

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EGE BÖLGESİ BALLARININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hatice Betül KAPLAN**

Anabilim Dalı : Gıda Mühendisliği

Programı : Gıda Bilimi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sebahattin NAS

OCAK 2014

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 111161501 nolu öğrencisi H. Betül KAPLAN tarafından hazırlanan “**EGE BÖLGESİ BALLARININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nevzat ARTIK (AÜ)
(Jüri Başkanı)



Jüri Üyesi : Prof. Dr. Sebahattin NAS (PAÜ)



Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Çetin KADAKAL (PAÜ)



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
15/01/2014... tarih ve 03/16..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza

:



Öğrenci Adı Soyadı : Hatice Betül KAPLAN

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nde bal üretimi yapan 5 ilden toplanan balların kimyasal içerikleri belirlenmiş, bu illerde üretilen balların birbirleriyle karşılaştırması yapılarak Ege bölgesi ballarının kimyasal profili hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sebahattin NAS'a, her türlü konuda yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Emine Nur HERKEN, Yrd. Doç. Dr. Seher ARSLAN, Yrd. Doç. Dr. Oktay YEMİŞ ve Uzman Figen TURAN'a, HPLC ile ilgili tüm soru ve sorunlarda yardımcı olan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Çetin KADAKAL, Yrd. Doç. Dr. Hakan KARACA, Arş. Grv. Engin DEMİRAY ve Arş. Grv. Halil İbrahim KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte manevi desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a (Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü) teşekkür ederim.

Bal örneklerinin temin edilmesinde her türlü desteği sağlayan Arı Yetiştiricileri Birliği'ne ve Arı Yetiştiricileri Birliği Denizli Başkanı Nihat ÇOMAK, Muğla Başkanı Ziya ŞAHİN ve Gıda Mühendisi Yasin KIRGIZ, İzmir Başkanı Fikri BARKAN, Manisa Başkanı Mehmet Ali TURGUT ve Aydın Başkanı Zeki ALTIN'a, araştırmamı maddi olarak destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne, şeker analizi için yardımlarını esirgemeyen TÜBİTAK BUTAL çalışanlarına ve Güler ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu süreçte beni yalnız bırakmayan ve sıkıntılı anlarımda beni destekleyen arkadaşlarıma ve tüm hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle bugün burada olmamı sağlayan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2014

Hatice Betül KAPLAN
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Balın Bileşimi.....	4
2.2 Balın Fiziksel ve Kimyasal Yapısı	8
2.2.1 Renk.....	8
2.2.2 Nem içeriği.....	9
2.2.3 Kül miktarı	10
2.2.4 Serbest asitlik ve pH değeri	11
2.2.5 Protein içeriği ve prolin	11
2.2.6 Şeker içeriği	12
2.2.7 Hidroksimetil furfural.....	13
2.2.8 Diastaz sayısı.....	14
2.2.9 Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite	15
2.2.10 Organik asit içeriği	17
2.2.11 Fenolik asit içeriği	17
2.3 Biyoyararlılık	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1 Bal Numunelerinin Toplanması	20
3.2 Balların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	20
3.2.1 Renk analizi.....	20
3.2.2 Briks analizi	20
3.2.3 Kül analizi	20
3.2.4 Serbest asitlik	21
3.2.5 pH	22
3.2.6 Protein analizi.....	22
3.2.7 Şeker analizi	22
3.2.8 HMF analizi	23
3.2.9 Diastaz sayısı.....	23
3.2.10 Prolin.....	24
3.2.11 Toplam fenolik madde	24
3.2.12 Antioksidan aktivite.....	25
3.2.13 Organik asit analizi.....	27
3.3 İstatiksel Analiz.....	29
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	31
4.1 Renk.....	31
4.2 Briks.....	33
4.3 Kül Miktarı.....	35
4.4 Serbest Asitlik	37
4.5 pH	40
4.6 Protein Miktarı	42

4.7 Şeker Analizi.....	44
4.8 HMF İçeriği.....	46
4.9 Diastaz Sayısı.....	49
4.10 Prolin.....	51
4.11 Toplam Fenolik Madde.....	53
4.12 Antioksidan Aktivite.....	55
4.13 Organik asit içeriği	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR.....	67
EKLER.....	75

KISALTMALAR

CIE	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage)
DPPH	: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
FRAP	: Ferric Reducing Antioxidant Power Assay
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
HMF	: Hidroksimetil Furfural
HPLC	: Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi
MÖ	: Milattan önce
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TABLO LİSTESİ

Tablolar

1.1 : 2011 yılı bal üreten ülkeler sıralaması (Anonim, 2012b).....	3
1.2 : Araştırmada kullanılan bal örneklerinin toplandığı Ege Bölgesi illerinin 2012 itibariyle Türkiye il bazında kovan sayısı ve bal üretim miktarları sıralaması (Anonim, 2012b).	3
2.1 : Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliği'ne göre balın tebliği (Anonim, 2012a).....	6
2.1 : (devam) Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliği'ne göre balın tebliği (Anonim, 2012a).....	7
2.2 : Pfund skalasına göre bal renkleri (Anonim, 2011b).	8
3.1 : Bal örneklerinin alındığı iller, orijinleri ve kodları.	21
3.2 : Şeker analizinde kullanılan HPLC koşulları (DIN, 1992)	23
3.3 : Diastaz Sayısı için alınan bal hacimleri ve eşdeğer diastaz sayıları.	24
3.4 : Organik asit kromatografi koşulları (Suarez-Luque ve diğ, 2002).	27
3.5 : Organik asitlerin alıkonma zamanı.	27
4.1 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre renk analizi sonuçları.	32
4.2 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre yüzde nem içerikleri.	34
4.3 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre yüzde kül miktarları.	36
4.4 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre serbest asitlik miktarları (meq/kg formik asit).	38
4.5 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre pH değerleri.	41
4.6 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre protein miktarları.	43
4.7 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre fruktoz ve glikoz miktarları ve fruktoz+glikoz miktarı.	45
4.8 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre HMF içeriği.	47
4.9 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre diastaz sayıları.	50
4.10 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre prolin miktarları.	52
4.11 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre toplam fenolik madde içerikleri.	54
4.12 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre antioksidan miktarları.	57
4.13 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre organik asit miktarları.	60

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

2.1 : 5-hidroksimetilfurfural.....	13
3.1 : Protein analizi için Serum albumin kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.....	22
3.2 : Toplam fenolik madde analizi için Gallik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.	25
3.3 : DPPH yöntemi için trolox kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.	26
3.4 : FRAP yöntemi için trolox kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.	26
3.5 : Organik asit analizi için Tartarik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.....	28
3.6 : Organik asit analizi için Malik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.....	28
3.7 : Organik asit analizi için Sitrik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.....	29
3.8 : Organik asit analizi için Suksinik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.....	29
4.1 : Bal örneklerinin L [*] , a [*] , b [*] değerleri.	31
4.2 : Bal örneklerinin yüzde nem içerikleri.	33
4.3 : Bal örneklerinin yüzde kül içerikleri.....	35
4.4 : Bal örneklerinin serbest asitlik miktarları.	39
4.5 : Bal örneklerinin pH miktarları.....	40
4.6 : Bal örneklerinin protein miktarları.	42
4.7 : Bal örneklerinin fruktoz ve glikoz miktarları.	44
4.8 : Bal örneklerinin HMF içeriği.	48
4.9 : Bal örneklerinin diastaz sayısı.	49
4.10 : Bal örneklerinin prolin miktarları.	51
4.11 : Bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri.	55
4.12 : Bal örneklerinin DPPH yöntemi antioksidan miktarları.	56
4.13 : Bal örneklerinin FRAP yöntemi antioksidan miktarları.....	58
4.14 : Bal örneklerinin tartarik asit miktarları.	59
4.15 : Bal örneklerinin malik asit miktarları.	61
4.16 : Bal örneklerinin sitrik asit miktarları.	62
4.17 : Bal örneklerinin suksinik asit miktarları.	63
A.1 : Muğla çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (Tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).....	75
A.2 : Denizli çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (Tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).....	75
A.3 : Denizli çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	76

A.4 : Manisa çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	76
A.5 : Manisa çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	77
A.6 : Aydın hayıt balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	77
A.7 : Aydın çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	78
A.8 : İzmir çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	78
A.9 : İzmir çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	79
A.10 : İzmir narenciye balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).	79

SEMBOL LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
µl	: Mikrolitre
g	: Gram
kg	: Kilogram
M	: Molar
mAU	: Mili Amper Unit
meq	: Miliekivalent ağırlık
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
nm	: Nano metre

ÖZET

EGE BÖLGESİ BALLARININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada, Türkiye'nin bal üretiminin önemli bir kısmını gerçekleştiren Ege Bölgesi ballarının bazı kimyasal içeriği belirlenerek ülkemiz ve dünya ballarıyla kıyaslaması yapılmıştır. Bu amaçla Muğla, Denizli, İzmir, Manisa ve Aydın'dan toplanan çam, çiçek, hayıt ve narenciye ballarının renk, nem, kül, serbest asitlik, pH, protein, şeker, prolin, HMF, diastaz sayısı, antioksidan içeriği, toplam fenol içeriği ve organik asit analizleri yapılmıştır. Tüm örnekler Türkiye Arı Yetiştiricileri Birliği'ne bağlı arıcılardan toplanmıştır. Örnekler analizler yapılana kadar karanlıkta oda sıcaklığında depolanmıştır. Bal örneklerinin renk değerleri L^* 7.03-39.26; a^* 1.23-13.32 ve b^* 2.34-17.27, nem değerleri %10.50-20, kül miktarı %0.12-0.97, serbest asitlik değerleri formik asit cinsinden 5.80-14.23 meq/kg, pH değerleri 3.58-6.45, protein miktarı 247.03-1431.87 mg/kg (kuru ağırlık), şeker içeriği (Fruktoz+glikoz) %54.20-82.22, HMF içeriği 3.39-90.21 mg/kg, diastaz sayısı 3.33-23.80 g/100g, prolin miktarları 27.41-590.78 mg/kg, toplam fenol içerikleri 130.37-498.01 mg_{GAE}/kg kuru ağırlık, antioksidan miktarı 380.29-1724.01 mg_{trolox}/kg kuru ağırlık (DPPH), 59.34-2162.07 mg_{trolox}/kg kuru ağırlık (FRAP), organik asit içeriği tartarik asit, malik asit, sitrik asit ve suksinik asit için sırasıyla; 0-36.82, 0-76.62, 0-395.71 ve 18.40-1314.48 mg/kg olarak bulunmuştur. Sonuçların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olup olmadığı ve diğer örneklerle benzerlik gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Bazı örneklerin HMF içeriklerinin, diastaz sayılarının ve prolin miktarlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bal, Kimyasal Özellik, Ege Bölgesi

SUMMARY

CHEMICAL PROPERTIES OF AEGEAN REGION HONEYS

In this research some chemical composition of Aegean Region which is a significant part of honey production of Turkey, has determined and compared with the chemical composition of honeys which has produced in other countries in the world. Honey samples was collected from Muğla, Denizli, Izmir, Manisa and Aydin. The honeys were honeydew, flower, vitex and citrus honey. Colour, moisture, ash , free acidity, pH, protein, glucose, proline, HMF, diastase number, antioxidant content, total phenol content and organic acid analysis were performed. Honeys were collected from Beekeepers Association of Turkey. Samples stored at room temperature in the dark until analysis. The color values of honey samples were 7.03-39.26 L*, and 2.34-17.27 a* and 1.23-13.32 b*, humidity values 10.50-20 %, ash contents 0.12-0.97 %, free acidity values 5.80-14.23 meq/kg formic acid, pH values 3.58-6.45, protein contents 247.03-1431.87 mg/kg (dry weight), sugar contents (glucose+fructose) 54.20-82.22 %, HMF contents 3.39-90.21 mg/kg, diastase numbers 3.33-23.80 g/100g, proline contents 27.41-590.78 mg/kg, total phenol contents 130.37-498.01 mg_{GAE}/kg (dry weight), the antioxidant activities 380.29-1724.01 mg_{trolox}/kg (DPPH), 59.34-2162.07 mg_{trolox}/kg (FRAP), the organic acid content of tartaric acid, malic acid, citric acid and succinic acid 0.00-36.82, 0.00-76.62, 0.00-395.71 and 18.40-1314.48 mg/kg respectively. The results has checked out Turkish Food Codex Honey Directives values and the other samples results. Some results of HMF content, diastase number and proline contents were found to be in accordance with the standard.

Key Words: Honey, Chemical Properties, Aegean Region

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla çoğalmasıyla birlikte, doğal yapının bozulması sonucu artan gıda ihtiyacının karşılanması giderek zorlaşmaktadır. Artan gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla sentetik katkı maddeleriyle üretilen gıdaların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve bu durumun farkında olan bilinçli tüketici sayısının artmasıyla, doğal ürünlere olan talep artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yapay gıda üretiminin artmasıyla beraberinde insan sağlığı üzerine getirdiği olumsuz etkiler doğrultusunda, gıdaların standardize edilmesi ve üretimi arttırabilmek için kaynakların daha iyi kullanılmasına çalışılmaktadır (Güler ve Sorkun, 2001).

Arıcılığın tarihi oldukça eskiye dayanmaktadır. Arıların yeryüzünde görülmesi, ilkel insanın evrimleşmeden 56 milyon yıl öncesine kadar gitmektedir (Ioyrish, 1977).

Bal arıları, günümüzden yaklaşık 20 milyon yıl önce bal yapmaya başlamışlardır. Ancak, insanoğlu balı besin kaynağı olarak 10 bin yıl önce kullanmaya başlamıştır (Crane, 1983). Milattan önce 7000 yıllarına ait mağara resimlerinde insanların çevrelerinde arıların uçtuğu ağaçlardan ve kayalardaki oyuklardan bal topladıklarını göstermektedir (Allsop ve Miller, 1996). İnsanlık tarihinin gelişimi, göçler, ticari ve kültürel ilişkilerdeki artış arıcılığın yayılmasını sağlamıştır.

Bilim ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte arıların yaşam döngüsü ve biyolojisini anlama çalışmaları artmıştır (Sunay, 2006). 19. yüzyıla kadar ilkel olarak yapılan arıcılık, 1850'li yıllardan itibaren hız kazanmış, temel petek kalıplarının yapılması, bal süzme makinasının icadı ile modern üretime geçiş yapılmaya başlanmıştır. 20. yüzyıla gelindiğinde ise, ıslah ve genetik çalışmalarına ağırlık verilmeye başlanmıştır (Sarıöz, 2006).

Arıcılık, dünya üzerinde olduğu kadar ülkemizde de önemli bir yere sahiptir. Boğazköy kazıları, MÖ 1300'lü yıllara ait Hitit bulgularıyla Anadolu'da arıcılığın önemli bir zirai faaliyet olduğunu göstermiştir (Anonim, 2011a).

Osmanlı mutfağında bal önemli bir yere sahip olmuş, pek çok tatlı tarifinde yerini almıştır. Arıcılık faaliyetlerinin korunması ve kontrol altında tutulması amacıyla çeşitli uygulamalar ve düzenlemeler yapılmıştır (Sarıöz, 2006).

Türkiye’de arıcılıkla ilgili 1940’lı yıllara kadar bilimsel bir çalışma yapılmamıştır. Prof. Dr. Frederick Simon Bodenheimer tarafından yapılan kapsamlı anket çalışmaları ve bilimsel doküman toplanması sonucunda arıcılıkla ilgili önemli bilgiler elde edilmiştir (Sarıöz, 2006). Bu çalışmalar sonucunda Tarım Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlığı’nın destekleriyle çeşitli arıcılık dergileri çıkarılmaya başlanmış ve ülkemizde arıcılık konusundaki bilimsel faaliyetler pozitif yönde ivme kazanmıştır.

Tarımsal ürün çeşitliliği bakımından dünyanın en önemli ülkelerinden biri olan Türkiye, dünya ballı bitkilerinin %75’ine sahiptir (Anonim, 2008).

Türkiye; geniş flora sahaları, yıl boyunca çiçeklenme için uygun mevsimleri, coğrafi yapısı, yaygın meyve türleri, endüstriyel bitkileri, yüksek yaylaları, çayır-meraları, değişik türde ağaç ve muhtelif makilikleri ve çam ormanları sebebiyle arıcılık için gerekli olan doğal kaynaklar yönünden son derece şanslı bir ülkedir. Böylesine bir flora zenginliğine sahip olunması da bal çeşiti ve miktarı açısından çok önemlidir. Bu coğrafi özelliklerden dolayı arıcılık; Anadolu’nun en eski ve en yaygın üretim etkinliklerinden biri olmuştur. Fakat arıcılık yakın zamana kadar ilkel yöntemlerle yapıldığı için bu flora zenginliği değerlendirilememiş; arıcılıkta uzun zaman bir gelişme kaydedilememiştir. Ülkemiz sahip olduğu mevcut arıcılık potansiyelinden yeteri kadar faydalanamamaktadır (Anonim, 2008).

TÜİK 2012 verilerine göre dünyada 37.863.019 adet kovan bulunmaktadır ve bunun 6.348.009 adedi ülkemize aittir. Dünyada en çok bal üretilen ülke Çin’dir. 446089 ton bal üreten Çin’i, 94245 ton balla Türkiye izlemektedir (Anonim, 2012b). 2011 yılı FAO verilerine göre dünya bal üreten ülkeler sıralaması Tablo 1.1’de görülmektedir.

Bugün ülkemizin birçok yerinde arıcılık yapılabilmekte ve çeşitli ballar elde edilebilmektedir. Özellikle Ege, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri gerek kovan varlığı gerekse üretim payı bakımından bal üretiminde önde gelen bölgelerdendir. 2012 yılı TÜİK verilerine göre iller bazında kovan sayısı ve bal üretiminde Muğla Ege

bölgesinde 1. Türkiye genelinde ise 2. sıradadır (Anonim, 2012b). İller bazında bal üretiminde Ege Bölgesi illerinin sıralaması Tablo 1.2’de görülmektedir.

Tablo 1.1 : 2011 yılı bal üreten ülkeler sıralaması (Anonim, 2012b).

	Ülke Adı	Bal Üretimi (Ton)
1	Çin	446089
2	Türkiye	94245
3	Ukrayna	70300
4	ABD	67000
5	Rusya	60010
6	Hindistan	60000
7	Arjantin	59000
8	Meksika	57783
9	Etiyopya	53675
10	İran	47000

Tablo 1.2 : Araştırmada kullanılan bal örneklerinin toplandığı Ege Bölgesi illerinin 2012 itibariyle Türkiye il bazında kovan sayısı ve bal üretim miktarları sıralaması (Anonim, 2012b).

Sıralama	İl Adı	Toplam Kovan Sayısı	Bal Üretimi (Ton)
2	Muğla	710949	10765,26
5	Aydın	208550	2907,30
6	İzmir	182017	2873,02
10	Denizli	90770	1633,86
38	Manisa	72063	637,141

Dünyada toplam bal üretimi 1.2 milyon tonu geçmiştir ve bu bal üretiminin yaklaşık üçte biri uluslararası ticarete girmiştir. Ülkemizde üretilen balın büyük kısmı iç piyasada tüketilmektedir. İhracatımızın ise büyük kısmını çam balı oluşturmaktadır. Ülkemizin yıllık ortalama bal ihracatı 10 bin ton civarındadır. Dünya’da bal ihracatında önemli ülkeler Çin, Arjantin ve Meksika iken, bal ithalatında önemli pazarlar Avrupa Birliği, ABD ve Japonya’dır (Doner, 2003).

