

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ « FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALDA ORİJİN TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aslı Elif SUNAY

(506011266)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006

Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Haziran 2006

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Dilek BOYACIOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Özgül EVRANUZ

Prof.Dr. Birgül TANTEKİN ERSOLMAZ

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Öncelikle, bu çalışmayı gerçekleştirirken, kendilerine hiç vakit ayıramadığım halde bana her zaman her türlü destek olan sevgili aileme teşekkür etmek istiyorum. Ayrıca yardımlarını esirgemeyen başta Sayın Jale Gökçen olmak üzere, tüm mesai arkadaşlarıma (Özge Seçmeler, Günay Akdoğan, Tuğçe Daştan, Ufuk Alpat, İlknur Temli, Derya Demirci, Taylan Samancı, Sinan Demirel, İlknur Atalay) da teşekkür ederim. Projenin sponsoru olan Balparmak Firmasının sahiplerinden Sayın Özen Altıparmak'a ve Sayın Özgür Altıparmak'a da maddi ve manevi olarak verdikleri destek, gösterdikleri anlayış ve hoşgörü için teşekkür ederim.

Beni bu günlere taşıyan tüm hocalarıma ve özellikle de gerek öğretim hayatıma gerekse bu çalışmama büyük katkıları olan ve her türlü desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Dilek Boyacıoğlu'na teşekkür eder ve çalışmanın bilim dünyasına faydalı olmasını ümit ederim.

Bu çalışmayı sevgili aileme ithaf ediyorum...

Mayıs/2006

Aslı Elif Sunay

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Arıcılığın Tarihçesi	3
2.2. Arıcılığın Gelişimi ve Günümüzde Arıcılık	4
2.3. Türkiye'de Arıcılık	4
2.4. Türkiye'de ve Dünyada Bal Ticareti	5
2.5. Bal ve Yan ürünlerinin Oluşumu	6
2.5.1. Bal arısı kolonisi, nektar, polen, propolis, balmumu, arı sütü	6
2.5.2. Balın oluşumu	8
2.5.3. Balın olgunlaşmasındaki kimyasal değişimler	10
2.5.4. Bal ve nektar akımını etkileyen faktörler	10
2.6. Bal Çeşitleri	11
2.7. Balın Yapısı	12
2.7.1. Balın kompozisyonu	12
2.7.2. Bal bileşenleri	14
2.7.3. Balda kristalleşme	20
2.7.4. Balda fermentasyon	21
2.7.5. Balın yapısını etkileyen faktörler	22
2.8. Balla İlgili Standartlar	23
2.9. Balda Orijin	25
2.9.1. Balda orijin tespitinin önemi	25
2.9.2. Balda orijin tespiti	28

3. MALZEME ve YÖNTEM	43
3.1. Bal Numuneleri	43
3.2. Analizler	45
3.2.1. Kimyasal analizler	46
3.2.2. Polen	48
3.2.3. Aminoasit	48
3.2.4. Duyusal analizler	49
3.2.5. İstatistik analiz	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	54
4.1. Polen Analizi Sonuçları	54
4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları	58
4.2.1. Kimyasal özelliklerin yıllara göre değişiminin incelenmesi	69
4.2.2. Kimyasal özelliklerin yörelere göre incelenmesi	75
4.3. Aminoasit Analizi Sonuçları	80
4.4. Duyusal Analiz Sonuçları	88
5. SONUÇLAR	108
KAYNAKLAR	111
EKLER	122
ÖZGEÇMİŞ	145

KISALTMALAR

CAC	: Codex Alimentarius Commission
HMF	: Hidroksimetil Furfural
MİN.	: Minimum
MAX.	: Maksimum
STD.SAPMA	: Standart Sapma
HFCS	:Yüksek Früktozlu Mısır Şurubu
HPLC	:High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
GC	:Gas Chromatography (Gaz Kromatografisi)
SPME-GCMS	:Solid Phase Micro Extraction –Gas Chromatography Mass Spectrometer (Katı Faz Mikro Ekstraksiyon –Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi)
TBA	:Temel Bileşen Analizi
FCP	:Serbest Seçim Profili

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1	Balın temel bileşenleri..... 12
Tablo 2.2	Balın kompozisyonu..... 13
Tablo 2.3	Balın yapısının değişkenliği..... 13
Tablo 2.4	Çeşitli araştırmalarda balda tespit edilen aroma maddeleri..... 19
Tablo 2.5	Balla ilgili ulusal standartlar..... 24
Tablo 3.1	Yıllara ve yörelere göre numune sayıları..... 44
Tablo 3.2	Aminoasitler ve tespit limitleri..... 49
Tablo 3.3	Tespit edilen terimler, ilgili referanslar ve terimlerin tanımları..... 51
Tablo 4.1	Yedi farklı bölgeden elde edilen balların relatif polen sıklıkları.... 56
Tablo 4.2	Ege ve Urfa yörelere ait pamuk ballarının yıllara göre kimyasal analiz sonuçları..... 58
Tablo 4.3	Şemdinli, Yüksekova, Muş, Kayseri ve Bingöl yörelere ait karışık çiçek ballarının 2002, 2003 ve 2004 yıllarına ait özellikleri..... 67
Tablo 4.4	Yedi farklı bölgeye ait kimyasal özelliklerin ortalama ve standart sapmaları..... 76
Tablo 4.5	Amerika Birleşik Devletleri tarım departmanı balda renk standartları..... 78
Tablo 4.6	Yedi farklı bölgeye ait aminoasitlerin özelliklerin ortalamaları ve standart sapmaları..... 81
Tablo 4.7	Türk ve İspanyol çiçek ballarının aminoasitlerinin ortalamaları ve standart sapmaları..... 87
Tablo 4.8	Yedi farklı yörenin duyuşal özellikleri..... 89
Tablo 4.9	Korelasyon matrisinin özdeğer analiz sonuçları..... 101
Tablo 4.10	Temel bileşen katsayıları ve temel bileşen skorları..... 103
Tablo A.1	Duyuşal analiz panelist ön tarama anketi formu..... 122
Tablo A.2	Duyuşal analiz üçgen test formu..... 125
Tablo A.3	Duyuşal analiz kıvam ve lezzet sıralama testi formu..... 126
Tablo A.4	Duyuşal analiz skala pratiği formu..... 127
Tablo A.5	Duyuşal analiz terimler çalışması formu..... 129
Tablo B.1	Pamuk Ege ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu..... 131
Tablo B.2	Pamuk Urfa ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu..... 132
Tablo B.3	Şemdinli ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu..... 133
Tablo B.4	Yüksekova ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu..... 134
Tablo B.5	Kayseri ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu..... 135
Tablo B.6	Bingöl ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu..... 136

Tablo B.7	Muş ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu.....	137
Tablo B.8	Yedi farklı yörenin ballarının kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması bir yollu varyans analizi tablosu.....	138
Tablo B.9	Yedi farklı yörenin ballarının aminoasitlerinin karşılaştırılması bir yollu varyans analizi tablosu.....	139
Tablo B.10	Yedi farklı yörenin ballarının duyusal parametrelerinin karşılaştırılması bir yollu varyans analizi tablosu.....	140

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 3.1 : Numunelerin Alındığı Şehir ve Bölgeler.....	44
Şekil 3.2 : Şemdinli ve Yüksekova Bölgeleri.....	45
Şekil 3.3 : Renk tayini cihazı	48
Şekil 3.4 : Tanımlayıcı profil testi eğitim oturumları	50
Şekil 3.5 : Terimler çalışmasında kullanılan bal numuneleri.....	51
Şekil 3.6 : Panel Odası ve Panellerin Yapılışı.....	53
Şekil 4.1 : Pamuk Ege ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	59
Şekil 4.2 : Pamuk Ege ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	60
Şekil 4.3 : Pamuk Urfa ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	62
Şekil 4.4 : Pamuk Urfa ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	62
Şekil 4.5 : Şemdinli yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	64
Şekil 4.6 : Şemdinli yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	64
Şekil 4.7 : Yüksekova yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	65
Şekil 4.8 : Yüksekova yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	66
Şekil 4.9 : Kayseri yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	70
Şekil 4.10 : Kayseri yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	70
Şekil 4.11 : Bingöl yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	72
Şekil 4.12 : Bingöl yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	72
Şekil 4.13 : Muş yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	73
Şekil 4.14 : Muş yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi.....	74
Şekil 4.15 : Kimyasal analizlerin yörelere göre değişimi.....	77
Şekil 4.16 : Kimyasal analizlerin yörelere göre değişimi.....	77
Tablo 4.17 : Farklı renklere sahip mono ve poli-flora ballardan örnekler.....	79
Şekil 4.18 : Aminoasitlerin yörelere göre değişimi.....	82
Şekil 4.19 : Aminoasitlerin yörelere göre değişimi.....	82
Şekil 4.20 : Aminoasitlerin yörelere göre değişimi.....	83
Şekil 4.21 : Pamuk Urfa aminoasitlerinin örümcek ağı grafiği.....	84
Şekil 4.22 : Pamuk Ege aminoasitlerinin örümcek ağı grafiği.....	84
Şekil 4.23 : Kayseri balı aminoasitlerinin örümcek ağı grafiği.....	85
Şekil 4.24 : Bingöl balı aminoasitlerinin örümcek ağı grafiği.....	85
Şekil 4.25 : Muş balı aminoasitlerinin örümcek ağı grafiği.....	85

Şekil 4.26	: Şemdinli balı aminoasitlerinin örümcek ağı grafiği.....	86
Şekil 4.27	: Yüksekova balı aminoasitlerinin örümcek ağı grafiği.....	86
Şekil 4.28	: Görünüş özelliklerinin yörelere göre değişimi.....	92
Şekil 4.29	: Koku özelliklerinin yörelere göre değişimi.....	93
Şekil 4.30	: Koku özelliklerinin yörelere göre değişimi.....	93
Şekil 4.31	: Tat özelliklerinin yörelere göre değişimi.....	94
Şekil 4.32	: Tadım ve tadım sonrası özelliklerinin yörelere göre değişimi.....	95
Şekil 4.33	: Pamuk Ege balları duyuşsal analiz örümcek ağı grafiği.....	96
Şekil 4.34	: Pamuk Urfa balları duyuşsal analiz örümcek ağı grafiği.....	96
Şekil 4.35	: Kayseri balları duyuşsal analiz örümcek ağı grafiği.....	97
Şekil 4.36	: Bingöl balları duyuşsal analiz örümcek ağı grafiği.....	98
Şekil 4.37	: Muş balları duyuşsal analiz örümcek ağı grafiği.....	99
Şekil 4.38	: Yüksekova balları duyuşsal analiz örümcek ağı grafiği.....	99
Şekil 4.39	: Şemdinli balları duyuşsal analiz örümcek ağı grafiği.....	100
Şekil 4.40	: Korelasyon matrisi özdeğerleri yamaç eğim grafiği.....	102
Şekil 4.41	: Duyusal özellikler için korelasyon matrisi yük grafiği.....	103
Şekil 4.42	: Korelasyon matrisi skor grafiği.....	105
Şekil A.1	: Duyusal analiz panel formu.....	130

BALDA ORİJİN TESPİTİ

ÖZET

Bu çalışmada özellikle yöreye göre isimlendirilen ve İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde üretilen karışık çiçek ballarının, coğrafi orijinlerinin deneysel yöntemlerle tespit edilmesi amaçlanmıştır. Balda orijin belirlenmesinde, balın polen yapısı, amino asit oranları, aroma bileşikleri, karbonhidrat yapıları, enzim aktiviteleri, flavonoidleri, mineral içeriği, organik asitleri, fenolik bileşikleri, karbon izotop oranları gibi çeşitli faktörlerin etken olduğu tespit edilmiştir. Dünya üzerinde yapılan araştırmalarda mono-flora balların menşei belirlenmesinde, bu faktörlerin etkili bir şekilde kullanılabildiği ancak ülkemizin Orta ve Doğu Anadolu bölgelerinde üretilen karışık çiçek balları gibi poliflora ballarda tek bir faktörün yeterli olmadığı ve net bir ayırım sağlanamadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Ülkemizde de, dünyada da balın fiyatının belirlenmesindeki en önemli faktörlerden biri , balın menşeidir. Dolayısıyla, balda orijin tespiti, ülkemiz arıcılık sektörü açısından önemli bir gelir kaynağı olan bal ihracatında da çok büyük önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar, poliflora balların menşei tespitinde balın pek çok özelliğinin bir arada incelenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla, bu çalışmada balın diastaz, iletkenlik, asit, nem, şeker yapısı ve amino asit oranları analiz edilerek, bu faktörlerin hepsi bir arada değerlendirilmiştir. Ayrıca 7 uzman panelistten oluşan tanımlayıcı bir duyuşsal panel de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile, bilim dünyasına, bal alım satımı ile ilgilenen bal tüccarlarına, bal paketleme fabrikalarına ve ihracatçılara, arıcılık ve bal konusunda çalışan kamu kurum ve kuruluşlarına ve tüketici bilgilendirme çalışmalarına bir katkı sağlanabilecektir. Ayrıca giderek artan ve karmaşık bir hale gelen uluslar arası bal ticaretinde, farklı kalitede balların menşeinin tespit edilerek ayırt edilebilmesi ve bu sayede haksız rekabetin de önüne geçilmesi öngörülmektedir.

DETERMINATION OF ORIGIN IN HONEY

SUMMARY

There are mainly two types of honey produced each year in our country; flower honey and pine honey. Most of the flower honey is multi-floral which means that there are many different types of pollens in honey none of which is dominant. Thus, the discrimination between flower honey types is done according to their geographical origins. Usually the ones gathered from eastern part of Turkey are considered more valuable than the ones from other geographical regions. Therefore, determination of the geographical origin of honey is an important financial issue for honey packaging companies and exporters. The aim of this project is to develop a method that can be used by honey packaging companies to determine the geographical origin of honey which is an important grading factor for honey purchasing. For mono floral honey types pollen analysis and pollen count seems to be useful methods to determine the floral origin of honey. The dominant pollen indicates the floral origin. However, these methods are not sufficient to detect the geographical origin. Based on the results of many studies, the most suitable method for determining the origin of poly-floral honey types; is to consider many factors together. In this project; the HMF, diastase number, acidity, humidity, conductivity, sugar and amino acid composition of honey types gathered from the eastern part of Turkey from different regions, are determined. In addition a descriptive sensory analysis is performed with seven panelists who are experts for the sensory characteristics of honey types.

1. GİRİŞ

Bal dünyanın hemen her ülkesinde üretilen, insanoğlunun en eski ve en değerli gıda maddelerinden biridir. Arılar tarafından yirmi milyon yıldır üretilen bir gıda olan bal, günümüzde dünyada ticareti yapılan bir üründür (Crane,1990 ve 1980).

Arının kullandığı bitkisel kaynakların çok çeşitli olmasından (pek çok farklı bitkiden gelen nektar ve/veya salgı) dolayı, üretilen hiç bir bal diğeri ile tam olarak aynı değildir ve özellikle tat ve aroma açısından büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun en önemli sebebi, balların farklı bitkilerden, farklı iklim şartlarında elde edilmesidir. Balın ana bileşenleri aynı olmakla birlikte tespit edilen 181 farklı maddenin, bazılarının benzersiz olduğu da bilinmektedir (Crane,1990). Bu durum pazara standart ürünler sunmak anlamında bir sorun olarak görülmektedir. Bazı karakteristik özelliklerin tanımlanması ile, balların belli bitki ve coğrafi orijinlere göre sınıflandırılarak, tüketiciye tipik özellikleri olan özel ürünler şeklinde sunulması mümkündür (Oddo ve Piro, 2003; Crane, 1979a).

Balın menşei hem dünyada hem de ülkemizde balın fiyatını belirlemede önemli bir etkidir. Uluslararası ve yerel bal standartları bitki ve coğrafi orijinine göre balların etiketlenmesine müsaade etmektedirler. Ancak bu standartların hiçbirisi bal çeşitlerinin özelliklerini belirtmemekte ve dolayısıyla da etkin bir kontrol garanti edememektedir (Oddo ve Piro, 2003). Aynı zamanda, kalite ve/veya kalıntı problemleri yaşanan balların da, hangi yöreye ait olduğunun tespit edilebilmesi, o yöre ile ilgili arıcılık uygulamalarında önlemler alınabilmesi anlamında önemlidir.

Son yıllarda, farklı kaynaklardan elde edilmiş balların karıştırılarak piyasaya sunulması ve hatta çeşitli şeker şuruplarıyla tağşiş yapılması sık karşılaşılan bir durum haline gelmiştir. Bu durum, balın orijininin belirlenmesine yönelik gerekli analizler yapılmadığı ve ballar kontrol altına alınmadığı için gerek tüketiciler gerekse bal tüccarları için tehlike arz etmektedir (Ruoff ve Bogdanov, 2004).

Piyasada tek bir çeşit çiçekten veya karışık çiçeklerden elde edilmiş pek çok farklı türde bal bulunmaktadır. Tek çiçekten elde edilmiş mono flora ballar, o çiçeğe özel ve iyi tanımlanmış bir aromaya sahip olmalıdırlar. Aksi taktirde balın bitki orijini ambalajda belirtilemez ve o isimle satılamaz. Balın bitki orijininin belirlenmesinde genellikle polen analizi uygulanmaktadır (Verzera ve diğ,1998). Bu yöntem bazı mono-flora balların bitki orijininin tespitinde etkin bir şekilde kullanılabilir.

Genelde, baldaki tek bir bitkiye ait polen düzeyi %45'in üzerindeyse bu ballar mono-flora olarak tanımlanmaktadır. Ancak poli-flora ballarda tek bir dominant polen tayin edilemediğinden, bu yöntem tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla, poli-flora ballar genellikle elde edildikleri coğrafi yöreye göre isimlendirilmekte ve bu şekilde satışa sunulmaktadır. Özellikle ülkemizde bu uygulama balın fiyatının belirlenmesinde en önemli kriterlerden biridir ve ihracatımızı da direkt olarak etkilemektedir. Zira ülkemizin bal ihracat potansiyeli, dünya bal piyasasındaki fiyatlara göre belirlenmekte ve ülkemizdeki bal fiyatlarından önemli ölçüde etkilenmektedir (Altıparmak,2005).

Bu çalışmanın amacı özellikle yöreye göre isimlendirilen ve İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde üretilen karışık çiçek ballarının, coğrafi orijinlerinin deneysel yöntemlerle tespit edilmesidir. Yapılan araştırmalar, poli-flora balların menşei tespitinde balın pek çok özelliğinin bir arada incelenmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Ruoff ve Bogdanov, 2004; Anupama ve diğ., 2003; Anklam, 1998). Bu çalışmada, Türkiye'nin orta ve doğu Anadolu bölgelerinde üretilmiş ve yöreye göre sınıflandırılarak satılan karışık çiçek ballarından alınan numunelerde, çeşitli kimyasal ve fizikokimyasal testlerin yanı sıra tanımlayıcı duyu analizi testleriyle bölgelere ait balların genel kalite özellikleri belirlenirken, aynı zamanda bu balları birbirinden ayırt etmede kullanılabilecek kriterler oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu tez giriş, kaynak araştırması, materyal metot, bulgular ve tartışma ve sonuç olmak üzere 5 ana bölümden oluşmaktadır. Kaynak araştırması bölümünde arıcılık ve bal ile ilgili genel bilgilerin yanı sıra, çalışmayı destekleyen nitelikte araştırmalar yer almaktadır. Malzeme ve yöntem bölümünde, analizlerin metotları açıklanmıştır. Bulgular ve tartışma bölümü verilerin istatistik değerlendirmesini tablo ve grafikler halinde içermekte ve yorumlarla tamamlanmaktadır. Sonuç bölümünde ise çalışmada elde edilen en önemli neticeler vurgulanmış ve çalışmanın bilim dünyasına katkısı aktarılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bal dünyanın hemen her ülkesinde, arılar tarafından yirmi milyon yıldır üretilen, insanoğlunun en eski ve en değerli gıda maddelerinden biridir. Eski medeniyetler, bal ve arıları kutsal saymakta, diğer gıdalar gibi “bal” için de avlanmaktaydılar. Dünyanın pek çok bölgesinde “bal avcılığı” arıcılığın yerine geçmiş olup, bu durum geçen yüzyılın ikinci yarısına kadar binlerce yıl değişmeden kaldı (Crane,1979b ve 1990).

2.1. Arıcılığın Tarihçesi

Arıların bal yapmaya insanoğlu dünyada belirmeden çok önce başladıkları bilinmektedir. Arıcılığın tarihçesi ise insanların mağara hayatı yaşadığı on binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. Mağara resimleri, çok eski tarihlere ait arı fosilleri ve benzeri tarihi buluntular bu görüşü doğrulamaktadır. İlk insanlar doğal olarak ağaç kovukları ve kaya oyuklarına yuvalanan oğulları öldürerek ballarından yararlanmışlardır.

Tarihi gelişim içinde taş devrinden itibaren; önce ağaç kütükleri sonra da toprak ve kilden yapılmış kaplar kovan olarak kullanılmış ve zamanla bugün kullanılan kovanlar geliştirilmiştir. Gerçek arıcılık, insanların ağaç kovukları içinde yuvalanan arıları öldürmeden bir miktar bal almaları ve bir miktar balı da arılara bırakmaları ile başlamıştır.

Balın gıda, içecek, ilaç, koruyucu madde olarak ve dinsel törenlerde kullanımı ilkel insanlara dayanmaktadır ve eski medeniyetler çöktükten sonra da devam etmiştir. Yazıtlar, resimler ve tarihi kayıtlar arı yetiştiriciliğinin eski Mısır’da başladığını, Mezopotamya, Anadolu ve Avrupa’nın da gelişiminde önemli yer tuttuğunu göstermektedir. 1500’lü yıllardan önce bal arısı eski dünyaya – Avrupa, Afrika ve Asya’ya aitti. Koloniler ve arıcılık göçmenler ile Yeni Dünya ülkelerine taşınmıştır ve bugün kutuplar dışında tüm yerleşim alanlarında yapıldığı bilinmektedir. Arılar yeni dünya ülkelerine kendi ana vatanlarından daha iyi adapte olmuş ve bu ülkelerde arıcılık oldukça yaygınlaşmıştır. (Crane,1999 ve1979b).

2.2. Arıcılığın Gelişimi ve Günümüzde Arıcılık

1600-1851 yılları arasında arıcılar, arıların yaşam çevrimini ve biyolojisini anlamaya başlamışlardır. Arıcılık tekniklerinin gelişmesi ile arıları kovanlarının içinde daha rahat izleme imkanı bulmuşlar ve arılar üzerindeki kontrollerini arttırmışlardır. Dikey kovanlar sayesinde arıcılar kıştan önce arıların bir kısmını öldürmeden kovandan bal almayı öğrenmişlerdir. 1851 yılında çıkartılabilir çerçeve kovanlar bulunmuş ve modern arıcılık bu buluştan sonra başlamıştır. Sonraki yarım yüzyılda olan gelişmeler önceki yüzyıllara kıyasla patlama niteliğinde olmuştur.

Dünyada bugün 50 milyondan fazla kovanda 1.2 milyon ton bal üretildiği bilinmektedir. Dünya ülkeleri arasında Çin 6,5 milyon kovana ve 200 bin tondan fazla bal üretimi ile birincidir. Kovan başına ortalama dünya bal üretimi 20 kg dolayında olup bu rakam Çin'de 33, Arjantin'de 40, Meksika'da 27, Kanada'da 64, Macaristan'da 40 ve Türkiye'de 16 kg dolayındadır. Arıcılık dünyada ziraatin diğer alanlarına göre belki de en yaygınlaşmış uygulamadır. Zira arıların tozlaşma ve dolayısıyla diğer zirai ürünlerin gelişiminde çok önemli katkılar sağladığı bilinmektedir (Crane, 2003; Öztürk, 2001).

2.3. Türkiye'de Arıcılık

Arıcılık, Anadolu'nun en eski ve en yaygın yapılan üretim etkinliklerinden ve bal arısı Anadolu'nun öz varlıklarından biridir. Arı gen merkezlerinden biri sayılan Türkiye, 4 milyon dolayındaki kovan varlığı ve iklim şartlarına göre değişmekle birlikte 50 bin tondan fazla bal üretimi ile dünyanın önemli arıcılık ülkeleri arasındadır. Bu üretimin %40' a yakını salgı (çam) balıdır. Yurdumuzda üretilen balların kalitesi, aroma ve lezzeti, dünya da başka ülkelerde bulunmamaktadır. Bal rekoltesi yüksek ülkelerde dahi çeşitlilik oldukça sınırlıdır. Ülkemizin arıcılıkla ilgili en önemli sorunu verimdir. Zira ülkemizde kovan başına ortalama bal üretimi 16 kg dolayında olup dünya ortalaması olan 20 kg'ın altındadır (Sıralı, 2002; Öztürk, 2001).

Ülkemiz sahip olduğu mevcut arıcılık potansiyelinden yeteri kadar faydalanamamaktadır. Ayrıca bal dışında diğer arı ürünlerinin üretimi ve bal arılarının bitkisel üretimde yeterli tozlaşmanın sağlanması amacıyla kullanılmaları da yaygın değildir. Türkiye'nin ekolojik ve sosyo-ekonomik yapısı gereği, her yerinde arıcılık yapılabilirken sırasıyla Ege, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri gerek kovan varlığı gerekse üretim payı bakımından arıcılık için en önemli bölgelerimizdir. Türkiye'de bal üretiminin yaklaşık yarısı bu üç bölgemizde gerçekleşmektedir. Bal üretimi bakımından sırasıyla ilk on ilimiz; Muğla, Ordu, Adana, Aydın, Sivas,

Antalya, İzmir, İçel, Erzincan ve Samsun'dur. Ülkemiz bal üretiminin yaklaşık yarısı bu illerimizde gerçekleşmektedir Muğla, Aydın, İzmir bölgelerinde ağırlıklı olarak çam ve pamuk, Adana bölgesinde pamuk, Ordu, Samsun bölgelerinde kestane ve ormangülü, İçel, Erzincan ve Sivas bölgelerinde karışık yayla balı ve Antalya bölgesinde narenciye balı üretimi yapılmaktadır (Sıralı, 2002; Öztürk, 2001).

Ülkemizin yüzölçümü, topoğrafik yapısı, iklim, bitki örtüsü ve çok eskilere dayanan arıcılık geleneği dikkate alındığında arıcılığımızın şu andaki durumunun çok üzerinde olması gerektiği bir gerçektir. Ülkemizdeki arı varlığı ile bal üretimi arasında bir dengesizlik bulunmaktadır. Bunda teknik bilgi yetersizliği, bakım ve besleme noksanlığı, ana arı üretiminin ihtiyacı karşılayamaması, kışlatmadaki (arıların kışı geçirmesi için yapılan uygulamalar) bilgisizlik, hastalık ve zararlılarının bilinmemesi ve zamanında teşhis ve tedavinin yapılamaması gibi hususların büyük payı vardır (Sıralı, 2002).

2.4. Türkiye’de ve Dünyada Bal Ticareti

Ülkemizde üretilen balın büyük bir kısmı iç piyasada tüketilmektedir. İhracatımızın büyük kısmını çam balı oluşturmakla beraber, son yıllarda buna ayçiçek ve pamuk balları da eklenmiştir. Ülkemizin yıllık ortalama bal ihracatı 10.000 (-5000 ton/+10.000) ton civarındadır. Dünyada bal üretiminin yaklaşık üçte biri, 300-400 bin ton kadarı uluslararası ticarete girmektedir. Bal ithalatında önemli pazarlar, Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'dır. Bu ülkeler dünya bal ithalatında toplamda %77'lik bir pazar payına sahiptirler. Avrupa pazarda %42'lik oranla en önemli bal ithalatçısıdır. Avrupa içinde, ana ithalatçı ülkelerin başında ise, Almanya gelmektedir ve tek olarak Türkiye'nin bal üretiminden daha fazla bal ithal etmektedir (Sunay ve diğ., 2004; Öztürk, 2001).

İhracatçı ülkelerin başında Çin, Arjantin ve Meksika gelmektedir. Bu ülkelerin ihracatta toplam pazar payları %59'dur. Dünyanın bal ihracat pazarının yarısını, yaklaşık 100.000 ton ile Çin ve 100.000 ton ile de Arjantin oluşturmaktadır. Pazarın diğer yarısını ise Meksika, Brezilya, Şili, Uruguay, Kanada, Türkiye, Macaristan, Romanya, Bulgaristan, Hindistan, Salvador ve Vietnam paylaşmaktadır (Sunay ve diğ., 2004; Öztürk, 2001).

Bal yanında; propolis, arı sütü, polen ve balmumu gibi arı ürünleri de dünya ticaretinde yer almaktadır. Bu ürünler aynı zamanda pek çok ülkede "Arı Ürünleri ile Tedavi" anlamına gelen "Apiterapi"de de kullanılmaktadır. Diğer yandan tarımı gelişmiş ülkelerde arıcılık, arı ürünleri üretimi yanında hatta daha önemli olarak,

bitkisel üretimde miktar ve kalitenin artırılması amacıyla yapılmaktadır. Arıcılık, doğa ve çevreye zarar vermeden yapılabilen ender tarımsal faaliyetlerden birisidir. Bu yönüyle de geleceğin en önemli sürdürülebilir tarım faaliyetlerinden birisi olacaktır (Öztürk, 2001).

2.5. Bal ve Yan Ürünlerinin Oluşumu

Evrin safhalarında, arılar bitkilerden topladıkları nektar ve salgılar ile bal yapabilir duruma gelmişlerdir. Bal, arılar ve birtakım böceklerin, bitkilerden topladıkları nektar ve salgıları, suyu buharlaştırarak ve kendi vücutlarından salgıladıkları birtakım enzimlerin aktiviteleri sonucu ortaya çıkan bir üründür (Crane,1990) .

Arılar tarafından, nektar olarak bilinen doğal şeker solüsyonlarından hazırlanan bal, kolay bozulan ince tatlı bir sıvıdan, dayanıklı, yoğun ve yüksek enerji içeren bir gıda maddesine dönüştürülür (White,1979).

2.5.1. Bal Arısı Kolonisi, Nektar, Polen, Propolis, Balmumu, Arı Sütü

Bal arılarından oluşan bir koloni de bir ana arı, on binlerce işçi arı ve yüzlerce erkek arı bulunur ve bunlar bir kovan içerisinde birlikte yaşarlar. Kovanda genellikle bir ana arı bulunur ancak işçi ve erkek arı sayıları değişkendir. İşçi arıların sayısı nektar akım döneminde en üst seviyeye ulaşır ve bu dönemde erkek arı sayısı en az seviyededir. Erkek arılar en fazla oğul mevsiminde (ilkbahar ve yaz başında) üretilir. Bal arısı kolonisi tüm faaliyetlerini kovan içerisinde kendi vücudundan salgıladığı balmumu ile meydana getirdiği peteklerde yürütür. Petekler iki gözlüdür. Bu gözlerin birinde işçi arı yetiştirilir diğerinde ise erkek arı yetiştirilir. Bu gözler aynı zamanda bal ve polenin hatta suyun depolanması amacıyla da kullanılır. Polenler, kuluçka alanına yakın olduğu için yalnızca işçi arı gözlerine depolanır. Ana arı ve işçi arılar dişi olup yalnızca döllenmiş yumurtadan meydana gelirler. Erkek arılar ise genetik olarak ana arının kopyasıdır ve döllenmemiş yumurtadan gelişirler. Ana arının işçi arılardan farkı larva dönemindeki farklı beslemeden ileri gelir (Doğaroglu, 1999). Arı sütü genç işçi arıların (bakıcı arılar), genç larvaları ve kraliçe arıyı beslemek için salgıladıkları bir sıvıdır. Salgılandığı anda kullanılır ve depolanmaz. Kraliçe olması hedeflenen dişi larva, işçi larvadan %25 daha fazla arı sütü ile beslenir, ancak süt o kadar fazla üretilir ki larva sütün tamamını tüketemez ve petek gözünde arı sütü birikir. Ticari arı sütü üretimi de genellikle bu şekilde yapılır. Kraliçe larvanın vücut ağırlığı yüksek arı sütü tüketimi nedeniyle 6 günde 1300 kat artar (Krell, 2001; Crane,1990).

Tarlacı arılar kovana 4 farklı madde getirebilirler. Bunlar nektar, polen, propolis veya su olabilir. Nektar şeker, su ve bazı başka eser miktardaki maddeleri içeren, genellikle çiçeklerden toplanan ve arının bal kesesinde taşıdığı sıvıdır. Polen yine çiçeklerden toplanır, protein, vitamin ve bazı eser elementleri içerir ve arının arka ayaklarına yüklü olarak kovana taşınır. Propolis bir çeşit yapıştırıcıdır ve kovandaki tüm yapıştırma işleri için, ayrıca arıların geçemeyeceği kadar küçük delikleri kapatmak amacıyla ve peteği parlatıp, güçlendirmek amacıyla kullanılır. Kovana yine arıların arka ayaklarında bitkilerden alınarak getirilir, ancak parlak görüntüsü ile polenden ayırt edilebilir. Su balın koloni tarafından kullanılabilmesi için balı seyreltmek amacıyla ve aşırı sıcaklarda kovayı serinletmek amacıyla kullanılır. Bu maddeler genellikle bir seferde tek madde olarak taşınırlar, ancak bazı arılar aynı anda nektar ve polen taşıyabilmektedir (Hooper, 2005).

Polenler üreme faaliyetlerinde rol almak üzere bir çiçeğin anterlerinde üretilirler. Polen tanecikleri alıcı çiçeğin stigmatına transfer edilirler ve çiçeğin dişi kısmına (ovary) doğru giderler. Burada tohum ve endosperm üretirler. Polen transferi rüzgar, böcekler, arılar, kuşlar vb. başka hayvanlar tarafından gerçekleştirilir (Flottum, 2005).

Balın hammaddesi nektardır ve dünyada üretilen balın büyük bir kısmının nektarı, çiçeklerden gelmektedir. Ancak bir miktar bal da çiçek olmayan kaynaklardan elde edilen nektardan üretilir. Örneğin salgı balı bu şekilde üretilmektedir. Salgı da yine bitki kaynaklı bir sıvıdır ancak çiçekle ilgisi yoktur. Salgı bazı bitki emici böceklerin salgıladığı şeker içeren bir sıvıdır. Pek çok bitkide nektar ve polen üretilir, çiçekler tarafından tozlaşma için yem olarak böceklerle veya benzeri başka hayvanlara (örneğin kuş) sunulur. Bazı bitkilerde nektar üretilir ancak böyle bir tozlaşma ajanına ihtiyaç duymazlar. Pek çok böceklerle tozlaşan bitki ise hiç nektar üretmeden sadece polen üretir. Arılar en önemli tozlaşma böcekleridir ve dolayısıyla bal da böcek tozlaşması ile yaşamını sürdüren bitki türlerinin bir yan ürünüdür (Crane, 1979c).

Bir arı kolonisi ortalama olarak 120 kg nektara ihtiyaç duyar. Yaklaşık 70 kg'ı yaz aylarında yavrulara, yetişkinlere ve işçi arılara enerji ve gıda sağlamak için ve yavruluğu 35-36 °C'de tutmak için kullanılır. Yirmi kg bal kovanda çiçeksiz kış ayları için depolanır. Bir koloninin kış aylarında ısı ihtiyacı 40 watt civarındadır. Bu enerji yüzey arılarını -30°C'de veya daha altındaki sıcaklıklarda bile ölmekten kurtarır. Bu kadar yüksek bir enerji üretimi kış aylarında bir koloninin haftada 1 kg. bal tüketmesine neden olur (Aston ve Bucknall, 2004).

Sadece düzenli koloniler oluşturan sosyal arılar ekonomik değere sahip olacak miktarda bal depolarlar. Bunlar bal arıları (Apis) ve tropikal iğnesiz arılar, meliponinlerdir. Apis'in dört türü vardır, bunlardan genel olarak bal arısı ya da kovan arısı olarak bilinen Apis mellifera dünyada tüketilen balın büyük bir kısmını üretmektedir. Güney ve Doğu Asya'nın yerel arısı Apis cerana ise bir kovan arısıdır. Dolayısıyla dünyada üretilen bal, genel olarak, böceklerle tozlaşmaya ihtiyaç duyan çiçeklerin nektarlarından, arıcıların kontrolündeki kovanlarda Apis mellifera arıları tarafından meydana getirilmektedir (Crane, 1979c).

Arıların performansının, uçan bir arının yakıt ihtiyacının kilometre başına yarım gram bal olduğu ya da diğer ifade ile 3 milyon kilometre için 1 litre bal olduğu görülmektedir. Market raflarına 1 kg bal üretmek için arı kolonisi 8 kg bal tüketmek ve dünyanın çevresini 6 kez dolaşacak kadar uçmak durumundadır. Arıların tarafından üretilen balın büyük bir kısmı yine onlar tarafından tüketilir. Arıcılar sadece ihtiyaç duymadıkları fazla balı alabilirler (Crane, 1979c).

Balmumu işçi arılar tarafından temiz bir sıvı olarak salgılanır ve çabucak soğuyarak beyaz bir hal alır. Saf balmumu petek hücrelerinin kapatılmasında ve yeni petek yapımında kullanılır. Yeni balmumları eski balmumları ve dayanıklı olması için bir miktar propolis ile karıştırılarak kuluçka gözlerinin ve köprü peteklerin yapımında kullanılır (Flottum, 2005).

2.5.2. Balın Oluşumu

Bal arısı ağız kısmı ile katı ve sıvı gıdaları emer, buradan gıdalar bal kesesi ve bağırsaklara aktarılır. Bu organlar, özellikle ağız kısımları ve bal kesesi kraliçe arı, işçi arı ve erkek arı da farklı gelişmiştir. Şeker içeren hammadde (nektar veya salgı veya başka sıvılar) bal kesesi içerisinde bal toplayan arılar tarafından salya ile bulaşmış olarak kovana getirilir. Dolayısıyla hammadde arı tarafından emildiğinde bal kesesi içerisinde seyretilmiş olur. Bu seyretilme özelliği nedeniyle bal arısı konsantre maddeleri, olgun balı hatta kuru şekeri bile emebilir. Kovana girdiğinde taşıyıcı arı (tarlacı arı) bal kesesinin içeriğini bir veya bir kaç kovan arısına aktarır. Bu işlemin süresi ve proseste yer alan arı sayısı, koloninin gücüne ve hammaddenin miktarına bağlıdır. Güçlü bir nektar akışı söz konusu tarlacı arı hammaddeyi aktaracak kovan içi arı bulmakta zorlanabilir. Zira bütün arılar doludur ve hammadde almayı ret edebilirler. Ayrıca kovan içi arı hammaddeyi aldığı anda bunu daha kısa zamanda petek gözlerine boşaltır. Dolayısıyla yarı olgunlaşmış bal petek gözlerine depolanır. Yavaş veya zayıf bir akış söz konusu ise, tarlacı arı hammaddeyi aktaracak bir veya muhtemelen birden fazla arı bulur. Hammadde ne kadar fazla arı

arasında paylaştırılırsa o kadar olgunlaşır ve enzim içeriği de o derece yüksek olur (Maurizio, 1979a; Crane,1980).

Bal toplandığında depolama için çok fazla su içermektedir, dolayısıyla suyun büyük bir kısmının uçurulması gerekmektedir. Bu faz ise olgunlaştırma olarak adlandırılır. Balın olgunlaştırılması sadece kovanda gerçekleşir. Bu işlemin iki aşaması vardır. İlk aşamada arı aktif olarak görev alır, fazla suyun uçtuğu ikinci aşamada ise sadece pasif olarak görev alır (Maurizio, 1979a). Kovan içi arı tarlacı arıdan hammaddeyi alır ve kovanda تنها bir yere giderek yüzeye dik pozisyonda tutunur. Daha sonra çenesini açarak dilini aşağı yukarı hareket ettirir ve bu işlem esnasında ağzında oluşan damla halindeki nektarı 5-10 saniye sonra tekrar içine geri çeker. Hammaddeyi defalarca havaya temas ettirerek suyunun bir miktar uçmasını sağlar. Bu dışarı çıkarma ve içine çekme hareketini 80-90 kez ve 15-20 dakika boyunca yaptıktan sonra, suyun rahat uçması için, ince bir film tabakası halinde, bir petek gözünün dibine serer. Bu işlem esnasında hammadde yarı olgunlaşmış (50-60% kuru madde) bir hale gelir (Doğaroğlu,1999;Crane,1980). Nektar akışının yoğun olduğu dönemlerde bu uygulama yapılmadan petek gözleri hızla doldurulduğu için, suyun uçurulması daha zordur. Nektar akışının zayıf olduğu dönemlerde ise arıların hammaddeyi suyunu rahat uçurmak amacı ile birden fazla gözün dibine serdikleri ve ağızları ile su uçurma işlemini yaptıkları görülür (Doğaroğlu,1999). İkinci pasif aşamada arılar yarı olgunlaşmış balı, petek gözlerinde olgunlaştırırlar. Bir kural olarak hücrelerin $\frac{1}{4}$ 'ü veya $\frac{1}{3}$ 'ü doldurulur. Ancak yoğun bir akış söz konusu ise ya da yer yetersizliği varsa o zaman hücrelerin $\frac{1}{2}$ 'si veya $\frac{3}{4}$ 'ü doldurulur. Normalde bal neredeyse olgunlaştığında arılar bunun yerini tekrar değiştirirler ve gözlerin $\frac{3}{4}$ 'ü doldurulur (Suyunu uçurmak maksadıyla ilk aşamada ballar kuluçkalığa serilir, daha sonra toplanarak ballıktaki uygun gözlerle depolanır). Eksik doldurulan bu gözler üzerinde arılar kanat çırparak bir hava akımı oluştururlar ve bu şekilde ham balın suyu uçurularak olgunlaşma tamamlanır. Son olgunlaşma, balın göze ilk konduğu andaki nemine, gözün doluluğuna, kovandaki hava hareketine (koloninin gücüne bağlı), sıcaklığa ve havanın bağıl nemine bağlı olarak 1-3 gün sürer. Bal tamamen olgunlaştığı zaman, %20 veya daha az nem içerdiğinde, arılar gözleri tamamen doldururlar ve hava kalmayacak şekilde balmumu ile kapatırlar. Bu kapatma işlemi balın çevreden nem alarak fermente olmasını engellemek amacını taşır (Maurizio, 1979a, Doğaroğlu,1999; Aston ve Bucknall, 2004).

2.5.3. Balın Olgunlaşmasındaki Kimyasal Değişimler

Arılar kovanda sıvıyı, nektar veya salgıdan bala çevirirken, daha yüksek şeker içeriği ile sonuçlanan arılardan salgılanan enzimler sayesinde bazı kimyasal değişimler meydana gelir. Bu enzimler arılardaki bir bez tarafından salgılanan invertazla beraber diastaz ve glikoz oksidazdır. İvertaz enzimleri, hammaddedeki sakarozu glikoz ve fruktoza çevirir ve bu esnada balda bulunan fakat hammaddede bulunmayan bazı yüksek şekerler sentezlenir. Hammaddedeki şekerler, olgun balın karakteristik yapısına çevrilir. Enzimlerin çoğunun arıdan salgılandığı ancak bir miktar invertazın bitki nektarından da geldiği bilinmektedir. Özellikle salgı invertaz açısından zengindir. Hammadde orijinine bağlı olarak değişen oranlarda sakaroz ve başka şekerleri içerir. Arılar tarafından salgılanan diastaz enzimi nişastayı parçalar. Bu enzimin özellikle polen sindiriminde kullanıldığı tahmin edilmektedir. Diastaz enzimi balın oluşumunda invertaz kadar etkin bir rol oynamamakla beraber, balda belirgin miktarda bulunur. Glikoz oksidaz enzimi ise glikozla reaksiyona girerek glukonalakton (glukonik asit; baldaki ana asit) ve hidrojen peroksit oluşturur. Yarı oluşmuş baldaki hidrojen peroksidin bal tamamen olgunlaşana kadar onu bakteriyel bozulmadan koruduğu bilinmektedir. Hidrojen peroksit dayanıklı bir bileşik değildir ve glikoz oksidaz aktivitesi görünür ışıktaki azalır. Ancak kovanda balın depolandığı alanlar neredeyse tamamen karanlıktır (Crane,1980; Maurizio, 1979a).

2.5.4. Bal ve Nektar Akımını Etkileyen Faktörler

Belli bir alanda arıcılar kontrolündeki arılar tarafından üretilebilecek bal miktarı 4 ana faktöre bağlıdır (Crane, 1979c):

- Alanda bulunan bitkilerin ürettikleri nektar, salgı ve polen miktarı (Polen genç arıların ihtiyacı olan proteini sağlar).
- Koloninin bal toplama kapasitesi ve alanı
- Tüm nektar kaynaklarına ulaşacak sayıda arı olup olmadığı
- İklim şartları

Tek bir çiçeğin nektarın üretilebilecek bal miktarı, salgılanan nektarın toplam miktarına ve nektarın şeker içeriğine bağlıdır. Pek çok bitkide bir seferde çok az miktarlarda nektar bulunur. Örneğin beyaz yoncada bulunan nektar miktarı bir toplu iğnenin başının 20 katı kadardır. Çok nektar üreten bitkilerde bile bu miktar yarım çay kaşığı kadar olabilir (Crane, 1979c). Bal arısının kursağının bir kez nektar ile dolması için arının küçük çiçeklerde 1100-1446 ziyaret yapması gerekirken, büyük çiçeklerde bu rakam 100'ün altına inebilir. Arı türleri arasında değişkenlik olmasına

rağmen, bir arının bir seferde taşıyabileceği nektar miktarı ortalama 70 mg. civarındadır (Doğaroğlu,1999).

Arılar genellikle kovadan 1-2 km.lik mesafedeki alan içerisinde bal toplarlar. Ancak 13 km'ye kadar uçabilecekleri bilinmektedir. Arıların bal toplama alanı kovanın etrafındaki sabit bir daire değildir. Bu alan, kara parçasının şekline, bitki örtüsüne ve iklim şartlarına bağlı olarak genellikle değişken ve düzensiz bir alandır. Ormanlar ve dağlar, alanı her yönde sınırlandırabilir. Arılar genellikle bir tepenin gölgesinde kalmış gölgeli alanlara uçmayı tercih etmezler. 1 km.lik bir uçuş 3 km²'lik bir alan sağlarken, 2 km.lik bir uçuş yaklaşık 12 km².lik bir alan sağlar (Crane, 1979c).

Arılar balı bitkilerden hammaddeyi temin ettikten sonra yapabilirler. Dolayısıyla eğer nektar arılar için ulaşamaz ise veya onları çekmeye yetecek kadar tatlı değilse veya arılar çiçeği şekli veya davranışı nedeniyle yorucu bulurlarsa, bu durumda bitkide üretilen nektarın bal için kullanılma şansı kalmaz (Crane, 1979c).

Balın sürekli kovana akması ve arıcının istediği zaman alabilmesi ancak bitkilerin yıl boyunca çiçek açıp, nektar verdikleri durumda doğrudur. Bu tür yerler ise dünyada oldukça azdır. Zengin bitki örtüsüne sahip alt tropik bölgelerde bile yılda 1-2 aylık aktif olmayan dönemler vardır. Diğer yerlerde ise daha uzun ölü sezonlar vardır. Bu da kış aylarına denk gelmektedir. Tropik bölgelerde ise kurak sezon veya aşırı yağmur olan dönemlerde aktivite olmaz. Hiç bir arı hava sıcaklığı 12°C'nin altında iken uçamaz. Hava sıcaklığı yeterince yüksek olmazsa bitkiler nektar üretemez. Her bitkinin nektar üretebileceği minimum sıcaklık farklıdır (Crane, 1979c).

2.6. Bal Çeşitleri

Bal, kaynağına, mevsime göre, coğrafi orijine, fiziksel durumuna, elde ediliş veya satış şekline göre sınıflandırılabilir. Kaynağına göre ballar bitki orijinine göre sınıflandırılır. Bal tek bir çeşit bitkiden ya da pek çok farklı bitkiden elde edilmiş olabilir. Karışık bitkilerden elde edilmiş ballar bazı durumlarda “bahar balı” “yaz karışımı” “sonbahar çiçekleri” gibi hasat mevsimine göre adlandırılabilirler veya “dağ balı” “çöl balı” gibi hasat yerine göre de sınıflandırılabilirler. Fiziksel durumuna göre ballar sıvı halde iken “süzme bal” olarak, yarı kristal veya kristal halde ise “kristalize bal, sürülebilir bal” veya “petek balı” olarak sınıflandırılırlar. Hazırlama yöntemine göre “süzme bal” “pres balı” “filtre balı” ya da sadece kabaca temizlenmiş ballar “ham bal” olarak sınıflandırılabilirler. Satışa sunuş şekline göre tam petek, kesilmiş petek (paketlenmiş petek parçaları) veya sıvı bal içerisine atılmış bir miktar petek “petekli süzme bal” olarak sınıflandırılabilir (White, 2003).

TS-3006 (2002), bal standardında ise ballar elde ediliş kaynaklarına göre çiçek balı ve salgı balı olarak, elde ediliş şekillerine göre de petekli bal, süzme bal ve pres balı olarak sınıflandırılmaktadırlar. Çam balı, ülkemizin dünyaca ünlü salgı balı çeşididir. Ülkemiz çam balı üretiminde dünya birincisi olup, ihracatta da önemli yer tutmaktadır (Sunay ve diğ., 2004, Şahinler ve diğ., 2004).

2.7. Balın Yapısı

2.7.1. Balın Kompozisyonu

Balın temel bileşenlerinin en önemlisi karbonhidratlardır. Balın yaklaşık %70-80'ini fruktoz ve glikoz monosakkaritleri oluşturur. Sakaroz da dahil toplam disakkaritler %10 civarındadır. Buna karşılık tüm bu şekerlerin çözündüğü su miktarı ise balın %17-20'si kadardır. Ancak balın tat, aroma ve rengi gibi bilinen özellikleri, bu temel bileşenler tarafından değil, çok daha az miktarlarda bulunan başka eser bileşenler tarafından belirlenir. Bunlar amino asit ve diğer asitleri (özellikle glukonik asit), prolin ve tanenleri, glukosidik ve alkaloid maddeleri içermektedir (Crane,1980). Tablo 2.1'de balın temel bileşenleri görülmektedir. Tablo 2.1'de yer alan değişim aralıkları 4 farklı ülkede (Rusya, Amerika, Romanya, Avustralya) toplam 1063 numune üzerinde yapılan araştırmalar neticesinde elde edilmiştir (Crane,1990).

Tablo 2.1: Balın temel bileşenleri (Crane,1990).

	Değişim aralığı
En Önemli Bileşenler (Balın yaklaşık %99'u)	
Su	13.4-26.6
Fruktoz	21.7-53.9
Glikoz	20.4-44.4
Sakaroz	0.0-7.6
Diğer şekerler	
Disakkaritler	2.7-16.0
Yüksek Şekerler	0.1-8.5
Az Miktarda Olan Bileşenler (Balın yaklaşık %1'i)	
Toplam asitler (glukonik asit cinsinden)	0.17-1.17
Mineraller	0.02-1.03
Azot (amino asit ve proteinlerde)	0.00-0.13
Enzimler	
Aroma Bileşenleri	
Diğer Maddeler	

Balın aromasını oluşturan bileşenlerin bazıları tüm ballarda mevcuttur. Ancak bazıları da özel bazı bitkilerden alınmıştır ve sadece bu bitkilerden elde edilmiş ballarda tespit edilebilir. Balda çok tercih edilen bazı aromalar düşük kaynama noktalıdır. 30 -35°C üzerindeki her ısıtma işlemi balda aroma bileşiklerini açığa çıkartır (Crane,1990). Balın aromasına katkı yapan diğer bileşenler organik

asitlerdir. Tüm ballar biraz asidiktir (pH: 3.1-4.5) Bunlardan en önemlisi glukonik asit olup, glikoz oksidaz aktivitesi sonucu oluşur.

White (2003) balın ortalama yapısını 490 Amerika kaynaklı bal numunesine göre vermiştir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: Balın kompozisyonu^a (White,2003).

Bileşen	Ortalama	Standart Sapma	Aralık
Nem,%	17,2	1,5	12,2 - 22,9
Fruktoz,%	38,4	1,8	30,9 - 44,3
Glikoz,%	30,3	3,0	22,9 - 40,7
Sakaroze,%	1,3	0,9	0,2 - 7,6
Maltoz ^b , %	7,3	2,1	2,7 - 16,0
Yüksek Şekerler,%	1,4	1,1	0,1 - 3,8
Serbest Asitlik ,% (Glukonik cinsinden)	0,43	0,16	0,13 - 0,92
Lakton (Glukono- lakton olarak),%	0,14	0,07	0,0 - 0,37
Toplam Asitlik (Glukonik cinsinden)	0,57	0,20	0,17 - 1,17
Kül,%	0,169	0,15	0,02 - 1,028
Azot, %	0,041	0,026	0,00 - 0,133
pH	3,91		3,42 - 6,10
Diastaz ^c	20,8	9,8	2,1 - 62,1

^a Şeker değerleri 439 numunenin ortalamasını temsil etmektedir.

^b Maltoz cinsinden indirgen disakkaritler

^c Diastaz değerleri 292 numunenin ortalamasını temsil etmektedir.

Balın kimyasal yapısı değişkenlik göstermektedir. Tablo 2.3'de 18 bal bileşenin varyasyon katsayıları verilmiştir. Tablo 2.3'de de görüldüğü gibi 4 değer dışında tüm katsayılar büyüktür. Bu da balın yapısını etkileyen faktörlerin kompleks olduğunun bir göstergesidir. Her bal tipinin karakteristik bir aroması, lezzeti ve rengi vardır, dolayısıyla bu anlamda birbirlerinden ayırt edilmeleri mümkündür (White, 2003).

Tablo 2.3: Balın Yapısının Değişkenliği (White,2003).

Bileşen	Örnekler	Varyasyon Katsayısı (%)
Fruktoz	490	5,4
Glikoz	490	9,2
Toplam Asitlik	490	35
Yüksek Şekerler	490	69
Sakaroze	490	66
Maltoz	490	29
Fruktoz/Glikoz	490	10
Proline	740	40
Disakkaritler	439	24
Gerçek Protein	740	42
Izomaltoz/Maltoz	80	68

Tablo 2.3: Balın Yapısının Değişkenliği ^a (White,2003) (Devam ediyor)

Bileşen	Örnekler	Varyasyon Katsayısı (%)
Kül	490	89
Nitrojen	490	63
Diastaz	263	47
Polarizasyon	454	30
Monosakkaritler	439	5,9
$\delta^{13}\text{C}$	119	3,86
Bağlı Glikoz	81	115

2.7.2. Bal Bileşenleri

2.7.2.1. **Nem:** Balın su içeriğini, kovanda bal arılar tarafından olgunlaştırıldıktan sonra nektardan kalan nem oluşturur. Dolayısıyla balda nem miktarı, olgunlaşma hava ve iklim koşulları, salgılama hızı ve koloninin gücüne göre değişkenlik gösterir (White,2003). Balın nem içeriği raf ömrünü etkilediği için kritik bir faktördür. Nem içeriği 18%'in altında olan ballar fermentasyon riski olmadan depolanabilir (Krell,2001).

2.7.2.2. **Şekerler:** Balın katı kısmının %95'inden fazlasını karbonhidratlar oluşturur. Bunların başında monosakkaritler gelir ayrıca disakkaritler ve yüksek şekerler de mevcuttur. Bu güne kadar yapılan çeşitli çalışmalarda balda tespit edilen şekerler(White,1979 ve 2003; Krell,2001):

Monosakkaritler: D-glikoz, D-fruktoz

Disakkaritler: Sakaroz, maltoz, izomaltoz, nigeroz, turanoz, maltuloz, kojibiyoz, $\alpha\beta$ -trehaloz, gentiobiyoz, laminaribioz, neorehaloz

Yüksek Şekerler: Melizitoz, erloz, maltotrioz, 1-ketoz, panoz, izo maltosil glikoz, izo maltosil trioz, theandroz, sentoz, izopanoz, izomaltosil tetroz, izomaltosilpentaoz ve rafinoz'dur.

Bu şekerlerin pek çoğu nektarda bulunmaz, ancak balın olgunlaşması ve depolanması sırasında enzimler ve asitlerin etkisiyle oluşur (White,1979 ve 2003).

Hemen tüm bal çeşitlerinde fruktoz miktar olarak diğer şekerlerden fazladır. Sadece birkaç bal çeşidinde glikoz fruktozdan daha fazla olabilir. Balın şeker yapısında balda aktif olan enzimlerin ve asitlerin etkisi ile zamanla değişimler meydana gelir (Crane,1980; White, 1979).

Balın tatlılığı şekerler ile ilişkilidir. Bütün ballar tatlıdır, ancak bazı ballar diğerlerinden daha tatlıdır. Bu farklılık balların şeker içeriklerinin değişken olmasından kaynaklanmaktadır. Toplam şeker içeriği ve şeker kompozisyonu tatlılığı

etkilemektedir. Fruktöz sakarozdan biraz daha tatlıdır. Glikoz nispeten daha az tatlıdır ve benzeri şekilde maltoz da daha az tatlıdır. Balın tatlılığı genellikle fruktoz içeriği ile ilişkilidir. Çok tatlı olan bazı balların çok yüksek oranda fruktoz içerdiği bilinmektedir. Ancak tatlılıkta tek etken fruktoz miktarı değildir. Farklı şekerlerin nispi tatlılığı tüm konsantrasyonlarda aynı değildir ve pek çok şeker bir araya geldiklerinde tek başlarına olduğundan daha fazla tatlılık hissedilebilir. Sakarozun tatlılığı glikozdan daha erken hissedilir, dolayısıyla bir karışımda sakarozun tatlılığı hissedildikten sonra glikoz maksimum etkisini yapmış olur (Crane,1980).

