temininden yazım aşamasına kadar bana yardımcı olan danışmanım Yrd.Doç.Dr. Mehmet Akbulut'a, laboratuar çalışmalarında yardımlarını gördüğüm Arş.Gör. Hacer Çoklar'a ve laboratuar imkanlarından faydalanmamı sağlayan Konya İl Kontrol Laboratuarı Müdürü Dr. M. Kürşat Işık'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tüm öğrencilik hayatımda olduğu gibi çalışmalarımdaki sabırlı ve hoşgörülü yaklaşımlarından dolayı aileme teşekkür ederim.

Konya, 2007

Gülnihal POLAT

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ……...……..……. 1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI…….……..…..…… 4
3.MATERYAL VE METOT …… 7
3.1. Materyal ……. 7
3.2. Metot …….. 7
3.2.1. Fizikokimyasal Analizler …… 7
3.2.1.1. Nem Tayini(%)..…….. 7
3.2.1.2. pH …… 7
3.2.1.3. Serbest Asitlik ……. 9
3.2.1.4. Diyastaz Aktivitesi …….. 9
3.2.1.5. HMF Tayini ……. 9
3.2.1.6. Kül …… 9
3.2.1.7. Elektriksel İletkenlik …… 10
3.2.1.8. Renk Analizi (L, a, b) …….. 10
3.2.1.9. Refraktif İndeks ……... 10
3.2.1.10. İnvert Şeker ……... 10
3.2.1.11. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) ……... 10
3.2.1.12. Viskozite …… 19
3.2.1.13. Toplam Fenolik Madde …….. 11
3.2.1.14. Mineral Madde ……... 11
3.2.1.15 İstatistik Analiz Metodu…….. 12
4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA …….…... 13
4.1. Balların fiziksel özellikleri ……. 13
4.2. Balların kimyasal özellikleri …… 15
4.3. Balların reolojik özellikleri…… …… 19
4.4 Balların mineral elementleri…….. 19
4.5. Temel Bileşenler analizi……. 28
4.6. Balların kimyasal bileşik ve mineral maddelerine Temel Bileşenler Analizi (TBA) uygulayarak lokasyonlara göre ayrıştırılması ……..... 33
4.7. Balların Kimyasal Bileşenleri Ve Mineral Maddelerinin

Temel Bileşenler Analizi Uygulayarak Orijinlerine
Göre Ayrıştırılması ……..……..... 39
5. GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER ……..… 45
6. KAYNAKLAR ……..…… 48

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1. Analizi yapılan ballarla ilgili genel bilgiler……..…….. 8
Çizelge 4.1. Farklı orijinlere sahip bazı balların fiziksel özellikleri..…….. 14
Çizelge 4.2a. Farklı orijinlere sahip bazı balların kimyasal özellikleri… 16
Çizelge 4.2b. Farklı orijinlere sahip bazı balların kimyasal özellikleri… 17
Çizelge 4.3a. Ballarda bulunan mineral elementler (ppm)…….…….. 20
Çizelge 4.3b Ballarda bulunan mineral elementler (ppm)……..…...… 21
Çizelge 4.4a. Balların briks, HMF, refraktif indeks, nem, kül, serbest asitlik, pH, elektrik iletkenliği, diyastaz, viskozite, toplam fenolik madde, renk, L, a, b değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi…….. 29
Çizelge 4.4b. Balların briks, HMF, refraktif indeks, nem, kül, serbest asitlik, pH, elektrik iletkenliği, diyastaz, viskozite, toplam fenolik madde, renk, L, a, b değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi…….. 30
Çizelge 4.5a. Balların makro element (K, Ca, Mg, Na, P) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi…… 31
Çizelge 4.5b. Balların makro element (K, Ca, Mg, Na, P) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi……..…….. 31
Çizelge 4.6a. Balların mikro element (Al, As, B, Ba, Co, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Zn) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi……..... 32
Çizelge 4.6b. Balların mikro element (Al, As, B, Ba, Co, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Zn) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi……..... 33

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Bazı lokasyonlara göre balların potasyum değerlerinin dağılımı …… 22
Şekil 4.2. Farklı orijin ballarının potasyum içeriğindeki dağılım ……..... 23
Şekil 4.3. Bazı lokasyonlara göre balların kalsiyum değerlerinin dağılımı…… 24
Şekil 4.4. Farklı orijin ballarının kalsiyum içeriğindeki dağılım ……. 24
Şekil 4.5. Bazı lokasyonlara göre balların magnezyum değerlerinin dağılımı……25
Şekil 4.6. Farklı orijin ballarının magnezyum içeriğindeki dağılım …… 25
Şekil 4.7. Bazı lokasyonlara göre balların sodyum değerlerinin dağılımı…….. 26
Şekil 4.8. Farklı orijin ballarının sodyum içeriğindeki dağılım ……... 26
Şekil 4.9. Bazı lokasyonlara göre balların fosfor değerlerinin dağılımı……. 27
Şekil 4.10. Farklı orijin ballarının fosfor içeriğindeki dağılım ……..... 27
Şekil 4.11. Balların kimyasal bileşenleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi…… 34
Şekil 4.12. Balların mikro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi …… 35
Şekil 4.13. Balların makro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi …… 35
Şekil 4.14. Balların makro ve mikro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi…… 37
Şekil 4.15. Balların kimyasal bileşenleri ve mikro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi…..…….. 37
Şekil 4.16. Balların kimyasal bileşenleri ve makro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi ……. 38
Şekil 4.17. Balların tüm kimyasal maddeler ve elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi …… 38
Şekil 4.18. Balların kimyasal bileşenleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi …… 40
Şekil 4.19. Balların makro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi …… 40

Şekil 4.20. Balların mikro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi …….. 41
Şekil 4.21. Balların makro ve mikro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi …….. 42
Şekil 4.22. Balların kimyasal bileşenleri ve makro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi …… 43
Şekil 4.23. Balların kimyasal bileşenleri ve mikro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi ……. 43
Şekil 4.24. Balların tüm kimyasal bileşenleri ve mineral elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi …… 44

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksine göre bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal bir üründür. Ekonomik önemi olan arı türleri *Apis mellifera, Apis dorsata, Apis florea* ve *Apis cerana*'dır. Bunlardan en önemlisi *Apis mellifera*'dır (Ötleş, 1995).

Arıcılığın tarihçesi insanlık tarihi kadar eskidir. Balın ve arıcılığın başlangıç tarihine ait tahminler şüphesiz ki binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. Bu tahmin Fransa'da III. devir tabakalarında bulunan bir arı fosili ile daha belirgin hale gelmiştir. İspanya'nın Valencia şehrinde Arana mağarasında yapılan bir incelemede bal hasadı ile ilgili ilginç bir bulguya rastlanmıştır. Bala ait ilk güvenilir bulgular günümüzden dört bin yıl öncesine aittir (Anonymous, 2006a.)

Çiçeklerin özellikle çiçek toz keseleri etrafındaki nektar bezlerinin, ayrıca bitkilerin yapraklarında, yaprak saplarında ve situplarında salgılanan şekerli sıvıya nektar denir. Arılar bal yapmak için şeker oranı yüksek nektarları tercih ederler. Nektarların şeker oranı genelde %50'nin üzerindedir. En yüksek şeker değerleri (çiçeklenme süresinin uzunluğuna bakılmaksızın, çiçek başına 24 saatte 1 mg'dan çok şeker verimi) *Boraginaceae, Compositae, Leguminocae* ve *Tiliaceae* familyalarında bulunmaktadır. Arılar 1 g balı yapmak için 10000 km uzağa uçup 2 milyon adet çiçeğe konabilirler. ½ kg ham nektarı toplamak için 900 arının bir gün boyunca çalışması gerekir. Toplanan bu nektarın ise ancak bir kısmı bala çevrilebilir.(Anonymous, 2004)

Arıların bal yapma mekanizmaları karmaşıktır. Bal arıları bu nektarlardan emdikleri şekerli özsularını bal keselerinde, sindirim suları ile karıştırarak işleyip kuluçka zamanında yemek üzere kovanlardaki balmumundan doğal veya yapay peteklere getirip püskürtürler. Arıların bu püskürttükleri bal sulu olup kovanlardaki ısı ve arıların kanat çırpmalarından ileri gelen hava değişimi ile suyunu yitirir. Çeşitli bitki türlerine göre değişmek üzere %30-70 oranında su ihtiva eden nektar, bal haline

dönüştüğünde koyulaşır ve su miktarı %17-18'e düşer. Bileşiminde bulunan arıdan gelen enzimlerin etkisi ile bal olgunlaşır. Sakkaroz, glukoz ve fruktoza ayrışır. Isıtılmamış ballarda bu ayrışım depolama sırasında da çok yavaş olarak devam eder. Bal genel olarak salgı ve çiçek (nektar) balı olarak ikiye ayrılır. Salgı balları bitki veya böcek salgılarından, çiçek balları ise çiçeklerin nektarlarından elde edilir. Bal arısının bitkilerin çiçeklerinden topladığı nektar veya bal özü denen tatlı suları vücutlarındaki özel bezlerden salgılanan maddelerle karıştırarak zenginleştirmesi ve peteklerde olgunlaştırması sonucu doğal bal veya çiçek balı (nektar balı) elde edilir. Nektarın toplandığı çiçeğin tadı balın aromasında hissedilir (Portakal çiçeği balı, kestane çiçeği balı, vb. gibi). Ihlamur, meşe, erik, çam ağacı bitkilerin yapraklarının sızdırdıkları şekerli sıvı ile; yaprak bitleri gibi bazen ufak böceklerin yapraklar üzerine salgıladıkları tatlı sıvıdan meydana gelir ve salgı balı olarak adlandırılır. Bir başka tanıma göre salgı balı, genellikle orman ağaçları üzerinde yaşayan böceklerin tatlı sularının arılar tarafından toplanmasıyla oluşan baldır (Anonymous, 2006b.)

Bal genellikle saydamdan başlayıp koyu kırmızıya kadar, sarı, kehribar, kahverengi yeşilimsi ve kırmızımsı renklerde olmaktadır. Ballar renklerine göre; su beyazı, ekstre beyaz, ekstra açık amber, koyu renk olarak dört gruba ayrılmaktadır. Bala renk veren maddeler klorofil, karoten, ksantofil ve bileşimi bilinmeyen sarı ve yeşil rengi meydana getiren bitki pigmentleridir (Ötleş, 1995).

Viskozite, akışkanın akmaya karşı gösterdiği direnç olup, arıcılıkta 'bünye' kelimesinin karşılığıdır. Viskozitesi yüksek ballarda akıcılık az, düşük ballarda ise akıcılık fazladır. Viskozitesi yüksek ballar süzme esnasında petek gözünden güçlükle çıkar, boşaltma ve bal kaplarının temizlenmesi de güçtür. Viskozite balın nem içeriği ve bileşimine bağlıdır. Balın kıvamını nektarın alındığı bitki çeşidi etkilemektedir. Balın duru veya bulanık olması; içindeki hava kabarcıkları, su oranı ve kolloid maddelerin fazla veya az olmasına bağlıdır. Bala uygulanan işlemler sırasında hava kabarcıkları fazla olursa bal daha berrak olur. Sıcak lokasyonlarda ve hafif kumlu topraklarda yetişen bitkiler koyu kıvamda bal meydana getirirken, yayla ve dağlık lokasyon çiçeklerden yapılan ballar daha akıcı olup lezzet ve aroma bakımından daha üstündürler (Anonymous, 2002).

Hidroksimetilfurfural (HMF) ısıl işlem etkisiyle tepkimeye giren şeker ve aminoasitlerin oluşturduğu ve balda miktarı sınırlandırılmış olan bir maddedir. Türk

Gıda Kodeksine göre balda en fazla 40 mg/kg HMF bulunabilir. Bu değerden daha fazla HMF içeriği bala invert şeker katıldığının belirtisidir. Balda HMF oluşumu pH, sıcaklık, ısıl işlemin uygulanma süresi ve şeker konsantrasyonuna bağlı olduğundan balın kalitesini belirlemede kullanılan en önemli kriterlerdendir (Ötleş, 1995).

Bu çalışmada öncelikle balların sahip oldukları farklı bileşim değerlerini ortaya çıkararak, bu değerleri bazı istatistiksel analizlere uygulamak suretiyle özde farklı olan farklı orijin ve lokasyon ballarının birbirinden ayrılması ve ilerde marketlerde yerini alacak olan monofloral ballarda tağşişin kısmen önlemesine çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Acacia, *Hypericum perforatum*, *Trifolium*, *Heliantemomum*, *Cucumis*, *Ocimum repandra* ve *Lavandula* gibi türlerden alınan nektarlarla yapılan monofloral balların fizikokimyasal karakteristikleri ve polen spektrumları incelenmiş ve nem içerikleri %14-16.9, pH değerleri ise 3.5-5 civarında tespit edilmiştir. İncelenen ballarda sırasıyla en çok potasyum, sodyum ve fosfor saptanmıştır (K 9.33-1367 mg/kg, Na 15-77 mg/kg ve P 8.91-170 mg/kg) (Al-Khalifa ve ark. 1999).

Portekiz'de üretilen süpürge otu ballarının polen spektrumları, kalite kontrol özellikleri ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiş ve balların nem içeriği %14.6-19.9, indirgeyici şeker miktarı %65 ve sükrozun %0.27 tespit edilmiş ve bu değerlerin çiçek ballarıyla çalışıldığının kanıtı olduğu açıklanmıştır (Andrade ve ark. 1999).

Eucalyptus, *Sapindaceae, Cassia*, *Citrus*, *Vermonia* gibi monofloral ve bu cinslerle birlikte çeşitli cinslerin bulunduğu multifloral balların protein, pH, nem, asitlik, diyastaz enzimi, indirgeyici ve indirgeyici olmayan şeker içeriği ve HMF içerikleri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda en yüksek nem içeriği *Sapindaceae* balında (%19.58) bulunmuş ve HMF içeriği en yüksek *Cassia* ve *Eupatorium* türlerinin nektarlarıyla yapılmış olan multifloral ballarda tespit edilmiştir (4.12 mg/100g). Analiz edilen *Eucalyptus* balının pH değeri en düşük olup, 3.1 değerinde, en yüksek pH değeri ise *Borreira verticillata* balında bulunmuş ve 4.05 olduğu açıklanmıştır (Azeredo ve ark. 2003).

Çam, kestane, lavanta, ayçiçeği, kolza, akasya gibi monofloral balların sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan araştırmada 469 adet bal örneğinin elektriksel iletkenlik, nem, diyastaz aktivitesi, pH, asitlik, renk, HMF ve şeker bileşimlerini incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek elektriksel iletkenlik değeri çam ve kestane ballarından elde edilirken (sırasıyla 1069 ve 1308 µs/cm), diyastaz aktivitesinin ise ayçiçeği ve kolza ballarında yüksek olduğu (sırasıyla; 25.04 ve 26.85 ID) bulunmuştur. Kestane ve çam ballarının pH değeri 5 civarındayken, akasya ve ayçiçek ballarının pH değeri ise 3 civarlarında bulunmuştur. En yüksek nem içeriği kestane balında (%18.79), en yüksek serbest asitlik çam balında (24.24 meq/kg), en

koyu renkli balın kestane (62.26 mm Pfund) ve en açık renkli balın ise akasya balı (7.647 mm Pfund) olduğu açıklanmıştır (Devillers ve ark. 2004).

Eucalyptus ve *Citrus* gibi monofloral ballar üzerinde yapılan çalışmada *Eucalyptus* ballarındaki kül içeriği *Citrus* balına göre daha yüksek bulunmuş ve bu balların teşhisi için kül analizinin önemli bir parametre olabileceği açıklanmıştır. Kül içeriği *Eucalyptus* balında %0.319-0.423 ve *Citrus* ballarında ise %0.078-0.128 olarak bulunmuştur. Polen analizinde *Eucalyptus* polenleri %83-96 oranında olup, *Citrus* balında *Citrus* polenleri %45-56 oranında bulunmuştur (Felsner ve ark. 2004).

Yunanistan'daki çam ve portakal çiçeği ballarının bileşimi ve reolojik özellikleri üzerinde yapılan çalışmada ise 33 bal Newtonien akış özellikleri göstermiş ve sıcaklık ve su içeriği değerlerinin viskoziteyle ters orantılı olduğu açıklanmıştır. Elde ettikleri refraktif indeks değeri 1.4892-1.5043 olup su içerikleri %13-18.9 civarında bulunmuştur (Lazaridou ve ark. 2004).

Balın ciltteki yanık yaralarında iyileştirme özelliğini üzerinde de çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre balın ozmotik aktivitesi, pH değeri, hidrojen peroksit oluşturma özelliği, *Leptospermum scoparlum* ve *L. polygallfollum* gibi bitki kısımlarını içermesi özellikleriyle bal, yara ve yanıkların tedavisinde kullanılabilen terapatik bir gıdadır (Lusby ve ark. 2002).