Bu çalışmada, Türkiye’nin bal üretiminin önemli bir kısmını gerçekleştiren Ege Bölgesi ballarının kimyasal içeriği belirlenerek ülkemiz ve dünya ballarıyla kıyaslamasının yapılması amaçlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların bilim dünyasına, ülkemiz bal üreticilerine, ihracatçılara, arıcılık ve bal konusunda faaliyet gösteren kuruluşlara ve tüketicilerin bilgilendirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde yer alan tanıma göre bal, bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bu kısımlar üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012a).

Bal, temel besin maddesi ve enerji kaynağı olarak kullanılmanın yanı sıra insan sağlığı bakımından da önem taşımakta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Şahinler, 2000).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde kaynağına göre ballar, çiçek ve salgı balı olarak ikiye ayrılmaktadır. Üretim ve/veya pazara sunulmuş şekline göre ise; petekli bal, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres balı ve filtre edilmiş bal olmak üzere altı gruba ayrılmıştır (Anonim, 2012a).

Çiçek balı, arıların çeşitli zararsız bitkilerin çiçeklerinden elde ettikleri ballar olup yararlanılan kaynağın cinsine göre ıhlamur, pamuk, yonca balı, akasya, ayçiçeği, kestane, karaçalı, püren gibi isimlerle adlandırılırlar (Doğaroğlu, 2008).

Salgı balları ise arıların, zararsız bitkilerin veya bazı böceklerin salgılarından elde ettikleri ballar olup, elde edildikleri kaynağa bağlı olarak çam balı veya yaprak balı olarak adlandırılırlar (Ölmez, 2009).

2.1 Balın Bileşimi

Balın bileşimi, arılar tarafından kullanılan çiçek türlerine bağlı olduğu gibi bölgesel iklim koşulları ve bitki örtüsüne de bağlıdır (Mendes ve diğ, 1998). Dünyada, bal ticaretinde kullanılan balların kalitesi değişiklik göstermektedir. Bal kalitesi büyük oranda balın rengi, aroması ve yoğunluğu ile belirlenmektedir (Vural ve diğ, 2010).

Bal, arılar tarafından yapıldığı hammaddeye göre çiçek veya salgı balı olmak üzere şekerli ve aromatik bir üründür. Balın ilk akla gelen özelliği tatlı olmasıdır. Bunun sebebi balın içindeki başlıca üç şekerdir. Bunlar glukoz, fruktoz ve sakkarozdur. Diğer önemli bileşen su olup, balın %20'ye yakın kısmını oluşturur. Yaklaşık %7'lik bölümü ise demir, sodyum, sülfür, magnezyum, fosfor, polen, manganez, alüminyum, gümüş, albumin, dekstril, nitrojen, protein ve asitlerden oluşmaktadır. Balın içinde birçok vitaminin yanı sıra iz miktarda çeşitli hormonlar, çinko, bakır ve iyot bulunmaktadır. Bu bileşenlere ilave olarak diastaz, amilaz, invertaz, katalaz, oksidaz, fosfataz gibi enzimlerin bulunduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Bu enzimlerin bir kısmı bitkilerden kaynaklanmakta olup, bir kısmı da arının başındaki bezlerden salgılanmaktadır (Şahinler 2000, Özmen ve Alkın 2006, Yardibi 2008, Ölmez 2009, Vural ve diğ, 2010, Sharma ve diğ, 2010, Estevinho ve diğ, 2010b).

Browne'nin 1908 yılında yaptığı 100 Amerikan çiçek ve salgı balı üzerindeki çalışması balın bileşimi konusunda yapılan ilk standart çalışma olarak kabul edilmektedir (White ve diğ, 2001). Bu çalışmada çiçek ballarında ortalama %17.7 nem, %74.98 invert şeker, %1.90 sakkaroz, %1.51 dekstrin, %0.08 serbest asit (formik asit cinsinden) ve %0.18 kül bulunmuştur (Orak, 1986).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Bal Tebliği'ne göre balın ürün özellikleri tablo 2.1'de verilmiştir (Anonim, 2012a).

Tablo 2.1 : Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliği'ne göre balın tebliği (Anonim, 2012a).

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Nem (en fazla)	% 20	% 20	% 20	% 23
	% 23 Püren (<i>Calluna</i>) ballarında			% 25 Püren (<i>Calluna</i>) kaynaklı fırıncılık ballarında
Sakaroz (en fazla)	5 g/100 g	5 g/100 g	5 g/100 g	5 g/100 g
	10g/100g (Yalancı akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i>) Adi yonca (<i>Medicago sativa</i>) Menzies Banksia (<i>Banksia meziesii</i>) Tatlı yonca (<i>Hedysarum</i>) Kırmızı okaliptüs (<i>Eucalyptus camadulensis</i>) Meşin ağacı (<i>Eucryphia lucida</i> , <i>Eucyrphia milliganii</i>) ve Narenciye ballarında)	10g/100g (Kızıl çam (<i>Pinus brutia</i>) ve Fıstık çamlarından (<i>Pinus pinea</i>) elde edilen salgı ballarında)		
	15 g/100 g Lavanta çiçeği (<i>Lavandula spp.</i> , <i>Borago officinalis</i>) ballarında			
Fruktoz +Glukoz (en az)	100 g'da 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-
Fruktoz / Glukoz	0,9 - 1,4	1,0-1,4	1,0-1,4	-
	1,0-1,85			
	Kestane (<i>Castanea sativa</i>) 1,2-1,85			
	Akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i>) 1,0-1,65			
	Kekik (<i>Thymus spp.</i>)			
Suda çözünmeyen madde (en fazla)*	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g
Serbest asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg

Tablo 2.1 : (devam) Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliği'ne göre balın tebliği (Anonim, 2012a).

Elektrik iletkenliği	En fazla 0,8 mS/cm (Kocayemiş (<i>Arbutus unedo</i>), Çanotu (<i>Erica</i>), Okalıptus, İhlamur (<i>Tilia spp.</i>), Süprügeçalı (<i>Calluna vulgaris</i>), Okyanus mersini (<i>leptospermum</i>) Çay ağacı (<i>Melaleuca spp.</i>), ve Pamuk (<i>Gossypium spp.</i> 'dan elde edilenler hariç)	En az 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm
	En az 0,8 mS/cm (Kestane balında)		En az 0,8 mS/cm (Kestane balı ve salgı balı karışımlarında)	
Diastaz sayısı (en az)	8	8	8	-
	3 (Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'dan fazla olmayan balda)			
HMF (en fazla)**	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-
Balda protein ve ham bal delta C13 değerleri arasındaki fark	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif
Balda protein ve ham bal delta C13 değerlerinden hesaplanan C4 şekerleri oranı (en fazla)	%7	%7	%7	%7
Prolin miktarı (en az)	300 mg/kg	300 mg/kg	300 mg/kg	180 mg/kg
	180 mg/kg (Kanola, ihlamur, narenciye, lavanta, okalıptüs ballarında)			
	120 mg/kg (Biberiye, akasya ballarında)			
Naftalin miktarı (en fazla)***	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

* Pres balında suda çözünmeyen madde miktarı 0.5 g/100g'ı geçemez.

** Üretildiği bölge etiketinde belirtilmek koşulu ile tropikal ülke kaynaklı ballarda HMF miktarı en çok 80 mg/kg olur.

2.2 Balın Fiziksel ve Kimyasal Yapısı

2.2.1 Renk

Bal rengi soluk sarıdan amber ve siyaha yakın koyu kırmızı amber rengine kadar farklı renklerde olabilir. Bu renk çeşitliliği mineral madde, polen ve fenolik madde içeriğine bağlıdır ve floral kaynak karakteristiği sayılabilir. Balda renk oluşumu optik özellikten başka yapısında bulunan karoten, klorofil türevleri, ksantofil ve diğer bazı renk maddelerinden de etkilenmektedir. Bal rengini ölçmede çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Renk göz önünde bulundurularak balın uluslar arası derecelendirmesinde yedi sınıf kullanılmaktadır. Bunlar, su beyazı, ekstra beyaz, beyaz, ekstra açık amber, açık amber, amber ve koyu amberdir (Doner, 2003).

Balın rengi, bileşimini oluşturan çeşitli maddelerin farklı dalga boylarındaki ışınları absorbe etmesi ile oluşan optik bir özelliktir. Balın rengi içeriğindeki maddelerin çeşit ve miktarına göre; balın kaynağına göre değişiklik göstermektedir. Balın renginin tanımlanmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Pfund skalası, bal endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir ölçüm tekniğidir. Ölçüm, Standard amber renkli, cam, cetvel benzeri bir skala ve hücre içerisine koyulan sıvı balın kıyaslanması esasıyla yapılmaktadır. Bu karşılaştırma, renk yoğunluğunun bir ölçüsüdür. Balın rengi, amber skala boyunca 1-140 mm arasında değişen mesafede hareketi ölçülerek mm cinsinden ifade edilmektedir. Her mm değerine karşılık gelen renk tanımlamaları bulunmaktadır ve bunlar amber renginin tonları şeklindedir (Anonim, 2011c). Pfund skalasına göre bal renkleri, Tablo 2.2’de görülmektedir.

Tablo 2.2 : Pfund skalasına göre bal renkleri (Anonim, 2011b).

Renk Adı	Pfund Skalası (mm)	Optik Yoğunluk
Su Beyazı	< 9	0.0945
Ekstra Beyaz	9 – 17	0.189
Beyaz	18– 34	0.378
Ekstra Açık Amber	35 – 50	0.595
Açık Amber	51 – 85	1.389
Amber	86 – 114	3.008
Koyu Amber	> 114	—

Balın rengini ölçmede kullanılan bir diğer sistem Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) tarafından 1931 yılında ortaya konulan yöntemdir. Bu yöntem daha sonraki yıllarda geliştirilmiştir. CIE

sisteminde bulunan L*, a*, b* renk sisteminde L*; aydınlık değerini, a*; kırmızı ve yeşilliği, b*; sarı ve maviliği ölçmektedir (Üren, 1999).

Koyu renkli ballarda amino asitler ve şekerler arasında yoğun bir etkileşim olduğu öne sürülmektedir. Ayrıca balın rengi ile içerdiği kül miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (Tolon, 1999; Şahinler, 2001). Balın rengi orijini ile de ilgilidir. Mladenovic ve diğ., (2008)'e göre Sırbistan'daki, Manzanos ve diğ., (2008)'e göre Kanarya Adaları'ndaki, Perez ve diğ., (2008)'e göre İspanya'daki salgı balları, nektar ballarına göre daha koyu renklidir. Avrupa'daki bal tipleri üzerine yapılan bir araştırmaya (Oddo ve diğ., 2004) göre, en açık renkli bal 12.9 mm pfund değeri ile akasya balı, en koyu renkli bal ise 86.6 ve 87.9 mm pfund değeri ile salgı balı ve kestane balıdır. Manzanos ve diğ. (2011) Kanarya adalarından topladıkları çam ve çiçek ballarında renk değerlerini 39.0-15.0 Pfund değeri arasında bulmuşlardır.

Anupama ve diğ. (2003), Hindistan ballarında yaptıkları bir araştırmada, L*, a*, b* renk değerlerini sırası ile 23.77-43.69, 3.40-27.83, 39.11-68.54 aralığında belirlemişlerdir.

2.2.2 Nem içeriği

Balda nem içeriği, kalite korunması, kristal yapısı ve yoğunluk gibi değerleri etkilediği için balın en önemli karakteristik özelliklerinden biridir. Nektarın arı tarafından olgunlaştırılmasından sonra kalan nem miktarı, balın petekdeki doğal nem içeriğini verir. Nem miktarı, olgunlaşma sırasındaki çevresel koşullar, nektarın orijinal nem içeriği ve bal arısı kolonisinin gücü gibi birçok faktöre bağlıdır. Olgunlaşmış bir balda normalde nem içeriği %18.6'nın altındadır (Doner, 2003). Balın petekten süzülmesinin ardından nem içeriğinde, depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik olabilmektedir. Yüksek nem içeriği balın fermente olmasına, raf ömrünün azalmasına sebep olduğu gibi, henüz petekte olgunlaşmadan alındığını da gösterebilmektedir. Düşük nem içeriği ise glikozun kristalleşmesine ve balda granül yapı oluşmasına neden olmaktadır.

Kaliteyi etkilediği için balda nem düzeyi standartlarla sınırlandırılmıştır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde nem içeriğinin en fazla %20 olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim 2012a).

Avrupa’da yapılan bir çalışmada nem içeriğinin ayçiçeği balında %17.8, salgı balında %16.1, narenciye balında % 16.6, kestane balında %17.5 olduğu saptanmıştır (Oddo ve diğ, 2004). Anupama ve diğ, (2003)’in bulgularına göre Hindistan piyasasındaki balların nem içeriği %17 ile %22.6 arasında değişmektedir. Brezilya’nın değişik bölgelerinde satılan farklı bitki kaynaklı balların nem içeriği %20’nin altında bulunmuştur (Azerodo vd. 2003). Haroun (2006)’a göre Türkiye’deki çam ballarının nem içeriği %14.90 ile %16.90 arasında ve ortalama %15.78’dir. Marinova vd. (2008) ise Bulgaristan’ın Strandja bölgesindeki salgı ballarının nem içeriğini %15.24 ile %17.88 aralığında bulmuştur. Mladenovic vd. (2008)’in, güney ve kuzey Sırbistan’dan toplanan salgı ballarında belirlediği nem oranı %16.26’dır. Manzanares ve diğ (2011), çam ve çiçek balları arasındaki nem değeri farkını araştırmış ve çam ballarının nem miktarını %15.70-18.60 ve çiçek ballarının nem miktarını %15.50-18.90 olarak bulmuşlardır. Belay ve diğ (2013), Etiyopya’da üretilen balların nem içeriğini araştırmış ve %17.29-18.49 aralığında olduğunu belirlemişlerdir.

2.2.3 Kül miktarı

Balın rengi ile içerdiği kül miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmakta ve genellikle koyu renkli ballarda kül oranı daha fazla olmaktadır (Şahinler, 2001). Kül içeriği yüksek olan koyu renkli balların tadı da genellikle acıdır (Güler, 2005). Balın kül içerikleri de arıların yararlandığı floranın çeşitliliğine bağlı olarak değişim göstermektedir (Abu-Tarboush ve diğ, 1993; Singh ve Bath, 1997). Yapılan çalışmalar, en yüksek külün çam ballarında bulunduğunu göstermektedir (Crane, 1975).

Şahinler ve diğ, (2001) Hatay yöresinden toplanan bal örneklerinde kül değerlerinin %0.1 ile %1.7 arasında değiştiğini ve ortalama %0.32 olduğunu saptamıştır. Bilgen Çınar (2010), Türkiye’de üretilen çam ballarında yaptığı araştırmada kül miktarını %0.50-0.55 aralığında bulmuştur. İrlanda adasında birbirini izleyen iki hasat döneminde üreticilerden sağlanan balların kül içeriği ortalama %0.2 olarak bulunmuştur (Downey ve diğ, 2005). İspanya’nın Madrid kentinden toplanan 49 adet salgı ve nektar balında kül içeriğinin %0.003 - %0.990 arasında değiştiği saptanmıştır (Soria ve diğ, 2004). Popek (2002), Polonya salgı ballarının toplam kül miktarının %0.561 olduğunu bildirmiştir. Portekiz’in Luso bölgesinden toplanan 38

adet bal örneğinde kül miktarı ortalama %0.35 olarak bulunmuştur (Silva ve diğ, 2009). Belay ve diğ (2013) Etiyopya'da üretilen farklı orijinlere sahip ballarda yaptıkları çalışmada balların kül miktarlarını %0.17-0.20 arasında bulmuşlardır.

2.2.4 Serbest asitlik ve pH değeri

Balın önemli kalite kriterlerinden biriside asitliktir. Balın asitliğini belirleyen başlıca faktörler organik asitler ve mineral maddelerin yanı sıra amino asitler, peptitler ve karbonhidratlardır (Ötleş 1995). Crane (1975), balda bulunan enzimlerin asit oluşturduğunu ve yüksek düzeyde enzim içerin balların daha fazla asit içerebileceğini belirtmiştir.

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001), Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden sağlanan bal örneklerinde saptadığı ortalama pH değeri 3.8, serbest asitlik 22.3 meq/kg'dır. Türkiye'deki çam ballarında ise ortalama pH değeri 4.36, serbest asitlik 27.16 meq/kg'dır (Haroun 2006).

Perez ve diğ, (2008) İspanya'daki salgı ballarının, Ivanov (2008) ise Bulgaristan salgı ballarının nektar ballarına göre daha düşük pH ve daha fazla asit içerdiğini bildirmiştir. İspanya'daki nektar, salgı ve karışık ballar üzerinde yapılan bir çalışmada pH değeri 3.29 ile 4.88, serbest asitlik 11.2 ile 53.5 meq/kg arasında belirlenmiştir (Sanz, 2005). Manzanares ve diğ, (2008) ise Kanarya Adaları'nın farklı yerlerinden topladıkları 21 adet salgı balında serbest asitlik değerini 35.6 meq/kg, pH değerini ise 4.67 olarak saptamıştır. Anupama ve diğ (2003), yaptıkları çalışmada bal örneklerinin asitliğinin formik asit cinsinden %0.03-0.14 ve pH'sının 3.62-5.46 aralığında olduğunu bulmuşlardır. Çam ve çiçek ballarının asitlikleri ve pH'larının karşılaştırılmasına yönelik yapılan çalışmada çam balları 8.90-48.80 meq/kg asitliğe, 3.87-6.91 pH'ya ve çiçek balları 15.50-48.80 meq/kg asitliğe, 3.52-4.70 pH'ya sahip olduğu belirlenmiştir (Manzanares ve diğ, 2011). Silva ve diğ (2013), Brezilya ballarında yaptıkları çalışmada pH değerini 2.90-3.83 ve serbest asitliği 24.66-59.66 meq/kg olarak bulmuşlardır.

2.2.5 Protein içeriği ve prolin

Bal, çok az da olsa protein içermektedir ve bu oran genellikle % 0.5'ten düşüktür. Protein içeriği, balın doğal veya yapay olup olmadığının saptanması açısından olduğu kadar beslenme yönünden de önemlidir (Tolon, 1999). Baldaki protein arıdan

veya bitkiden kaynaklanmaktadır ve miktar, balın cinsine bağılı olarak değişmektedir (Ötleş, 1995).

Hermosin ve diğ, (2003)'e göre protein ve aminoasitlerin başlıca kaynağı polen olmakla birlikte, hayvansal veya bitkisel kaynaklı da olabilmektedir. Amino asitler olarak prolin, lizin, histidin, arginin, aspartik asit, trionin, serin, glutamik asit, glisin, alanin, sistin, valin, metionin, izolösin, lösin, tirozin, fenilalanin, triptofan tespit edilmiştir ve bunlar arasında prolin en belirgin olanıdır (Haroun, 2006; Sunay, 2006). Prolin, nektarın bala dönüşmesi sırasında arı tarafından bala katılan tek aminoasittir. Balın protein içeriğı genellikle prolin miktarı ile belirtilmektedir. Çünkü amino asitlerin %50-85'ini prolin oluşturmaktadır (Bogdanov, 2002; Hermosin ve diğ, 2003). Prolin içeriğı bal çeşitleri arasında oldukça farklılık göstermektedir (Meda ve diğ, 2005). Baldaki prolin miktarı arıya bağılı olan diğer bileşenlerle birlikte, sakkaraz ve glikozoksidaz aktiviteleri gibi balın olgunluk düzeyini yansıtan bir indikatördür (Hermosin ve diğ, 2003).