2.7.2.3. Asitler: Balın asitliği başta glukonik asit olmak üzere, sitrik asit, formik asit, asetik asit, butirik asit, malik asit ve süksinik asitten ileri gelmektedir. Tüm ballarda bulunan glukonik asit arıların olgunlaşma sırasında ekledikleri glikoz oksidaz aktivitesi sonucu oluşur. Bu asitin baldaki miktarı farklı çevresel koşullara, koloninin gücüne ve nektarın şeker konsantrasyonuna göre, nektarın tamamen bala dönüşmesi için geçen zamanın bir göstergesi olabilir (White,1979 ve 2003). Çeşitli ballarda ayrıca laktik asit, maleik asit, malik asit, oksalik asit, piroglutamik asit, fumarik asit, tatarik asit ve α -ketoglutarik asit bulunabilir (Krell,2001).

2.7.2.4. Mineraller: Balın kül içeriği ağırlığının yaklaşık yüzde 0.17'si kadardır. Ancak bu miktar yüzde 0.02 ila 1 arasında değişkenlik gösterir. Yapılan araştırmalarda koyu renkli balların mineral içeriğinin açık renkli ballara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Balda potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, manganez, klorin, fosfor, sülfür, aliminyum, iyot, boron, titanyum, molibden, kobalt, çinko, kurşun, kalay, antimoni, krom, nikel ve silika maddeleri değişen miktarlarda tayin edilmiştir (Crane;1990; White,1979 ve 2003, Krell,2001).

2.7.2.5. Enzimler: Enzimler canlı hücrelerde bulunan ve pek çok reaksiyonda rol alan proteinlerdir. Balda bulunan enzimlerin çok büyük bir kısmı arılar tarafından ilave edilmektedir. Buna karşılık çok az miktarda bitki enzimleri de bulunabilir (White,2003).

Balda bulunan en önemli enzim nektardaki sakarozu, fruktoz ve glikoza parçalayan (inversiyona uğratarak) invertaz enzimidir. Bu enzim maya invertazından farklı olarak glikoz molekülünü serbest glikozu oluşturmak üzere suya veya daha kompleks bileşikler oluşturmak üzere diğer şekerlere taşır. Bu durum ise balda sık rastlanmayan bazı şekerlerin bulunmasına yol açar. Bal invertazı ayrıştırılıp sakarozu etki ettirildiğinde pek çok oligosakkaritler ürettiği tespit edilmiştir. Enzimin aktivitesi sürdüğü taktirde tüm bu şekerlerin glikoz ve fruktoza hidrolize olduğu gözlemlenmiştir (White,1979 ve 2003). Isı ile zarar görmediği zaman baldaki

invertaz enzimi aktivitesini ekstraksiyondan sonra da sürdürmeye ve sakarozu parçalamaya devam eder. Yoğun nektar akışı nedeniyle veya yüksek şeker içeriğinden dolayı arıların nektarda fazla işlem yapmalarını gerektirmeyen ballarda bu enzimin miktarı azdır (White,2003).

Glikoz oksidaz enzimi de arı tarafından nektara ilave edilen bir enzimdir. Nektarın olgunlaşması sırasında enzim glikozu glukonik asitle dengeye gelecek olan glikonolaktona okside eder. Oluşan asit ortam olgunlaşma esnasında nektarın fermente olmasına engel olur. Reaksiyon esnasında oluşan hidrojen peroksit de olgunlaşan nektarın bozulmaya karşı dayanıklılığını artırır (White,2003). Glikoz oksidaz enzimi sadece sıvı veya olgunlaşmamış balda aktiftir ve şeker konsantrasyonu %23-30 iken en aktif halledir (Crane,1990). Tam olgunlaşmış balda bu enzimin aktivitesi yok denecek kadar azdır. Balın antibakteriyel aktivitesi hidrojen peroksitten ileri gelmektedir (White,2003). Bu enzim görünür ışığa ve ısıya duyarlıdır (Crane,1980)

Niştayı parçalan diastaz enzimi de nektara olgunlaşma esnasında arı tarafından ilave edilir. Nektarlar nişasta içermediğinden, bu enzimin fonksiyonu tam olarak bilinmemektedir (White,2003). Arıların bu enzimi polen taneciklerindeki niştayı sindirmek için kullandıkları tahmin edilmektedir (White,1979). Bu enzimde diğer enzimler gibi ısı ile inaktive olur. Ayrıca diastaz enzimi ısıya invertazdan daha duyarlıdır. Bu özellikleri nedeniyle yıllardır ballara uygulanan ısıl işlemleri tahminlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu enzimin miktarı depolama esnasında da depolama sıcaklığına bağlı olarak azalır. Örneğin balın 30°C'de 200 gün depolanması diastaz enzimini yarıya düşürür. Balın 60°C'de 1 gün veya 70°C'de 4,5 saat tutulmasını aynı sonucu doğurur. Bu enziminde baldaki miktarı, tıpkı invertazda olduğu gibi, yoğun nektar akış dönemlerinde ve şeker içeriği yüksek konsantre nektarlardan bal üretildiğinde düşük olur. (White, 1979 ve 2003, Crane,1980). Diğer bir taraftan, arılar balı tamamen katı şekerden elde ettiklerinde bu balın enzim içeriği yüksek olur. Nedeni ise arıların şekeri kovana alıp depolayabilmesi için, önce nemlendirmeleri ve seyreltmeleri gerekliliğidir (Crane,1980).

Bazı çalışmalarda balda katalaz (glikoz oksidaz aktivitesini düzenleyerek hidrojen peroksit dengesini sağlar) ve bir asit fosfataz (organik fosfatlardan fosfatları uzaklaştıran) enzimine de rastlandığı rapor edilmiştir. Ancak laktaz, proteaz, lipaz ve inulaz enzimlerinin balda bulunduğu dair herhangi bir ipucuna rastlanmamıştır (Crane,1990; White,2003).

İnvertaz, glikoz oksidaz ve amilaz (diastaz) enzimlerinin kaynağı işçi arıların salgılarıdır. Bir miktar amilaz enzimin bitki kaynaklı olduğu bilinmektedir. Katalaz ve asit fosfataz enzimleri ise tamamen bitki kaynaklıdır (Crane,1990)

Farklı bal tiplerinin enzim aktivitelerindeki varyasyon, nektar toplama süresi (ve dolayısıyla koloninin fizyolojik durumu), nektarın şeker içeriği ve nektar akışı, arıların yaşı (öncü arılar daha fazla sindirim enzimi salgırlar), polen tüketimi..vb. gibi pek çok faktörden kaynaklanır (Oddo ve diğ, 1999).

2.7.2.6. **Proteinler:** Enzim proteinlerine ilave olarak balda çok az protein bulunur. Balda bulunan azotlu bileşiklerin 35-65% kadarının protein olmayan kaynaklardan geldiği bilinmektedir. Dolayısıyla azot içeriğini bir faktör ile çarparak balda bulunabilecek protein miktarını tahminlemeye çalışmak doğru bir yöntem değildir. Bal proteinlerinin bir kısmı arıdan bir kısmı da çiçekten gelebilmektedir (White, 2003). Yapılan çeşitli araştırmalarda balda albüminlere, globünlere, proteozlara ve peptonlara rastlanmıştır (White,1979).

2.7.2.7. **Amino asitler:** Baldaki protein olmayan azotun büyük bir kısmı amino asitlerden gelmektedir. Amino asitlerin bir kısmı nektara arılar tarafından nektar toplama esnasında ilave edilmektedir ve bir kısmı da bitkiden taşınmaktadır. Yapılan araştırmalarda bazı amino asitlerin birbirlerine oranlarının balın üretim alanını karakterize edebildiği tespit edilmiştir. Prolin baldaki en belirgin amino asittir (White, 2003). Yapılan çeşitli araştırmalarda farklı floral orijine ait ballarda prolinden başka ; lizin, histidin, arginin, aspartik asit, tirionin, serin, glutamik asit, glisin, alanin, sistin, valin, metionin, izolösin, lösin, tirozin, fenilalanin, triptofan amino asitlerine rastlanmıştır (White,1979).

2.7.2.8. **Vitaminler:** Balın küçük ve değişken miktarlarda en az altı vitamin içerdiği belirlenmiştir. Bunlar riboflavin, pantotenik asit, niasin, tiamin, piridoksin ve askorbik asit olarak rapor edilmiştir (White, 2003). Balda ayrıca biotin ve folik asite de rastlanmıştır (Krell,2001).

2.7.2.9. **Renk:** Balın renginden sorumlu olan maddeler tam olarak bilinmemektedir. Balların rengi su beyazından, koyu kahveye kadar değişebilmektedir (Krell,2001). Yapılan bir çalışmada karabuğday balında karoten tespit edilmiştir (White, 1979). Başka bir çalışmada ise açık renkli balların, yağda çözünür renk maddelerine göre daha fazla suda çözünür renk maddesi içerdikleri tespit edilmiştir. Koyu renkli ballarda da tam tersi bir durumla karşılaşmıştır. Doğada yağda çözünür renk maddeleri karotenoidlerdir. Balda bulunan polifenollerin

hava ile koyu renkli materyallere okside olduğu belirlenmiştir. Balın rengini, nektar ve bal tarafından polenden ekstrakte edilen flavanoid pigmentlerinin ve amino-karbonil reaksiyonundan melanoidin maddesinin oluşturduğu yapılan bazı çalışmalarda elde edilmiş bilgilerdir. Asit çevrenin şekerlere etkisi (karamelizasyon) ve fenolik maddelerin demir ile reaksiyonu da renk üzerine etki etmektedir. Balın rengi, ısıtıldığında veya depolama esnasında koyulaşır (White, 2003). Bu koyulaşmanın direkt veya indirekt olarak HMF üretimi ile de ilişkili olduğu bilinmektedir. Metal kontaminasyonu da balın rengini koyulaştıran bir faktördür. Farklı ballar aynı koşullar altında farklı hızlarda koyulaşır. Ayrıca boş açık renkli kovanlar kullanılarak yapılan balın, yavru yetiştirme nedeni ile rengi koyulaşmış kovanlarda yapılan bala göre daha açık renkli olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla arıcılık açısından yavrulu kovanların kullanımı uygun değildir (Crane,1980).

Bal kristalleştiğinde daha açık renkli görünür. Bu kısmen sıvı balın ışık geçirgenliği ve kristalleşmiş balın opaklığı ile ilgilidir. Kristalleşmiş balda, kristal yapısı ne kadar küçük ise renk o kadar açık görünür (Crane,1980).

Rengin lezzetle ilişki olduğu bilinmektedir. Pek çok açık renkli balda yumuşak bir lezzet alınırken, koyu renkli ballarda keskin ve belirgin bir tat dikkat çekmektedir (White, 2003). Balın rengi, balın pazar değerini belirleyici olarak oldukça önemli bir özelliktir. Zira koyu renkli ballar genellikle endüstriyel olarak açık renkli ballar ise direkt tüketim için kullanılmaktadır (Krell,2001).Dünya bal pazarında açık renkli ballar genellikle koyu renkli ballardan daha yüksek fiyatlara satılmaktadır (Crane,1980).

2.7.2.10. Aroma ve Lezzet: Aroma ve lezzet balın en önemli karakteristik özellikleri olmasına rağmen oldukça sınırlı bilgi mevcuttur. Her balın özgün bir lezzete sahip olması nedeniyle sonsuz denecek kadar fazla aroma ve lezzet varyasyonları olabilir. Balın bitki nektar kaynaklarının çeşitliliği kadar farklı çeşitlerde bal aroma ve lezzeti vardır. Balda aroma ve lezzeti uçucu bileşiklerin, şekerlerin, amino asit ve diğer asitlerin, tanninlerin, uçucu olmayan iz miktardaki maddelerin, ve bazı ballarda da bitki kaynağına özel glikozit ve alkaloid bileşiklerin oluşturduğu bilinmektedir. Balda pek çok uçucu organik bileşik tespit edilmiştir. Tablo 2.4'de çeşitli bilimsel çalışmalarda ballarda tespit edilmiş aroma maddeleri görülmektedir. Bunların tümü tek bir bal çeşidinde bulunmayabilir (Crane,1990; White,1979 ve 2003). Balda çok beğenilen bazı aroma maddelerinin düşük kaynama noktalı veya diğer ifade ile çok uçucu bileşikler olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla balın ısıtılması

veya kovanda sıcaklığın 30-35°C'nin üzerine çıkması aromasını azaltmaktadır (Crane,1990).

Tablo 2.4. Çeşitli araştırmalarda balda tespit edilen aroma maddeleri (White,2003; Crane,1990).

Keton ve Aldehitler	Alkoller	Esterler
Formaldehit	Izopropanol	Metil format
Asetaldehit	Etanol	Etil format
Propionaldehit	2-Butanol	Metilasetat
Izobutiraldehit	n-Butanol	Etilasetat
Butiraldehit	3-Pentanol	Propil asetat
Izovaleraldehit	n-Pentanol	İsopropil asetat
Metakrolein	Izobutanol	Etil propionat
Aseton	3-Metil-2-butanol	Metil butirat
Metil etil keton	3-Metil-1-butanol	Etil butirat
Valeraldehit	n-Butanol	İzoamil butirat
Kaproaldehit	B-Methallil alkol	Metil valerat
Metakrolein	2-Metil-1-butanol	Etil valerat
Diasetilasetoin	Pentietil alkol	Metil iso valerat
Benzaldehit	Metanol	Etil valerat
Furfural	Propan-1-ol	Metil isovalerat
	Benzil alkol	Metil pruvanat
	Butan-1-ol	Metil benzoat
	2-pentiletanol	Etil benzoat
	3-pentilpropan-1-ol	Metil fenilasetat
	4-pentilbutan-1-ol	Etilfenilasetat
	Furfural alkol	Metilantrenilat
	Pentan-1-ol	Diğerleri
		Dietil eter

Balın aroması ve lezzeti ısıtma ve depolama ile değişebilmektedir. Hatta aşırı ısıtma şekerlere, asitlere ve proteinlere olan etkisi nedeniyle bazı istenmeyen aroma ve lezzet bileşenleri oluşmasına neden olabilmektedir (White,2003).

Bir bal tadım uzmanı tek kaynaktan elde edilmiş balları koklayarak ve tadarak tanıyabilmekte hatta karışık kaynaklardan elde edilmiş ballar için bitki orijinlerini de belirleyebilmektedir. Ancak bazı aroma ve lezzet bileşenleri diğer bileşenlerin algısını baskılayabilir. Bitki orijininin ekonomik öneme sahip olduğu bal ithalat, ihracat, paketleme ve dolum firmaları bal tadım uzmanları ile çalışmaktadır (Crane,1980).

2.7.2.11. Hidroksimetilfurfural (HMF): Bu bileşik basit şekerlerin (monosakkaritlerin) özellikle fruktozun asit varlığında yıkılma ürünüdür. Bu yıkılma kovanda balın olgunlaşması sırasında dahi fruktoz ve asit konsantrasyonlarının belirgin hale gelmesiyle başlayabilir. Pek çok kimyasal reaksiyon gibi ısı ile hızlanır. Balın kalite kontrolünde bala uygulanan ısıl işlemin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar ısıl işlem görmemiş balların 10 ppm(mg/kg) den düşük miktarda HMF içerdiğini ortaya koymuştur. Isıl işlem görmüş ballarda bu miktar ortalama 33 ppm olarak tespit edilmiştir (White, 2003 ve 1979).

2.7.3. Balda Kristalleşme

Balın bileşimindeki şekerlerin çeşit ve miktarları balın viskozitesini, kristalleşme durumunu ve enerji değerini etkiler (Zürcher ve Hadorn, 1974). Çok doymuş çözeltilerde, normalde olabileceğinden daha fazla madde çözülmüş halde bulunur. Bu çözeltiler dayanıklı değildir ve zaman içerisinde fazla katıların kristalize olması ile dayanıklı hallerine geri dönerler. Pek çok bal glikoz içeriklerine bağlı olarak bu kategoride yer alır ve fazla glikozun kristalize olması ile dengeye gelir. Kristalize olan katı kısım glikozun monohidratıdır. Kristalleşme eğilimi ve miktarı balın şeker yapısı, nem içeriği ve sıcaklıkla ilgilidir (White, 1979 ve 2003). Peteklerde kapalı her hücre balın nemden, tozdan, diğer kontaminantlardan, ve diğer kristallerden korunmasını sağlar. Bu nedenle genellikle bal petekte kristalleşmez (Crane, 1980). Bazı ballar hiçbir zaman kristalize olmaz iken bazıları da petekten süzüldükten sonra bir kaç gün içerisinde kristalleşir. (White, 1979 ve 2003). Kristalleşmenin başlıca sebepleri; balın oluşmasında yararlanılan çiçeklerin türü, kovandan alımın geç veya erken olması, eski peteklerin kullanılması, balın içerdiği hava kabarcıkları, polen ve diğer partiküllerin miktarı, balın depolandığı yerin nem ve sıcaklığı ile ambalaj kaplarının çeşididir (Zürcher ve Hadorn, 1974).

Kristalleşme için en uygun sıcaklık 14°C olup, 10°C'nin altında kristalleşme yavaşlar. Ancak 26,5°C'nin üzerinde ise bal kristalize olmaz (Zürcher ve Hadorn, 1974).

Glikoz/su , fruktoz/glikoz ve glikoz-su/fruktoz oranlarının kristalleşme ile olan ilişkileri dikkate alındığında glikoz/su oranı 1.7 den küçük, fruktoz/glikoz oranı 1.64 den büyük, glikoz-su/fruktoz oranı ise 0.27 den küçük olan balların daha geç kristallendiği bilinmektedir. Bu bilgilere ilaveten glikoz/su oranı 2,1 den büyük, fruktoz/glikoz oranı 1.25 den küçük ve glikoz-su/fruktoz oranı 0.42 den büyük olan ballar çabuk kristalleşmektedir (Zürcher ve Hadorn, 1974).

Balın kristal yapısı genellikle kristal büyümesi için çekirdek teşkil edecek çok küçük asılı partiküllerin bulunup bulunmamasına bağlıdır. Bu çekirdekler gözle görülemeyecek kadar küçük olsalar da temiz balda da bulunabilirler. Bunlar çok küçük kristaller, hava kabarcıkları, balmumu parçacıkları, polenler, havadan veya balın ambalajından gelen toz olabilir (Crane,1980). Kristalleşme esnasında su serbest hale geçtiğinden sıvı fazın nem içeriği artar, bu da fermentasyon riskinin artırır. Dolayısıyla yarı kristal haldeki ballarda depolama sorun olabilir. Bu gibi durumlarda kontrollü bir şekilde balın tamamen kristalleşmesi koruyucu bir önlemdir (Krell,2001).

2.7.4. Balda Fermentasyon

Balın bozulması fermentasyonla gerçekleşir. Fermentasyon balda bulunan mayaların yine balda bulunan şekerleri enerji kaynağı olarak kullanarak çoğalmaları sonucu meydana gelir. Maya faaliyeti esnasında balın aroma ve lezzetini bozan pek çok madde de oluşur. Mayalar çiçeklerin nektaryumlarında bulunur ve bala nektarla bulaşır. Pek çoğu nektarın bala dönüştürülmesi esnasında ölür ancak hayatta kalan bir kaç maya şartlar uygun olduğunda gelişerek balı fermente eder. Balın fermente olma ihtimali nem oranı ve içerdiği maya sayısı ile ilişkilidir. Nem oranı %19'un üzerinde ise, fermente olma ihtimali yüksek, nem oranı %17'nin altında ise fermente olma ihtimali düşüktür. Düşük nem içerikli ballarda, şeker konsantrasyonu çok yüksek olduğundan mayalar bu ortamda gelişemez. Ancak bal kristalleşirken, kristaller arasındaki sıvı kısım, katıların uzaklaşmasıyla seyrelir ve bu kısmın nem içeriği 4-5% oranında artar. Bu olay pek çok balı fermente olabilecek duruma getirir. Ancak çok sert kristalleşmiş balların bu duruma gelmesi yumuşak ballara göre daha uzun sürer. Mayalar 10°C'nin altında ve 27°C'nin üzerinde gelişemezler. Bu bakımdan balın kontrollü şartlarda depolanmasıyla fermentasyonun engellenmesi mümkündür. Salgı balları çok nadir fermente olurlar. Ancak bu ballarda bazen

küflerden kaynaklanan farklı bir bozulma gözlenebilir. Bu durumda balın yüzeyinde köpükler ve tipik bir koku oluşur (Hooper, 2005; White,1980).

2.7.5. Balın Yapısını Etkileyen Faktörler

Balın yapısı en temel olarak arıların nektarı (ve diğer şeker içeren bileşikleri) topladıkları alanın çevresel koşullarından etkilenir. Zira bu koşullar o alanda bulunan floranın çeşitliliğini ve tipini ve dolayısıyla balın yapısını etkilemektedir (White, 2003).

Nektarın bileşimi: Bitki kaynağına göre değişmekle beraber yapısında aşağıdaki maddeler tespit edilmiştir:

- Şekerler: Sakaroz, glikoz, fruktoz, ksiloz, rafinoz, melezitoz, trehaloz, melibioz, maltoz, dextrin ve rhamnoz.
- Vitaminler: C vitamini ve bazı B vitaminleri
- Amino asitler: 13 amino asit tespit edilmiş, bunların içerisinde prolin, aspartik asit, glutamik asit, serine, glisin ve alanin yer almaktadır.
- Mineraller: Potasyum, kalsiyum.. vb. gibi.
- Organik asitler: Glukonik asit ve sitrik asit vb. gibi.
- Pigmentler
- Aromatik bileşikler. Alkoller ve aldehitler
- Enzimler: İnvertaz, transglukosidaz, transfruktosidaz, tyroinase, fosfatazlar ve oksidazlar.
- Mukus, sakızımsı maddeler, eter alkoller ve dekstrin.
- Polen, küf, maya ve bakteriler
- Askorbik asit başta olmak üzere antioksidanlar
- Yağlar, alkaloidler ve proteinler.

Yüksek oranda şeker içeren nektarların, diğerlerine oranla nispeten daha yüksek oranlarda amino asit, lipit ve antioksidan madde içerdiği tespit edilmiştir.

Nektarlar şeker içeriklerine göre üçe ayrılır;

- Sakarozu yüksek oranda içeren nektarlar : Tüplü çiçeklerde bulunur ve gizli nektaryumlarda üretilir.
- Fruktoz ve glikoz (az miktarda sakaroz) içeren nektarlar: Açık çiçeklerde bulunur ve korunmamış nektaryumlarda üretilir. Genellikle glikozdan fazla früktoz içerir.
- Sakaroz, glikoz ve fruktozu yaklaşık eşit oranlarda içeren nektarlar.

Nektarın tipi balın kristalleşme özelliklerini etkiler. Nektardan bal üretimi esnasında uçurulan su, nektarlarda bulunan az miktardaki bileşenlerin daha belirgin ve konsantre bir hale gelmesini sağlar. Bala aroma, tat ve lezzetini veren bileşiklerde bu konsantre bileşenlerden oluşur (Aston ve Bucknall, 2004).

Yüksek şeker içeren nektarlardan üretilen balların enzim içeriğinin nispeten düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni bu nektarların daha konsantre olması ve arıların suyu uçurmak için daha az işleme ihtiyacı duymaları olarak açıklanabilir. Diğer bir taraftan katı şekerden üretilen balların enzim içeriğinin daha yüksek oluşu da, arıların bu şekeri seyreltme işlemi esnasında ona enzim ilave ediyor olmalarıdır. (Crane,1990).

Nektar akışının yoğun olduğu zamanlarda arıların gelen nektarı işleyecek yeterli zamanı olmadığından bu balların enzim içeriklerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Bu konu 2.5.2 balın oluşumu bölümünde detaylı olarak incelenmiştir) (Crane,1990).

Balın depolanması esnasında, ambalaj kaplarının çeşidine, ortamın bağıl nemine, sıcaklığına ve balların ışığa maruz kalmasına bağlı olarak kimyasal ve fiziksel yapısında bir takım değişiklikler meydana gelebilir. Bal higroskopik özelliği nedeniyle ortamdaki nem alabilir veya nem kaybederek kristalleşebilir. Ayrıca HMF miktarı artarken, enzim aktivitesi düşebilir. Enzimlerin faaliyetine bağlı olarak şeker yapısında bazı değişiklikler meydana gelebilir. Örneğin invertaz enzimi faaliyetine devam ederek sakarozu parçalamaya devam eder (Hooper,2005; White,1980). Bu enzim aynı zamanda, glikozu diğer şekerlere taşıyarak çeşitli yüksek şekerlerin oluşmasına yol açabilir (White,2003). Balın şeker yapısının değişiminin, enzim aktivitesi, balın asitliği ve balın düşük nem içeriği ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Konsantre glikoz ve fruktoz solüsyonlarında asit varlığında disakkaritlerin ve diğer karbonhidratların oluştuğu tespit edilmiştir. Depolanan balda invertaz aktivitesi ile sakaroz yıkılmaya devam ederken, enzimin özelliği, asit varlığı ve düşük nem içeriği nedeniyle disakkaritler ve yüksek şekerler de oluşur. Ancak bu iki prosesin gerçekleşmesi nispeten sınırlıdır ve belli bir noktada durur. Depolanması esnasında balın monosakkaritleri azalır, disakkarit ve yüksek şekerleri ise artar (White, 1979).

2.8. Balla İlgili Standartlar

T.S.E. nin 3036 no.lu standardında ve Türk Gıda Kodeksi bal tebliğinde (2005/49), balın özelliklerine ilişkin olması gereken değerler verilmiştir.

Tablo 2.5: Balla İlgili Ulusal Standartlar

Özellikler	TSE (3036)	Türk Gıda Kodeksi
Yabancı Madde	Bulunmamalı	Bulunmamalı
Koku Ve Tat	Yabancı koku ve tat içeremez	Yabancı koku ve tat içeremez
Renk (Pfund Skala)	Su beyazından koyu kahve-rengine kadar - Çiçek, Genellikle koyu- Salgı	Minimum 60 - Salgı balı
Nem Miktarı (%)	Maksimum 20	Maksimum 20
Asit m.q. g/kg	Maksimum 40	Maksimum 50
Diastaz Sayısı (DN)	Minimum 8	Minimum 8 Narenciye-Minimum 3 (HMF 15'den düşük olmalı)
Hidroksimetil Furfural(HMF) mg/kg	Maksimum 40	Maksimum 40 Maksimum 80-tropikal ballar
İnvert Şeker (%) (Kütlece)	Minimum 65 - Çiçek Minimum 60 – Salgı	-
Sakkaroz (%)	Maksimum 5 – Çiçek Maksimum 10 – Salgı	Maksimum 5 – Çiçek Maksimum 10 –Salgı
Kül Miktarı (%)	Maksimum 0.6 –Çiçek Maksimum 1.2 – Salgı	-
Suda Çözünmeyen Madde Miktarı (%)	Maximum 0.1	Maksimum 0.1-bal 0.5 -pres balı
İletkenlik (ms/cm)		Maximum 0.8 –çiçek Minimum 0.8-salgı-kestane (800 µS/cm)
Naftalin(ppb)		10
Fruktoz / Glikoz	-	0.9-1.4 – Çiçek 1-1.4 – Çam
Glikoz-Fruktoz (g/100g)		Minimum 60-çiçek Minimum 45-çam
Nişasta	Bulunmamalı	-
Şeker Protein Farkı-C13 Analizi	-	Maksimum (-)1 – Çiçek Maksium (-) 1.2 –Çam
%C4	-	Maksimum 7 – Çiçek Maksium 10 –Çam
Ticari Glikoz	Bulunmamalı	Bulunmamalı
Boyar Madde	Bulunmamalı	-
E. Coli	Bulunmamalı	Bulunmamalı
Salmonella	Bulunmamalı	Bulunmamalı
Maya ve Küf	Bulunmamalı	-

Balda herhangi bir taşıyış yapıp yapılmadığının tespiti özellikle bu konuda sıkı yaptırımları olan ülkelere ihracat konusunda ön plana çıkmaktadır. DENLEG 2000/10 sayılı Avrupa Birliği Komisyonu direktifine göre de balın orijininin, kaynağının, duysal karakteristiklerinin, fizikokimyasal özelliklerinin ve bölgesel

orijininin belirlenmiş olması gereklidir. Son olarak düzenlenen 2001/110/ECC sayılı direktifte de Avrupa Birliği ülkelerinde satışa sunulabilecek bal tipleri ve balların genel kimyasal özelliklerine ilişkin değerler verilmiştir. Ancak bu parametrelerle, balın botanik veya yöresel orijini ile bir ilişkilendirme yapılamadığı da bilindiği için son yıllarda farklı yöntemlerden yararlanmak yoluna gidilmiştir. 2001/110/ECC sayılı Bal Direktifi'ne ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (2005/49)'ne göre ürünün bitki orijininin etikette belirtilebilmesi için, ürünün tanımlanan kaynaktan gelmiş olması, onun duyuusal, mikroskobik ve fizikokimyasal özelliklerini taşıyor olması gereklidir. Ürünün belli bir coğrafi orijine göre etiketlenebilmesi için tamamen o bölgeden gelmiş olması gerekmektedir.

Avrupa Birliği yasalarında (2001/700/EC), birliğe üye olmayan ülkeler “üçüncü” ülkeler olarak adlandırılmaktadır. Bu tebliğde verilen listede Türkiye'nin de içinde bulunduğu, Avrupa Birliği'ne bal ihraç edebilecek ülkelerin bir listesi yer almaktadır . Bu listede yer alan her ülkeden, ihraç ettikleri ürünlerin Avrupa Birliği yasalarına uygunluğunu garanti etmeleri beklenmektedir.

2.9. Balda Orijin

Orijinlerine göre ballar elde edildikleri çiçeklerin türüne göre veya elde edildikleri bölgeye göre isimlendirilmektedir. Tek bir çeşit çiçekten elde edilmiş ballara “mono-flora”, karışık çiçeklerden elde edilmiş ballara “poli-flora” denir.

2.9.1. Balda Orijin Tespitinin Önemi

Ülkemiz bilindiği gibi coğrafik ve iklim yapısına bağlı olarak flora bakımından en zengin ülkeler arasındadır. Güneşin bolluğu, iklim itibarıyla dört mevsimin yaşanıyor olabildiğinin doğal sonucu olarak da çok farklı renk ve lezzetlerde bal çeşitliliği ve zenginliği mevcuttur. Yurdumuzda üretilen balların, aroma ve lezzeti, dünya da başka ülkelerde bulunmamaktadır. Bal rekoltesi yüksek ülkelerde dahi çeşitlilik oldukça sınırlıdır. Uluslararası bal ticaretinde balın fiyatı menşei ve kalitesi ile direkt ilişkilidir ve Çin balları oldukça düşük fiyatlardan alıcı bulmaktadır. Dolayısıyla pahalı ve kaliteli ballara, daha düşük kalitede (aroma ve lezzet olarak) balların katılması dünyada yaygın olarak yapılan bir işlemdir. Ancak bu durumun ambalajın etiketinde belirtilmesi ve balın hangi orijinlere ait olduğunun yazılması gereklidir. Oysa pek çok ülkede içeriğinde birkaç farklı orijine ait bal bulunduğu halde, ambalajında tek bir orijin (en kaliteli ve pahalı olan) belirtilerek bal satışı yapılmaktadır. Ambalajda sadece tek bir orijinin belirtilmesi, hem tüketiciyi aldatmak hem de ticarete haksız rekabete neden olmak adına etiğe aykırı bir durum teşkil etmektedir. Özellikle diğer

orijinlere göre daha ucuz ve kalitesiz olan Çin ballarının çeşitli kanallardan, diğer orijinlere ait kaliteli ve pahalı ballara karıştırılarak satılıyor olmasının önüne geçilememektedir. Ayrıca, Çin ve Arjantin ballarında son yıllarda yaşanan kalıntı problemleri de bu orijinlere ait balların kalitesini iyice düşürmüştü ve bu balların diğer orijinlerle karışması halinde ortaya çıkabilecek riskleri arttırmıştır.

Dünyada bal ithalatında en önemli pazarlar olan Avrupa ve Amerika ithal ettikleri ballarda mutlaka kalıntı ve hile araması yapmakta ve kalıntı ya da hile tespit edilen ballar geri iade edilmektedir. Eğer bir ülkeye ait ballarda kalıntı ya da hile problemi çok sık yaşanır ya da yasaklanmış bir ilacın kullanıldığı tespit edilirse, bu ülkenin Avrupa ve Amerika'ya bal satışı yasaklanmaktadır. Bunun en güzel örneği Çin ballarında yaşanmıştır. Bu orijine ait ballarda tespit edilen yasaklanmış bir antibiyotik, bu ülkeden Avrupa ve Amerika'ya bal ihracatının durdurulmasına neden olmuştur (Martin,2002). Balda orijin tespiti analizleri ile bu tip balların diğer orijinlere ait ballar ile karıştırılıp karıştırılmadığının anlaşılması da mümkündür.

Ülkeler arası imzalanmış çeşitli ticari anlaşmalara göre her ülkenin bir diğer ülkeye ihraç edebileceği malların miktarı belirlenmiştir. Orijin değiştirme kotaların, ticari yasa ve düzenlemelerin aşılması anlamında da kullanılan bir yöntemdir. Dolayısıyla tüm bunlar göz önüne alındığında balda orijin tespitinin gümrük laboratuvarları için de son derece önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır (Hecking, 2001).

Türk ballarının dünya piyasalarındaki yeri gelişme göstermekle birlikte bazı olumsuzlukları da taşımaktadır. Sektörde, geçmiş yıllarda bazı ihracatçıların, aldıkları balı kontrol ettirmemeleri yani ne aldıklarını bilmemeleri ve bunun neticesinde istemeyerek de olsa yurtdışına hileli bal göndermeleri sebebi ile özellikle Avrupa ve Amerika pazarlarında Türk ballarına kuşku ile yaklaşılmaktadır.

Doğal bala, glikoz, fruktoz, HFCS (yüksek fruktozlu mısır şurubu) gibi şeker şuruplarının karıştırılması veya arıların bal akım döneminde şekerle ya da şeker şurubu ile beslenmesi neticesinde Türk balı sahte olarak değerlendirilmektedir. Avrupa Birliği'ne girmeye çalıştığımız şu günlerde, ihraç pazarlarında oluşan bu izlenim neticesinde, her an Avrupa'nın bal ithalatçıları listesinden çıkarılma ve ülke ballarının Avrupa'ya girişine yasak getirilmesi durumu söz konusudur.

Ayrıca yurtdışından sahte bal tanısıyla iade edilmiş pek çok partinin, iç piyasaya sürülebileceği ve bu durumun dürüst ve bilinçli çalışan pek çok firmalar açısından, haksız rekabet ve tüketicinin aldatılması ile sonuçlanacaktır.

Ülkemizde de, dünyada olduğu gibi balın fiyatının belirlenmesindeki en önemli faktörlerden biri, balın menşeidir. Balda orijin tespiti, ülkemiz arıcılık sektörü

açısından önemli bir gelir kaynağı olan bal ihracatı açısından da çok büyük önem taşımaktadır. Bal konusunda ülkemiz flora zenginliği yeteri kadar kullanamamakta ve yurtdışındaki Türk balı imajına üretim aşamasından başlayarak ihracata kadar geçen süreçte bazı bilinçsiz ve yanlış uygulamalar neticesinde zarar verilmektedir.

Ülkemizde balda hile sorunu, büyük bir problem teşkil etmektedir. Günümüzde tüketiciyi aldatmaya yönelik yapılan uygulamaların başında (arının şeker şurubu ile beslenmesi, bala invert şeker şurubu, yüksek fruktozlu mısır şurubu, glikoz şurubu, sakaroz şurubu gibi çeşitli şeker şuruplarının doğrudan ilave edilmesi), ve bazı bal ambalajlayan firmaların teknik donanım ve bilgi eksikliği nedeniyle balın doğal yapısını ve özelliklerini bozabilecek işlem uygulamaları gelmektedir (Sunay ve diğ., 2004).

Piyasada saf balların yanında pek çok hileli bal da satılmaktadır. Şekerli ballar arıların, şeker şurubu ile beslenmeleri neticesinde elde edilen ballardır. Arı balı çiçeğin nektarından değil, hemen kovanın önüne konmuş olan şekerden imal eder. Bu şekilde üretilen ballar, doğanın ve çiçeklerin özünü sağlığını taşımamaktadır. Yapay ballar ise şeker şuruplarına aroma ve boya ilavesi ile üretilen ürünler olup, bu durumun etiketlerinde mutlaka belirtilmesi gerekir. Ancak piyasada, etiketinde yapay bal olduğu belirtilmemiş pek çok ürün bal adı altında satılmaktadır. Bunların yanı sıra bir de doğal ballara çeşitli şeker şurupları, su, nişasta vs. katılarak yapılan hile yöntemleri vardır. Burada amaç ucuz maddeler katarak miktarın artırılmasıdır. (Sunay ve diğ., 2004).

Balda hilenin tespiti ülkemizde olduğu kadar dünyada da önemli bir sorundur. Geliştirilen yeni yöntemlerle bala katılan şeker şurupları balın doğal yapısına çok benzer özellikler göstermektedir. Hatta bala enzim, aroma maddesi gibi ilavelerde yapılarak, tüketicinin olduğu kadar bilim dünyasının da yanıltılması amaçlanmaktadır. Doğal bala, şeker kamışı ve mısır gibi karbon-4 (C4) bitkilerinden elde edilen şeker şuruplarından yapılan katkıların tespitinde kullanılan bir yöntem de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}$) izotop oranı metodudur. Bu prosedürde, saf baldan ekstrakte edilen proteinin $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ değeri standart olarak alınır ve test edilen balın $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ değeri bu standartla kıyaslanır. Bal ve protein arasındaki $\delta^{13}\text{C}$ değeri (-1) veya daha negatif ise, bu durum bala C4 şekerlerle yapılan hileyi gösterir. Ancak bazı durumlarda bu yöntem bile tek başına yeterli olmamaktadır. Zira bala karbon-3 (C3) bitkilerden yapılan şeker şurubu ilaveleri bu yöntemle tespit edilememektedir (Korth ve Ralston, 2002).

Bala yapılan hileler ne kadar profesyonelce olursa olsun, balın yapısında mutlaka bir takım değişiklikler meydana getirecektir. Balın doğal yapısına dair elde edilen verilerle, tespit edilen bu değişiklikler karşılaştırıldığında, balda ne türlü hile yapılmış olursa olsun kesin olarak tespiti mümkün olacaktır. Bu anlamda balda orijin tespiti, bal sektöründe haksız rekabetin önlenmesi, tüketicinin korunması ve piyasadan sahte balcılığın silinmesi anlamında çok büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca giderek artan ve karmaşık bir hale gelen uluslararası bal ticaretinde, farklı kalitede balların orijininin tespit edilerek ayırt edilebilmesi ve bu sayede haksız rekabetin de önüne geçilmesi de çok önemli bir başka husustur.

2.9.2. Balda Orijin Tespiti

Balın orijininin belirlenmesinde, balın polen yapısı, amino asit oranları, aroma bileşikleri, karbonhidrat yapıları, enzim aktiviteleri, flavonoidleri, mineral içeriği, organik asitleri, fenolik bileşikleri, karbon izotop oranları gibi çeşitli faktörlerin etken olduğu tespit edilmiştir. Dünyada yapılan araştırmalarda mono-flora balların menşei belirlenmesinde, bu faktörlerin etkili bir şekilde kullanılabildiği belirlenmiştir. Ancak ülkemizin farklı bölgelerinde üretilen ülkemize has karışık çiçek balları gibi poli-flora ballarda tek bir faktör yeterli olmamakta ve net bir ayırım sağlanamamaktadır.

2.9.2.1. Polen Analizi

Bir arı bir çiçeği ziyaret ederken az veya çok anterlerine temas eder (çiçeğin morfolojisine bağlı olarak). Bu esnada bazı olgun polenler balın içerisine düşer ve nektarlar birlikte arının bal kesesine emilirler. Dolayısıyla petekte olgunlaşan balda ve petekten süzülmüş balda hala mevcuttur. Balın nektarı çiçeklerden gelen polen tanecikleri ile karakterize edilir. Salgı balı ise bitkinin yüzey florasından kaynaklanan, az miktardaki yeşil alg hücreleri, sporlar ve küflerle karakterize edilir (Maurizio, 1979b).

Polenler ayrıca, arıların çiçekleri ziyaretleri sırasında vücutlarındaki tüycüklere yapışarak da kovanda olgunlaşmaya bırakılmış bala taşınırlar. Hatta havada uçuşan polenler de peteklerin üzerine düşerek bala karışabilir. Rüzgar ile tozlaşan bitkilerin polenleri bala genellikle bu şekilde ulaşır. Son olarak polen bala, arıcının balı süzmesi esnasında girebilir. Polen yavruların gelişmesi için protein kaynağı olarak kullanıldığından, yavrulu petek gözleri daha fazla polen içerir. Ayrıca arılar tıpkı nektar gibi poleni de bitkilerden toplayarak polen sepetleriyle kovana getirir ve petek gözlerine depolarlar (ortalama büyüklükte bir arı kolonisi yılda 20-57 kg. polen toplar). Dolayısıyla bazı petek gözleri sadece polen içerir ve balın süzülmesi

esnasında tüm bunlar bala karışabilir (Maurizio, 1979b, Bryant, 2001, Aston ve Bucknall, 2004).

Piyasada tek bir çeşit çiçekten (mono-flora) veya karışık çiçeklerden (poli-flora) elde edilmiş pek çok farklı türde bal bulunmaktadır. Ülkemizde balın bitki orijinine göre etiketlenerek satışına izin verilmektedir (2001/110/ECC, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, 2005/49). Tek çiçekten elde edilmiş mono-flora ballar, o çiçeğe özel ve iyi tanımlanmış bir aromaya, mikroskopik ve fizikokimyasal özelliklere sahip olmalıdır (Verzera ve diğ., 1998). Aksi takdirde balın bitki orijini ambalajda belirtilemez ve o isimle satılamaz (2001/110/ECC, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, 2005/49) .

Literatürde polen analiz metotları ve polen tipleri tanımlanmıştır (Hodges, 1984; Sawyer, 1988; D'Albore, 1997; Kapp, 1971; Iwanami ve diğ. 1988; Faegri, 1989; Von der Ohe ve diğ., 2004).

Polen analizi ile botanik orijin tespiti : Balın botanik orijininin tespitinde polenlerin mikroskopik analizle belirlenmesi ve miktarının tespit edilmesi referans metot olarak kullanılmaktadır. Metot belli bir miktar baldaki polenlerin mikroskopik inceleme ile tanımlanması (Referans bitki preparatlarındaki polenler ile kıyaslanarak, morfolojik özelliklerine göre familya ya da tür bazında), sayılması ve her farklı polenin toplam sayılan polen miktarına oranlanması prensibine dayanır. Nektarlı bitkilerin nispi polen sıklıkları balın elde edildiği bitkilere dair bir bilgi sağlar. Genelde, baldaki tek bir bitkiye ait polen düzeyi %45'in üzerindeyse bu ballar mono-flora olarak tanımlanmaktadır. Ancak eğer bitki kaynağı, ortalama göre çok veya az polen üreten özellikte ise bu oran geçerli değildir. Örneğin kestane balında polenlerin %90'ının kestane pollenlerinden geliyor olması gerekir, buna karşılık narenciye balında polenlerin %10'unun narenciyeden gelmesi yeterlidir (Anklam, 1998; Louveaux ve diğ., 1978; Von der Ohe ve diğ., 2004). Bu yöntem bazı mono-flora balların bitki orijininin tespitinde etkin bir şekilde kullanılabilen ve bal o bitkinin ismi altında satışa sunulabilmektedir. Ancak yöntemin en büyük dezavantajı, belli bir miktar balda bulunan polenlerin miktar ve oranlarının farklı bitki türlerinin yapısı ve biyolojisinden çok fazla etkilenmesidir. Farklı bitkiler farklı miktarlarda polen ve nektar üretirler. Bazı bitkilerin ürettikleri nektar miktarı, ürettikleri polen miktarından çok fazladır, ya da tam tersi bir durum söz konusudur. Bazı bitkilerde ise nektar anterlerden özel bölümlerle ayrılmıştır. Polen miktarını ayrıca nektarın nem içeriği, kovanın kaynağa mesafesi ve arıcılık uygulamaları da etkilemektedir. Yüksek nem içerikli nektarlardan üretilen balların polen miktarı daha fazla olur. Kaynak kovana uzak ise üretilen balın polen içeriği daha düşük olur (Uçuş yolunda arı vücuduna yapışan polenlerin bir kısmını kaybedebilir). Dolayısıyla balda bulunan polenlerin

miktarları her zaman balın elde edildiği nektar ile orantılı değildir. Bu faktörlerin bir kısmı (arıcılık uygulamaları, kovanın kaynağa uzaklığı ve nektarın nem içeriği) kontrol edilemez ancak farklı bitkilerin biyolojileri incelenerek nektara ne kadar polen yükledikleri tespit edilebilir. Dolayısıyla saf mono-flora ballarla ya da deneysel olarak tek bir çeşit çiçekten üretilmiş ballarla yapılmış çalışmalar bazı bitki balları için bu yöntemin referans olarak kullanılmasına olanak tanımaktadır (Maurizio,1979b).

Demianowicz (1961,1964) tarafından yapılmış 13 yıl süren bir çalışmada kafesli kovanlar kullanılmış ve arıların sadece tek bir bitki çeşidinden beslenmeleri sağlanarak bal edilmiştir. Araştırmacı bu çalışmada 18 farklı bitki kategorisindeki polen miktarlarını incelemiş ve bulunan değerlerin beklenenin üzerinde ya da altında olup olmadığını belirlemiştir. Bu veriye dayanarak 18 bitki türü için “polen katsayıları”nı hesaplamış ve bu değerlerin balların bitki orijininin tespitinde kullanılabileceğini ileri sürmüştür. Demianowicz (1961,1964)’e göre incelenen bir bal numunesinde polenlerin nispi oranları tespit edildikten sonra, bu oranlar polen katsayısına bölünerek gerçek oranlar tespit edilebilir ve nektarın asıl kaynağı belirlenebilir. Ancak daha sonraki yıllarda başka araştırmacılar aynı bitkiler için farklı katsayılar ileri sürmüşler ve çelişkili sonuçlar ortaya çıkmıştır (Sawyer,1988;). Bu katsayıların doğru olarak belirlenebilmesi için benzer çalışmaların modern analiz ve arıcılık teknikleri kullanılarak, her bitki türü için ayrı ayrı tekrarlanması gerektiğini ileri sürülmüştür (Bryant, 2001).

Poli-flora ballarda tek bir dominant polen tayin edilemediğinden, bu ballar genellikle elde edildikleri coğrafi yöreye göre isimlendirilmekte ve bu şekilde satışa sunulmaktadır. Özellikle ülkemizde bu uygulama balın fiyatının belirlenmesinde en önemli kriterlerden biridir ve ihracatımızı da direkt olarak etkilemektedir.

Polen analizi ile coğrafi orijin tespiti : Balda polen analizi, balın bitki orijininin tespitinde ve bazı durumlarda da coğrafi orijin tespitinde kullanılabilmektedir. Ancak bu durumda belli yörelerin belli bitki örtüsüne sahip olması gerekmektedir. Tanımlanan karakteristik polen belli bölgeye özgü ve o bölge ile sınırlı olduğunda coğrafi orijinin doğru olarak tespiti mümkündür (Louveaux ve diğ.,1978). Bu yöntemde balın polen spektrumunun ve diğer bitki elementlerinin (algler, küfler, sporlar vb.) belli bir bölgenin florası veya referans spektrum ile veya literatürdeki tanımlamalarla uyumu kontrol edilir. Böylece balın elde edildiği bölgenin bitki örtüsüne dair bilgi sahibi olunabilir ve bu da coğrafi orijin tespitine olanak sağlayabilir. Bu yöntemde önemli olan belli bölgelere özgü bal çeşitlerinin ve bu bal çeşitlerine özgü polen kombinasyonlarının bilinmesidir. Dünyada özellikle kıtalar arası farklılıkları araştırmaya yönelik yapılmış çalışmalar vardır ve olumlu sonuçlar

vermiştir. Ancak bir kıtanın içerisinde üretilen ballardaki farklılıkları yakalamak çok daha zordur, daha fazla bilgi ve deneyim gerektirir. Avrupa'da yapılmış çalışmalarda kestane, narenciye gibi bazı mono-flora ballarda aynı kıta içerisinde coğrafi orijin belirlemek mümkün olmuştur. Bu yöntemle orijin tespiti için polen ve diğer partiküllerinin filtre yolu ile tutulmamış olması gereklidir (Maurizio, 1979b, Louveaux ve diğ., 1978; Von der Ohe ve diğ., 2004).

40 işlenmemiş bal numunesi ile yapılmış bir çalışmada 4 farklı ülkeye ait bal numunelerinin polen yapıları incelenmiş ve polenlerin ülkelere karakteristik özellikte olduğu tespit edilmiştir (Hecking, 2001). Moar (1985), Yeni Zelanda balları ile yaptığı bir çalışmada, polen analizi ile balların botanik ve coğrafi orijinini tespit etmeye çalışmıştır. Botanik orijin tespitinde kesin polen sayısının belirlenmesinin şart olduğunu ve karışık çiçek balları için, analistin yorumlarının kritik olduğunu ileri sürmüştür. Belli limitler dahilinde polen analizi ile balın geldiği coğrafi bölge tespit edilebilmiştir. Bazı durumlarda küçük bir bölge balını ayırt edebilirken bazen de kuzey ve güney Yeni Zelanda adalarını da içeren çok daha geniş bir bölgeyi belirleyebilmiştir (Moar,1985). Değişik bitki çeşitleri değişik miktarlarda polen üretmektedir. Polen miktarı mevsime göre değişkenlik gösterebilmekte ayrıca dişi ve erkek çiçeklerin nektar akımlarında farklılıklar olabilmektedir. Polenler arıların bal kesesinden filtre edilebilmekte veya arılar nektar almadan polen toplayabilmektedirler. Dolayısıyla, balın kaynağı olmayan pek çok polen balda bulunabilmektedir. Ayrıca balın polen içeriği filtre ile azaltılabilmekte ya da tamamen uzaklaştırılabilmektedir. Benzer şekilde bala dışarıdan polen ilave edilmesi de mümkündür ve hileli ballarda bu uygulamaya sık rastlanmaktadır (Anklam,1998). Geçtiğimiz yıllarda kalıntı problemi (kloramfenikol) yaşanan Çin orijinli balların ultrafiltrasyon yolu ile polenleri ve başka bileşenleri tutulduktan sonra diğer orijinlere ait ballarla karıştırılarak uluslararası ticarete girmiş olması ihtimali vardır. Bu tip durumlar göz önüne alındığında kıtalar arası orijin tespitinde de bu yöntemin her zaman tek başına yeterli olmayacağı açıktır.

Tüm bu nedenlerden ötürü balın polen içeriği veya polen sayısı, balın orijinini tespit etmede tek başına her zaman yeterli olmamaktadır. Bu analizlerde elde edilen bilgilerin, doğrulanabilmesi için balın duyuşal ve fizikokimyasal özelliklerinin de beraberinde incelenmesi tavsiye edilmektedir (Von der Ohe ve diğ., 2004).

2.9.2.2. Amino asit ve Proteinler

Baldaki en belirgin amino asit prolindir ve, toplam amino asitlerin %50-85 kadarına miktardadır. Bal ortalama %0.2 kadar, arı ve bitki kaynaklı olan protein içerir. Bunun

içerisinde enzimler de vardır. Anklam (1998), balın coğrafi orijininin tespitinde belli amino asitler arasındaki belli oranların kullanılabileceğini belirtmiştir.

Farklı botanik orijinlere ait (akasya, narenciye, kestane, ıhlamur, ormangülü, biberiye) ballar gaz kromatografi (GC) ile analiz edilmiş ve arginin, triptofan ve sistinin bazı ballar için karakteristik olduğu bulunmuştur. Bazı durumlarda toplam amino asit profilinin ballar arasında ayırım sağlayabildiği ancak yine de bazı ballar için tek bir amino asit veya bir grup amino asitin karakterize etmede yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır (Pirini ve diğerleri, 1992). Farklı botanik orijinlere ait İspanyol balları ile yapılan bir başka çalışmada da 16 amino asit HPLC ile tayin edilmiş ve ballar arasında botanik ve yöresel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Arquillue ve Marteache, 1987). İngiltere, Avustralya, Arjantin ve Kanada orijinli 45 bal numunesinde GC ile yapılan analizlerde 17 serbest amino asit belirlenmiştir. Avustralya, Arjantin ve Kanada balları arasında iyi bir ayırım sağlanmış, İngiltere balları Arjantin ve Kanada ballarına yakın özellikler göstermiş ve sadece başka analizler de yapıldığında ayırım sağlanabilmiştir (Gilbert ve diğ., 1981). Bir başka çalışmada, farklı botanik ve coğrafik orijinlerden gelen ballarda HPLC metotları ile toplam prolin, lösin, fenilalanin ve bunların enantiomerik oranları belirlenmiştir. Ballarda belirgin miktarlarda D-lösin ve D-fenil alanin bulunmuştur. Lösin aminoasitinin örnekler arasında büyük varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Yazarlar amino asitlerin enantiomerik oranlarının, depolama etkileri, yaşlanma ve bala uygulanan işleme teknikleri konusunda bilgi verebileceğini ileri sürmüşlerdir (Pawlowska ve Armstrong, 1994).

Iglesias ve diğ. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada da farklı botanik orijinlerden gelen (çiçek ve salgı balları) 46 bal numunesi, serbest amino asitlerine göre ayrıştırılmıştır. Numuneler önce fizikokimyasal özellikleri ve mikroskopik analiz sonuçlarına göre salgı ve çiçek balı olarak sınıflandırılmış, daha sonra amino asit analizleri ile elde edilen sonuçlar bu sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Numunelerin tamamı İspanya'da 2000 km²'lik bir alandan toplanmıştır. Balların %100'ü glutamik asit ve triptofan içeriklerine göre doğru olarak sınıflanmıştır. Araştırmacılar serbest aminoasitlerin botanik orijin tespiti için uygun indikatörler olduğunu belirtmişlerdir (Iglesias ve diğ., 2004). İspanyanın 6 farklı bölgesinden elde edilen 10 farklı botanik orijine ait 48 bal numunesinin serbest amino asit içeriği belirlenmiş ve lavanta balları tüm diğer ballardan belirgin şekilde yüksek tirosin içeri ile ayrılmıştır (Hermosin ve diğ., 2003). Arjantin'in 3 farklı bölgesinden toplanan 56 bal numunesinin amino asit içerikleri, botanik ve coğrafi orijin tespit amacıyla analiz edilmiştir. Numunelerin coğrafi bölgelere göre gruplandırılabilmesi ifade edilmiştir (Cometto ve diğ., 2003).

Marshall ve Williams (1987) Avustralya balındaki iz proteinleri araştırmak için sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) ve yüksek çözünürlüklü iki boyutlu elektroforez uygulamıştır. Tespit edilen protein bileşenlerinin büyük kısmının bitki yerine arı kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Sadece bir ayçiçek balındaki proteinlerin polen kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Marshall ve Williams, 1987). İspanyol balındaki değişik protein fraksiyonları poliakrilamid jelde elektroforez (PAGE) ile ayrılarak gözlenen farklı fraksiyon ile sınırlı düzeyde bir sınıflandırma sağlanabilmiştir (Rodriguez-Otero ve diğ., 1990). Baroni ve diğ., (2002) 6 farklı mono-flora balın bitki kaynaklı proteinlerini, Immunoblot tekniği ile analiz etmiş ve balları bitki orijinlerine göre ayırmıştır. Bu yöntemde ayçiçek ve okaliptüs polen ekstraktlarından elde edilen anti-polen antiodileri kullanılmıştır. Bu antiodiler, immunoblot analizi esnasında, ballarda bulunan ayçiçek ve okaliptüs polenlerine bağlanmışlardır. Yöntem ayçiçek ve okaliptüs ballarının diğeri ballardan ayrılmasında tatmin edici ve hassas sonuçlar vermiştir (Baroni ve diğ., 2002).

Balda botanik ve coğrafi orijin tespitinde amino asit profillerinin analizi, protein bileşenlerine göre da uygun bir yöntem olarak görünmektedir. Ancak ülke orijininin daha doğru belirlenebilmesi için, metotların diğeri tekniklerle birlikte uygulanmasında yarar vardır. Amino asit profilleri balın botanik kaynağı hakkında fikir verebilir. Arginin, triptofan ve sistin amino asitlerinin bazı çiçek balları için karakteristik olduğu tespit edilmiştir. Amino asitlerin enantiomerik oranları ise farklı işleme tekniklerinin tespiti ve dolayısıyla coğrafi orijin için kullanılabilir (Anklam, 1998).

2.9.2.3. Aroma Maddeleri

Balda bulunan uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler balın lezzet ve aromasına katkı yapan önemli bileşenlerdir ve balın bitki orijinine, işleme yöntemlerine ve depolanmasına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bal gibi kompleks ve karışık matrislerden bu bileşenlerin ayrıştırılıp tanımlanması oldukça zordur. İşleme yöntemleri veya uzun süre depolama sonucu bu bileşenlerde meydana gelen değişimleri tespit edebilmek için miktar tayini yapmak gereklidir. Bu bilgi ayrıca balın bitki orijini konusunda da fikir verebilir (Anklam, 1998).