Portekiz'de üretilen ballarda kalite değerlendirmesi yapılmış, bu ballardaki nektar orijinlerinın ise *Rosmarinus* spp., *Helianthus* spp., *Erica* spp., *Calluna* spp. olduğu bildirilmiştir. İncelenen ballarda *Erica* spp., ve *Helianthus* spp., türlerinin polenlerinin baskın olduğu açıklanmıştır. Tüm ballardaki kül içeriğinin ise %0.1-0.5 olduğu da bulgular arasındadır (Mendes ve ark. 1998).

Cezayir'deki bazı ticari balların fizikokimyasal karakteristikleri ve polen spektrumlarını incelenmiş ve Polen spektrumlarında *Barassicaceae*, *Capparis*, *Citrus* ve *Eeucalyptus* gibi türlerin yer aldığı 13 polen tipi bulunmuştur. Bu balların su içerikleri %14.64-19.04 arasında olup, bu değerlerle refraktif indeks değerleri arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir. Tüm ballar asidik olup kül içerikleri %0.06-0.54 arasında bulunmuştur. Tüm ballarda glukozun temel aldoz olduğu da bulgular arasındadır. İncelenen ballarda 64-1304 mg/100g toplam fenol tespit edilmiştir (Ouchemoukh ve ark. 2005).

Başka bir çalışmada ise inversiyona uğratılmış sakkarozun bal üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada sakkaroz şurubuyla, asit ve ısı uygulamasıyla inversiyona uğratılmış sakkarozla beslenen arıların yaptığı ballar ve normal bal incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bal arılarından inversiyona uğratılmış sakkarozla beslendikten sonra alınan balın HMF değeri daha yüksek (28.22 mg/kg), nem ve serbest asitlik içeriği ise doğal bala göre daha düşük olmuştur (inversiyona uğratılmış sakkarozla beslendikten sonra alınan balın nem içeriği %15.50, 14.021 meq/kg, doğal balın serbest asitliği 22.8 meq/kg ve nem içeriği %15.36). HMF değerinin yüksek çıkması ise sakkaroza uygulanan ısıl işleme bağlanmıştır. Tabi en düşük HMF değeri doğal balda saptanmıştır (1.75 mg/kg). En yüksek diyastaz aktivitesi ve viskozite normal balda bulunmuştur. En yüksek kül içeriği asit/ısı kompleksiyle muamele edilen sakkarozla beslenen arılardan alınan balda olup %0.49 civarında bulunmuştur. Bu balın diyastaz aktivitesinin 5.0 olduğu da bulgular arasındadır (Özcan ve ark. 2005).

İspanya'daki *Eucalyptus* ve *Citrus* balları incelenmiş ve diskriminant analizler yapılarak bu ballar birbirleriyle karşılaştırılmışlardır. Elde edilen verilere göre *Eucalyptus* balının pH değeri 4.1 iken *Citrus* balının pH değeri 4.0 olmuştur. Serbest asitlik *Eucalyptus* balı için 26.9 meq/kg iken *Citrus* balı için 17.7 mg/kg olmuştur. Su içeriği *Eucalyptus* balında daha yüksek olup, %16.63 civarında bulunmuştur (Serrano ve ark. 2004).

İspanya kekik ballarının fizikokimyasal özellikleri ve mineral içerikleriyle ilgili yapılan çalışmada, 25 kekik balı örneğinde su, pH, asitlik, mineral madde, invert şeker, kül, elektriksel iletkenlik gibi karakteristikler belirlenmiştir. Tüm ballarda su içeriği düşük bulunmuş, pH değeri 4.2 civarında ve toplam asitlik 50 mg/kg değerinin altında olup, bu değerin istenmeyen fermantasyonun bir belirtisi olduğu açıklanmıştır. İncelenen ballarda bulunan dominant mineral potasyum olmuş ve K 261-1380 ppm, Na 256-501 ppm, Ca 110-248 ppm, Mg 37-139 ppm ve P 26-96 ppm civarında bulunmuştur (Terrab ve ark. 2004).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada Çizelge 1'de belirtilen 8 farklı ildeki (Ankara, Bingöl, Konya, Kastamonu, Erzurum, Muğla, Şanlıurfa ve Sivas) üreticilerden elde edilen 6 farklı çeşitte (multifloral çiçek ve monofloral ayçiçeği, geven, çam, kestane ve pamuk balları) 40 adet bal kullanılmıştır. Bal örnekleri cam şişelerde ağzı kapalı olarak analiz anına kadar oda sıcaklığında karanlık yerde muhafaza edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Fizikokimyasal Analizler

3.2.1.1. Nem Tayini (%)

% Nem içeriği belirlenmesinde Abbe tipi refraktometre kullanıldı. Bulunan refraktif index değerinin karşılığına gelen nem içeriği ise tabloya bakılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

3.2.1.2. pH

Balların pH değerlerini belirlemek için %20 oranında bal çözeltisi hazırlanmış ve pH değerleri ölçülmüştür (AOAC, 1990).

Çizelge 3.1. Analizi yapılan ballarla ilgili genel bilgiler

Kod	Kod. No	Lokasyon	Lokasyon No	Orijin	Orijin No	Üretim Yılı
A1	12	Ankara	1	Çiçek	1	2005
A2	11	Ankara	1	Çiçek	1	2005
A3	13	Ankara	1	Çiçek	1	2005
A4	16	Ankara	1	Çiçek	1	2005
B1	19	Bingöl	2	Çiçek	1	2005
E1	3	Erzurum	3	Çiçek	1	2005
K1	24	Konya	4	Çiçek	1	2005
K2	9	Konya	4	Çiçek	1	2005
K3	25	Konya	4	Çiçek	1	2004
K4	18	Konya	4	Çiçek	1	2004
K5	6	Konya	4	Çiçek	1	2004
K6	27	Konya	4	Çiçek	1	2005
K7	31	Konya	4	Çiçek	1	2005
K8	8	Konya	4	Çiçek	1	2005
K9	5	Konya	4	Çiçek	1	2005
K10	36	Konya	4	Çiçek	1	2005
K11	39	Konya	4	Çiçek	1	2005
K12	32	Konya	4	Çiçek	1	2005
K13	40	Konya	4	Çiçek	1	2005
K14	30	Konya	4	Çiçek	1	2005
K15	34	Konya	4	Çiçek	1	2005
K16	37	Konya	4	Çiçek	1	2005
K01	4	Konya	4	Ayçiçeği	3	2005
K02	33	Konya	4	Ayçiçeği	3	2005
K03	28	Konya	4	Ayçiçeği	3	2005
KA1	2	Kastamonu	6	Kestane	2	2005
KA2	17	Kastamonu	6	Kestane	2	2005
M1	7	Muğla	7	Çam	5	2005
M2	15	Muğla	7	Çam	5	2005
M3	29	Muğla	7	Çam	5	2005
M4	38	Muğla	7	Çam	5	2005
M5	14	Muğla	7	Çam	5	2005
S1	1	Sivas	5	Çiçek	1	2005
S2	26	Sivas	5	Çiçek	1	2005
S3	41	Sivas	5	Çiçek	1	2005
S4	21	Sivas	5	Çiçek	1	2005
U01	23	Şanlıurfa	8	Pamuk	6	2005
U02	22	Şanlıurfa	8	Pamuk	6	2005
U1	10	Şanlıurfa	8	Geven	7	2005
U2	20	Şanlıurfa	8	Geven	7	2005

3.2.1.3. Serbest Asitlik

Ballarda serbest asitliği belirlemek için 10 g bal 75 ml saf su içinde çözündürülmüş ve bal çözeltisi %0.05 N NaOH çözeltisi ile pH değeri 8.3 oluncaya kadar titre edilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.1.4. Diyastaz Aktivitesi

Diyastaz tayini, nişasta tampon çözeltisindeki nişastanın balda bulunan diyastaz tarafından parçalanması prensibiyle yapılmıştır (Bogdanov ve ark. 1984).

3.1.2.5. Hidroksi Metil Furfural (HMF) Tayini

HMF'nin barbütürik asit ve p-toluidin ile oluşturduğu rengin 550 nm dalga boyunda ölçümüne dayanan spektrofotometrik yöntem bu araştırma da uygulanmıştır (Winkler, 1955, Akbulut ve ark. 1996). Hesaplamada standart HMF'dan (Sigma H 9877,5, Hidroksimetil-2-furaldehit) 4-20 mg/l arasında bir seri standart çözelti dizisi hazırlanmış ve bal örneklerine uygulanan işlemin aynısı tekrar edilerek standart eğri hazırlanmış ve bu şekilde hazırlanan standart bir eğriden yararlanarak HMF miktarı mg/kg olarak belirlenmiştir.

3.2.1.6. Kül

Kül miktarı, 2 g balın 550±25ºC sıcaklığa ayarlanabilen kül fırınında yakılmasıyla saptanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.1.7. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, %20'lik bal çözeltileri hazırlanarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

3.2.1.8. Renk Tayini

Renk, MINOLTA CR 400 (Japonya) model kolorimetre ile L (100: beyaz, 0: siyah) , a (+: kırmızı; -: yeşil) ve b (+: sarı; -: mavi) değerleri ölçülerek belirlenmiştir. Ölçümden önce cihaz beyaz referans bir tabaka (No: 14533046) ile kalibre edildi (Rommel ve ark. 1990).

3.2.1.9. Refraktif İndeks

Abbe tipi refraktometre kullanılarak 20±2 ºC sabit sıcaklıkta belirlenmiştir (AOAC, 1990).

3.2.1.10. İnvert Şeker

İnvert şeker değeri, bal çözeltisine bakır (II) çözeltisi eklenerek ve metilen klorür indikatörü ile titre edilerek belirlenmiştir (Ötleş, 1995).

3.2.1.11. Suda Çözünür Kurumadde (Briks)

Balların briksi Abbe refraktometresi yardımıyla tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 1992).

3.2.1.12. Viskozite

Bal örneklerinin viskozitesi Brookfield rotasyonal viskozimetresi (Model LAB-LINE Instruments, Inc, Melrose Park, ILL.) ile R 7 nolu uç (spindle) kullanılarak 5 rpm hızda 25 ± 0.5 ºC'de belirlenmiştir (Bogdanov ve ark. 1995).

3.2.1.13. Toplam Fenolik Madde

Toplam fenolik madde, Folin-Ciauceltau kimyasalı kullanılarak 760 nm'deki dalga boyunda spektrofotometrede ölçülen değerle belirlenmiştir (Spanos ve ark. 1990, Spanos ve Worlstad, 1992, Akbulut ve Artık, 2002).

3.2.1.14. Mineral Madde

0.3-0.5 g bal alınarak üzerine 5 ml saf HNO_3 ilave edilmiş ve örnekler MARS mikrodalga fırınında 200 ºC'da yakılmıştır. Çözelti belirli bir hacme kadar suyla seyreltilerek hazırlanan konsantrasyonlar ICP-AES (Inductivelly Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) cihazında okunarak mineraller belirlenmiştir (Skujins, 1998, Akbulut ve Özcan, 2007).

ICP-AES'in çalışma şartları:

Cihaz	: ICP-AES (Varian-Vista)
RF Güç	: 07-1.5 kw (1.2-1.3 kw Axial)
Plazma gaz akış oranı (Ar)	: 10.5-15 L/d (radyal)
	: 15 L/d (Axial)
Auxiliary gaz akış oranı (Ar)	: 1.5 L/d
Algılama yüksekliği	: 5-12 mm
Kopya etme ve okuma süresi	: 1-5 s (max 60 s)
Kopya etme	: 3 s (max 100 s)

3.2.1.15. İstatistiki Analiz Metodu

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde lokasyonlar ve orijinler arasındaki ayrımın belirlenmesi ve yeni gelen bir balın hangi lokasyon ve orijine ait olup olmadığının, şayet ait ise hangisine ait olduğunun belirlenmesi için Temel Bileşenler Analizi yöntemi kullanılmıştır (Chatfield ve Collins, 1986). Bu amaçlarla ve Çizelgelerde yer alan min., max. ve ortalama değerlerinin ve sütun grafiklerdeki değerlerin belirlenmesinde MINITAB Release 14, Statistical Softvare (1998) kullanılmıştır

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Balların Fiziksel Özellikleri

Çizelge 4.1'de farklı orijinlere sahip bazı balların fiziksel özellikleri verilmiştir. İncelenen tüm balların briks değerleri %78-83 arasında olduğu belirlenmiştir. A1-4 kodlu Ankara ballarının briksi %80.2-81.4 arasında tespit edilmiştir. Ankara ballarının nem içerikleri ise %16.95-18.12 arasındadır. Tüm balların refraktif indeks değerleri ise 0.14854-0.14985 arasında olduğu belirlenmiştir.

Muğla'da üretilen ve M1-5 şeklinde kodlanan çam ballarında briks değeri 78-82.6 olup bu değerler Şanlıurfa'da üretilen ve U1 şeklinde kodlanan geven ballarında 81-81.2, KA1-2 şeklinde kodlanan kestane ballarında ise 79.8 – 80 arasında olduğu görülmüştür. Ouchemoukh ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada nem içeriklerini %15.84-19.04 ve refraktif indeks değerlerini ise 1.4889-1.4999 olarak tespit etmişlerdir. Terrab ve ark. (2004) ise inceledikleri kekik ballarında %14.2-18 nem tespit etmişlerdir. Lazaridou ve ark. (2004) Yunanistan'daki çam ve portakal çiçeği ballarının bileşimi ve reolojik özellikleri üzerinde yaptıkları çalışmada elde ettikleri refraktif indeks değeri 1.4892-1.5043 arasında olup su içerikleri %13-18.9 civarında bulunmuştur.

Bu çalışmada da elde edilen değerler ise yapılmış olan çalışmalardaki verilerle örtüşmektedir. Tüm balların nem içeriklerine bakıldığında en yüksek değer M3 kodlu çam balına aittir (%20.44).

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi tüm balların L değeri cinsinden renk analizi sonuçları 20.62-27.0 arasında değişmektedir. Balların a değeri cinsinden renk analizi sonuçları ise 0.38-1.37'dür.

Çizelge 4.1. Farklı orijinlere sahip bazı balların fiziksel özellikleri

Kod	Briks (%)	Ref. İndeks (20 ºC)	Nem (%)	Viskozite (mPa.s)	Renk		
					L	a	b
A1	80.2	0.14912	18.12	7000	24.58	0.28	0.35
A2	80.2	0.14912	18.12	3333	21.47	0.21	-0.28
A3	81.4	0.14945	16.95	3033	27.00	0.38	2.55
A4	81.0	0.14933	17.38	16366	23.10	0.15	-0.31
B1	82.2	0.14964	16.08	31600	22.57	0.16	-0.21
E1	82.0	0.14958	16.32	11866	23.00	0.27	0.14
K1	81.8	0.14964	16.08	14066	21.50	0.19	-0.38
K2	82.0	0.14958	16.32	20733	21.37	0.15	-0.10
K3	79.6	0.14898	18.68	3366	25.83	0.19	1.00
K4	80.4	0.14917	17.92	11000	21.19	0.35	-0.38
K5	80.4	0.14917	17.92	6566	24.40	0.04	0.54
K6	81.2	0.14937	17.12	23700	22.97	0.18	0.60
K7	80.6	0.14924	17.64	4333	21.43	0.01	0.16
K8	82.0	0.14958	16.32	26033	21.46	0.94	0.80
K9	80.8	0.14929	17.44	2600	21.80	0.24	-0.24
K10	81.0	0.14933	17.38	16033	24.55	1.33	-3.11
K11	81.0	0.14933	17.38	1866	21.73	0.13	-0.55
K12	81.2	0.14938	17.18	7400	23.44	0.28	0.73
K13	81.0	0.14933	17.38	14200	22.41	0.06	-0.69
K14	80.0	0.14901	18.56	11100	22.76	0.18	-0.10
K15	79.4	0.14892	18.92	3667	21.64	0.18	-0.61
K16	81.0	0.14933	17.38	22267	24.35	0.12	-1.03
S1	82.2	0.14964	16.08	32400	22.93	0.46	1.12
S2	81.4	0.14944	16.88	3333	25.26	0.11	-0.42
S3	83.0	0.14985	15.28	7600	26.25	0.20	1.78
S4	80.6	0.14923	17.68	7600	21.59	0.39	-0.66
KA1	79.8	0.14900	18.60	1433	22.39	0.19	-0.22
KA2	80.0	0.14901	18.56	1733	24.80	1.37	-2.54
K01	82.0	0.14958	16.32	3733	26.67	-0.38	2.87
K02	80.4	0.14917	17.92	3733	25.78	-0.28	2.21
K03	82.2	0.14964	16.08	3300	23.79	0.04	1.74
M1	82.6	0.14975	15.64	40600	20.62	-0.01	0.28
M2	81.2	0.14938	17.18	18400	20.84	-0.05	0.52
M3	78.0	0.14854	20.44	3033	20.94	0.10	-0.13
M4	81.0	0.14933	17.38	6600	21.37	0.10	-0.21
M5	81.0	0.14933	17.38	14000	21.60	0.23	-0.71
U01	79.0	0.14880	19.40	3333	23.71	0.15	0.30
U02	78.8	0.14878	19.48	2867	20.63	0.27	-0.37
U1	81.2	0.14938	17.18	6967	22.89	0.29	-0.36
U2	81.0	0.14933	17.38	6833	23.99	0.30	0.99
Min.	**78.0**	**0.14854**	**15.28**	**1433**	**27.00**	**-0.38**	**-3.11**
Max.	**83.0**	**0.14985**	**20.44**	**40600**	**20.62**	**1.37**	**2.87**
Ort.	**80.9**	**0.14930**	**17.44**	**17836**	**23.01**	**0.24**	**0.13**

4.2. Balların Kimyasal Özellikleri

Analizi yapılan balların kimyasal özellikleri Çizelge 4.2a ve Çizelge 4.2b'de verilmektedir. Ankara ballarının pH değerleri 3.76-3.94 arasında belirlenmiştir. K1-16 şeklinde kodlanan Konya ballarının pH değerleri 3.62-4.47, Sivas ballarının pH değerleri ise 3.72-3.93 arasında olduğu belirlenmiştir.. Tüm ballar dikkate alındığında en yüksek pH değeri 5.13 olup bu değer M2 kodlu çam balına aittir. En düşük pH değeri ise K5 kodlu çiçek balına ait olup bu değer 3.62'dir.