Şahinler (2001)'e göre, Hatay yöresi ballarında protein içeriğı %0.33-%1.19 arasındadır. Haroun (2006) tarafından yapılan araştırma ise çam balında protein içeriğini, 717.00 µg/g- 1122.00 µg/g arasında değiştiğini göstermektedir. Bilgen Çınar (2010), Türk çam ballarında yaptığı analizlerde prolin miktarını 569.41-653.83 mg/kg aralığında bulmuştur. Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001), Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden topladıkları ballar üzerine yaptıkları çalışmada prolin değerini 300-860 mg/kg arasında bulmuşlardır. Heredia ve diğ (2003), Fas ballarında yaptıkları bir çalışmada prolin değerlerini 315.9-770 mg/kg olarak bulmuşlardır. Burkino Faso balları üzerine yapılan bir çalışmada, prolin değeri 437.8-2169.4 mg/kg arasında saptanmıştır (Meda ve diğ, 2005). Manzanares ve diğ (2011), prolin değerlerini çam ballarında 664-1689 mg/kg, çiçek ballarında ise 310-1057 mg/kg aralığında bulmuşlardır.

2.2.6 Şeker içeriğı

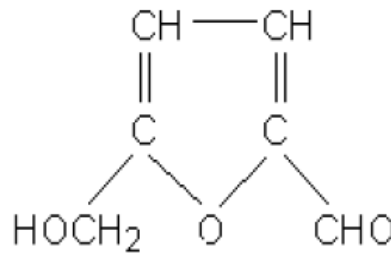
Balın kuru madde içeriğinin yaklaşık %95-99 kadarını karbonhidratlar oluşturur. Bunların yaklaşık %85'ini basit şekerler fruktoz ve glikoz oluşturmaktadır (Doner, 2003). Ayrıca maltoz, izomaltoz, furanoz, erloz, kojibioz, melezitoz ve kestoz bal tiplerinde bulunan şekerlerin bazılarıdır (Weston ve Brocklebank, 1999). Bal tipleri arasında şeker kompozisyonlarına ilişkin önemli farklılıklar bulunmaktadır

(Bogdanov, 1996). Fruktoz, glikoz, sakkaroz, maltoz ve glikoz/su oranı salgı balları için önemli bir karakterizasyon parametresi olarak görülmektedir (Mateo ve Reig, 1996). Bununla beraber ballardaki fruktoz/glikoz oranında hem balın orjini hem de kristalleşme eğilimini gösteren önemli bir kalite kriteridir (Abu-Tarboush ve diğ, 1993; Rodrigez ve diğ, 2004).

Weston ve Procklebank (1999), Yeni Zelanda salgı ballarında yapmış oldukları bir çalışmada monosakkarit içeriğini %62, oligosakkarit içeriğini ise %17 olarak bulmuştur. Oddo ve diğ, (2004) Avrupa'daki salgı ballarında %28.7 - %36.2 fruktoz, %21.3 - % 31.1 glikoz saptamıştır. Bu ballarda fruktoz ve glikoz toplamı % 51.2-% 66.2, fruktoz/glikoz oranı 1.01- 1.48 ve glikoz/su oranı ise 1.27-1.96 aralığında değişmektedir. Heredia ve diğ (2003), Fas ballarında fruktoz, glikoz, sakkaroz, maltoz, izomaltoz ve erloz değerlerini sırası ile %32.13-43.07, %27.25-36.15, %0.01-0.23, %2.48-7.8, %0.01-1.11, %0.05-0.13 olarak belirlemişlerdir. Manzanares ve diğ (2011), çam ve çiçek ballarının şeker içeriğini araştırmış ve sırasıyla toplam şeker içeriğini %74.57-84.75, %77.73-85.98; fruktoz içeriğini %36.00-42.90, %35.90-42.10; glikoz içeriğini %26.60-34.30, %29.20-38.70; sukroz içeriğini %0.05-1.87, %0.05-3.33; maltoz içeriğini %3.85-6.74, %2.33-7.00; trehaloz içeriğini %1.22-2.85, %1.15-2.38; turanoz içeriğini %0.71-2.20, %0.95-2.16; izomaltoz içeriğini %0.48-2.04, %0.31-2.15; melezitoz içeriğini %0.09-1.46, %0.09-3.27; Glikoz+Fruktoz oranını %65.30-75.80, %66.90-78.40 ve fruktoz/glikoz oranını 1.07-1.51, 1.00-1.44 olarak bulmuşlardır.

2.2.7 Hidroksimetil furfural

Monosakkaritler derişik asit çözeltilisinde ısıtıldığında dehidrasyona uğramakta ve furan türevlerine dönüşmektedirler. Aldopentozlar furfurala dönüşürken, aldoheksozlardan 5-hidroksimetilfurfural (Şekil 2.1) oluşmaktadır (Saldamlı, 1998).



Şekil 2.1 : 5-hidroksimetilfurfural.

Bala ısıtma işlemi, balın kristalleme eğilimini engellemek ya da kristal görünümünü ortadan kaldırmak ve bala bulaşan mikroorganizmaları yok etmek için uygulanmaktadır. Bala uygulanan ısıtma işlemi sıcaklığı ve süresi pastörizasyon amacı ile sınırlıdır. Bu sırada diastaz aktivite azalması ve HMF artışının kontrol altında tutulması gereklidir (Tosi, 2002). Sıcaklık ve süreye bağlı olarak ısıtma işlemi uygulanması, vitaminlerin, besin öğelerinin ve diastaz aktivitesinin azalmasına, HMF miktarının ise artmasına neden olabilmektedir (Şahinler, 2001; Tosi, 2002). Bu nedenle enzim aktivitesi ile HMF içeriği doğal balın olgunlaşması ve uygulanan ısıtma işleminin derecesi hakkında bilgi vermektedir (Serrano ve diğ., 2006).

Türk Gıda Kodeksi (Anonim 2012a)'ne göre bal tiplerinin HMF içeriği maksimum 40 mg/kg olmalıdır (Tablo 2.1).

Güney İspanya'da ticari olarak satılan ve ısıtma işlemi uygulanmayan 49 adet farklı bal örneğinde HMF miktarı 0.19-41.16 mg/kg aralığında bulunmuştur (Serrano ve diğ., 2006) ve HMF yüksekliğinin Güney İspanya'nın iklim koşullarından kaynaklandığı belirtilmiştir. HMF içeriğinin artmasına neden olabilecek iklime sahip Moracca Bölgesi'ndeki farklı tip ballarda HMF miktarı 3.8 ile 48.4 mg/kg arasında tespit edilmiştir (Terrab ve diğ., 2002). İrlanda ballarında HMF miktarının 0.4 mg/kg-37.3 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama 7.0 mg/kg olduğu bulunmuştur (Downey ve diğ., 2005). Brezilya piyasasında satışa sunulan farklı orjinli ballarda ortalama HMF miktarı 3.57mg/100g olarak bildirilmiştir (Azeredo ve diğ., 2003). Merin ve diğ. (1998), İsrail'de hasattan hemen sonraki 72 adet bal örneğinde HMF miktarını 0.32 ile 1.8mg/100g arasında bulmuştur. Portekiz'in Luso bölgesi ballarında saptanan HMF miktarı ise ortalama 9.41 mg/kg'dır (Silva ve diğ., 2009). Çam balları ve çiçek ballarının fizikokimyasal özellikleri arasındaki farkları araştırmak üzere yapılmış bir çalışmada HMF içeriği bakımından çam balları 0.00-28.40 mg/kg, çiçek balları 0.70-26.0 mg/kg arasında bulunmuştur (Manzanares ve diğ., 2011). İpek (2012), Türkiye'deki bal örneklerinde yaptığı HMF analizinde bal örneklerine ait HMF miktarlarını 1.47-17.67 mg/kg aralığında bulmuştur.

2.2.8 Diastaz sayısı

Diastaz, balın yapısında doğal olarak bulunan bir enzimdir. Baldaki miktarı, coğrafik ve floranın kökenine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Diğer taraftan, balın tazeliği de baldaki diastaz sayısını etkiler. HMF ile birlikte diastaz aktivitesi

sıcaklığa maruz kalmış ve uzun süre bekleyen balların göstergesi olarak kullanılabilir (Estevinho ve diğ., 2010b). Karadal ve Yıldırım (2012), -20 °C'de 540 gün depolanan balın diastaz sayısında düşüş olmadığı, 30 °C'de 200 gün depolanan ballardaki diastaz kaybıyla 70 °C'de 5.3 saatlik ısıtma işlemine tabi tutulan ballardaki diastaz kaybının aynı olduğunu belirtmektedirler.

Diastaz sayısı balda bir kalite parametresi olup, balın paketlenip tüketiciye ulaştırılana kadar sıcaklığa maruz kalıp kalmadığını belirlemede kullanılmaktadır. Isıtma işlemleri genellikle paketleme esnasında sorun yaratan kristalizasyonu çözmek ve viskoziteyi azaltmak için uygulanır. Balın ısıtılması ile beraber aromatik maddelerde kayıplar oluşur. Bu kayıplar sıcaklık ve ısıtma süresi ile orantılı olarak değişmektedir. Isıtma ile oluşan ve balda kalite kaybına yol açan hasarlar diastaz sayısı ve HMF içeriği ile ölçülebilmektedir (Tosi ve diğ., 2008).

Balda diastaz aktivitesinin azalması gibi, yüksek düzeyde bulunması da istenmeyen bir durumdur. Balda yüksek düzeyde diastaz bulunması yüksek asit oluşumuna ve dolayısıyla fermantasyona yol açabilmektedir (Tolon, 1999; Crane, 1975).

Manzanares ve diğ. (2011), çam ve çiçek ballarının fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada çam balları için diastaz sayısını 4.70-25.80 aralığında bulurken, çiçek ballarında 8.90-35.90 aralığında bulmuşlardır. Bal üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda diastaz sayısı 5-39 değerleri arasında bulunmuştur (Küçük ve diğ., 2007; Yardibi, 2008; Andrade ve diğ., 2009; Estevinho ve diğ., 2010a; Ajlouni ve Sujirapinyokul, 2010).

2.2.9 Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite

Balın antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik içeriği arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ve antioksidan aktivite esas olarak fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Koyu renkli ballarda bol miktarda bulunan fenolik bileşiklerin, askorbik asit ya da E vitaminine göre daha güçlü antioksidan olduğu anlaşılmaktadır (Aljadi ve Kumaruddin, 2004; Haroun, 2006). Isıl işlem uygulanan ballarda B1, B2 ve C vitaminlerinin parçalanması parçalanırken katalaz ve peroksidaz enzimlerinin yıkımı ile antioksidan aktivitesi hızla azalmaktadır (Nagai ve diğ., 2001).

Balın, yaraların, diyabetik ülserin, mide ülseri ve mide-bağırsak ülseri gibi birçok hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Balın tedavi edici işlevi antimikrobiyel etkisinden ve antioksidan madde içermesinden kaynaklanmaktadır.

Çünkü, bu hastalıkların bir kısmının, serbest radikallerin verdiği zarar sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir (Aljadi ve Kumaruddin, 2004). Ayrıca endüstride meyve ve sebzelerin işlenmesi sırasında oluşan enzimatik esmerleşmenin olumsuz etkilerin azaltmak için balın doğal antioksidan olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Chen ve diğ, 2000).

Perez ve diğ, (2008) İspanya'daki salgı ballarının nektar ballarına göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini ve salgı balının orjinini belirlemede polifenol içeriğinden yararlanılabileceğini belirtmiştir.

Sanz ve diğ, (2005)'e göre İspanya ballarında toplam polifenol içeriği ortalama 0.78 mg/kg'dır. Nagai ve diğ, (2001)'e göre ise kara buğday balları ve genel olarak koyu renkli ballar, açık renkli ballara göre daha yüksek antioksidan aktivite göstermektedir. Malezya'da yapılan bir çalışmada toplam polifenol içeriğinin en yüksek tualang balında (0.84 mg/g GAE) ve en düşük ananas balında (0.28 mg/g GAE) olduğu belirlenmiştir. DPPH metoduna göre antioksidan aktivitesinin en yüksek tualang balında (5.80 mg/ml), en düşük ananas balında (10.86 mg/ml), FRAP metoduna göre antioksidan aktivitesinin de gene en yüksek tualang balında (1.22 μ mol Fe(II)/g) ve en düşük ananas balında (0.48 μ mol Fe(II)/g) olduğu tespit edilmiştir (Halim ve diğ, 2011). Haroun (2006) tarafından çam ballarında belirlenen antioksidan aktivite 20.94-35.87 GAE/100g arasında bulunmuştur. Sharma ve diğ (2010), Hindistan ballarında yaptıkları bir araştırmada örneklerin toplam fenolik madde içeriklerini 0.47-0.98 mg/g GAE, FRAP değerini 0.38-0.59 μ mol Fe (II)/g, ve DPPH yönteminde ise %44-71 arasında tespit etmişlerdir. Facino ve diğ (2005), toplam fenolik içeriği en yüksek (0.789 mg/g GAE) kocayemiş balında, en düşük (0.052 mg/g GAE) ise karahindiba çiçeği balında tespit etmişlerdir. FRAP değerine en yüksek (1501 μ M Fe(II)) kocayemiş balının, en düşük (72.8 μ M Fe(II)) üçgül balının sahip olduğu, DPPH radikal temizleme aktivitesine ise en düşük (47.62 mg/ml) karahindiba çiçeği balının, en yüksek (1.63 mg/ml) kocayemiş balının sahip olduğu belirlenmiştir. Burkino Faso balları üzerine yapılan bir araştırmada antioksidan aktivitesini belirlemek üzere yapılan analizlerde, DPPH radikal temizleme aktivitesi en düşük (29.13 mg/ml) multifloral kaynaklı balda, en yüksek ise (1.37 mg/ml) *Vitellaria* balında tespit edilmiştir (Meda ve diğ, 2005). Gasic ve diğ (2014), Sırbistan ballarında antioksidan miktarını DPPH yöntemiyle %1.31-25.61

bulmuşlardır. Wilczynska (2010), Polonya ballarında toplam fenol içeriğini 17.57-189.52 mg/100g aralığında bulmuştur.

2.2.10 Organik asit içeriği

Balda bulunan küçük bileşenler arasında en önemlisi organik asitlerdir. Balda en çok bulunan asit glukonik asittir (Ağırbaş, 2001; Krell, 1996). Bu asit glukoz oksidaz enziminin glukoz üzerine etkisiyle oluşur ve laktonu ile dengededir. Glukonik asit yanında formik, asetik, bütirik, sitrik, laktik, maleik, malik, okzalik, piroglukonik, suksinik asit de bulunmaktadır. Ayrıca glikonik, α -ketoglutarik, piruvik, tartarik, 2 veya 3-fosfo-glisirik asitlerin de bulunduğu bildirilmektedir (Ağırbaş, 2001).

Cherchi ve diğ (1994) yaptıkları çalışmada farklı orijinlere sahip bal örneklerinin glukonik asit, piruvik asit, malik asit, sitrik asit, suksinik asit ve fumarik asit miktarına bakmış ve organik asitleri sırasıyla 2.0-11.6 g/kg, 8.9-67.7, 68.6-144.9, 12.0-47.9 ve 0.5-2.6 mg/kg aralığında bulmuşlardır. Suarez-Luque ve diğ (2002) İspanya'nın kuzeybatı bölgesinden topladıkları kestane, ökaliptus, üçgül ve karışık çiçek ballarının organik asit içeriğine bakmışlar ve 13-434 mg/kg malik asit, 0.12-4.67 mg/kg maleik asit, 20-394 mg/kg sitrik asit, 12-759 mg/kg suksinik asit ve 0.04-7.29 mg/kg fumarik asit tespit etmişlerdir. Üçgül balında malik ve suksinik asit tespit edilmemiştir. Yapılan bir başka çalışmada farklı orijine sahip ballarda sitrik, piruvik, galaktronik, glukonik, malik, sitramalik, kinik, suksinik, fumarik ve formik asit içeriğine bakılmış ve organik asit içeriklerinin 0.005-4.933 g/kg aralığında değiştiği bildirilmiştir (Nozal ve diğ, 1998).

2.2.11 Fenolik asit içeriği

Fenolik bileşikler, bitkilerde bulunan önemli bileşik gruplarını kapsamaktadır (Bravo, 1998). Fenolik asitler (aromatik karbonik asitler), fenolik bileşiklerin alt grubu olup, bitkilerdeki fenil-propanoid metabolizmasından meydana gelmektedir (Anklam, 1998).

Fenolik asitler bütün bitkilerde bulunmaktadır. Özellikle, kafeik, p-kumarik, vanilik, ferulik ve protokatesik asitler gibi sinnamik ve benzoik asitlerin türevleri, meyveler, sebzeler ve tahıllar gibi gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Genistik ve sirinjik gibi diğer fenolik asitler ise, sınırlı bazı gıdalar veya bitkilerde bulunmaktadır (Robbins, 2003).

Türkiye’de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavonoid profillerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, en koyu renge sahip kestane balının en yüksek toplam fenolik madde içeriğine (0.774 mg/g GAE), beyaz renge sahip olan pamuk balının ise en düşük toplam fenolik madde içeriğine (0.05 mg/g GAE) sahip olduğu saptanmıştır (Haroun, 2006). Yao ve diğ, (2004) tarafından yapılan bir çalışmada Avustralya ökaliptus ballarında gallik, klorojenik, kumarik ve kafeik asitin yaygın olarak bulunduğu belirtilmiştir.

Dimitrova ve diğ (2007), farklı bal örneklerinde yaptıkları çalışmada 17 farklı fenolik asidi 0.05-320.38 mg/kg aralığında bulmuşlardır. Jasicka-Misiak ve diğ (2012) püren ve karabuğday ballarında 17 farklı fenolik asit için 0.002-12.061 mg/100g aralığında sonuç bulmuşlardır. Yao ve diğ (2005), 5 farklı Avustralya balında gallik asit, klorojenik asit, kafeik asit, kumarik asit, ferulik asit, elajik asit ve sirinjik asit içeriğine bakmış ve sırasıyla; 1.03-7.45, 0.16-2.81, 0.08-1.32, 0.28-2.37, 0.11-0.81, 0.18-2.36 ve 0.12-0.98 mg/100g bulmuşlardır. Yapılan bir başka çalışmada ökaliptus balında 6 farklı fenolik asitin miktarı 0.09-6.62 mg/100 g olarak bulunmuştur (Yao ve diğ, 2004).