Kanada balı ile yapılan bir çalışmada, inert atmosfer altında diklorometan ekstraksiyonunu takiben buhar distilasyonu yöntemi ile hidrokarbonlar, alkoller, fenoller, eterler, aldehyitler, ketonlar, esterler, furanlar ve azot bileşiklerinden oluşan kompleks bir karışım tespit edilmiştir. Gaz Kromatografi Kütle Spektroskopisi (GC-MS) ile metilfuran, kaproaldehit, oktan, furfural, furfural alkol, 1-hekzanol, m-ksilen, asetilfuran, HMF, benzaldehyit, alfapinen, fenol, betapinen, benzilalkol,

fenilasetaldehit, feniletil alkol, kampor, kumarin ve trans-karyofilenden oluşan 19 bileşen tanımlanmıştır (Bouseta ve Collin, 1995). Benzer analiz yöntemi ile yapılan bir başka çalışmada da iki farklı tür süpürge çalısı balı uçucu bileşenleri yardımı ile tanımlanmaya çalışılmıştır. Bal ekstraktının GCMS analizinde 400 madde tespit edilmiş ve sonuçlar 11 farklı bal tipi ile kıyaslanarak, iki tür süpürge çalısı balına özgü de 3'er farklı madde tayin edilmiştir (Guyot ve diğ., 1998)

Overton ve Manura (1994), farklı botanik orijinlerden 9 ticari bal numunesinin uçucu organik bileşenleri uçurulup, absorban bir reçinede tuzaklanarak, termal dezorspsyon GC-MS ile analiz etmiştir. Bu teknik tepe boşluğu (headspace) yöntemine göre 100 kat daha hassas bir şekilde ve daha geniş bir aralıktaki uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler belirlemeye imkan tanımıştır. Araştırmacılar, bu tekniğin bitki kaynağının tespitinde polen analizi ile birlikte kullanılabileceğini belirtmiştir (Overton ve Manura, 1994). İtalyan kestane balı (Bonaga ve Giumanini, 1986), akasya, ıhlamur (Grosch ve diğ., 1990) ve Avustralya okalıptüs balları (D'Arcy ve diğ., 1997) ile yapılmış benzer çalışmalardan elde edilen neticeler, balda uçucu bileşenlerin dikkatli bir şekilde analizi ile balda botanik orijin tespitinin mümkün olduğunu göstermektedir. Burada bileşenlerin izolasyon ve tespit yöntemleri büyük önem taşımaktadır. Verzera ve diğ., (1998) farklı botanik orijinlere ait (portakal, okalıptüs, kestane, sulla, kır çiçeği) bal numunelerini SPME (Katı faz mikro ekstraksiyon) GC-MS tekniği ile analiz etmişlerdir. Bal numunelerinde; alifatik, aromatik bileşenler, asiklik ve monosiklik monoterpenler ve bunların oksijenlenmiş türevleri, furan türevleri, sülfür ve azot içeren bileşikler olmak üzere toplam 113 farklı madde tespit etmiştir. Araştırmacılar, pek çok bileşenin tüm ballarda bulunduğunu ancak bazı spesifik maddeler arasındaki oranların bitki orijinine göre farklılık gösterdiğini, ayrıca bileşen kompozisyonunun her bal tipine özel olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca baldan aromatik maddelerin ekstraksiyonu esnasında, çeşitli çözücüler kullanılmasının, balda bulunmayan bazı aromatiklerin oluşmasına yol açıp, sonuçları değiştirebileceğini öne sürmüşlerdir. SPME tekniğinde bu risk bulunmadığından bu yöntemin özellikle balda aroma maddeleri ile botanik orijin tespiti çok uygun olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada belli botanik orijinlerde, bitki kaynağına özel bazı tipik maddeler belirlenebilmiştir (Verzera ve diğ., 1998).

Radovic ve diğ. (2001) 9 farklı botanik orijinden 8 farklı ülkeye ait toplam 43 bal numunesi ile yapılan GC-MS analizlerinde, botanik ve coğrafi orijinlere özel bazı işaretleyici maddeler bulmuştur. Araştırmacılar uçucu bileşenlerin balda orijin tespitinde önemli rolü olduğunu ileri sürmüşlerdir (Radovic ve diğ., 2001).

Son yıllarda gıdalarda aroma kalitesinin ve istenmeyen aromaların oluşumunun hızlı tespiti amacı ile geliştirilmiş elektronik burun teknikleri kullanılmaktadır. Lammertyn ve diğ. (2004) bu teknolojiyi bal aromalarının analizi için kullanmışlardır. Bu teknolojiye aslında hızlı GC ayrımı sonrası, minyatür bir kimyasal buhar sensörü dedeksiyonu ile, gıdaların aroma profillerinin çıkartılmasını içermektedir. Bu çalışmada farklı botanik orijinlere ait ballardan elde edilen aroma profilleri, kromatogramlar ve spektral olarak değerlendirilmiş, verilere temel bileşen analizi ve setler arası ayırma analizi uygulanarak, ballar botanik orijinlerine göre ayırt edilmeye çalışılmıştır. Metotla ilgili ortaya çıkan problem, tutulma zamanlarındaki kaymanın spektral yaklaşımda hatalara neden olmasıdır. Araştırmacılar bu sorunu ortadan kaldırmak için bir data işleme algoritması oluşturmuşlar ve 16 bal numunesinin 15'inin bitki orijinini doğru olarak belirleyebilmişlerdir (Lammertyn ve diğ., 2004). Üç farklı numune hazırlama tekniği kullanılarak 167 bal numunesi ile yapılan bir çalışmada, elektronik burun yöntemi ile klasik duyu analizi yöntemi ve fizikokimyasal özellikler (iletkenlik, früktoz/glikoz oranı) karşılaştırılmıştır. Bu yöntemle botanik orijin tespiti hedeflenmiştir, dataya temel bileşen analizi ve ayırt edici faktör analizi uygulanmıştır. Neticede bazı mono-flora balların (ıhlamur ve karahindiba), diğer ballardan kolaylıkla ayırt edilebildiği ancak bazı ballar için bu yöntemin yanı sıra diğer klasik yöntemlerin (polen, duyu analizi, kimyasal analiz) de kullanımının gerekebileceği sonucuna varılmıştır (Ampuero ve diğ., 2003)

2.9.2.4. Karbonhidratlar (Şekerler)

Sınırlı bulunan ve yüksek fiyatlı bir ürün olan bala invert şeker şurubu, mısır şurubu ve HFCS gibi çeşitli şeker şuruplarının ilave edilmesi sık rastlanan bir hile yöntemidir. Dolayısıyla balın karbonhidrat yapısının bilinmesi, hilelerin tespiti açısından önemli bir bilgi sağlar. Sakkaritlerin tespitinde çeşitli fiziksel, kimyasal ve enzimatik yöntemler kullanılabilir. İnce tabaka kromatografisi, GC, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ve amperometrik atımlı dedektörlü iyon kromatografisi en sık kullanılan yöntemlerdir (Anklam, 1988).

Zunin ve diğ. (1987) tarafından yapılan bir çalışmada hileli İtalyan bal numunelerinin şeker yapıları GC ile tespit edilmiştir. Maltoz/izomaltoz oranı hile tespiti için uygun bulunmamıştır ancak, balın sakaroz ve erloz içeriğinin hile tespit amacıyla kullanılabilirliği belirtilmiştir. Kimyasal ve enzimatik yöntemlerle invert şeker ve HFCS üretimi esnasında oligosakkaritler oluşmaktadır. Bu oligosakkaritlerin balda tespit edilmesi, hilenin belirlenmesi için bir yöntem olarak kullanılabilir (Anklam, 1988).

91 İngiliz bal numunesinin oligosakkarit profilleri yüksek performanslı anyon değiştirici sıvı kromatografi ve pulse amprometrik dedektör (PAD) ile analiz edilmiştir. Çoklu değişken istatistik tekniklerin uygulanmasıyla bu profillerin, balların botanik orijinin tespitinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Goodall ve diğ., 1995).

2.9.2.5. Enzim Aktivitesi

Balda enzim aktivitesi genellikle balın depolama süresinin ve bala uygulanan ısıl işlemin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla genellikle diastaz sayısı ölçölmektedir. Ancak ballardaki enzim miktarları çok değişken ve pek çok faktörden etkilenebilen parametreler olduğu için orijin tespiti için uygun değildir (Anklam, 1998).

2.9.2.6. Flavonoidler

Flavonoidler bitkilerin fenolik pigmentleridir. Pek çok bitki yüksek miktarlarda flavanoid içerir ve her bitkinin farklı bir flavanoid profili vardır. flavanoid miktarı polende 0.5%, propoliste 10% ve balda 6mg/kg kadardır (Anklam, 1998).

Amiot ve diğ.(1989) balda flavanoid analizinin botanik ve coğrafi orijin tespitinde kullanılabilecek bir teknik olduğunu belirtmişlerdir. İki çiçek ve iki çam olmak üzere dört farklı İsviçre balında HPLC ile yapılmış analizlerde tespit edilen ana flavanoid pinosembrin (2-3 ppm) olmuştur (Bogdanov, 1989). Ayçiçek balının GC ile analizinde yapılan bir çalışmada da altı flavon/flavol ve dört flavanon/flavol belirlenmiştir. Pinosembrin en önemli flavonoidtir (Berahia ve diğ. 1993). Yirmi Portekiz süpürge çalı balı HPLC ile analiz edilmiştir. Flavonoidlerin toplam miktarı 60-500 µg / 100 gr bal aralığında değişkenlik göstermiştir. Buna karşılık İspanyol üçğöl ballarında bu miktar 500-2000 µg / 100 gr bal olarak bulunmuştur. Ana flavonoidler, flavanonlar (pinosembrin, pinobanksin) ve flavonlar (krisin, galanjin) olmuştur. Bütün numuneler en az 22 bileşenden oluşan benzer bir flavanoid yapısı göstermişlerdir. Süpürge çalı balı için en karakteristik maddeler mirisitin, mirisitin-3-metil eter, mirisitin-3'-metil eter ve trisetin olarak tespit edilmiştir. Bu dört flavanoid diğer bitki ballarında bulunmamıştır (Ferrerres ve diğ., 1994a). Aynı araştırıcılar tarafından yapılmış bir başka çalışmada da flavanoid analizinin bitki orijini tespitinde kullanılabileceğini gösteren sonuçlar elde edilmiştir. Lavanta, üçğöl, narenciye ve süpürge çalı balları ile yapılan çalışmada, narenciye balında hesperetin, üçğöl balında 8-metoksi-kaemferol ve lavanta balında luteolin maddeleri ana flavanoid olarak tespit edilmiştir (Ferrerres ve diğ., 1994b). Yao ve diğ. (2004), 9 Avustralya okalıptüs balının flavonoidlerini analiz etmişler ve bitki orijinlerine göre tür bazında ayırt etmeye çalışmışlardır. Tüm bal numunelerinde trisetin, quersitin, luteolin,

mirisitin ve kaomferolde”n oluşan genel bir flavanoid profili gözlemlenmiştir. Araştırmacılar bu analizin okalıptüs ballarına yapılan tağşışın tespitinde kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca ballar arasında türe özgü kalitatif ve kantitatif farklılıklar tespit edilmiştir.

2.9.2.7. Mineral Madde ve Eser Elementler

Balın mineral madde ve eser element içeriği, çevresel kirlenme ve balın coğrafi orijini konularında fikir verebilir. Bu konuda yapılmış pek çok çalışma vardır. Rodriguez ve diğ. (1995) 24 İspanyol balı ile yaptıkları bir çalışmada, balların silikon, fosfor, sülfür, klor ve kül içeriklerini analiz etmişler ve fosfor ve klor içeriklerinin diğer bölgelere ait ballara göre yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Macaristan’da geniş bir bölgeden toplanan ballardaki eser element konsantrasyonları bu analizin çevresel indikatör olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Fodor ve Molnar, 1993). Sanayi bölgelerinden alınan ballardaki eser element miktarları daha yüksek bulunmuştur. Bu durum özellikle kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko için gerçekleşmiştir. Balda eser element tayininde grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometri (ETAAS) yöntemi kullanılmaktadır (Stein ve Umland, 1986). Venezuelanın Zulia eyaletinde üretilmiş 30 bal numunesi ile yapılan bir çalışmada, balların mineral içeriği belirlenmiştir. Araştırmacılar, Zulia ballarının mineral içeriğini daha önce yapılmış benzer çalışmalarla karşılaştırmışlar, İtalya, İspanya, Anadolu ve Sudi Arabistan ballarına göre farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir (Sulbaran de Ferrer ve diğ., 2004). Fredes ve Montenegro (2006) tarafından yapılmış bir başka çalışmada da Şili de üretilmiş farklı botanik ve coğrafi orijinlere ait 47 bal numunesinin ağır metal ve eser elementleri incelenmiştir. Numunelerin eser element miktarlarında botanik ve coğrafi orijine göre farklar olduğu belirlenmiştir.

2.9.2.8. Organik Asitler (Alifatik)

Farklı bal tiplerinin organik asit kompozisyonları ile ilgili yapılmış çok fazla çalışma olmamasına rağmen, balda organik asit profilinin ve istatistik tekniklerinin kullanımının balın kaynağı konusunda ek bilgi sağlayabildiği tahmin edilmektedir (Anklam, 1998).

4 mono-flora Yeni Zelanda balında yapılmış bir çalışmada GCMS ile 32 alifatik dikarboksilik asit, metilesterleri olarak tayin edilmiştir. Yeni Zelanda balları için 2-metilbutanediosik asit (O-metilmalisikasit) ve 4-hidroksi-3-metil-trans-2-pentenediosik asitin belirleyici maddeler olduğu öne sürülmüştür (Wilkins ve diğ. 1995). Katı faz ekstraksiyon sonrası HPLC kullanılarak yapılan bir çalışmada da farklı botanik orijinlere ait İtalyan ballarının organik asitleri incelenmiş ve ballarda

çeşitli konsantrasyonlarda glukonik asit, pürivik asit, malik asit, sitrik asit, süksinik asit ve fumarik asit tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, balların botanik orijinlerine göre sınıflandırılmasına olanak tanımaktadır (Cherchi ve diğ., 1994).

2.9.2.9. Fenolik Bileşikler

Aromatik karbonik asitler (fenolik asitler) bitkilerin fenil-propanoid metabolizması sırasında oluşurlar. Steeg ve Montag (1988) farklı botanik orijinlere ait balların fenolik asit içeriklerini metillendirme sonrası GC ile analiz etmişlerdir. Kolza ballarını, fenilpropanoik asit ile, karabuğday ballarını yüksek 4-hidroksibenzoik asit ve hiç fenilasetik asit bulunmaması ile, süpürge çalısı ballarını da yüksek konsantrasyonda benzoik asit, fenilasetikasit, mandelik asit ve betafenillaktik asit ile karakterize etmişlerdir (Steeg ve Montag, 1988). HPLC ile yapılan başka bir çalışmada da salgi, kestane ve orman çiçek balları fenolik asit profilleri ile ayırt edilebilmiştir (Jörg ve Sontag, 1992). Aynı araştırmacılar kestane, yonca, karahindiba, köknar, ıhlamur, narenciye, kolza, yalancı akasya ve ayçiçek balları ile yaptıkları bir başka çalışmada, kolza ve yalancı akasya ballarını fenolik maddelerinden net bir şekilde ayırabilmişlerdir. Buna karşılık diğer ballar arasında çok küçük farklılıklar gözlemlenmiştir (Jörg ve Sontag, 1993). Andrade ve diğ. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, süpürge çalısı, lavanta, akasya, kolza, ayçiçek, biberiye, narenciye, ormangülü, kekik, kestane ve *calluna* balı numuneleri, balların fenolik madde profilleri ve botanik orijinleri arasında bir ilişki bulunması amacıyla kapiler elektroforez yöntemi ile analiz edilmiştir. Kekik balında rosmarinik asit, süpürge çalısı balında ellajik asit, narenciye balında hesperetin ve lavanta balında narinjenin maddeleri potansiyel bitki işaretleyicisi olarak belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalar ballarda bulunan fenolik asitlerin, fenolik esterlerin ve aromatik karbonil bileşiklerin analizi ile botanik orijin konusunda bilgi sahibi olunabileceğini göstermektedir.

2.9.2.10. Sabit İzotoplar

Karbon sabit izotop oranı analizi (SIRA: Stable Isotope Ratio Analysis) bala diğer şekerlerle yapılan hilelerin tespitine olanak tanımaktadır. SIRA çeşitli gıdalara (bal, elma suyu, akça ağaç pekmezi vs.) mısır ve kamış şekeri ile yapılmış hilelerin tespitinde kullanılmaktadır. Bu metotta farklı foto sentetik çevrimlerle çeşitli bitki tipleri tarafından üretilmiş karbondaki az miktardaki ^{13}C içeriği ölçülmektedir. Pek çok meyve ve tohumlar Calvin çevrimi yaparak (C3) -25‰ 'e yakın ^{13}C değerleri verirler. Kamış ve mısır Hatch-Slack (C4) çevrimi yapan bitkilerdir ve ^{13}C değerleri -10‰ civarındadır (Anklam, 1998). Bir izotopik oran kütle spektrumuna (IRMS)

elemental analizör bağlanmasıyla, kesintisiz olarak izotopik ölçümler yapmak mümkündür (Pichlmayer ve Blochberger, 1988). Bu sistemle analiz edilmiş çeşitli balların $\delta^{13}\text{C}$ değerleri -23.2 ile -24.6‰ arasında bulunmuştur. Ancak bala C4 bitki şekerleriyle yapılan hileyi kanıtlamak için $\delta^{13}\text{C}$ değeri her zaman tek başına yeterli değildir. Genellikle bal proteini ile korelasyon içinde tespit edilirler. Protein değeri bir iç standart olarak kullanılabilir. Hileli bal numuneleri için +0.1‰'lik (aralık: +1.1'den - 0.9‰ a kadar) bir ortalama değer ölçülmüştür. Daha eksi farklar C4 bitki şekerleri ile yapılan hileyi gösterir (Roßmann ve diğ., 1992; White, 1992). Bu yöntemle hile tespit limiti %7'dir. C3 bitki şekerleri (pancar şekeri) ile yapılan hileler bu yöntemle ispat edilememektedir. Yine de bazı ballar için hile δD değerleri ile belirlenebilmektedir (Roßmann ve diğ., 1992).

Balın sabit karbon izotop oranı ve protein fraksiyonu arasındaki farkın, bala mısır ve kamış şekeri ile yapılan hileleri belirleme yöntemi olarak kullanılması suretiyle analiz edilen 50 hileli ve 38 şüpheli bal numunesiyle elde edilen sonuçlara göre 1‰ veya daha fazla farkın hileyi gösterdiği ileri sürülmüştür (White ve Winters, 1989)

Kerkvliet ve Meijer (2000), yaptıkları bir çalışma ile balın mikroskobik incelemesi ve $\delta\text{C}13$ değerleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 17 bal ve 6 şeker kamışı numunesinin, bitki fragmentlerini (halkalar, epidermal hücreler ve parankima hücreleri) saymış ve bu bilgiyi balların $\delta\text{C}13$ değerleri ile karşılaştırmışlardır. $\delta\text{C}13$ analizine göre hileli olan balların 10 gr.ında 150'den fazla parankima hücresi, ve/veya 10'dan fazla halka tespit edilmiştir. Araştırmacılar balların mikroskobik incelemesinin, şeker kamışı ve mısır şurubu ile yapılan hilelerin tespiti için iyi bir tarama testi olduğunu ileri sürmüşlerdir (Kerkvliet ve Meijer, 2000)

Lindner ve diğ. (1996) yaptıkları bir çalışmada İsrail bal numunelerinin $\delta^{13}\text{C}$ değerlerini MS ile, alkolik fermentasyonla üretilmiş etanollerin metil grubunun deuterium/hidrojen (D/H) miktarını, döteryum Nükleer Magnetik Rezonans (NMR) ile tespit etmişlerdir. Narenciye ballarının fermentasyonu ile elde edilmiş etanol numunelerinin D/H oranları, fermente narenciye suyundan elde edilmiş etanoller ile benzer bulunmuştur ve diğer ballardan elde edilen sonuçların 5 ppm kadar üzerindedir. D/H oranındaki bu fark narenciye ballarında hileyi doğrulama anlamında kullanılabilir. Bu çalışmada kullanılan tüm balların $\delta^{13}\text{C}$ değerleri birbirlerine benzer ve C3 bitkilerine tipik özellikte çıkmıştır. Bu durumda $\delta^{13}\text{C}$ ile ilgili Karbon SIRA testi botanik ve coğrafi orijin tespiti için uygun görünmemektedir ancak narenciye balları için yapılmış çalışma diğer bitki orijinlerine ait ballara ve farklı sabit izotoplara ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ gibi) genişletilebilir (Anklam, 1998).

2.9.2.11. Özel bileşenler

Yapılan çeşitli çalışmalarda bazı mono-flora ballarda bulunan özel bir takım bileşenlerin, bu ballar için muhtemel işaretleyici madde olabileceği ileri sürülmüştür. Gerekçe olarak bugüne kadar yapılan araştırmalarda bu maddelerin diğer ballarda da bulunduğu dair bir bilgi olmaması gösterilmektedir. Portekiz süpürge çalısı balının HPLC analizinde bulunan organik asitler, cis-trans-absisik asit ve trans-trans-absisik asit'in bu bal için işaretleyici olabileceği ileri sürülmüştür (Ferrerres ve diğ., 1996). Narenciye balında bulunan hesperetinnin de yine böyle bir madde olabileceği düşünülmektedir (Ferrerres ve diğ., 1993). Yine narenciye balında bulunan metil antranilat maddesinin de bu bala özgü karakteristik bir uçucu olduğu ve bu balın tanımlanmasında kullanıldığı bilinmektedir (Ferrerres ve diğ., 1994b). Kestane balında bulunan 3-aminoasetofenon uçucu bileşeninin de benzer bir madde olabileceği öngörülmektedir (Bonaga ve Giumanini, 1986). Dvash ve diğ. (2002) yakın infrared spektroskopi (NIRS) kullanarak yaptıkları bir çalışmada, avakado balına özgü bir şeker olan perseitol maddesinin konsantrasyonunu tespit etmeye çalışmışlardır. 109 bal numunesinin HPLC ile analiz edilmesi sonucu perseitol için referans değerler elde edilmiş ve tahminleme denklemleri geliştirilmiştir. Sonuç olarak NIRS analizinin, arıların avokado nektarından ne kadar topladıklarını gösterebileceği ancak avokado balının bitki orijinin tespiti için kullanılamayacağı değerlendirilmiştir (Dvash ve diğ., 2002).

Bu tip bileşenler bazı ballar için botanik orijin gösterebilir ancak bu maddelerin miktar tayininde, balın doğal bir ürün olması ve konsantrasyonların çok fazla varyasyon göstermesi nedeniyle, her zaman sorunlar olabileceği ve bazı maddelerin çok kolay bulunmaları nedeniyle ballara dışarıdan ilave edilebileceği de unutulmamalıdır (Anklam, 1998).

2.9.2.12. Çoklu Bileşen Analizi

İspanya'nın Galicia bölgesinden iki farklı üretim alanından alınan karışık çiçek ballarında 11 yasal kalite kontrol parametresi incelenmiş ve dataya istatistik tekniklerin uygulanmasıyla, ballar coğrafi orijinlerine göre ayırt edilebilmiştir. Nem ve serbest asitlik sınıflandırmada kullanılabilecek en önemli parametreler olarak tanımlanmıştır (Pena Crecente ve Herrero Latorre, 1993).

Nektar ve salgı ballarının 18 kimyasal ve fiziksel parametresi incelenerek yapılan bir çalışmada da, sonuçlar temel bileşen analizi yöntemi ile değerlendirilmiş ve ballar 6 sınıfa ayrılabilmiştir (akasya, kolza, ıhlamur, süpürge çalısı ve salgı balı). Birinci

temel bileşen, elektrik iletkenliği, kül, serbest asitlik , prolin, diastaz sayısı ve pH olarak bulunmuştur. (Krauze ve Zalewski, 1991).

Radovic ve diğ. (2001) piroliz kütle spektrumu (Py-MS) ile 10 farklı botanik, 7 farklı coğrafi orijine ait toplam 47 bal numunesini incelemişlerdir. Numunelere bitki orijinlerinin doğrulanması için önce polen analizi uygulanmıştır. Py-MS gıdaların kimyasal kompozisyonlarına göre sınıflandırılması için hızlı ve hassas bir tekniktir. Çalışmada elde edilen spektraya temel bileşen analizi, ayırma fonksiyon analizi gibi çeşitli istatistik teknikler uygulanmış ve ballar botanik orijinlerine göre sınıflandırılabilmiştir. Ancak coğrafi orijine göre sınıflandırma gerçekleştirilememiştir. Yazarlar bunun sebebinin belli bir coğrafi bölgede üretilen balların çok farklı botanik orijinlere sahip olması şeklinde yorumlamışlardır.

Helianthus annuus ve *Eucalyptus lanceolatus* balları arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan bir başka çalışmada, numunelerin fizikokimyasal özellikleri, enzim aktiviteleri ve reolojik özellikleri karşılaştırılmıştır. Balların mono floral orijinleri mikroskopik inceleme ile doğrulanmıştır (Bath ve Sigh., 1999)

Çoklu bileşen analizi, modern istatistik tekniklerin kullanımı ile balda botanik ve coğrafi orijin tespitinde uygun bir yöntemdir. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken husus, seçilen parametrelerin doğru olması ve laboratuvar masraflarını düşük tutabilmek için minimum sayıda olmasıdır (Anklam, 1998).

2.9.2.13. Duyusal Analiz

Temel olarak hepsi şeker ve sudan oluşmuş olmasına rağmen dünyanın çeşitli yerlerinde üretilmiş olan ballar lezzet, aroma, renk, doku gibi duyusal özellikleri açısından büyük farklılıklar gösterir. Nedeni ise balın hammaddesi olan nektar veya salgının geldiği çiçek ve bitkilerin çeşitliliğidir. Bu durum pazara standart ürünler sunmak anlamında bir sorun olarak görülmektedir. Bazı karakteristik özelliklerin tanımlanması ile, balları belli bitki ve coğrafik orijinlere göre sınıflandırarak, tüketiciye tipik özellikleri olan ürünler sunmak mümkündür (Ampuero ve diğ.,2003; Crane,1990; Oddo ve Piro, 2003)

Balın duyusal özellikleri kalitesini ve dolayısıyla fiyatını belirlemede önemli yer tutmaktadır (Krell,2001). Örneğin Dünya bal pazarında açık renkli ballar genellikle koyu renkli ballardan daha yüksek fiyatlara satılmaktadır. Günümüzde balın duyusal, fizikokimyasal özelliklerinin ve polen yapısının bir uzman tarafından incelenmesiyle bitki orijini hakkında fikir sahibi olmak mümkündür (Ruoff ve diğ.,2005). Bir bal tadım uzmanı tek kaynaktan hatta karışık kaynaklardan elde edilmiş balları koklayarak ve tadarak tanıyabilir. Bitki orijininin ekonomik öneme sahip olduğu bal

ithalat, ihracat, paketleme ve dolum firmaları bal tadım uzmanları ile çalışmaktadır(Crane,1980).

Balın duyuşsal özellikleri ile ilgili yapılmış pek çok çalışma vardır. Anupama ve diğ. (2003) 11 ticari Hint balının kantitatif tanımlayıcı analiz yöntemi ile duyuşsal özelliklerini incelemişlerdir. Çoklu varyasyon analizi sonucu numuneleri gruplamada kullanılabilecek önemli duyuşsal parametreleri;  i ek, meyve, balmumu, rafine edilmemiş şeker, kimyasal ve karamel aroması olarak tespit etmişlerdir (Anupama ve diğ.,2003). Güney İspanyada üretilen 5 farklı  i ek balı ile yapılmış başka bir çalışmada, üçgen test tekniği ile bu balları tanımlamada kullanılabilecek duyuşsal terimler belirlenmiştir. İstatistik teknik olarak Temel Bileşen Analizi (TBA) kullanılmış ve dört koku terimi (genel yoğunluk,  i ek, olgun meyve,  imen ve şeker), altı tat terimi (genel yoğunluk,  i ek, olgun meyve, asidik tat, acı tat ve tatlılık),    doku terimi (viskozite, sakızımsılık ve gran ll l k) ve trigeminal duyuları etkileyen bir terim (ağızda sıcaklık hissi veren acı biberimsilik) seçilmiştir (Soldevilla ve diğ., 2004). Arabistan'da direkt kovandan ve piyasadan alınmış 21 bal numunesi ile yapılan çalışmada, renk, koku, doku, yoğunluk, tat, tatlılık ve tadım sonrası özellikler açısından numuneler arasında belirgin farklılıklar tespit edilmiştir (Kaaeh ve Gadelhak, 2005). Serbest Seçim Profil (FCP) analiz yöntemi kullanılarak yapılan başka bir çalışmada 10 mono-flora ve 1 multiflora İspanyol balı incelenmiş ve numunelerde duyuşsal özellikler açısından başta doku ve renk olmak üzere belirgin farklılıklar tespit edilmiştir (Gonzales-Vinas ve diğ., 2003). 31 eğitimi panelistle 3 tekrarlı olarak yapılan başka bir çalışmada da balların belli duyuşsal özelliklerinin birbirlerinden farklılıkları incelenmiştir. Her bal cinsi için aroma, tat, tadım sonrası, ağızda hissedilen özelliklerin yoğunlukları belirlenmiştir. Piana ve diğ. (2004) yaptıkları bir çalışma ile balların duyuşsal özelliklerine ilişkin geleneksel y netmelerle yıllar içerisinde birikmiş verileri derlemiş ve modern tekniklerle rutin olarak kullanılabilecek yeni bir duyuşsal metot geliştirmeye çalışmışlardır. Castro ve diğ., (1992), 7 farklı mono-flora balda, görsel olarak ve Lovibond 1000 cihazı renk analizi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, görsel incelemenin cihaz ölçümüne göre daha az objektif olduğunu ve renk tayininin balların sınıflandırılmasında kullanılabilecek bir yöntem olduğunu göstermiştir.

3. MALZEME ve YÖNTEM

3.1. Bal Numuneleri

Bu çalışmada, 2003, 2004 ve 2005 yıllarında, Türkiye'nin Doğu ve Orta Anadolu bölgelerinde (Bingöl, Yüksekova, Şemdinli, Kayseri, Muş) üretilen ve yöre ismi ile satılan karışık çiçek ballarından ve ayrıca Urfa ve Ege Bölgesinde üretilen pamuk ballarından toplam 1507 numune alınmıştır (Tablo 3.1).

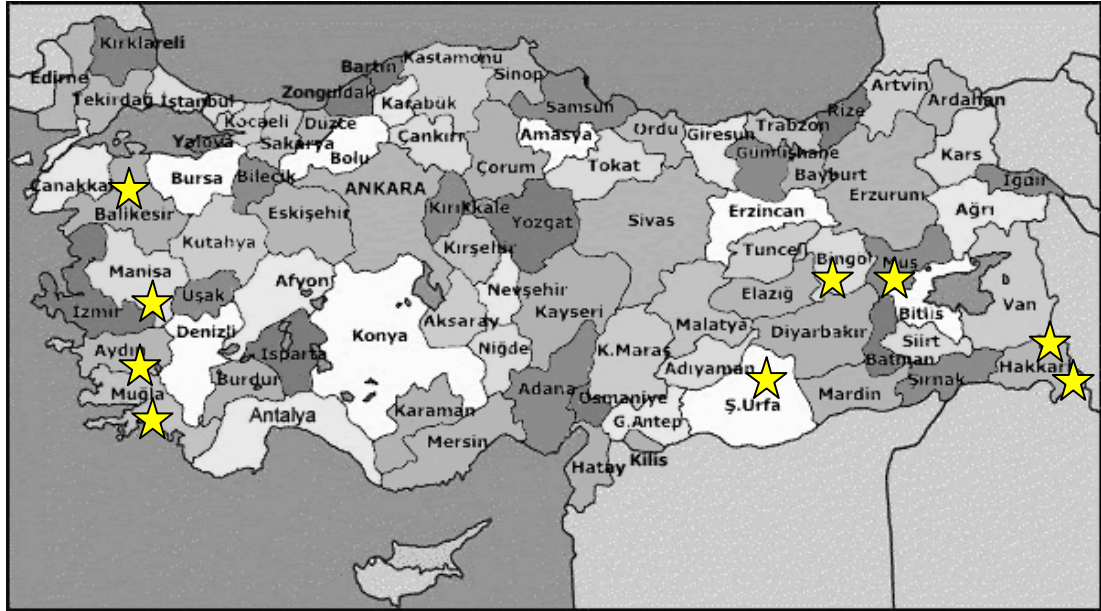
Türkiye'nin doğu bölgelerinde üretilen karışık çiçek ballarının diğer ballara göre daha farklı bir lezzet ve aromaya sahip olması nedeniyle daha yüksek fiyatlar ile satışa sunulmaktadır. Bu balların diğer yörelere ait daha ucuz ballarla karıştırılması, daha fazla kar etmeye yönelik sık kullanılan bir orijin değiştirme yöntemidir. Bu nedenle bu balların coğrafi orijinlerinin doğru olarak tespiti önem taşımaktadır. İki farklı yörede üretilen ve aynı tür floraya sahip pamuk ballarının seçilmesinin nedeni uygun fiyatları, renk ve aroma olarak benzerlikleri bakımından doğu ballarına en sıklıkla karıştırılan bal olma özelliğidir. Özellikle doğuda üretilen pamuk ballarının, yakın bölgelerde üretilen çiçek ballarına karıştırılarak sadece çiçek balı adı altında satışa sunulmasının önüne geçilememektedir. Bal paketleyicileri ve ihracatçıları açısından önemli bir sorun olan bu durum tüketicinin de aldatılmasına yol açmaktadır.

Çalışma kapsamında, toplanan numuneler direkt olarak arıcılardan ve peteklerinden süzölmüş olarak temin edilmiştir. Şekil 3.1'de numunelerin alındığı bölgeler ve şehirler görölmektedir. Özellikle Bingöl, Muş ve Urfa birbirlerine çok yakın bölgelerdir. Ege bölgesi pamuk balları genellikle Muğla, Aydın, Manisa ve Balıkesir civarında üretilmektedir. Şemdinli ve Yüksekova ise Hakkari il sınırları içerisinde birbirlerine ve Irak sınırına çok yakındır (Şekil 3.2).

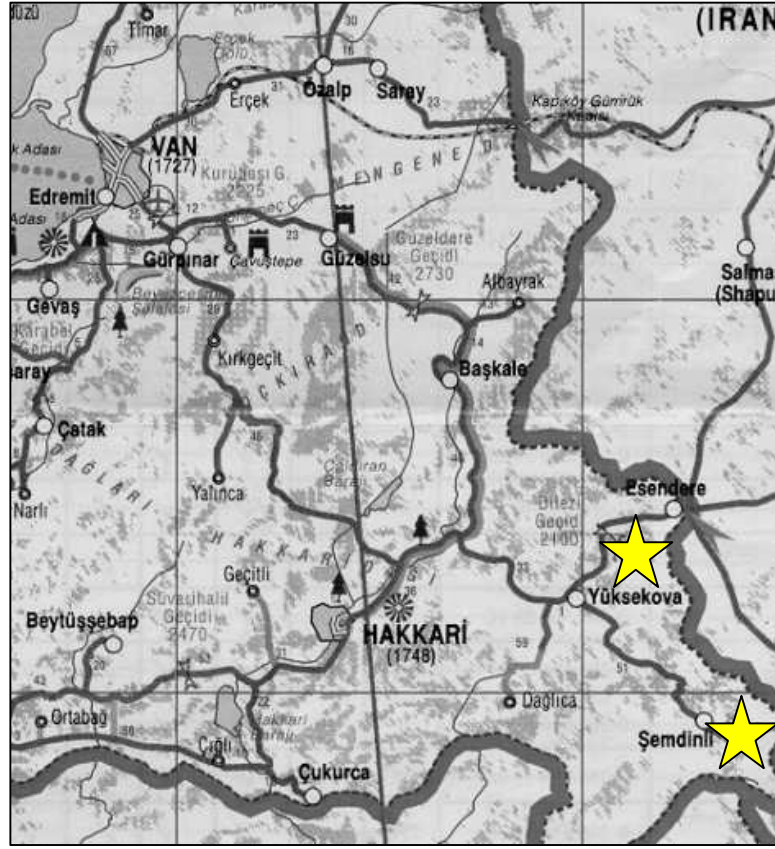
Tablo-3.1'den de göröldüğü gibi bazı bölgelerde bazı yıllar numune sayısı az ya da hiç yoktur. Bunun sebebi o yıl ilgili bölgede mevsim değişiklikleri, kuraklık vb. çevresel faktörler nedeniyle bal üretimi yapılamamış ya da çok az bal üretilmiş olmasıdır. Numuneler cam kavanozlarla alınmış ve ısı, ışık ve nemden korunarak kapalı bir ortamda saklanmıştır.

Tablo 3.1: Yıllara ve yörelere göre numune sayıları

Bal Çeşitleri	2003	2004	2005	Toplam
Şemdinli	9	8	141	158
Yüksekova	13	19	104	136
Kayseri	18	2	298	318
Muş	9	-	63	72
Bingöl	54	61	171	286
Pamuk Urfa	76	137	254	467
Pamuk Ege	11	35	24	70
Toplam	190	262	1055	1507



Şekil 3.1. Numunelerin alındığı şehir ve bölgeler



Şekil 3.2. Şemdinli ve Yüksekova Bölgeleri

3.2. Analizler

Numunelerde yapılan tüm analizler, balın üretildiği yıl içerisinde gerçekleştirilmiştir. 1507 adet bal numunesinin kimyasal özellikleri, 63 bal numunesinin duyuşsal özellikleri ve 63 bal numunesinin amino asit profilleri incelenmiştir. Balların bitki orijinlerinin doğrulanması amacıyla polen incelemesi de yapılmıştır. Ancak balların çoğu karışık yayla çiçeği balı olduğundan ve hemen hepsi birbirine çok yakın bölgelerde üretildiğinden, benzer yapıda polenler gözlemlenmiştir. Numune miktarı yeterli olan balların nispi polen sıklıkları da tayin edilmiştir. Yapılan analizlerde hile tespit edilen ya da hileden şüphe edilen numuneler çalışma dışında bırakılmıştır ve sadece saflığından ve orijininden emin olunan numunelerle çalışılmıştır. Hileli olduğu düşünülen numunelerde, şeker yapıları anormallikler göstermiş (früktöz glikoz oranının 1,5'un üzerinde olması, sakaroz içeriğinin %5'den fazla olması vb.) olup, polen sayısı, asit, nem ve iletkenlik değerleri aşırı düşük bulunmuş ve balın mikroskopik incelemesinde yüksek oranda nişasta tanecikleri gözlenmiştir. Bazı numunelerde, C4 bitki şekerleri ile yapılan hileden şüphe edilmiş ve bu numuneler akredite bir laboratuara (Applica GmbH. – Bremen, Almanya) gönderilerek izotop

oranı kütle spektroskopisi (IRMS: Isotope Ratio Mass Spectrometry) ile analiz ettirilmiştir.

Kimyasal analizler toplanan tüm numunelere uygulanmıştır. Ancak bazı numunelerin miktarları az olduğundan, bazı analizler gerçekleştirilememiştir. Duyusal analizler ve amino asit analizleri sadece 2005 yılı numunelerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Kimyasal analizler

İçerisinde petek, kovan parçaları veya arı olan ballar, AOAC 920.180 (2000) metoduna uygun olarak, süzülüp temizlendikten sonra analize alınmıştır.

3.2.1.1. HMF (hidroksimetil Furfural)

Numunelerin HMF içerikleri DIN 10751-1 (1992) metoduna göre yapılmıştır. Numuneler genellikle berrak olduğundan, Uluslararası Bal Komisyonu'nun metoduna uygun şekilde, Carrez I ve Carrez II çözeltileri kullanılmamıştır (Bogdanov, 2002).

3.2.1.2. Serbest Asitlik

Numunelerin serbest asitlik tayini TS-3036 Bal Standardı (1992) metoduna göre yapılmıştır. Metot bal numunelerinin fenolfitaleyn varlığında 0.1 mol/l NaOH ile uçuk pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmesi prensibine dayanmaktadır (CODEX STAN 12-1981, 2001; Krell, 2001; Sladan ve diğ. 2003).

3.2.1.3. Elektrik İletkenliği

Numunelerin iletkenlik tayini DIN-10753 (2000) metoduna göre yapılmıştır.

3.2.1.4. Diastaz

Numunelerin diastaz tayini TS-3036 Bal Standardı (2002) metoduna göre yapılmıştır. Su banyosunun sıcaklığı 48°C'ye ayarlanmıştır. Metodun prensibi Schade ve diğ. (1958) tarafından geliştirilen yöntemeye dayanmaktadır.

3.2.1.5. Nem

Numunelerin nem tayini Atago HHR-2N bal refraktometresi ile okunan değer cihazın üzerinden 20°C'ye göre düzeltilerek yapılmıştır. Metodun prensibi Uluslararası Bal Komisyonu metoduna ve AOAC 969.38 (2000) metoduna dayanmaktadır (Bogdanov, 2002). Uluslar arası bal komisyonu metodunda numunenin refraktif indeksi ölçülmekte ve bir çevrim tablosundan nem içeriği okunmaktadır. Ayrıca sıcaklık düzeltilmesi bir faktör yardımıyla yapılmaktadır.

Çalışmada uygulanan metotta, numunenin nem içeriği ve sıcaklık düzeltme faktörü direkt refraktometreden okunabilmektedir.

3.2.1.6. İvert Şeker ve Sakaroz

Numunelerin invert şeker miktarı AOAC 920.183 (2000) ve sakaroz miktarı AOAC 920.184 (2000) metoduna göre yapılmıştır. Bu metodun prensibi Layne ve Eynon (1923) tarafından geliştirilen yöntemeye dayanmaktadır.

3.2.1.7. Şeker Kompozisyonu

Numunelerde glikoz, früktoz, yüksek şeker ve toplam disakkarit analizleri SHIMADZU 10A model HPLC ve Shimadzu RID-10A model refraktif indeks dedektör ile gerçekleştirilmiştir. 2 gr. bal numunesi, 20 ml. analitik kalitede ultra saf su (J.T. Baker 4818 ultra saf su) içerisinde çözüldükten sonra, yine su ile hacimsel olarak 100 ml.ye tamamlanmıştır. Bu çözelti şırınga ucu filtreden (Macherey Nagel Chromafil PET 20/25 Polyester) süzöldükten sonra, süzüntü 80°C'deki kolondan (Macherey Nagel VA 300/6.2 Nucleogel Sugar Ca) mobil faz olarak ultra saf su (akış hızı: 0.6 ml/dk) kullanılmak suretiyle geçirilmiştir. Piklerin konsantrasyonları pik alanlarına göre hesaplanmış ve 100 gr balda gr olarak ifade edilmiştir.

3.2.1.8. Renk

Numunelerin renk analizleri Lovibond PFX-195 Tintometer (Şekil 3.3) ile pfund skalasına (0-115mm) göre yapılmıştır. Ölçümlerde 10 mm ışık yollu, optik saydam cam, spektrofotometre küvetleri kullanılmıştır. Bal numunesi ölçüm küvetine doldurulduktan sonra, hava kabarcıklarının uzaklaştırılması ve berraklığın sağlanması amacıyla hafifçe ısıtılarak bekletilmiştir. Hava kabarcıklarının hareketini sağlamak amacıyla ultra ses banyosu kullanılmıştır. Cihaz hava ile sıfırlanmıştır. Pfund skala balın renginin yoğunluğunu, mesafe olarak mm cinsinden belirtilir ve genellikle 1-140 mm arasında değişir.

Cihazın ölçüm doğruluğunun kontrolü, bilinen bir değeri olan kalibreli cam filtre yardımı ile yapılmaktadır.



Şekil 3.3. Renk Tayin Cihazı (Lovibond PFX-195)

3.2.2. Polen

Numunelerde polen tanımlaması balların karışık yayla ya da pamuk balı olduğunu doğrulamak amacıyla yapılmıştır. Bu analizde polen preparatı taranarak, gözlemlenen farklı polenler ve miktarı yeterli olan numunelerin nispi polen sıklıkları belirlenmiştir. Analizler Olympus marka binoküler mikroskop ile x400'lük büyütmede gerçekleştirilmiştir. Nispi polen içeriği analizi, DIN 10760 (2002) metoduna göre yapılmış ve nektarsız bitkilerin polenleri sonuçtan çıkartılmamıştır.

3.2.3. Amino asit

Amino asit analizleri yalnızca 2005 yılında toplanmış numunelerin bir kısmında yapılmıştır. Her biri 9'ar adet olmak üzere Urfa pamuk, Şemdinli, Muş, Pamuk Ege, Kayseri, Bingöl ve Yüksekova ballarının amino asit oranları iki tekrarlı olarak çalışılmıştır.

Analizler, EZ:faast kiti (Phenomenex) kullanılarak Shimadzu GC-17A model gaz kromatografi cihazı ve fotometrik alev dedektörü (FID) ile gerçekleştirilmiştir. EZ:faast kiti, GC-FID veya GC-NPD ile kompleks matrikslerde, fizyolojik serbest amino asitlerin analizi için Phenomenex U.S.A. Corporate Headquarters tarafından geliştirilmiştir. EZ:faast prosedürü solid faz ekstraksiyonunu (SPE) takiben yapılan türevlendirme ve sıvı sıvı ekstraksiyonunu içermektedir. Kit toplam 32 adet alifatik ve aromatik amino asitin kantitatif analizine olanak tanımaktadır.

Ön numune hazırlama prosedüründe bal su ile 1:1 oranında seyreltilerek üzerine iç standart ilave edilmiştir. Katı faz ekstraksiyonu ile amino asitler ve iç standart kolonda tutulurken, diğer maddeler kolondan uzaklaştırılmış, amino asitler kolondan tekrar numune şişesine alınmıştır. Şişede türevlendirilen amino asitler, son aşamada sıvı sıvı ekstraksiyonu ile üst fazda toplanarak 2,5 µl'si GC'ye enjekte edilmiştir.

Gaz Kromatografi kolonu (Phenomenex ZB-AAA 10mx0.25mm) kitle birlikte temin edilmiştir. Gaz akış hızı 1,5 ml/dk Helyum, dedektör sıcaklığı 320°C ve enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250°C olarak ayarlanmıştır. Kolon analiz süresince 110°C'den

320°C'ye dakikada 30°C hızla ısıtılmıştır. Kitle birlikte temin edilen standartlara göre kalibrasyon yapılmış ve iç standarda göre geri kazanım hesaplanarak pik alanlarından miktar tayini yapılmıştır.

Tablo 3.2 de incelenen amino asitler ve tespit limitleri verilmiştir. Toplam 33 adet amino asit numunelerde analizlenmiş olup tespit limiti altında kalanlar rapor edilmemiştir. Metodun geri kazanımı tüm numuneler için %85'in üzerinde gerçekleşmiştir.

Tablo 3.2. Amino asitler ve tespit limitleri

Amino asitler	Tespit Limiti (mg/kg)
Alanin	3,09
Sarkosin	1,36
Glisin	0,75
alfa-aminobutirik asit	2,33
Valin	1,66
Beta-aminoisobutirik asit	2,76
Lösin	0,78
Allo-izölösin	2,55
İzolösin	1,30
Treonin	4,07
Serin	4,54
Prolin	3,34
Asparajin	2,91
Thioprolin	3,50
Aspartik asit	4,65
Metionin	3,33
4-hidroksiprolin	4,00
Glutamik asit	3,83
Fenilalanin	2,57
Alfa-aminoadipik asit	5,82
Alfa-aminopimelik asit	3,77
Glutamin	2,00
Ornitin	2,98
Glisin-Prolin (Dipeptide)	4,21
Lisin	3,54
Histidin	1,97
Hydroksilislin(2 izomeri)	4,86
Tirosin	1,66
Proline-hidroksiprolin (dipeptide)	6,53
triptofan	3,11
Sistationin	5,83
Sistin	7,37

3.2.4. Duyusal Analizler

3.2.4.1. Numuneler

2005 yılı mahsulüne ait her biri 9 adet olan Urfa pamuk, Şemdinli, Muş, Pamuk Ege, Kayseri, Bingöl ve Yüksekova süzme balı iki tekrarlı olarak çalışılmıştır.

3.2.4.2. Kantitatif Tanımlayıcı Analiz Metodu

Panelist Seçimi ve Eğitimi: 20-50 yaşları arasında 15 kişilik kadın ve erkeklerden oluşan bir grup ile çalışılmıştır. Duyusal analiz ve tanımlayıcı analiz konularında eğitim verilmiş (4 saat) ve gıda tüketim çeşitliliği ile rahatsızlık durumlarını inceleyen bir anket yapılmıştır. Renk farklılıklarının kamufle edildiği test ortamında yapılan farklılık testi (Üçgen test) ve lezzetin şiddeti, kıvamın yoğunluğunun ölçüldüğü sıralama testinde %100 ve skala pratiğinde %80 başarı sağlayan 7 kişi panelist olarak seçilmiştir. Seçilen panelistlere toplam 20 saat her özellik için referanslar kullanılarak ve skala pratikleri yaptırılarak eğitim verilmiştir (Şekil 3.4). Eklerde Tablo A.1 ve A.2, A.3 ve A.4'de sırasıyla panelist ön tarama anketi, üçgen test, sıralama testi ve skala pratiği formları verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.4. Tanımlayıcı Profil Testi Eğitim Oturumları (a,b)

Terim Çalışması: Terim çalışması kristallenmiş ve sıvı balda ayrı ayrı yapılmıştır. Farklı yöre ve orijinlere ait kristal ve sıvı halde, mono ve poli-flora çiçek ve salgı balları kullanılarak yapılan çalışmada, panelistler ballara ilişkin duyusal parametreleri tanımlamışlardır. Tanımlanan duyusal parametreler içerisinde benzer özelliği ifade edenler birleştirilmiş ve bu panelde kullanılacak terimler oluşturulmuştur. Şekil 3.5'de terimler çalışmasında kullanılan bal numuneleri görülmektedir. Ekler kısmında Tablo A.5'de terim çalışması formu ve Tablo 3.3'de tespit edilen terimler liste halinde verilmiştir.



Şekil 3.5. Terimler Çalışmasında Kullanılan Bal Numuneleri

Referansların seçimi: Farklı coğrafi orijinlere ve bitkilere ait 204 bal numunesi içinden, panelistlerle yapılan uzlaşma çalışması ile seçilmiştir. Aroma, tat ve doku terimlerini ve şiddetlerini dikkate alarak en yüksek değere sahip Tablo 3.3’de verilen ballar referans olarak kabul edilmiştir. Referans balların ilgili özelliği skalada 9 kabul edilmiştir. İncelenen numuneler bu referans ballarla kıyaslanmıştır.

Tablo 3.3. Tespit edilen terimler, ilgili referanslar ve terimlerin tanımlamaları

GÖRÜNÜŞ DOKU	BALIN CİNSİ	YÖRESİ	Terimin Tanımı
Renk	Çam	Gökçeada	Görsel renk değerlendirmesi
Berraklık	Akasya Balı		Balın ışık geçirgenliği
Görünür Akışkanlık	Pamuk	Urfa	Balın kaşıktan akış hızı
Kristal Yapı	Pamuk	Urfa	Balın ne oranda kristalleştiği
Kristal Büyüklüğü	Ayçiçek Balı	Trakya	Baldaki kristallerin boyutları
Yapışkanlık	Çam	Marmaris	Balın dişlere yapışma oranı
Kayganlık	Yayla Çiçek	Şemdinli	Balın dil üzerinde kayması
KOKU			
Çiçek	Yayla Çiçek	Şemdinli	Çiçek kokusu
Narenciye	Yayla Çiçek	Şemdinli	Narenciye (portakal, limon vb.) kokusu
Kayısı-Şeftali	Ayçiçek	Trakya	Kayısı şeftali kokusu
Ağaç-Odun	Çam	Muğla	Tahtamsı, odunumsu koku
Çimen-Ot	Yayla Çiçek	Şemdinli	Taze kesilmiş çimen kokusu
Ahır-Tezek	Karışık Çiçek	Sivas	Köy, ahır, tezek vb. kokular
Tütün	Yayla Çiçek	Şemdinli	Tütün (sigara) kokusu
Fındık	Çam	Muğla	Fındık kokusu
Ceviz	Yayla Çiçek	Şemdinli	Ceviz kokusu
Kuru üzüm	Kuru üzüm kullanılmıştır.		Kuru üzüm kokusu
Pestil	Çam	Marmaris	Üzüm pestili kokusu
Tarçın	Yayla Çiçek	Şemdinli	Tarçın kokusu
Kimyon	Yayla Çiçek	Şemdinli	Kimyon kokusu
Karamel-Yanık	Karışık Çiçek	Bingöl	Yanık, karamel kokuları

Tablo 3.3. Tespit edilen terimler, ilgili referanslar ve terimlerin tanımlamaları (devam ediyor)

Tütsü	Çam	Milas	Duman kokusu
Balmumu	Karışık Çiçek	Sivas	Balmumu, petek kokuları
Bergamot	Yayla Çiçek	Şemdinli	Bergamot (akide şekeri) kokusu
Kimyasal	Karışık çiçek	Kayseri	Kimyasal (etil asetat gibi) kokular
TAT			
Tatlılık	Yayla Çiçek	Şemdinli	Tatlılık
Narenciye	Yayla Çiçek	Şemdinli	Narenciye (portakal, limon vb.) tadı
Kayısı-Şeftali	Ayçiçek	Trakya	Kayısı, şeftali tadı
Çiçek	Yayla Çiçek	Şemdinli	Gül vb. reçel tadı
Tarçın	Karışık Çiçek	-	Tarçın tadı
Kuru üzüm	Kuru üzüm kullanılmıştır.		Kuru üzüm tadı
Pestil	Çam	Marmaris	Üzüm pestili tadı
Tütün	Yayla Çiçek	Şemdinli	Tütün (sigara) tadı
Ağaç-Odun	Çam	Muğla	Tahta (çubuk dondurmanın sapı gibi) tadı
Damla Sakızı	Pamuk	Urfa	Damla sakızı tadı
Fındık	Çam	Köyceğiz	Fındık tadı
Ceviz	Çam	Muğla	Ceviz tadı
Nane-Mentol	Pamuk	Urfa	Ferahlatıcı his bırakan tatlar
Yanık-Karamel	Yayla Çiçek	Bingöl	Karamel şekeri, yanık tadı
Tütsü	Yayla Çiçek	Şemdinli	Duman tadı (tütsülenmiş ürünlerde olduğu gibi)
Balmumu	Yayla Çiçek	Sivas	Balmumu, petek tadı
Bergamot	Yayla Çiçek	Şemdinli	Bergamotlu akide şekeri tadı
Acılık	Kestane	Karadeniz	Acılık tadı
Fermente	Ayçiçek Balı	Trakya	Fermente bal tadı
Keskinlik	Yayla Çiçek	Şemdinli	Balın şeker içeriğinden kaynaklanan yakıcı tat
Burukluk	Kestane	İtalya	Ağzın içinin burulması (koyu çay gibi)
Kalıcılık	Kestane	İtalya	Balın tadının ağızda ne kadar uzun kaldığı

Panellerin yapılışı: Panelistler örümcek ağı (0-9 kategori skalası) üzerinde, numunelerin belirlenmiş olan tanımlayıcı özelliklerinin şiddetini değerlendirmiştir. Örümcek ağı skalası Ekler kısmında Şekil A.1'de verilmiştir. Paneller sırasında panelistler referansları sürekli olarak kullanmıştır. Panel odası, analiz sırasında bir panelistin tek başına kullandığı, gün ışığı veren floresan lamba ile aydınlatılmış, sıcaklığı 20-25°C arasında sabit, toz, nem ve gürültüden korunmuş bir ortamdır (Şekil 3.6).



(a)



(b)

Şekil 3.6. (a) Panel odası (b) Panellerin yapılışı

3.2.5. İstatistik Analiz

3.2.5.1. Kimyasal analiz neticelerinin değerlendirilmesi

Aynı bölgede üretilen balların kimyasal bileşimlerinde yıllara göre farklılığı, tesadüf parselleri deneme deseni ile tek yollu varyans analiziyle incelenmiş ve yörelerin kimyasal özelliklerinin ortalamaları Duncan'ın çoklu aralık testi ile karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$).

Farklı bölgelerden üç yıl süresince toplanan balların kimyasal bileşimleri arasındaki farklılıklar, yıllar tekrar kabul edilerek, tek yollu varyans analiziyle incelenmiş ve işlem ortalamaları Duncan'ın çoklu aralık testi ile karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$). İstatistik analizler SPSS (versiyon 14) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Özdamar, 2004).

3.2.5.2. Amino asit analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Numunelerin amino asit bileşimleri arasındaki farklılıklar, her özelliğin değişken kabul edildiği tesadüf parselleri deneme deseni ile tek yollu varyans analizi yapılarak incelenmiş ve işlem ortalamaları Duncan'ın çoklu aralık testi ile (%95 önem düzeyi) karşılaştırılmıştır. İstatistik analizler SPSS (versiyon 14) kullanılarak uygulanmıştır (Özdamar, 2004).