U1 ve U2 kodlu geven ballarının kül içerikleri %0.1939 - %0.4313 arasında bulunmuştur. Kestane ballarının (KA1 ve KA2) kül içerikleri ise %0.3462-0.4929'dur. Tüm ballar göz önünde bulundurulduğunda en yüksek kül içeriklerine kestane ve çam ballarının sahip olduğu görülmektedir. K01-03 şeklinde kodlanan ayçiçeği ballarının kül içerikleri diğer ballara göre oldukça düşüktür (%0.0324-0.0981).

Terrab ve ark. (2004) ise inceledikleri kekik ballarında %0.16-0.60 kül tespit etmişlerdir.

Mendes ve ark. (1998) ise inceledikleri ballarda %0.1-0.5 civarında kül tespit etmişlerdir. Elde edilen bulgular yapılmış olan çalışmalarda elde edilen verilere genel olarak yakındır.

Çizelge 4.2a. Farklı orijinlere sahip bazı balların kimyasal özellikleri

Kod	HMF (mg/kg)	Kül (%)	pH	Serbest Asitlik (meq/kg)	E. İ. (µs/cm)	Diyastaz	İnvert şeker	Toplam Fenolik Madde (mg/100g)
A1	8.83	0.1914	3.76	42.0	344	17.9	73.82	230.2
A2	2.11	0.1499	3.94	29.0	458	17.9	81.49	168.5
A3	25.72	0.0638	3.88	31.5	390	13.9	78.43	245.8
A4	4.03	0.0454	3.76	21.5	199	13.9	70.11	97.0
B1	13.82	0.0459	4.05	19.5	330	6.5	67.83	165.2
E1	4.03	0.0969	4.01	24.0	198	8.3	72.96	147.1
K1	21.88	0.2963	4.25	29.5	702	10.9	86.55	251.5
K2	12.28	0.1455	4.06	32.0	351	8.3	70.11	245.8
K3	32.25	0.1935	3.93	42.5	449	13.9	62.75	754.6
K4	31.48	0.0950	3.80	31.0	290	10.9	67.47	213.7
K5	9.40	0.0985	3.62	43.5	385	8.3	71.71	222.8
K6	8.83	0.3902	4.47	39.0	1260	8.3	66.05	300.9
K7	0.96	0.1303	4.46	30.5	616	13.9	68.2	476.8
K8	11.52	0.1296	4.07	36.0	386	6.5	71.71	263.0
K9	52.22	0.1484	4.23	33.0	666	6.5	64.35	198.1
K10	13.82	0.2967	4.33	34.0	816	13.9	86.55	266.3
K11	4.03	0.1967	3.80	25.5	212	13.9	62.75	97.0
K12	11.32	0.0474	3.90	25.0	340	10.9	63.38	204.7
K13	2.11	0.1926	4.37	31.0	632	17.9	64.35	228.5
K14	3.07	0.0965	3.85	36.5	313	17.9	78.93	171.8
K15	7.30	0.1946	4.21	20.5	461	10.4	59.76	134.0
K16	6.72	0.1473	3.74	31.0	251	13.9	62.75	99.5
S1	6.33	0.1942	3.93	21.0	441	10.9	70.11	188.2
S2	7.10	0.0962	3.80	19.5	481	6.5	69.72	166.9
S3	7.68	0.0988	3.78	23.5	248	6.5	64.69	120.8
S4	6.14	0.0469	3.72	24.0	401	8.4	71.31	92.1
KA1	3.26	0.4929	4.47	32.5	1172	17.9	73.82	427.7
KA2	7.48	0.3462	4.38	39.0	1057	17.9	66.05	452.9
K01	2.30	0.0981	3.85	21.0	322	10.9	72.96	114.3
K02	5.184	0.0481	3.90	24.3	358	13.9	58.37	112.6
K03	7.29	0.0324	4.09	24.5	340	17.9	64.36	166.0
M1	2.49	0.4733	4.93	29.5	1338	6.5	59.76	254.8
M2	0.38	0.5488	5.13	22.0	1491	10.9	82.03	192.4
M3	4.03	0.4453	4.94	26.5	1930	7.9	52.29	187.4
M4	1.92	0.6614	4.99	23.0	1842	8.3	50.20	217.0
M5	6.33	0.1446	4.26	23.0	740	13.9	73.82	159.5

Çizelge 4.2b. Farklı orijinlere sahip bazı balların kimyasal özellikleri

Kod	HMF (mg/kg)	Kül (%)	pH	Serbest Asitlik (meq/kg)	E. İ. (µs/cm)	Diyastaz	İnvert şeker	Toplam Fenolik Madde (mg/100g)
U01	14.59	0.2495	4.34	37.5	909	9.7	62.75	129.9
U02	20.16	0.2746	4.38	28.0	923	10.9	64.36	133.2
U1	5.37	0.1939	4.11	23.0	345	13.9	66.05	143.9
U2	6.14	0.4313	4.48	42.0	1328	10.9	72.97	120.0
Min.	**0.38**	**0.0324**	**3.62**	**19.5**	**198**	**6.5**	**50.20**	**92.1**
Max.	**52.22**	**0.6614**	**5.13**	**43.5**	**1930**	**17.9**	**86.55**	**754.6**
Ort.	**10.05**	**0.2067**	**4.15**	**29.3**	**643**	**11.7**	**68.70**	**214.1**

Felsner ve ark. (2004) ise *Eucalyptus* ve *Citrus* monofloral ballarıyla yaptıkları çalışmada *Eucalyptus* ballarındaki kül içeriğinin *Citrus* balına göre daha yüksek olduğunu tespit etmişler ve bu balların teşhisi için kül analizinin önemli bir parametre olabileceğini açıklamışlardır. *Eucalyptus* balının kül içeriği %0.319-0.423 ve *Citrus* ballarınınki ise %0.078-0.128 olarak bulunmuştur.

En yüksek HMF içeriği K9 kodlu multifloral çiçek balına ait olup 52.22 mg/kg'dır. K9 kodlu çiçek balından sonra ise 2004 yılında üretilmiş olan K3-4 balları yüksek HMF içeriğine sahiptir (32.25 ve 31.48 mg/kg). Bu durum balların üretim yılı diğer ballara göre daha eski olduğundan depolama aşamasında HMF oluşmuş olabileceği ile açıklanabilir (Ötleş, 1995). En düşük HMF içeriğine ise 0.38 değeriyle Muğla çam balında (M2) rastlanmıştır.

Tüm çiçek balları içinde en düşük elektriksel iletkenlik değerleri E1 kodlu Erzurum balına ait olup 198 µS/cm'dir. En yüksek değer ise 1930 µS/cm ile Muğla çam balında (M3) görülmüştür. Ankara ballarının elektriksel iletkenlik değerleri ise 199-458 µS/cm arasında olduğu belirlenmiştir. Tüm ballar dikkate alındığında çam ve kestane ballarının elektrik iletkenlik değerleri en yüksek olduğu görülmüş ve elektrik iletkenliğinin çam ve kestane gibi salgı balları ile çiçek ballarını belirlemede etkili olabileceği görülmektedir.

Ayçiçeği ballarının elektriksel iletkenlik ve serbest asitlik değerleri Devillers ve ark. (2004)'ın yaptığı çalışmada incelenen ayçiçeği balının verilerine yakındır. Devillers ve ark. (2004) inceledikleri ayçiçeği ballarında 306.2 µS/cm elektriksel iletkenlik ve 19.91 meq/kg serbest asitlik değerlerini tespit etmişlerdir. Bu çalışmadaki ayçiçeği ballarının elektriksel iletkenlik değerleri multifloral çiçek ballarına yakın olup 322-358 µS/cm'dir. Çam, kestane ve pamuk ballarının elektriksel iletkenlik değerleri ise genellikle multifloral çiçek ballarından yüksektir.

Ankara çiçek ballarının diyastaz aktiviteleri 13.9 ve 17.9 ID'dır. Konya ballarında bu değerler 6.5-17.9 arasında değişmektedir. Ankara ballarında invert şeker içeriği %70.11-81.49'dur. Konya ballarında ise %59.76-86.55'tir.

En yüksek serbest asitlik değeri 43.5 meq/kg olup bu değer K5 balından elde edilmiştir. K3 numunesinin serbest asitliği ise 42.5 meq/kg'dır. En düşük değer ise 19.5 mg/kg olup Bingöl'de üretilen B1 numunesine aittir. Analiz edilen balların elektriksel iletkenlik ve serbest asitlik değerleri Devillers ve ark. (2004) ve Terrab ve ark. (2004)'ın yaptığı çalışmalardaki verilere yakındır. Terrab ve ark. (2004) inceledikleri ballarda 288-498 µs/cm elektriksel iletkenlik, 17.6-39.8 meq/kg serbest asitlik değerlerini tespit etmiş olup Devillers ve ark. (2004) ise 8.954-24.24 meq/kg serbest asitlik değerlerini tespit etmiştir.

Çam ballarında elektriksel iletkenlik 740-1930 µs/cm ve kestane ballarında ise 1057 ve 1172 µS/cm'dir. M3 kodlu çam balında diyastaz aktivitesi 7.9 ID olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte KA1 ve KA2 kodlu kestane ballarının diyastaz aktiviteleri aynı olup 17.9'dur. İncelenen ballardan elde edilen diyastaz değerleri Devillers ve ark. (2004)'ın yaptıkları çalışmayla örtüşmektedir (23.29 ID). Serrano ve ark. (2004) ise inceledikleri turunçgil ve okaliptüs ballarında 13.95-24.30 ID gibi değerler elde etmişlerdir.

Tüm balların fenolik madde içeriklerine baktığımızda en yüksek değer 754.6 mg/100g olup K3 kodlu çiçek balından elde edilmiştir. Konya, Ankara ve Sivas çiçek ballarına baktığımızda fenolik madde içerikleri çok değişkenlik göstermektedir. K3 kodlu çiçek balı multifloral bir baldır ve yapısında çok çeşitli nektarlar bulunabilir.

Her iki kestane balının (KA1-2) fenolik madde içeriği yüksek olup 427.7 ve 452.92 mg/100g'dır. Konya, Ankara ve Sivas çiçek ballarına baktığımızda fenolik madde içerikleri çok değişkenlik göstermekte iken ayçiçeği ballarının (K01-03)

fenolik madde içerikleri ise birbirini teyit eder durumdadır (112.6-166.0 mg/100g). Ouchemoukh ve ark. (2005) ise inceledikleri ballarda 64-1304 mg/100g fenolik madde tespit etmişlerdir. Pamuk ballarında ise (U01-02) fenolik madde içeriği düşüktür (129.9-133.2 mg/100g).

4.3. Balların Reolojik Özellikleri

İncelenen balların viskozite sonuçlarına bakıldığında en düşük viskozite sonucunun KA1 kodlu kestane balına ait olduğu görülmektedir (1433.33 mPa.s). En yüksek viskozite sonucu ise M1 kodlu çam balına aittir (40600 mPa.s). Çam ballarının viskoziteleri diğer ballara göre genel olarak yüksektir (Çizelge 4.1.). Multifloral çiçek ballarının viskozite sonuçları birbirinden oldukça farklıdır. Kestane ballarının viskozite sonuçları ise birbirini teyit eder durumdadır (1433-1733 mPa.s). Ayçiçeği balları da birbirine yakın sonuçlar vermiştir (3300-3733 mPa.s). Geven ve pamuk gibi Şanlıurfa ballarının viskoziteleri ise 2867-6967 mPa.s'dır. Balda viskoziteyi; briks, baldaki şeker oranı, şeker çeşitleri ve bu şekerlerin birbirlerine oranları gibi faktörler etkiler (Anonymous, 1999).

4.4. Balların Mineral Elementleri

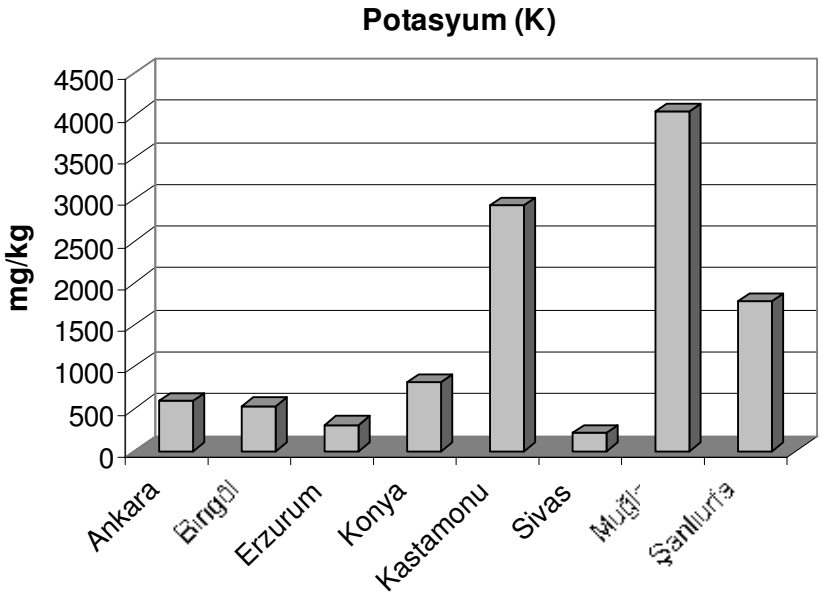
Ballarda Çizelge 4.3a ve 4.3b'de ise balda bulunan mineral elementleri yer almaktadır. İncelenen ballarda en çok bulunan makro element potasyum (K) olmuştur. K, Ca, Mg, P ve Na balda bulunan makro elementlerdir, diğerleri ise mikro elementler grubuna girer. M4 kodlu çam balının potasyum içeriği 5572.82 ppm olup en yüksek değere sahiptir. Yapılan birçok araştırmada K en çok bulunan makro element olmuştur (Terrab ve ark. 2004; Al-Khalifa ve ark. 1999).