2.3 Biyoyararlılık

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi’nin tanımına göre biyoyararlılık, bir ilaç içinde bulunan aktif bileşenlerin veya tedavi edici maddelerin emilim hızı ve aktivite göstereceği bölgedeki yararlılık derecesidir (Shi ve Le Maguer, 2000). Bu tanım, aynı zamanda gıdalarda bulunan aktif maddeleri de kapsamaktadır. Bir diğer ifadeyle biyoyararlılık, alınan besinin normal fizyolojik fonksiyonlarda kullanılmak ve depolanmak için erişilebilir durumdaki kısmıdır. Herhangi bir maddenin biyoyararlılığının değerlendirilmesi için absorpsiyonu, metabolizması, doku ve organlarda dağılımı ve boşaltımı gibi konularda verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan bu tür çalışmalar, hem karmaşık ve pahalı olmaları, hem de ahlaki ve etik soruları gündeme getirmeleri nedeniyle tercih edilmemektedir. Biyoyararlılık çalışmalarında karşılaşılan bir diğer problem de emilimin etkinliği ve alınan besinlerin metabolik kullanımı gibi konuların netlik kazanmamış olmasıdır (Çapanoğlu Güven ve diğ, 2010).

Biyoyararlılık, yaşa, cinsiyete, genetik rahatsızlıklara, yeme içme alışkanlıklarına göre değişkenlik göstermekle birlikte ballar için oldukça yüksektir. Pohl ve diğ

(2012), balların minerallerinin biyoyararlılığı ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada bal örneklerinde bulunan kalsiyum, bakır, demir, magnezyum, mangan ve çinko minerallerinin biyoyararlılığı araştırılmıştır. Oluşturulan yapay mide ortamında bal örneklerinin minerallerinin biyoyararlılığı kalsiyum, bakır, demir, magnezyum, mangan ve çinko için sırasıyla %87.2-100.0, %85.4-100.0, %62.9-89.4, %82.0-96.5, %85.8-100.0 ve %71.9-98.8 olarak bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Bal Numunelerinin Toplanması

Bu araştırmada materyal olarak, Ege bölgesinin Muğla, Denizli, Manisa, Aydın ve İzmir illerinde 2012 yılında üretilmiş olan 30 adet çiçek ve çam balı kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bal örneklerinin tümü Türkiye Arı Yetiştiricileri Birliği'ne bağlı arıcılardan temin edilmiştir. Bal örnekleri, 800 gramlık cam kavanozlarda toplanmış, analiz anına kadar ağzı kapalı olarak karanlıkta oda koşullarında depolanmıştır. Tüm bal örnekleri kodlanmıştır (Tablo 3.1).

3.2 Balların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

3.2.1 Renk analizi

Renk analizi, HUNTERLAB model kolorimetre kullanılarak L* (100: beyaz, 0: siyah), a* (+: kırmızı, -: yeşil) ve b* (+: sarı, -: mavi) değerleri tespit edilmiştir (Rommel ve diğ, 1990). Homojenize edilmiş bal numunelerinden alınan 50 gramlık numune cam beher içine konularak ölçüm yapılmıştır.

3.2.2 Briks analizi

Briks analizi, el refraktometresi kullanılarak belirlenmiştir. Bir miktar bal alınarak Refraktometrenin prizmaları arasına konmuştur. Skaladan okuma yapılarak % briks içeriği belirlenmiştir. Bal kristalize olmuş ise, numune ısıtılarak sıvı hale getirilmiştir (Devillers ve diğ, 2004).

3.2.3 Kül analizi

Kül analizi, balın 550 °C'de kül fırınında yakılmasıyla saptanmıştır (AOAC, 1990). Bal numuneleri 2 gram olacak şekilde tartılarak porselen krozelere konulmuştur. Sonuç, yüzde olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.1 : Bal örneklerinin alındığı iller, orijinleri ve kodları.

KOD NO	LOKASYON		ORİJİN
	İL	İLÇE	
1	Muğla	Merkez	Çam
2	Muğla	Merkez	Çam
3	Muğla	Marmaris	Çam
4	Muğla	Marmaris	Çam
5	Muğla	Datça	Çam
6	Muğla	Datça	Çam
7	Muğla	Milas	Çam
8	Muğla	Milas	Çam
9	Muğla	Fethiye	Çam
10	Muğla	Fethiye	Çam
11	Muğla	Köyceğiz	Çam
12	Muğla	Köyceğiz	Çam
13	Denizli	Babadağ	Çam
14	Denizli	Çameli	Çiçek
15	Denizli	Sarayköy	Çiçek
16	Denizli	Çivril	Çiçek
17	Manisa	Akhisar	Çiçek
18	Manisa	Akhisar	Çiçek
19	Manisa	Merkez	Çiçek
20	Manisa	Merkez	Çiçek
21	Manisa	Merkez	Çam
22	Manisa	Merkez	Çam
23	Aydın	Merkez	Hayıt
24	Aydın	Merkez	Hayıt
25	Aydın	Söke	Çiçek
26	İzmir	Gümüldür	Çam
27	İzmir	Gümüldür	Çam
28	İzmir	Bergama	Çiçek
29	İzmir	Bergama	Çiçek
30	İzmir	Gümüldür	Narenciye

3.2.4 Serbest asitlik

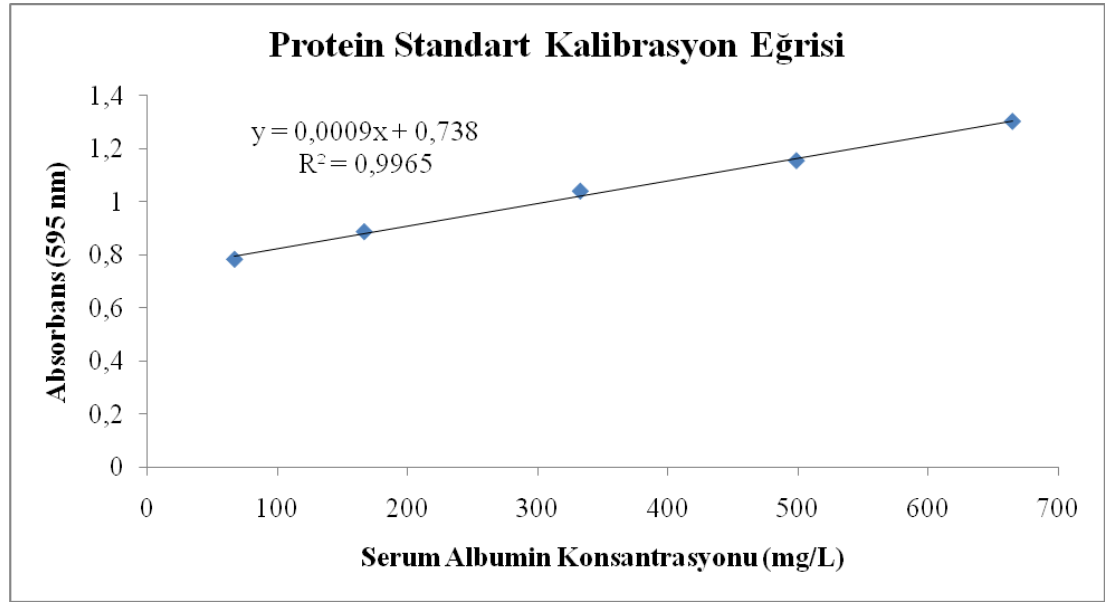
Serbest asitliği belirlemek amacıyla 10 gram bal tartılarak 75 ml su içinde çözdürülmüştür. Fenol fitalein indikatörü damlatılarak 0,05 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir (AOAC, 1990). Sonuç, formik asit cinsinden meq/kg olarak hesaplanmıştır.

3.2.5 pH

Balların pH'sı, 10 gram bal tartılarak 75 ml suda çözdürülmüş, Crison marka Basic 20+ model masa tipi pH metre cihazı ile ölçülerek belirlenmiştir (AOAC, 1990).

3.2.6 Protein analizi

Protein içeriği, Lowry yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bradford, 1976). 10 gram örnek tartılarak bir miktar saf suyla çözdürüldükten sonra 50 ml hacimli balonjojeye aktarılarak saf suyla çizgisine tamamlanmıştır. Filtre kağıdından süzülerek süzüntüden 0,1 ml örnek alınarak deney tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 5 ml Coomassie Brilliant Blue ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 595 nm dalga boyunda, PG Instruments LTD. T80 UV/VIS (İngiltere) Marka çift ışık yollu spektrofotometre ile ölçülmüştür. Standart olarak Bovine Serum Albumin kullanılmıştır (Şekil 3.1). Sonuç, mg/kg kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.1 : Protein analizi için Serum albumin kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.

3.2.7 Şeker analizi

Bal örneklerinin şeker analizi TÜBİTAK Bursa Test ve Analiz laboratuvarında yapılmıştır. Şeker analizinde glikoz ve fruktoz oranları belirlenmiştir. Şeker analizi, Alman Standartlar Enstitüsü'nün belirlediği ve TÜBİTAK tarafından kullanılan yöntemle yapılmıştır (DIN, 1992). Bu yöntemle göre, örneklerin ekstraksiyon aşaması şöyledir; 5 gram bal örneği behere tartılır ve 40 ml ultra saf suda çözdürülür. 100 ml hacimli balonjojeye 25 ml metanol konularak üzerine bal

çözeltisi ilave edilir. Ultra saf suyla çizgisine tamamlanır. 0,45µ membran filtreden geçirilerek tüplere toplanır. Kolon, 250x4,6 mm, partikül büyüklüğü 5µ olan silikajel dolgu kolon kullanılmıştır. Dedektör olarak refraktif indeks dedektör kullanılmıştır. HPLC koşulları Tablo 3.2’te görülmektedir. Sonuçlar yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 3.2 : Şeker analizinde kullanılan HPLC koşulları (DIN, 1992).

Akış Hızı	1.3 ml/dak
Mobil Faz (İsokratik sistem)	Asetonitril:su (80:20, v/v)
Kolon ve dedektör sıcaklığı	30° C
Kullanılan Dedektör	Refraktif indeks
Enjeksiyon hacmi	10 µl

3.2.8 HMF analizi

HMF analizi için Uluslararası Bal Komisyonu tarafından onaylanan White yöntemi kullanılmıştır (White, 1979). White yöntemine göre, 5 gram bal yaklaşık 25 ml saf suda çözülerek 50 ml hacimli balonjojeye aktarılır ve üzerine 0,5 ml Carrez – I ve 0,5 ml Carrez – II çözeltileri eklenerek saf su ile çizgisine tamamlanır. Filtre kağıdından geçirilen filtrattan 5’er ml alınarak 2 ayrı tüpe konulur. Tüplerden birine 5 ml saf su, diğerine 5 ml Sodyum Bisülfid koyarak karıştırılır ve 284 nm ve 336 nm’ye ayarlanmış PG Instruments LTD. T80 UV/VIS (İngiltere) Marka çift ışık yollu spektrofotometrede okuma yapılır. Sonuç, mg/kg cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.9 Diastaz sayısı

Diastaz sayısını belirlemek için 10 gram bal tartılarak 100 ml hacimli balonjojeye aktarılmış ve saf su ile çizgisine tamamlanarak seyreltilmiştir. Deney tüplerine farklı hacimlerde bal örneği konularak üzerine nişasta çözeltisi eklenerek 40 °C’lık su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Süre sonunda tüpler incelenerek mavilik gözlenen ilk tüp sınır olarak alınmıştır. Bu tüpten bir önceki deney tüpüne karşılık gelen diastaz sayısı Tablo 3.3’ten okunarak bal numunesinin diastaz sayısı belirlenmiştir (AOAC, 1995).

Tablo 3.3 : Diastaz Sayısı için alınan bal hacimleri ve eşdeğer diastaz sayıları.

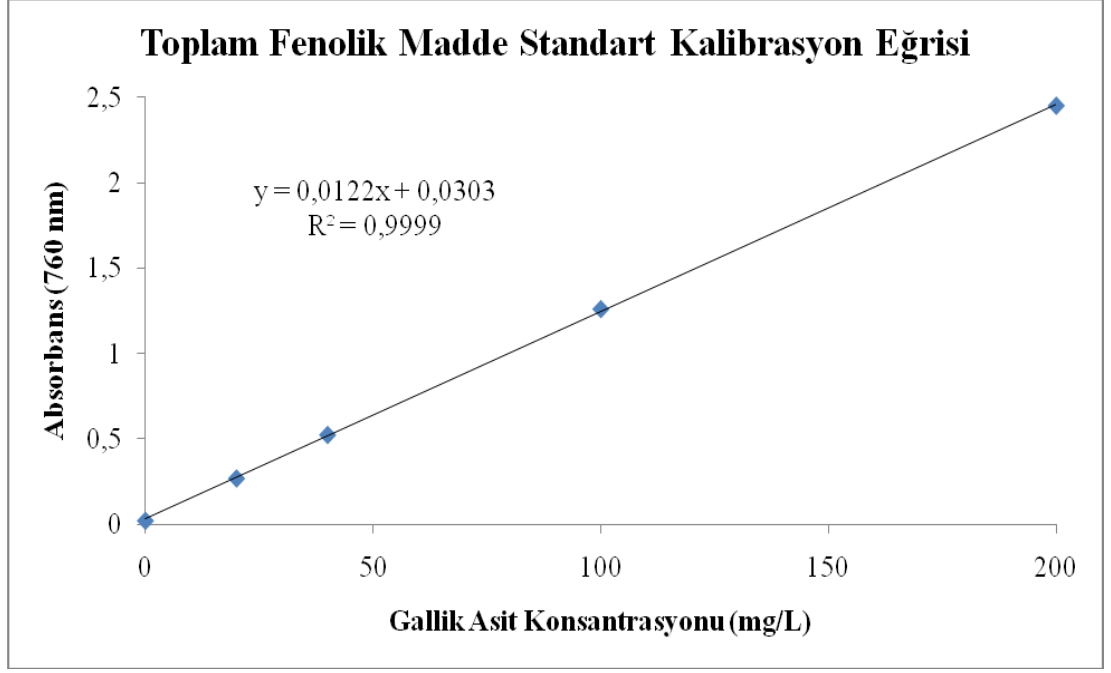
Tüp No	Alınan Bal Hacmi	Eşdeğer Diastaz Sayısı
1	15	3,33
2	12	4,17
3	10	5,00
4	8	6,25
5	7	7,14
6	6	8,33
7	5	10,00
8	4	12,50
9	3	16,67
10	2	25,00

3.2.10 Prolin

Prolin analizi, Uluslararası Bal Komisyonu tarafından belirlenen yönteme göre yapılmıştır. Bu yönteme göre, 5 gram bal örneği hassas terazide tartılarak 100 ml saf suda çözündürülür. Bu çözeltiden 0,5 ml alınarak test tüplerine konulur. Üzerine 1 ml formik asit ve 1 ml ninhidrin çözeltisi konularak 15 dakika karıştırılır. Kaynar su banyosunda 15 dakika bekletilir. Kaynar su banyosundan alınan tüpler 70° C su banyosuna koyulur, 10 dakika bekletilir. Süre sonunda her tüpe 1:1 (v/v) propanol:saf su karışımından 5 ml eklenir. 45 dakika bekletilerek 510 nm dalgaboyuna ayarlanmış PG Instruments LTD. T80 UV/VIS (İngiltere) Marka çift ışık yollu spektrofotometrede köre karşı okunur. Bal örneklerinde prolin miktarı mg/kg cinsinden belirlenmiştir.

3.2.11 Toplam fenolik madde

Toplam fenol içeriği, Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. 10 g bal örneği alınarak 50 ml'lik balon jodede saf suyla çözülerek çizgisine tamamlanmıştır. Hazırlanan bal örneğinden 500 µl alınarak üzerine 2,5 ml %10'luk Folin-Ciocalteu, 2 ml Na₂CO₃ eklenerek 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda PG Instruments LTD. T80 UV/VIS (İngiltere) Marka çift ışık yollu spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Standart çözelti olarak gallik asit çözeltisi kullanılmıştır (Şekil 3.2). Sonuçlar, mg_{GAE}/kg cinsinden hesaplanmıştır (Bertoncelj ve diğ, 2007).

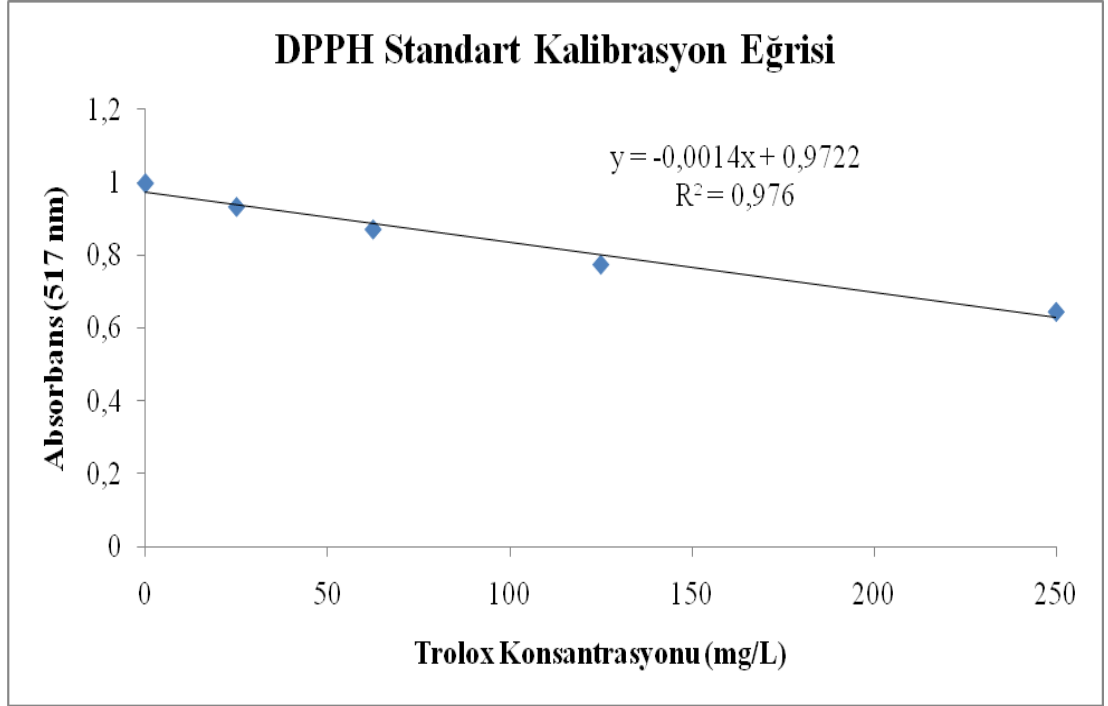


Şekil 3.2 : Toplam fenolik madde analizi için Gallik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.