3.2.5.3. Duyusal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Numunelerin duyusal özellikleri arasındaki farklılıklar, panelistlerin blok ve her özelliğin değişken kabul edildiği tesadüf blokları deneme deseni ile tek yollu varyans analiziyle incelenmiş ve işlem ortalamaları Tukey testi ile karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$). Data setinde yer alan değişkenler arası ilişkinin tespit edilebilmesi için Temel Bileşen Analizi (TBA) uygulanmıştır. İstatistik analizler Minitab (versiyon 14) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Özdamar, 2004).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Polen Analizi Sonuçları

Farklı bölgelerden elde edilen balların nispi polen sıklıkları Tablo 4.1'de verilmiştir. Pamuk Ege ve pamuk Urfa ballarının polen yapıları incelendiğinde, Ege ballarının ayçiçek poleni miktarının oldukça yüksek (ortalama 46.8%) olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bu bölgede ayçiçek tarlalarının çokluğu ve gezginci arıcılığın yaygın olmasıdır (Soysal ve Gürçan, 2005; Sıralı ve Doğaroğlu,2004; Sıralı, 2002;). Bazı arıcılar Trakya, Edirne taraflarında önce ayçiçek balını alıp daha sonra pamuk balı için güneye doğru inmektedir. Bu durumda petekler kısmen ayçiçek balı ile dolu iken, üzerine pamuk balı getirilebilmektedir.

Pamuk balları ile ilgili dikkat çeken başka bir özellik, bu ballarda pamuk poleni oranının diğer polenlere göre düşük oluşudur (Ege bölgesinde ortalama 5,0% ve Urfa bölgesinde 9,3%). Ancak bu durum normal olup, arının pamuk bitkisinden, polene göre daha fazla nektar alması ile ilişkilidir. Ayrıca pamuk polenleri yapı olarak oldukça büyüktür ve mikroskobik incelemelerde, incelenen alan içerisinde 1 pamuk polenine karşılık 4-5 adet diğer polen gözlenebilir. Pamuk poleni ayçiçek poleninin yaklaşık iki katı büyüklüktedir. Sayımda nektarsız bitkiler (arının sadece polenini aldığı bitkiler) çıkartılmadığından pamuk poleni oranı daha da düşük görünmektedir. Sadece bir Ege pamuk balı numunesinde yüksek oranda kekik (56%) poleni tespit edilmiştir. Bu sonuç numunenin kekik ve pamuk karışımı olduğunun bir göstergesidir.

Pamuk polenleri ayrıca Kayseri ve Bingöl ballarında da tespit edilmiş olup, bu durum balların duysal ve kimyasal incelemelerinde de doğrulanmıştır. Pamuk Urfa numunelerinin 75 adedinde (toplam numune sayısı 86) pıtrak poleni ortalama %21,4 oranında belirlenmiştir. Tablo 4.1.'den görüldüğü gibi bu durum pamuk Urfa ballarına özgüdür, zira diğer ballarda bu kadar yüksek oranda pıtrak poleni tespit edilmemiştir.

Pamuk Urfa ballarında ayrıca Ege ballarından farklı olarak ballıbabagiller, geven, maydanozgiller gibi daha ziyade doğu yayla ballarında gözlenen polenlere de rastlanmıştır. Bu durum Urfa pamuk ballarının yayla balları ile daha kovanda iken karışığının bir göstergesidir. Bölge itibari ile pamuk ve yayla balı üretim alanları

birbirlerine yakındır, ayrıca yine bu bölgede de gezginci arıcılık yapılmaktadır (Altıparmak,2005; Ertin, 1998).

Şemdinli ballarında beyaz üçgül ve geven polenlerinin öne çıktığı görülmektedir (Tablo 4.1). Bunun yanı sıra ayçiçekgiller, ballıbabagiller, gülgiller, maydanozgiller ve yonca polenlerine de rastlanmıştır. Aynı polenlerin diğer yörelere ait karışık yayla ballarında da yakın oranlarda bulunmuştur. Sekiz Bingöl balında cehrigiller ve akça ağaç ve 16 Bingöl numunesinde de dişotgiller polenleri tespit edilmiştir. Ancak numune sayıları yeterli olmadığından, bu polenlerin Bingöl balını özgün olarak tanımlayamamaktadır. Polenlerden yola çıkılarak balları yöre orijinlerine göre ayırmak bazı özel durumlar için geçerli olabilse de, polenlerin çeşitliliği, miktarların değişkenliği ve oranların birbirine yakınlığı göz önüne alındığında, genelleştirme yapılması mümkün değildir. Polen analizlerine göre 7 farklı yörede üretilen balların orijinlerinin tespiti için oldukça uzun süren polenlerin teşhisi ve bitkiler konusunda uzmanlık gerektiren çalışmalar gereklidir. Ancak polenlerin filtre yolu ile tutulabildiği veya ballara dışarıdan polen ilave edilebildiği dikkate alınarak, polen analizini destekler nitelikte kimyasal analizlere ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada polen teşhis ve sayım teknikleri balların bitki orijinlerini, pamuk ya da karışık yayla balı olarak doğrulama amacıyla kullanılmıştır.

Tablo.4.1. Yedi farklı bölgeden elde edilen balların nispi polen sıklıkları (N: Toplam numune sayısı, n: İlgili polenin tespit edildiği numune sayısı)

POLEN TİPLERİ	PAMUK EGE (N:21)		PAMUK URFA (N:86)		ŞEMDİNLİ (N:139)		BİNGÖL (N:103)		YÜKSEKOVA (N:52)		KAYSERİ (N:51)		MUŞ (N:30)	
	n	Ort. (%)	n	Ort. (%)	N	Ort. (%)	n	Ort. (%)	n	Ort. (%)	n	Ort. (%)	n	Ort. (%)
AYÇİÇEK	20	46,8 ± 13,8	75	7,7 ± 13,3	3	4,3 ± 5,8	26	1,8 ± 2,2	2	1,5 ± 0,7	45	4,5 ± 2,4	12	7,8 ± 2,3
AYÇİÇEKGİLLER	18	3,9 ± 1,9	82	7,0 ± 2,6	139	15,4 ± 4,9	103	11,7 ± 4,7	50	9,0 ± 2,3	51	5,5 ± 1,6	30	8,1 ± 1,4
BALLIBABAGİLLER	9	2,8 ± 3,8	72	5,5 ± 3,6	139	6,9 ± 4,1	96	8,3 ± 5,1	52	7,3 ± 2,3	50	6,1 ± 5,1	23	8,2 ± 3,8
BEYAZ ÜÇGÜL	18	0,9 ± 0,6	66	6,3 ± 3,2	139	31,3 ± 10,1	103	23,5 ± 8,2	51	20,2 ± 4,4	51	14,4 ± 3,7	30	25,9 ± 9,6
CEHRİLER	0	±	0	±	0	±	8	19,8 ± 7,8	0	±	0	±	0	±
DEMİR DİKENİ	0	±	35	3,0 ± 3,2	0	±	1	0,5 ±	0	±	0	±	0	±
ENGEREK OTU	0	±	6	3,7 ± 3,3	22	0,7 ± 0,3	26	2,3 ± 2,4	2	0,8 ± 0,4	2	0,8 ± 0,4	1	0,5 ±
FIĞ	0	±	5	0,5 ± 0,0	26	1,4 ± 1,6	44	2,8 ± 0,9	10	3,9 ± 3,5	18	4,3 ± 2,3	3	8,3 ± 0,0
GEVEN	0	±	19	5,7 ± 4,5	133	17,5 ± 7,0	72	16,3 ± 7,1	52	17,1 ± 5,8	49	11,2 ± 4,1	30	22,7 ± 3,3
GÜLGİLLER FAM.	0	±	15	1,2 ± 1,1	18	6,3 ± 6,6	54	12,1 ± 8,4	4	3,3 ± 2,1	13	3,0 ± 2,1	4	1,8 ± 0,6
HUBUBAT	21	5,8 ± 2,9	86	12,3 ± 8,1	77	1,7 ± 0,9	79	5,3 ± 3,7	30	4,2 ± 1,8	46	7,7 ± 2,7	16	6,0 ± 2,1
KARANFİLGİLLER	1	3,0 ±	35	4,8 ± 3,3	9	0,5 ± 0,0	41	3,6 ± 3,4	8	6,0 ± 3,2	3	1,8 ± 0,6	9	7,5 ± 2,6
KESTANE	18	2,5 ± 2,2	52	4,3 ± 2,4	0	±	2	2,3 ± 2,5	0	±	3	1,0 ± 0,5	0	±
KIRMIZI ÜÇGÜL	0	±	15	0,7 ± 0,2	10	1,0 ± 0,2	35	6,6 ± 11,1	8	6,2 ± 2,8	20	4,1 ± 2,3	12	5,4 ± 2,3
KORUNGA	16	1,4 ± 0,5	1	1,0 ±	98	4,6 ± 4,0	56	4,4 ± 3,1	50	11,7 ± 7,0	51	5,0 ± 3,5	1	1,5 ±
LAHANAGİLLER	13	2,7 ± 3,8	27	1,0 ± 0,5	39	1,4 ± 0,9	29	3,1 ± 2,6	6	4,3 ± 4,4	40	4,5 ± 1,4	3	1,8 ± 2,3
LÜFER OTU	7	0,5 ± 0,0	21	2,5 ± 0,5	33	2,6 ± 1,6	44	5,1 ± 2,9	11	4,5 ± 1,8	10	2,9 ± 1,6	2	1,0 ± 0,7
MAYDANOZGİLLER	17	1,0 ± 0,6	46	5,0 ± 4,6	139	8,4 ± 4,2	85	4,9 ± 2,2	42	7,3 ± 1,9	28	3,8 ± 1,8	21	7,7 ± 1,8
MISIR	21	6,2 ± 3,2	86	8,8 ± 6,2	0	±	31	5,1 ± 2,6	0	±	39	5,3 ± 2,5	4	7,5 ± 0,0
OKALİPTÜS	10	2,1 ± 4,9	11	2,6 ± 2,3	0	±	3	0,7 ± 0,3	0	±	16	1,2 ± 1,1	12	5,5 ± 2,3
PAMUK	21	5,0 ± 7,7	86	9,3 ± 6,8	0	±	31	2,1 ± 1,0	0	±	46	3,7 ± 3,0	0	±
PANCARGİLLER	19	6,6 ± 1,3	86	8,9 ± 5,7	18	3,5 ± 9,0	20	0,9 ± 0,4	6	1,5 ± 0,8	24	4,3 ± 2,2	1	0,5 ±
PEYGAMBER ÇİÇEĞİ	19	4,3 ± 2,9	19	1,5 ± 1,0	34	2,2 ± 1,3	31	4,5 ± 1,7	3	9,8 ± 8,0	51	12,1 ± 4,8	2	0,8 ± 0,4
PITRAK	19	8,9 ± 2,9	75	21,4 ± 12,4	0	±	22	0,8 ± 0,6	1	1,5 ±	34	6,1 ± 3,5	2	0,8 ± 0,4
SUSAM	0	±	69	3,7 ± 3,2	0	±	0	±	0	±	2	1,0 ± 0,7	0	±
TANIMLANMAYAN	18	2,9 ± 0,8	77	4,2 ± 1,4	139	3,1 ± 1,6	103	4,3 ± 1,6	33	5,3 ± 1,5	51	4,4 ± 2,3	30	6,5 ± 2,4
TIRFIL	18	2,9 ± 3,1	4	1,5 ± 1,0	8	2,5 ± 0,0	8	6,2 ± 2,3	23	5,5 ± 2,0	29	5,0 ± 8,6	0	±
TURUNÇGİLLER	0	±	1	1,0 ±	0	±	10	1,9 ± 0,3	0	±	15	0,7 ± 0,5	1	3,0 ±
YONCA	0	±	6	2,8 ± 0,4	122	7,4 ± 5,2	77	8,9 ± 4,0	38	15,5 ± 4,9	40	4,5 ± 3,8	22	13,2 ± 6,2
ZAMBAKGİLLER	0	±	0	±	26	1,1 ± 0,3	2	0,5 ± 0,0	3	0,8 ± 0,3	4	1,8 ± 0,5	0	±
ÇAN ÇİÇEĞİ	0	±	0	±	130	3,4 ± 1,9	6	3,5 ± 0,0	44	5,5 ± 1,7	1	1,5 ±	0	±

Tablo.4.1. Yedi farklı bölgeden elde edilen balların nispi polen sıklıkları (N: Toplam numune sayısı, n: İlgili polenin tespit edildiği numune sayısı) (devam ediyor)

AKÇAĞAÇ	0	±	0	±	0	±	8	15,0 ± 0,0	0	±	0	±	0	±
AVRUPA LOTUSU	0	±	0	±	34	1,8 ± 0,9	0	±	0	±	1	0,5 ±	0	±
KEKİK	1	56,0 ±	0	±	0	±	0	±	0	±	0	±	0	±
CEVİZ	0	±	1	2,5 ±	9	0,9 ± 0,5	1	3,0 ±	1	1,0 ±	0	±	1	0,5 ±
DİŞOTUGİLLER	0	±	0	±	0	±	16	6,0 ± 4,1	0	±	0	±	0	±
KEÇİ BOYNUZU	0	±	2	2,5 ± 0,7	0	±	2	0,8 ± 0,4	0	±	0	±	0	±

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. Kimyasal Özelliklerin Yıllara Göre Değişiminin İncelenmesi

Kimyasal analiz sonuçları, 2003, 2004 ve 2005 yıllarına ait numunelerin analiz sonuçlarının ortalamaları olarak verilmiştir. Tablo 4.2. de Ege ve Urfa yörelerine ait pamuk ballarının 2003, 2004 ve 2005 sonuçları görülmektedir. Tablo 4.3'de ise Şemdinli, Yüksekova, Muş, Kayseri ve Bingöl yörelerine ait karışık çiçek ballarının 2003, 2004 ve 2005 yıllarına ait sonuçları sunulmaktadır. Her yöre balının kimyasal özelliklerinde yıllara göre değişimlerinin varyans analizi sonuçları Ekler kısmında Tablo B.1 (Pamuk Ege), Tablo B.2 (Pamuk Urfa), Tablo B.3 (Şemdinli), Tablo B.4 (Yüksekova), Tablo B.5 (Kayseri), Tablo B.6 (Bingöl) ve Tablo B.7 (Muş)'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Ege ve Urfa yörelerine ait pamuk ballarının yıllara göre kimyasal analiz sonuçları¹

Analizler	YIL	Pamuk Ege			Pamuk Urfa		
		N ²	Ortalama		N ²	Ortalama	
Renk (Pfund, mm)	2003	4	46,50 ± 8,10	b	0		
	2004	35	48,71 ± 8,32	b	131	35,26 ± 10,09	a
	2005	7	60,14 ± 7,90	a	230	36,13 ± 6,84	a
Nem (%)	2003	11	18,55 ± 0,61	b	76	17,56 ± 0,85	a
	2004	35	18,27 ± 0,86	b	137	17,28 ± 1,23	b
	2005	24	17,70 ± 0,63	a	255	17,28 ± 1,03	b
Asit (m.q.gr/kg)	2003	11	35,45 ± 2,21	a	76	34,75 ± 4,40	a
	2004	33	37,20 ± 5,14	a	137	35,12 ± 5,41	a
	2005	24	28,16 ± 2,73	b	255	29,73 ± 2,91	b
Diastaz (DN)	2003	11	18,91 ± 2,18	a	76	17,60 ± 3,30	a
	2004	35	15,26 ± 3,77	b	137	12,51 ± 2,72	b
	2005	24	17,25 ± 2,50	ab	255	12,75 ± 4,45	b
HMF (mg/kg)	2003	11	4,01 ± 1,65	b	76	5,56 ± 3,09	b
	2004	16	7,10 ± 3,77	a	53	6,58 ± 2,65	b
	2005	0			22	10,08 ± 2,85	a
İletkenlik (µS/cm)	2003	11	816,8 ± 103,9	b	76	755,5 ± 143,1	c
	2004	35	850,6 ± 117,7	b	137	852,4 ± 111,3	b
	2005	24	642,9 ± 117,8	a	255	890,8 ± 103,2	a
Sakaroz (%)	2003	11	3,33 ± 0,85	a	76	3,10 ± 0,71	a
	2004	16	2,79 ± 1,03	a	44	2,83 ± 0,67	a
	2005	0			22	2,98 ± 0,84	a
İnvert Şeker (%)	2003	11	72,70 ± 0,93	a	76	73,44 ± 1,01	a
	2004	16	72,64 ± 2,15	a	44	72,43 ± 1,19	b
	2005	0			22	73,18 ± 1,35	a
Glikoz (%)	2003	11	35,87 ± 0,60	b	76	35,90 ± 0,68	c
	2004	35	36,36 ± 1,05	b	137	36,61 ± 1,03	b
	2005	24	38,33 ± 0,95	a	255	36,90 ± 1,02	a

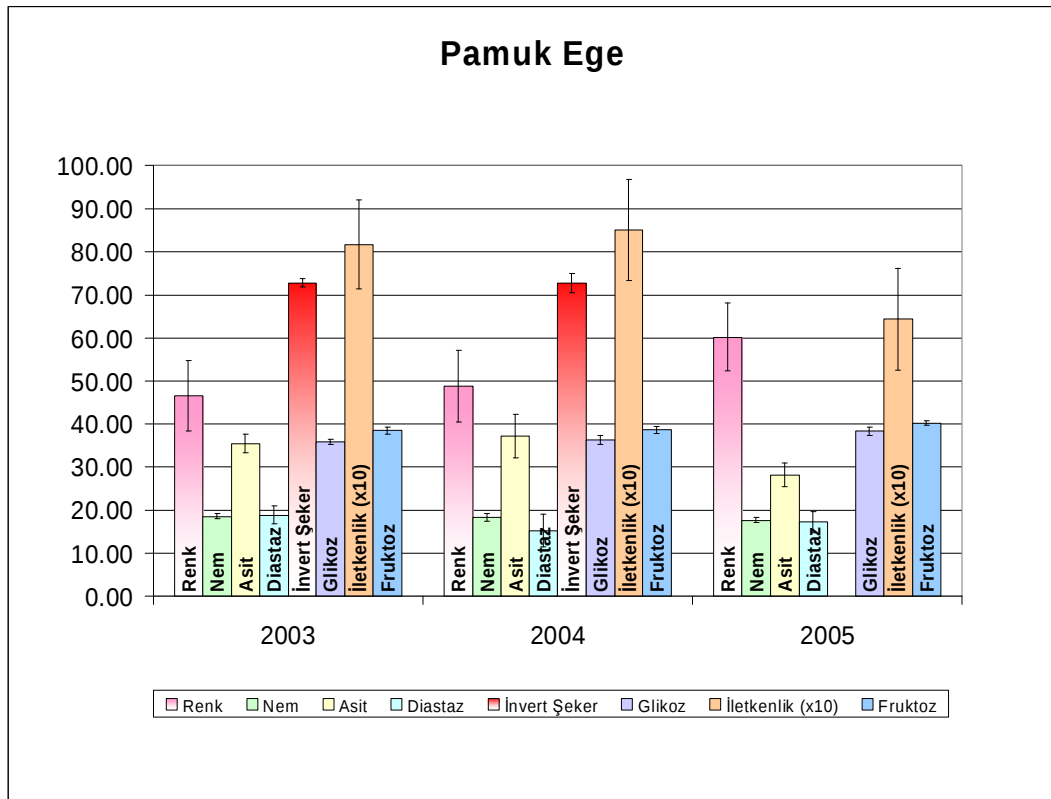
Tablo 4.2. Ege ve Urfa yörelerine ait pamuk ballarının yıllara göre kimyasal analiz sonuçları¹ (devam ediyor)

		Pamuk Ege				Pamuk Urfa					
Analizler	YIL	N ²	Ortalama			N ²	Ortalama				
Fruktoz (%)	2003	11	38,46	±	0,69	b	76	38,66	±	0,77	c
	2004	35	38,68	±	0,75	b	137	39,18	±	0,68	b
	2005	24	40,23	±	0,57	a	255	39,45	±	0,83	a
Fruktoz/Glikoz	2003	11	1,07	±	0,02	a	76	1,08	±	0,03	a
	2004	35	1,06	±	0,03	ab	137	1,07	±	0,03	a
	2005	24	1,05	±	0,03	b	255	1,07	±	0,04	a
Yüksek Şekerler (%)	2003	11	1,94	±	0,57	a	76	1,73	±	0,51	a
	2004	35	1,63	±	0,63	a	137	1,31	±	0,34	b
	2005	24	0,29	±	0,33	b	255	0,96	±	0,54	c
Glikoz/Su	2003	11	1,94	±	0,07	b	76	2,05	±	0,11	b
	2004	35	2,00	±	0,13	b	137	2,13	±	0,18	a
	2005	24	2,17	±	0,11	a	255	2,14	±	0,15	a
Toplam Disakkarit (%)	2003	11	5,16	±	0,72	a	76	6,15	±	0,75	a
	2004	35	5,03	±	0,70	a	137	5,59	±	0,94	b
	2005	24	3,46	±	0,76	b	255	5,41	±	0,95	b

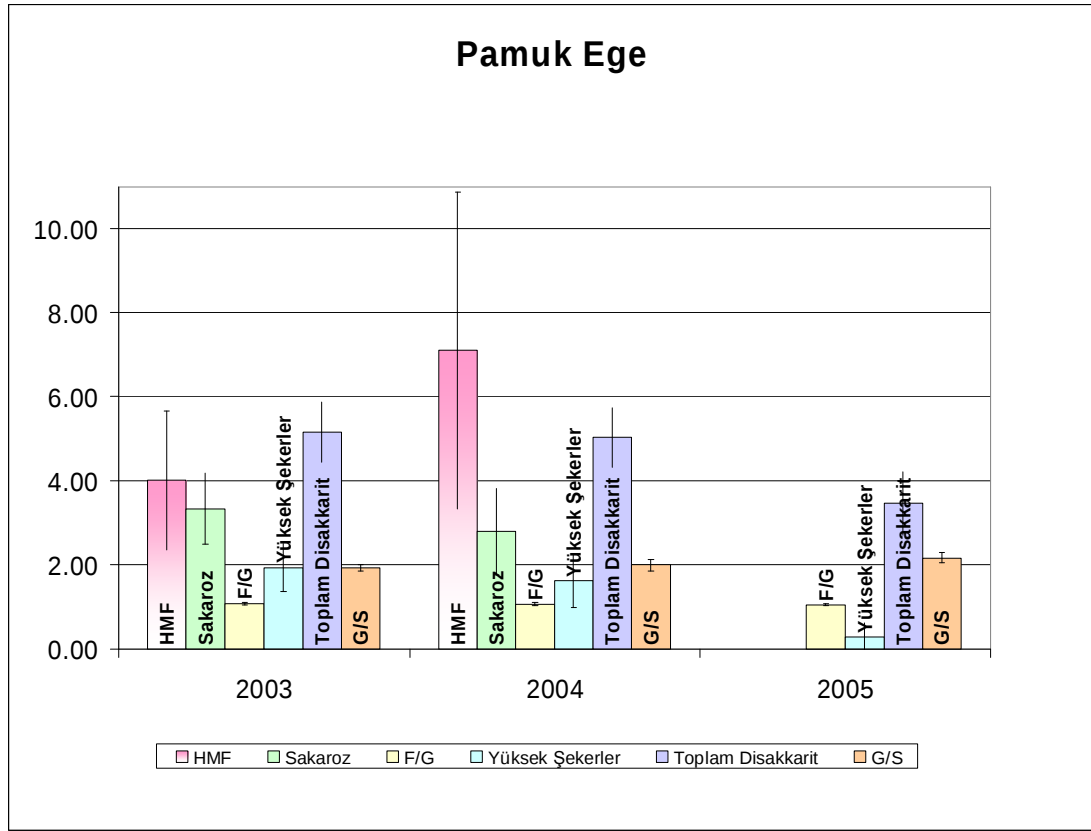
¹ Tablodaki değerler ortalama ve standart sapma değerleridir ve her özellik için kolonlarda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0,05).

² N, toplam numune sayısıdır.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de pamuk Ege ballarının kimyasal bileşimlerinin yıllara göre karşılaştırılması standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.



Şekil 4.1. Pamuk Ege ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.2. Pamuk Ege ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

Pamuk Ege ballarının sakaroz, invert şeker ve fruktoz/glikoz (F/G) oranı dışındaki tüm kimyasal özellikleri yıldan yıla istatistiksel olarak önemli değişkenlik göstermektedir ($P < 0,05$) (Tablo B.1).

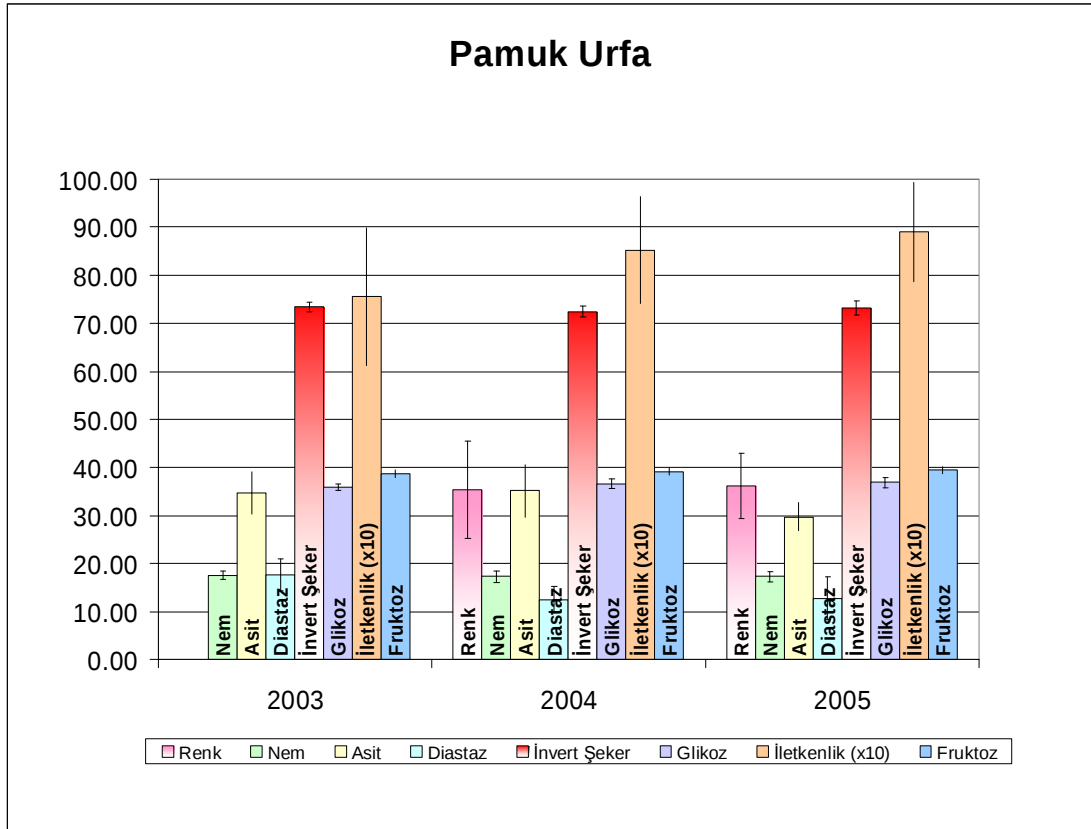
Bu balların renkleri 2005 yılında geçmiş yıllara göre koyulaşmıştır. Nem ve asitlikleri azalmış, diastaz miktarları 2004 yılına göre biraz artmıştır. İletkenlik değerlerinde ise önceki yıllara göre düşme gözlenmiştir. Glikoz ve Fruktoz miktarları birlikte yaklaşık %2 kadar artmış ve dolayısıyla Glikoz/Fruktoz oranları (F/G) her iki şeker bileşeninde de aynı oranda gerçekleştiğinden değişmemiştir. Balların 2005 yılındaki yüksek şeker ve toplam disakkarit miktarları önceki yıllara göre düşüş göstermiştir. Pamuk Ege ballarının tüm parametrelerinde genel olarak en büyük değişimin 2005 yılında yaşandığı tespit edilmiştir. Sadece balların diastaz sayıları 2003 yılına göre 2004 yılında düşüktür, ancak 2005 yılında yine 2003 yılı seviyesine gelmiştir (Tablo 4.2).

HMF değeri ise bir artış seyri içerisinde olmakla birlikte, ısı işlem görmemiş doğal ballarda olabilecek değerleri aşmamıştır (White, 1979). Küçük artışlar mevsimsel değişikliklerden balın depolama yeri ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenebilir (Hooper, 2005). Bu sonuçlar fruktoz, glikoz ve toplam disakkarit sonuçları ile paralellik göstermektedir. Glikoz-su (G/S) oranında 2005 yılında yaşanan artış,

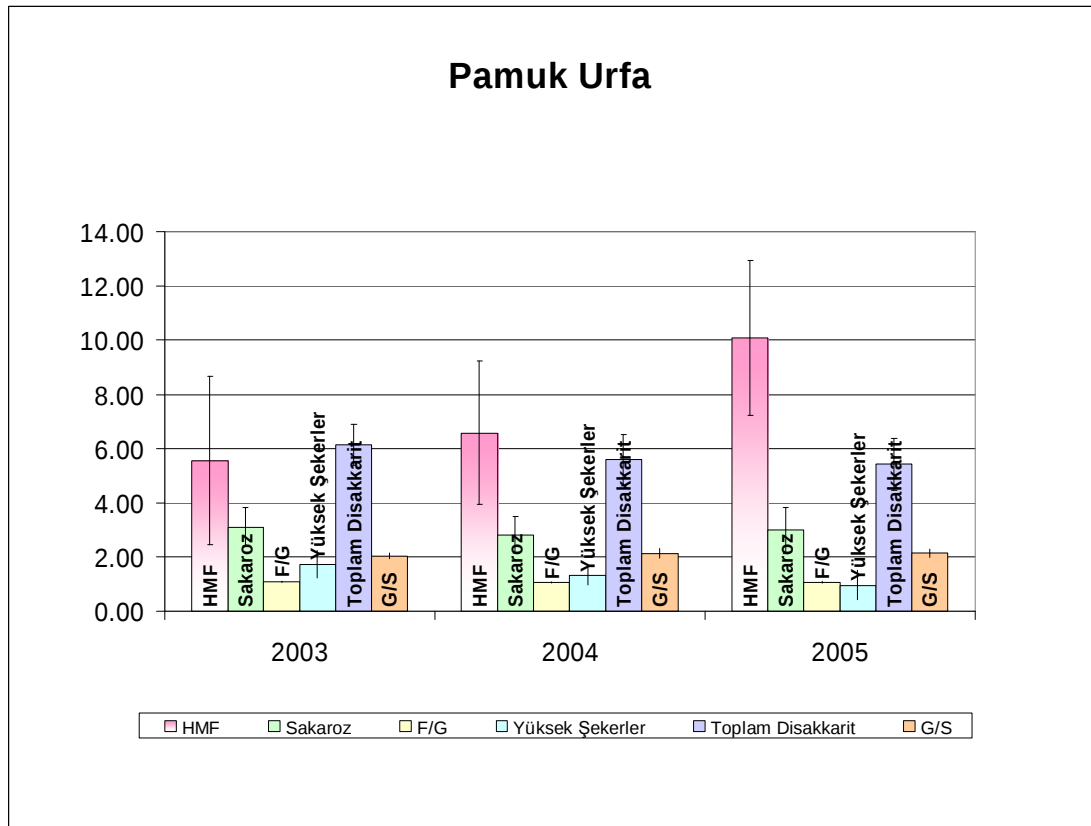
balların glikoz içeriklerinin artmış ve nem içeriklerinin düşmüş olmasından kaynaklanmaktadır. Bu değişim 2005 yılında balları kristalleşmeye daha yatkın hale getirmiştir (Zürcher ve Hadorn, 1974). 2004 yılında pamuk Ege ballarının, diastaz içeriğinin düşmüş olması, nektar akışının fazlalığından kaynaklanmış olabilir (Crane,1990). En fazla numunenin 2004 yılında toplanması (35 numune), nektar akışının fazla oluşu nedeniyle mahsulün de bol oluşunun bir göstergesidir.

Pamuk Ege ballarının tüm parametrelerinde genel olarak 2005 yılında yaşanan değişimin polen analizi sonuçları ile birleştirilmesinde yarar vardır. Nispi polen sayımı sadece 2005 yılı numunelerinin 21 tanesine uygulanmıştır ve pamuk Ege ballarının 20 tanesinin yüksek oranda ayçiçek poleni içerdiği gözlenmiştir. Ayçiçek balı genellikle Edirne, Trakya bölgelerinde elde edilen bir baldır ve aynı bölgede kestane balı bulunmaktadır. Ayçiçek balları bazen daha petekte iken kestane ile karışabilmektedir ve bu durum daha koyu renkli olmalarına sebep olmaktadır. 2005 yılında pamuk Ege ballarının renklerindeki koyulaşmanın bir nedeni kestane balı ile karışımı olabilir. Ayrıca farklı bitkilerin nektar yapısının çeşitliliği de (White, 2003; Aston ve Bucknall,2004; Crane, 1990) göz önüne alındığında, karışık bir polen haritası sergileyen 2005 yılı pamuk Ege ballarının kimyasal analiz değerlerinin değişmiş olması da doğaldır.

Pamuk Urfa ballarında renk, nem, sakaroz ve fruktoz glikoz oranı dışındaki tüm parametreler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (Tablo B.2 ve Tablo 4.2). Ancak balların şeker yapılarında (fruktoz, glikoz, invert şeker, toplam disakkarit, yüksek şeker) yaklaşık %0.5 ila %1 arasında değişim olduğu görülmektedir. Bu değişim numune sayısının yüksekliği ile ilişkili olarak istatistiksel anlamda önemli olsa da, gerçekte analizlerin hassasiyeti ile sınırlı kalmaktadır. Bu küçük farklar pek çok farklı etkenden (mevsim değişiklikleri, nektarın çeşitliliği, arının yapısı vb.) kaynaklanabilir. Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 de pamuk Urfa ballarının kimyasal bileşimlerinin yıllara göre karşılaştırılması standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.



Şekil 4.3. Pamuk Urfa ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.4. Pamuk Urfa ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

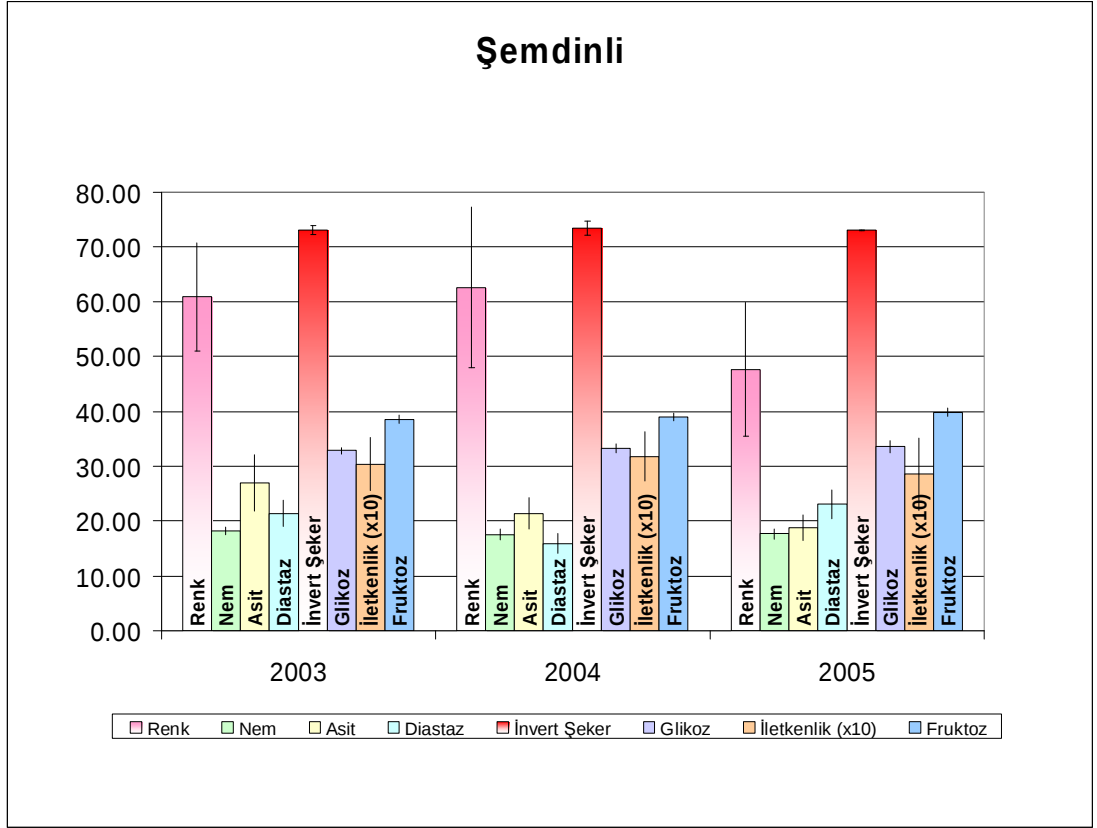
Pamuk Urfa balları ile ilgili önemli farklar diastaz sayısı, asitlik, HMF ve iletkenlik özelliklerinde gözlenmiştir ($P<0,05$). Bu balların diastaz aktivitelerinde 2003 yılından sonra ortalama 5 diastaz sayısı kadar düşüş gözlenmiştir. Bu durumun 2004 ve 2005 yıllarında mahsulün ve dolayısıyla nektar akışının fazla oluşundan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Urfa bölgesi pamuk balı üreticileri genellikle kovanlarını pamuk tarlaları ortasına yerleştirmekte ve arı nektar kaynağına çok yakın olmaktadır (Doğaroğlu ve Samancı, 2006). Arının daha fazla nektar toplama çabası ile nektarı çok fazla işlemeden petek gözlerine depolaması doğal bir sonuçtur ve bu da balların enzim içeriklerini düşüren bir etkidir (Crane, 1990). Ayrıca GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) projesinin bir sonucu olarak, pamuk tarımına elverişli olan Urfa bölgesinde pamuk ekiminin yaygınlaşmış olmasının yörede bal miktarının fazlalığına yol açtığı şeklinde açıklanabilir (Işık ve Atun, 1998) .

Pamuk Urfa ballarının asitlik değerleri 2005 yılında düşme göstermiştir. Balın asitliği özellikle glukonik asit ile ilişkili olup, çevresel koşullara, koloninin gücüne ve nektarın şeker konsantrasyonuna göre, nektarın tamamen bala dönüşmesi için geçen zamanın bir göstergesidir (White, 1979 ve 2003). Ancak asitlik değerlerindeki azalmaya karşın, HMF miktarı ve iletkenlikte artış gözlenmiştir.

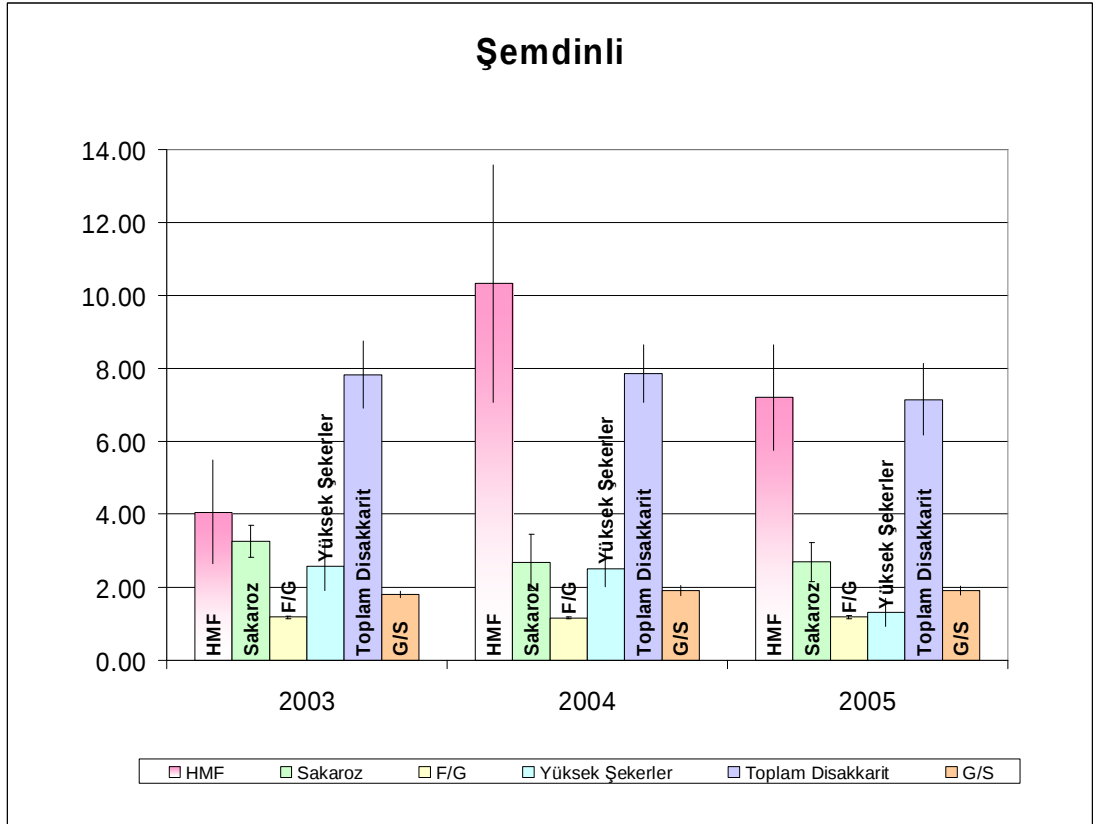
Ayrıca bu bölgede üretilen pamuk ballarının iletkenlik değerlerinin gerek Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2005/49), gerekse Avrupa Birliği Bal Direktifinde (2001/110/ECC) çiçek balları verilen limitlerin üstünde (0.80 mS/cm) olduğu görülmektedir. İletkenlik değeri aynı zamanda 2003 ve 2004 yılları arasında toplanan pamuk Ege ballarında da limitlerin üzerindedir. Bulgular ışığında yüksek iletkenlik değerlerinin pamuk ballarına özgü olduğu görülmektedir. Dolayısıyla pamuk balı üreticileri ve tüccarları açısından mevcut kodeks ve standartlarda bu değerlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Urfa pamuk ballarında 2005 yılındaki HMF artışı balların depolama şartlarıyla ilişkili olabilir. HMF ısı ve ışık ile artan bir faktör olduğundan balların gerek petekli gerekse süzölmüş olarak daha sıcak ortamlarda veya ışığa maruz kalacak şekilde saklanması bu duruma neden olabilir (White, 2003).

Şemdinli yöresine ait karışık çiçek ballarının yıllara göre değişiminin sonuçları Tablo 4.3 ve varyans analiz sonuçları Ekler kısmında yer alan Tablo B.3'de verilmiştir. Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da ise bu sonuçlar şematik olarak gösterilmiştir.



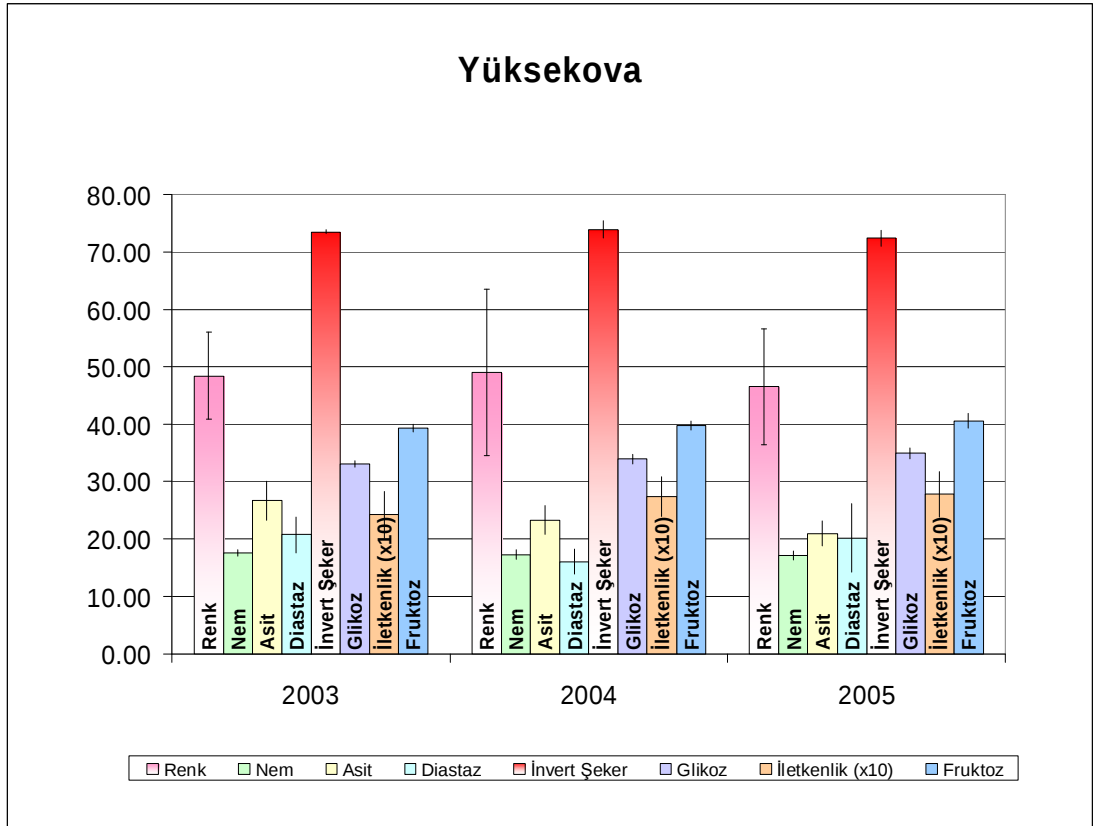
Şekil 4.5. Şemdinli yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi



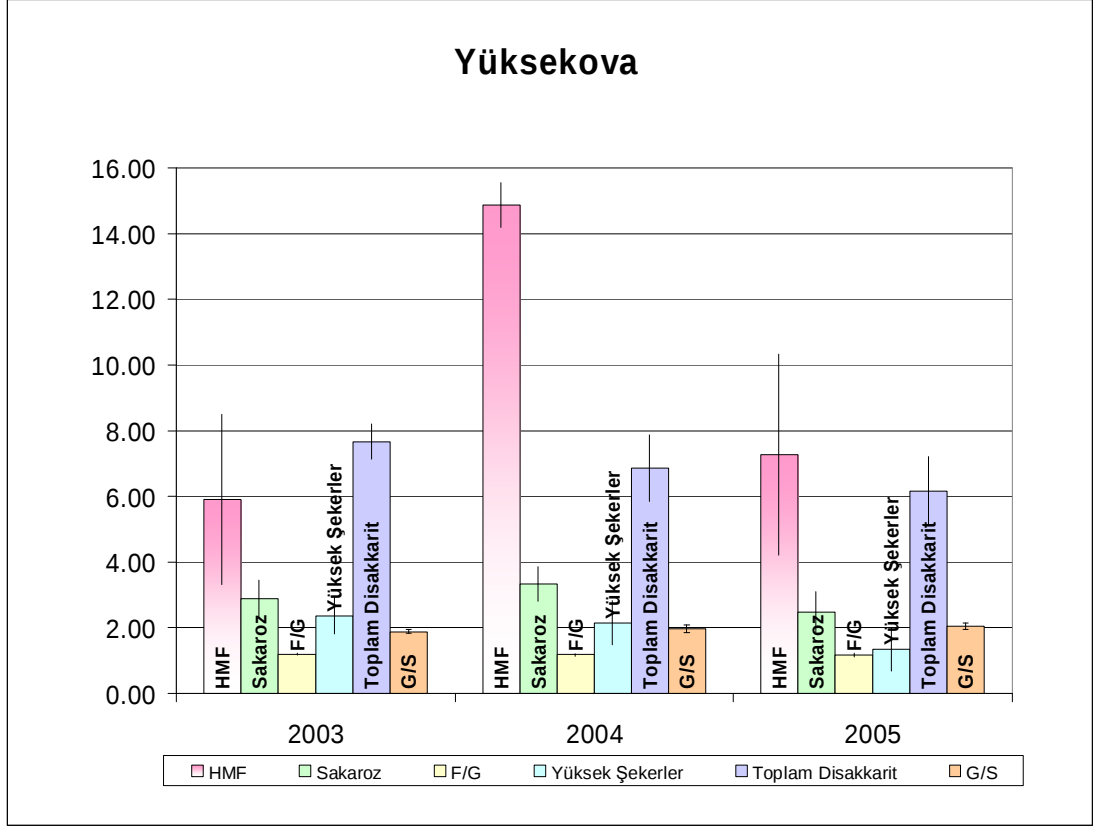
Şekil 4.6. Şemdinli yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

Şemdinli ballarının nem, iletkenlik, sakaroz, invert şeker, glikoz, F/G oranının üç yıl içinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Glikoz, toplam disakkaritler, yüksek şekerler ve G/S oranları incelendiğinde ise değişimlerin, Urfa pamuk ballarında olduğu gibi %0.5-1 aralığındadır. Bu küçük farklılıklar çevresel faktörlerden de kaynaklanabildiği gibi analiz hatası içindedir. HMF'deki değişimler için de mevsimsel faktörler ve depolama koşulları etken olabilir. Yıllara göre önemli farklılıklar ise diastaz ve asitlik değerlerinde gözlenmiştir. Bu durum daha önce Pamuk Urfa ve Ege ballarında açıklandığı gibi nektarın bileşimi, arının nektar kaynaklarına mesafesi ve balın olgunlaşma süresi ile ilgilidir. Yüksek şeker içerikli nektarların olgunlaşma süreleri daha kısadır ve arı nektar kaynaklarına ne derece uzak ise, nektarı kovana taşıırken o kadar uzun süre vücudunda taşır ve balın enzim içeriği buna bağlı olarak artar (Aston ve Bucknall, 2004; Crane, 1990).

Yüksekova ballarının kimyasal özelliklerinin (Tablo 4.3) yıllara göre değişimi Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de incelenmiş ve varyans analiz sonuçları Ekler kısmında Tablo B.4'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Yüksekova yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.8. Yüksekova yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

Yüksekova bölgesi ballarında renk, nem ve Fruktoz/Glikoz oranında yıllar içerisinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir ($P < 0,05$). Buna karşılık, asitlik ve diastaz değerleri aynı senelerde Şemdinli yöresi ballarına çok benzer bir değişim göstermektedir. Bu değişim yörelerin birbirine yakınlığı göz önüne alındığında çevresel faktörlerin önemli bir etki olarak ortaya çıktığını göstermektedir. İletkenliğin, glikoz ve fruktoz şekerleri ile birlikte yıllar içerisinde az miktarda arttığı, buna karşılık yüksek şeker ve toplam disakkaritlerin düştüğü tespit edilmiştir. Benzer durum Şemdinli ballarında da daha düşük oranlarda yaşanmıştır. Bu da yine çevresel faktörlerin (iklim, bitki örtüsü, nektar kaynakları, nektar yapısı...vb.) önemli bir etken olduğunu göstermektedir (Aston ve Bucknall, 2004; White, 2003; Crane, 1990). Yüksekova ballarında 2004 yılında yaşanan HMF artışı aslında numune sayısı çok az (2 adet) olduğundan dikkate alınmamıştır

Tablo 4.3. Şemdinli, Yüksekova, Muş, Kayseri ve Bingöl yörelerine ait karışık çiçek ballarının 2003, 2004 ve 2005 yıllarına ait kimyasal özellikleri¹

		Şemdinli					Yüksekova					Kayseri					Bingöl					Muş				
Analizler	YIL	N ²	Ortalama			N ²	Ortalama			N ²	Ortalama			N ²	Ortalama			N ²	Ortalama			N ²	Ortalama			
Renk (Pfund, mm)	2003	8	60.88	±	9.91	a	5	48.40	±	7.57	a	0		17	46.53	±	11.76	ab	1	64.00	a					
	2004	5	62.60	±	14.67	a	17	49.06	±	14.48	a	2	74.00	±	1.41	a	49	43.16	±	11.55	b	0				
	2005	71	47.68	±	12.10	b	78	46.50	±	10.07	a	218	45.10	±	9.46	b	107	51.34	±	12.72	a	53	41.79	±	12.79	a
Nem (%)	2003	9	18.19	±	0.70	a	13	17.61	±	0.59	a	18	17.43	±	0.55	ab	54	17.08	±	0.72	a	9	17.21	±	0.46	a
	2004	9	17.50	±	0.99	a	19	17.29	±	0.85	ab	2	18.00	±	0.85	a	61	16.67	±	0.68	b	0				
	2005	140	17.63	±	0.88	a	101	17.13	±	0.75	b	297	16.92	±	0.48	b	170	16.37	±	0.89	c	63	16.55	±	0.85	b
Asit (m.q.gr/kg)	2003	9	26.94	±	5.11	a	13	26.69	±	3.35	a	18	29.67	±	4.58	a	54	26.52	±	4.22	a	9	26.33	±	4.53	a
	2004	9	21.39	±	2.93	b	18	23.33	±	2.47	b	2	24.25	±	3.89	b	60	24.93	±	4.01	b	0				
	2005	140	18.79	±	2.38	c	104	20.98	±	2.19	c	298	26.65	±	3.15	ab	170	20.46	±	2.39	c	55	20.01	±	4.65	b
Diastaz (DN)	2003	9	21.39	±	2.34	a	13	20.77	±	3.09	a	18	20.19	±	2.64	a	54	18.63	±	2.76	a	9	17.00	±	4.09	a
	2004	9	15.89	±	1.73	b	18	16.14	±	2.13	b	2	14.75	±	5.30	a	60	13.58	±	2.11	b	0				
	2005	140	23.02	±	2.62	a	104	20.21	±	6.00	a	298	16.12	±	5.53	a	170	19.34	±	2.92	a	63	16.60	±	3.39	a
HMF (mg/kg)	2003	9	4.05	±	1.42	c	13	5.91	±	2.60	b	18	3.73	±	2.11	b	54	5.40	±	2.45	b	9	5.23	±	1.09	a
	2004	4	10.32	±	3.27	a	2	14.88	±	0.68	a	0		4	8.90	±	3.74	a	0							
	2005	3	7.20	±	1.44	b	9	7.27	±	3.06	b	14	9.39	±	3.05	a	13	7.24	±	2.62	ab	7	7.34	±	2.78	a
İletkenlik (µS/cm)	2003	9	303.9	±	48.1	a	13	243.0	±	40.8	b	18	319.6	±	98.6	b	54	324.6	±	156.6	a	9	235.4	±	26.0	a
	2004	9	318.2	±	45.2	a	18	273.7	±	34.2	a	2	413.5	±	71.4	ab	61	332.7	±	120.2	a	0				
	2005	140	285.5	±	65.1	a	104	278.0	±	39.2	a	298	617.9	±	241.2	a	170	298.4	±	76.7	a	63	343.3	±	219.9	a
Sakaroz (%)	2003	9	3.26	±	0.43	a	13	2.88	±	0.56	ab	18	3.33	±	0.75	a	54	3.33	±	0.86	a	9	2.9	±	0.5	a
	2004	4	2.68	±	0.76	a	4	3.33	±	0.54	a	0		5	2.16	±	1.25	b	0							
	2005	3	2.69	±	0.53	a	20	2.48	±	0.62	b	14	2.76	±	0.81	b	13	2.56	±	0.90	ab	6	1.86	±	0.82	b
İnvert Şeker (%)	2003	9	73.09	±	0.80	a	13	73.46	±	0.36	ab	18	74.01	±	0.67	a	54	72.81	±	1.35	a	9	73.83	±	1.01	a
	2004	4	73.40	±	1.31	a	4	73.85	±	1.56	a	0		5	73.76	±	1.18	a	0							
	2005	3	73.05	±	0.05	a	20	72.32	±	1.39	b	14	73.26	±	1.06	b	13	73.64	±	1.12	a	6	73.80	±	1.49	a
Glikoz (%)	2003	9	32.82	±	0.67	a	13	33.10	±	0.50	c	18	34.81	±	1.26	a	54	33.71	±	1.11	b	9	33.93	±	0.43	a
	2004	9	33.32	±	0.82	a	19	33.94	±	0.90	b	2	33.28	±	0.30	b	61	34.57	±	0.49	a	0				
	2005	140	33.59	±	1.07	a	101	34.92	±	0.87	a	297	35.74	±	1.21	a	170	33.86	±	0.76	b	63	34.70	±	1.22	a
Früktoz (%)	2003	9	38.60	±	0.80	b	13	39.25	±	0.68	b	18	39.31	±	1.77	b	54	39.34	±	1.47	c	9	39.36	±	0.73	a
	2004	9	38.92	±	0.68	b	19	39.76	±	0.79	b	2	38.85	±	1.12	b	61	39.87	±	0.45	b	0				
	2005	140	39.86	±	0.78	a	101	40.58	±	1.36	a	297	40.25	±	0.67	a	170	40.64	±	0.88	a	63	39.65	±	1.31	a

¹ Her özellik için kolonlarda aynı harfi taşıyan ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0,05).