Çizelge 4.3a. Ballarda bulunan mineral elementler (ppm)

Kod	Al	As	B	Ba	Ca	Co	Cu	Fe	Ga	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Zn
A1	8.24	5.65	4.27	1.95	36.76	0.06	20.67	6.04	0.54	601.79	0.18	14.90	0.45	72.34	0.13	123.14	23.23
A2	5.82	10.42	3.69	1.90	113.99	0.11	3.77	4.20	0.74	1050.4	0.16	19.47	0.17	76.40	0.24	182.58	6.17
A3	6.49	8.22	7.43	1.86	76.99	0.22	5.96	4.03	0.11	479.37	0.16	20.35	0.31	76.90	0.11	136.59	8.96
A4	6.25	7.14	3.31	1.79	70.39	0.06	0.00	0.00	0.10	242.82	0.16	5.48	0.50	63.01	0.04	86.69	1.22
B1	6.49	11.05	2.33	1.79	97.91	0.13	0.54	4.75	0.00	538.05	0.16	16.21	0.13	86.21	0.01	121.17	1.26
E1	6.59	11.25	4.05	1.86	197.90	0.11	0.93	10.09	0.18	305.62	0.16	6.76	0.35	67.98	0.28	127.13	11.25
K1	6.61	7.19	2.89	1.90	506.52	0.15	25.71	15.10	0.43	1905.9	0.16	187.88	0.56	83.39	0.32	216.38	25.32
K2	5.45	13.33	5.30	2.00	104.86	0.14	36.54	23.40	0.29	686.45	0.18	20.42	0.52	88.82	0.70	130.76	37.96
K3	6.10	0.00	4.28	1.86	358.25	0.15	13.91	6.13	0.19	798.27	0.16	21.11	0.34	70.42	0.16	187.98	12.73
K4	6.81	10.44	3.58	1.89	80.09	0.13	0.00	5.25	0.15	382.75	0.15	7.03	0.09	70.11	0.01	104.02	1.35
K5	5.99	16.89	5.07	1.87	117.81	0.04	4.73	10.65	0.50	658.49	0.18	28.48	0.26	70.75	0.11	107.15	3.93
K6	7.61	0.00	4.55	1.93	153.07	0.15	41.38	8.43	0.18	2615	0.18	83.86	1.74	158.87	0.60	248.57	38.49
K7	5.76	14.4	4.6	1.95	90.34	0.1	0.93	1.35	0.46	1638.50	0.18	20.46	0.60	78.13	0.00	145.72	1.53
K8	5.12	10.93	3.95	1.94	137.12	0.17	35.81	8.94	0.16	676.39	0.16	32.39	0.39	81.88	0.26	107.53	29.54
K9	9.86	0.00	4.99	2.12	131.49	0.18	0.00	0.67	0.10	1590.7	0.18	38.29	0.43	105.86	0.00	194.26	0.97
K10	8.96	0.00	3.36	1.91	202.45	0.11	4.65	18.47	0.24	1987.7	0.16	68.51	0.92	86.93	0.07	182.36	22.8
K11	4.93	7.12	2.27	1.78	185.69	0.08	0.04	0.00	0.64	286.27	0.16	24.30	0.53	66.42	0.00	70.82	1.11
K12	6.35	9.26	3.66	1.92	224.12	0.12	2.67	7.75	0.42	604.95	0.19	55.23	0.18	78.27	0.00	91.04	6.52
K13	7.23	9.36	4.13	2.28	80.01	0.12	2.59	4.70	0.48	1383.6	0.22	40.10	0.29	99.67	0.01	133.75	3.23
K14	7.44	0.00	3.58	2.28	103.02	0.17	11.12	1.68	0.55	803.91	0.17	18.30	0.39	88.85	0.04	253.67	8.48
K15	8.11	7.37	5.9	1.97	38.95	0.12	19.52	7.35	0.33	967.97	0.17	21.30	0.14	90.97	0.12	82.58	16.58
K16	5.00	9.32	3.39	0.00	196.42	0.11	1.12	1.25	0.00	278.66	0.18	28.46	0.34	69.70	0.00	104.56	0.66
S1	4.95	2.01	5.10	1.57	37.30	0.13	0.00	3.77	0.31	235.49	0.14	3.11	0.15	135.27	0.14	30.69	0.56
S2	6.80	0.00	3.97	1.79	160.36	0.1	1.18	1.43	0.17	195.48	0.15	33.56	0.02	196.23	0.06	90.46	2.09
S3	7.26	0.00	2.86	2.24	282.80	0.17	14.25	0.61	0.55	251.25	0.18	51.85	0.20	104.56	0.28	99.50	4.51
S4	7.10	0.00	2.74	2.01	268.74	0.13	3.87	0.34	0.30	162.95	0.17	38.57	0.34	155.87	0.23	92.35	2.56

Çizelge 4.3b. Ballarda bulunan mineral elementler (ppm)

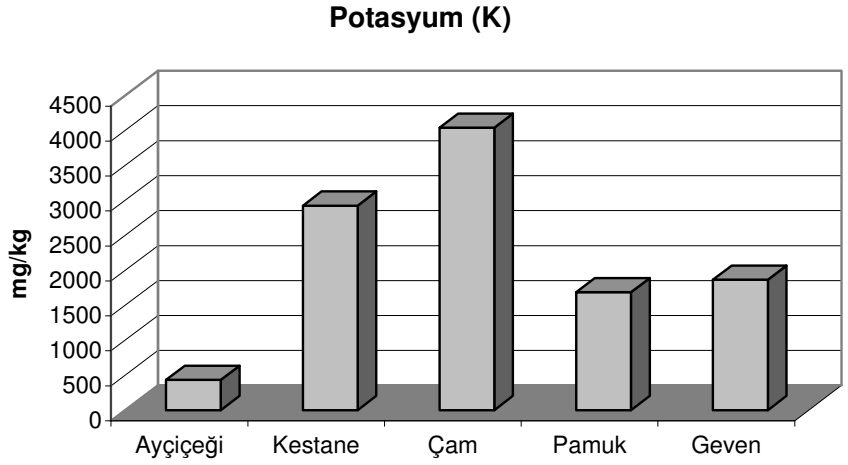
Kod	Al	As	B	Ba	Ca	Co	Cu	Fe	Ga	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Zn
KA1	7.72	0.00	6.87	1.97	125.06	0.09	0.18	1.50	0.38	3012.3	0.20	35.19	8.33	106.38	0.00	122.53	1.58
KA2	6.49	0.00	4.29	2.10	134.52	0.10	0.21	1.02	0.87	2838.9	0.19	37.57	5.37	114.44	0.00	142.28	2.64
K01	6.04	4.95	7.58	2.06	125.53	0.15	1.26	0.00	0.32	413.15	0.19	19.46	0.10	71.11	0.10	130.31	0.24
K02	8.28	5.80	4.72	1.84	127.92	0.13	0.00	0.71	0.16	361.55	0.16	6.24	0.03	71.29	0.12	135.64	0.42
K03	4.49	13.45	5.42	2.06	390.01	0.09	10.94	0.04	0.00	527.55	0.17	132.08	0.18	66.39	0.15	122.91	9.96
M1	8.95	0.00	3.87	0.00	39.56	0.19	0.59	2.13	0.20	3720.40	0.17	80.71	0.76	97.09	0.00	303.98	0.45
M2	11.38	9.00	2.18	0.00	23.78	0.13	0.39	6.20	0.52	4571.20	0.16	97.49	0.75	97.32	0.04	361.93	0.38
M3	6.66	9.91	1.51	1.58	65.32	0.12	0.62	5.56	0.00	4675.20	0.14	82.75	0.77	124.92	0.50	292.12	1.51
M4	9.09	7.17	1.49	1.85	48.93	0.14	0.62	0.31	0.30	5572.80	0.16	83.17	0.66	121.95	0.29	367.71	0.53
M5	5.66	0.00	2.66	1.66	52.71	0.14	5.70	0.33	0.00	1663.60	0.15	53.88	0.29	124.46	0.04	194.66	7.52
U01	5.36	9.32	1.86	1.69	463.40	0.13	0.82	4.68	0.41	1486.80	0.14	72.86	0.78	66.45	0.11	28.49	4.93
U02	7.76	9.78	2.83	0.23	462.12	0.08	1.12	7.81	0.32	1891.50	0.15	71.70	0.82	80.29	0.10	107.97	4.82
U1	8.36	4.76	5.76	2.01	153.43	0.12	1.02	3.97	0.12	676.59	0.17	18.77	1.40	75.96	0.14	121.40	4.29
U2	8.65	0.00	7.74	2.08	545.6	0.13	0.23	8.10	0.09	3057.90	0.17	88.86	0.42	106.65	0.06	129.47	4.75
Min.	**4.49**	**0.00**	**1.49**	**0.00**	**23.78**	**0.04**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**162.95**	**0.14**	**3.11**	**0.02**	**63.01**	**0.00**	**28.49**	**0.24**
Max.	**11.38**	**16.89**	**7.74**	**2.28**	**545.60**	**0.22**	**41.38**	**23.4**	**0.87**	**5572.80**	**0.22**	**187.88**	**8.33**	**196.23**	**0.70**	**367.71**	**38.49**
Ort.	**6.96**	**6.14**	**4.01**	**1.74**	**170.28**	**0.125**	**6.89**	**4.97**	**0.30**	**1395**	**0.17**	**44.68**	**0.78**	**93.71**	**0.14**	**150.32**	**7.93**



Şekil 4.1. Bazı lokasyonlara göre balların potasyum değerlerindeki dağılım

Multifloral çiçek ballarında potasyum içeriği diğer elementler gibi birbirine göre çok farklı değerlere sahiptir (162,95-2615 ppm). Lokasyonlar açısından bakıldığında en yüksek potasyum içeriğine Muğla ballarının en düşük potasyum miktarı ise Sivas ballarında rastlanmıştır (Şekil 4.1). Çam ve pamuk ballarının potasyum içerikleri diğer ballara nazaran daha yüksektir (Şekil 4.2). Terrab ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada İspanyol kekik ballarında 261 – 1380 mg/kg arasında potasyum olduğunu rapor etmişlerdir. Çizelge 4 incelendiğinde Türkiye'de üretilen multifloral ve monofloral ballardaki potasyum değerleri Terrab ve ark. (2004)'a göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

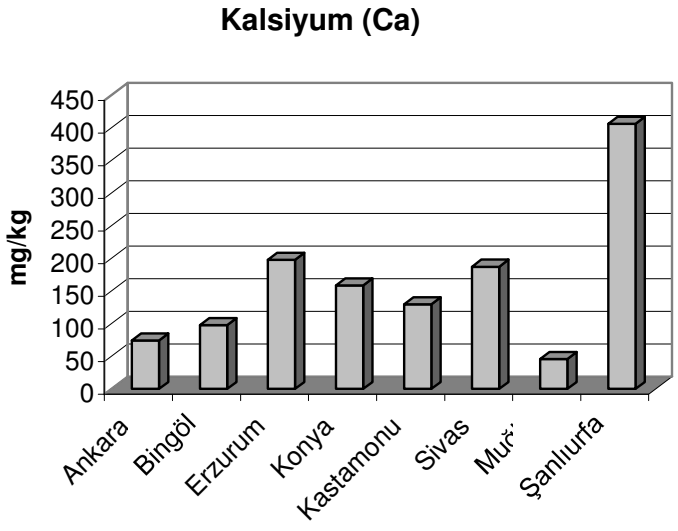
Ballar potasyum içeriği açısından değerlendirildiğinde en fazla miktara çam ballarında rastlanırken (1663.6 – 5572.8 mg/kg) bunu sırasıyla kestane (2838.9 – 3012.3 mg/kg), pamuk balı (1486.8 – 1891.5 mg/kg) ve geven balı (676.59 – 3057.9 mg/kg) takip etmiştir.



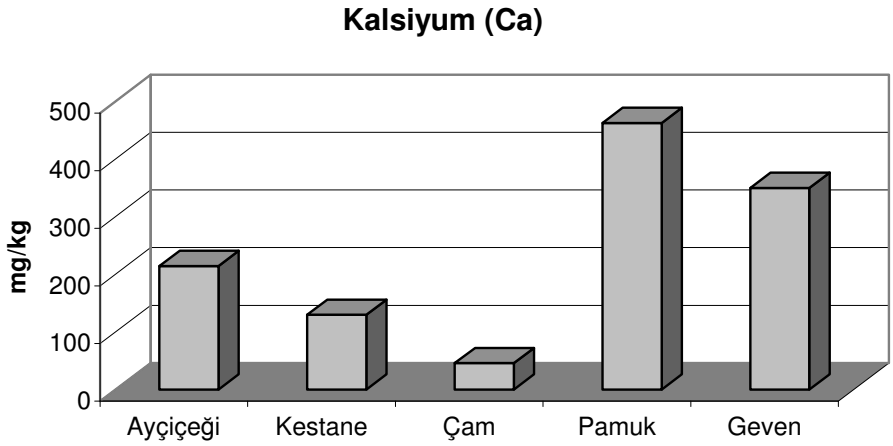
Şekil 4.2. Farklı orijin ballarının potasyum içeriklerindeki dağılım

Tüm ballarda potasyum 162.95-5572.8, sodyum 63.01-196.23, kalsiyum 23.78-545.6, fosfor 28.49-367.71, magnezyum 3.11-187.88, bakır 0-41.38, çinko 0.24-38.49, demir 0-23.4 ve mangan 0.02-8.33 ppm civarındadır.

Lokasyonlara göre incelendiğinde en yüksek kalsiyum içeriğine Şanlıurfa , en düşük kalsiyum içeriğine ise Muğla ballarının sahip olduğu görülmektedir. Ankara ballarının Ca içeriği Konya ballarından genellikle düşüktür (Şekil 4.3). Orijin açısından en yüksek kalsiyum değeri geven ballarında, bu mineralin en düşük değeri ise çam balında belirlenmiştir. Genel olarak geven, ayçiçeği ve pamuk ballarının Ca içeriği genel olarak diğer ballardan daha yüksektir. Tüm ballar dikkate alındığında en yüksek Ca içeriği 545.6 ppm değeriyle U2 kodlu geven balına aittir (Çizelge 4.4b).



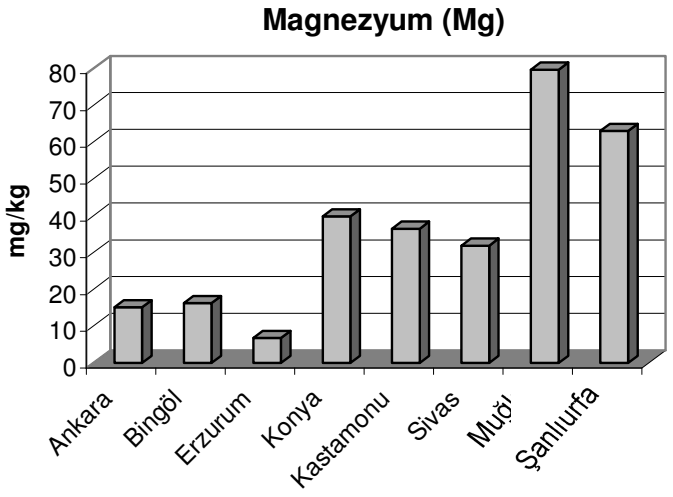
Şekil 4.3. Bazı lokasyonlara göre balların kalsiyum değerlerindeki dağılım



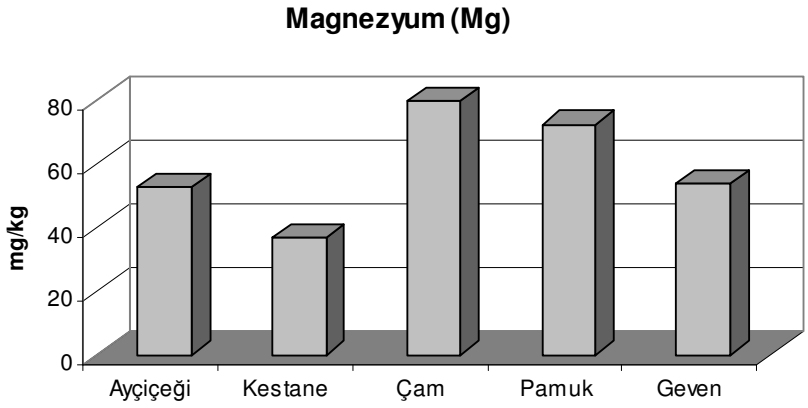
Şekil 4.4. Farklı orijin ballarının kalsiyum içeriklerindeki dağılım

Lokasyon ballarının magnezyum içerikleri ile ilgili dağılım grafiği Şekil 4.5'te verilmektedir. Şekil 4.5'e göre magnezyum miktarı açısından en zengin balların Muğla ve Şanlıurfa'ya ait oldukları görülmektedir. En düşük magnezyum miktarı ise Erzurum balına ait olduğu görülmektedir. Orijinlerine göre ise en fazla magnezyum çam balında en düşük magnezyum ise kestane balında tespit edilmiştir

(Çizelge 4.3a-4.3b). Şekil 4.6'da orijinlerine göre analiz edilen balların magnezyum miktarının ortalama değerleri grafik halinde görülmektedir.



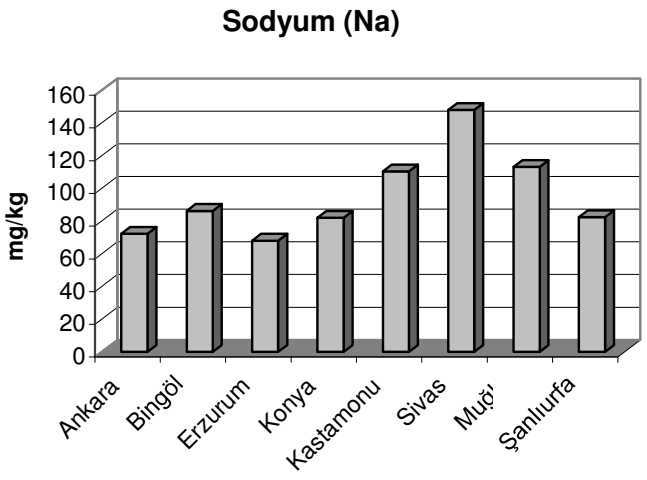
Şekil 4.5. Bazı lokasyonlara göre balların magnezyum değerlerindeki dağılım



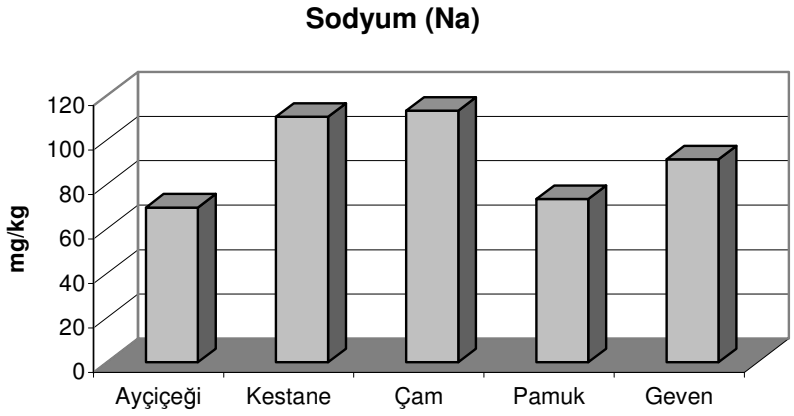
Şekil 4.6. Farklı orijin ballarının magnezyum içeriklerindeki dağılım

Sodyum miktarı açısından bakıldığında en yüksek değere Sivas balları sahipken en düşük değere ise Erzurum ve Ankara ballarının sahip olduğu

görülmektedir (Şekil 4.7). Muğla ve Kastamonu ballarının sodyum miktarları birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir. Orijin bakımından ise çam ve kestane ballarının sodyum miktarları diğer ballardan yüksek çıkmakla birlikte kendi aralarında birbirine çok yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Kestane ve çam ballarının her ikisi de salgı balı olduğu bilindiğinden bu tür balların sodyum miktarlarının yüksek olduğu söylenebilir.