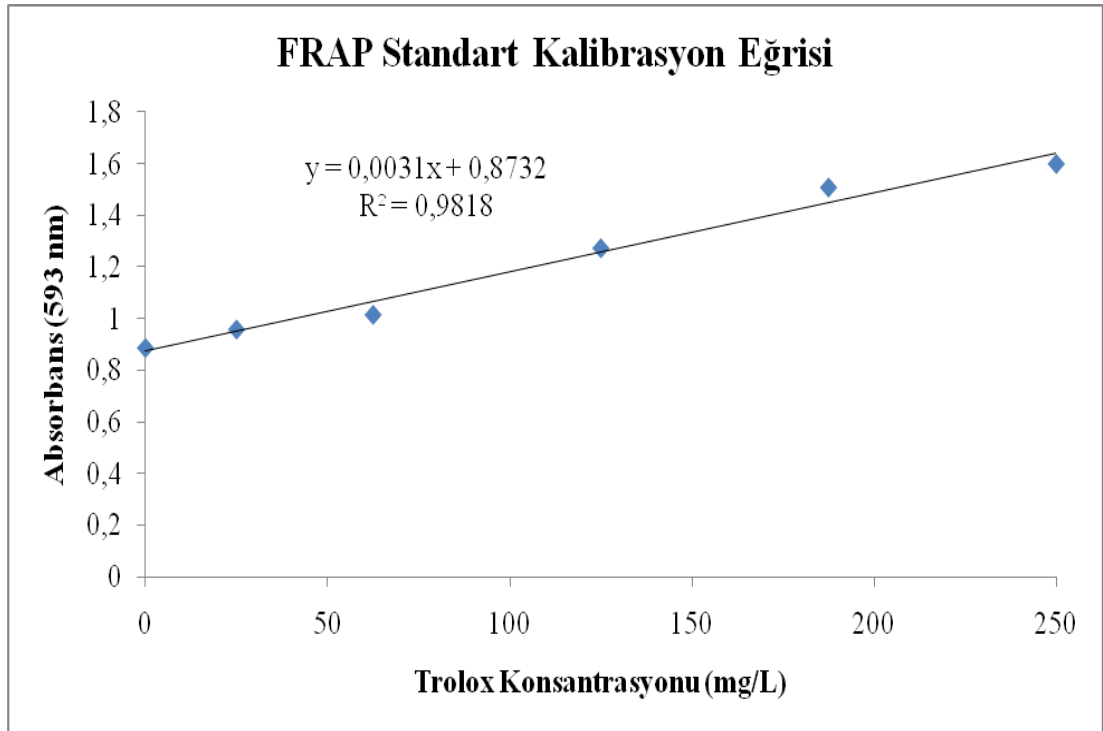
3.2.12 Antioksidan aktivite

Antioksidan aktivite iki farklı yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Yöntemlerden ilki DPPH yöntemidir. 10 bal örneği hassas terazide tartılarak 50 ml'lik balon jøjeye aktarılmış, saf suyla çizgisine tamamlanmıştır. Buradan 0,1 ml örnek alınarak test tüplerine konulmuştur. Örnek üzerine 1,9 ml DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ve 1 ml Sodyum asetat tampon çözeltisi konulup karıştırılarak oda sıcaklığında karanlıkta 90 dakika beklenmiştir. Süre sonunda PG Instruments LTD. T80 UV/VIS (İngiltere) Marka çift ışık yollu spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Bertoncelj ve diğ., 2007). Antioksidan standart eğrisi, trolox ile hazırlanmıştır (Şekil 3.3). Sonuçlar, mg/kg cinsinden hesaplanmıştır.

Antioksidan aktiviteyi belirlemede kullanılan bir diğer yöntem ise FRAP yöntemidir. Benzie ve Strain (1996) ve Beretta ve diğ., (2005) yöntemleri küçük modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. 10 gram tartılarak 50 ml'lik balon jøjede saf suyla çizgisine tamamlanan bal örneklerinden 0,2 ml alınarak test tüplerine konulmuştur. Üzerine 2,8 ml FRAP çözeltisi eklenip karıştırılarak karanlıkta 30 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda PG Instruments LTD. T80 UV/VIS (İngiltere) Marka çift ışık yollu spektrofotometrede 593 nm'de okuma yapılmıştır. Standart eğrisi, trolox ile hazırlanmıştır (Şekil 3.4). Sonuçlar, mg/kg cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.3 : DPPH yöntemi için trolox kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.



Şekil 3.4 : FRAP yöntemi için trolox kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.

3.2.13 Organik asit analizi

Organik asit analizi, Suarez-Luque ve diğ. (2002) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Bu yöntemde göre ekstraksiyon aşaması şu şekildedir; 7,5 gram bal örneği 75 ml ultra saf suda çözündürülür. 0,1 M NaOH kullanılarak pH 10,5'e getirilir. Manyetik karıştırıcıda 15 dakika karıştırılır. 0,1 M H₂SO₄ ile pH 5,0'e getirilir. 100 ml hacimli balonjojeye alınarak ultra saf suyla hacme tamamlanır. 10 ml örnek alınıp 0,45 µm gözenek büyüklüğüne sahip selüloz asetat membran filtreden (Agilent Technologies, Captiva Syringe Filters) geçirilir. İyon değiştirici kartuşu aktive etmek için 10 ml 0,1 M NaOH kartuştan geçirilir. 10 ml ultra saf su ile NaOH uzaklaştırılır. pH 5,0'a getirilip filtreden geçirilen örnek (10 ml) iyon değiştirici kartuştan (Agilent Technologies, Bond Elut Plexa PAX, anion exchange cartridge, 3 ml) 0,5 ml/dak. hızla geçirilir. Kartuştan 4 ml 0,1 M H₂SO₄ geçirilerek tüplere toplanır. Tüplere toplanan süzüntüden 20 µl Shimadzu marka CTO-20A model kolon fırını ve SPD-M20A model Diode Array dedektöre sahip HPLC'ye verilir. Kullanılan kolon ACE marka C18 kolon olup 250x4.6 mm, 5 µm gözenek çapına sahiptir. Kullanılan tüm kimyasallar HPLC saflığındadır. Kromatografi koşulları Tablo 3.4'te görülmektedir.

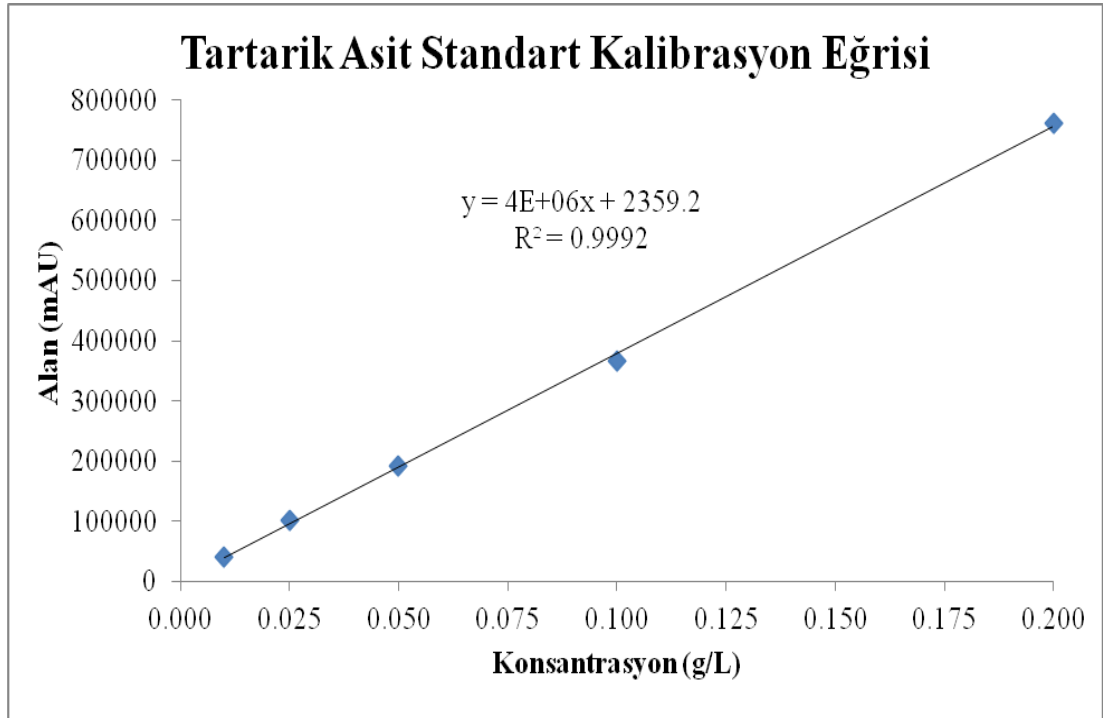
Tablo 3.4 : Organik asit kromatografi koşulları (Suarez-Luque ve diğ, 2002).

Akış Hızı	0.5 ml/dak
Mobil Faz (İsokratik sistem)	0.005 M Sülfürik Asit
Kolon ve dedektör sıcaklığı	35° C
Kullanılan Dedektör	Diode Array Dedektör
Enjeksiyon hacmi	20 µl

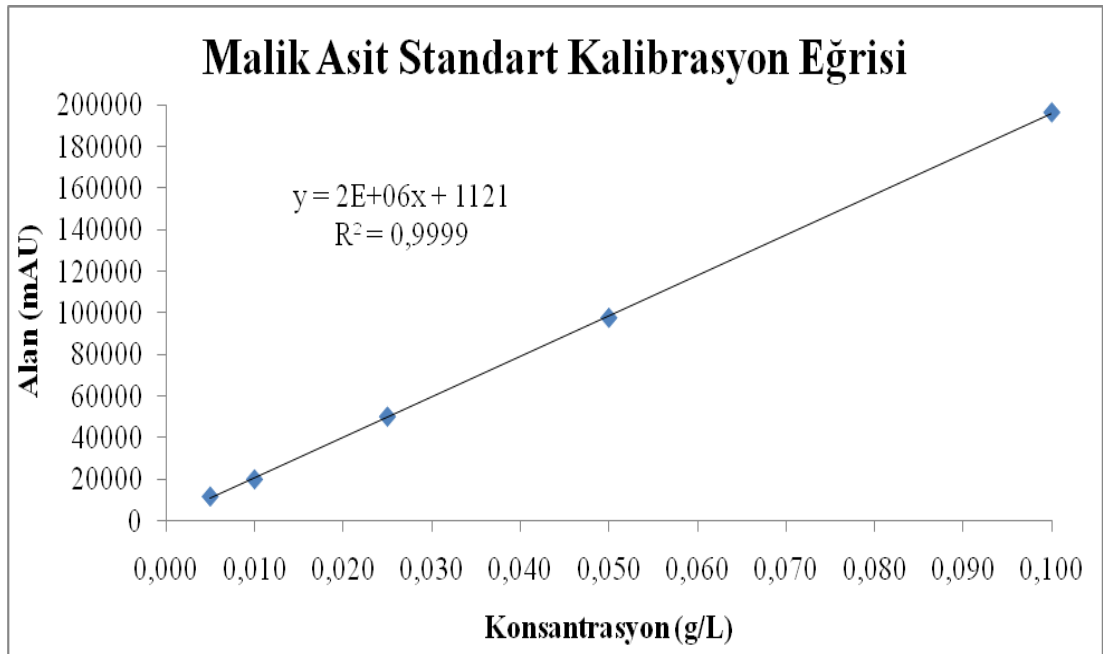
Organik asit analizinde tespit edilen organik asitler şunlardır; Tartarik asit, Malik asit, Sitrik asit, Suksinik asit. Tespit edilen organik asitlerin alıkonma zamanları Tablo 3.5'te ve standart kalibrasyon grafikleri Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de görülmektedir.

Tablo 3.5 : Organik asitlerin alıkonma zamanı.

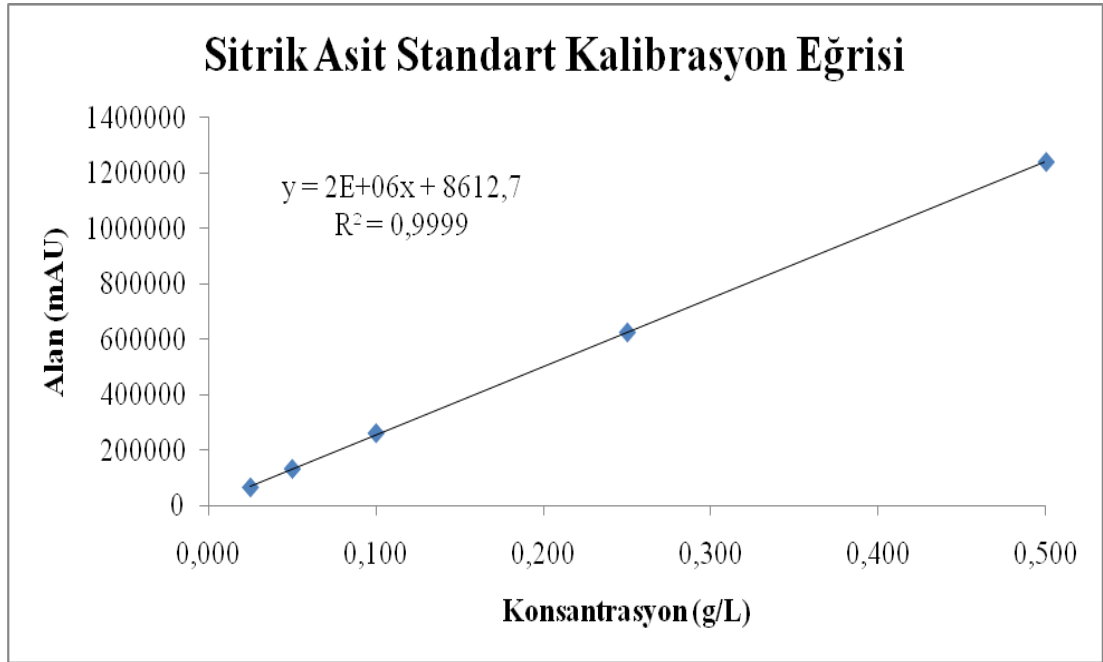
Organik Asit	Alıkonma Zamanı (dak.)
Tartarik Asit	4.73
Malik Asit	5.36
Sitrik Asit	8.29
Suksinik Asit	9.11



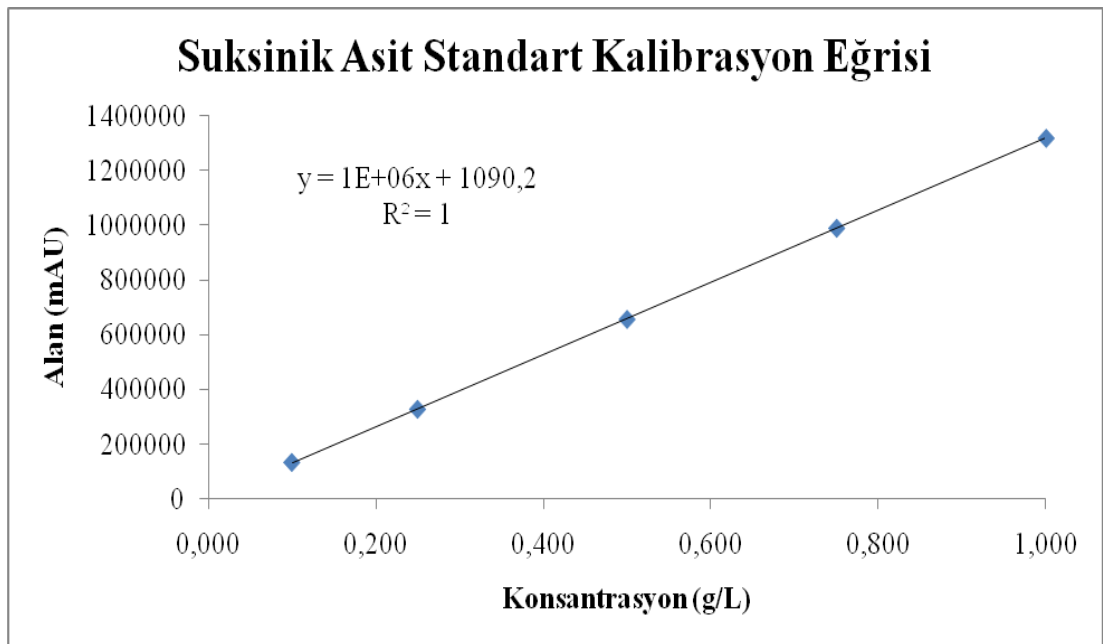
Şekil 3.5 : Organik asit analizi için Tartarik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.



Şekil 3.6 : Organik asit analizi için Malik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.



Ŗekil 3.7 : Organik asit analizi için Sitrlik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.



Ŗekil 3.8 : Organik asit analizi için Suksinik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiği.

3.3 İstatiksel Analiz

Örneklerin istatiksel analizi, SPSS 16.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Örnekler arasındaki farklar, Duncan oklu

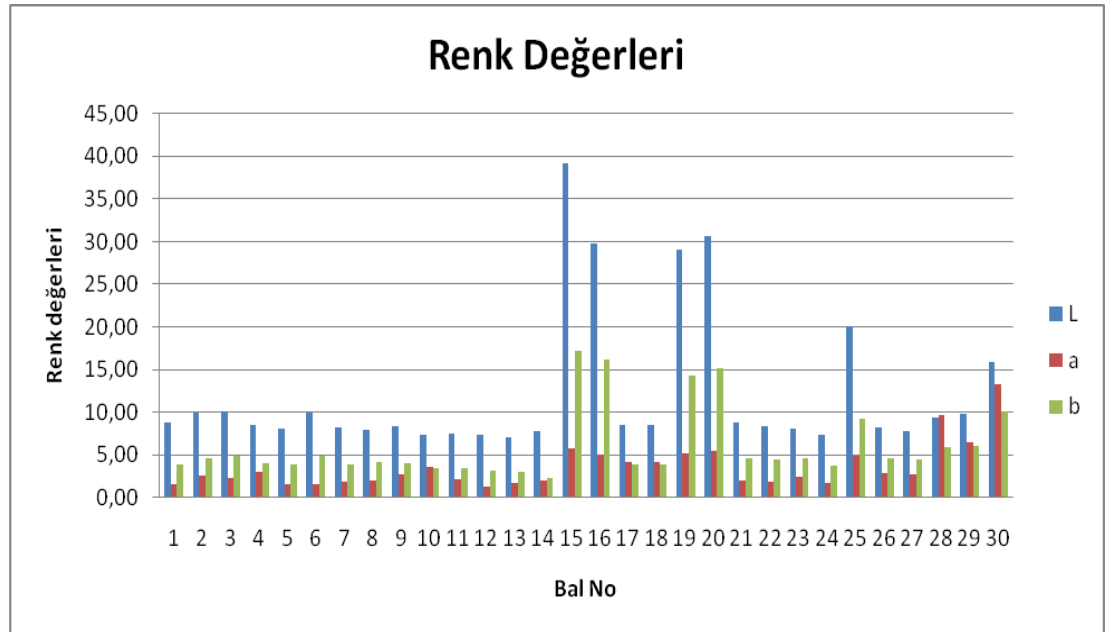
karşılaştırma testleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tüm analizlerde $p < 0,05$ düzeyleri kullanılmıştır. Tüm analizler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1 Renk

Bal örneklerinin L^* değerleri, 7.03-39.26; a^* değerleri, 1.23-13.32 ve b^* değerleri; 2.34-17.27 arasında bulunmuştur (Şekil 4.1). En yüksek L^* değeri Denizli çiçek ballarında bulunurken, en düşük L^* değeri Denizli çam ballarında bulunmuştur. a^* değerlerinde en yüksek değer İzmir narenciye ballarında bulunmakta iken, en düşük a^* değeri Denizli çam ballarında bulunmuştur. b^* değerinde ise en yüksek değer Denizli çiçek ballarına ait iken en düşük değer Denizli çam ballarına aittir (Tablo 4.1).

Analiz sonuçlarına göre, L^* , a^* , b^* değerleri bakımından çiçek ballarının diğer ballara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. En düşük değerlerin ise hayıt ballarında olduğu görülmektedir. İzmir çiçek balları diğer illerin çiçek ballarından daha düşük L değerine sahip olduğu görülmüştür. Farklı illerden elde edilen çam ve çiçek ballarının L^* , a^* , b^* değerlerinde farklılıklar görülmektedir.