² N: Numune sayısı

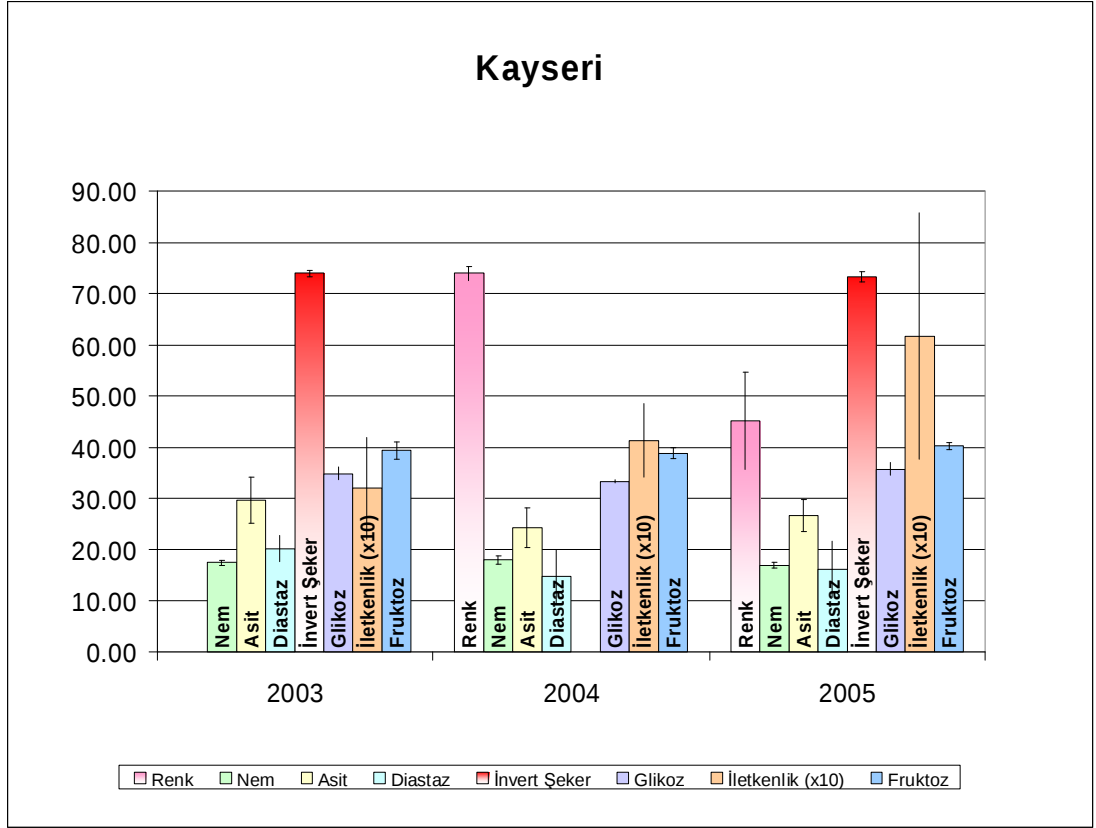
Tablo 4.3. Şemdinli, Yüksekova, Muş, Kayseri ve Bingöl yörelerine ait karışık çiçek ballarının 2003, 2004 ve 2005 yıllarına ait sonuçları
(Devam ediyor)

F/G	2003	9	1.18	± 0.02	a	13	1.19	± 0.03	a	18	1.13	± 0.03	a	54	1.17	± 0.03	b	9	1.16	± 0.03	a
	2004	9	1.17	± 0.02	a	19	1.17	± 0.03	a	2	1.17	± 0.04	a	61	1.15	± 0.02	c	0			
	2005	140	1.19	± 0.04	a	101	1.16	± 0.06	a	297	1.13	± 0.05	a	170	1.20	± 0.04	a	63	1.14	± 0.06	a
Yüksek Şekerler (%)	2003	9	2.57	± 0.66	a	13	2.36	± 0.56	a	18	2.25	± 0.98	a	54	2.38	± 0.45	a	9	2.05	± 0.46	a
	2004	9	2.52	± 0.52	a	19	2.15	± 0.67	a	2	2.32	± 1.75	a	61	1.77	± 0.32	b	0			
	2005	140	1.32	± 0.38	b	101	1.34	± 0.67	b	297	0.96	± 0.47	b	170	1.34	± 0.48	c	63	1.40	± 0.45	b
G/S	2003	9	1.81	± 0.07	b	13	1.88	± 0.06	c	18	2.00	± 0.10	a	54	1.98	± 0.10	b	9	1.97	± 0.07	b
	2004	9	1.91	± 0.15	a	19	1.97	± 0.12	b	2	1.85	± 0.10	b	61	2.08	± 0.09	a	0			
	2005	140	1.91	± 0.12	a	101	2.04	± 0.10	a	297	2.11	± 0.10	a	170	2.07	± 0.11	a	63	2.10	± 0.13	a
Toplam Disakkarit (%)	2003	9	7.82	± 0.91	a	13	7.67	± 0.53	a	18	6.07	± 1.95	b	54	7.99	± 0.75	a	9	7.53	± 0.51	a
	2004	9	7.85	± 0.80	a	19	6.85	± 1.02	b	2	7.56	± 0.07	a	61	7.13	± 0.64	b	0			
	2005	140	7.16	± 0.99	a	101	6.17	± 1.05	c	297	6.02	± 0.82	b	170	7.36	± 0.88	b	63	7.41	± 0.84	a

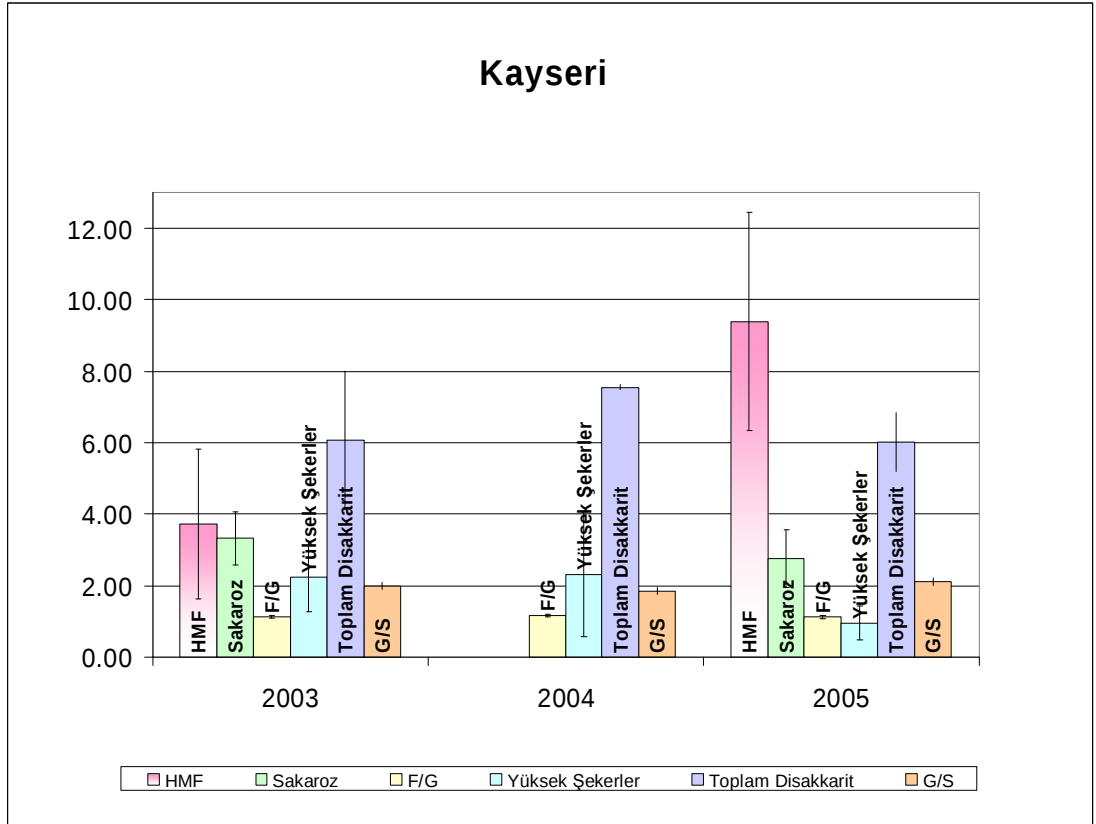
¹ Her özellik için kolonlarda aynı harfi taşıyan ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0,05).

² N: Numune sayısı

Kayseri bölgesi ballarının kimyasal özellikleri Tablo 4.3'de verilmiş ve yıllara göre değişimi Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 de incelenmiştir. Farklılıkların incelendikleri varyans analiz sonuçları Tablo B.5'de sunulmaktadır (Ekler-B). Kayseri ballarında da diğer bölgelerde olduğu gibi pek çok özellik yıllara göre istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılıklar göstermektedir. Kayseri yöresinde 2004 yılında mahsulün az oluşu nedeniyle çok az sayıda numune alınabilmiştir (2 numune). Bu numunelerde diğer yıllara göre renklerin koyu ve diastaz değerlerinin düşük oluşu bu balların diğer yörelere ait ballarla karışmış olma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Kayseri ballarında sadece 2003 ve 2005 sonuçları dikkate alındığında, asitlik, nem, diastaz, sakaroz, invert şeker ve yüksek şekerler miktarlarında azalma gözlenmiş ve HMF, iletkenlik, glikoz ve fruktoz miktarları önemli düzeyde artmıştır ($P<0,05$). Buna karşın F/G oranı, G/S oranı ve toplam disakkarit miktarı hemen hemen sabit kalmıştır. İletkenlik değerindeki artış ve yüksek şekerlerdeki düşüş dikkat çekicidir. Kayseri ballarının polen yapısı incelendiğinde (Tablo. 4.1), incelenen 51 numunenin 46 tanesinde ortalama %3,7 oranında pamuk polenine rastlanmıştır (Pamuk Ege ballarında bu oran 5% ve pamuk Urfa ballarında 9,3%). Ayrıca pamuk ballarının iletkenliklerinin diğer ballara oranla yüksek ve yüksek şekerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo.4.2). Bu durum Kayseri ballarının petekte ya da daha sonra pamuk balları ile karışmış olabileceği sonucunu doğurmaktadır.



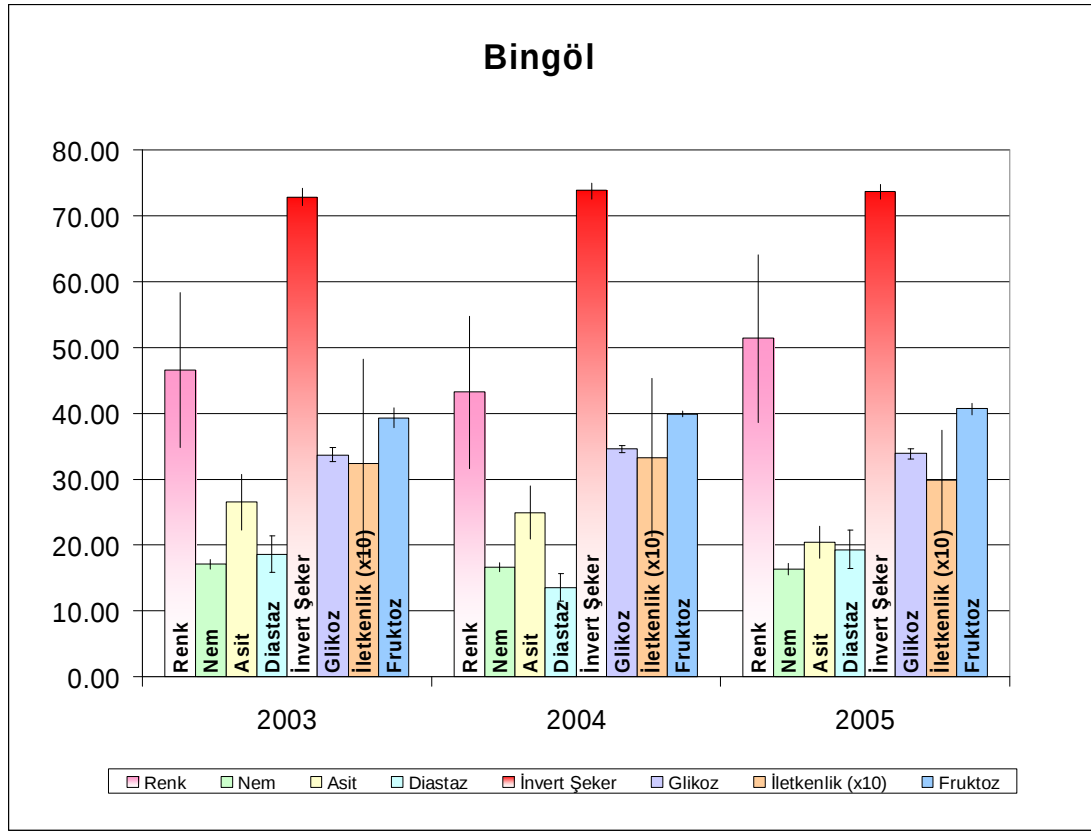
Şekil 4.9. Kayseri yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi



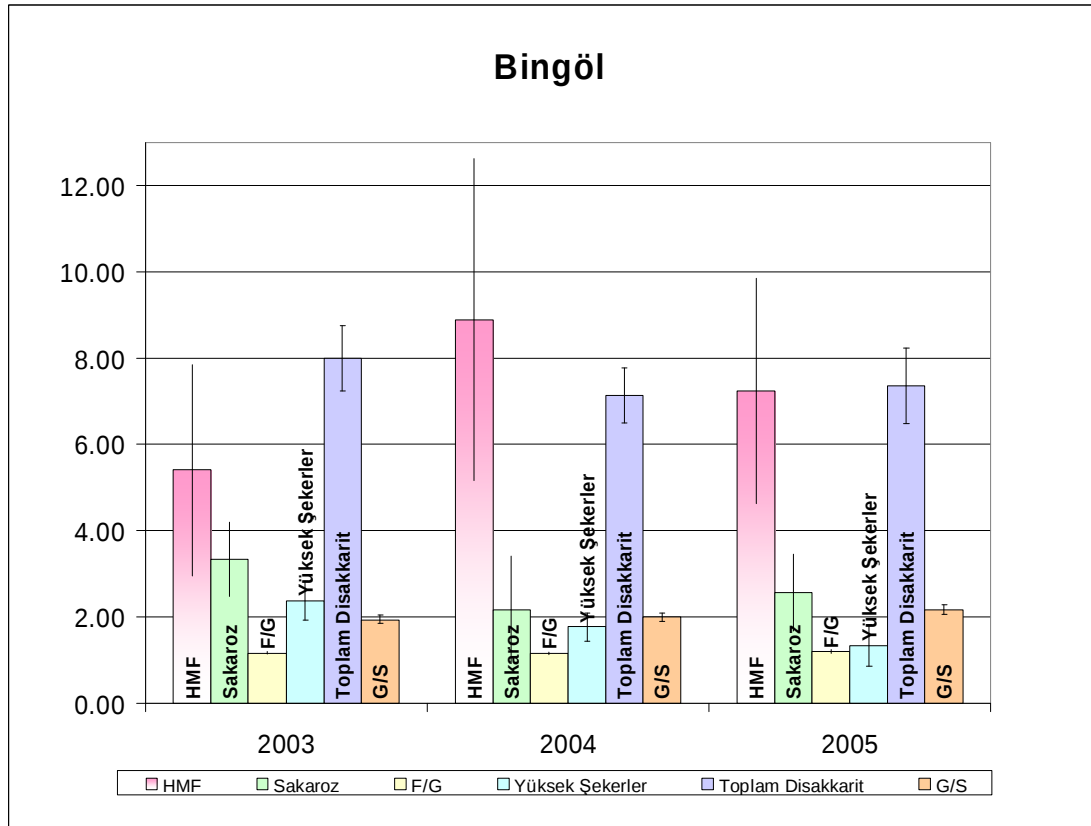
Şekil 4.10. Kayseri yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

Bingöl bölgesi ballarının kimyasal özellikleri Tablo 4.3'de verilmiş ve yıllar içerisinde değişimi Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de incelenmiştir. Yıllara göre farklılıkları incelemek üzere yapılan varyans analiz sonuçları Tablo B.5'de verilmiştir (Ekler-B). İnvert şeker ve iletkenlik değerleri dışında tüm kimyasal parametrelerde yıllara göre istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Bingöl ballarında iletkenlik ve invert şeker değerleri hemen hemen sabit kalırken, diastaz, HMF, sakaroz, toplam disakkarit değerleri iniş ve çıkışlar göstermiş, nem, asitlik ve yüksek şekerlerin değerleri azalırken, renk, F/G ve G/S oranları artmıştır. Bingöl ballarında da 2004 yılında, diastaz, glikoz miktarlarının 2003 ve 2005'e göre farklı oluşudur. Bu durum daha önce de açıklandığı gibi mevsim ve nektar kaynaklarının değişkenliğine bağlanabilir. Bingöl ballarının polen yapısı incelendiğinde (Tablo. 4.1), incelenen 103 numunenin 31 tanesinde ortalama %2,1 oranında pamuk polenine rastlanmıştır. Ancak bu durum Kayseri ballarında olduğu gibi önemli düzeyde pamuk balı karışma problemi değildir zira iletkenlik ve toplam disakkarit analizlerinin sonuçları bunu doğrulamaktadır. Gezginci arıcılığın bir sonucu olarak Urfa bölgesinden pamuk balını alan arıcıların petekler kısmen pamuk balı ile dolu iken Bingöl bölgesine geçmeleri ile ilişkili olma olasılığı yüksektir (Doğaroğlu ve Samancı, 2006; Altıparmak,2005). Sorkun (2004) tarafından yapılan bir araştırmada da Rize Anzer yöresi ballarında benzer bir durumun yaşandığı saptanmış ve arıcıların petekler kısmen kestane ve ormangülü balı ile dolu iken Anzer yaylasına çıktıkları ve yayla balı alarak Anzer balı adı altında sattıkları tespit edilmiştir.

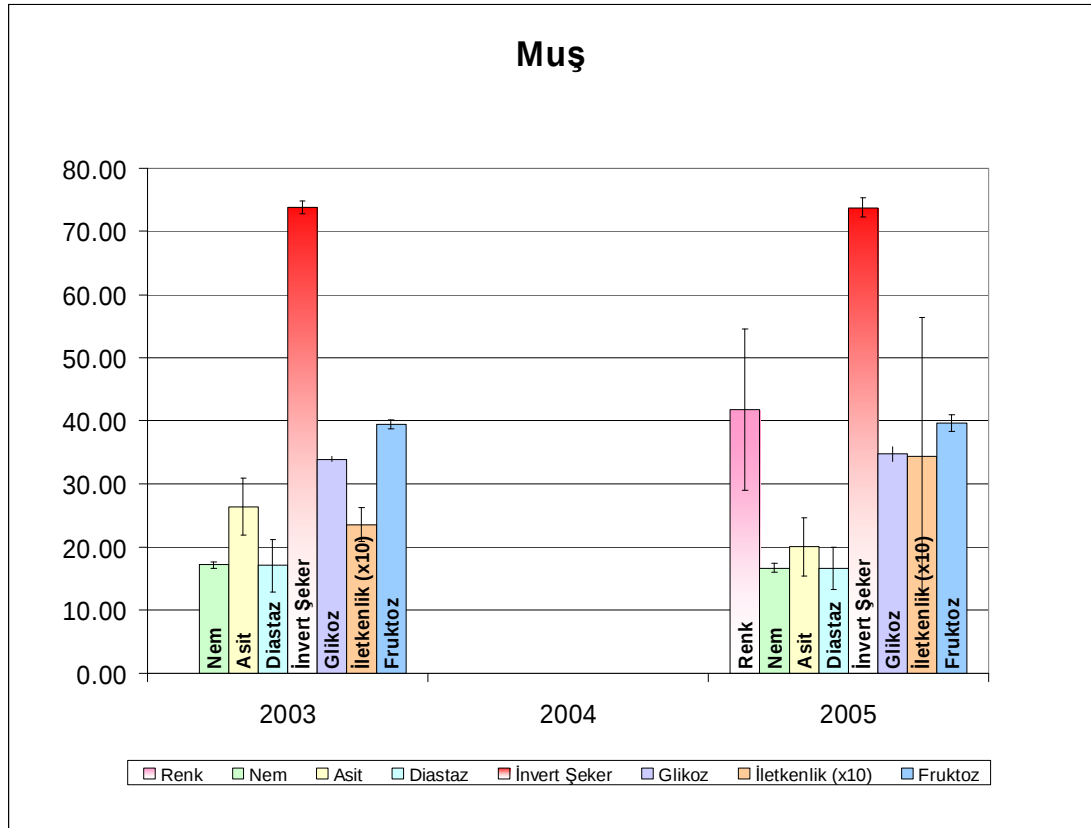


Şekil 4.11. Bingöl yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

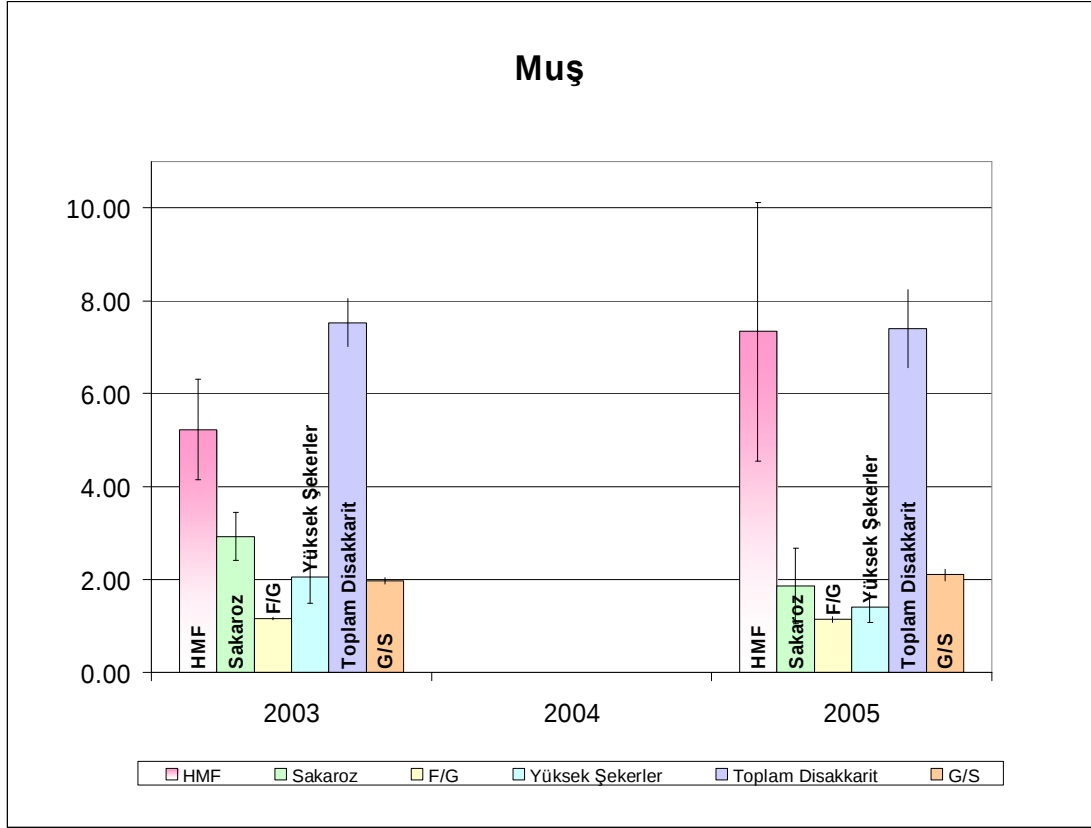


Şekil 4.12. Bingöl yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

Muş bölgesi ballarının 2003, 2004 ve 2005 yıllarındaki kimyasal özellikleri Tablo 4.3'de verilmiş ve yıllar içerisinde değişimi Şekil 4.13 ve Şekil 4.14 de incelenmiştir. Yıllara göre yapılan varyans analiz sonuçları Tablo B.6'de sunulmaktadır (Ekler-B). Muş ballarında 2004 yılına ait numune bulunmadığından yalnızca 2003 ve 2005 yılları incelenebilmiştir. Kimyasal özelliklerin büyük bir kısmında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmemiştir ($P < 0,05$). Balların nem, diastaz, HMF, iletkenlik, invert şeker, glikoz, fruktoz, F/G oranı, yüksek şekerler ve toplam disakkaritlerinde önemli farklılık gözlenmezken, asitlik ve yüksek şeker içerikleri azalmıştır. Bu durum Şemdinli ve Yüksekova ballarında olduğu gibi nektarın bileşimi ve balın olgunlaşma süresinden kaynaklanmaktadır ve doğaldır. Diğer tüm ballar içerisinde yıllara göre en az değişim Muş ballarında gözlenmiştir.



Şekil 4.13. Muş yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.14. Muş yöresi ballarının kimyasal parametrelerinin yıllara göre değişimi

Yedi farklı yörenin ballarının yıllara göre değişimi genel olarak değerlendirildiğinde hemen hemen tüm yörelerde benzer değişiklikler olduğu gözlenmektedir. Nem, asitlik, yüksek şekerler ve toplam disakkarit miktarları bazı yörelerde çok az olmakla beraber genel olarak azalma, iletkenlik değeri Pamuk Ege balları dışında az düzeyde artma ve glikoz, fruktoz ve G/S oranları da yeniden artma eğilimindedir. İnvert şeker, sakaroz ve F/G oranları çok az değişmiş ve hemen hemen sabit kalmıştır, diastaz ve renk değerleri ise önemli farklılıklar göstermiştir.

Bu sonuçlar, genel olarak iklim, mevsim değişiklikleri, nektar kaynakları, bitki örtüsü vb. çevresel koşulların, tüm ülke genelinde bal üretimi ve balın kalite özelliklerine etki ettiğinin bir göstergesidir (Aston ve Bucknall, 2004; White, 2003; Crane, 1990). Özellikle bal üretimi arıcıların ekonomik koşulları da dahil olmak üzere pek çok faktörden etkilenmektedir. Bazı yörelerde bazı yıllar çok az bal elde edilirken, bazı yıllarda da üretim oldukça yüksek olmuştur. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler ile, 2005 yılının 2003 ve 2004 yıllarına göre bal üretimi açısından daha zengin olduğu görülmektedir. Pamuk Ege balları dışındaki tüm ballar için numune sayısı 2005 yılında en yüksektir.

4.2.2. Kimyasal Özelliklerin Yörelere Göre İncelenmesi

Farklı bölgelerde üç yıl süresince toplanan balların kimyasal bileşimleri arasındaki farkların incelenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo B.8 de verilmiştir (Ekler-B). Tablo 4.4'de 7 farklı bölgeye ait kimyasal özelliklerin ortalamaları ve standart sapmaları sunulmuş ve Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da grafik ile özetlenmiştir.

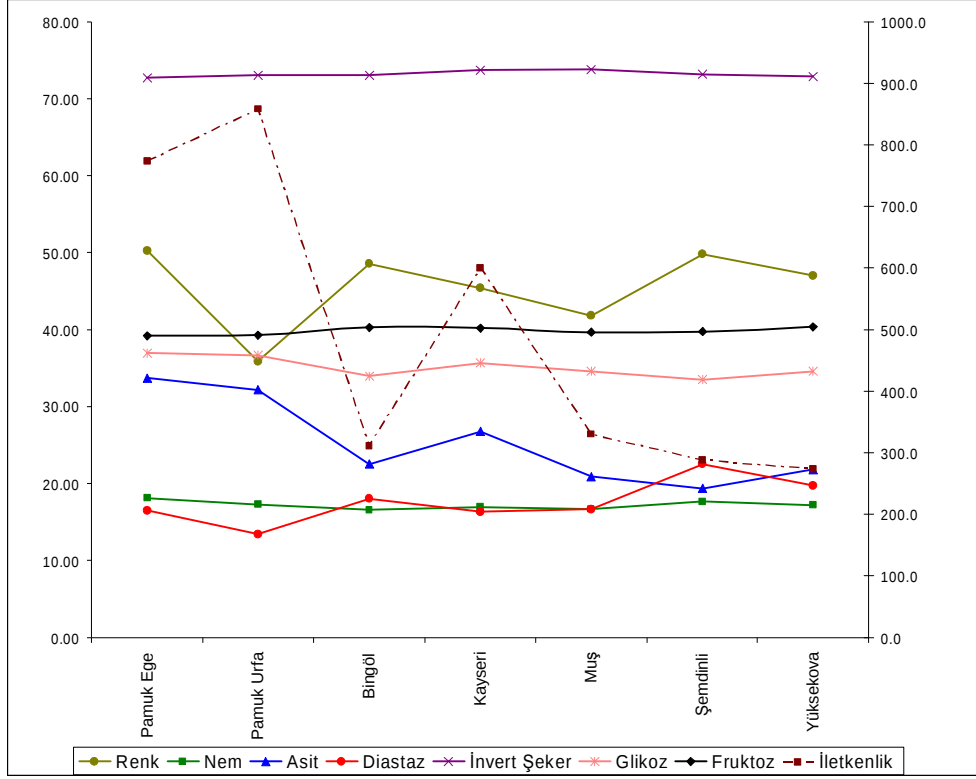
Farklı yörelerden toplanan numunelerin HMF, sakaroz ve invert şeker miktarları hariç diğer tüm özellikleri yörelere göre istatistiksel olarak önemli düzeyde farklıdır ($P<0,05$). Sakaroz miktarı Muş ve Yüksekova ballarında diğer yörelere göre daha az miktardadır ancak bu farklılık 0,5-0,6% aralığındadır. HMF değerlerinin ise tüm yörelerde 6-7 mg/kg arasında olması ısıtılmamış taze ballar için beklenmektedir (White,1979). İnvert şekerlerin miktarı 7 yöreden toplanan ballarda 72,72%- 73,82% aralığında olup bir değişkenlik göstermemektedir. Glikoz miktarı pamuk ballarında 36,5-37,0%, Şemdinli, Bingöl, Yüksekova ve Muş ballarında da 33,5-34,5% ve Kayseri ballarında da 35,4% oranlarındadır. Çiçek balları olan Kayseri yöresinden toplanan numunelerde daha yüksek miktarda glikoz varlığı, daha önce 4.1 ve 4.2.1 de yapılan tespitlere destek olacak nitelikte bir sonuç ortaya koymaktadır. Kayseri ballarının bir miktar pamuk balı ile karışmış olduğu tahminini desteklemektedir. Fruktoz miktarı ise 39,0-40,5% aralığında değişmektedir, ancak glikoza benzer çok net bir ayırım sağlayamamaktadır. Buna karşın Kayseri ballarının F/G oranları pamuk balları ile doğu ballarının oranlarının arasına düşmektedir. F/G oranı bakımından Doğu balları arasında bir farklılık bulunmamaktadır. Şemdinli ballarının F/G oranı ortalaması 1.19 olup, diğerlerinden daha yüksektir ve Muş ballarının ortalama 1.15 değeri Doğu balları içerisinde en düşüktür.

Pamuk Urfa ve Kayseri ballarının G/S oranları birbirlerine çok yakın bulunmuştur (sırasıyla 2,12 ve 2,11). Pamuk Urfa balları en yüksek G/S oranı ile diğerlerinden ayrılmaktadır ve bunu Kayseri balları takip etmektedir. Bu durum Kayseri ballarına pamuk ballarının karışmış olabileceğinin bir başka göstergesidir. Şemdinli balları ise 1,19'la en düşük değere sahiptir. G/S ve F/G oranları ballarda kristalleşme eğilimini gösteren parametreler olarak değerlendirilir (Zürcher ve Hadorn, 1974). Bu nedenle Şemdinli ballarının diğer tüm ballara göre geç kristalleşmesinin ve buna karşılık pamuk ve Kayseri ballarının diğer orijinlere ait ballara göre erken kristalleşmesinin beklenmesi normaldir.

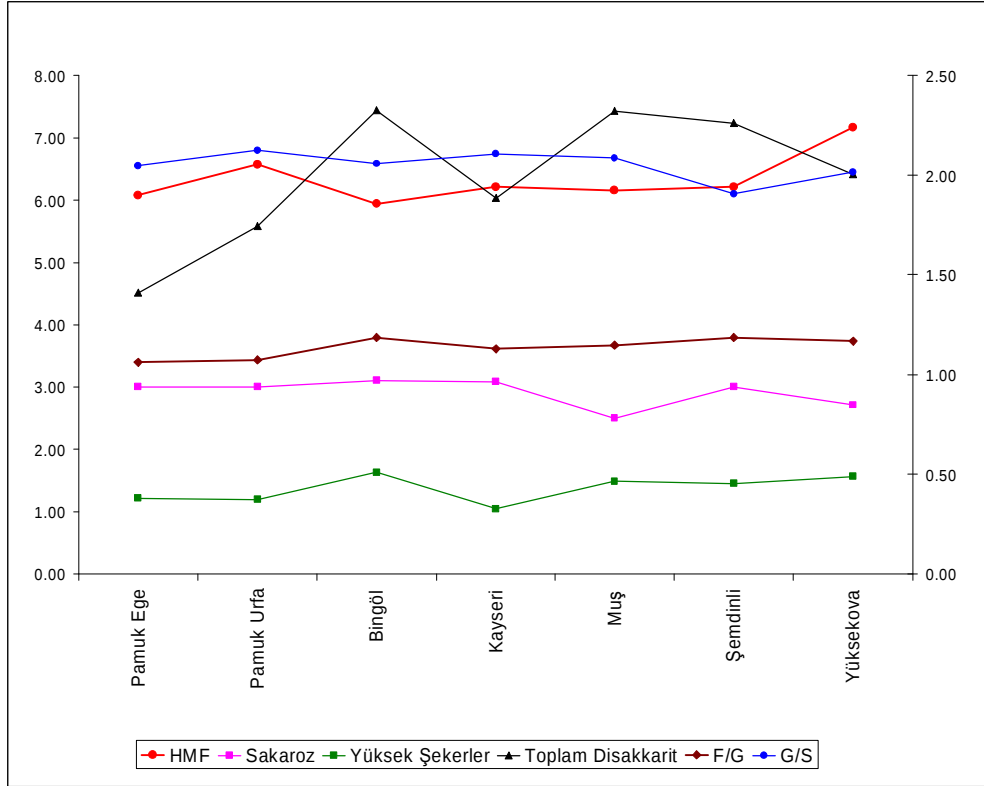
Tablo 4.4. Yedi farklı bölgeye ait kimyasal özelliklerin ortalamaları ve standart sapmaları ¹

	Pamuk Ege		Pamuk Urfa		Şemdinli		Bingöl		Yüksekova		Kayseri		Muş	
Analizler	N ²	Ortalama	N ²	Ortalama	N ²	Ortalama	N ²	Ortalama	N ²	Ortalama	N ²	Ortalama	N ²	Ortalama
Renk (Pfund, mm)	46	50,26 ± 9,12 a	361	35,83 ± 8,16 d	84	49,82 ± 12,95 a	173	48,55 ± 12,78 a	100	47,03 ± 10,78 ab	220	45,36 ± 9,81 b	52	41,79 ± 12,79 c
Nem (%)	70	18,12 ± 0,81 a	468	17,33 ± 1,07 c	158	17,66 ± 0,88 b	285	16,57 ± 0,86 e	133	17,20 ± 0,76 c	317	16,96 ± 0,50 d	72	16,63 ± 0,84 e
Asit (m.q.gr /kg)	68	33,73 ± 5,78 a	468	32,12 ± 4,81 b	158	19,41 ± 3,26 f	284	22,55 ± 4,12 d	135	21,85 ± 2,94 de	318	26,80 ± 3,32 c	64	20,90 ± 5,11 e
Diastaz (DN)	70	16,51 ± 3,42 d	468	13,47 ± 4,24 e	158	22,52 ± 3,05 a	284	17,99 ± 3,57 c	135	19,72 ± 5,58 b	318	16,34 ± 5,48 d	72	16,65 ± 3,46 d
HMF (mg/kg)	27	6,08 ± 3,58 a	151	6,57 ± 3,27 a	16	6,21 ± 3,31 a	71	5,94 ± 2,71 a	24	7,17 ± 3,59 a	32	6,21 ± 3,80 a	16	6,15 ± 2,21 a
İletkenlik (µS/cm)	70	774 ± 149 b	468	858 ± 122 a	158	288 ± 64 e	285	311 ± 107 de	135	274 ± 40 e	318	600 ± 245 c	72	330 ± 209 d
Sakaroz (%)	27	3,00 ± 0,96 a	142	3,00 ± 0,73 a	16	3,01 ± 0,58 a	72	3,11 ± 0,97 a	37	2,71 ± 0,64 b	32	3,08 ± 0,81 a	15	2,50 ± 0,83 b
İnvert Şeker (%)	27	72,72 ± 1,72 c	142	73,09 ± 1,21 bc	16	73,16 ± 0,84 abc	72	73,02 ± 1,34 bc	37	72,88 ± 1,29 c	32	73,68 ± 0,92 ab	15	73,82 ± 1,17 a
Glikoz (%)	70	36,96 ± 1,39 a	468	36,65 ± 1,03 b	158	33,53 ± 1,05 f	285	33,98 ± 0,85 e	133	34,61 ± 1,03 d	317	35,67 ± 1,24 c	72	34,60 ± 1,17 d
Fruktoz (%)	70	39,18 ± 1,02 c	468	39,25 ± 0,83 c	158	39,74 ± 0,85 b	285	40,23 ± 1,09 a	133	40,33 ± 1,32 a	317	40,19 ± 0,81 a	72	39,62 ± 1,25 b
Fruktoz/Glikoz	70	1,06 ± 0,03 f	468	1,07 ± 0,03 e	158	1,19 ± 0,04 a	285	1,18 ± 0,04 a	133	1,17 ± 0,05 b	317	1,13 ± 0,05 d	72	1,15 ± 0,06 c
Yüksek Şekerler (%)	70	1,22 ± 0,86 c	468	1,19 ± 0,56 cd	158	1,46 ± 0,56 b	285	1,63 ± 0,60 a	133	1,56 ± 0,76 ab	317	1,05 ± 0,61 d	72	1,48 ± 0,50 ab
G/S	70	2,05 ± 0,15 ed	468	2,12 ± 0,16 a	158	1,90 ± 0,12 f	285	2,06 ± 0,11 cd	133	2,02 ± 0,11 e	317	2,11 ± 0,11 ab	72	2,08 ± 0,13 bc
Toplam Disakkarit (%)	70	4,51 ± 1,05 f	468	5,58 ± 0,95 e	158	7,23 ± 1,00 a	285	7,43 ± 0,85 a	133	6,41 ± 1,11 b	317	6,04 ± 0,92 c	72	7,42 ± 0,81 a

¹:Her özellik için sıralarda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur (P<0,05)¹² N=Numune sayısı



Şekil 4.15. Kimyasal özelliklerin yörelere göre değişimi (İletkenlik değeri soldaki skala kullanılarak çizilmiştir).



Şekil 4.16. Kimyasal özelliklerin yörelere göre değişimi (G/S ve F/G değerleri soldaki skala kullanılarak çizilmiştir).

Yüksek şekerler pamuk balları ve doğu çiçek balları arasında net bir ayrım göstermektedir. Kayseri ballarını yüksek şeker içeriği (1,05) Urfa pamuk ballarına yakın (1,19) sonuç vermiştir. Toplam disakkarit ve asitlik değerleri için de benzer bir durum söz konusudur ve doğu balları ile pamuk ve Kayseri balları net bir şekilde ayrılmaktadır. Bunlara ilave olarak toplam disakkarit değerlerinde de Pamuk Urfa (5,58) ve Pamuk Ege (4,51) balları arasında da bir ayrım söz konusudur. Kayseri ballarının disakkarit içerikleri (6,04), Urfa pamuk ballarının değerlerine (5,58) yakındır.

Nem miktarları yönünden Pamuk Ege balları (%18,12) ve Bingöl balları (%16,57) tüm diğer yöre ballarından ayrılmıştır. Diğer balların nem miktarları ise küçük farklarla birbirlerine yakındır. Balda nem miktarı, olgunlaşma hava ve iklim koşulları, salgılama hızı ve koloninin gücüne göre değişkenlik gösterir (White,2003). Farklar bu sebeplerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca Pamuk Ege balları (18,12%) dışında diğer balların nem miktarları %18'in altında olduğundan, depolama esnasında fermente olma riski yoktur (Krell,2001).

En koyu renkli bal Pamuk Ege (50.26 mm) ve en açık renkli bal Pamuk Urfa (35,83 mm) balıdır. Renk farklı yörelere ait pamuk ballarını ayırıcı bir parametre olarak görülmektedir. Bu duruma Ege pamuk ballarına ayçiçek ve kestane balının daha petekte iken karışmasının sebep olduğunu düşünülmektedir. Şemdinli (49,82), Bingöl (48,55) ve Yüksekova (47,03) ballarının renkleri arasında fark bulunmamıştır. Muş balları (41,79) ise yayla balları arasında en açık renklidir.

Tablo 4.5. de balın renginin Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından yapılan sınıflandırma verilmektedir (White,1979;Crane,1980). Şekil 4.17.de ise bu sınıflandırmaya giren ballardan örnekler görülmektedir.

Tablo 4.5. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Departmanı balda renk standartları.

Amerika Renk Standartları	Pfund skala (mm)
Su beyazı	0 – 8
Ekstra Beyaz	> 8 – 17
Beyaz	> 17 – 34
Ekstra açık amber	> 34 – 50
Açık amber	> 50 – 85
Amber	> 85 – 114
Koyu amber	> 114



Şekil 4.17. Farklı renklere sahip mono ve poli-flora ballardan örnekler (Krell, 2001)

Analiz edilen balların tüm balların renkleri USDA renk standartlarına göre ekstra açık amber sınıfına girmektedir (Tablo 4.5). Şekil 4.17’de görülen orta (2.) sıradaki balların renkleri bu tanıma uymaktadır.

Yörelere göre en büyük farklılıklar özellikle diastaz ve iletkenlik değerlerinde gerçekleşmiştir. Diastaz sayısı Muş ve Kayseri balları haricinde tüm ballarda yöreye özgü bir değerdir. İletkenlik değerine göre pamuk balları birbirinden ayrılmakta ve Kayseri balları pamuk ballarına yakın sonuçlar vermektedir. Ayrıca Yüksekova ve Şemdinli balları ile Muş ve Bingöl balları ayrı gruplar oluşturmaktadır. Ayrıca bu sonuçlar, Urfa bölgesi pamuk ballarının Kayseri ballarına karışmakta olduğu savını doğrulamaktadır. Elde edilen kimyasal veriler literatürle kıyaslandığında hepsinin doğal bala özgü normal sınırlar içerisinde olduğunu söylemek mümkündür (White, 2003; Crane, 1990). Yalnızca pamuk ballarının iletkenlik değerleri, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2005/49) ve Avrupa Birliği Bal Direktifinde (2001/110/ECC) çiçek balları verilen limitlerin (0.80 mS/cm) üzerindedir.

4.3. Amino Asit Analizi Sonuçları

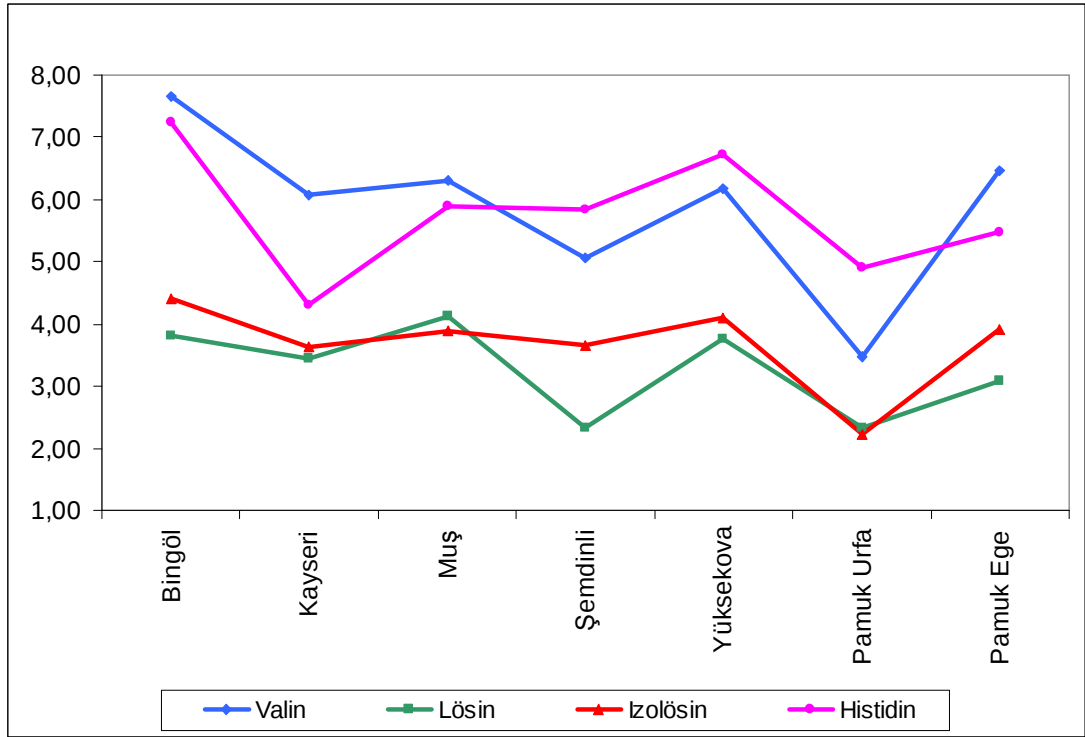
Amino asit analizleri 2005 yılına ait yedi farklı bölgeden alınmış 9'ar numune üzerinde, 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Farklı bölgelere ait balların amino asitleri arasında fark olup olmadığı tek yollu varyans analizi ile incelenmiş ve sonuçları Tablo B.9'de (Ek-B) verilmiştir. Tablo 4.6'de yedi farklı bölgeye ait balların amino asit bileşenlerinin ortalamaları ve standart sapmaları görülmektedir. Her bölgeye ait amino asit içeriklerinin farklılıklarının grafiksel gösterimi Şekil 4.18, Şekil 4.19 ve 4.20'de yer almaktadır. Şekil 4.20'da prolin ve aspartik asit miktar farklılığı nedeniyle ikinci eksene göre çizilmiştir.

Her bölgeden toplanan balların amino asitler arasında yörelere göre farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo B.9). Örneğin aspartik asit içeriği Pamuk Ege ballarında diğer tüm yörelere göre belirgin şekilde yüksektir (152 mg/kg). Bu aminoasitin miktarı Pamuk Ege ballarında, Pamuk Urfa ve Kayseri ballarına göre yaklaşık 3 kat, Bingöl ballarına göre 8 kat, Muş ballarına göre 13 kat, Şemdinli ve Yüksekova ballarına göre 15 kat fazladır. Dolayısıyla aspartik asit Pamuk Ege balları için tanımlayıcı olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Urfa ve Ege yörelerine ait pamuk ballarını da ayırt edici özelliği vardır. Kayseri ballarında bu amino asitin Pamuk ballarına yakın miktarlarda bulunması, kimyasal ve polen analizi neticelerine göre elde edilen Kayseri ballarının pamuk balı ile karışık olabileceği bulgusunu desteklemektedir. Benzer şekilde glutamik asit, fenilalanin ve glutaminin de miktarları Pamuk Ege ballarında diğer ballara göre yüksektir. Bu amino asitler Pamuk Ege ve Pamuk Urfa ballarını birbirinden net bir şekilde ayırmaktadır. Çünkü bu amino asitlerin Pamuk Urfa ballarındaki miktarları da diğerlerine göre minimum seviyededir. Alanin, glisin, valin, izolösin, prolin, asparajin, lisin ve tirosin de Pamuk Urfa ballarında tüm diğer ballara göre minimum seviyedir.

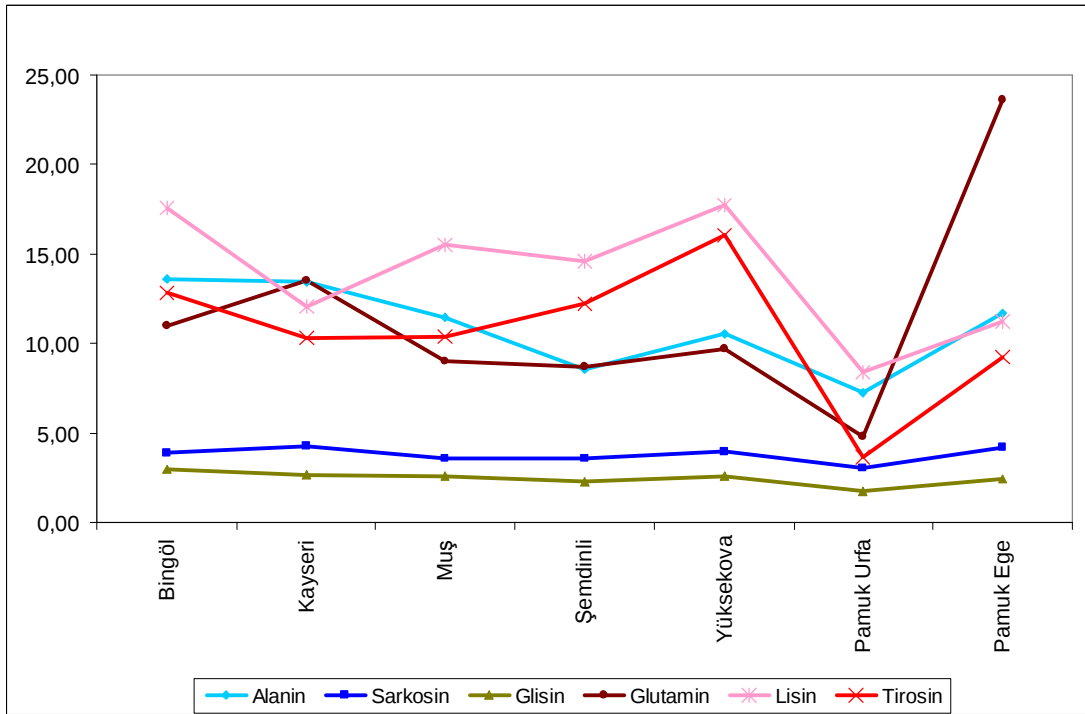
Toplam amino asit oranları açısından ise Pamuk Urfa ballarının minimum, Pamuk Ege ballarının maksimum seviyede amino asit içermektedir. Şekil 4.18, 4.19 ve 4.20'de de bu durum net bir şekilde görülmektedir. Pamuk Ege ballarının yalnızca 2005 yılı ürünü oldukları ve polen analizi neticelerine göre ayçiçek ve kestane polenleri içerdiği göz önüne alındığında, bu yüksek amino asit miktarlarının ayçiçek ya da kestane nektarlarından kaynaklanma olasılığı da söz konusudur. Bu açıdan Marmara ve Ege bölgelerinde üretilen ayçiçek ve kestane ballarının amino asit içerikleri de ayrıca incelenmelidir.

Tablo 4.6. Yedi farklı bölgeye ait amino asitlerin ortalamaları (mg/kg) ve standart sapmaları

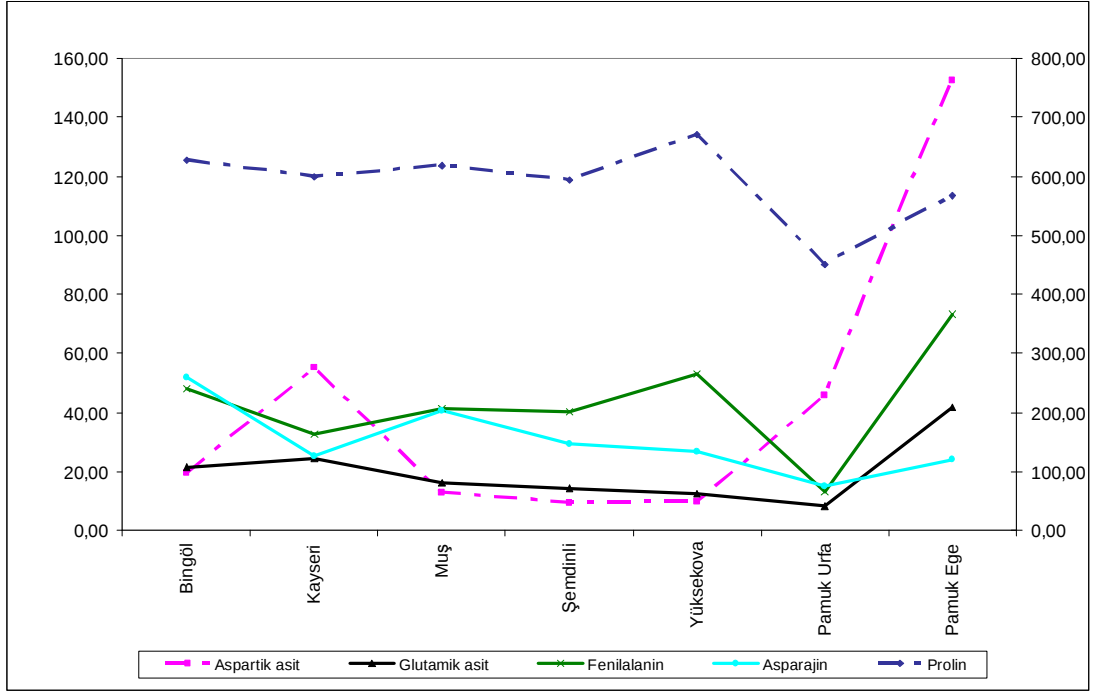
Amino asitler	YÖRELER (*)						
	Bingöl	Kayseri	Muş	Şemdinli	Yüksekova	Pamuk Urfa	Pamuk Ege
Alanin	13,64 ± 3,09 a	13,44 ± 5,10 a	11,45 ± 2,16 ab	8,60 ± 2,59 cd	10,57 ± 3,44 bc	7,27 ± 2,62 d	11,71 ± 3,88 ab
Sarkosin	3,90 ± 0,73 ab	4,30 ± 1,22 a	3,58 ± 0,54 bc	3,57 ± 0,87 bc	3,99 ± 0,78 ab	3,04 ± 0,75 c	4,18 ± 0,88 ab
Glisin	3,01 ± 0,65 a	2,71 ± 0,72 ab	2,57 ± 0,40 b	2,31 ± 0,56 b	2,57 ± 0,33 b	1,77 ± 0,46 c	2,46 ± 0,57 b
Valin	7,67 ± 1,55 a	6,08 ± 2,15 bc	6,31 ± 1,29 b	5,06 ± 1,20 c	6,18 ± 1,33 bc	3,47 ± 1,63 d	6,46 ± 2,05 b
Lösin	3,80 ± 1,35 ab	3,43 ± 0,92 ab	4,12 ± 1,63 a	2,33 ± 0,43 c	3,77 ± 0,67 ab	2,34 ± 1,76 c	3,09 ± 0,87 bc
İzolösin	4,40 ± 0,83 a	3,64 ± 0,98 b	3,88 ± 0,49 ab	3,65 ± 0,86 b	4,09 ± 0,36 ab	2,22 ± 0,80 c	3,92 ± 0,86 ab
Prolin	626,66 ± 103,70 ab	599,79 ± 72,56 ab	618,21 ± 77,39 ab	592,68 ± 112,60 ab	670,53 ± 81,73 a	450,70 ± 65,38 c	567,81 ± 207,02 b
Asparajin	51,94 ± 27,68 a	25,03 ± 9,86 cd	40,45 ± 18,49 b	29,37 ± 10,32 c	26,55 ± 11,09 c	15,11 ± 12,63 d	23,86 ± 9,87 cd
Aspartik asit	19,37 ± 10,94 c	55,22 ± 28,86 b	12,90 ± 4,20 c	9,44 ± 4,24 c	9,62 ± 2,48 c	45,91 ± 28,68 b	152,61 ± 80,75 a
Glutamik asit	21,42 ± 7,40 bc	24,51 ± 26,08 b	16,09 ± 6,06 bcd	14,15 ± 5,58 bcd	12,48 ± 2,98 de	8,34 ± 3,62 e	41,72 ± 31,66 a
Fenilalanin	48,00 ± 26,78 ab	32,85 ± 9,94 cd	41,43 ± 14,84 abc	40,16 ± 18,71 abc	52,87 ± 16,18 ab	13,02 ± 9,06 d	73,16 ± 112,27 a
Glutamin	11,00 ± 3,33 b	13,53 ± 8,41 b	9,06 ± 3,16 bc	8,71 ± 3,04 bc	9,72 ± 3,87 bc	4,81 ± 2,88 c	23,62 ± 16,71 a
Lisin	17,56 ± 2,50 ab	12,05 ± 2,81 d	15,51 ± 3,07 bc	14,59 ± 3,02 c	17,73 ± 3,22 a	8,42 ± 4,56 e	11,25 ± 2,15 d
Histidin	7,23 ± 1,81 a	4,30 ± 2,35 c	5,89 ± 1,39 abc	5,83 ± 1,39 abc	6,74 ± 2,53 ab	4,92 ± 2,46 bc	5,48 ± 2,31 abc
Tirosin	12,84 ± 5,69 b	10,35 ± 3,20 bc	10,40 ± 4,42 bc	12,24 ± 5,72 bc	16,04 ± 3,72 a	3,71 ± 2,17 d	9,27 ± 2,80 c
Toplam	852,45 ± 198,03 ab	811,23 ± 175,16 b	801,86 ± 139,54 b	752,67 ± 171,12 b	853,46 ± 134,73 ab	575,04 ± 139,46 c	940,59 ± 474,67 a



Şekil 4.18. Amino asitlerin yörelere göre değişimi



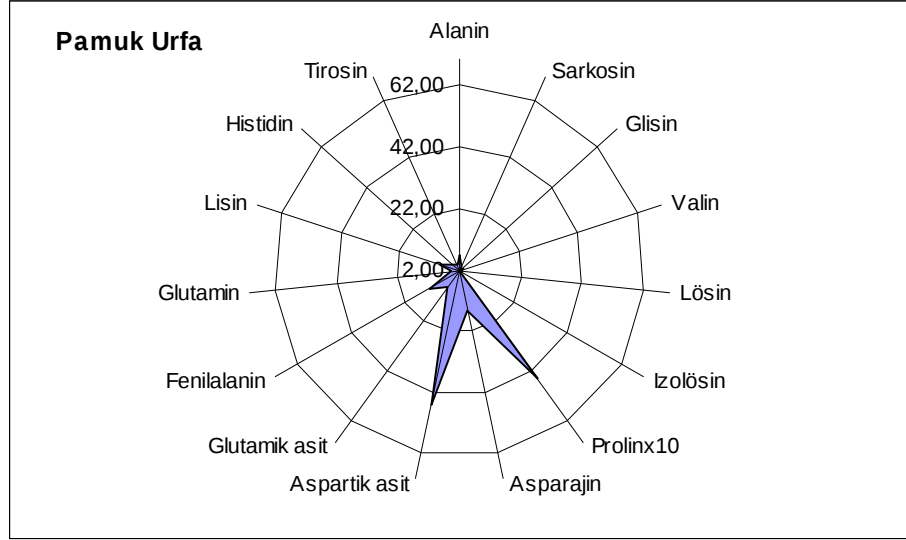
Şekil 4.19. Amino asitlerin yörelere göre değişimi



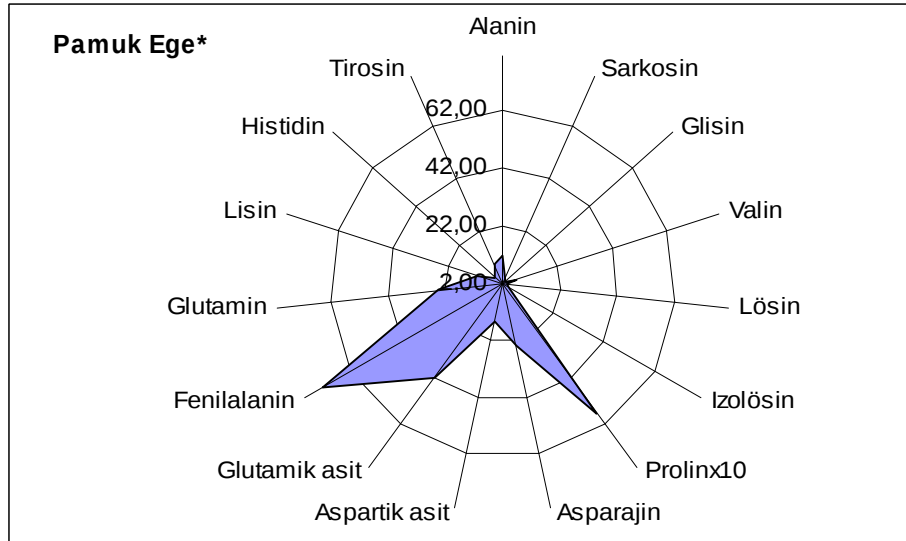
Şekil 4.20. Amino asitlerin yörelere göre değişimi (Prolin ve aspartik asit soldaki eksene göre çizilmiştir)

Doğu balları (Muş, Bingöl, Şemdinli ve Yüksekova) birlikte değerlendirildiğinde Bingöl ve Yüksekova ballarının hemen hemen aynı miktarlarda toplam amino asit içermektedir. Ancak Bingöl balları alanin, glisin, valin, izolösin, asparajin ve histidin amino asitlerini maksimum miktarda içerirken, Yüksekova balları prolin, lisin ve tirosin amino asitlerini maksimum seviyede içermektedir. Dolayısıyla her iki balda dominant olan amino asitler farklıdır ve bu ballar bu özellikleri ile diğer tüm ballardan ayrılmaktadır. Asparajin amino asiti ise Muş, Bingöl ve Şemdinli ile Yüksekova ballarında önemli farklılıklar göstermektedir. Coğrafi olarak birbirine çok yakın Şemdinli ve Yüksekova bölgelerine ait balların amino asitleri karşılaştırıldığında da çeşitli farklılıklar mevcuttur. Lösin, lisin ve tirosin bu iki yöreye ait ballarda istatistiki olarak net farklılıklar göstermektedir. Yüksekova ballarındaki lösin aminoasitinin miktarı 62%, lisin aminoasitinin miktarı 22% ve tirosin aminoasitinin miktarı 31% oranında Şemdinli ballarına göre fazladır. Ayrıca Yüksekova ballarının toplam aminoasitleri de Şemdinli ballarının toplam aminoasitlerinden 13,5% oranında fazladır. Amino asitlerin her yöreye göre örümcek ağı grafiği oluşturulduğunda, her yöreye özgü bir amino asit kompozisyon olduğu görülmektedir. Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de görüldüğü gibi Pamuk Ege ve Pamuk Urfa balları da dahil olmak üzere tüm yörelerin örümcek ağı skalası farklıdır. Birbirine en yakın sonuçlar, yöre olarak da birbirine çok yakın olan Şemdinli ve Yüksekova bölgelerinde elde edilmiştir. Ancak bu yörelerde de

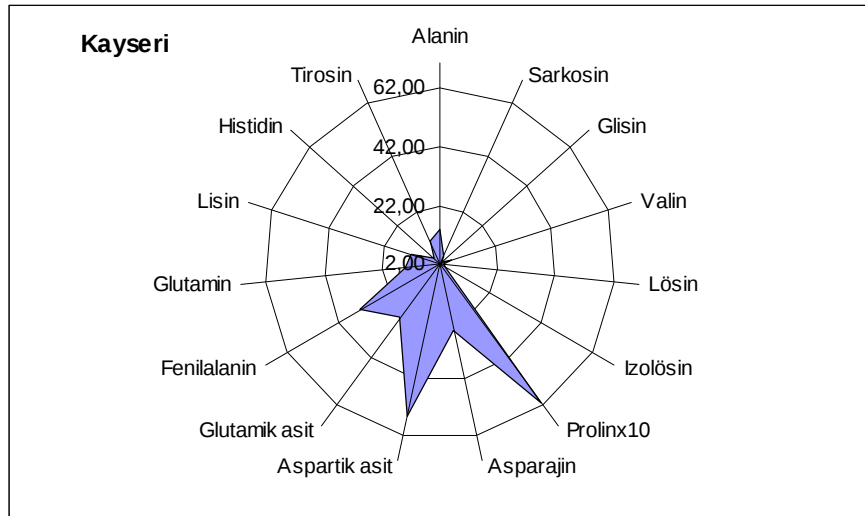
Yüksekova ballarındaki bazı amino asitlerin miktarları Şemdinli ballarına göre yüksektir. Sonuç olarak, Şekil 4.21-4.27'ye göre amino asitler yörelere özgü bir kompozisyona sahiptir ve bu durum gerek yöresel, gerekse botanik orijin tespitinde kullanılabilir.