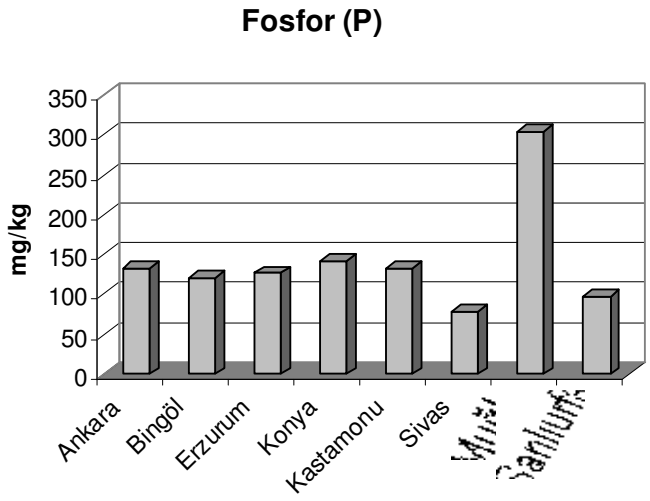


Şekil 4.7. Bazı lokasyonlara göre balların sodyum değerlerindeki dağılım

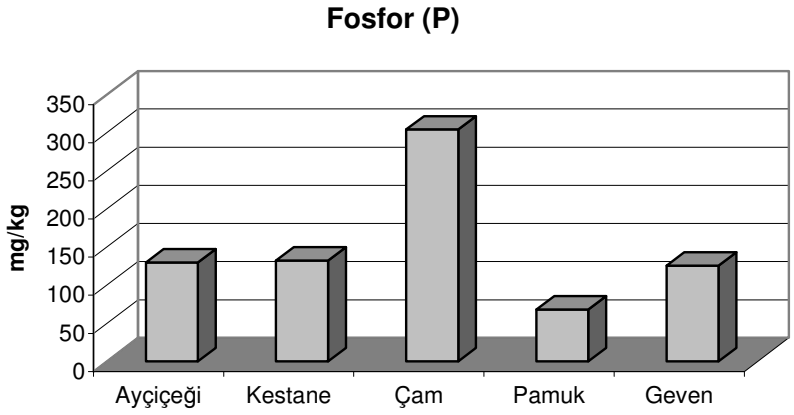


Şekil 4.8. Farklı orijin ballarının sodyum içeriklerindeki dağılım

Fosfor miktarı bakımından en yüksek değere lokasyon olarak Muğla ve orijin olarak çam ballarında rastlanmıştır (Şekil 4.9-4.10). Lokasyonlara göre en düşük değer lokasyon olarak Sivas ve orijin olarak ise pamuk balında tespit edilirken incelenen diğer lokasyon ve orijin ballarının fosfor değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur.



Şekil 4.9. Bazı lokasyonlara göre balların fosfor değerlerindeki dağılım



Şekil 4.10. Farklı orijin ballarının fosfor içeriklerindeki dağılım

Multifloral çiçek ballarının mineral madde dağılımları birbirlerine göre oldukça farklı olmakla beraber ihtiva ettikleri Cu minerali diğer ballardan genellikle daha yüksektir (Çizelge 4.4a-4.4b). Ayçiçeği balları ise çok az demir ihtiva etmektedir (0-0.71 ppm). Tabi burada balın mineral madde kaynağı bakımından yetersiz olduğunu ve günlük ihtiyacı karşılayamayacağını hatırlatmak gerekiyor (Ötleş, 1995).

Tüm ballarda Al en çok çam (5.66-11.38 ppm) ve geven (8.36 ve 8.65 ppm) ballarında bulunmaktadır. Bilindiği gibi As, Al, Ni gibi elementler ağır metal grubuna girmektedir. Çizelge 4.4a'da da görüldüğü gibi As en çok K5 numunesinde bulunmaktadır (16.89 ppm).

Kestane ballarında As ve Ni tespit edilmemiştir. As, Ba, Ga ve Ni bazı ballarda hiç tespit edilemez iken Li, Co, Al ve B tüm ballarda mevcuttur. İncelenen ballarda Li içeriği birbirine göre çok fazla farklılık göstermemektedir.

Al-Khalifa ve ark. (1999) *Acacia*, *Hypericum perforatum*, *Trifolium*, *Heliantemomum*, *Cucumis*, *Ocimum repandra* ve *Lavandula* gibi türlerden alınan nektarlarla yapılan multifloral balların fizikokimyasal karakteristiklerini incelemişlerdir. Analiz ettikleri ballarda Zn 1.37-3.04, Fe 0.97-1.91 ve K 9.33-1367 ppm olarak tespit edilmiştir.

Terrab ve ark. (2004) inceledikleri ballarda Ca 110-248, Mg 37-139, Na 256-501, P 26-96 ppm bulunmuştur.

Tüm ballarda As 0-16.89, Co 0.04-0.22, Ni 0-0.7, Al 4.49-11.38, B 1.49-7.74, Ba 0-2.28, Ga 0-0.87 ve Li 0.14-0.22 ppm olarak tespit edilmiştir.

Co minerali ise en çok A3 çiçek ve M1 çam ballarında mevcuttur (Co içerikleri sırasıyla; 0.22 ve 0.19 ppm). Çam ballarının Co içeriği ise 0.12-0.19 ppm'dir.

4.5. Temel Bileşenler Analizi

Aralarında ilişki olan çok sayıda değişken olduğu durumlarda, tüm değişkenleri aynı anda kullanabilmek ve değişken sayısını azaltmak için temel bileşenler analizi yöntemi kullanılır. Bu yöntemle amaçlanan; çok sayıda değişkeni

en az sayıda değişkenle açıklamaktır. Oluşturulan yeni değişkenler arasında istatistiki açıdan hiçbir ilişki yoktur.

Bu çalışmada, bu yöntem kullanılarak hem bal örnekleri arasındaki lokasyon ve orijin farklılıkları ortaya koyulmaya çalışılmış hem de yeni gelen bir bal örneğinin bu yöntemlerde kullanılan analizleri yapıldıktan sonra, bu yöntem vasıtasıyla bu lokasyonlardan ve orijinlerden birine ait olup olmadığı, aitse eğer hangisine ait olabileceğini belirlenmeye dair bir model oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu yöntem, balların briks, HMF, refraktif indeks, nem, kül, serbest asitlik, pH, elektrik iletkenliği, diyastaz, viskozite, toplam fenolik madde ve renk L, a, b gibi fizikokimyasal özellikleri ile makro (K, Mg, Ca, Na ve P) ve mikro (Al, As, B, Ba, Co, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Zn) sonuçları dikkate alınarak uygulanmıştır.

Çizelge 4.4a'da görüldüğü gibi balların briks, HMF, refraktif indeks, nem, kül, serbest asitlik, pH, elektrik iletkenliği, diyastaz, viskozite, toplam fenolik madde ve renk L, a, b gibi fizikokimyasal özellikleri ile ilgili değişkenler üzerinde yapılan temel bileşenler analizi sonucu elde edilen temel bileşenlerden birinci temel bileşen (PC1) tüm değişkenlerdeki bilginin % 27.4'ünü, ikincisi (PC2) % 18.0, üçüncüsü (PC3) % 13.1, dördüncüsü (PC4) % 9.2, beşincisi (PC5) % 7.6 ve altıncısı (PC6) % 6.8 kadarını açıklamaktadır. Kümülatif olarak ilk iki temel bileşen % 45.4, ilk üçü % 58.5, ilk dördü % 67.7, ilk beşi % 75.3, ilk altısı ise % 86.1'lık bilgiyi açıklamaktadır. Burada amaç, önceki değişkenler hakkında en fazla bilgiyi içeren en az sayıda yeni değişkeni kullanmak olduğundan, önceki değişkenlerin % 67.7'sini içeren PC1 ve PC2 kullanılarak kısmen istenilen amaca ulaşılabilir.

Çizelge 4.4a. Balların Briks, HMF, Refraktif indeks, Nem, Kül, Serbest Asitlik, pH, Elektrik İletkenliği, Diyastaz, Viskozite, Toplam Fenolik Madde, Renk L, a, b değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi

Korelasyon Matrisinin Öz Değer Analizi						
Özdeğer	4.1044	2.7013	1.9660	1.3821	1.1455	1.0290
Oran	0.274	0.180	0.131	0.092	0.076	0.068
Kümülatif	0.274	0.454	0.585	0.677	0.753	0.821

Çizelge 4.4b. Balların Briks, HMF, Refraktif indeks, Nem, Kül, Serbest Asitlik, pH, Elektrik İletkenliği, Diyastaz, Viskozite, Toplam Fenolik Madde, Renk L, a, b değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi

Değişken	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Briks	0.411	-0.273	-0.203	-0.003	-0.002	-0.055
HMF	-0.001	0.220	-0.133	-0.658	-0.154	-0.079
Ref.İnd.	0.410	-0.277	-0.200	-0.026	0.006	-0.053
Nem	-0.411	0.274	0.199	0.034	-0.002	0.054
Kül	-0.333	-0.341	-0.246	0.105	-0.003	-0.024
pH	-0.319	-0.405	-0.170	0.043	0.015	-0.044
S.Asitlik	-0.171	0.291	-0.415	-0.087	-0.112	0.076
E.İletk.	-0.366	-0.337	-0.184	0.041	-0.079	0.043
Diastaz	-0.075	0.301	-0.089	0.536	0.243	0.149
İnv.Şeker	0.152	0.139	-0.296	0.116	0.571	0.015
Viskozite	-0.119	-0.050	0.151	-0.432	0.423	0.446
T.Fenolik	-0.158	0.164	-0.443	-0.029	-0.251	-0.138
Renk L	0.191	0.287	-0.128	0.171	-0.384	0.074
Renk a	-0.053	0.156	-0.349	-0.156	0.416	-0.394
Renk b	0.103	-0.030	-0.338	-0.017	-0.099	0.758

* PC1: Birinci temel bileşen, PC2: İkinci temel bileşen, PC3: Üçüncü temel bileşen, PC4: Dördüncü temel bileşen, PC5: Beşinci temel bileşen, PC6: Altıncı temel bileşen

Potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum ve fosfor gibi makro elementler ile ilgili değişkenler üzerinde yapılan temel bileşenler analizi sonucu elde edilen temel bileşenler Çizelge 4.5a ve Çizelge 4.5b'de verilmektedir. Çizelge 4.5a'ya göre birinci temel bileşen (PC1) tüm değişkenlerdeki bilginin % 46.5'ini, ikincisi (PC2) % 28.7, üçüncüsü (PC3) % 17.3, dördüncüsü (PC4) % 4.5 ve beşincisi (PC5) % 3.1 kadarını açıklamaktadır. Kümülatif olarak ilk iki temel bileşen % 75.1, ilk üçü % 92.4, ilk dördü % 96.9 ve ilk beşi % 100.0'lık bilgiyi açıklamaktadır. Burada amaç, önceki değişkenler hakkında en fazla bilgiyi içeren en az sayıda yeni değişkeni

kullanmak olduğundan, önceki değişkenlerin % 75.1'ini içeren PC1 ve PC2 kullanılarak istenilen amaca ulaşılabilir.

Çizelge 4.5a. Balların makro element (K, Ca, Mg, Na, P) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi

Korelasyon Matrisinin Öz Değer Analizi					
Özdeğer	2.3226	1.4340	0.8646	0.2260	0.1528
Oran	0.465	0.287	0.173	0.045	0.031
Kümülatif	0.465	0.751	0.924	0.969	1.000

Çizelge 4.5b. Balların makro element (K, Ca, Mg, Na, P) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi

Değişken	**PC1**	**PC2**	**PC3**
K	-0.599	0.136	0.155
Ca	-0.066	-0.797	-0.158
Mg	-0.503	-0.469	-0.021
Na	-0.270	0.255	-0.922
P	-0.563	0.247	0.317

* PC1: Birinci temel bileşen, PC2: İkinci temel bileşen, PC3: Üçüncü temel bileşen

PC1 ve PC2'nin kullanılmasının uygun olduğuna karar verildikten sonra lokasyonlara göre elde edilen PC1'e karşı PC2'nin grafiği Şekil 4.13'te ve orijinlere göre ise Şekil 4.19'da görülmektedir. Şekil 4.13'te ki grafikte görüldüğü gibi Muğla, Şanlıurfa ve Kastamonu'ya ait ballar çok iyi bir ayrım göstermiştir. Bu lokasyon ballarının ayrışması diğer lokasyonlara daha iyi olduğu söylenebilir. Fakat Ankara, Konya, Erzurum ve Bingöl gibi lokasyon balları aynı lokasyon içerisinde yer aldığından birbirlerinden ayrılmadığı görülmektedir. Şekil 4.19'daki grafikte ise orijinler bakımından çam, pamuk ve kestane balları çok iyi bir ayrım göstermiştir.

Ayçiçeği balı ise çam, pamuk ve kestane ballarından çok iyi ayrılmakla beraber multifloral ballardan çok iyi ayrım göstermemekle beraber kendi aralarında gruplaştığı görülmüştür. Bu durumda, çam, kestane, pamuk ve ayçiçeği gibi monofloral balların makro elementler bakımından kendi içlerinde yapılacak PC1'e karşı PC2 değerlendirmesinde birbirlerinden çok iyi şekilde ayrılabilecekleri görülmektedir.

Alüminyum, arsenik, bor, baryum, kobalt, bakır, demir, galyum, lityum, mangan, nikel ve çinko gibi mikro elementler ile ilgili değişkenler üzerinde yapılan temel bileşenler analizi sonucu elde edilen temel bileşenler Çizelge 4.6a ve Çizelge 4.6b'de verilmektedir. Çizelge 4.6a'ya göre birinci temel bileşen (PC1) tüm değişkenlerdeki bilginin % 26.6'ini, ikincisi (PC2) % 17.1, üçüncüsü (PC3) % 13.7, dördüncüsü (PC4) % 10.4, beşincisi (PC5) % 8.2 ve altıncısı (PC6) ise % 6.4 kadarını açıklamaktadır. Kümülatif olarak ilk iki temel bileşen % 43.7, ilk üçü % 57,3, ilk dördü % 67.7 ve ilk beşi % 82.3'lük bilgiyi açıklamaktadır. Burada amaç, önceki değişkenler hakkında en fazla bilgiyi içeren en az sayıda yeni değişkeni kullanmak olduğundan, önceki değişkenlerin % 43.7'sini içeren PC1 ve PC2 kullanılarak istenilen amaca kısmen ulaşılabilir.