Şekil 4.1 : Bal örneklerinin L^* , a^* , b^* değerleri.

Tablo 4.1 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre renk analizi sonuçları.

İl	Baskın Flora	Renk		
		L	a*	b*
Muğla	Çam	8,84 ± 0,06	1,51 ± 0,03	3,92 ± 0,03
		10,01 ± 0,03	2,65 ± 0,03	4,63 ± 0,02
		10,14 ± 0,01	2,32 ± 0,02	4,92 ± 0,02
		8,56 ± 0,05	3,06 ± 0,02	4,07 ± 0,03
		8,01 ± 0,02	1,56 ± 0,03	3,94 ± 0,03
		10,00 ± 0,01	1,59 ± 0,04	4,96 ± 0,02
		8,18 ± 0,03	1,90 ± 0,02	3,87 ± 0,07
		8,00 ± 0,02	1,97 ± 0,02	4,12 ± 0,02
		8,44 ± 0,03	2,71 ± 0,02	4,01 ± 0,04
		7,41 ± 0,02	3,55 ± 0,03	3,42 ± 0,03
		7,47 ± 0,04	2,14 ± 0,04	3,48 ± 0,02
		7,32 ± 0,02	1,26 ± 0,03	3,15 ± 0,03
Denizli	Çam	7,05 ± 0,02	1,65 ± 0,04	2,99 ± 0,02
	Çiçek	7,72 ± 0,04	2,00 ± 0,03	2,36 ± 0,02
		39,22 ± 0,04	5,74 ± 0,02	17,26 ± 0,01
Manisa	Çiçek	29,71 ± 0,02	5,07 ± 0,02	16,14 ± 0,02
		8,54 ± 0,01	4,17 ± 0,02	3,87 ± 0,02
		8,53 ± 0,01	4,21 ± 0,02	3,83 ± 0,02
		29,02 ± 0,03	5,16 ± 0,02	14,33 ± 0,02
	Çam	30,67 ± 0,01	5,48 ± 0,02	15,15 ± 0,02
		8,83 ± 0,01	1,97 ± 0,02	4,60 ± 0,02
Aydın	Hayıt	8,37 ± 0,02	1,84 ± 0,04	4,42 ± 0,02
		8,12 ± 0,01	2,51 ± 0,02	4,54 ± 0,05
	Çiçek	7,33 ± 0,03	1,71 ± 0,04	3,80 ± 0,01
İzmir	Çam	20,13 ± 0,03	4,96 ± 0,03	9,19 ± 0,02
		8,27 ± 0,03	2,90 ± 0,03	4,62 ± 0,03
	7,79 ± 0,04	2,78 ± 0,03	4,49 ± 0,02	
	Çiçek	9,41 ± 0,06	9,64 ± 0,02	5,93 ± 0,05
		9,75 ± 0,02	6,47 ± 0,04	6,08 ± 0,03
Narenciye	15,84 ± 0,02	13,28 ± 0,04	10,12 ± 0,02	

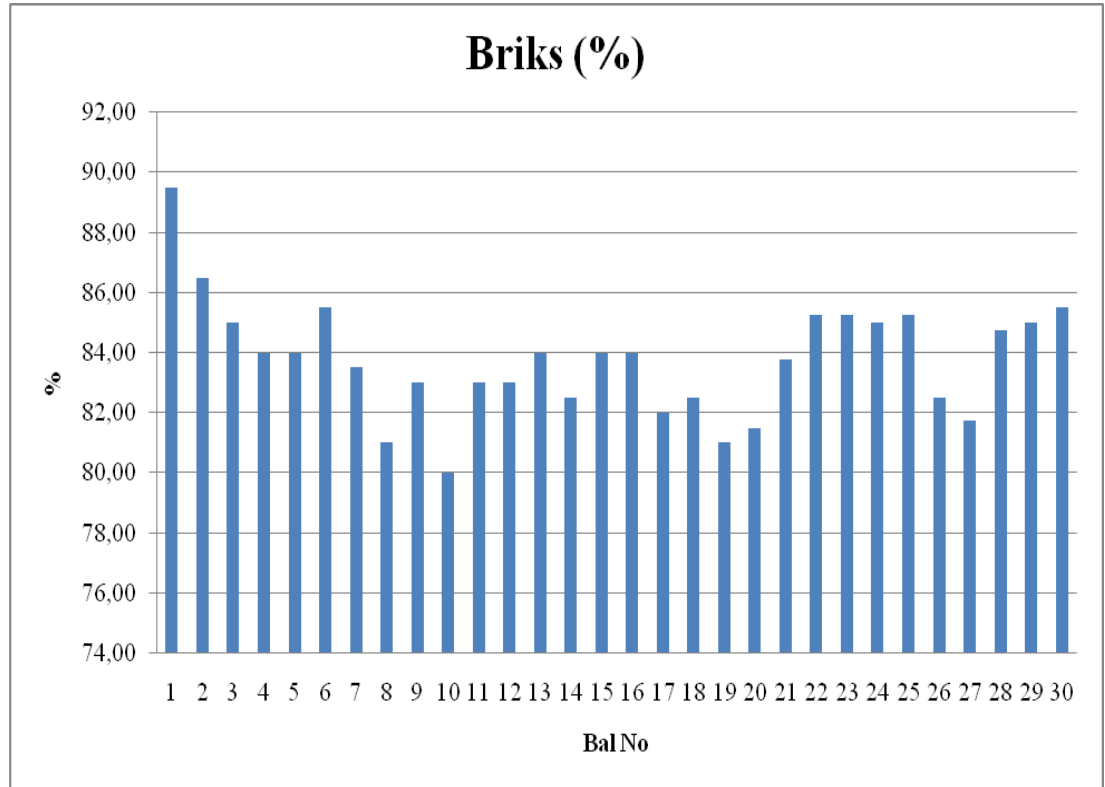
Anupama ve diğ. (2003), L*, a*, b* değerlerini sırası ile Hindistan ballarında 23.77-43.69, 3.40-27.83, 39.11-68.54 arasında; Bertoneclj ve diğ. (2007) Slovenya ballarında 42.12-64.60, (-)3.41-10.14, 17.95-46.45 arasında; Ölmez (2009), Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladığı ballarda 24.56-41.21, 0.11-1.00, 0.87-9.84

arasında; Sharma ve diğ., (2010) Hindistan ballarında 26.3-36.8, 0.1-4.9 ve 0.7-14.4 arasında belirlemişlerdir.

Bu araştırmadaki balların renk değerleri diğer araştırmalarla farklılıklar göstermektedir. Bu durumun, balın üretildiği coğrafi koşulların farklı oluşundan kaynaklandığı düşünölmektedir. İzmir çiçek ballarının diğer çiçek ballarına kıyasla daha düşük L değeri göstermesi ile ilgili İzmir çiçek ballarının tağşişli olabileceği düşünölmektedir.

4.2 Briks

Araştırmada kullanılan balların briks değerleri %80-89.5 arasında değişmektedir (şekil 4.2). En yüksek ve en düşük briks değerleri Muğladan elde edilen çam ballarında bulunmaktadır. İl bazında kıyaslandığında en düşük briks Manisa çiçek ballarında iken en yüksek briks değeri Muğla çam balında bulunmaktadır (Tablo 4.2).



şekil 4.2 : Bal örneklelerinin yüzde briks içerikleri.

Tablo 4.2 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre yüzde nem içerikleri.

İl	Baskın Flora	Briks (%)
		Ortalama
Muğla	Çam	89,50 ± 0,87
		86,50 ± 0,87
		85,00 ± 1,73
		84,00 ± 0,00
		84,00 ± 0,00
		85,50 ± 1,50
		83,50 ± 0,87
		81,00 ± 0,00
		83,00 ± 0,87
		80,00 ± 1,73
Denizli	Çam	84,00 ± 0,00
	Çiçek	82,50 ± 0,00
		84,00 ± 0,75
Manisa	Çiçek	84,00 ± 0,00
		82,00 ± 0,87
		82,50 ± 0,00
		81,00 ± 0,00
	81,50 ± 0,87	
Aydın	Çam	83,75 ± 0,43
	Hayıt	85,25 ± 0,87
		85,25 ± 1,15
İzmir	Çiçek	85,00 ± 0,43
		85,25 ± 0,43
	Çam	82,50 ± 0,00
		81,75 ± 0,75
	Narenciye	84,75 ± 0,75
		85,00 ± 0,43
		85,50 ± 0,00

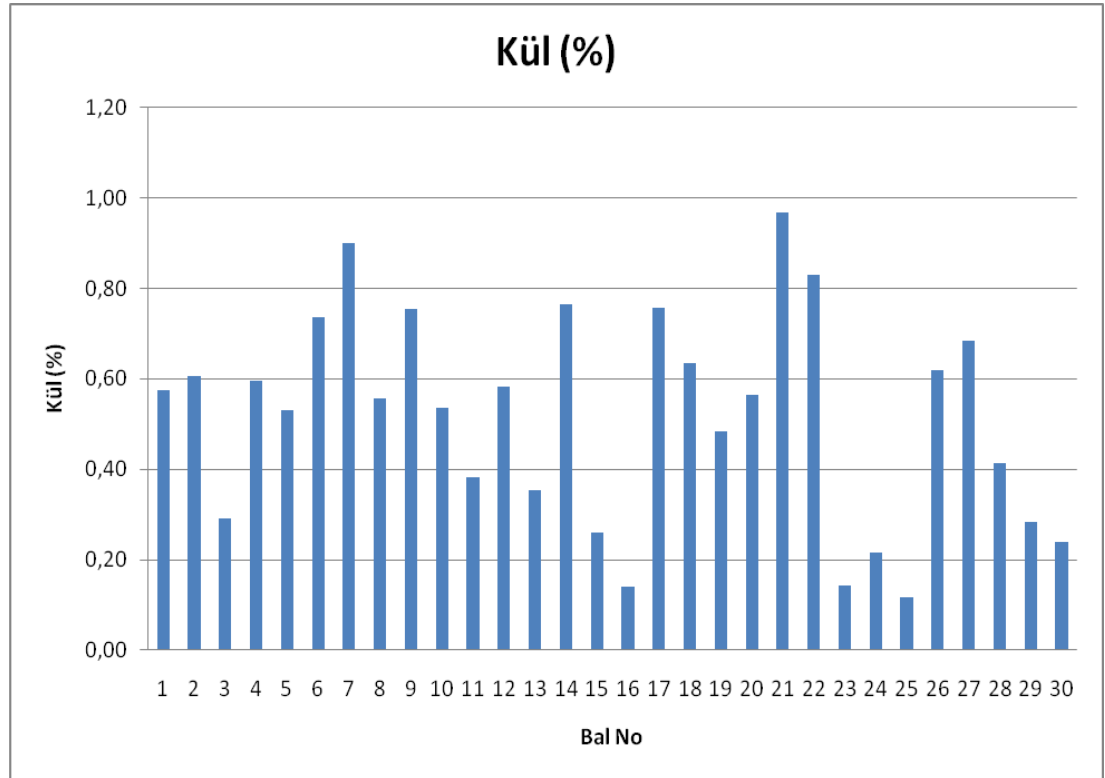
Anupama ve diğ. (2003) yaptıkları araştırmada nem oranını %17-22 arasında; Küçük ve diğ. (2007) kestane balında ortalama olarak %19.7, ormangülü balında %19 ve heterofloral bal örneklerinde %17; Yardibi (2008), ayçiçeği ballarında nem oranını %17.52-18.21 arasında; Andrade ve diğ. (2009) Portekiz'in Luso bölgesi ballarında %13.52-19.70 arasında; Vural ve diğ. (2010) Marmara Bölgesi ballarında %15.3, Doğu Anadolu Bölgesi ballarında %16.9; Sharma ve diğ. (2010) bazı Hindistan

ballarında %17.2-21.6 arasında; Estevinho ve diğ., (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettiği ballarda nem oranını ortalama %17.5 olarak bulmuştur.

Briks değerinden geriye kalan kısım nem içeriği olduğu düşünülmektedir. Buna göre, Ege Bölgesi'nin farklı illerinde toplanan balların nem içerikleri diğer çalışmalardaki aynı ve farklı bal örneklerinin nem içerikleriyle benzerlik göstermektedir.

4.3 Kül Miktarı

Araştırmada kullanılan bal örneklerinin kül miktarı %0.09-0.97 arasında değişmektedir. İller bazında en yüksek kül miktarı Manisa çam ballarında iken en düşük kül miktarı İzmir narenciye balında bulunmuştur (Tablo 4.3). Çiçek ballarının kül miktarları ortalama %0.12-0.61 arasında değişirken, çam ballarında %0.35-0.90, Narenciye ballarında %0.24 ve Hayıt ballarında %0.18'dir. Buna göre çam ballarının kül miktarları çiçek, hayıt ve narenciye ballarına göre daha fazladır.



Şekil 4.3 : Bal örneklerinin yüzde kül içerikleri.

Tablo 4.3 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre yüzde kül miktarları.

İl	Baskın Flora	Kül (%)
		Ortalama
Muğla	Çam	0,57 ± 0,03
		0,61 ± 0,08
		0,29 ± 0,10
		0,60 ± 0,16
		0,53 ± 0,00
		0,74 ± 0,11
		0,90 ± 0,16
		0,56 ± 0,13
		0,76 ± 0,12
		0,54 ± 0,08
Denizli	Çam	0,38 ± 0,10
		0,58 ± 0,09
	Çiçek	0,35 ± 0,06
		0,76 ± 0,06
Manisa	Çiçek	0,26 ± 0,05
		0,14 ± 0,00
		0,76 ± 0,17
	Çam	0,63 ± 0,09
		0,48 ± 0,02
Aydın	Çiçek	0,56 ± 0,09
		0,97 ± 0,12
	Hayıt	0,83 ± 0,08
		0,14 ± 0,12
İzmir	Çiçek	0,22 ± 0,14
		0,12 ± 0,03
	Çam	0,62 ± 0,05
		0,68 ± 0,13
	Çiçek	0,41 ± 0,12
Narenciye		0,28 ± 0,05
		0,09 ± 0,04

Türk Standartları Enstitüsü Bal Standardı'na göre bulunması gereken maksimum kül miktarı çiçek balları için %0.6 iken salgı balları için %1.2'dir (Anonim, 2012d). Tüm örnekler, TSE Bal Standardında yer alan maksimum değerlerin altındadır (Şekil 4.3).

Analiz sonuçlarında göre çam ballarının kül miktarları, çiçek ballarına göre daha yüksektir. Denizli çiçek ballarının kül miktarları Denizli çam ballarından daha fazla

bulunmuştur. Denizli çiçek ballarının mineral içeriklerinin daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Mendes ve diğ, (1998) inceledikleri ballarda % 0.1-0.5 civarında kül tespit etmişlerdir. Terrab ve diğ, (2004) inceledikleri kekik ballarında % 0.16-0.60 kül tespit etmişlerdir. Bilgen Çınar (2010), Türkiye’de üretilen çam ballarında yaptığı araştırmada kül miktarını %0.50-0.55 aralığında bulmuştur. Şahinler ve diğ, (2001) Hatay yöresinden toplanan bal örneklerinde kül değerlerinin %0.1 ile %1.7 arasında değiştiğini ve ortalama %0.32 olduğunu saptamıştır. İrlanda adasında birbirini izleyen iki hasat döneminde üreticilerden sağlanan balların kül içeriği ortalama %0.2 olarak bulunmuştur (Downey ve diğ, 2005). İspanya’nın Madrid kentinden toplanan 49 adet salgı ve nektar balında kül içeriğinin %0.003 - %0.990 arasında değiştiği saptanmıştır (Soria ve diğ, 2004). Popek (2002), Polonya salgı ballarının toplam kül miktarının %0.561 olduğunu bildirmiştir. Portekiz’in Luso bölgesinden toplanan 38 adet bal örneğinde kül miktarı ortalama %0.35 olarak bulunmuştur (Silva ve diğ, 2009).

İstatistiksel açıdan İzmir çiçek, narenciye ve Aydın çiçek ve hayıt balları arasında önemli bir fark bulunmazken, diğer ballar farklı bulunmuştur. Bu çalışmada yapılan kül analizi sonuçları diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.4 Serbest Asitlik

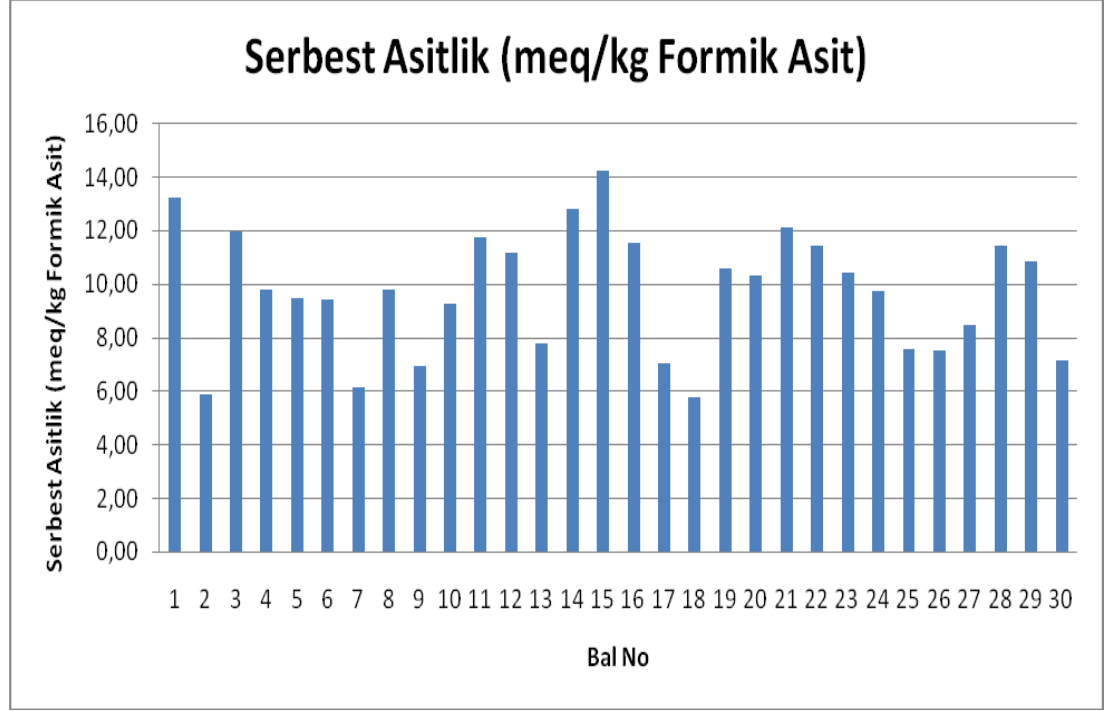
Araştırmada kullanılan bal örneklerinin serbest asitlik analizi sonuçları formik asit cinsinden 5.80-14.23 meq/kg arasında bulunmuştur. En düşük asitlik Manisa çiçek ballarında iken en yüksek serbest asitlik değeri Denizli çiçek balında bulunmuştur (Şekil 4.4). İller bazında kıyaslandığında İzmir narenciye balı en düşük değere sahip iken Denizli çiçek balları en yüksek değere sahiptir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre serbest asitlik miktarları (meq/kg formik asit).