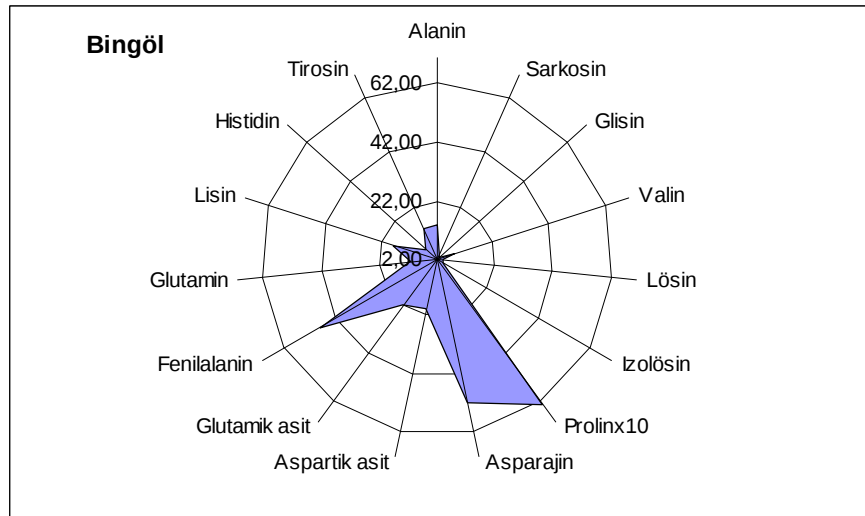
Şekil 4.21. Pamuk Urfa amino asitlerinin örümcek ağı grafiği



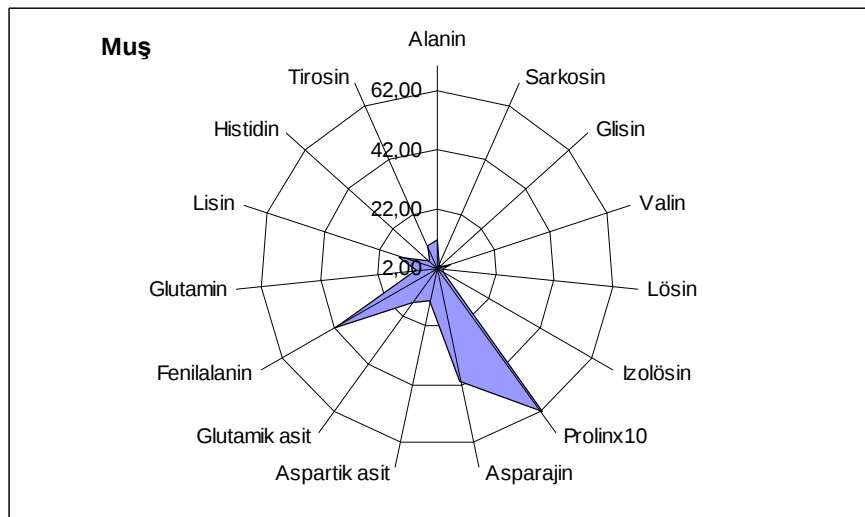
Şekil 4.22. Pamuk Ege amino asitlerinin örümcek ağı grafiği (*Skalada aspartik asit miktarının 10'da 1'i kullanılmıştır).



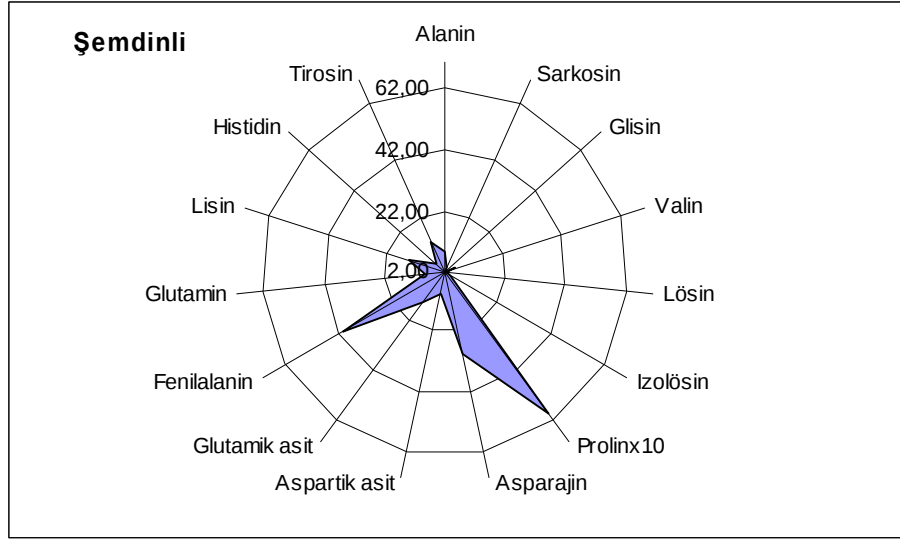
Şekil 4.23. Kayseri balı amino asitlerinin örümcek ağı grafiği



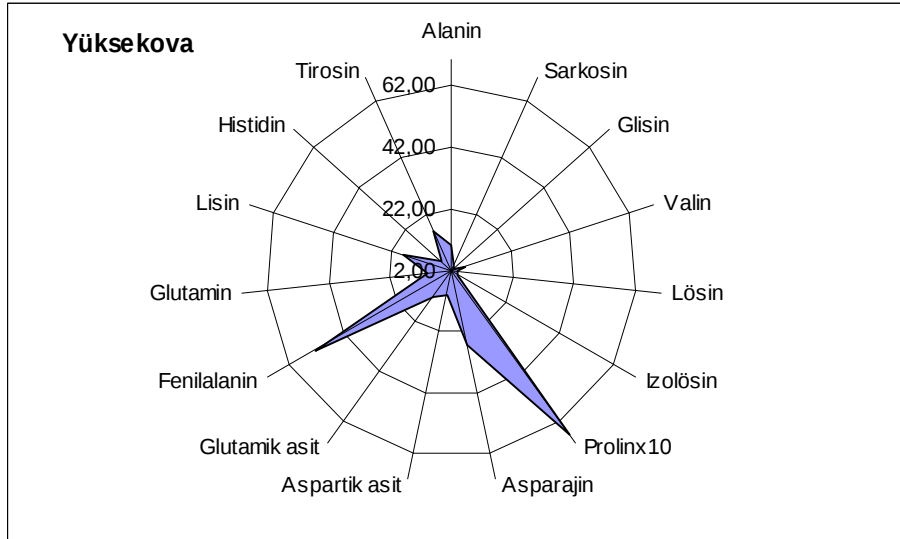
Şekil 4.24. Bingöl balı amino asitlerinin örümcek ağı grafiği



Şekil 4.25. Muş balı amino asitlerinin örümcek ağı grafiği



Şekil 4.26. Şemdinli balı amino asitlerinin örümcek ağı grafiği



Şekil 4.27. Yüksekova balı amino asitlerinin örümcek ağı grafiği

Mevcut literatürde ballarda bulunan tüm amino asitlerin farklı ülkelere ait ballarda da farklı miktarlarda bulunmaktadır (Iglesias ve diğ, 2004; Cometto ve diğ., 2003). Iglesias ve diğ (2004) tarafından yapılan çalışmada İspanya'da 2000 km²'lik bir alandan toplanmış çiçek ve salgı ballarının amino asitleri incelenmiştir. Bu çalışmada toplam 46 numune ile çalışılmıştır, bunların 27 tanesi çiçek balıdır. Çiçek balları farklı bitki orijinlerine ait mono ve poli-flora ballardır. Çalışmada toplam 23 amino asit analiz edilmiş bunlardan 3 tanesi tespit limiti altında kaldığından ballarda bulunamamıştır.

Yedi farklı yöreye ait ballar ile yaptığımız çalışmada ise toplam 15 amino asit tespit etmiş bulunmaktayız. GC:Ezfaast yönteminde tespit limiti altında kalan, treonin, serin, triptofan ve arjinin amino asitleri, İspanyol ballarında daha yüksek miktarlarda

bulunduğundan, HPLC yöntemiyle belirlenmiştir. Diğer ifade ile bu amino asitlerin İspanyol ballarındaki miktarları da Türk Ballarına göre yüksektir. Çiçek balları için, İspanyol ve Türk ballarında ortak olarak bulunan amino asitler incelendiğinde ise, yöresel farklılıklar olduğunu söylemek mümkündür. Tablo 4.7'de İspanyol balları ile yapılmış çalışmanın sonuçları ile Türk balları ile elde ettiğimiz veriler karşılaştırılmıştır. Tabloda Türk balları için verilmiş değerler, her yöreye ait sonuçların ortalamalarıdır. İspanyol çiçek ballarının amino asitleri genellikle Türk ballarına göre yüksektir, özellikle asparajin, glutamik asit, fenilalanin ve tirosin amino asitleri Türk çiçek ballarına göre belirgin şekilde yüksektir. Bu durum balda amino asit profili analizlerinin bölgesel ve ülkesel orijin tespitinde de kullanılabileceğini göstermektedir. Sonuçlar, Gilbert ve diğ. (1981) tarafından, İngiltere, Arjantin, Kanada ve Avustralya ballarını ayırt etmeye yönelik yapılmış olan çalışmayı da destekler niteliktedir.

Tablo 4.7. Türk ve İspanyol çiçek ballarının amino asitlerinin ortalamaları ve standart sapmaları

Amino asitler	Birim	Türkiye*			İspanya**		
		Ortalama			Ortalama		
Alanin	mg/kg	10,95	±	3,27	-		
Sarkosin	mg/kg	3,79	±	0,82	-		
Glisin	mg/kg	2,49	±	0,53	4,91	±	5,78
Valin	mg/kg	5,89	±	1,60	12,76	±	8,53
Lösin	mg/kg	3,27	±	1,09	9,22	±	7,59
İzolösin	mg/kg	3,69	±	0,74	9,22	±	6,21
Prolin	mg/kg	589,48	±	102,91	578,88	±	296,81
Asparajin	mg/kg	30,33	±	14,28	66,98	±	46,72
Aspartik asit	mg/kg	43,58	±	22,88	61,38	±	38,71
Glutamik asit	mg/kg	19,82	±	11,91	72,33	±	44,66
Fenilalanin	mg/kg	43,07	±	29,68	199,74	±	140,78
Glutamin	mg/kg	11,49	±	5,92	27,24	±	20,00
Lisin	mg/kg	13,87	±	3,05	16,38	±	17,33
Histidin	mg/kg	5,77	±	2,03	12,84	±	15,00
Tirosin	mg/kg	10,69	±	3,96	83,53	±	46,81

(*) Tüm yörelere ait amino asitlerin ortalaması alınmıştır.

(**) İspanyol çiçek ballarının nem içeriği ortalama 16% alınmıştır.

Cometto ve diğ. (2003), tarafından Arjantin'in 3 farklı bölgesinden alınmış farklı botanik orijinlere ait 56 bal numunesi ile yapılmış çalışmada da, numunelerde, aspartik asit, serin, glisin, arjinin, treonin/alanin, prolin, tirosin, valin, metionin, izolösin, lösin, fenilalanin, triptofan/ornitrit ve lisin olmak üzere toplam 14 farklı aminoasit tayin edilmiştir. Bu çalışmada treonin ve alanin ile triptofan ve ornitrit aminoasitleri aynı tutulma zamanında sinyal vermiş ve birbirlerinden tam olarak ayrılamamıştır. Arjantin ballarında, Türk ve İspanyol ballarından farklı olarak metionin aminoasiti bulunmuştur. Tüm bu sonuçlar aminoasit miktar ve çeşitinin, balda botanik ve bölgesel orijine göre değiştiğini göstermektedir.

4.4. Duyusal Analiz Sonuçları

4.4.1. Duyusal özelliklerin farklılıkları

Duyusal analizler 2005 yılına ait yedi farklı bölgeden alınmış 9'ar numune üzerinde, 7 panelist tarafından 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Farklı bölgelere ait balların duyusal özellikleri arasındaki farklılıkları Tablo 4.8 ve Tablo B.10'da (Ek-B) ve Şekil 4.28, 4.29, 4.30 ve 4.31'de sunulmaktadır.

Balların görünüş özelliklerinin tümü istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P < 0,05$). Buna karşılık koku özelliklerinden çimen, kuru üzüm, ahır-tezek, balmumu ve ağaç-odun açısından yöreler arasında fark bulunmamıştır. Benzer şekilde tat özelliklerinden tarçın, ağaç odun, pestil, nane-mentol ve balmumu açısından da yöreler arasında istatistiki olarak fark yoktur. Bu sonuçlara göre balların hemen hepsinde balmumu tadı ve kokusu balın genel bir özelliği olarak yer almaktadır. Bu parametreler duyusal analizde, şurup katılmış balları ya da yapay balları doğal ballardan ayırt etmek amacıyla kullanılabilir.

Ayrıca analiz edilen balların tamamı çiçek balı olduğundan, balların hepsinde az miktarda çimen kokusu bulunması ve ağaç odun kokusunun bulunmaması da doğal olarak kabul edilmektedir. Çünkü ağaç odun kokusu veya tadı çam ballarına özgüdür ve bu terimler referans olarak kullanılan çam balına ait duyusal özelliklerdir (Sunay ve Boyacı, 2006). Aynı şekilde pestil tadı da yine salgı ya da çam ballarında hissedilmiş özellikler olup, referans olarak da çam ballı kullanılmıştır. Bu özelliklerin analiz edilen çiçek ballarında bulunmaması, panel için seçilen balların, çam balı ile karışık olmadığının bir göstergesidir. Kuru üzüm kokusu açısından ballar arasında farklılık bulunmamıştır. Ancak kuru üzüm tadı en fazla Pamuk Ege ve Kayseri ballarında, en az Şemdinli ballarında hissedilmiştir. Ahır tezek kokusunun da balları ayırt edici bir özellik olmaması doğaldır. Çünkü ülkemizde bal üretimi kırsal bölgelerde, köylerde ve tarlalarda, ayrıca büyük, küçük baş ve kümes hayvancılığının da yapıldığı yerlerde gerçekleştirilmektedir. Bu koku ballarda bitkisel orijinli değildir ancak çevresel faktörlerden ileri gelmektedir. Balın higroskopik özelliği nedeniyle çevreden nem ile birlikte bir takım kokuları absorbe etmesi normaldir (White, 2003; Crane,1990).

Tablo 4.8. Yedi farklı yörenin duyuşal özellikleri

Duyuşal parametreler	Yöre	Ortalama**	Duyuşal parametreler	Yöre	Ortalama**
Renk	Pamuk Ege	3,64 ± 0,30 a	Çimen Kokusu	Yüksekova	2,57 ± 1,08 a
	Kayseri	3,19 ± 0,24 b		Şemdinli	2,50 ± 1,35 a
	Yüksekova	3,06 ± 0,19 b		Pamuk Ege	2,36 ± 1,16 a
	Muş	2,97 ± 0,27 bc		Pamuk Urfa	2,34 ± 1,37 a
	Bingöl	2,86 ± 0,15 c		Muş	2,33 ± 0,69 a
	Şemdinli	2,60 ± 0,22 c		Bingöl	2,23 ± 1,05 a
	Pamuk Urfa	2,16 ± 0,10 d		Kayseri	1,96 ± 0,94 a
Berraklık	Şemdinli	7,51 ± 0,72 a	Narenciye Kokusu	Pamuk Urfa	2,96 ± 0,48 a
	Bingöl	6,54 ± 0,93 b		Yüksekova	2,57 ± 0,89 ab
	Yüksekova	6,06 ± 0,74 b		Kayseri	2,49 ± 0,96 ab
	Pamuk Urfa	5,00 ± 0,83 c		Şemdinli	2,39 ± 0,74 ab
	Kayseri	4,80 ± 0,80 cd		Bingöl	2,27 ± 0,89 ab
	Muş	4,31 ± 0,93 d		Muş	2,19 ± 0,86 b
	Pamuk Ege	2,63 ± 0,50 e		Pamuk Ege	2,17 ± 0,62 b
Görünür Akışkanlık	Şemdinli	6,50 ± 0,67 a	Kayırsı-Şeftali Kokusu	Kayseri	3,43 ± 0,97 a
	Pamuk Urfa	6,17 ± 0,34 a		Pamuk Urfa	2,80 ± 0,92 ab
	Bingöl	5,49 ± 0,65 b		Pamuk Ege	2,40 ± 0,68 b
	Yüksekova	5,47 ± 0,50 b		Muş	2,27 ± 0,42 b
	Kayseri	5,09 ± 0,53 bc		Yüksekova	2,27 ± 0,64 b
	Muş	4,97 ± 0,42 bc		Bingöl	2,23 ± 0,38 b
	Pamuk Ege	4,43 ± 0,69 c		Şemdinli	1,96 ± 0,75 b
Yapışkanlık	Bingöl	5,04 ± 0,73 a	Bergamot Kokusu	Şemdinli	2,59 ± 1,20 a
	Yüksekova	4,81 ± 0,67 ab		Yüksekova	2,07 ± 0,94 ab
	Muş	4,80 ± 0,62 ab		Bingöl	1,37 ± 0,77 bc
	Kayseri	4,76 ± 0,76 ab		Kayseri	1,24 ± 0,73 bc
	Pamuk Ege	4,41 ± 1,22 ab		Pamuk Urfa	1,21 ± 0,51 bc
	Şemdinli	3,91 ± 0,46 bc		Muş	1,01 ± 0,68 bc
	Pamuk Urfa	3,54 ± 0,50 c		Pamuk Ege	0,74 ± 0,63 c
Kayganlık	Şemdinli	6,11 ± 0,59 a	Kuru üzüm Kokusu	Kayseri	3,63 ± 1,13 a
	Pamuk Urfa	5,97 ± 0,43 a		Pamuk Ege	3,51 ± 1,03 a
	Bingöl	4,89 ± 0,81 b		Pamuk Urfa	3,20 ± 1,31 a
	Yüksekova	4,87 ± 0,71 b		Bingöl	3,14 ± 0,83 a
	Kayseri	4,71 ± 0,67 b		Yüksekova	3,14 ± 0,69 a
	Muş	4,71 ± 0,60 b		Şemdinli	3,13 ± 0,75 a
	Pamuk Ege	4,34 ± 0,59 b		Muş	2,91 ± 0,89 a
Kristal Yapı	Pamuk Ege	5,16 ± 0,82 a	Pestil Kokusu	Pamuk Ege	0,84 ± 0,61 a
	Kayseri	2,96 ± 0,66 b		Muş	0,67 ± 0,53 ab
	Muş	2,81 ± 0,57 b		Bingöl	0,61 ± 0,60 ab
	Pamuk Urfa	2,69 ± 0,59 b		Şemdinli	0,60 ± 0,51 ab
	Yüksekova	1,91 ± 0,20 c		Kayseri	0,57 ± 0,49 ab
	Şemdinli	0,44 ± 0,31 d		Yüksekova	0,50 ± 0,56 b
	Bingöl	0,40 ± 0,21 d		Pamuk Urfa	0,46 ± 0,57 b
Kristal Büyüklüğü	Pamuk Ege	4,46 ± 1,09 a	Ahır-Tezek Kokusu	Yüksekova	2,99 ± 1,35 a
	Pamuk Urfa	2,70 ± 0,83 b		Pamuk Ege	2,74 ± 0,89 a
	Kayseri	2,60 ± 0,87 b		Bingöl	2,56 ± 1,21 a
	Muş	1,94 ± 0,78 b		Muş	2,36 ± 0,82 a
	Yüksekova	1,86 ± 0,31 b		Şemdinli	2,23 ± 1,68 a
	Şemdinli	0,39 ± 0,24 c		Kayseri	1,97 ± 1,19 a
	Bingöl	0,27 ± 0,23 c		Pamuk Urfa	1,86 ± 1,36 a
Çiçek Kokusu	Şemdinli	5,14 ± 1,11 a	Tütün Kokusu	Şemdinli	2,99 ± 1,26 a
	Yüksekova	4,73 ± 0,88 a		Yüksekova	2,33 ± 1,09 b
	Pamuk Urfa	4,73 ± 1,01 a		Bingöl	1,44 ± 0,75 bc
	Kayseri	4,54 ± 0,56 ab		Muş	1,40 ± 0,65 bc
	Bingöl	4,30 ± 1,06 ab		Pamuk Ege	1,29 ± 0,96 c
	Muş	4,23 ± 0,93 ab		Kayseri	1,11 ± 0,78 c
	Pamuk Ege	3,91 ± 0,92 b		Pamuk Urfa	0,83 ± 0,54 c

1 Ortalamalar yörelere göre büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır.

2 Kolonlardaki değerler ortalamaları (n=...) ve standart sapma değerlerini göstermektedir. aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P>0.05).

Tablo 4.8. Yedi farklı yörenin duyuşal özellikleri (Devam ediyor)

Duyuşal parametreler	Yöre	Ortalama**	Duyuşal parametreler	Yöre	Ortalama**
Tarçın Kokusu	Kayseri	2,66 ± 0,54 a	Çiçek Tadı	Şemdinli	5,66 ± 1,32 a
	Pamuk Urfa	1,67 ± 0,48 b		Yüksekova	5,24 ± 1,16 a
	Bingöl	1,61 ± 0,42 b		Bingöl	5,13 ± 1,29 ab
	Yüksekova	1,49 ± 0,60 b		Muş	5,00 ± 1,41 b
	Pamuk Ege	1,36 ± 0,55 b		Kayseri	4,90 ± 0,83 b
	Muş	1,30 ± 0,64 b		Pamuk Urfa	4,90 ± 1,20 b
	Şemdinli	1,29 ± 0,60 b		Pamuk Ege	4,59 ± 0,88 b
Kimyon Kokusu	Pamuk Ege	1,91 ± 1,07 a	Narenciye Tadı	Pamuk Urfa	3,79 ± 0,77 a
	Bingöl	1,49 ± 0,39 ab		Kayseri	3,27 ± 0,85 ab
	Muş	1,46 ± 0,28 ab		Muş	3,09 ± 1,17 ab
	Yüksekova	1,43 ± 0,68 ab		Pamuk Ege	3,03 ± 1,00 ab
	Kayseri	1,06 ± 0,42 b		Bingöl	2,84 ± 1,18 ab
	Şemdinli	1,01 ± 0,64 b		Yüksekova	2,77 ± 0,92 b
	Pamuk Urfa	0,91 ± 0,65 b		Şemdinli	2,76 ± 0,80 b
Ağaç-Odun Kokusu	Pamuk Ege	0,39 ± 0,28 a	Kayısı-Şeftali Tadı	Kayseri	3,64 ± 0,62 a
	Muş	0,24 ± 0,14 a		Pamuk Ege	3,31 ± 0,51 ab
	Yüksekova	0,19 ± 0,26 a		Pamuk Urfa	3,01 ± 0,81 ab
	Pamuk Urfa	0,17 ± 0,34 a		Yüksekova	2,99 ± 0,70 ab
	Bingöl	0,11 ± 0,09 a		Muş	2,97 ± 0,73 ab
	Şemdinli	0,10 ± 0,14 a		Bingöl	2,79 ± 0,73 b
	Kayseri	0,04 ± 0,05 a		Şemdinli	2,67 ± 0,97 b
Ceviz Kokusu	Şemdinli	1,81 ± 1,62 a	Bergamot Tadı	Şemdinli	4,59 ± 1,56 a
	Yüksekova	1,49 ± 0,67 ab		Yüksekova	3,44 ± 1,29 a
	Pamuk Ege	0,87 ± 0,71 ab		Bingöl	2,96 ± 0,83 ab
	Bingöl	0,74 ± 0,56 ab		Muş	2,31 ± 0,92 abc
	Kayseri	0,73 ± 0,44 ab		Kayseri	2,03 ± 0,61 abc
	Muş	0,64 ± 0,44 ab		Pamuk Urfa	1,56 ± 0,89 bc
	Pamuk Urfa	0,54 ± 0,71 b		Pamuk Ege	1,34 ± 1,02 c
Karamel Kokusu	Kayseri	1,97 ± 0,33 a	Kuru Üzüm Tadı	Pamuk Ege	3,51 ± 0,83 a
	Pamuk Ege	1,64 ± 0,79 ab		Kayseri	3,41 ± 1,18 ab
	Bingöl	1,44 ± 0,32 ab		Pamuk Urfa	3,29 ± 1,38 abc
	Yüksekova	1,37 ± 0,60 b		Muş	3,14 ± 1,27 abc
	Muş	1,37 ± 0,48 b		Bingöl	2,96 ± 1,06 abc
	Şemdinli	1,19 ± 0,49 b		Yüksekova	2,93 ± 0,86 abc
	Pamuk Urfa	1,13 ± 0,76 b		Şemdinli	2,47 ± 1,02 c
Tütsü Kokusu	Pamuk Ege	1,31 ± 0,70 a	Pestil Tadı	Pamuk Ege	0,83 ± 0,53 a
	Yüksekova	1,27 ± 0,96 ab		Bingöl	0,64 ± 0,43 ab
	Muş	1,21 ± 0,58 ab		Muş	0,64 ± 0,41 ab
	Şemdinli	1,10 ± 0,88 ab		Yüksekova	0,50 ± 0,56 ab
	Kayseri	0,94 ± 0,61 ab		Kayseri	0,46 ± 0,39 ab
	Bingöl	0,87 ± 0,56 ab		Pamuk Urfa	0,44 ± 0,55 ab
	Pamuk Urfa	0,71 ± 0,56 b		Şemdinli	0,41 ± 0,50 b
Balmumu Kokusu	Yüksekova	3,11 ± 1,07 a	Nane-mentol Tadı	Şemdinli	1,90 ± 0,72 a
	Şemdinli	3,10 ± 1,06 a		Pamuk Urfa	1,79 ± 0,96 a
	Pamuk Urfa	3,09 ± 1,17 a		Muş	1,71 ± 0,79 a
	Bingöl	3,03 ± 1,13 a		Bingöl	1,66 ± 0,76 a
	Kayseri	3,03 ± 1,03 a		Yüksekova	1,61 ± 0,80 a
	Muş	2,99 ± 1,12 a		Pamuk Ege	1,39 ± 0,67 a
	Pamuk Ege	2,90 ± 1,09 a		Kayseri	1,27 ± 0,68 a
Kimyasal Koku	Pamuk Ege	2,07 ± 1,95 a	Damla Sakızı Tadı	Şemdinli	1,77 ± 0,93 a
	Pamuk Urfa	0,80 ± 0,90 b		Muş	1,44 ± 0,77 ab
	Muş	0,76 ± 0,57 b		Yüksekova	1,27 ± 0,64 ab
	Kayseri	0,59 ± 0,56 b		Bingöl	1,24 ± 0,84 ab
	Yüksekova	0,39 ± 0,11 b		Pamuk Urfa	0,89 ± 0,59 ab
	Bingöl	0,27 ± 0,23 b		Kayseri	0,67 ± 0,59 b
	Şemdinli	0,17 ± 0,17 b		Pamuk Ege	0,61 ± 0,70 b

1 Ortalamalar yörelere göre büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır.

2 Kolonlardaki değerler ortalamaları (n=...) ve standart sapma değerlerini göstermektedir. aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P>0.05).

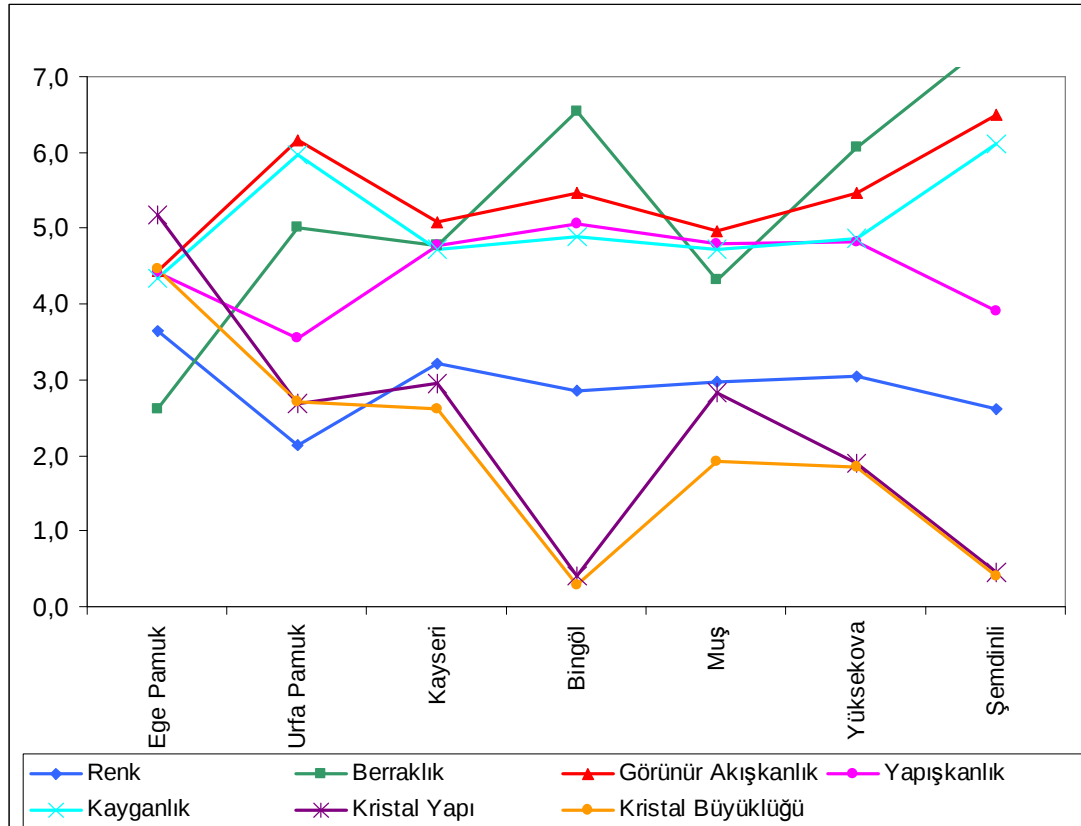
Tablo 4.8. Yedi farklı yörenin duyuşal özellikleri (Devam ediyor)

Duyuşal parametreler	Yöre	Ortalama**	Duyuşal parametreler	Yöre	Ortalama**
Tütün Tadı	Şemdinli	2,49 ± 0,97 a	Acılık	Pamuk Ege	0,66 ± 0,36 a
	Yüksekova	1,94 ± 0,53 a		Kayseri	0,46 ± 0,34 ab
	Bingöl	1,19 ± 0,34 ab		Muş	0,39 ± 0,23 ab
	Muş	0,89 ± 0,39 b		Şemdinli	0,33 ± 0,45 ab
	Pamuk Ege	0,86 ± 0,60 b		Yüksekova	0,33 ± 0,25 ab
	Kayseri	0,76 ± 0,40 b		Pamuk Urfa	0,33 ± 0,45 ab
	Pamuk Urfa	0,43 ± 0,45 b		Bingöl	0,27 ± 0,27 b
Balmumu Tadı	Bingöl	3,59 ± 1,27 a	Tatlılık	Şemdinli	6,87 ± 0,84 a
	Muş	3,54 ± 1,11 a		Yüksekova	6,67 ± 0,92 a
	Yüksekova	3,53 ± 1,13 a		Bingöl	6,53 ± 0,81 ab
	Şemdinli	3,50 ± 1,12 a		Muş	6,23 ± 0,88 ab
	Pamuk Urfa	3,41 ± 1,25 a		Kayseri	6,13 ± 0,89 ab
	Kayseri	3,27 ± 0,99 a		Pamuk Urfa	6,09 ± 0,94 bc
	Pamuk Ege	3,21 ± 0,97 a		Pamuk Ege	5,61 ± 0,69 c
Tarçın Tadı	Kayseri	2,50 ± 0,50 a	Keskinlik	Şemdinli	5,61 ± 0,51 a
	Pamuk Ege	2,36 ± 0,57 a		Yüksekova	5,53 ± 0,68 a
	Yüksekova	2,27 ± 0,64 a		Bingöl	5,31 ± 0,49 ab
	Pamuk Urfa	2,11 ± 0,44 a		Muş	5,11 ± 0,51 abc
	Şemdinli	2,04 ± 0,46 a		Kayseri	4,93 ± 0,53 abc
	Bingöl	1,99 ± 0,41 a		Pamuk Urfa	4,69 ± 0,69 bc
	Muş	1,94 ± 0,41 a		Pamuk Ege	4,47 ± 1,00 c
Ceviz-Fındık Tadı	Şemdinli	1,63 ± 1,06 a	Burukluk	Pamuk Ege	1,67 ± 0,87 a
	Yüksekova	1,44 ± 0,75 a		Pamuk Urfa	1,14 ± 0,60 ab
	Bingöl	0,93 ± 0,86 ab		Kayseri	1,09 ± 0,66 ab
	Kayseri	0,87 ± 0,81 ab		Muş	1,07 ± 0,58 ab
	Muş	0,83 ± 0,79 ab		Bingöl	0,83 ± 0,44 ab
	Pamuk Ege	0,76 ± 0,69 b		Yüksekova	0,83 ± 0,48 b
	Pamuk Urfa	0,63 ± 0,95 b		Şemdinli	0,69 ± 0,48 b
Ağaç-Odun Tadı	Pamuk Ege	0,26 ± 0,28 a	Kalıcılık	Şemdinli	6,04 ± 0,61 a
	Bingöl	0,14 ± 0,15 a		Yüksekova	5,79 ± 0,39 ab
	Muş	0,14 ± 0,11 a		Muş	5,33 ± 0,34 bc
	Yüksekova	0,10 ± 0,12 a		Bingöl	5,33 ± 0,36 bc
	Kayseri	0,07 ± 0,10 a		Kayseri	5,13 ± 0,37 bc
	Pamuk Urfa	0,04 ± 0,11 a		Pamuk Urfa	5,10 ± 0,42 bc
	Şemdinli	0,03 ± 0,05 a		Pamuk Ege	5,07 ± 0,54 c
Tütsü tadı	Pamuk Ege	1,04 ± 0,60 a	Karamel Tadı	Pamuk Ege	2,40 ± 1,19 a
	Yüksekova	1,04 ± 0,85 a		Pamuk Urfa	1,84 ± 0,56 a
	Şemdinli	1,01 ± 1,15 a		Kayseri	0,80 ± 0,68 b
	Bingöl	0,79 ± 0,58 ab		Muş	0,60 ± 0,65 b
	Muş	0,79 ± 0,69 b		Yüksekova	0,34 ± 0,38 b
	Kayseri	0,69 ± 0,63 b		Şemdinli	0,31 ± 0,52 b
	Pamuk Urfa	0,46 ± 0,53 b		Bingöl	0,26 ± 0,39 b
Fermente Tat	Pamuk Ege	2,09 ± 1,01 a	Fermente Tat	Pamuk Ege	2,40 ± 1,19 a
	Kayseri	1,90 ± 0,56 a		Pamuk Urfa	1,84 ± 0,56 a
	Bingöl	1,57 ± 0,59 ab		Kayseri	0,80 ± 0,68 b
	Yüksekova	1,46 ± 0,83 ab		Muş	0,60 ± 0,65 b
	Muş	1,43 ± 0,44 ab		Yüksekova	0,34 ± 0,38 b
	Pamuk Urfa	1,26 ± 0,77 b		Şemdinli	0,31 ± 0,52 b
	Şemdinli	1,17 ± 0,81 b		Bingöl	0,26 ± 0,39 b

1 Ortalamalar yörelere göre büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır.

2 Kolonlardaki değerler ortalamaları (n=...) ve standart sapma değerlerini göstermektedir. aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P>0.05).

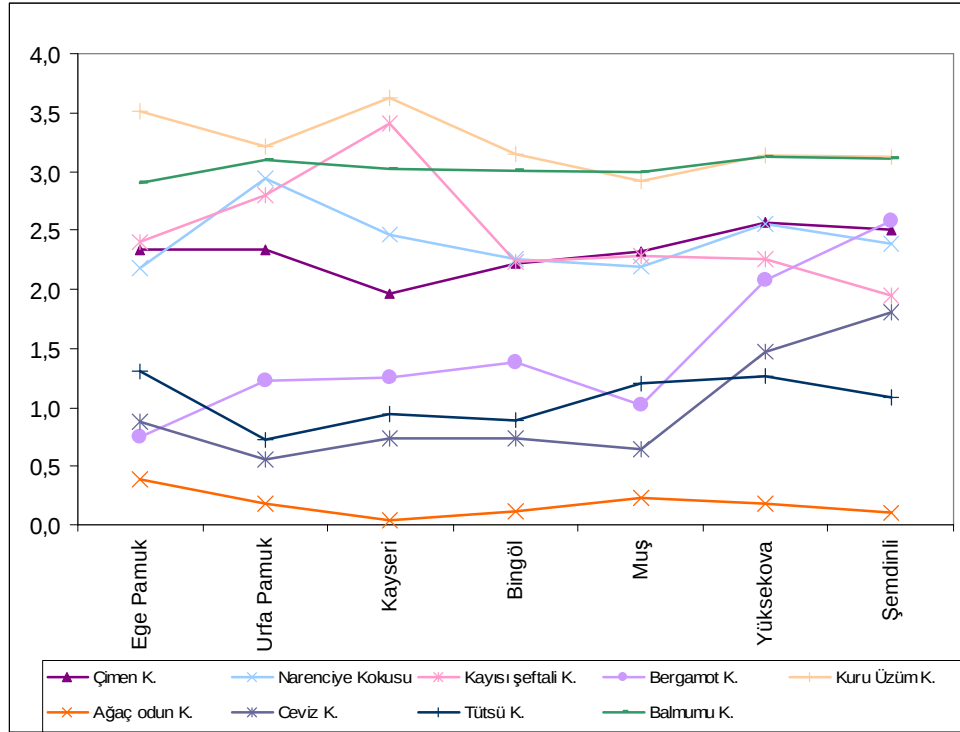
Tablo 4.8’de görüldüğü gibi ballar arasında en fazla ayırım berraklık özelliğinde gerçekleşmiştir. Bu durum bazı numunelerin kristal halde olmasından kaynaklanmaktadır. En berrak ballar Şemdinli, berrak olmayan ballar da Pamuk Ege balları olarak tanımlanmıştır. Pamuk Ege balları kimyasal analiz sonuçlarına (Madde 4.1) göre, şeker ve polen yapısı nedeniyle kristalleşmeye en yatkın ballardır. Kristal yapı ve kristal büyüklüğü açısından da bu ballar diğerlerinden ayrılmış olup, en yüksek ortalamalara sahiptir. Berraklık ve kristal yapı, kristal büyüklüğü analizleri, tam olarak örtüşmekte ve birbirini doğrulamaktadır. En berrak ve en az kristalleşen ballar Şemdinli ve Bingöl balları olarak tanımlanırken, en iri kristalli ve en az berrak ballar Pamuk Ege ballarıdır. Bu durum Şekil 4.28’de daha açık şekilde gösterilmektedir. Görünüş özellikleri açısından incelendiğinde, Şemdinli ve Bingöl ballarının diğer ballara göre daha berrak, akışkan ve kaygan olduğunu söylemek mümkündür.



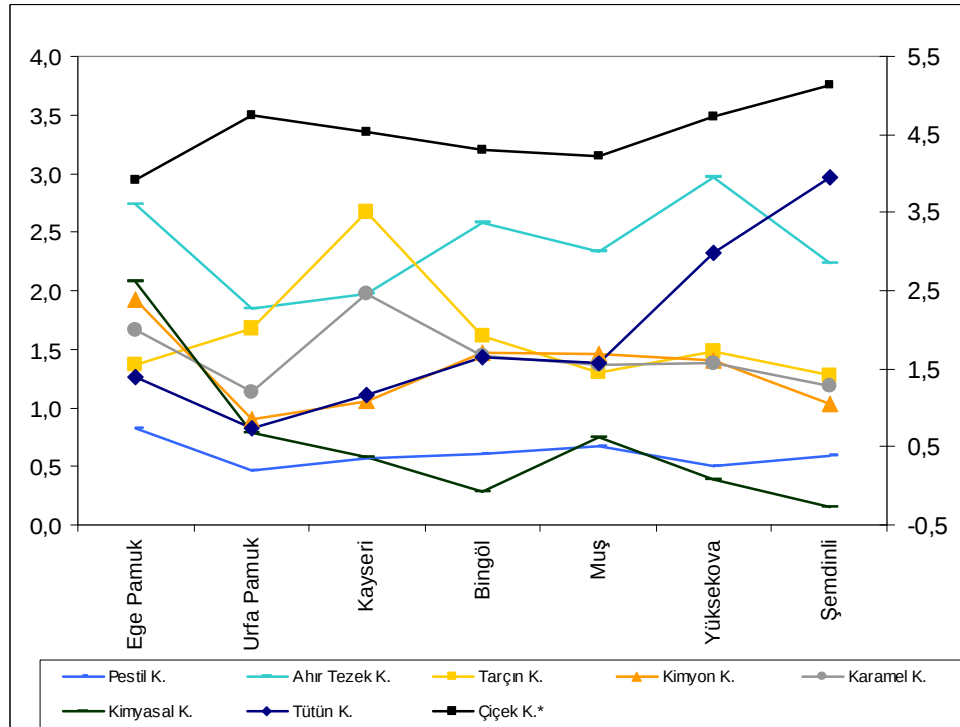
Şekil 4.28. Görünüş özelliklerinin yörelere göre değişimi

Koku özellikleri açısından (Şekil 4.29 ve Şekil 4.30), Şemdinli balları en yüksek oranda çiçek, bergamot, ceviz ve tütün kokusu, en düşük oranda tarçın ve kimyasal koku içermektedir. Kimyasal, tütsü, pestil ve kimyon kokularında ise Pamuk Ege balları en yüksek puanı almıştır. Kristalize olan ballar fermente olma eğiliminde olduğundan (kristalleşen fazın dışında kalan sıvı fazın nem içeriğinin yükselmesi

sonucu) kimyasal ve kimyon kokularının bu ballarda bu sebeple fazlaca hissedildiği söylenebilir. Kayseri ballarında ise tarçın kokusu diğer tüm yörelere göre fazlaca hissedilmiştir.

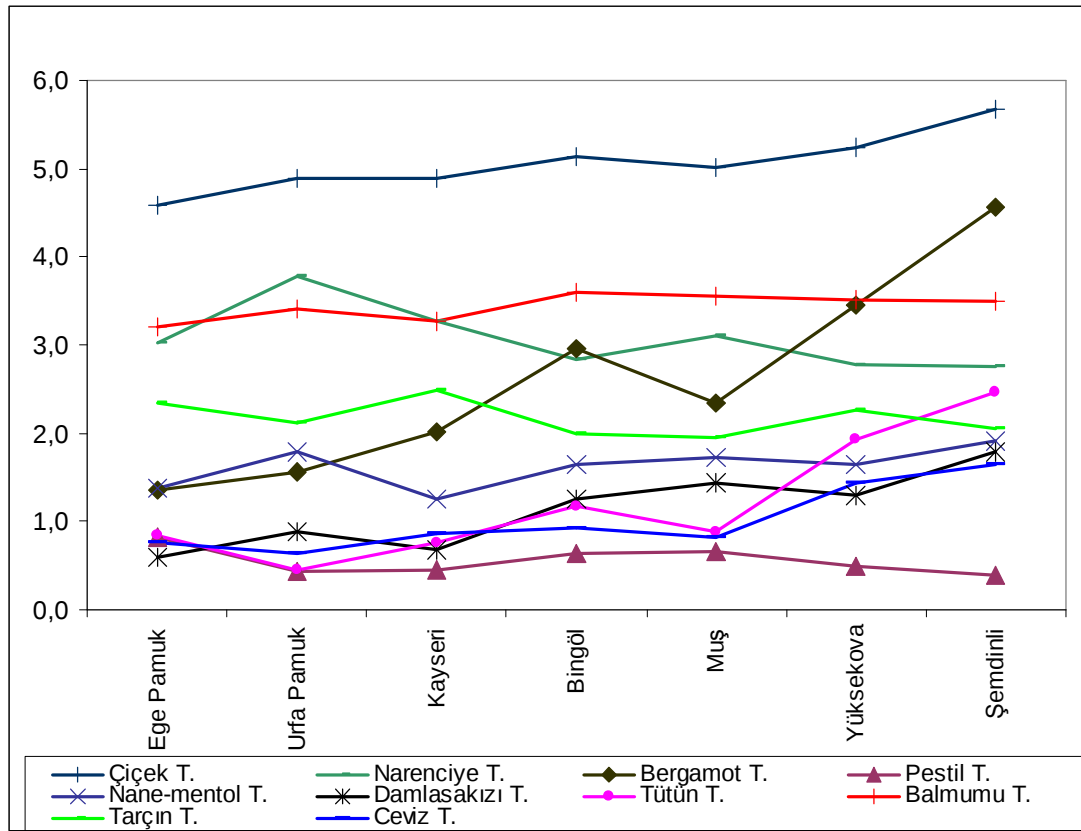


Şekil 4.29. Koku özelliklerinin yörelere göre değişimi

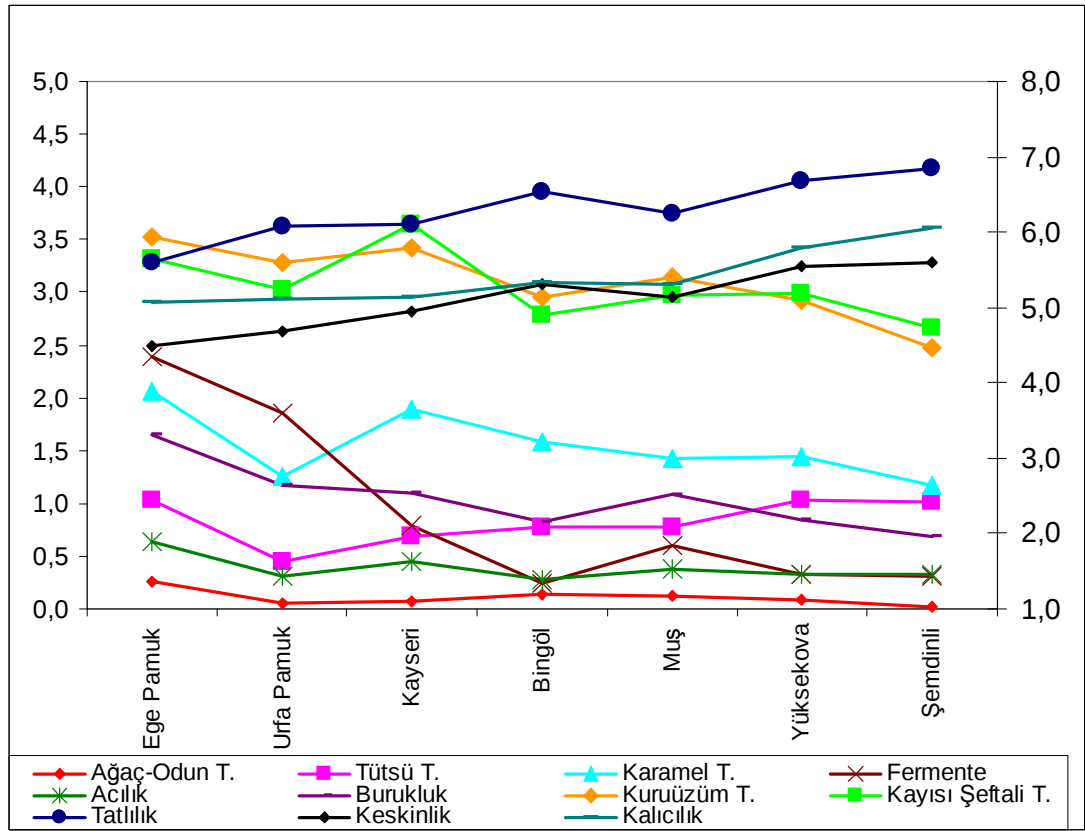


Şekil 4.30. Koku özelliklerinin yörelere göre değişimi (Çiçek kokusu soldaki skalaya göre çizilmiştir)

Tat özellikleri açısından (Şekil 4.31, Şekil 4.32) yöreler arasındaki farklılıklar incelendiğinde, koku ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Şemdinli balları çiçek, bergamot, nane mentol, damla sakızı, tütün ve ceviz tatlarında en yüksek ortalamaları almıştır. Bu sonuçlara en yakın sonuçlar Yüksekova ve Muş ballarında görülmektedir. Pamuk Ege balları ise kuru üzüm, pestil, tutsü, karamel ve fermente tatlarının en fazla hissedildiği ballardır. Bunlara en yakın sonuçlar Pamuk Ege ve Kayseri ballarında elde edilmiştir. Bu üç yöreye ait balda kayısı-şeftali ve narenciye tatları da diğer bölgelere göre fazla hissedilmiştir. Bu sonuçlar balların kimyasal ve amino asit analizlerinde elde edilen sonuçları desteklemektedir. Kayseri balları pek çok özellik açısından Pamuk ballarına yakın sonuçlar vermiştir. Kayseri ballarında koku özelliklerinde olduğu gibi tarçın tadı en fazla oranda hissedilmiştir.