Çizelge 4.6a. Balların mikro element (Al, As, B, Ba, Co, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Zn) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi

Korelasyon Matrisinin Öz Değer Analizi						
Özdeğer	3.1904	2.0490	1.6392	1.2474	0.9786	0.7724
Oran	0.266	0.171	0.137	0.104	0.082	0.064
Kümülatif	0.266	0.437	0.573	0.677	0.759	0.823

Çizelge 4.6b. Balların mikro element (Al, As, B, Ba, Co, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Zn) değerlerine uygulanan Temel Bileşenler Analizi

Değişken	PC1	PC2	PC3
Al	0.103	-0.136	-0.425
As	-0.115	0.292	0.523
B	-0.059	-0.410	-0.077
Ba	-0.157	-0.331	0.111
Co	-0.108	-0.000	-0.608
Cu	-0.510	0.092	-0.053
Fe	-0.425	0.048	0.086
Ga	0.045	-0.297	0.346
Li	0.007	-0.543	0.143
Mn	0.088	-0.458	0.071
N	-0.455	0.087	-0.045
Zn	-0.528	-0.080	-0.032

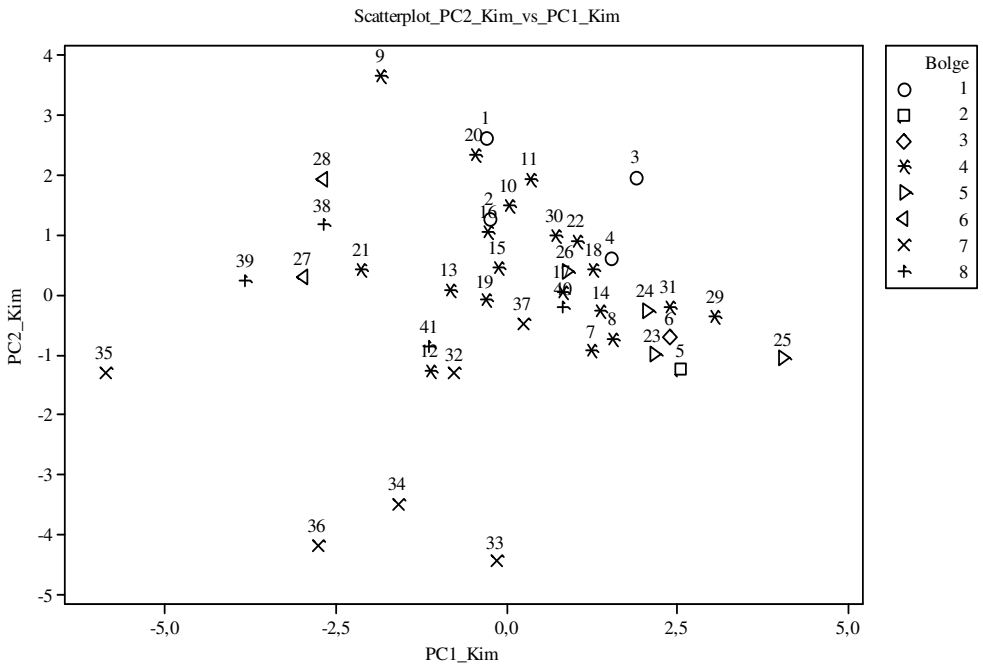
* PC1: Birinci temel bileşen, PC2: İkinci temel bileşen, PC3: Üçüncü temel bileşen

4.6. Balların Kimyasal Bileşenleri ve Mineral Maddelerinin Temel Bileşenler Analizi Uygulayarak Lokasyonlara Göre Ayrıştırılması

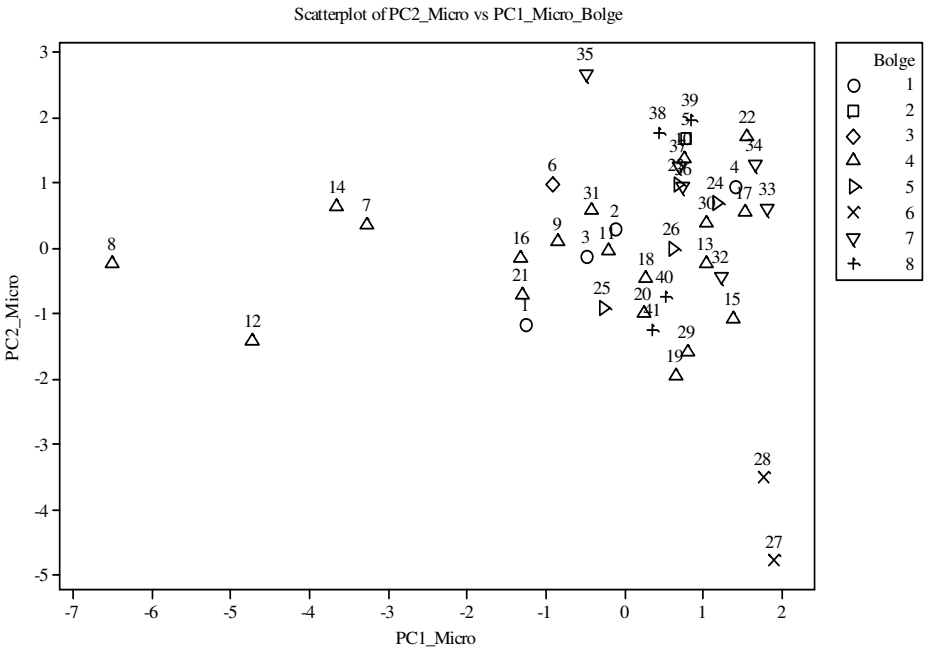
Kimyasal bileşenlere göre yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu Şekil 4.11'de gösterilmektedir. Şekil 4.11'e göre balların kimyasal bileşenleri bazı lokasyon ballarının net ayrışması sağlanmaktadır. Özellikle Muğla balları diğer lokasyon ballarında çok net olarak ayrıştığı görülmüştür. Bununla birlikte Şanlıurfa ve Kastamonu balları da diğer lokasyon ballarından kısmen ayrışmıştır. Sivas balları diğer lokasyon ballarına göre ayrışmamakla birlikte kendi arasında gruplaştığı belirlenmiştir. Bu gruplaşmayla da bu lokasyon ballarının kısmen ayrışabileceğine işaret edilmektedir.

Mikro elementlere göre yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu Şekil 4.12'de gösterilmektedir.

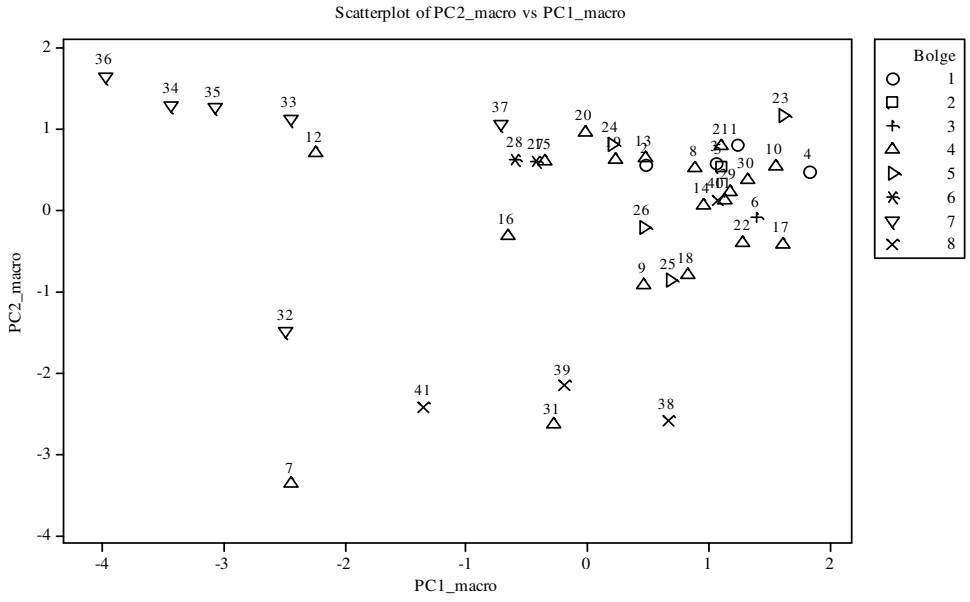
Şekil 4.12 balların kimyasal bileşenleri bazı lokasyon ballarının net ayrışmasını sağlamaktadır. Kastamonu ballarının diğer tüm lokasyon ballarından çok net bir şekilde ayrıştığı belirlenmiştir. Muğla ballarının ise diğer ballardan kısmen ayrılmakla beraber kendi arasında gruplaştığı görülmektedir. Bu durumda bu lokasyon ballarının da mikro elementlere göre tamamen olmazsa da kısmen ayrılabileceği görülmektedir. Şekil 4.12'ye göre genelde mikro element bileşenlerine göre sadece Kastamonu lokasyon ballarının ayrıştırılabileceği görülmektedir.



Şekil 4.11. Balların kimyasal bileşenleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi (Lokasyon 1: Ankara, 2: Bingöl, 3: Erzurum, 4: Konya, 5:Kastamonu, 6:Sivas, 7: Muğla, 8: Şanlıurfa)



Şekil 4.12. Balların mikro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi (Lokasyon 1: Ankara, 2: Bingöl, 3: Erzurum, 4: Konya, 5:Kastamonu, 6:Sivas, 7: Muğla, 8: Şanlıurfa)



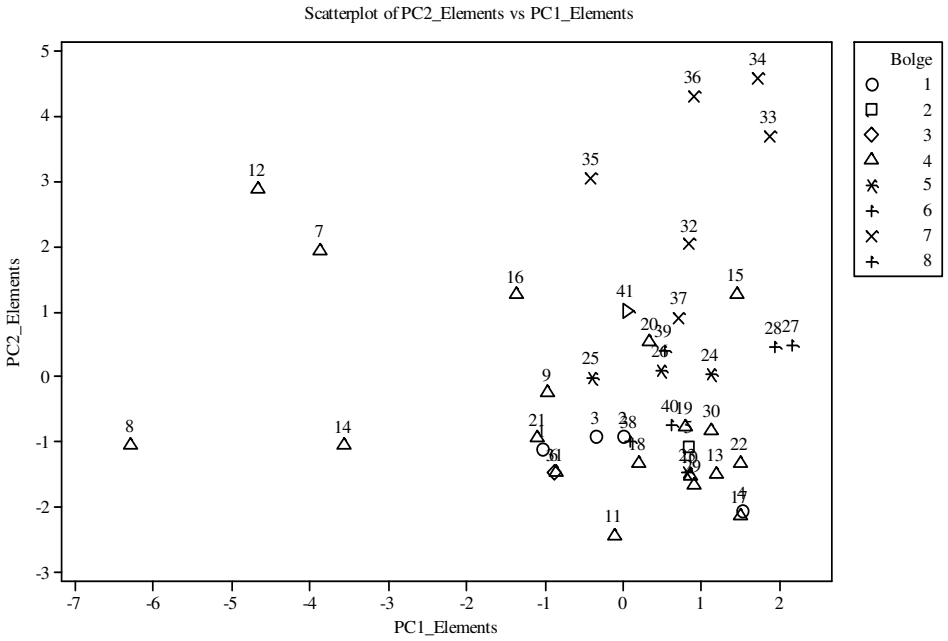
Şekil 4.13. Balların makro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi (Lokasyon 1: Ankara, 2: Bingöl, 3: Erzurum, 4: Konya, 5:Kastamonu, 6:Sivas, 7: Muğla, 8: Şanlıurfa)

Makro elementlere göre yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu lokasyon farklılıkları Şekil 4.13'te verilmektedir. Şekil 4.13'e göre balların makro elementleri bileşenleri Muğla ve Şanlıurfa lokasyon ballarının diğer analiz edilen lokasyon ballarından çok net şekilde ayrıldığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra makro elementlere göre Kastamonu ballarının hem kısmen ayrışması ve hem de kendi arasında kümeleşmesinden dolayı diğer ballardan ayrıştırılabileceği görülmektedir. Ankara balları Konya balları ile aynı alan içinde bulunmasına rağmen kendi arasında gruplaştığı görülmüş ve bundan dolayı da Ankara ballarının kısmen ayrıştırabileceği tespit edilmiştir.

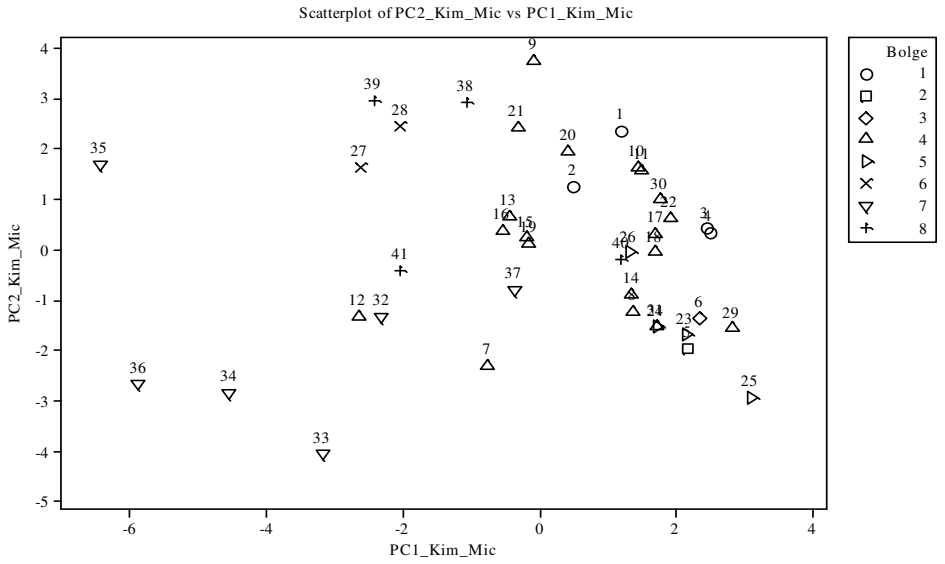
Makro ve mikro elementler birlikte değerlendirilerek yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu Şekil 4.14'te gösterilmektedir. Şekil 4.14'e göre balların tüm elementleri değerlendirildiğinde bazı lokasyon ballarının net ayrıştığı tespit edilmiştir. Şekil 4.14'e bakıldığında en başta Muğla ve Kastamonu lokasyon balları diğer analizi yapılan lokasyon ballarından tamamen ayrıştığı tespit edilmiştir. Ankara balları Konya balları ile aynı alan içerisinde yer almasına rağmen kendi arasında gruplaşmasıyla belirgin şekilde olmazsa bile kısmen ayrışabileceği görülmektedir. Şanlıurfa, Sivas ve Konya balları ise birbiri ile aynı alan içerisinde dağınık durumda bulunduğundan birbirinden ayrıştırılamayacağı belirlenmiştir.

Kimyasal bileşenler ve mikro elementlerin birlikte değerlendirilmesine göre yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu Şekil 4.15'te verilmektedir. Şekil 4.15'e göre balların kimyasal bileşenleri ve mikro elementlerinin birlikte değerlendirilmesiyle bazı lokasyon ballarının net ayrışması sağlanmıştır. Muğla, Kastamonu, Şanlıurfa, Sivas ve Ankara balları birbirinden tamamen ayrıldığı Şekil 15'te net bir şekilde görülmektedir. Muğla ve Kastamonu balları Konya ve diğer lokasyon ballarından tamamen ayrılabileceği bu bileşenler analizi ile tespit edilmiştir.

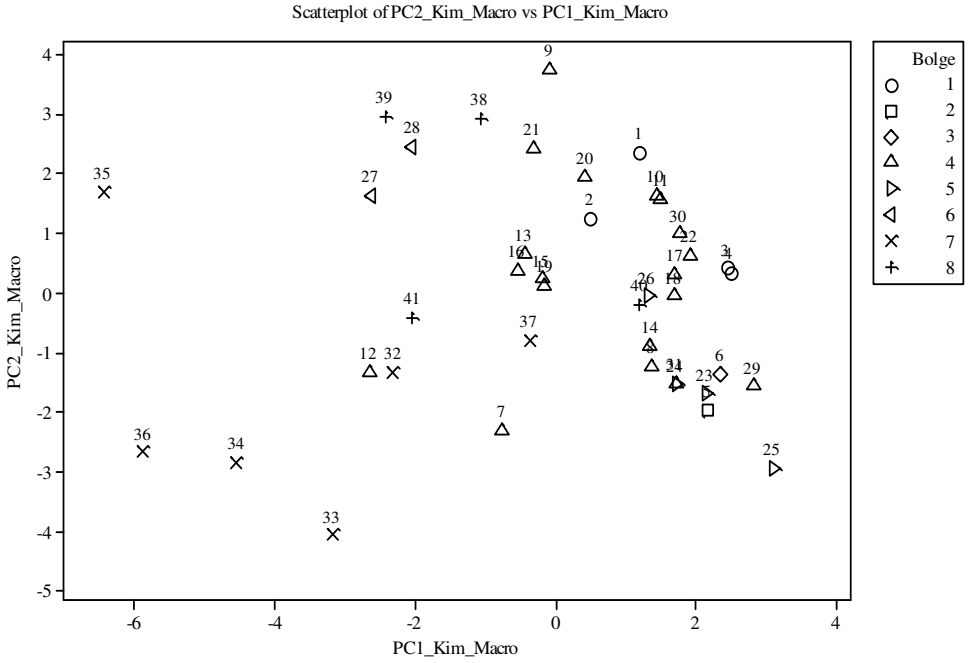
Şekil 4.16'da kimyasal bileşenler ile makro elementlerin beraber değerlendirilmesiyle yapılan Temel Bileşenler Analizi görülmektedir. Şekil 4.16'ya göre elde edilen sonuçlar kimyasal bileşenler ve mikro elementler birlikte değerlendirme sonucuyla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.