İl	Baskın Flora	Serbest Asitlik (meq/kg formik asit cinsinden)
		Ortalama
Muğla	Çam	13,23 ± 0,31
		5,90 ± 0,17
		11,97 ± 0,32
		9,80 ± 0,36
		9,47 ± 0,12
		9,43 ± 0,45
		6,13 ± 0,51
		9,80 ± 0,17
		6,93 ± 0,29
		9,27 ± 0,12
Denizli	Çam	11,73 ± 0,25
		11,17 ± 0,35
		7,80 ± 0,10
Denizli	Çiçek	12,83 ± 0,25
		14,23 ± 0,25
		11,53 ± 0,47
Manisa	Çiçek	7,03 ± 0,12
		5,80 ± 0,52
		10,60 ± 0,36
		10,30 ± 0,20
Aydın	Çam	12,10 ± 0,26
		11,43 ± 0,12
		10,43 ± 0,47
Aydın	Hayıt	9,73 ± 0,35
		7,57 ± 0,25
İzmir	Çiçek	7,53 ± 0,21
		8,50 ± 0,20
	Çam	11,43 ± 0,23
		10,87 ± 0,23
İzmir	Narenciye	7,13 ± 0,40

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde, ballar için kabul edilebilir maksimum serbest asitlik 50 meq/kg'dır ve çalışmada kullanılan örneklerin hepsi 50 meq/kg sınırının altında bulunmuştur. Araştırmada kullanılan örneklerde çam ballarının serbest asitliği çiçek ballarından az bulunmuşken Manisa ballarında bu durum tam tersi olarak

bulunmuştur. Manisa çiçek ballarının asitliğinin çam ballarından düşük olmasının sebebinin Manisa'nın bitki florasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.4 : Bal örneklerinin serbest asitlik miktarları.

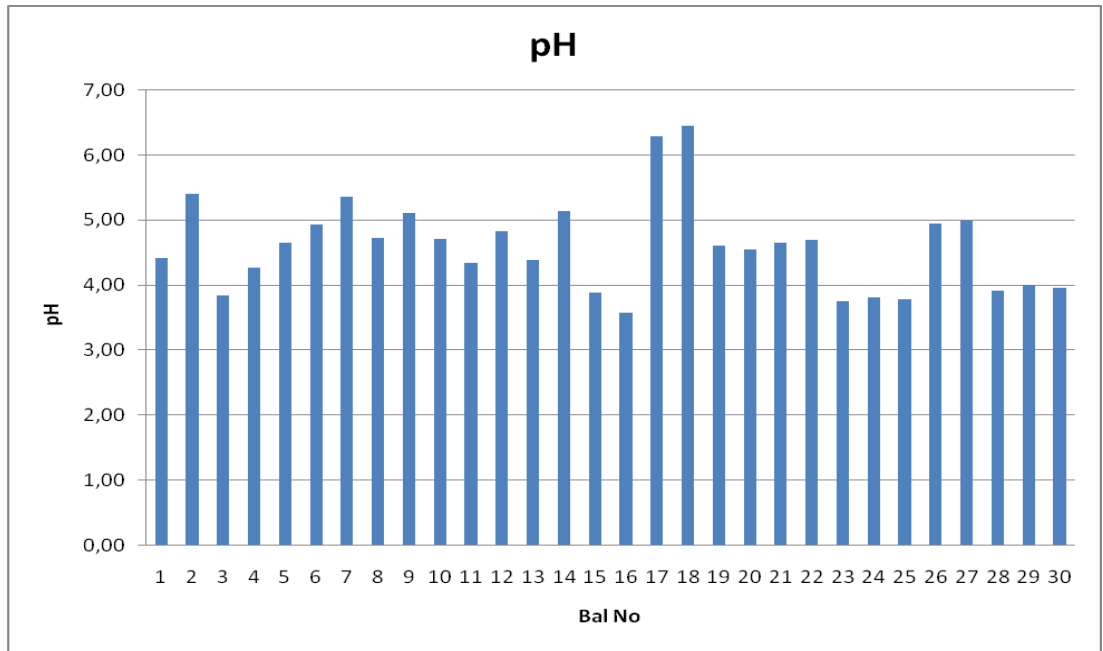
İspanya'daki nektar, salgı ve karışık ballar üzerinde yapılan bir çalışmada serbest asitlik 11.2 ile 53.5 meq/kg arasında belirlenmiştir (Sanz, 2005). Manzanares ve diğ (2008) ise Kanarya Adaları'nın farklı yerlerinden topladıkları 21 adet salgı balında serbest asitlik değerini 35.6 meq/kg olarak saptamıştır. Yine İspanya'nın Madrid kentinde yapılan başka bir çalışmada, bu bölgeden toplanan salgı ve çiçek ballarının serbest asitlik, 13.1-51.2 meq/kg arasında bulunmuştur (Soria ve diğ, 2004). Yılmaz ve Küfrevioğlu, (2001) Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden topladıkları bal örneklerinde saptadığı serbest asitlik ortalama 22.3 meq/kg. Türkiye'deki çam ballarında ise ortalama serbest asitlik 27.16 meq/kg olarak bulunmuştur (Haroun, 2006).

Bu çalışmada bulunan serbest asitlik değerleri Sanz (2005) ve Soria ve diğ (2004) çalışmalarında buldukları sonuçlara benzerlik göstermekle birlikte diğer çalışmalara kıyasla daha düşük bulunmuştur. İstatistiksel açıdan, farklı illerden elde edilen çiçek ve çam balları arasında farklılıklar belirlenmiştir.

4.5 pH

Bal örneklerinin pH değerleri 3.58-6.45 arasında değişmektedir (Şekil 4.5). Ortalama en düşük pH değeri Hayıt ballarında bulunurken, ortalama en yüksek pH değeri Manisa çiçek ballarında bulunmuştur (Tablo 4.5). Çiçek ballarının pH değişim aralığı diğer ballara göre daha fazladır.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Bal Tebliği'nde pH için herhangi bir sınır belirtilmemişken Türk Standartları Enstitüsü Bal Standardı'nda balların pH'sının 3.4-6.1 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, çam ballarının pH değerleri çiçek ballarından yüksek iken Manisa ballarında çiçek ballarının pH değeri çam balından yüksek bulunmuştur. Bu durumun Manisa'nın bitki florasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.5 : Bal örneklerinin pH miktarları.

Tablo 4.5 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre pH değerleri.

İl	Baskın Flora	pH
		Ortalama
Muğla	Çam	4,41 ± 0,02
		5,41 ± 0,01
		3,85 ± 0,01
		4,26 ± 0,03
		4,65 ± 0,01
		4,93 ± 0,01
		5,36 ± 0,03
		4,72 ± 0,03
		5,10 ± 0,03
		4,71 ± 0,02
4,35 ± 0,03		
Denizli	Çam	4,82 ± 0,01
		4,39 ± 0,01
		5,13 ± 0,01
Denizli	Çiçek	3,88 ± 0,03
		3,58 ± 0,01
		6,29 ± 0,02
Manisa	Çiçek	6,45 ± 0,02
		4,61 ± 0,03
		4,55 ± 0,01
		4,65 ± 0,01
Aydın	Çam	4,69 ± 0,01
		3,75 ± 0,01
		3,81 ± 0,02
Aydın	Çiçek	3,78 ± 0,01
		4,94 ± 0,01
İzmir	Çam	4,98 ± 0,01
		3,92 ± 0,01
	Çiçek	4,00 ± 0,01
		Narenciye

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001), Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden topladıkları bal örneklerinde saptadığı ortalama pH değeri 3.8 dir. Türkiye'deki çam ballarında ise ortalama pH değeri 4.36 olarak bulunmuştur (Haroun 2006).

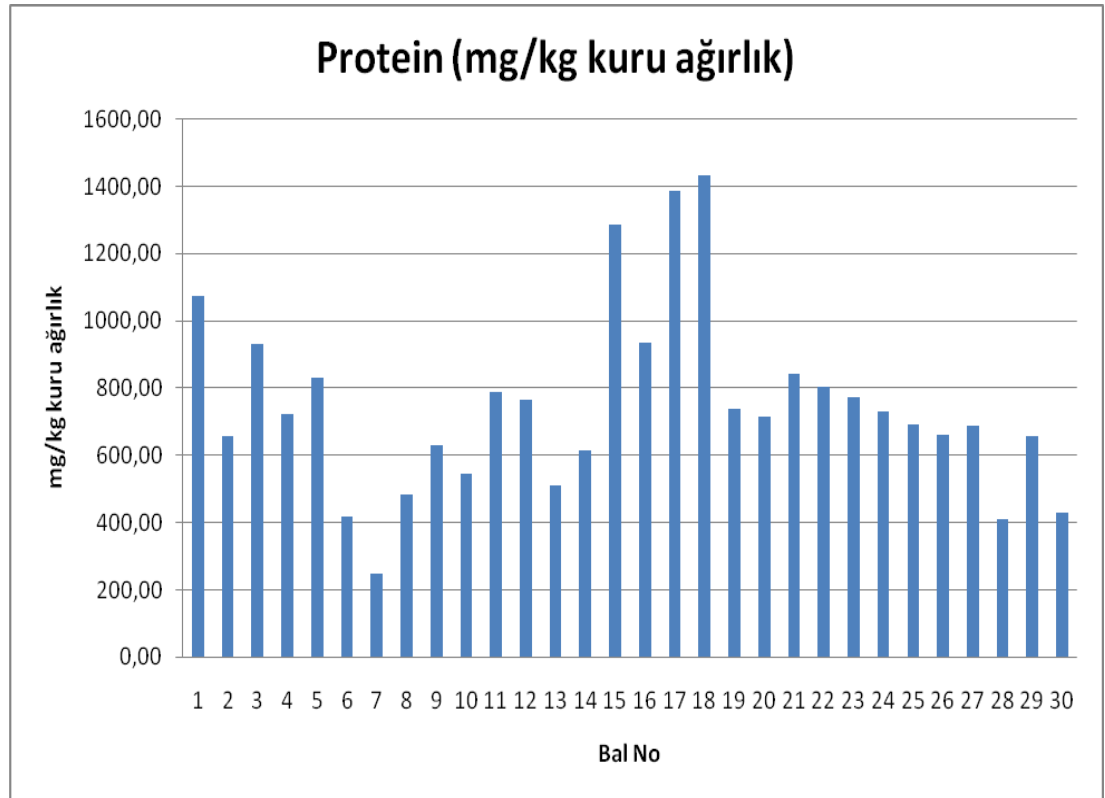
Perez ve diğ, (2008) İspanya'daki salgı ballarının, Ivanov (2008) ise Bulgaristan salgı ballarının nektar ballarına göre daha düşük pH ve daha fazla asit içerdiğini bildirmiştir. İspanya'daki nektar, salgı ve karışık ballar üzerinde yapılan bir

çalışmada pH değeri 3.29 ile 4.88 arasında belirlenmiştir (Sanz 2005). Manzanares ve diğ, (2008) Kanarya Adaları'nın farklı yerlerinden topladıkları 21 adet salgı balında pH değerini 4.67 olarak saptamıştır.

Bu çalışmada bulunan pH değerleri diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Örneklerde, gerek il bazında gerekse orijin bazında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır.

4.6 Protein Miktarı

Protein analizi sonucu bal örneklerinin protein miktarı 247.03-1431.87 mg/kg (kuru ağırlık) olarak bulunmuştur (Şekil 4.6). Ortalama en düşük protein miktarı 429.51 mg/kg (kuru ağırlık) ile İzmir Narenciye ballarında bulunurken, ortalama en yüksek protein miktarı 1067.89 mg/kg (kuru ağırlık) ile Manisa çiçek ballarına aittir (Tablo 4.6).



Şekil 4.6 : Bal örneklerinin protein miktarları.

Tablo 4.6 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre protein miktarları.

İl	Baskın Flora	Protein (mg/kg kuru ağırlık)
		Ortalama
Muğla	Çam	1074,21 ± 135,10
		658,33 ± 83,16
		930,35 ± 76,51
		724,67 ± 71,06
		832,41 ± 14,88
		416,81 ± 49,09
		247,03 ± 52,76
		482,89 ± 48,95
		629,22 ± 35,65
		544,88 ± 37,36
Denizli	Çam	790,05 ± 79,82
		765,63 ± 72,92
		511,44 ± 65,73
Denizli	Çiçek	614,91 ± 60,84
		1285,45 ± 151,57
		935,80 ± 58,84
Manisa	Çiçek	1386,68 ± 84,64
		1431,87 ± 142,66
		738,20 ± 74,15
		714,80 ± 61,63
Aydın	Çam	840,97 ± 82,19
		802,67 ± 35,56
Aydın	Hayıt	772,04 ± 68,15
		730,54 ± 11,89
İzmir	Çiçek	690,43 ± 57,48
		659,92 ± 66,05
	Çam	686,84 ± 57,12
		410,43 ± 43,62
	Narenciye	656,48 ± 55,97
429,51 ± 18,75		

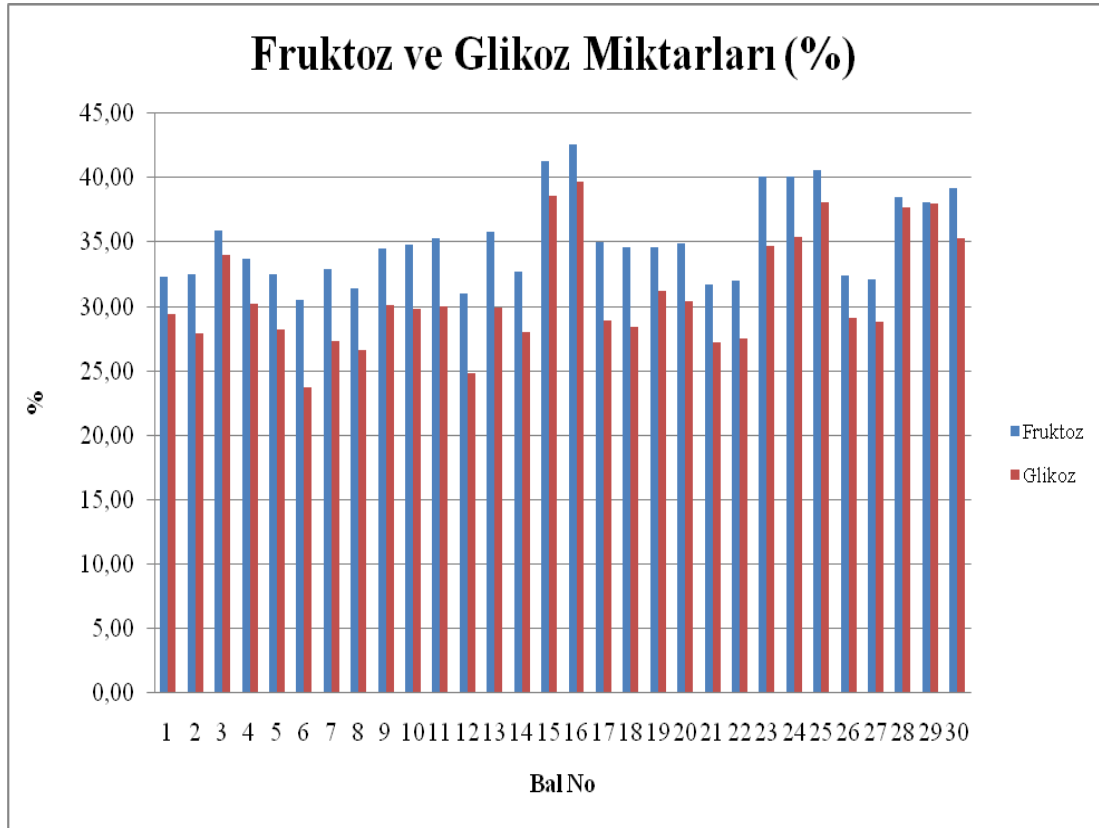
Çalışmanın sonucuna göre narenciye ballarının diğer ballara göre daha düşük protein miktarına sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, genel olarak çam balları çiçek ballarından daha fazla proteine sahipken Denizli ve Manisa ballarında çiçek balları çam ballarından daha yüksek protein miktarına sahiptir. Bu durumun Denizli ve Manisa'nın bitki florasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Şahinler (2001)'e göre, Hatay yöresi ballarında protein içeriği %0.33-%1.19 arasındadır. Haroun (2006) tarafından yapılan araştırma ise çam balında protein içeriğini, 717.00 mg/kg-1122.00 mg/kg arasında değiştiğini göstermektedir. Azerodo ve diğ (2002), yaptıkları araştırmaya göre, Brezilya ballarının protein değerlerinin %0.50 ile %1.2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

İstatistiki açıdan ballar arasında fark bulunmamıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, Horoun (2006)'un çalışmasında elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.7 Şeker Analizi

Çalışmadaki bal örneklerinin fruktoz miktarları %30.52-42.55, glikoz miktarları ise %23.68-39.67 arasında değişmektedir (Şekil 4.7). İllere ve orijinlere göre kıyaslandığında Manisa çam balları ortalama %31.88 fruktoz, %27.35 glikoz miktarlarıyla en az şeker miktarına sahipken, Aydın çiçek balları ortalama %40.59 fruktoz ve %38.05 glikoz miktarıyla en fazla şeker miktarına sahiptir (Tablo 4.7).



Şekil 4.7 : Bal örneklerinin fruktoz ve glikoz miktarları.

Tablo 4.7 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre fruktoz ve glikoz miktarları ve fruktoz+glikoz miktarı.

İl	Baskın Flora	Şeker (%)		
		Fruktoz	Glikoz	Fruktoz+Glikoz
Muğla	Çam	32,28 ± 0,39	29,39 ± 0,40	61,67
		32,49 ± 0,93	27,88 ± 0,68	60,37
		35,89 ± 1,38	34,04 ± 0,42	69,93
		33,71 ± 0,18	30,19 ± 0,14	63,90
		32,54 ± 0,27	28,19 ± 0,12	60,73
		30,52 ± 0,63	23,68 ± 1,30	54,20
		32,90 ± 1,27	27,32 ± 1,06	60,22
		31,39 ± 1,36	26,57 ± 0,95	57,96
		34,46 ± 1,25	30,07 ± 0,44	64,53
		34,76 ± 0,12	29,85 ± 0,14	64,61
		35,26 ± 0,30	30,02 ± 0,28	65,28
Denizli	Çam	31,00 ± 0,55	24,86 ± 0,57	55,86
		35,81 ± 0,11	29,95 ± 0,48	65,76
		32,74 ± 1,70	28,05 ± 0,59	60,79
Manisa	Çiçek	41,29 ± 1,05	38,64 ± 0,41	79,93
		42,55 ± 0,35	39,67 ± 0,39	82,22
		34,95 ± 0,27	28,91 ± 0,14	63,86
Aydın	Çiçek	34,61 ± 0,25	28,36 ± 0,30	62,97
		34,63 ± 0,42	31,24 ± 0,09	65,87
		34,90 ± 0,59	30,38 ± 0,24	65,28
		31,75 ± 1,38	27,22 ± 1,32	58,97
İzmir	Çam	32,02 ± 0,90	27,48 ± 0,10	59,50
		40,07 ± 0,10	34,74 ± 1,08	74,81
		40,09 ± 0,29	35,40 ± 0,09	75,49
İzmir	Çiçek	40,59 ± 0,50	38,05 ± 0,20	78,64
		32,39 ± 0,18	29,13 ± 0,08	61,52
		32,13 ± 0,10	28,80 ± 0,04	60,93
		38,53 ± 0,18	37,74 ± 0,55	76,27
		38,11 ± 0,33	37,98 ± 0,18	76,09
İzmir	Narenciye	39,22 ± 0,60	35,32 ± 0,15	74,54

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde çiçek ballarının fruktoz+glikoz miktarı en az %60 ve çam ballarında en az %45 olması gerektiği belirtilmektedir. Fruktoz/glikoz oranı ise çiçek balları için 0.9-1.4 arasında, çam balları için 1.0-1.4 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Bu çalışmada kullanılan tüm örneklerin şeker miktarları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde belirtilen sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Genel olarak çiçek balları çam ballarına kıyasla daha fazla şeker içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Monofloral çiçek balları olan hayıt ve narenciye ballarının da diğer heterofloral çiçek ballarıyla benzer şeker miktarına sahip olduğu ve çam ballarından daha fazla şekere sahip olduğu görülmüştür. İstatistiksel açıdan balların şeker miktarı arasında fark görülmemektedir.