Şekil 4.31. Tat özelliklerinin yörelere göre değişimi

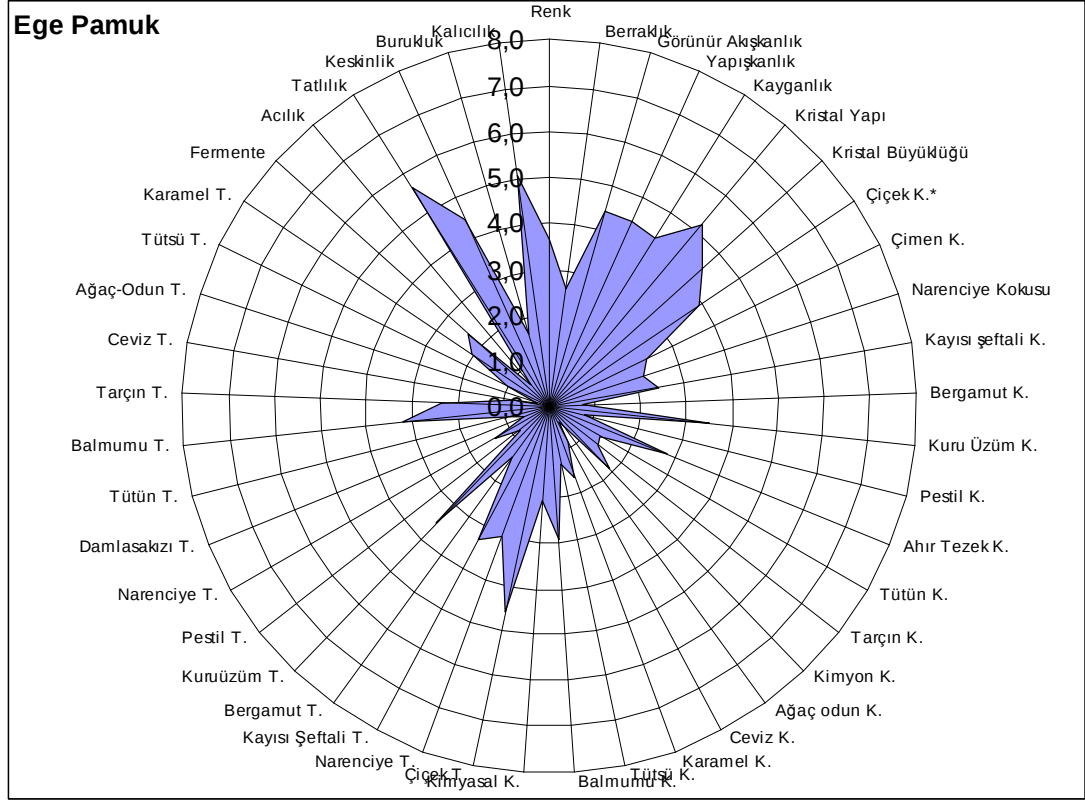


Şekil 4.32. Tat ve tadım sonrası özelliklerin yörelere göre değişimi (Tatlılık, kalıcılık ve

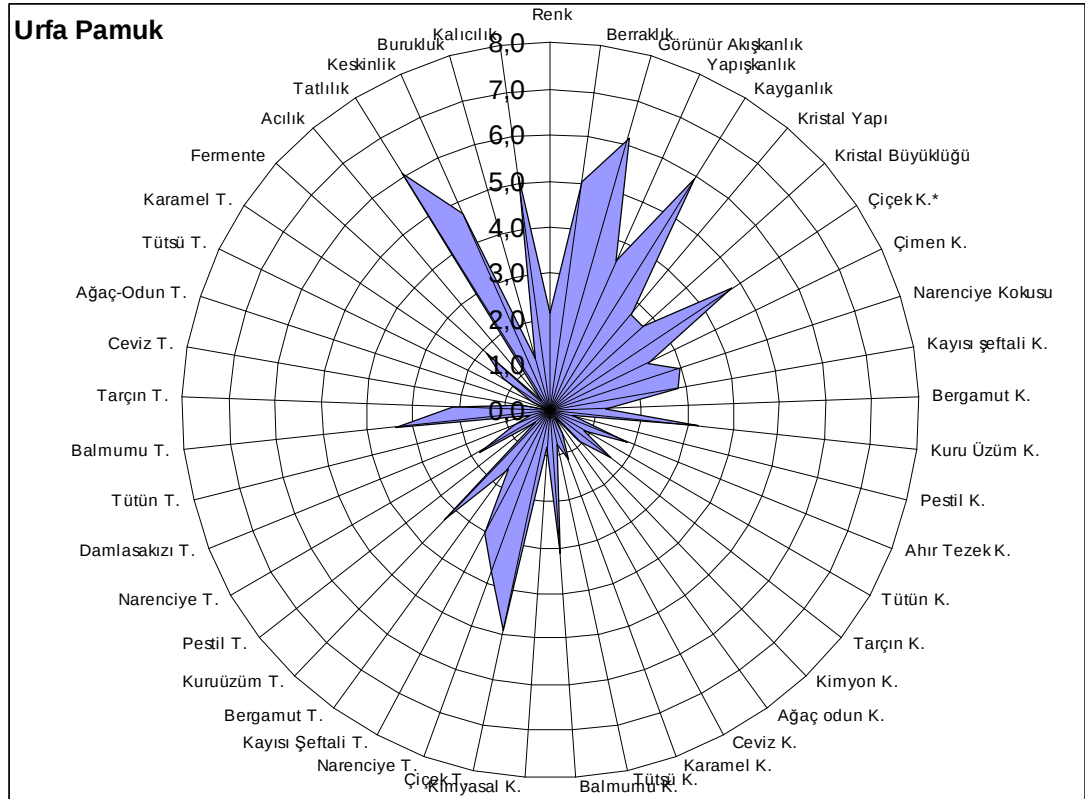
Tadım sonrası özelliklerde Şemdinli ballarının en keskin, en kalıcı ve en tatlı ballar olduğu, Pamuk Ege ballarının ise fermentasyonun da etkisi ile en buruk ve en acı ballar olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, Şemdinli ve Pamuk Ege ballarının uç noktalarda yer aldığı belirlenmiştir. Şemdinli ballarına yakın sonuçlar Yüksekova, Muş ve Bingöl ballarında elde edilmiştir. Pamuk Ege ballarına en yakın sonuçlar da Pamuk Urfa ve Kayseri ballarıyla elde edilmiştir. Bazı duyusal özelliklerin bazı yörelerde belirgin nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Kayseri ballarında kuru üzüm, kayısı-şeftali, tarçın ve karamel tat ve kokuları ön plana çıkmaktadır. Benzer şekilde Pamuk Urfa ballarında da narenciye tat ve kokusu belirgindir. Duyusal parametrelerin varyans analizi sonuçlarına göre Pamuk Ege ve Şemdinli balları birbirlerinden tam olarak ayrılabilen ve tanımlanabilmektedir (Tablo B.10) .

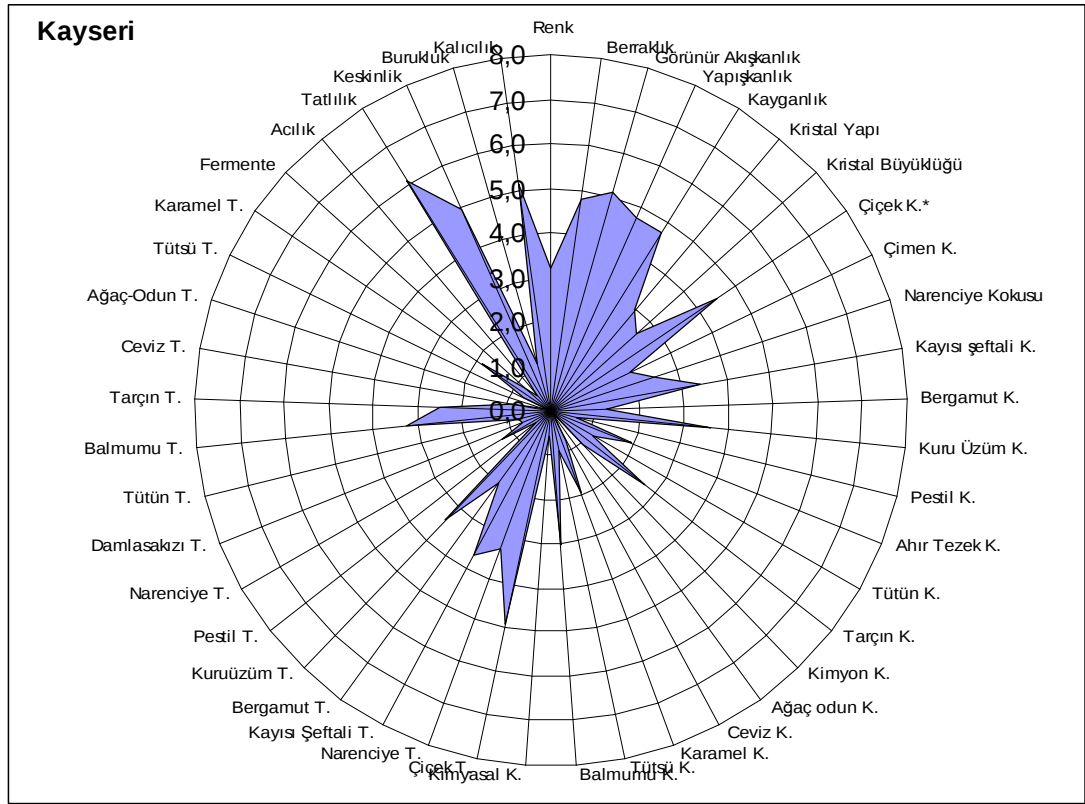
Duyusal analiz parametrelerinin her yöreye göre örümcek ağı grafiği oluşturulduğunda, her yöreye özgü bir duyusal analiz kompozisyonu olduğu görülmektedir. Şekil 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38 ve 4.39'da görüldüğü gibi Pamuk Ege ve Pamuk Urfa balları da dahil olmak üzere tüm yörelerin örümcek ağı skalası farklıdır.



Şekil 4.33. Pamuk Ege balları duysal analiz örümcek ağı grafiği

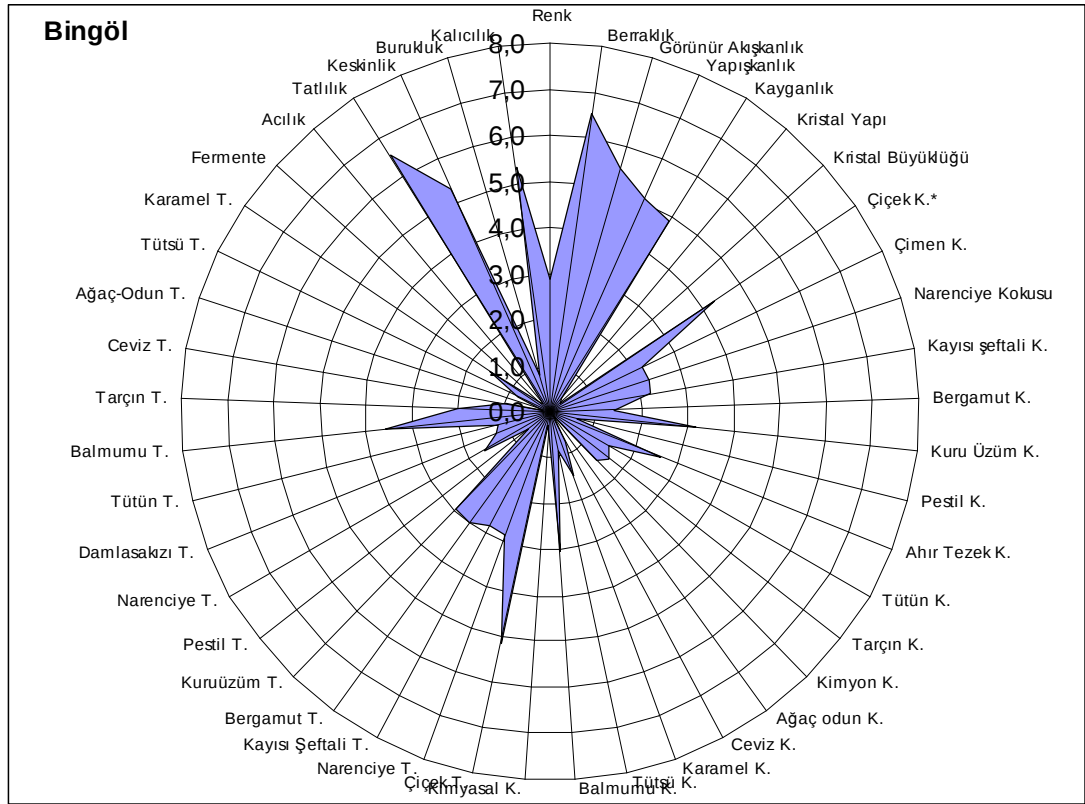


Şekil 4.34. Pamuk Urfa balları duysal analiz örümcek ağı grafiği



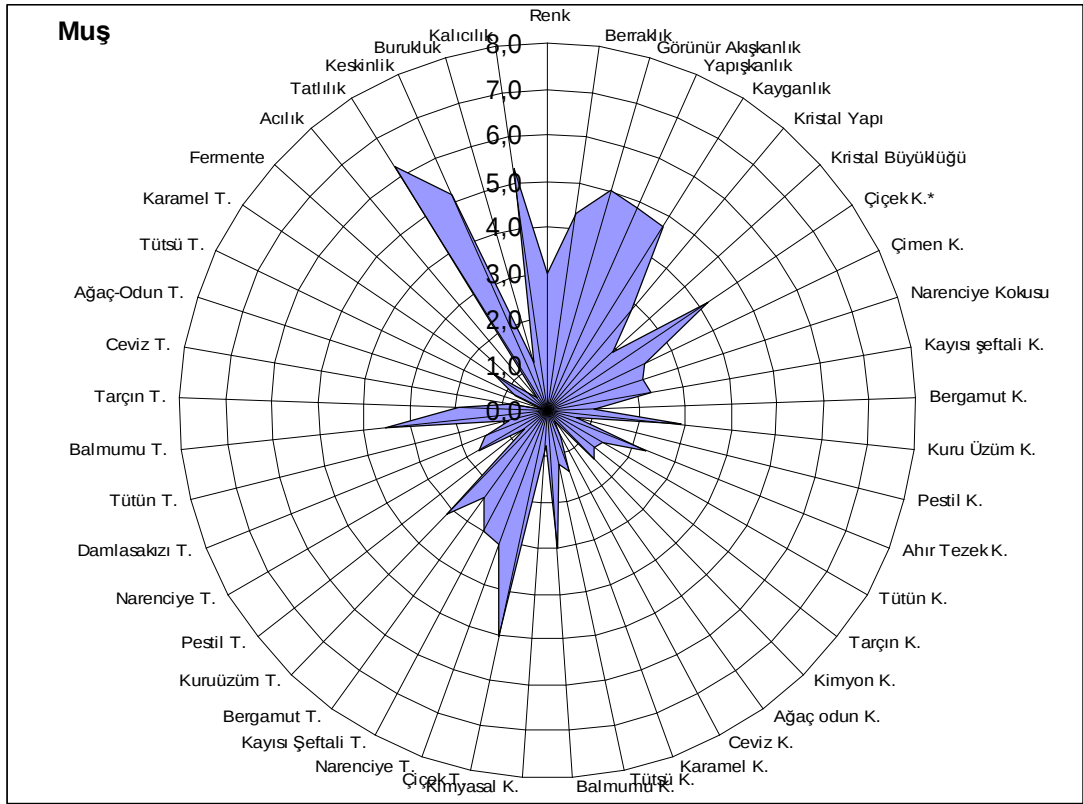
Şekil 4.35. Kayseri balları duyu analizi örümcek ağı grafiği

Şekil 4.33 ve 4.34'den görüldüğü gibi Ege ve Urfa yörelerine ait pamuk ballarının görünüş, koku ve tat özelliklerinde kimyasal ve amino asit analizlerinde olduğu gibi istatistiksel farklılıklar vardır ($P<0.05$) ve aynı bitkisel orijine sahip bu ballar bile duyu analizi açısından yöresel farklılıklar sergilemektedir. Bu sonuç farklı ülkelerden elde edilmiş diğer mono-flora ballarla da yöresel orijin tespitinin mümkün olduğunu göstermektedir. Şekil 4.33 de Kayseri ballarının duyu özelliklerinin örümcek ağı diyagramı verilmektedir. Kayseri ballarının duyu özelliklerinde diğer yörelere göre, kimyasal ve amino asit sonuçlarında olduğu gibi, istatistiksel farklılıklar ($P<0.05$) vardır. Bu balların örümcek ağı skalası da diğer yörelerde olduğu gibi kendine özgüdür. Ancak karışık yayla ve pamuk balları skalaları ile kıyaslandığında, pamuk ballarına daha fazla benzer bir skala vermiş olması dikkat çekicidir. Kayseri balları karışık çiçek ve pamuk balı karışımına uygun bir skala vermektedir.

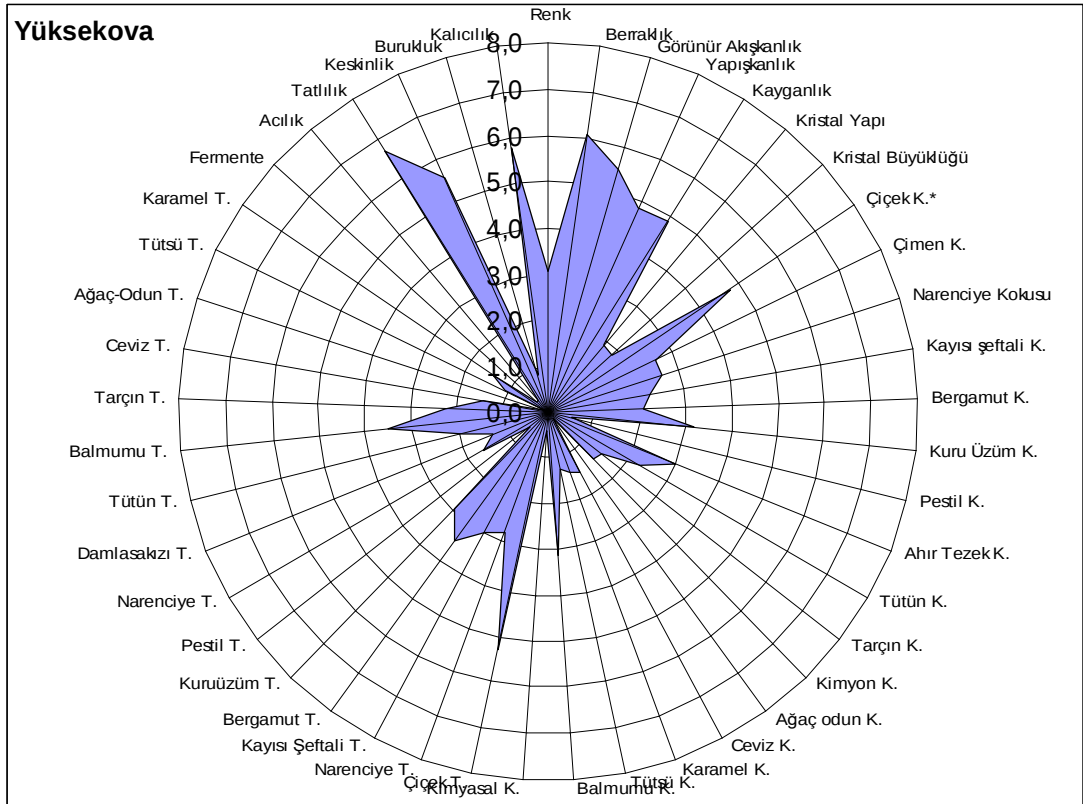


Şekil 4.36. Bingöl balları duysal analiz örümcek ağı grafiği

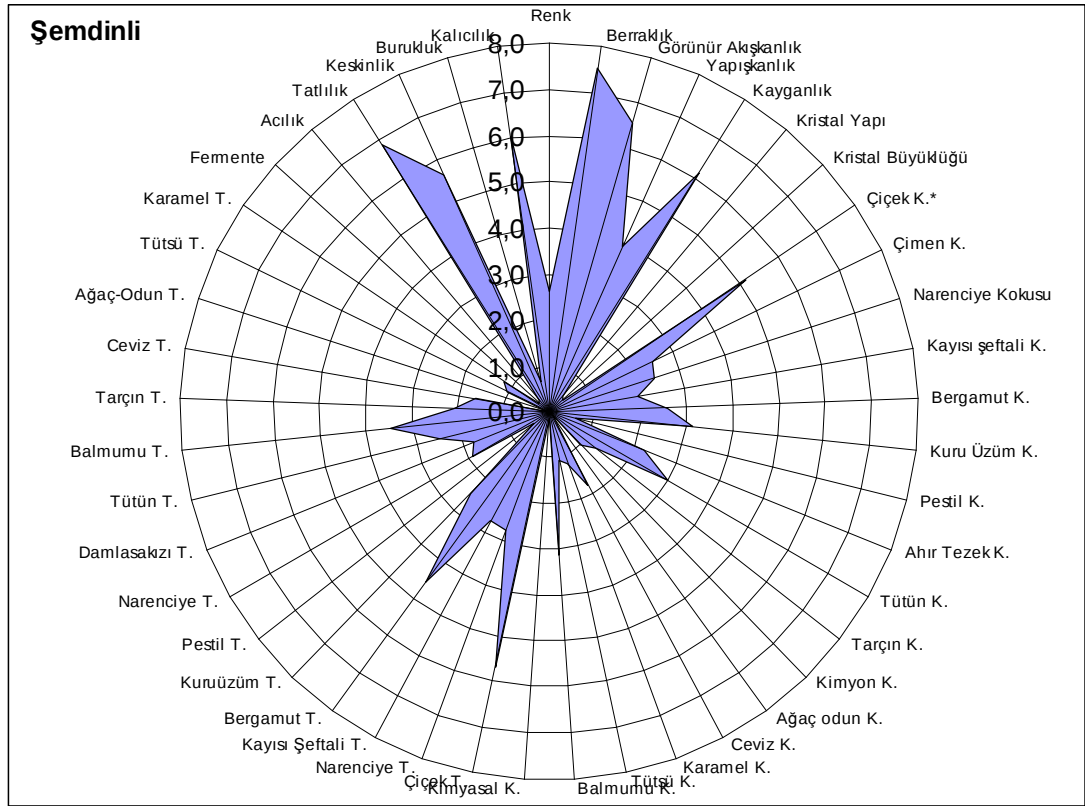
Şekil 4.36’de görüldüğü gibi Bingöl ballarının duysal parametrelerinin örümcek ağı grafiği gerek Kayseri, gerekse Pamuk Ege ve Urfa ballarına göre oldukça farklıdır ve ballar arasında net bir ayırım sağlamaktadır. Muş ballarının örümcek ağı skalası (Şekil 4.37) en fazla Kayseri ballarının diyagramı ile benzeşmektedir fakat yine de birtakım farklılıklar söz konusudur ve farklılıklar bu iki yöreyi de ayırt edici niteliktedir.



Şekil 4.37. Muş balları duyuusal analiz örümcek ağı grafiği



Şekil 4.38. Yüksekova balları duyuusal analiz örümcek ağı grafiği



Şekil 4.39. Şemdinli balları duyusal analiz örümcek ağı grafiği

Şekil 4.38 ve 4.39'da görüldüğü gibi yöre olarak birbirine çok yakın olan Şemdinli ve Yüksekova bölgelerinin duyusal parametrelerinden elde edilen örümcek ağı diyagramları birbirinden farklıdır. Duyusal analiz sonuçlarına göre Şemdinli ballarında hiç kristalleşme gözlenmemiştir. Bu sonuç kimyasal analizlerde elde edilen bilgilerle örtüşmektedir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre fruktoz/glikoz oranları diğer ballara göre yüksek (ortalama:1.19) ve glikoz/su oranları diğer ballara göre düşük (ortalama:1.90) bulunmuştur. Glikoz/su ve fruktoz/glikoz oranlarının kristalleşme ile olan ilişkileri dikkate alındığında glikoz/su oranı küçük, fruktoz/glikoz oranı büyük, olan balların daha geç kristallendiği bilinmektedir (Zürcher ve Hadorn, 1974).

Sonuç olarak, bazı duyusal özellikler açısından benzerlikler söz konusu olsa da, Şekil 4.33-4.39'dan da görüldüğü gibi tüm duyusal parametreler bir arada değerlendirildiğinde, balların yörelere ve botanik orijine özgü bir duyusal kompozisyonu olduğunu söylemek mümkündür.

4.4.2. Duyusal Parametrelerin Temel Bileşen Analizi Sonuçları

Balların duyusal özelliklerinden hangilerinin yörelerdeki varyasyon üzerine daha etkili olduğunun tespiti için her bölgeye ait özelliklerin ortalamaları dikkate alınarak

hesaplanan korelasyon matrisine göre Temel Bileşen Analizi (TBA) öz değer ve oranları Tablo 4.9'de verilmiştir.

Tablo.4.9. Korelasyon matrisinin öz değer analiz sonuçları^{1,2}

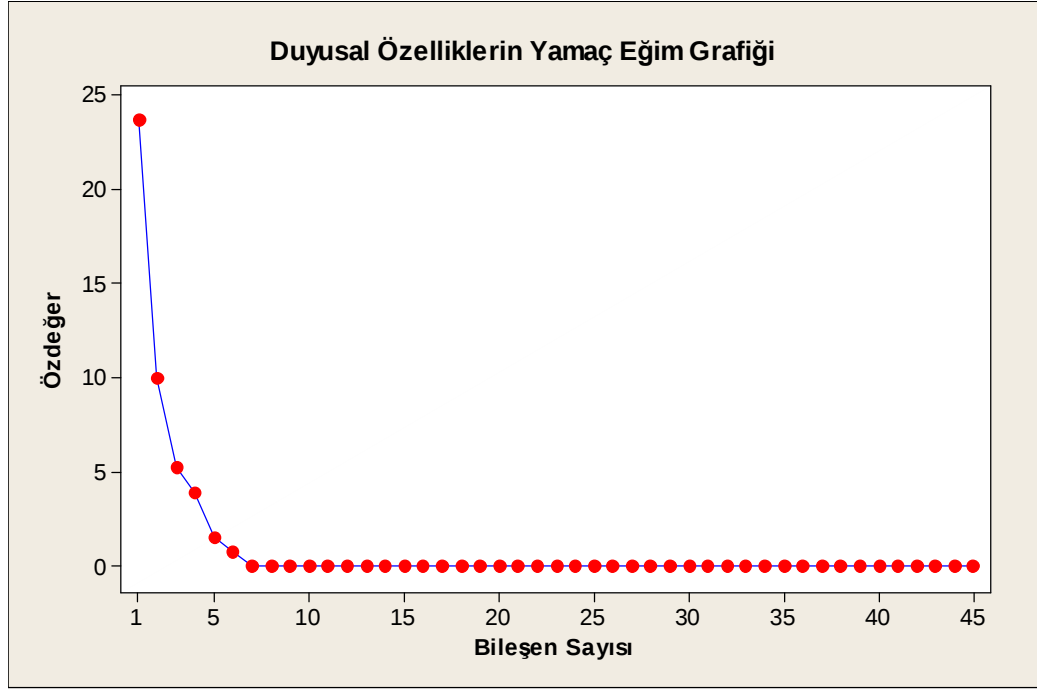
	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6
Öz değer	23,685	9,971	5,21	3,873	1,479	0,782
Oran	0,526	0,222	0,116	0,086	0,033	0,017
Kümülatif	0,526	0,748	0,864	0,95	0,983	1

¹ Tabloda sadece ilk 6 dikkate alınmıştır. Diğer 8 temel bileşene ait öz değerler ve oranları 0 olduğu için verilmemiştir.

² TB: Temel Bileşen

Temel bileşen sayısı seçilirken, birden büyük olan öz değer sayısı kadar temel bileşen seçilmesi yaygın bir uygulamadır. Ayrıca temel bileşen sayısı toplam varyansın en az 2/3'ünü (%67) açıklamalıdır. Yamaç eğim grafiğinde eğrinin sabitleştiği ya da çok küçük farklara ulaştığı noktaya kadar olan öz değer sayısı kadar temel bileşen seçilir (Özdamar, 2004).

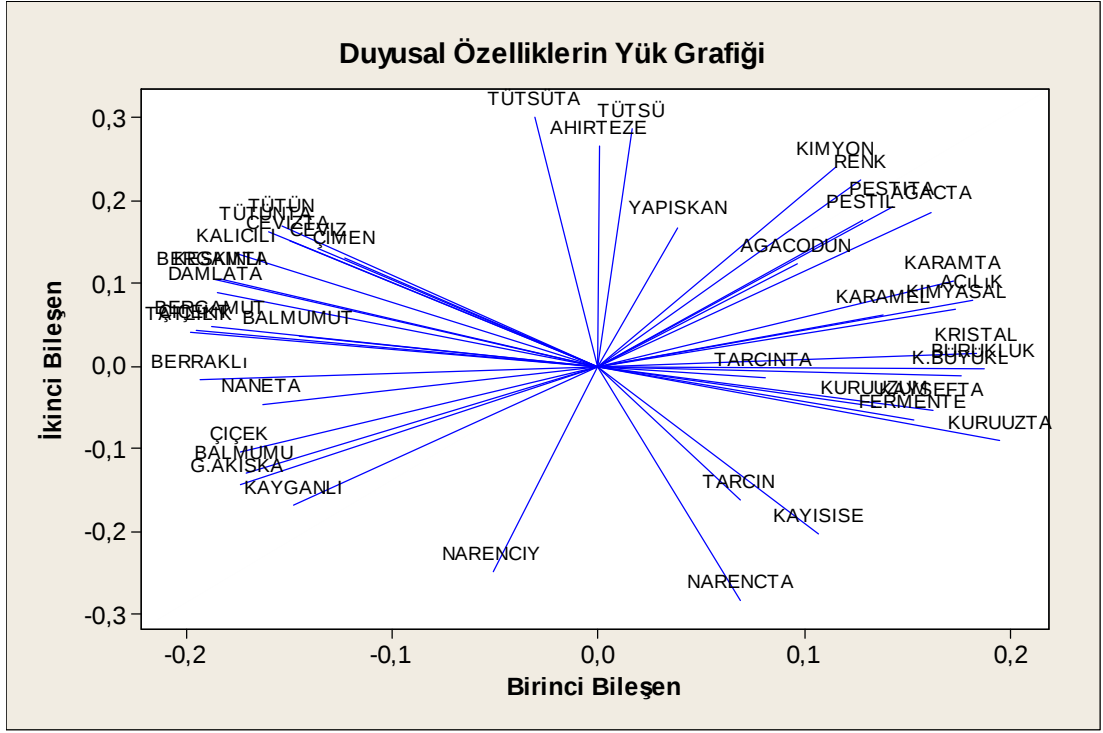
Tablo.4.9 de görüldüğü gibi İlk beş temel bileşenin öz değerleri birden büyüktür. İlk beş temel bileşenin (TB1, TB2, TB3, TB4 ve TB5) öz değerlerinin toplamı 45'dir ve toplam varyansın 98,3'ünü açıklamaktadır. Öz değerler yamaç eğim grafiğine geçirildiğinde (Şekil 4.40), ilk dört temel bileşenden sonra değerlerin çok az oranda değiştiği görülmektedir. Ancak diğer bir taraftan ilk iki temel bileşen (TB1 ve TB2) birlikte toplam varyansın %74,8'ini yani 2/3'ünden fazlasını açıklamaktadır ve bu durumda iki temel bileşen seçilmesi yeterli olduğu için analiz iki temel bileşen ile yapılmıştır.



Şekil 4.40. Korelasyon matrisi öz değerleri yamaç eğim grafiği

Temel bileşen analizi sonucunda elde edilen temel bileşen katsayıları Tablo 4.10'de verilmiştir. Bu katsayılardan yola çıkılarak bileşen grafiği çizilmiştir (Şekil 4.41).

Tüm duysal özellikler içinde 'mutlak değeri 0.40'dan büyük olan yerleşimlerin anlamlı olduğu' görüşüne uyan sadece "çiçek tadı" özelliği söz konusudur. Bu bakımdan, temel bileşenlerin yorumlanmasında, tüm yerleşimlerin anlamlı olduğu görüşünden yararlanılmış ve temel bileşen katsayısı (mutlak değer) 0.1'den büyük olan özellikler alınarak temel bileşenler oluşturulmuştur. Şekil 4.41 korelasyon matrisi yük grafiği de dikkate alınarak benzer veya farklı özelliklerin birbirlerine göre konumları incelenmiş ve sadece ağırlıklı olarak yerleştirilmiş veriler kullanılmıştır.



Şekil 4.41. Duyusal özellikler için korelasyon matrisi yük grafiği

Tablo.4.10. Temel bileşen katsayıları ve temel bileşen skorları*

Duyusal Özellik	1. Temel Bileşen	2. Temel Bileşen
Renk	0,13	0,22
Berraklık	-0,19	-0,02
Görünür Akışkanlık	-0,17	-0,14
Yapışkanlık	0,04	0,17
Kayganlık	-0,15	-0,17
Kristal Yapı	0,18	0,02
Kristal Büyüklüğü	0,18	-0,01
Çiçek Kokusu	-0,17	-0,11
Çimen Kokusu	-0,12	0,13
Narenciye Kokusu	-0,05	-0,25
Kayısı Şeftali Kokusu	0,11	-0,20
Bergamot Kokusu	-0,19	0,05
Kuru üzüm Kokusu	0,13	-0,05
Pestil Kokusu	0,13	0,18
Ahır Tezek Kokusu	0,00	0,27
Tütün Kokusu	-0,15	0,17
Tarçın Kokusu	0,07	-0,16
Kimyon Kokusu	0,12	0,24
Ağaç Odun Kokusu	0,10	0,12
Ceviz-Fındık Kokusu	-0,14	0,14
Karamel Kokusu	0,14	0,06
Tütsü Kokusu	0,02	0,29
Balmumu Kokusu	-0,17	-0,13

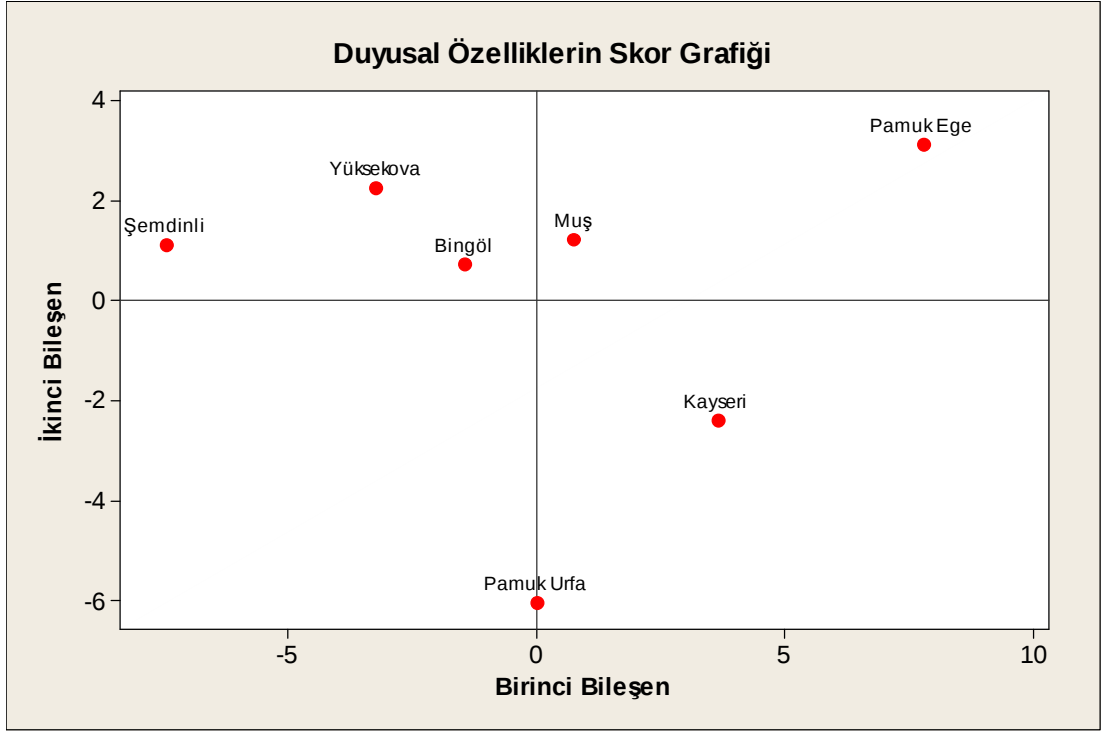
*Analizde temel bileşenler (TB) için katsayılar atandıktan sonra; Tabloda 1. ve 2. temel bileşen altında gösterilen özellik katsayıları 1. ve 2. temel bileşen skorlarının (ürünlerin haritadaki yerlerini belirten) hesaplanmasında kullanılırlar (2 bileşen seçildiği için skorlar hesaplanırken de sadece bu iki bileşen göz önüne alınmıştır). Her formülasyon için hesaplanan TB1 ve TB2 skorları da tabloda verilmiştir.

Tablo.4.10. Temel bileşen katsayıları ve temel bileşen skorları* (devam ediyor)

Duyusal Özellik	1. Temel Bileşen	2. Temel Bileşen
Kimyasal Kokusu	0,17	0,07
Çiçek Tadı	-0,20	0,04
Narenciye Tadı	0,07	-0,28
Kayısı Şeftali Tadı	0,16	-0,05
Bergamot Tadı	-0,19	0,11
Kuru üzüm Tadı	0,20	-0,09
Pestil Tadı	0,14	0,19
Nane-Mentol Tadı	-0,16	-0,05
Damlasakızı Tadı	-0,19	0,09
Tütün Tadı	-0,16	0,16
Balmumu Tadı	-0,15	0,04
Tarçın Tadı	0,08	-0,02
Ceviz Fındık Tadı	-0,15	0,15
Ağaç Odun Tadı	0,16	0,19
Tütsü Tadı	-0,03	0,30
Karamel Tadı	0,17	0,10
Fermente Tat	0,15	-0,07
Acılık	0,18	0,08
Tatlılık	-0,20	0,04
Keskinlik	-0,18	0,11
Burukluk	0,19	0,00
Kalıcılık	-0,18	0,13
Yöre	Temel Bileşen Skorları	
Bingöl	-1,45	0,72
Pamuk Ege	7,76	3,13
Kayseri	3,63	-2,37
Muş	0,73	1,20
Şemdinli	-7,45	1,10
Pamuk Urfa	0,01	-6,02
Yüksekova	-3,23	2,24

*Analizde temel bileşenler (TB) için katsayılar atandıktan sonra; Tabloda 1. ve 2. temel bileşen altında gösterilen özellik katsayıları 1. ve 2. temel bileşen skorlarının (ürünlerin haritadaki yerlerini belirten) hesaplanmasında kullanılırlar (2 bileşen seçildiği için skorlar hesaplanırken de sadece bu iki bileşen göz önüne alınmıştır). Her formülasyon için hesaplanan TB1 ve TB2 skorları da tabloda verilmiştir.

Görünüş ve doku özelliklerinden renk, berraklık, görünür akışkanlık, kayganlık, kristal yapı, kristal büyüklüğü, koku özelliklerinden çiçek, çimen, kayısı-şeftali, bergamut, kuru üzüm, pestil, tütün, kimyon, ağaç-odun, ceviz-fındık, karamel, balmumu, kimyasal, tat özelliklerinden çiçek, kayısı-şeftali, bergamut, kuru üzüm, pestil, nane-mentol, damla sakızı, tütün, balmumu, ceviz-fındık, ağaç-odun, karamel, fermente, acılık, tatlılık ve tadım sonrası özelliklerinden keskinlik, burukluk ve kalıcılık 1. temel bileşen olarak ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde görünüş ve doku özelliklerinden renk, görünür akışkanlık, yapışkanlık, kayganlık, koku özelliklerinden çiçek, çimen, kayısı-şeftali, narenciye, pestil, ahır tezek, tütün, tarçın, kimyon, ağaç-odun, ceviz-fındık, tütsü, balmumu, kimyasal, tat özelliklerinden narenciye, bergamut, pestil, tütün, ceviz-fındık, ağaç-odun, tütsü, karamel ve tadım sonrası özelliklerinden keskinlik ve kalıcılık 2. temel bileşen olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.42. Korelasyon matrisi skor grafiği

İki temel bileşene göre hazırlanan görünüş ve doku, koku, tat ve tadım sonrası özelliklerinin korelasyon matrisi yük grafiği (Şekil 4.41) ile temel bileşen skorları grafiğinin (Şekil 4.42) yorumunda; Pamuk Ege ballarının tüm diğer ballardan önemli ölçüde farklı olduğu ve Pamuk Urfa ballarının birinci bileşenle ortaya çıkan özellikleri 2.bileşene göre daha fazla yansıttığı ve yine Pamuk Ege balları dahil tüm ballardan belirgin şekilde ayrıldığı tespit edilmiştir. Pamuk Urfa balları ikinci temel bileşene, Pamuk Ege ballarına göre daha uzaktır ve dolayısıyla 2. temel bileşenle ortaya çıkan özellikleri Ege ballarına göre daha az yansıtmaktadır. Pamuk Ege ballarının kimyon, pestil, ağaç odun, kuru üzüm, karamel ve kimyasal kokularına sahip olduğu, diğer ballara göre daha koyu renkli, acı, buruk, fermente, kristalleşmiş ve kristallerinin iri olduğu ayrıca kuru üzüm, kayısı şeftali, pestil ve karamel tatlarını taşıdığı belirlenmiştir.

Pamuk Urfa balları ise narenciye tadı ve kokusunu diğer tüm ballardan daha yoğun olarak içermektedir. Kayseri ballarında tarçın tadı ve kokusu ile kayısı şeftali tadı, kokusu ve kuru üzüm tadı, kokusu dikkat çekmektedir. Kayseri balları, Pamuk Ege ve Urfa balları arasında yer alarak, her iki temel bileşene hemen hemen eşit mesafede yer almaktadır. Şemdinli balları ise birinci bileşenden uzaklaşıp, ikinci bileşene yaklaşırken, özellikle kendisine yakın bölgeler olan Yüksekova, Muş ve Bingöl başta olmak üzere tüm diğer ballardan belirgin şekilde ayrılmaktadır. Şemdinli ballarının tütün, ceviz, bergamut tat ve kokuları ile çimen kokusunu, damla

sakızı, çiçek, nane-mentol ve balmumu tadını taşıdığı ve diğer ballara göre daha tatlı, berrak, akışkan ve kaygan oldukları belirlenmiştir. Birbirlerine en benzer özellikleri taşıyan balların Bingöl ve Muş balları olduğu ve çok yakın karakteristikler içerdikleri belirlenmiştir. Bu balların diğer ballar göre daha yapışkan oldukları, tutsü tadı ve kokusu ile ahır tezek kokusunu daha fazla içerdikleri tespit edilmiştir.

Datanın varyans analizinde çıkan sonuçlar Temel Bileşen Analizinde çıkan sonuçları destekler niteliktedir. Gerek temel bileşen, gerekse varyans analizinde elde edilen önemli bir bilgi, Şemdinli ballarının pek çok kriter açısından uç noktalarda yer aldığıdır. Bu balların tüm diğer ballardan daha açık renkli, daha akışkan, kaygan ve tatlı oldukları ayrıca, çiçek, tütün tat ve kokuları ile nane-mentol ve damla sakızı tadını en yoğun oranda içerdikleri, keskin ve kalıcı oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca bu ballarda kristal yapıya rastlanmamıştır. Dolayısıyla sıvı haldeki akışkan ballarda dil üzerindeki kayganlığın da beraberinde fazla olması tutarlı bir sonuçtur. Benzer şekilde diğer tüm ballara göre tatlı olan bu balların keskinliklerinin (boğazda hissedilen yakıcılık) de buna paralel olarak fazla olması panelin ve panelistlerin tutarlılığının bir göstergesidir. Benzer şekilde Pamuk Ege balları da her iki analizde de diğer uç noktada yer alan ballar olmuştur. Şemdinli ballarının karşıtı özellikler taşıdıkları belirlenmiştir. Temel bileşen analizi, varyans analizinde elde edilen sonuçlara ilave olarak Pamuk Urfa ballarını da tüm diğer ballardan net olarak ayırmıştır. Her iki analizde de Kayseri balları Pamuk ballarına yakın özellikler göstermiş ve Doğu ballarından ayrılmıştır.

Anupama ve diğ. (2003) tarafından 11 ticari Hint balı ile yapılan çalışmada, numuneleri gruplamada kullanabilecek duyuşal parametreler, çiçeksi, meyvemsi, mumsu, şekerimsi, kimyasal ve karamelize olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Zira benzer duyuşal özellikleri ifade eden tüm parametreler temel bileşen analizi sonuçlarına göre ilk iki temel bileşende yer almaktadır. Aynı durum Güney İspanyada üretilen 5 farklı çiçek balı ile yapılmış başka bir çalışma için de söz konusudur (Soldevilla ve diğ., 2004). Bu çalışmada da temel bileşen analizi ile 15 tanımlayıcı tat, koku ve doku terimi ayırt edici olarak seçilmiştir. Numunelerin örümcek ağı grafiğı oluşturulduğunda da yine her birinin farklı bir duyuşal profile sahip olduğu görölmüştür. Arabistan'da 21 bal numunesi (Kaaeh ve Gadelhak, 2005) ve 11 İspanyol balı (Gonzales-Vinas ve diğ., 2003) ile yapılan benzer çalışmalarda da, benzer terimler tanımlayıcı olarak seçilmiş ve renk, koku, doku, yoğunluk, tat, tatlılık ve tadım sonrası özellikler açısından numuneler arasında belirgin farklılıklar tespit edilmiştir.

Çalışmamızda toplam 45 tanımlayıcı terim belirlenmiştir. Ancak yukarıda bahsi geçen diğer çalışmalarda daha az sayıda terim belirlenmiştir ve kullanılan numunelerin bölgesel ve bitki orijinleri çok net tanımlanmamıştır. Hatta numunelerin bazıları ticari yani süzme ve ısıtma gibi işlemlerden geçmiş ballardır. Yapmış olduğumuz çalışmada bu konuya özellikle dikkat edilmiş ve yalnızca bölge ya da bitki orijini kesin olan ballar kullanılmıştır. Materyal ve yöntem anlamında bazı farklar olsa da sonuç olarak, değişik ülkelerde, çeşitli orijinlere ait ballarla yapılmış çalışmalarla benzer tanımlayıcı terimlere ulaşılmış ve balların duyuşal özellikleri ile ayırt edilmesi mümkün olmuştur.

5. SONUÇ

Bu çalışmada farklı bölgelere ait balların genel kalite özellikleri belirlenirken aynı zamanda bu balları birbirinden ayırt etmede kullanılabilecek kriterler oluşturulmaya çalışılmıştır. Oluşturulan bu kriterler bala yapılan katkıları ve taşıyıcı uygulamalarını da ortaya çıkartabilecektir. Elde edilen veriler istatistik değerlendirmeye tabi tutulmuş ve pek çok değişken bir arada değerlendirilmiştir. Balların ayrıca duyuşal özellikleri belirlenmiş, tüketici tercihlerini etkileyen bu çok önemli kalite faktörü yörelere göre tespit edilmiştir. Bu çalışma ballarda herhangi bir taşıyıcı durumunun saptanması için de son derece önemli bir çalışmadır. Günümüzde ballarda taşıyıcı tespit edebilen tek bir yöntem ya da teknik bulunmamaktadır. En iyi netice, balın yapısını belirleyen tüm analizlerin yapıp, sonuçların o yöreye ait doğal balların özellikleriyle karşılaştırılması ile elde edilir. Bu çalışma ballarda yörelere göre orijin tespitinin mümkün olduğunu göstermektedir.

Çeşitli balların incelenmesiyle, hemen hemen tüm bal çeşitlerinde bala özgü bir lezzet olduğunu söylemek mümkün olabilir ancak neredeyse sonsuz denecek kadar fazla aroma ve lezzet varyasyonları olabileceği de bir gerçektir. Bu çalışmada, bu varsayımdan hareketle balların belirli bir yöntem dahilinde duyuşal olarak incelenmesinin bitki ve yöre orijinleri hakkında fikir verebileceği düşüncesi test edilmiştir. Elde edilen neticeler bu görüşü doğrulamaktadır. Çalışmanın daha fazla sayıda bitki ve yöreye ait, daha fazla numune ile tekrarlanması, bu neticeleri pekiştirecek ve özellikle bal alım satımında ve kalite kontrolünde rutin olarak kullanılabilecek bir yöntem elde edilmiş olacaktır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin yöreye göre isimlendirilen karışık çiçek ballarının orijinleri kimyasal ve duyuşal çeşitli analizler uygulanarak tespit edilmiştir. Ülkemizde ve dünyada balın fiyatını belirlemede etken olan yöresel orijin konusunda önemli bilgiler sağlanmıştır. Dünya ticaretinde karşılaşılan orijin problemlerinin çözümüne ışık tutulmuş ve çözümün mümkün olduğu gösterilmiştir.

Bu çalışma ile ayrıca, bilim dünyasında, balda coğrafi orijin, ve hile tespit yöntemlerine bir standart getirilmesine katkıda bulunulması hedeflenmiştir. Balda duyuşal analiz ve amino asit analizleri bal tüccarlarına, bal paketleme fabrikalarına ve ihracatçılara, arıcılık ve bal konusunda çalışan kamu kurum ve kuruluşlarına ve

tüketici bilgilendirme çalışmalarına bir katkı sağlayabilir. Balın orijin ve kalite kontrolünde rutin olarak uygulanabilir.

Balda orijin tespit yöntemi ile ürünlerin yörelere göre sertifikasyonu ve o yöre balı adı altında satışı da mümkün olabilir. O ürünün gerçekten o yöreye ait olup olmadığına dair sertifikalandırma yapılabilir. Dolayısıyla orijin tespit yöntemi ile tüketicinin yanıltılmasının önüne geçilerek ve tüketicinin orijini kesin olarak belirlenmiş sertifikalı ürünü, doğru fiyattan alması sağlanabilir.

Yedi farklı yöreye ait pamuk ve karışık yayla ballarından üç yıl boyunca (2003,2004,2005) alınan numuneler ile yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre, balların renk, nem, asit, diastaz, HMF, iletkenlik, glikoz, fruktoz, yüksek şeker ve toplama disakkarit gibi kimyasal özellikleri, iklim, mevsim değişiklikleri, nektar kaynakları, bitki örtüsü vb. çevresel koşulların, etkisi ile yıldan yıla değişkenlik gösterebilmektedir (Aston ve Bucknall, 2004; White, 2003; Crane, 1990). Kimyasal özelliklerin yörelere göre farklılığı incelendiğinde ise, numunelerin HMF, sakaroz ve invert şeker miktarları haricinde diğer tüm özelliklerinin, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı ($P<0,05$) olduğu sonucu elde edilmiştir (Ekler:Tablo B.8). Yörelere göre en büyük farklılıklar özellikle diastaz ve iletkenlik değerlerinde gerçekleşmiştir. Bu iki kimyasal özellik numuneleri botanik ve coğrafi orijine göre sınıflandırmada diğer özelliklere göre ön plana çıkmaktadır. Bu özellikler bazı durumlarda botanik ve coğrafi orijin tespitinde faydalı olabilse de her durumda tek başlarına yeterli değildir. Bu amaçla, bu özelliklere ilave olarak, mineral madde, eser element ve organik asit profili analizi gibi ilave parametrelerin incelenmesi de gereklidir. Özellikle Türkiye orijinli ballarda bu konularla ilgili yapılmış yeterince çalışma yoktur ve yeni araştırmalarda bu konuların da dikkate alınması önemlidir.

Elde edilen kimyasal veriler literatürle kıyaslandığında hepsinin doğal bala özgü normal sınırlar içerisinde olduğunu söylemek mümkündür (White, 2003; Crane, 1990). Yalnızca pamuk ballarının iletkenlik değerleri, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2005/49) ve Avrupa Birliği Bal Direktifinde (2001/110/ECC) çiçek balları verilen limitlerin (0.80 mS/cm) üzerindedir.

Çalışmada ayrıca her bölgeden toplanan balların amino asitleri arasında yörelere göre farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Ekler: Tablo B.9). Özellikle aspartik asit içeriği Pamuk Ege ballarında diğer tüm yörelere göre belirgin şekilde yüksektir. Amino asitlerin yöreye göre farklılıklarına göre örümcek ağı grafiği oluşturulduğunda, her yöreye özgü bir amino asit kompozisyonu olduğu görülmektedir (Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26

ve Şekil 4.27). Pamuk Ege ve Pamuk Urfa balları da dahil olmak üzere tüm yörelerin örümcek ağı skalası farklıdır. Birbirine en yakın sonuçlar, yöre olarak da birbirine çok yakın olan Şemdinli ve Yüksekova bölgelerinde elde edilmiştir. Sonuçlar ve bu güne kadar yapılmış benzer çalışmalar, ballarda aminoasit profili analizinin, gerek botanik gerekse coğrafi orijin tespitinde kullanılabilecek faydalı bir araç olduğunu göstermektedir. Çalışmanın daha farklı orijinlere ait yeni numunelerle tekrarlanması, gerek tüm Türkiye ballarının aminoasit profilini tayin etmek, gerekse bu sonuçları pekiştirmek anlamında önemlidir.

Tanımlayıcı profil testi sonuçlarına göre, belirlenen toplam 45 duysal parametreden (renk, tat, koku, doku), görünüş özelliklerinin tümü istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($P<0,05$) (Ekler: Tablo B.10). Buna karşılık koku özelliklerinden çimen, kuru üzüm, ahır-tezek, balmumu ve ağaç-odun açısından yöreler arasında fark bulunmamıştır. Benzer şekilde tat özelliklerinden tarçın, ağaç odun, pestil, nane-mentol ve balmumu açısından da yöreler arasında istatistiki olarak fark yoktur. Duysal analiz parametrelerinin yörelere göre örümcek ağı grafiği oluşturulduğunda, her yöreye özgü bir duysal analiz kompozisyonu olduğu görülmüştür (Şekil 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38 ve 4.39). Dataya uygulanan temel bileşen analizi neticesinde hazırlanan temel bileşen skorları grafiğinin (Şekil 4.42) yorumunda; tüm yörelere ait balların duysal özellikleri ile birbirinden ayrıldığı ve özellikle Pamuk Ege ve Şemdinli ballarının tüm diğer ballardan önemli ölçüde farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Datanın varyans analizinde çıkan sonuçlar Temel Bileşen Analizinde çıkan sonuçları desteklemiştir. Tanımlayıcı profil testi, bal numunelerinde bitki ve yöre orijini olduğu kadar hile (şurup katılmış ballar ya da yapay ballar) tespit amacıyla da kullanılabilir. Ayrıca daha farklı yöre ve botanik orijinlere ait ballar ile de çalışmalar geliştirilebilir.

Kimyasal ve polen analiziyle elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi neticesinde Kayseri yöresine ait karışık çiçek ballarının pamuk balları ile karışık olduğunu sonucuna varılmıştır. Aminoasit ve duysal analiz sonuçları da bu bulguyu desteklemiştir.

Balın botanik ve yöresel kaynaklarına göre sınıflandırılması, yeni analitik tekniklerin ve modern istatistiksel metotların kullanımına olanak sağlayacak bir alanı teşkil etmektedir. Türk ballarına özgü yapılmış bu çalışmadan elde edilen bilgiler, farklı ülkelere ait balların orijinlerine göre ayırt edilmesinde de kullanılabilecek, bu anlamda yapılacak yeni çalışmalara ışık tutabilecektir.

KAYNAKLAR

- 2001/110/ECC**, 2001. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey, *European Community Council*, Bruxelles.
- 2001/700/ECC**, 2001. Commission decision of 17 september 2001 amending decision 94/278/EC drawing up a list of third countries from which member states authorise imports of certain products to council directive 92/118/EEC, with respect to imports of honey, *European Community Council*, Bruxelles.
- Altıparmak, Ö.**, 2005. Kişisel görüşme.
- Amiot, M.J., Aubert, S., Gonnet, M. and Taccihini, M.**, 1989. Les composés phenoliques des miels: étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles, *Apidologie*, **20**, 115-125.
- Ampuero, S., Bogdanov, S. and Bosset. J.O.**, 2003. Classification of unifloral honeys with an MS-based electronic nose using different sampling modes: SHS, SPME ve INDEX, *European Food Research Technology*, **218**, 198-207
- Andrade, P., Ferreres, F., Isabel Gil, M. ve Tomas-Barberan, A., F.**, 1997. Determination of phenolic compounds in honeys with different floral origin by capillary zone electrophoresis, *Food Chemistry*, **60**, 79-84.
- Anklam, E.**, 1998. A Review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, **63**, 549-562.
- Anupama, D., Bhat, K.K. and Sapna V.K.**, 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey, *Food Research International*, **36**, 183-191.
- AOAC 920.180**, 2000. Official Method: Honey (Liquid, strained or comb) preparation of test sample, *AOAC International 17th edition*, Gaithersburg.
- AOAC 920.183**, 2000. Official Method: Sugars (reducing) in honey, *AOAC International 17th edition*, Gaithersburg.

- AOAC 920.184**, 2000. Official Method: Sucrose in honey, *AOAC International 17th edition*, Gaithersburg.
- AOAC 969.38**, 2000. Official Method: Moisture in honey, *AOAC International 17th edition*, Gaithersburg.
- Arquillue, P.C. and Marteache, H. A.**, 1987. Analisis de aminoacidos proteinicos en mieles de Los Monegros (Espana), *Alimentaria*, **24**, 67-71.
- Aston, D. and Bucknall, S.**, 2004. Plants and Honey Bees, Northern Bee Books, West Yorkshire.
- Baroni, M.V., Chiabrando, G.A., Costa, C. and Wunderlin, D.A.**, 2002. Assessment of the floral orijin of honey by SDS-Page immunoblot techniques, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 1362-1367.
- Bath, P.K. and Singh, N.**, 1999. A comparision between Helianthus annuus and Eucalyptus lanceolatus honey, *Food Chemistry*, **67**, 389-397.
- Berahia, T., Cerrati, C., Sabatier, S. And Amiot, M.J.**, 1993. gas chromatography - mass spectrometry analysis of flavoanoids I honey, *Science des Aliments*, **13**, 15-24.
- Bogdanov, S.** 2002. Harmonised methods of the International Honey Commission, Bern, Switzerland.
- Bogdanov, S.**, 1989. Determination of pinocembrin in honey using HPLC, *Journal of Apicultural Research*, **28**, 55-57.
- Bonaga, G., ve Giumanini, A.G.**, 1986. Chemical composition of chestnut honey: analysis of the hydrocarbon fraction, *Journal of Apicultural Research*, **25**, 113-120.
- Bouseta, A., and Collin, S.**, 1995. Optimised Likens-Nickerson methodology for quantifying honey flavors, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **43**, 1890-1897.
- Bryant, V.M.**, 2001. Pollen contents of honey, *Canadian Association of Palynologues Newsletter*, **24(1)**, 10-24.
- Castro, R.M., Escamilla, M.J. and Reig, F.B.**, 1992. Evaluation of the color of some Spanish unifloral honey types as a characterization parameter, *Journal of AOAC International*, **75**, 537-542.
- Cherchi, A., Spanedda, L., Tuberoso, C. and Cabras, P.**, 1994. Solid phase extraction and high performance liquid chromatographic

determination of organic acids in honey, *Journal of Chromatography*, **669**, 59-64.

CODEX STAN 12-1981, 2001. Revised Codex Standard for Honey, *Codex Alimentarius Commission*, Rome.

Cometto, P.M., Faye, P.F., Paola-Naranjo, R.D., Rubio, M.A. and Aldao, M.A.J., 2003. Comparison of free amino acids profile in honey from three Argentinian regions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51 (17)**, 5079-5087.

Crane, E., 1980. *A Book of Honey*, Oxford University Press, Newyork.

Crane, E., 1979a. *A Comprehensive Survey Honey*, Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd., London.

Crane, E., 1979b. History of honey, in *A Comprehensive Survey Honey*, pp.439-475, Eds. Crane, E., Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd., London.

Crane, E., 1979c. The flowers honey comes from, in *A Comprehensive Survey Honey*, pp.3-55, Eds. Crane, E., Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd., London.

Crane, E., 1990. *Bees And Beekeeping*, Heinemann Newnes, London.

Crane, E., 1999. *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*, Gerald Duckwoth & Co. Ltd., Londra.