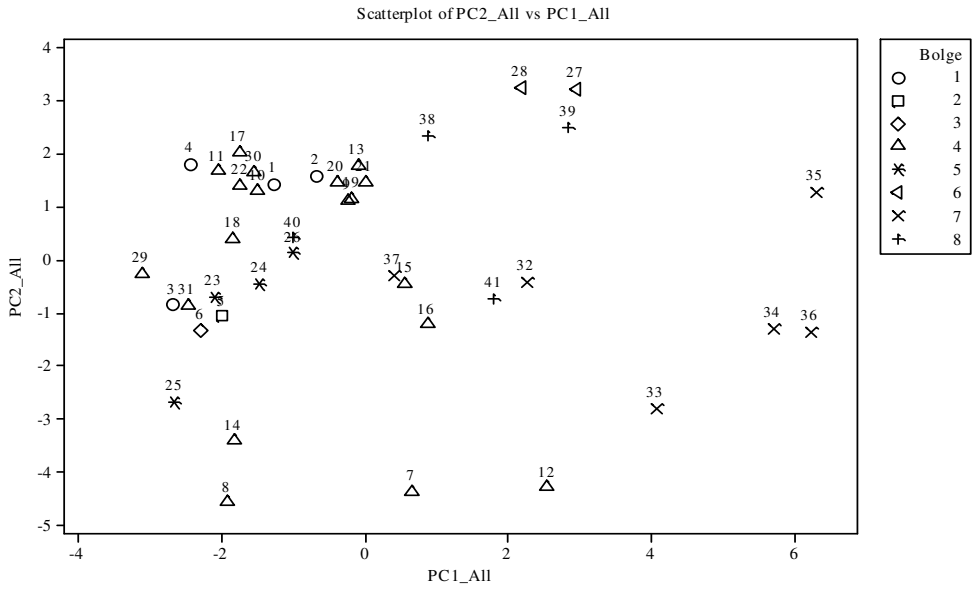
Şekil 4.14. Balların makro ve mikro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi (Lokasyon 1: Ankara, 2: Bingöl, 3: Erzurum, 4: Konya, 5:Kastamonu, 6:Sivas, 7: Muğla, 8: Şanlıurfa)



Şekil 4.15. Balların kimyasal maddeler ve mikro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi (Lokasyon 1: Ankara, 2: Bingöl, 3: Erzurum, 4: Konya, 5:Kastamonu, 6:Sivas, 7: Muğla, 8: Şanlıurfa)



Şekil 4.16. Balların kimyasal maddeler ve makro elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi



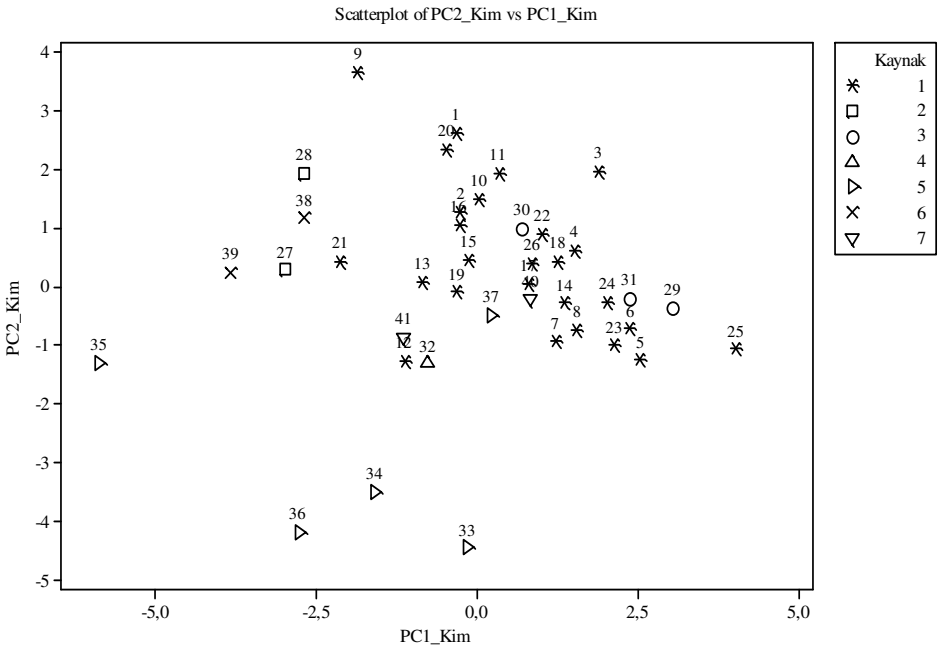
Şekil 4.17. Balların tüm kimyasal maddeler ve elementleri ile lokasyon farklılıklarının belirlenmesi (Lokasyon 1: Ankara, 2: Bingöl, 3: Erzurum, 4: Konya, 5:Kastamonu, 6:Sivas, 7: Muğla, 8: Şanlıurfa)

Kimyasal bileşenler ve tüm minerallerle yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu Şekil 4.17'de gösterilmektedir. Şekil 4.17'e göre balların kimyasal bileşenleri ile tüm mineraller birlikte değerlendirildiğinde diğer değerlendirmelerde olduğu gibi Muğla ballarının diğer tüm lokasyon ballarından tamamıyla ayrıldığı görülmektedir. Şanlıurfa ve Kastamonu yöresi ballarının da Muğla balları gibi diğer ballardan ayrıştığı gibi Muğla ballarıyla da ayrıştığı belirlenmiştir. Ankara, Konya ve Sivas balları aynı alan içerisinde yer almalarına rağmen bu lokasyon ballarının kendi içlerinde kümeleşerek birbirlerinden kısmen ayrılabileceklerine işaret etmektedir.

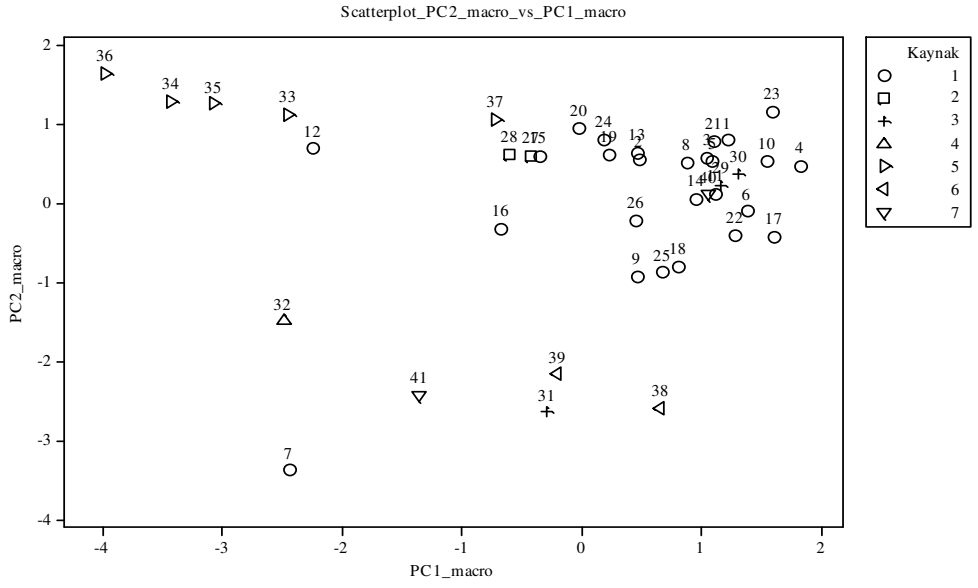
4.7. Balların Kimyasal Bileşenleri Ve Mineral Maddelerinin Temel Bileşenler Analizi Uygulayarak Orijinlerine Göre Ayrıştırılması

Kimyasal bileşenler ile yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu Şekil 4.18'de gösterilmektedir. Şekil 4.18'e göre balların kimyasal bileşenleri değerlendirilerek yapılan orijinlere göre balların ayrıştırılmasında Temel Bileşenler Analizinin bazı ballarda etkili bir şekilde ayrılmıştır. Bu analiz sonucunda çam ballarının çok belirgin şekilde diğer ballardan ayrıldığı belirlenmiştir. Kestane ve pamuk ballarının diğer ballardan ayrılmakla beraber kendi aralarında gruplaştıkları görülmektedir. Kimyasal bileşenlere göre yapılan analiz sonucunda ancak çam, kestane ve pamuk balları orijinlerine göre belirgin şekilde ayrılmaktadır.

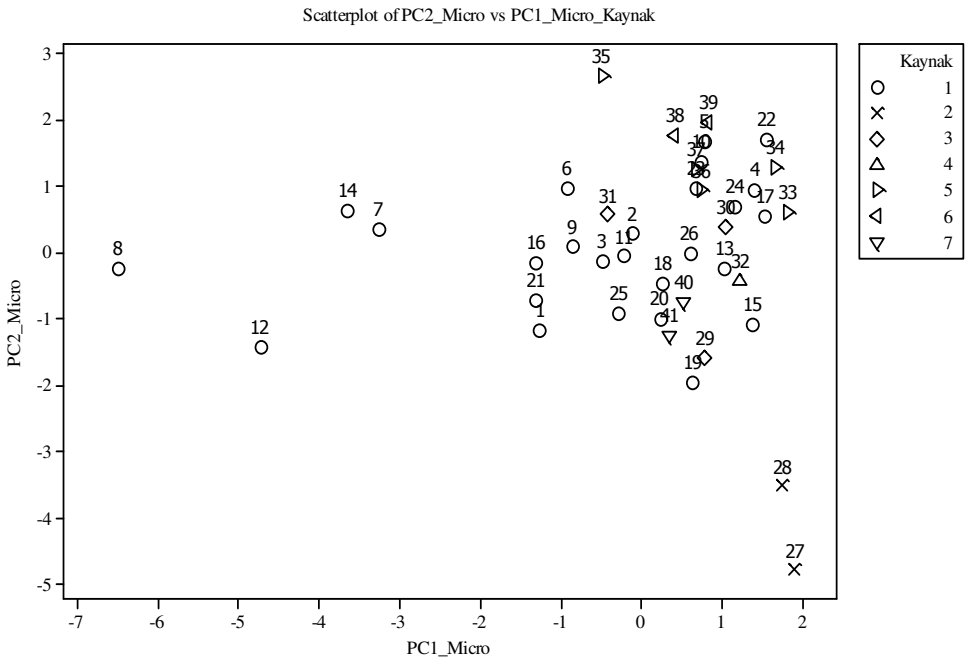
Balların makro elementler ile orijinlerine göre Temel Bileşenler Analizi uygulanarak ayrıştırılması Şekil 4.19'da görülmektedir. Bu analiz sonucunda çam ve pamuk ballarının makro elementlere göre gözle görülür bir şekilde ayrıldığı tespit edilmiştir. Kestane balları da makro elementler açısından kısmen diğer ballardan ayrıştığı ve aynı zamanda kendi aralarında gruplaştığı görülmektedir.



Şekil 4.18. Balların kimyasal bileşenleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi (Orijin 1: Multifloral çiçek, 2: Kestane, 3: Ayçiçeği, 5: Çam, 6: Pamuk, 7: Geven)



Şekil 4.19. Balların makro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi (Orijin 1: Multifloral çiçek, 2: Kestane, 3: Ayçiçeği, 5: Çam, 6: Pamuk, 7: Geven)



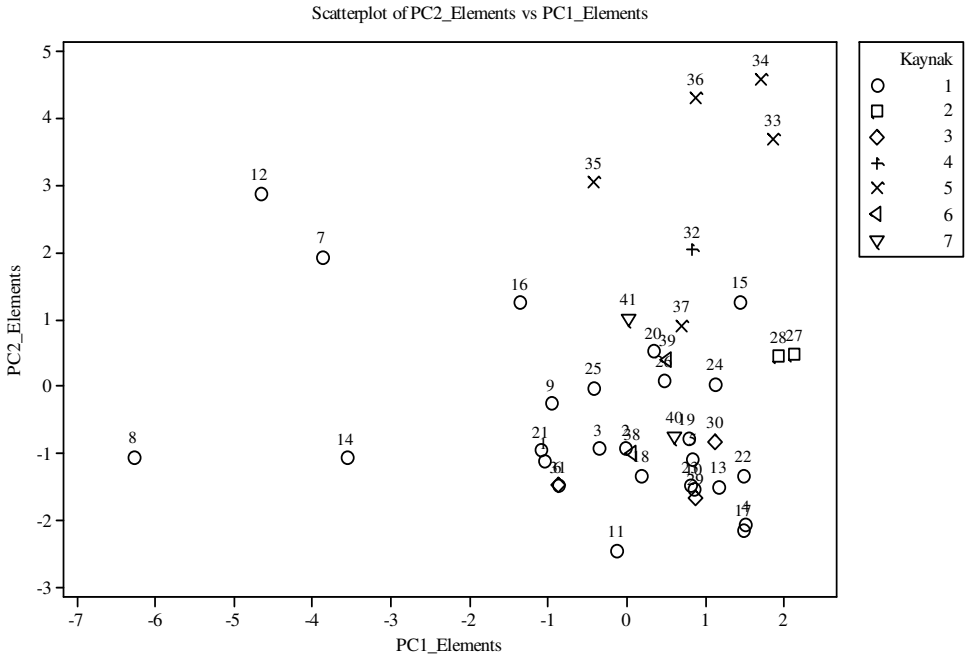
Şekil 4.20. Balların mikro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi (Orijin 1: Multifloral çiçek, 2: Kestane, 3: Ayçiçeği, 5: Çam, 6: Pamuk, 7: Geven)

Şekil 4.20'de farklı orijinlere ait balların mikro elementler ile yapılan Temel Bileşen Analiz sonucu verilmektedir. Mikro elementler açısından balların makro elementlere göre orijinleri ayrıştırmada farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Çam balları makro elementlere göre belirgin bir şekilde orijinler açısından ayrılırken mikro elementlere göre bu ayrışma olmamıştır. Fakat çam balları diğer multifloral çiçek balları ile mikro elementler açısından aynı lokasyon içerisinde yer almakla birlikte kendi aralarında bu ballar gruplaştıkları belirlenmiştir. Mikro elementlere göre en belirgin ayrılma kestane ballarında tespit edilmiştir. Pamuk balları yine bu analize göre kısmen ayrıştığı ve kendi arasında gruplaştığı görülmektedir.

Şekil 4.21'de farklı orijinlere ait balların makro ve mikro elementler olmak üzere tüm elementler ile yapılan Temel Bileşen Analiz sonucu verilmektedir. Farklı orijinlere ait ballarının ayrıştırılmasında tüm elementler göz önünde bulundurulduğunda çam ve kestane ballarının belirgin bir şekilde birbirlerinden ve

diğer orijin ballarından ayrıldığı görülmektedir. Diğer orijin ballarının tüm elementlere göre ayrıştırılamadığı gözlemlenmiştir.

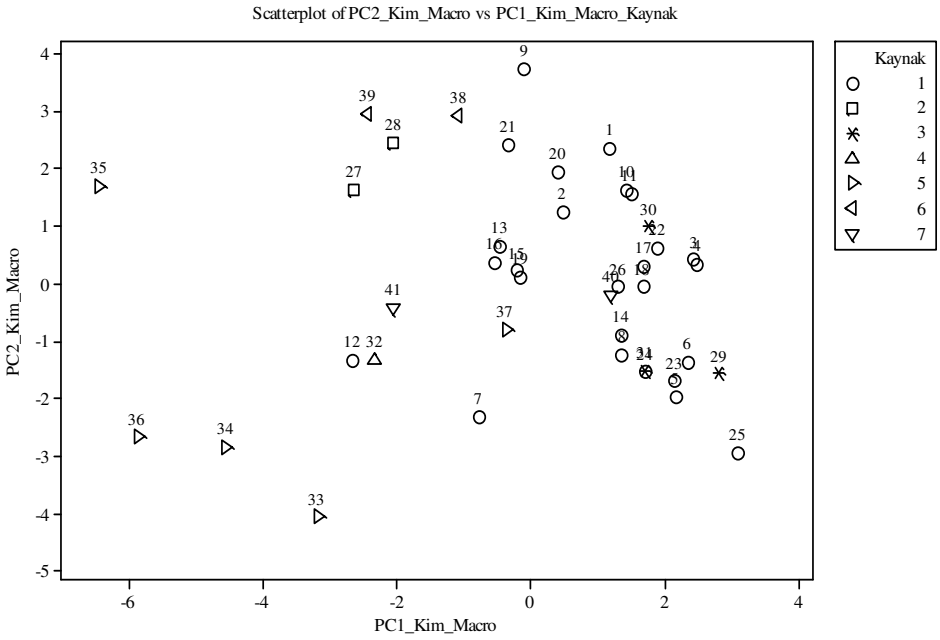
Kimyasal bileşenler ve makro elementler birlikte değerlendirilmesi ile yapılan Temel Bileşenler Analizi sonucu Şekil 4.22'de gösterilmektedir. Şekil 4.22'ye göre balların kimyasal bileşenleri ve makro elementleri birlikte değerlendirilerek yapılan orijinlere göre balların ayrıştırılmasında Temel Bileşenler Analizinin bazı balların ayrıştırılmasında etkili olduğu görülmektedir. Çam, kestane ve pamuk balları bu analiz sonucunda birbirlerinden ve diğer orijin ballarından ayrılabilmektedir.



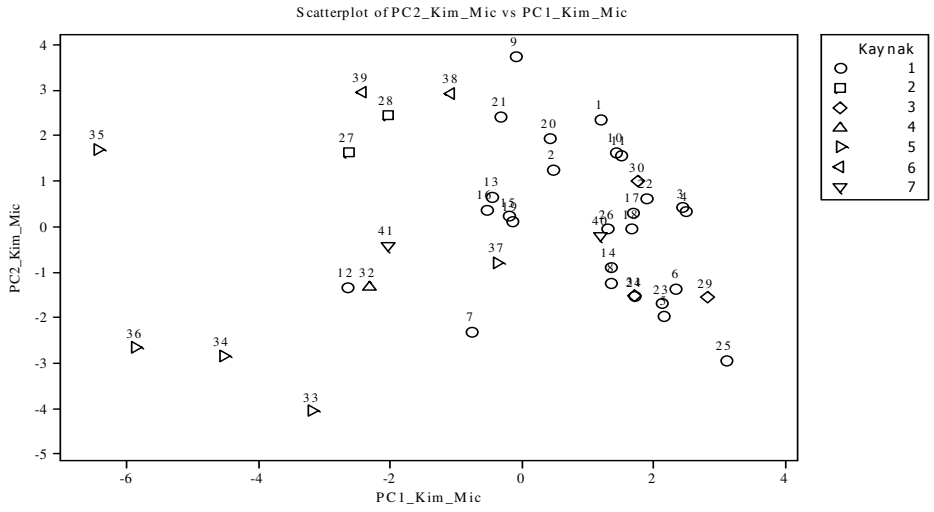
Şekil 4.21. Balların makro ve mikro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi (Orijin 1: Multifloral çiçek, 2: Kestane, 3: Ayçiçeği, 5: Çam, 6: Pamuk, 7: Geven)

Diğer ayçiçeği, multifloral çiçek ve geven ballarının birbirlerinden ayrılamadıkları görülmektedir. Kimyasal bileşenler ve mikro elementler birlikte değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar kimyasal bileşenler ve makro elementlerin birlikte değerlendirilmesinde elde edilen sonuçlarla çok yakın benzerlikler olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Yine bu analizle çam, kestane ve pamuk ballarının diğer

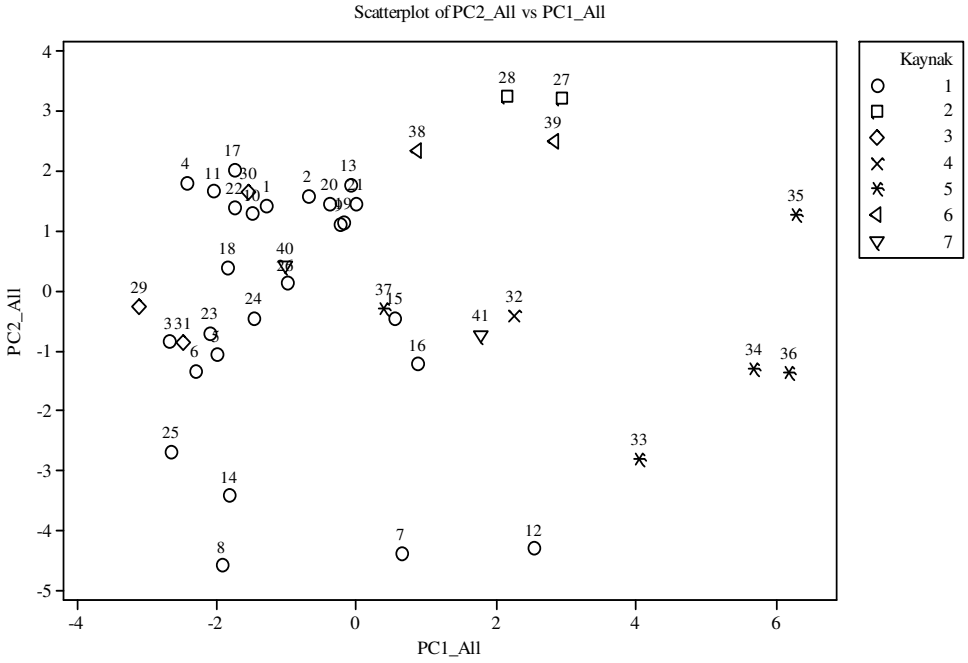
orijinlere ait ballardan gözle görülebilir şekilde ayrılabildiği ve kendi aralarında gruplaşarak ayrılmanın belirgin bir şekilde oluşabildiği belirlenmiştir.



Şekil 4.22. Balların kimyasal bileşenleri ve makro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi (Orijin 1: Multifloral çiçek, 2: Kestane, 3: Ayçiçeği, 5: Çam, 6: Pamuk, 7: Geven)



Şekil 4.23. Balların kimyasal bileşenleri ve mikro elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi (Orijin 1: Multifloral çiçek, 2: Kestane, 3: Ayçiçeği, 5: Çam, 6: Pamuk, 7: Geven)



Şekil 4.24. Balların kimyasal bileşenleri ve tüm elementleri ile orijin farklılıklarının belirlenmesi(Orijin 1: Multifloral çiçek, 2: Kestane, 3: Ayçiçeği, 5: Çam, 6: Pamuk, 7: Geven)

Şekil 4.24'te farklı orijinlere ait balların kimyasal bileşenler makro ve mikro elementler olmak üzere tüm elementlerin birlikteliği ile yapılan Temel Bileşen Analiz sonucu verilmektedir. Farklı orijinlere ait balların ayrıştırılmasında kimyasal bileşenler ile tüm elementler birlikte göz önünde bulundurulduğunda çam, kestane ve pamuk ballarının belirgin bir şekilde, ayçiçeği ve geven ballarının da kısmen ayrıldığı görülmektedir. Ayçiçeği balının kısmen ayrılmakla beraber kendi arasında gruplaşması diğer orijin ballarından kolaylıkla ayrılabileceğine işaret etmektedir. Tüm orijinlerin birbirinden belirgin bir şekilde ayrılmasını sağlamak bu analiz sonucunda olacağı görülmektedir.

5. GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öncelikle balların sahip oldukları farklı bileşim değerlerini ortaya çıkararak, bu değerleri bazı istatistiksel analizlere uygulamak suretiyle özde farklı olan farklı orijin ve lokasyon ballarının birbirinden ayrılması ve ilerde marketlerde yerini alacak olan monofloral ballarda tağşişin kısmen önlemesine çalışılmıştır.

Bu çalışmada farklı bal çeşitleri temin edilerek, fiziksel ve kimyasal analizleri ve mineral içerikleri belirlenerek bu değerler üzerinden balların orijin ve lokasyonlarına göre ayrılıp ayrılamayacakları belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan bu analizler sonucunda multifloral çiçek, çam, kestane balları lokasyonlara göre çam ve monofloral ballar ise orijinlerine göre değerlendirildi.

Çam, kestane ve pamuk ballarının elektriksel iletkenliği yüksek iken; ayçiçeği ve multifloral çiçek ballarının elektriksel iletkenliği genellikle düşük bulunmuştur. Çam, kestane ve pamuk balları elektrik iletkenliği açısından kendi aralarında değerlendirildiğinde en yüksek elektrik iletkenliğine sahip çam ballarının bu ballardan ve diğer çiçek ballarından ayırt edilebileceği görülmektedir. Elektrik iletkenliği balların kül ve mineral düzeyiyle orantılı olarak arttığı görülmüştür. Elektrik iletkenliği yüksek çıkan balların mineral açısından da zengin oldukları sonucuna rastlanmıştır.

Her ne kadar balların mineral açısından insan beslenmesi için yeterli düzeyde olmadığı söylense de içerdiği yüksek fenolik madde açısından son derece önemli bir antioksidan kaynağı olabileceği düşünülmektedir. Fenolik maddeler antioksidan özellikleri olan maddeler olarak bilindiğinden ballarında iyi bir antioksidan kaynağı olabileceği ve insan sağlığı açısından son derece olumlu etkileri olacaktır.

Farklı orijinlere ait balların kimyasal bileşenler makro ve mikro elementler olmak üzere tüm elementlerin birlikteliği ile yapılan Temel Bileşen Analiz sonucuna göre (Şekil 14) farklı orijinlere ait ballarının ayrıştırılmasında kimyasal bileşenler ile tüm elementler birlikte göz önünde bulundurulduğunda; çam, kestane ve pamuk ballarının belirgin bir şekilde, ayçiçeği ve geven ballarının da kısmen ayrıldığı görülmüştür. Ayçiçeği balı kısmen ayrılmakla beraber kendi arasında gruplaşması

diğer orijin ballarından kolaylıkla ayrılabileceği elde edilen bulgular arasındadır. Tüm orijinlerin birbirinden belirgin bir şekilde ayrılmasını sağlamak bu analiz sonucunda olacağı görülmüştür.

Temel Bileşenler Analizi ile kimyasal ve minerallerin değerlendirilmesi ile bazı lokasyon ballarının birbirinden ayrıştırılabileceği görülmektedir. Aynı şekilde balların orijinlerine göre de aynı analiz yöntemi ile birbirlerinden tamamen veya kısmen ayrıştırılabileceği görülmüştür. Bu ayrıştırma tekniği ile balların orijinlerine göre belirleme kimlikleri tespit edilerek balların birbirinden ayırt edilmesi sağlanabilir. Bu durum bazı kötü niyetli üreticilerin hileleri ortaya çıkarma konusunda son derece yararlı olacağı düşünülmektedir. Sahte balların belirlenmesinde bazı kesin sonuç alınabilecek analizler yapılarak ortaya çıkarılabilmektedir. Fakat monofloral ballarının tespit edilmesinde aynı yöntemlerin belirleyici olmayacağı düşünülerek Temel Bileşenler Analizi yönteminin özellikle monofloral ballarının kimlik bilgilerini oluşturacağı düşünülen bir ayrıştırma ile belirleyebileceği düşünülebilir.

Bal doğanın ürettiği karmaşık yapılı bir gıdadır ve bileşimi özellikle nektara bağlıdır. Ballarda nektar çeşitliliği fazla olduğunda sonuçlar birbirine göre çok farklı çıkmaktadır. Örneğin multifloral olan çiçek balları için elde edilen sonuçlar birbirinden çok farklıdır.

Bal, beslenme ve sağlık açısından sofralarımızın vazgeçilmez gıdalarındandır. Farklı orijinlere sahip balların her birinin kendi başına sahip olduğu birbirinden farklı bileşen ve özelliklere sahiptir. Bu farklılığın hiçbir zaman bir dezavantaj değil bilakis bir avantaj olarak sağlığımız üzerinde farklı olumlu yönleri bulunmaktadır. Türkiye'de üretilen ballar diğer ülkelere göre sahip olduğu bitki örtüsü açısından oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Farklı çiçek ballarının yanı sıra çam, kestane ve turunçgil gibi farklı salgı ballarının da üretilmesi bal çeşitliliğini daha da zenginleştirmek ve insanımıza daha zengin ve geniş bir bileşime sahip bal çeşitleri sunmak açısından oldukça önemlidir.

Bu kadar geniş bir üretim çeşitliliğine sahip olan Türkiye'de ballar maalesef zaman içerisinde bazı kötü niyetli üreticiler ve sanayiciler tarafından tağşiş işlemine başvurularak haksız rekabet oluşturdukları görülmektedir. Bu durumda marketler de insanlara sunulan ballara olan güvenin zaman içerisinde azaldığı görülmekte ve

bunun neticesinde bal tüketiminde azalmalar görülmektedir. Oldukça zengin bir bileşime ve sağlık üzerine sayısız olumlu yönlere sahip olan balların bu hileli oyunlarla soframızdan uzaklaştırılması kabul edilemez bir gerçektir. Bunun yanı sıra dünyada zamanla multifloral ballardan daha ziyade monofloral ballara olan talep gittikçe artmaktadır. Bu durum karşısında farklı bileşim değerlerine sahip olan bu balların bazı analizlerle tespit edilip gerçeklerinin ayırt edilmesi gerekir.

Bugün dünyada yaklaşık 58 milyon koloniden 1 milyon 300 bin ton bal üretilmektedir. Türkiye koloni sayısı bakımından 4.2 milyon dolayında koloni ile dünyada üçüncü, üretim bakımından 67 bin ton bal ile dördüncü sıradadır. Dört mevsimin iç içe yaşanabildiği ülkemiz, farklı iklim özellikleri ile tarımsal üretim çeşitliliği açısından dünyanın önemli ülkelerinden biridir. Ayrıca bu özelliklerinden dolayı birçok bitki ve hayvanın gen merkezidir. Fakat Türkiye'de ormanlar her geçen gün tükenmekte ve dolayısıyla arıcılık ve diğer faaliyetler üzerinde zararlı etkiler oluşmaktadır. Ülkemiz adeta bir arıcılık cennetidir ve bunu yok etmek yerine en iyi şekilde kullanmak yapabileceğimiz en iyi şey olacaktır.

6. KAYNAKLAR

Akbulut, M., Artık, N., Poyrazoğlu, E.S., 1996. The effect of activated carbon application on organic acid content in apple juice concentrate. Fruit Processing, 6: 232 – 237.

Akbulut, M., Artık, N., 2002. Kayısı ve zerdali meyvelerin fenolik madde dağılımı ve prosesteki değişimi. Türkiye 7. Gıda Kongresi, 22-24 Mayıs 2002, Ankara.

Akbulut, M., Özcan, M., 2007. Some physical, chemical and rheological properties of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) pekmez (molasses). Internetional Journal Food Properties, (in press).

Andrade, P.B., Amaral M.T., Isabel P., Carvalho C.M.F, Seabra R.M., Da-Cunha A.P., 1999. Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys. Food Chemistry, 66: 503-510.

Anonymous, 1999. Avaliable in: www.airborne.com.tr

Anonymous, 2002. Avaliable in: www.gidasanayi.com.tr

Anonymous, 2004. Avaliable in: www.dogaaricilik.com.tr

Anonymous, 2006a. Avaliable in: www.hakkaritarim.gov.tr

Anonymous, 2006b. Avaliable in: www.ekolojikbal.com.tr

Al-Khalifa, A.S., Al Arify, I.A., 1999. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. Food Chemistry 67: 21-25.

Al-Mamary, M., Al-Meeri, A., Al-Habori, M., 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. Nutrition Resourch, 22:1041-1047.

AOAC International, 1990. In K, Helrich (Ed.), Official methods of analysis (15th Ed.), Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis 15th edn. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Azeredo, L. C, Azeredo, M.A.A, de-Souza S.R., Dutra V.M.L., 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. Food Chemistry , 80: 249-254.

Bogdanov, S., 1984. Honigdiastase, Gegenüberstellung verschiedener Bestimmungsmethoden. Mitt Geb Lebensmittunders Hyg, 75: 214-220.

Bogdanov, S., Bieri, K., Figar, M., Figueiredo, V., Iff, D., Kanzig, A., Stöckli, H., Zurcher, K., 1995. Miel:definition et directives pour I2analyse et I'appreciation. In Livre suisse des denrees alimentaires (pp.1 26). OCFIM.. Honigdiastase, Gegenüberstellung verschiedener Bestimmungsmethoden. Mitt Geb Lebensmittunders Hyg, 75: 214-220.

Cemeroğlu, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yay, S: 381, Ankara.

Chatfield, C., Collins, A., 1986. Introduction to Multivariate Analysis. Chapman & Hall Pres, London.

Devillers, J., Morlot, M., Pham Delegue, M.H., Dore, J.C., 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. Food Chemisry, 86: 305-312.

Felsner M.L., Cano C.B, Bruns R.E., Watanabe H.M., Almedia Muradian L.B, Matos J.R., 2004. Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. Food Composition and Analysis. 17: 737-747.

Lazaridou A., Biliaderis, C.G., Bacantritsos N., Sabatini A.G., 2004. Composition ,thermal and rheological behaviour of selected Grek honeys. J. Food Engineering, 64: 9-21.

Lusby, P.E.A. Coombes, Wilkinson J.M., 2002. Honey: A potent agent for wound healing. Wound Care 29: 295-300.

Mendes, E., Proença, E.B., Ferreira I.M.P.L.V.O., Ferreira M.A., 1998. Quality evalution of Portuguese honey. Carbohydrat Polymers. 37:219-223.

Minitab, 1998. Released 14 Statistical Softvare.

Ouchemoukh, S., Louaileche, H., Schweitzer, P., 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. Food Control, 18 (1): 52-58.

Ötleş, S., 1995. Bal ve Bal Teknolojisi. Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, No:2, İzmir.

Özcan, M., Arslan, D., Ceylan, D.A., 2006. Effect of inverted saccharose on some properties of honey. Food Chemistry, 99(1):24-29.

Rommel, A., Heatherbell, D.A., Wrolstad, R.E. 1990. Red raspberry juice and wine: Effect of processing and storage on anthocyanin pigment composition, colour and appearance. Journal of Food Science, 55: 1011-1017.

Serrano, S., Villarejo, M., Espejo, R., Jodral M., 2004. Chemical and physical parameters of Andalusian honey: Classification of *Citrus* and *Eucalyptus* honeys by discriminant analysis. Food Chemistry 87: 619-625.

Skujins, S., 1998. Handbook for ICP-AES (Varian-Vista). Ashort guide to Vista series, ICP-AES operation. Varian Int. AG, Zug, Version 1.0, Switzerland.

Spanos, G.A., Wrolstad, R.E., Heatherball, D.A. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of apple juice. J.Agric. Food Chem., 38: 1572-1579.

Spanos, G.A., Wrolstad, R.E., 1992. Phenolics of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage-A rewiew. J.Agric. Food Chem., 40: 1478-1487.

Terrab, A., Recamales A.F., Hernanz, D., Heredia, F.J., 2004. Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical charateristics and mineral contents. Food Chemistry, 88: 537-542.

Winkler, O., 1955. Beitrag zum Nachveis und zur Bestimmung von Oxymethylfurfural in Honig und Kunsthonig. Z. Lebensm unters Forsch, 102: 160-167.