Crane, E., 2003. The World's beekeeping- past and present, in *The Hive and The Honey Bee*, pp.1-20, Eds. Graham, J.M., Dadant and Sons. Inc. Ohio.

D'Albore Ricciardelli, G., 1997. *Texbook of Melissopalynology*, Apimondia Publishing House, Bucharest, Romania.

D'Arcy, B., Rintoul, G.B., Rowland, C.Y. and Blackman, A.J., 1997. Composition of Australian honey extractives, 1. Norisoprenoids, monoterperens, and other natural volatiles from glue gum (*Eucalyptus leucoxydon*) and yellow box (*Eucalyptus melliodora*) honeys, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 1834 -1843.

Demianowicz, Z., 1961. Pollenkoeffizienten als Grundlage der quantitativen Pollenanalyse des Honigs, *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, **5(2)**, 95-105.

Demianowicz, Z., 1964. Charakteristik der Einartenhonige, *Annales de l'Abeille*, **7**, 273-288.

- DENLEG 2000/10**, 2000. Working Document Proposal for a directive of the European Council Relating to Honey, *European Community Council*, Bruxelles.
- DIN Norm 10751-1**, 1992. Analysis of honey: Determination of hydroxymethylfurfural; Winkler photometric method, *Deutsches Institut für Normung*, Berlin.
- DIN Norm 10753**, 2000. Analysis of honey: Determination of the electrical conductivity, *Deutsches Institut für Normung*, Berlin.
- DIN Norm 10760**, 2002. Analysis of honey: Determination of the relative frequency of pollen, *Deutsches Institut für Normung*, Berlin.
- Doğaroğlu, M. ve Samancı, T.**, 2006. Balda yörelere göre kalıntı hile ve orijin tespit projesi, Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) arıcılık raporu, Ankara, Türkiye.
- Doğaroğlu, M.**,1999. Modern Arıcılık Teknikleri, Anadolu matbaa ve ambalaj sanayii, İstanbul.
- Dvash, L., Afik, O., Shafir, S., Schaffer, A., Yeselson, Y., Dag, A. and Landau, S.** **2002.** Determination by near-infrared spectroscopy of perseitol used as a marker for the botanical orijin of avocado (*Persea americana* Mill.) honey, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 5283-5287.
- Ertin, G.**, 1998. Tarım, hayvancılık, ormancılık, içindedir *Türkiye Coğrafyası*, pp. 119-150, Eds. Serter, N., Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Faegri, K. and Iversen, J.**, 1989. Textbook of Pollen Analysis, Courier International, London, UK.
- Ferreres, F., Andrade, P. and Tomas-Barberan, F.**, 1996. Natural occurrence of abscisic acid in heather honey and floral nectar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **44**, 2053-2056.
- Ferreres, F., Andrade, P. and Tomas-Barberan, F.A.**, 1994a. Flavonoids from Portuguese heather honey, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – forschung*, **199**, 32-37.
- Ferreres, F., Garcia-Viguera, C., Tomas-Lorente, F., and Tomas-Barberan, F.**, 1993. Hesperetin: a marker of the botanical origin of citrus honey, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **61**, 121 - 123.

- Ferrerres, F., Giner, J.M. and Tomas-Barberan, F.A., 1994b.** A comparative study of hesperetin and methyl anthranilate as markers of the floral origin of citrus honey, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **65**, 371 - 372.
- Flottum, K., 2005.** The Complete and Easy Guide to Beekeeping, Apple Press, UK.
- Fodor, P. and Molnar, E., 1993.** Honey as an environmental indicator: effect of sample preparation on trace element determination by ICP-AES. *Microchimica Acta*, **112**, 113-118.
- Fredes, C., and Montenegro, G. 2006.** Heavy metals and other trace elements contents in Chilean honey, *Cien. Inv. Agr.*, **33 (1)**, 50-58.
- Gilbert, J., Shephard, M. J., Wallwork, M.A. and Harris, R.G., 1981.** Determination of the geographical origin of honeys by multivariate analysis of gas chromatographic data on their free amino acid content, *Journal of Apicultural Research.*, **20**, 125-135.
- Gonzales-Vinas M.A., Moya A. and Cabezudo M.D., 2003.** Description of the sensory characteristics of Spanish unifloral honeys by free choice profiling, *Journal of Sensory Studies*, **18**, 103-113.
- Goodall, I., Dennis, J.J., Parker, I. and Sharman, M., 1995.** Contribution of high performance liquid chromatographic analysis of carbohydrates to authenticity testing of honey, *Journal of Chromatography A*, **706**, 353-359.
- Grosch, W., Sen, A., Guth, H. and Zeiler-Hilgart, G., 1990.** Quantification of aroma compounds using a stable isotope dilution assay, *in Flavour Science and Technology*, pp. 191-194, Eds. Bressière Y, Thomas AF, John Wiley & Sons, Chichester.
- Guyot, C., Scheirman, V. and Collin, S., 1999.** Floral origin markers of heather honeys: *Calluna vulgaris* and *Erica arborea*, *Food Chemistry*, **64**, 3-11.
- Hecking, L.T., 2001.** Application of Palynology to the determination of the country of origin of honey, *Laboratory Bulletin*, **11,1**.
- Hermosin, I., Chicon, R.M. and Cabezudo, M.D., 2003.** Free amino acid composition and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, **83 (2)**, 263-268.
- Hodges, D., 1984.** The Pollen Loads of the Honeybee, G.Beard&Son.Ltd., Brighton, UK.

- Hooper, T.**, 2005. Guide to Bees and Honey, Marston House, Yeovil.
- Iglesias, M.T., Lorenzo, C., Polo, M.C., Martin-Alvarez, P.J. and Pueyo, E.**, 2004. Usefulness of amino acid composition to discriminate between honeydew and floral honeys. Application to honeys from a small geographic area, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **52**, 84-89.
- Işık, A. ve Atun, İ.** 1998. Şanlıurfa-Harran ovasında tarımsal yapı ve mekanizasyon özellikleri, *Tr.J.of Agriculture and Forestry*, **22**, 151-160.
- Iwanami, Y., Sasakuma and T., Yamada, Y.**, 1988. Pollen: Illustrations and Scanning Electronmicrographs, Kodansha Ltd., Tokyo, Japan.
- Jörg, E. and Sontag, G.**, 1992. Determination of phenolic acids in honey by HPLC using coulometric dual electrode detection, *Deutsche Lebensmittel Rundschau*, **88**, 179-183.
- Jörg, E. and Sontag, G.**, 1993. Multichannel coulometric detection coupled with liquid chromatography for determination of phenolic esters in honey, *Journal of Chromatography*, **635**, 137-142.
- Kaakeh, W. and Gadelhak, G.G.**, 2005. Sensory evaluation and chemical analysis of Apis mellifera honey from the Arab Gulf region, *Journal of Food and Drug Analysis*, **13 (4)** , 331-337.
- Kapp, O.R.**, 1971. Pollen and Spores, Wm.C.Brown Company Publishers, Dubuque, Unites States of America.
- Kerkvliet, J.D. and Meijer, H.A.J.**, 2000. Adulteration of honey : relation between microscopic analysis and $\delta^{13}\text{C}$ measurements, *Apidologie*, **31**, 717-726.
- Korth, W. and Ralston, J.**, 2002. Techniques for the detection of adulterated honey, Rural Industries research & Development Corporation, Australia. www.rirdc.gov.au/reports/Index.htm
- Krauze, A. and Zalewski, R.**, 1991. Classification of honeys by principle component analysis on the basis of chemical and physical parameters, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – forschung*, **192**, 19-23.
- Krell, R.**, 2001. Value Added Products from Beekeeping. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Lammertyn, J., Veraverbeke, E.A. and Irudayaraj, J.**, 2004. zNose™ technology for the classification of honey based on rapid aroma profiling, *Sensors and Actuators B*, **98 (1)**, 54-62

- Lane, J.H. and Eynon, L.** ,1923. Determination of reducing sugars by means of FEHLING'S solution with methylene blue as internal indicator, *J.Soc.Chem.Ind*, 42-32.
- Linder, R., Bermann, E. and Gamarnik, B.**, 1996. Characterization of citrus honey by deuterium NMR, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **44**, 139-140.
- Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G.**, 1978. Methods of Melissopalynology, *Bee World*, **59**,139-157.
- Marshall, T. and Williams, K.M.**, 1987. Electrophoresis of honey: characterization of trace proteins from a complex biological matrix by silver staining. *Analytical Biochemistry*, **167**, 301-303.
- Martin, P.**, 2002. Veterinary Drug Residues in Honey, *Preventing Residues in Honey, APIMONDIA Symposium*, Celle, Germany, October 10-11.
- Maurizio, A.**, 1979a. How bees make honey, in *A Comprehensive Survey Honey*, pp.77-97, Eds. Crane, E., Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd., Londra.
- Maurizio, A.**, 1979b. Microscopy of honey, in *A Comprehensive Survey Honey*, pp.77-97, Eds. Crane, E., Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd., Londra.
- Moar, N.T.**, 1985. Pollen analysis of New Zealand honey, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **28**, 39-70.
- Oddo, L.P., and Pirob, R.**, 2003. Unifloral Honeys: Quality Standards, XXXVIII. Congress of Apimondia on Beekeeping, Ljubljana, Slovenia, August 24-29.
- Oddo, L.P., Piazzzi, M.G. and Pulcini, P.**, 1999. Invertase Activity in Honey. *Apidologie*, **30**, 57-65.
- Overton, S.V., and Manura, J.J.**, 1994. Flavour and aroma in commercial bee honey, *American laboratory*, 26, 45-53.
- Özdamar K.**, 2004. Paket Programlar ile istatistiksel Veri Analizi-2 (Çok Değişkenli Analizler), Kaan Kitapevi, Etam A.Ş., Eskişehir.
- Öztürk, A.İ.**, 2001. Arıcılık, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Pawlowska, M. and Armstrong, D.W.**, 1994. Evaluation of enantiometric purity of selected amino acids in honey. *Chirality*, **6**, 270-276.

- Pena Crecente, R. and Herrero Latorre, C.,** 1993. Pattern recognition analysis applied to classification of honeys from two geographic origins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **41**, 560-564.
- Piana M.L., Oddo P.L., Bentabol A., Bruneau E., Bogdanov S. and Declerck C.G.,** 2004. Sensory analysis applied to honey: state of art, *Apidologie*, **35**, 26-37.
- Pichlmayer, F. and Blochberger, K.,** 1988. Isotopenhäufigkeitsanalyse von kohlenstoff, stickstoff und schwefel mittels geratekopplung elementaranalysator-massenspektrometer, *Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie*, **331**, 196-201.
- Pirini, A., Conte, L.S., Francisioso, O. and Lercker, G.,** 1992. Capillary gas chromatographic determination of free aminoacids in honey as a means of discrimination between different botanical sources, *Journal of High Resolution Chromatography*, **15**, 165-170.
- Radovic, B.S., Careri, M., Mangia, A., Musci, M., Gerboles and Anklam, E.,** 2001. Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey, *Food Chemistry*, **72**, 511-520.
- Radovic, B.S., Goodacre, R. and Anklam, E.,** 2001. Contribution of pyrolysis-mass spectrometry (Py-MS) to authenticity testing of honey, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, **60**, 79-87.
- Riches, H.,** 2000. Medical Aspects of Beekeeping, Northern Bee Books, Hebden Bridge.
- Rodriguez-Otero, J.L., Paseiro, P. and Simal, J.,** 1990. Intento de caracterizacion de las mieles naturales de galicia mediante las fracciones proteicas separadas por electroforesis, *Anales Bromatologia*, **42**, 83-98.
- Rodriguez-Otero, J.L., Paseiro, P. and Simal, J., Terradillos, L. and Cepeda, A.,** 1995. Silicon, phosphorus, sulphur, chlorine, and ash contents of Spanish commercial honeys, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – forschung*, **200**, 233-234.
- Roßmann, A., Lüllmann, C. and Schmidt, H.L.,** 1992. Massenspektrometrische Kohlenstoff – und wasserstoff – isotopen verhältnismessung zur authentizitätsprüfung bei honigen, *Zeitschrift für lebensmitteluntersuchung und – forschung*, **195**, 307-311.

- Ruoff, K. and Bogdanov, S., 2004.** Authenticity of honey and other bee products, *Apiacta*, **38**, 317-327.
- Ruoff, K., Karoui, R., Dufour, E., Luginbühl W., Bosset J.O., Bogdanov S. and Amado, R., 2005.** Authentication of the botanical origin of honey by front-face fluorescence spectroscopy. A preliminary study, *Journal of Agricultural Food Chemists*, **53**, 1343-1347.
- Sawyer, R., 1988.** Honey Identification, Cardiff Academic Press, Wales, UK.
- Sıralı, R., 2002.** General beekeeping structure of Turkey, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **4(2)**, 30-39.
- Sıralı, R., ve Doğaroğlu, M. 2002.** Determination of some occupational and sociological characteristics of Thracian beekeepers, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **1(4)**, 35-41.
- Sladan, R., Pavlovic-Popilijevic, L., Mladenovic, M. and Nedic, N. 2003.** A study on some quantitative parameters of honey in Serbia, *Apimondia Congress*, Ljubljana, Slovenia, August 24-29.
- Soldevilla, H.G., Ruiz-Perez-Cacho M.P., Serrano Jimenez S., Villarejo M.J., and Bentabol Manzanares A., 2005.** Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey, *Food Quality and Preference*, **16**, 71-77.
- Sorkun, K., 2004.** Rize Anzer yöresi ballarının mikroskopik analizi, içindedir *II. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı*, pp.207-208, Eds. Aydın, L., Çakmak, İ. ve Güneş, N., Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- Soysal, M.İ., ve Gürcan, E.K., 2005.** Tekirdağ ili arı yetiştiriciliği üzerine bir araştırma, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **2 (2)**, 161-165.
- Steeg, E., and Montag, A., 1988.** Quantitative Bestimmung aromatischer carbonsauren im honig, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – forschung*, **187**, 115-119.
- Stein, K., and Umland, F., 1986.** Spurenbestimmung von blei, cadmium und mangan in honigen und zuckern, *Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie*, **323**, 176-177.
- Sulbaran de Ferrer, B., Ojeda de Rodriguez, G., Pena, J., Martinez, J. and Moran, M. 2004.** Mineral content of the honey produced in Zulia state Venezuela, *Archivos Latinamericanos de Nutricion*, **54 (3)**, 346-354.

- Sunay, A., Altıparmak Ö., Doğaroğlu M. ve Gökçen J., 2004.** Türkiye'de ve Dünyada bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar, içindedir *II. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı*, pp.151-183, Eds. Aydın, L., Çakmak, İ. ve Güneş, N., Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- Şahinler, N., Ceylan, A.D., ve Gül, A., 2004.** 1970'li yıllardan günümüze Türkiye arıcılığının değerlendirilmesi, in *II. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı*, pp.151-183, Eds. Aydın, L., Çakmak, İ. And Güneş, N., Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- TS 3036, 2002.** Bal Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Türk Gıda Kodeksi 2005/49, 2005.** Türk Gıda Kodeksi-Bal Tebliği, *Resmi Gazete* 26026, Ankara.
- Verzera, A., Campisi, S., Zappala, M. and Bonaccorsi, I., 1998,** SPME-GC/MS Analysis of Honey Volatile Components for the Characterization of Different Floral Origin, Istituto di Industrie Agrarie, Università di Catania report , Catania, Italy.
- Von der Ohe, W., Oddo P.L., Piana M.L., Marlot, M. and Martin, P., 2004.** Harmonised methods of melissopalynology, *Apidologie*, **35**, 18-25.
- White, J.W. and Winters, K., 1989.** Honey protein as internal standard for stable carbon isotope ratio detection of adulteration of honey, *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, **72**, 907-911.
- White, J.W., 1979.** Composition of honey, in *A Comprehensive Survey Honey*, pp.157-194, Eds. Crane E., Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd., London.
- White, J.W., 1980.** Honey Composition and Properties, Beekeeping in the United States Agriculture Handbook Number 335, <http://www.beesource.com/pov/usda/beekpUSA82.htm>.
- White, J.W., 2003.** Honey, in *The Hive and The Honey Bee*, pp.869-918, Eds. Graham, J.M., Dadant and Sons. Inc. Ohio.
- Wilkins, L.A., Lu, Y. and Tan, S.T., 1995.** Extractives from New Zealand honeys. 5 aliphatic dicarboxylic acids in New Zealand Rewarewa honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **43**, 3021.
- Yao, L., Jiang, Y., D'arcy, B., Singanusong, R., Datta, N., Caffin, N. and Raymont, K., 2004.** Quantitative high performance liquid performance analyses of flavonoids in Australian Eucalyptus honeys, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**, 210-214.

- Zunin, P., Calcagno, C., and Evangeliste, F., 1987.** L'analisi chimico-bromatologica nel controllo della genuinità del miele, *Rivista Italiana di Scienze Alimentari*, **16**, 317-322.
- Zürcher, K. and Hadorn, H., 1974.** , Zuckerspektrum und Kristallisationstendenz von Honigen, *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.*, **65**, 407-420.

EKLER

EK A

Tablo A.1. Duyusal analiz panelist ön tarama anketi formu

LEZZET PANELİ İÇİN ÖN TARAMA ANKETİ	
GEÇMİŞ	
İsim:	
Adres:	
Telefon:	
ZAMAN	
1. Hafta içinde düzenli olarak uygun olacağınız bir gün var mı?	
SAĞLIK	
1. Aşağıdaki rahatsızlıklardan herhangi birine sahip misiniz?	
Diş rahatsızlıkları	.....
Diabet	.....
Ağız hastalıkları	.....
Hipoglisemi	.....
Gıda alerjisi	.....
Hipertansiyon	.....
2. Duyularınızı, özellikle de tatma ve koklama duyularınızı etkileyen herhangi bir ilaç kullanıyor musunuz?	
BESLENME ALIŞKANLIKLARI	
1. Kısıtlı bir diyet uyguluyor musunuz? Uyguluyorsanız açıklayınız.	
2. Ayda kaç kez dışarıda yemek yersiniz?	

Tablo A.1. Duyusal analiz panelist ön tarama anketi formu (devam ediyor)

3. Ayda kaç kez fast food yersiniz?
.....

4. Ayda kaç kez dondurulmuş gıda tüketirsiniz?
.....

5. Favori gıdalarınız nelerdir?
.....

6. En az sevdiğiniz gıdalar nelerdir?
.....

7. Hangi gıdaları yiyemezsiniz?
.....

8. Hangi gıdaları yemekten hoşlanmazsınız?
.....

9. Gıdaların koku ve tadını ayırt etme yeteneğiniz,
KOKU TAT
Ortalamadan iyi
Ortalama
Ortalamadan kötü

10. Ailenizde reklam ajansında veya Pazar araştırması yapan bir firmada çalışan var mı?

LEZZET QUIZİ

1. Uygulayacağınız tarif için kekik gerekiyor fakat elinizde yok, yerine ne kullanırsınız?
.....

2. Tadı yoğurt ile benzer olan gıdalar nelerdir?
.....

3. Zenginleştirmek için sosa neden kahve ilave edilir?
.....

4. Lezzet ve aroma arasındaki farkı nasıl tanımlarsınız?
.....

5. Lezzet ve doku arasındaki farkı nasıl tanımlarsınız?
.....

6. İtalyan peynirlerini (Parmesan veya Romano) en iyi tanımlayan kelimeler nelerdir?
.....

7. Mayonezde hissedilen lezzet özelliklerini tanımlayınız.
.....

8. Kolada hissedilen lezzet özelliklerini tanımlayınız.
.....

9. Sosisde hissedilen lezzet özelliklerini tanımlayınız.
.....

10. Ritz krakerde hissedilen lezzet özelliklerini tanımlayınız.
.....

DOKU QUIZİ

1. Lezzet ve doku arasındaki farkı nasıl ifade edersiniz?
.....

2. Gıdaların bazı dokusal özelliklerini genel olarak anlatınız.
.....

Tablo A.1. Duyusal analiz panelist ön tarama anketi formu (devam ediyor)

3. Gıdalardaki parçacıkları tarif ediniz.
.....
4. Bir gıda ürünü ağızda çiğnendiğinde oluşan bazı özellikleri tarif ediniz.
.....
5. Gevrek (crispy) ve ktır (crunchy) arasındaki farkı tanımlayınız.
.....
6. Patates cipsinin dokusal özellikleri nelerdir?
.....
7. Fıstık ezmesinin dokusal özellikleri nelerdir?
.....
8. Yulaf ezmesinin dokusal özellikleri nelerdir?
.....
9. Ekmeğin dokusal özellikleri nelerdir?
.....
10. Hangi türde ürünler için doku önemlidir?
.....

Tablo A.2. Duyusal analiz üçgen test formu

**ÜÇGEN TEST-DUYUSAL ANALİZ
FARKLILIK TESTİ**

Tarih :

Panelistin Adı Soyadı:

Size verilen üç örnekten ikisi eş, biri farklıdır.

1. Örnekleri aşağıdaki sıra ile tadınız ve farklı örneği işaretleyiniz.

<i>Kod</i>	<i>Farklı Örnek</i>
.....	
.....	
.....	

2. Eş örnekler ve farklı örnek arasındaki farklılığın derecesini işaretleyiniz.

Hafif	.....
Orta	.....
Fazla	.....
Aşırı	.....

Tablo A.3. Duyusal analiz kıvam ve lezzet sıralama testi formu

KIVAM TESTİ	
Tarih :	
Panelistin Adı Soyadı:	
Verilen numuneleri en koyu kıvamlıdan daha az kıvamlıya doğru sıralayınız.	
En çok	..... ..... ..... ..... .....
En az	.....
LEZZET TESTİ	
Verilen numuneleri en çok beğendiğinizden daha az beğendiğinize doğru sıralayınız.	
En çok	..... ..... ..... ..... .....
En az	.....

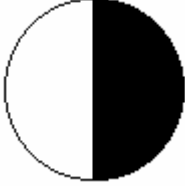
Tablo A.4. Duyusal analiz skala pratiği formu

Tarih :

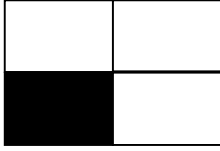
Panelist Adı Soyadı:

SKALA KULLANMA EGZERSİZLERİ

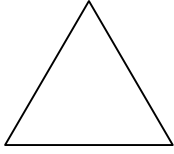
Her şekildeki gölgelendirilmiş alanın toplam alana oranını çizgi üzerinde işaretleyerek belirtiniz.



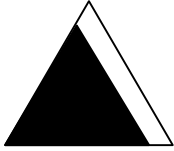
Hiç _____ Tümü



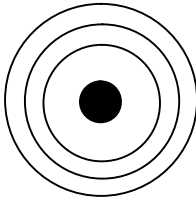
Hiç _____ Tümü



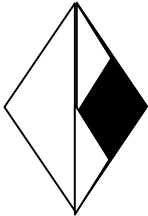
Hiç _____ Tümü



Hiç _____ Tümü

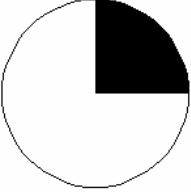
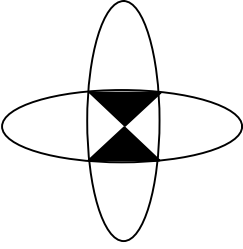
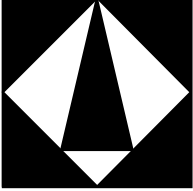
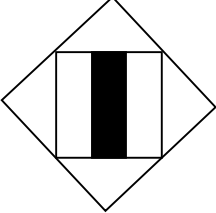


Hiç _____ Tümü



Hiç _____ Tümü

Tablo A.4. Duyusal analiz skala pratiği formu (devam ediyor)

	Hiç _____ Tümü
	Hiç _____ Tümü
	Hiç _____ Tümü
	Hiç _____ Tümü
	Hiç _____ Tümü
	Hiç _____ Tümü
	Hiç _____ Tümü

Tablo A.5. Duyusal analiz terimler çalışması formu

Terimler Çalışması Formu Tarih: Panelistin Adı Soyadı : Verilen örnekleri görünüş, kıvam, koku, tat, aroma, yutma sonrası his bakımından tanımlamak için ilişkin anahtar kelimeleri tabloda listeleyiniz.
--

[illegible]

Tarih:



Şekil A.1. Duyusal Analiz Panel Formu (Örümcek Ağı Skalası)

EK B

Tablo B.1. Pamuk Ege ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu ^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	823,87	2,00	411,93	6,06	0,00
	Hata	2923,00	43,00	67,98		
	Toplam	3746,87	45,00			
Nem (S)	İşlem	7,08	2,00	3,54	6,21	0,00
	Hata	38,19	67,00	0,57		
	Toplam	45,27	69,00			
Asit	İşlem	1174,41	2,00	587,21	35,81	0,00
	Hata	1065,94	65,00	16,40		
	Toplam	2240,35	67,00			
Diastaz	İşlem	131,39	2,00	65,70	6,52	0,00
	Hata	674,59	67,00	10,07		
	Toplam	805,99	69,00			
HMF	İşlem	104,57	2,00	52,29	5,43	0,01
	Hata	240,64	25,00	9,63		
	Toplam	345,22	27,00			
İletkenlik	İşlem	638072,66	2,00	319036,33	23,80	0,00
	Hata	897957,64	67,00	13402,35		
	Toplam	1536030,30	69,00			
Sakaro	İşlem	1,99	2,00	0,99	1,08	0,36
	Hata	23,03	25,00	0,92		
	Toplam	25,02	27,00			
İnvert Şeker	İşlem	2,00	2,00	1,00	0,32	0,73
	Hata	77,85	25,00	3,11		
	Toplam	79,86	27,00			
Glikoz (G)	İşlem	70,87	2,00	35,44	38,33	0,00
	Hata	61,95	67,00	0,92		
	Toplam	132,82	69,00			
Früktöz(F)	İşlem	40,89	2,00	20,45	43,98	0,00
	Hata	31,15	67,00	0,46		
	Toplam	72,04	69,00			
F/G	İşlem	0,00	2,00	0,00	2,80	0,07
	Hata	0,06	67,00	0,00		
	Toplam	0,06	69,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	32,36	2,00	16,18	56,44	0,00
	Hata	19,21	67,00	0,29		
	Toplam	51,56	69,00			
G/S	İşlem	0,58	2,00	0,29	20,30	0,00
	Hata	0,97	67,00	0,01		
	Toplam	1,55	69,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	40,65	2,00	20,32	38,50	0,00
	Hata	35,37	67,00	0,53		
	Toplam	76,02	69,00			

¹İşlemler yılları ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.2. Pamuk Urfa ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu ^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	90,72	2,00	45,36	0,68	0,51
	Hata	23954,00	359,00	66,72		
	Toplam	24044,72	361,00			
Nem (S)	İşlem	5,14	2,00	2,57	2,25	0,11
	Hata	529,93	465,00	1,14		
	Toplam	535,07	467,00			
Asit	İşlem	3220,78	2,00	1610,39	98,74	0,00
	Hata	7583,82	465,00	16,31		
	Toplam	10804,60	467,00			
Diastaz	İşlem	1557,51	2,00	778,75	52,83	0,00
	Hata	6854,48	465,00	14,74		
	Toplam	8411,99	467,00			
HMF	İşlem	348,55	2,00	174,28	20,58	0,00
	Hata	1253,33	148,00	8,47		
	Toplam	1601,88	150,00			
İletkenlik	İşlem	1076313,37	2,00	538156,69	42,24	0,00
	Hata	5924793,68	465,00	12741,49		
	Toplam	7001107,05	467,00			
Sakaroz	İşlem	2,10	2,00	1,05	2,02	0,14
	Hata	72,43	139,00	0,52		
	Toplam	74,53	141,00			
İnvert Şeker	İşlem	28,85	2,00	14,43	11,37	0,00
	Hata	176,31	139,00	1,27		
	Toplam	205,16	141,00			
Glikoz (G)	İşlem	58,80	2,00	29,40	30,97	0,00
	Hata	441,46	465,00	0,95		
	Toplam	500,26	467,00			
Früktöz(F)	İşlem	37,46	2,00	18,73	30,81	0,00
	Hata	282,64	465,00	0,61		
	Toplam	320,09	467,00			
F/G	İşlem	0,00	2,00	0,00	1,23	0,29
	Hata	0,56	465,00	0,00		
	Toplam	0,56	467,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	37,51	2,00	18,76	79,80	0,00
	Hata	109,30	465,00	0,24		
	Toplam	146,82	467,00			
G/S	İşlem	0,54	2,00	0,27	11,16	0,00
	Hata	11,22	465,00	0,02		
	Toplam	11,75	467,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	32,28	2,00	16,14	19,17	0,00
	Hata	391,61	465,00	0,84		
	Toplam	423,90	467,00			

¹İşlemler yılları ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.3. Şemdinli ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	2120,70	2,00	1060,35	7,28	0,00
	Hata	11799,62	81,00	145,67		
	Toplam	13920,32	83,00			
Nem (S)	İşlem	2,86	2,00	1,43	1,87	0,16
	Hata	118,79	155,00	0,77		
	Toplam	121,65	157,00			
Asit	İşlem	599,47	2,00	299,74	43,58	0,00
	Hata	1066,16	155,00	6,88		
	Toplam	1665,64	157,00			
Diastaz	İşlem	442,46	2,00	221,23	33,64	0,00
	Hata	1019,21	155,00	6,58		
	Toplam	1461,67	157,00			
HMF	İşlem	112,37	2,00	56,18	13,95	0,00
	Hata	52,35	13,00	4,03		
	Toplam	164,72	15,00			
İletkenlik	İşlem	11375,78	2,00	5687,89	1,41	0,25
	Hata	624631,19	155,00	4029,88		
	Toplam	636006,97	157,00			
Sakaroz	İşlem	1,30	2,00	0,65	2,22	0,15
	Hata	3,80	13,00	0,29		
	Toplam	5,10	15,00			
İnvert Şeker	İşlem	0,31	2,00	0,15	0,19	0,83
	Hata	10,27	13,00	0,79		
	Toplam	10,57	15,00			
Glikoz (G)	İşlem	5,39	2,00	2,69	2,48	0,09
	Hata	168,09	155,00	1,08		
	Toplam	173,48	157,00			
Früktöz(F)	İşlem	19,74	2,00	9,87	16,51	0,00
	Hata	92,64	155,00	0,60		
	Toplam	112,38	157,00			
F/G	İşlem	0,00	2,00	0,00	1,44	0,24
	Hata	0,24	155,00	0,00		
	Toplam	0,24	157,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	24,18	2,00	12,09	73,73	0,00
	Hata	25,41	155,00	0,16		
	Toplam	49,59	157,00			
G/S	İşlem	0,09	2,00	0,05	3,36	0,04
	Hata	2,15	155,00	0,01		
	Toplam	2,25	157,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	7,36	2,00	3,68	3,83	0,02
	Hata	148,88	155,00	0,96		
	Toplam	156,24	157,00			

¹İşlemler yılları ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.4. Yüksekova ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	101,27	2,00	50,63	0,43	0,65
	Hata	11397,64	97,00	117,50		
	Toplam	11498,91	99,00			
Nem (S)	İşlem	2,82	2,00	1,41	2,50	0,09
	Hata	73,19	130,00	0,56		
	Toplam	76,01	132,00			
Asit	İşlem	422,66	2,00	211,33	38,08	0,00
	Hata	732,62	132,00	5,55		
	Toplam	1155,28	134,00			
Diastaz	İşlem	269,79	2,00	134,89	4,56	0,01
	Hata	3903,52	132,00	29,57		
	Toplam	4173,30	134,00			
HMF	İşlem	139,69	2,00	69,84	9,39	0,00
	Hata	156,13	21,00	7,43		
	Toplam	295,82	23,00			
İletkenlik	İşlem	14190,26	2,00	7095,13	4,72	0,01
	Hata	198255,85	132,00	1501,94		
	Toplam	212446,10	134,00			
Sakaroz	İşlem	2,93	2,00	1,46	4,15	0,02
	Hata	11,99	34,00	0,35		
	Toplam	14,91	36,00			
İnvert Şeker	İşlem	14,51	2,00	7,25	5,40	0,01
	Hata	45,65	34,00	1,34		
	Toplam	60,16	36,00			
Glikoz (G)	İşlem	48,04	2,00	24,02	33,55	0,00
	Hata	93,07	130,00	0,72		
	Toplam	141,10	132,00			
Früktöz(F)	İşlem	27,54	2,00	13,77	8,92	0,00
	Hata	200,72	130,00	1,54		
	Toplam	228,26	132,00			
F/G	İşlem	0,01	2,00	0,00	1,10	0,33
	Hata	0,38	130,00	0,00		
	Toplam	0,38	132,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	19,73	2,00	9,86	22,40	0,00
	Hata	57,26	130,00	0,44		
	Toplam	76,99	132,00			
G/S	İşlem	0,35	2,00	0,18	16,72	0,00
	Hata	1,38	130,00	0,01		
	Toplam	1,73	132,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	30,44	2,00	15,22	14,97	0,00
	Hata	132,14	130,00	1,02		
	Toplam	162,58	132,00			

¹İşlemler yılları ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.5. Kayseri ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	1655,13	1,00	1655,13	18,58	0,00
	Hata	19423,78	218,00	89,10		
	Toplam	21078,91	219,00			
Nem (S)	İşlem	6,53	2,00	3,27	13,91	0,00
	Hata	73,70	314,00	0,23		
	Toplam	80,24	316,00			
Asit	İşlem	168,06	2,00	84,03	7,96	0,00
	Hata	3325,06	315,00	10,56		
	Toplam	3493,12	317,00			
Diastaz	İşlem	287,24	2,00	143,62	4,90	0,01
	Hata	9230,08	315,00	29,30		
	Toplam	9517,32	317,00			
HMF	İşlem	252,37	1,00	252,37	38,54	0,00
	Hata	196,43	30,00	6,55		
	Toplam	448,79	31,00			
İletkenlik	İşlem	1580466,06	2,00	790233,03	14,26	0,00
	Hata	17452662,30	315,00	55405,28		
	Toplam	19033128,36	317,00			
Sakaroz	İşlem	2,58	1,00	2,58	4,30	0,05
	Hata	18,01	30,00	0,60		
	Toplam	20,59	31,00			
İnvert Şeker	İşlem	4,37	1,00	4,37	5,93	0,02
	Hata	22,10	30,00	0,74		
	Toplam	26,47	31,00			
Glikoz (G)	İşlem	26,30	2,00	13,15	8,96	0,00
	Hata	460,84	314,00	1,47		
	Toplam	487,14	316,00			
Früktöz(F)	İşlem	18,72	2,00	9,36	15,79	0,00
	Hata	186,15	314,00	0,59		
	Toplam	204,87	316,00			
F/G	İşlem	0,00	2,00	0,00	0,85	0,43
	Hata	0,67	314,00	0,00		
	Toplam	0,67	316,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	31,49	2,00	15,75	58,29	0,00
	Hata	84,81	314,00	0,27		
	Toplam	116,30	316,00			
G/S	İşlem	0,35	2,00	0,18	16,41	0,00
	Hata	3,38	314,00	0,01		
	Toplam	3,73	316,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	4,71	2,00	2,35	2,81	0,06
	Hata	262,77	314,00	0,84		
	Toplam	267,48	316,00			

¹İşlemler yılları ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.6. Bingöl ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	2322,02	2,00	1161,01	7,66	0,00
	Hata	25758,82	170,00	151,52		
	Toplam	28080,83	172,00			
Nem (S)	İşlem	21,59	2,00	10,79	16,08	0,00
	Hata	189,22	282,00	0,67		
	Toplam	210,80	284,00			
Asit	İşlem	1932,72	2,00	966,36	94,88	0,00
	Hata	2862,09	281,00	10,19		
	Toplam	4794,80	283,00			
Diastaz	İşlem	1503,47	2,00	751,74	100,49	0,00
	Hata	2102,01	281,00	7,48		
	Toplam	3605,48	283,00			
HMF	İşlem	72,28	2,00	36,14	5,54	0,01
	Hata	443,56	68,00	6,52		
	Toplam	515,84	70,00			
İletkenlik	İşlem	65689,92	2,00	32844,96	2,93	0,05
	Hata	3158952,54	282,00	11201,96		
	Toplam	3224642,46	284,00			
Sakaroz	İşlem	11,12	2,00	5,56	6,93	0,00
	Hata	55,33	69,00	0,80		
	Toplam	66,45	71,00			
İnvert Şeker	İşlem	10,16	2,00	5,08	3,01	0,06
	Hata	116,63	69,00	1,69		
	Toplam	126,79	71,00			
Glikoz (G)	İşlem	27,71	2,00	13,86	22,02	0,00
	Hata	177,44	282,00	0,63		
	Toplam	205,15	284,00			
Früktoz(F)	İşlem	79,93	2,00	39,96	44,00	0,00
	Hata	256,10	282,00	0,91		
	Toplam	336,03	284,00			
F/G	İşlem	0,12	2,00	0,06	43,30	0,00
	Hata	0,39	282,00	0,00		
	Toplam	0,51	284,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	45,90	2,00	22,95	113,73	0,00
	Hata	56,90	282,00	0,20		
	Toplam	102,80	284,00			
G/S	İşlem	0,43	2,00	0,22	19,28	0,00
	Hata	3,15	282,00	0,01		
	Toplam	3,59	284,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	23,29	2,00	11,65	17,83	0,00
	Hata	184,15	282,00	0,65		
	Toplam	207,45	284,00			

¹İşlemler yılları ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.7. Muş ballarının kimyasal özelliklerinin yıllara göre değişimi bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	484,04	1,00	484,04	2,96	0,09
	Hata	8510,72	52,00	163,67		
	Toplam	8994,76	53,00			
Nem (S)	İşlem	3,43	1,00	3,43	5,22	0,03
	Hata	46,09	70,00	0,66		
	Toplam	49,52	71,00			
Asit	İşlem	309,52	1,00	309,52	14,40	0,00
	Hata	1332,90	62,00	21,50		
	Toplam	1642,42	63,00			
Diastaz	İşlem	1,24	1,00	1,24	0,10	0,75
	Hata	847,58	70,00	12,11		
	Toplam	848,82	71,00			
HMF	İşlem	17,54	1,00	17,54	4,40	0,05
	Hata	55,83	14,00	3,99		
	Toplam	73,37	15,00			
İletkenlik	İşlem	91694,77	1,00	91694,77	2,14	0,15
	Hata	3004125,22	70,00	42916,07		
	Toplam	3095819,99	71,00			
Sakaroz	İşlem	4,15	1,00	4,15	9,80	0,01
	Hata	5,51	13,00	0,42		
	Toplam	9,66	14,00			
İnvert Şeker	İşlem	0,00	1,00	0,00	0,00	0,96
	Hata	19,30	13,00	1,48		
	Toplam	19,31	14,00			
Glikoz (G)	İşlem	4,61	1,00	4,61	3,47	0,07
	Hata	93,05	70,00	1,33		
	Toplam	97,66	71,00			
Früktöz(F)	İşlem	0,66	1,00	0,66	0,42	0,52
	Hata	110,42	70,00	1,58		
	Toplam	111,08	71,00			
F/G	İşlem	0,00	1,00	0,00	0,49	0,49
	Hata	0,26	70,00	0,00		
	Toplam	0,27	71,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	3,30	1,00	3,30	16,22	0,00
	Hata	14,24	70,00	0,20		
	Toplam	17,54	71,00			
G/S	İşlem	0,13	1,00	0,13	8,78	0,00
	Hata	1,01	70,00	0,01		
	Toplam	1,14	71,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	0,12	1,00	0,12	0,18	0,67
	Hata	46,12	70,00	0,66		
	Toplam	46,23	71,00			

¹İşlemler yılları ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.8. Yedi farklı yörenin ballarının kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Kimyasal Analizler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Renk	İşlem	33128,44	6,00	5521,41	51,17	0,00
	Hata	111365,32	1032,00	107,91		
	Toplam	144493,76	1038,00			
Nem (S)	İşlem	246,95	6,00	41,16	55,05	0,00
	Hata	1118,56	1496,00	0,75		
	Toplam	1365,51	1502,00			
Asit	İşlem	35685,75	6,00	5947,62	343,08	0,00
	Hata	25796,20	1488,00	17,34		
	Toplam	61481,95	1494,00			
Diastaz	İşlem	11991,26	6,00	1998,54	103,86	0,00
	Hata	28824,57	1498,00	19,24		
	Toplam	40815,83	1504,00			
HMF	İşlem	39,12	6,00	6,52	0,63	0,71
	Hata	3445,64	331,00	10,41		
	Toplam	3484,75	337,00			
İletkenlik	İşlem	89375189,34	6,00	14895864,89	642,76	0,00
	Hata	34739181,22	1499,00	23174,90		
	Toplam	124114370,56	1505,00			
Sakaroz	İşlem	7,74	6,00	1,29	2,00	0,07
	Hata	216,25	335,00	0,65		
	Toplam	224,00	341,00			
İnvert Şeker	İşlem	24,90	6,00	4,15	2,63	0,02
	Hata	528,32	335,00	1,58		
	Toplam	553,22	341,00			
Glikoz (G)	İşlem	2178,45	6,00	363,08	312,59	0,00
	Hata	1737,61	1496,00	1,16		
	Toplam	3916,06	1502,00			
Früktoz(F)	İşlem	312,23	6,00	52,04	56,22	0,00
	Hata	1384,75	1496,00	0,93		
	Toplam	1696,97	1502,00			
F/G	İşlem	3,46	6,00	0,58	319,80	0,00
	Hata	2,70	1496,00	0,00		
	Toplam	6,16	1502,00			
Yüksek Şekerler	İşlem	72,45	6,00	12,07	32,16	0,00
	Hata	561,61	1496,00	0,38		
	Toplam	634,06	1502,00			
G/S	İşlem	6,64	6,00	1,11	64,34	0,00
	Hata	25,74	1496,00	0,02		
	Toplam	32,38	1502,00			
Toplam Disakkaritler	İşlem	1082,85	6,00	180,48	201,50	0,00
	Hata	1339,91	1496,00	0,90		
	Toplam	2422,76	1502,00			

¹İşlemler yöreleri ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD:Serbestlik Derecesi; KT:Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.9. Yedi farklı yörenin ballarının aminoasitlerinin karşılaştırılması bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Aminoasitler	VK	KT	SD	KO	Fo	P
Alanin	İşlem	602,32	6,00	100,39	8,71	0,00
	Hata	1371,91	119,00	11,53		
	Toplam	1974,24	125,00			
Sarkozin	İşlem	20,16	6,00	3,36	4,69	0,00
	Hata	85,29	119,00	0,72		
	Toplam	105,45	125,00			
Glisin	İşlem	15,70	6,00	2,62	8,89	0,00
	Hata	35,02	119,00	0,29		
	Toplam	50,72	125,00			
Valin	İşlem	186,09	6,00	31,01	11,57	0,00
	Hata	318,90	119,00	2,68		
	Toplam	504,98	125,00			
Lösin	İşlem	55,23	6,00	9,21	6,57	0,00
	Hata	166,62	119,00	1,40		
	Toplam	221,85	125,00			
İzolösin	İşlem	52,61	6,00	8,77	14,92	0,00
	Hata	69,95	119,00	0,59		
	Toplam	122,56	125,00			
Prolin	İşlem	515220,25	6,00	85870,04	6,79	0,00
	Hata	1504431,90	119,00	12642,28		
	Toplam	2019652,15	125,00			
Asparajin	İşlem	15951,68	6,00	2658,61	11,00	0,00
	Hata	28757,33	119,00	241,66		
	Toplam	44709,01	125,00			
Aspartik asit	İşlem	285749,19	6,00	47624,87	39,98	0,00
	Hata	141748,49	119,00	1191,16		
	Toplam	427497,69	125,00			
Glutamik asit	İşlem	13243,74	6,00	2207,29	8,46	0,00
	Hata	31065,85	119,00	261,06		
	Toplam	44309,59	125,00			
Fenilalanin	İşlem	36809,10	6,00	6134,85	3,00	0,01
	Hata	243687,02	119,00	2047,79		
	Toplam	280496,12	125,00			
Glutamin	İşlem	3832,51	6,00	638,75	11,08	0,00
	Hata	6862,84	119,00	57,67		
	Toplam	10695,35	125,00			
Lisin	İşlem	1288,55	6,00	214,76	21,93	0,00
	Hata	1165,31	119,00	9,79		
	Toplam	2453,86	125,00			
Histidin	İşlem	81,89	6,00	13,65	3,35	0,00
	Hata	395,70	97,00	4,08		
	Toplam	477,59	103,00			
Tirozin	İşlem	1559,43	6,00	259,91	15,00	0,00
	Hata	2062,16	119,00	17,33		
	Toplam	3621,59	125,00			
Toplam Aminoasit	İşlem	1440048,09	6	240008,01	10,857	0,00
	Hata	2630747,44	119	22107,12		
	Toplam	4070795,54	125			

¹İşlemler yöreleri ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.10. Yedi farklı yörenin ballarının duyuşal parametrelerinin karşılaştıırılması
bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

Duyuşal Analizler	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Renk	İşlem	6	9,12	1,52	53,90	0,00
	Blok	6	1,00	0,17	5,89	0,00
	Hata	36	1,02	0,03		
	Toplam	48	11,13			
Berraklık	İşlem	6	108,23	18,04	116,84	0,00
	Blok	6	20,75	3,46	22,40	0,00
	Hata	36	5,56	0,15		
	Toplam	48	134,53			
Görünür Akışkanlık	İşlem	6	21,21	3,53	17,49	0,00
	Blok	6	5,72	0,95	4,72	0,00
	Hata	36	7,27	0,20		
	Toplam	48	34,20			
Yapışkanlık	İşlem	6	12,67	2,11	5,26	0,00
	Blok	6	8,92	1,49	3,71	0,01
	Hata	36	14,44	0,40		
	Toplam	48	36,02			
Kayganlık	İşlem	6	19,29	3,22	14,05	0,00
	Blok	6	8,94	1,49	6,51	0,00
	Hata	36	8,24	0,23		
	Toplam	48	36,47			
Kristal Yapı	İşlem	6	113,44	18,91	124,71	0,00
	Blok	6	6,30	1,05	6,92	0,00
	Hata	36	5,46	0,15		
	Toplam	48	125,20			
Kristal Büyüklüğü	İşlem	6	87,49	14,58	52,85	0,00
	Blok	6	10,78	1,80	6,51	0,00
	Hata	36	9,93	0,28		
	Toplam	48	108,20			
Çiçek Kokusu	İşlem	6	6,83	1,14	4,91	0,00
	Blok	6	28,80	4,80	20,72	0,00
	Hata	36	8,34	0,23		
	Toplam	48	43,97			
Çimen Kokusu	İşlem	6	1,66	0,28	1,16	0,35
	Blok	6	43,48	7,25	30,49	0,00
	Hata	36	8,56	0,24		
	Toplam	48	53,70			
Narenciye Kokusu	İşlem	6	3,18	0,53	2,96	0,02
	Blok	6	19,94	3,32	18,56	0,00
	Hata	36	6,45	0,18		
	Toplam	48	29,57			
Kayısı Şeftali Kokusu	İşlem	6	10,03	1,67	4,35	0,00
	Blok	6	7,42	1,24	3,22	0,01
	Hata	36	13,83	0,38		
	Toplam	48	31,28			

¹İşlemler yöreleri, bloklar panelistleri ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.10. Yedi farklı yörenin ballarının duysal parametrelerinin karşılaştırılması bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2} (Devam ediyor)

Duyusal Analizler	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Bergamot Kokusu	İşlem	6	17,29	2,88	6,64	0,00
	Blok	6	11,78	1,96	4,53	0,00
	Hata	36	15,61	0,43		
	Toplam	48	44,67			
Kuru Üzüm Kokusu	İşlem	6	2,56	0,43	1,23	0,31
	Blok	6	26,97	4,50	13,02	0,00
	Hata	36	12,43	0,35		
	Toplam	48	41,96			
Pestil Kokusu	İşlem	6	0,67	0,11	4,18	0,00
	Blok	6	11,88	1,98	74,64	0,00
	Hata	36	0,95	0,03		
	Toplam	48	13,50			
Ahır Tezek Kokusu	İşlem	6	6,95	1,16	1,82	0,12
	Blok	6	41,96	6,99	10,98	0,00
	Hata	36	22,93	0,64		
	Toplam	48	71,84			
Tütün Kokusu	İşlem	6	24,08	3,66	11,31	0,00
	Blok	6	21,96	0,32	12,40	0,00
	Hata	36	11,65	4,01		
	Toplam	48	57,70			
Tarçın Kokusu	İşlem	6	9,66	1,61	12,96	0,00
	Blok	6	8,26	1,38	11,10	0,00
	Hata	36	4,47	0,12		
	Toplam	48	22,39			
Kimyon Kokusu	İşlem	6	5,17	0,86	3,31	0,01
	Blok	6	7,72	1,29	4,95	0,00
	Hata	36	9,36	0,26		
	Toplam	48	22,25			
Ağaç Odun Kokusu	İşlem	6	0,53	0,09	2,31	0,05
	Blok	6	0,50	0,08	2,16	0,07
	Hata	36	1,38	0,04		
	Toplam	48	2,41			
Ceviz-Fındık Kokusu	İşlem	6	9,71	1,62	3,10	0,02
	Blok	6	9,90	1,65	3,16	0,01
	Hata	36	18,78	0,52		
	Toplam	48	38,39			
Karamel Kokusu	İşlem	6	3,46	0,58	4,60	0,00
	Blok	6	8,84	1,47	11,74	0,00
	Hata	36	4,52	0,13		
	Toplam	48	16,82			

¹İşlemler yöreleri, bloklar panelistleri ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.10. Yedi farklı yörenin ballarının duyuşal parametrelerinin karşılaştıırılması bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2} (Devam ediyor)

Duyuşal Analizler	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Tütsü Kokusu	İşlem	6	2,12	0,35	3,79	0,01
	Blok	6	17,73	2,96	31,65	0,00
	Hata	36	3,36	0,09		
	Toplam	48	23,22			
Balmumu Kokusu	İşlem	6	0,24	0,04	0,46	0,83
	Blok	6	47,48	7,91	92,14	0,00
	Hata	36	3,09	0,09		
	Toplam	48	50,81			
Kimyasal Kokusu	İşlem	6	17,26	2,88	5,21	0,00
	Blok	6	11,98	2,00	3,61	0,01
	Hata	36	19,90	0,55		
	Toplam	48	49,14			
Çiçek Tadı	İşlem	6	4,72	0,79	6,88	0,00
	Blok	6	53,88	8,98	78,49	0,00
	Hata	36	4,12	0,11		
	Toplam	48	62,72			
Narenciye Tadı	İşlem	6	5,55	0,93	4,37	0,00
	Blok	6	31,86	5,31	25,10	0,00
	Hata	36	7,61	0,21		
	Toplam	48	45,03			
Kayısı Şeftali Tadı	İşlem	6	4,52	0,75	3,87	0,00
	Blok	6	15,79	2,63	13,51	0,00
	Hata	36	7,01	0,19		
	Toplam	48	27,32			
Bergamot Tadı	İşlem	6	55,00	9,17	11,14	0,00
	Blok	6	17,35	2,89	3,51	0,01
	Hata	36	29,63	0,82		
	Toplam	48	101,98			
Kuru Üzüm Tadı	İşlem	6	5,26	0,88	3,49	0,01
	Blok	6	42,11	7,02	27,96	0,00
	Hata	36	9,04	0,25		
	Toplam	48	56,41			
Pestil Tadı	İşlem	6	0,94	0,16	2,87	0,02
	Blok	6	7,90	1,32	23,99	0,00
	Hata	36	1,98	0,05		
	Toplam	48	10,82			
Nane-Mentol Tadı	İşlem	6	2,05	0,34	2,23	0,06
	Blok	6	19,80	3,30	21,56	0,00
	Hata	36	5,51	0,15		
	Toplam	48	27,35			

¹İşlemler yöreleri, bloklar panelistleri ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD:Serbestlik Derecesi; KT:Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.10. Yedi farklı yörenin ballarının duyuşal parametrelerinin karşılaştıırılması bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2} (Devam ediyor)

Duyuşal Analizler	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Damla Sakızı Tadı	İşlem	6	7,55	1,26	4,17	0,00
	Blok	6	11,65	1,94	6,44	0,00
	Hata	36	10,86	0,30		
	Toplam	48	30,06			
Tütün Tadı	İşlem	6	22,47	3,74	12,36	0,00
	Blok	6	2,36	0,39	1,30	0,28
	Hata	36	10,91	0,30		
	Toplam	48	35,74			
Balmumu Tadı	İşlem	6	0,86	0,14	0,90	0,50
	Blok	6	47,39	7,90	49,68	0,00
	Hata	36	5,72	0,16		
	Toplam	48	53,97			
Tarçın Tadı	İşlem	6	1,81	0,30	2,08	0,08
	Blok	6	5,12	0,85	5,87	0,00
	Hata	36	5,23	0,15		
	Toplam	48	12,16			
Ceviz-Fındık Tadı	İşlem	6	5,87	0,98	3,61	0,01
	Blok	6	20,70	3,45	12,74	0,00
	Hata	36	9,75	0,27		
	Toplam	48	36,31			
Ağaç Odun Tadı	İşlem	6	0,26	0,04	2,43	0,05
	Blok	6	0,29	0,05	2,73	0,03
	Hata	36	0,63	0,02		
	Toplam	48	1,17			
Tütsü Tadı	İşlem	6	2,02	0,34	3,71	0,01
	Blok	6	20,10	3,35	36,95	0,00
	Hata	36	3,26	0,09		
	Toplam	48	25,38			
Karamel Tadı	İşlem	6	4,64	0,77	4,46	0,00
	Blok	6	16,61	2,77	15,97	0,00
	Hata	36	6,24	0,17		
	Toplam	48	27,48			
Fermente Tat	İşlem	6	30,07	5,01	17,96	0,00
	Blok	6	9,03	1,51	5,39	0,00
	Hata	36	10,05	0,28		
	Toplam	48	49,15			
Acılık	İşlem	6	0,71	0,12	2,52	0,04
	Blok	6	3,27	0,55	11,62	0,00
	Hata	36	1,69	0,05		
	Toplam	48	5,67			
Tatlılık	İşlem	6	7,47	1,25	12,20	0,00
	Blok	6	27,11	4,52	44,27	0,00
	Hata	36	3,68	0,10		
	Toplam	48	38,26			

¹İşlemler yöreleri, bloklar panelistleri ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo B.10. Yedi farklı yörenin ballarının duyuşal parametrelerinin karşılaştıırılması bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2} (Devam ediyor)

Duyuşal Analizler	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Keskinlik	İşlem	6	7,63	1,27	7,17	0,00
	Blok	6	11,53	1,92	10,84	0,00
	Hata	36	6,38	0,18		
	Toplam	48	25,55			
Burukluk	İşlem	6	4,39	0,73	5,49	0,00
	Blok	6	10,38	1,73	12,98	0,00
	Hata	36	4,80	0,13		
	Toplam	48	19,56			
Kalıcılık	İşlem	6	5,91	0,98	5,42	0,00
	Blok	6	1,69	0,28	1,55	0,19
	Hata	36	6,54	0,18		
	Toplam	48	14,13			

¹İşlemler yöreleri, bloklar panelistleri ifade etmektedir (P<0.05)

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında İstanbul'da doğdu. 1985 ve 1992 yılları arasında Özel Doğu Lisesi'nde ortaöğretim ve lise eğitimini tamamladıktan sonra, 1992 yılında İ.T.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümüne kaydoldu. 1996 yılında mezun olarak çalışma hayatına atıldı. Orion Gıda San. ve Tic. A.Ş.'nde sipariş kabul, banka işlemleri, nakliye işlemleri ve müşteri görüşmelerinde görev aldı. Bu şirketten ayrılarak 1997 yılında Aşsan Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.'nde üretim mühendisi olarak göreve başladı. Kısa bir süre sonra Üretim Müdürlüğü görevine terfi ederek üretim kontrol, hammadde ve son ürün kalite kontrolü, üretim hattı ve hijyen uygulamaları, personel hijyeni uygulamaları ve müşteri şikayetlerinin değerlendirilmesi konularında görev aldı. Aynı şirkette, şirketin gelişmesi ile birlikte Kalite Güvence Müdürü pozisyonuna yükseldi ve ISO-9002 sisteminin kurulması, uygulanması ve yürütülmesini organize etti. Sistem ile ilgili eğitimler ve denetimleri düzenledi ve sistemin işletilmesini sağladı. 2000 yılında halen çalışmakta olduğu Altıparmak Pazarlama Koll. Şti.'ne (Balparmak) Kalite Kontrol Müdürü olarak transfer oldu ve şirket bünyesinde laboratuvarda çalışmaya başladı. Satınalma, üretim ve son ürünle ilgili hammadde, yarı ürün ve ürün kalite kontrolleri (Balda hile tespiti, balda kalıntı tespiti, balın genel kalite özelliklerinin tespiti), laboratuvarın yönetimi ve yönlendirilmesinde görev aldı. Yüksek lisans öğrenimine 2001 yılında Balparmak firmasında çalışırken başladı. Daha sonra Ar-Ge ve Kalite Güvence Müdürü/Yönetim Temsilcisi ünvanını alarak, ISO9001:2002, HACCP, BRC sistemlerinin kurulması ve uygulamaları ile beraber metod geliştirme, iyileştirme çalışmaları, ar-ge çalışmaları, projelerin geliştirilmesi ve yönetilmesini üstlendi. Döneminde iki kişi olan laboratuvar mevcudunu 10 kişiye çıkartarak, yeni cihaz ve metotlar ile akreditasyon çalışmalarına başladı. Çalışmalar halen devam etmektedir.