Oddo ve diğ. (2004) Avrupa'daki salgı ballarında %28.7-36.2 fruktoz, %21.3-31.1 glikoz saptamıştır. Bu ballarda fruktoz ve glikoz toplamı %51.2-66.2, fruktoz/glikoz oranı 1.01-1.48 aralığında değişmektedir. Heredia ve diğ. (2003), Fas ballarında fruktoz ve glikoz miktarlarını sırası ile %32.13-43.07, %27.25-36.15 olarak belirlemişlerdir. İsrail'de yapılan bir çalışmada ballarda fruktoz+glikoz (invert şeker) miktarı %70.1-79.2 olarak bulunmuştur (Dag, 2005). Özdemir ve diğ. (2000) salgı ve çiçek ballarını ayırtetmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada fruktoz miktarını %39.42-42.20 ve glikoz miktarını %29.61-33.48 arasında bulmuşlardır. Şahinler ve diğ. (2000) Hatay yöresi yayla ballarında fruktoz+glikoz (invert şeker) miktarını %66.2, ayçiçek ballarında ise %69 olarak bulmuşlardır.

Çalışmada kullanılan ballardan elde edilen sonuçlarla diğer çalışmaların sonuçları paralel olarak görülmüştür.

4.8 HMF İçeriği

Ballardaki HMF içeriği 3.39-90.21 mg/kg arasında değişmektedir (Şekil 4.8). En düşük HMF içeriği ortalama 4.46 mg/kg ile İzmir çam ballarında bulunurken, en yüksek HMF içeriği ortalama 88.39 mg/kg ile Aydın Hayıt ballarında bulunmuştur (Tablo 4.8).

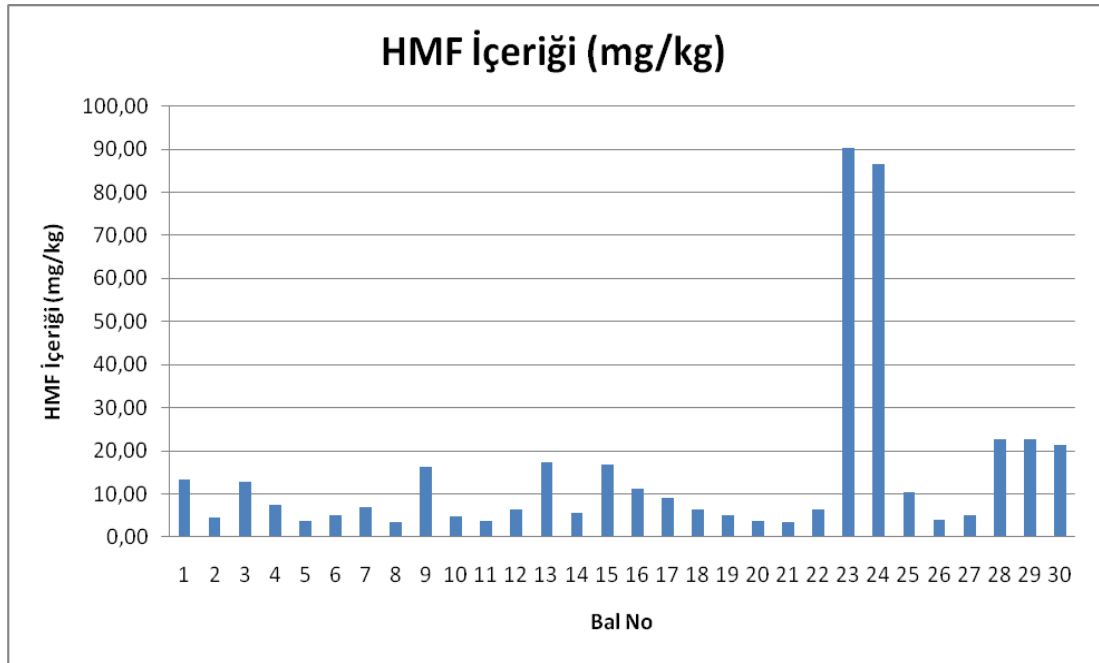
Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde ballarda bulunabilecek maksimum HMF değeri 40 mg/kg olarak belirtilmektedir. Hayıt balları haricindeki örneklerin tamamı maksimum değerinin altında yer alırken Aydın hayıt balları sınırın oldukça üzerinde bulunmuştur.

Tablo 4.8 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre HMF içeriği.

İl	Baskın Flora	HMF (mg/kg)
		Ortalama
Muğla	Çam	13,45 ± 1,72
		4,39 ± 0,23
		12,87 ± 1,50
		7,47 ± 0,60
		3,84 ± 0,43
		5,03 ± 0,38
		7,03 ± 0,75
		3,49 ± 0,23
		16,25 ± 0,17
		4,69 ± 0,45
Denizli	Çam	3,64 ± 0,36
		6,38 ± 0,23
		17,35 ± 1,33
Denizli	Çiçek	5,64 ± 0,31
		16,89 ± 1,43
		11,21 ± 1,19
Manisa	Çiçek	9,12 ± 1,42
		6,49 ± 0,61
		5,09 ± 0,45
		3,79 ± 0,35
Aydın	Çam	3,39 ± 0,31
		6,28 ± 1,20
		90,21 ± 1,15
Aydın	Hayıt	86,57 ± 3,78
		10,42 ± 0,17
İzmir	Çiçek	3,99 ± 0,38
		4,94 ± 0,01
	Narenciye	22,65 ± 0,43
		22,68 ± 0,99
		21,44 ± 0,21

Güney İspanya’da ticari olarak satılan ve ısıt işlem uygulanmayan 49 adet farklı bal örneğinde HMF miktarı 0.19-41.16 mg/kg aralığında bulunmuştur (Serrano ve diğ., 2006) ve HMF yüksekliğinin Güney İspanya’nın iklim koşullarından kaynaklandığı belirtilmiştir. HMF içeriğinin artmasına neden olabilecek iklime sahip Moracca’daki farklı tip ballarda HMF miktarı 3.8 ile 48.4 mg/kg arasında tespit edilmiştir (Terrab ve diğ., 2002). İrlanda ballarında HMF miktarının 0.4-37.3 mg/kg arasında değiştiği

ve ortalama 7.0 mg/kg olduğu bulunmuştur (Downey ve diğ, 2005). Brezilya piyasasında satışa sunulan farklı orjinli ballarda ortalama HMF miktarı 35.7 mg/kg olarak bildirilmiştir (Azeredo ve diğ, 2003). Merin ve diğ (1998), İsrail’de hasattan hemen sonraki 72 adet bal örneğinde HMF miktarını 0.32 ile 18 mg/kg arasında bulmuştur. Portekiz’in Luso bölgesi ballarında saptanan HMF miktarı ise ortalama 9.41 mg/kg’dır (Silva ve diğ, 2009). İpek (2012), Türkiye’deki bal örneklerinde yaptığı HMF analizinde bal örneklerine ait HMF miktarlarını 1.47-17.67 mg/kg aralığında bulmuştur.



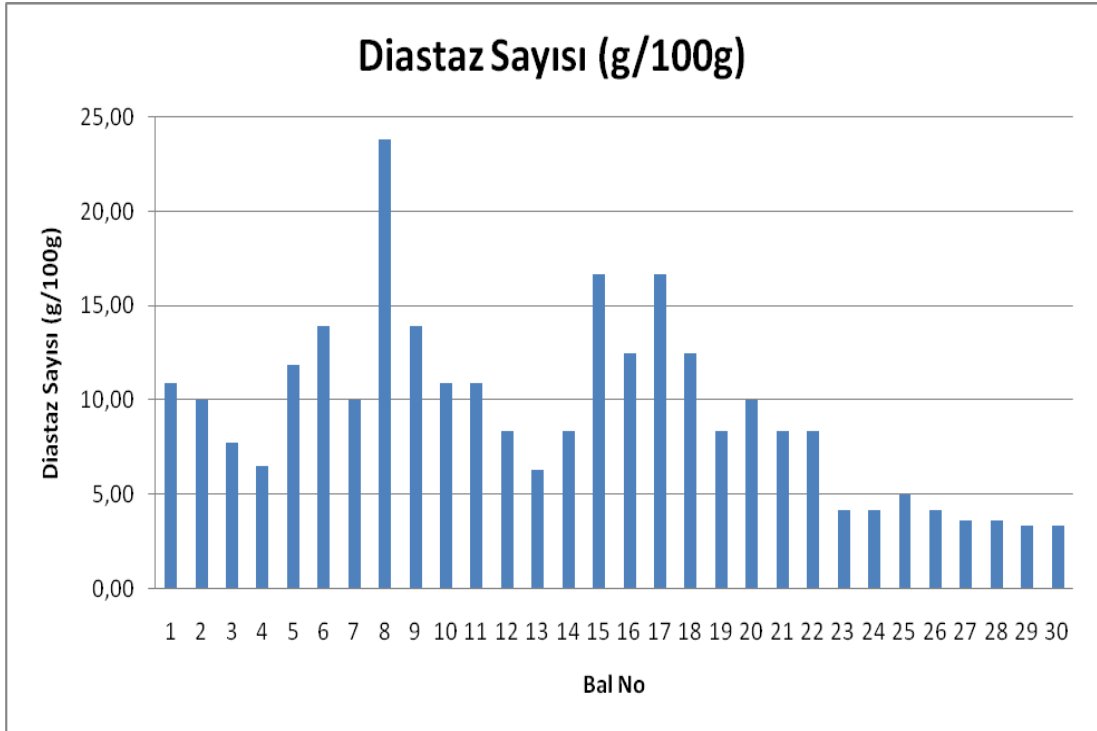
Şekil 4.8 : Bal örneklerinin HMF içeriği.

Çalışmada analizi yapılan balların HMF değerleri diğer çalışmalarla benzerlik göstermekle birlikte hayıt ballarının HMF içeriği oldukça yüksek bulunmuştur. Narenciye ballarının yapısında enzim miktarının doğal olarak az bulunması ve dolayısıyla HMF miktarının da az olması beklenmektedir fakat bu örneklerde HMF miktarı yüksek bulunmuştur. Tüm bal örneklerinin analizleri yapılmaya kadar oda sıcaklığında ve karanlık yerde aynı şartlar altında muhafaza edildiği göz önüne alındığında bu durumun, hayıt ballarının temin edilmeden önce ısıl işleme tabi tutulmuş olabileceği veya balın doğal yapısından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. İstatistiksel açıdan illerin anlamlı farklılıklara sahip olduğu görülmüştür.

4.9 Diastaz Sayısı

Bal örneklerinin diastaz sayısı 3.33-23.80 g/100g arasında değişmektedir (Şekil 4.9). En düşük Diastaz sayısı ortalama 3.33 g/100g ile narenciye ballarında, en yüksek diastaz sayısı ortalama 12.49 g/100g ile Denizli çiçek ballarında bulunmuştur (Tablo 4.9).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde çiçek ve salgı balları için diastaz sayısının en az 8 g/100g olması gerektiği belirtilmektedir. İzmir'den alınan çam ve çiçek balları, Aydın'dan alınan hayıt ve çiçek balları, Denizli'den alınan çam balı ve Muğla'dan alınan çam balı örneklerinden bazıları Tebliğ'de belirtilen minimum değerinin altında bulunmuştur. Narenciye ballarının yapısında enzim miktarı doğal olarak az bulunduğundan narenciye balı örneği tebliğ'de yer alan minimum değerinin üzerinde diastaz sayısına sahiptir.



Şekil 4.9 : Bal örneklerinin diastaz sayısı.

Şekil 4.10 : Tablo 4.9 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre diastaz sayıları.

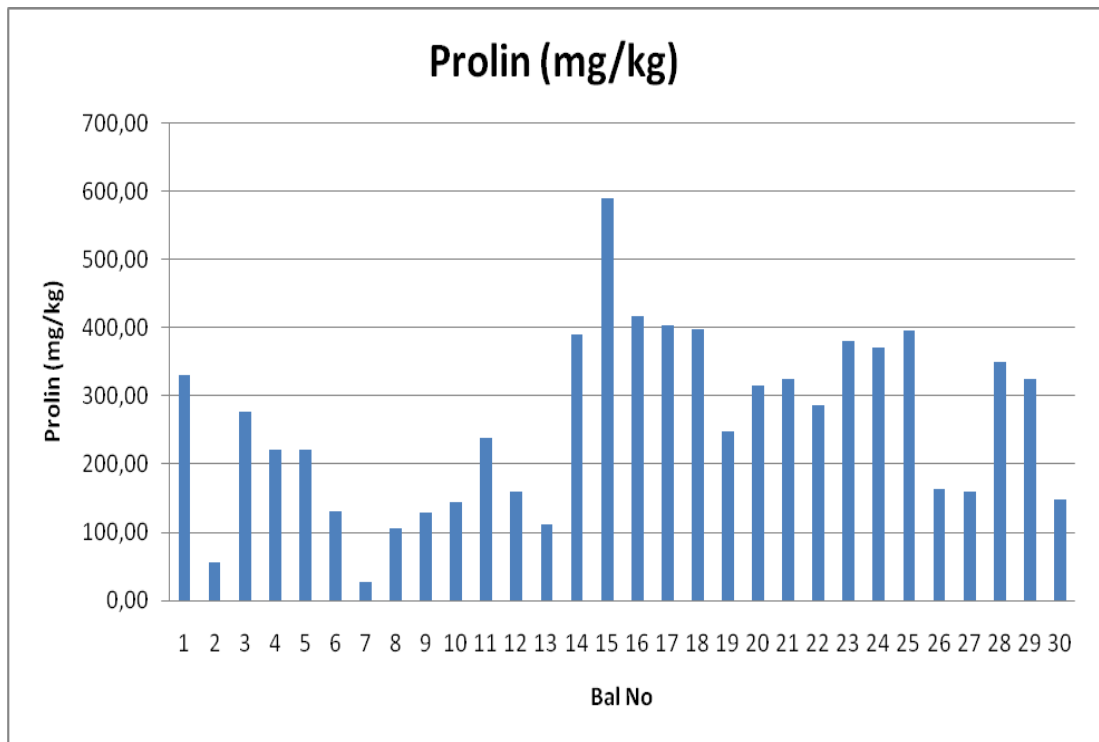
İl	Baskın Flora	Diastaz sayısı (g/100g)
		Ortalama
Muğla	Çam	10,87 ± 0,00
		10,02 ± 1,46
		7,72 ± 1,06
		6,49 ± 0,00
		11,87 ± 1,74
		13,89 ± 0,00
		10,02 ± 1,47
		23,80 ± 0,00
		13,89 ± 0,00
		10,86 ± 0,00
Denizli	Çam	10,87 ± 0,00
		8,33 ± 0,00
		6,25 ± 0,00
Manisa	Çiçek	8,33 ± 0,00
		16,65 ± 0,00
		12,50 ± 0,00
		16,66 ± 0,00
		12,50 ± 0,00
Aydın	Çam	8,33 ± 0,00
		8,33 ± 0,00
		10,00 ± 0,00
İzmir	Hayıt	4,17 ± 0,00
		4,17 ± 0,00
		5,00 ± 0,00
İzmir	Çiçek	4,17 ± 0,00
		3,61 ± 0,48
		3,61 ± 0,48
		3,33 ± 0,00
	Narenciye	3,33 ± 0,00

Şahinler ve diğ (2001), Hatay bölgesindeki ballardan yaptığı analizlerde bal örneklerinin diastaz sayısını ortalama 17.9 g/100g olarak bulmuştur. Yılmaz (2000), Güneydoğu Anadolu bölgesinin çeşitli illerinde topladığı ballarda yaptığı diastaz sayısı analizine göre bal örneklerinin diastaz sayıları 10.2-30.2 g/100g aralığında bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan 30 bal örneğinin 10 tanesinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde yer alan minimum diastaz sayısının altında olduğu görülmektedir. Diğer çalışmalarla kıyaslandığında çalışmada kullanılan örneklerin diastaz sayılarının daha düşük olduğu görülmüştür. İstatistiki olarak aynı ilden alınan örneklerin diastaz sayıları arasında fark gözlenmezken, iller arası kıyaslamada anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür.

4.10 Prolin

Örneklerin prolin miktarları 27.41-590.78 mg/kg arasında değişmektedir (Şekil 4.10). En düşük prolin miktarına sahip ballar ortalama 111.66 mg/kg ile Denizli çam balları iken en yüksek prolin miktarına sahip ballar ortalama 465.86 mg/kg ile Denizli çiçek ballarıdır (Tablo 4.10).



Şekil 4.11 : Bal örneklerinin prolin miktarları.

Tablo 4.10 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre prolin miktarları.

İl	Baskın Flora	Prolin (mg/kg)
		Ortalama
Muğla	Çam	330,16 ± 3,52
		55,84 ± 8,16
		277,56 ± 3,26
		221,33 ± 4,06
		220,36 ± 21,40
		129,95 ± 15,51
		27,41 ± 2,67
		105,57 ± 8,29
		129,02 ± 7,12
		143,83 ± 13,38
Denizli	Çam	238,40 ± 20,51
		159,36 ± 9,69
		111,66 ± 10,92
Denizli	Çiçek	389,26 ± 12,11
		590,78 ± 28,81
		417,53 ± 17,29
Manisa	Çiçek	403,32 ± 7,34
		398,06 ± 40,73
		248,64 ± 19,60
		316,02 ± 4,10
Aydın	Çam	325,42 ± 12,90
		285,68 ± 11,76
		381,40 ± 24,05
Aydın	Hayıt	370,98 ± 29,47
		396,81 ± 1,02
İzmir	Çam	162,78 ± 3,84
		158,75 ± 3,10
	Çiçek	350,13 ± 7,10
		323,88 ± 7,34
	Narenciye	147,43 ± 2,11

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde çiçek ve salgı balları için prolin miktarının en az 300 mg/kg olması gerektiği belirtilmektedir. Narenciye balları için bu değer 180 mg/kg olarak belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan Muğla çam balları, Denizli çam balı, İzmir çam ve narenciye balları Tebliğde yer alan minimum değerinin altında bulunmuştur.

Yılmaz (2000), Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden topladığı ballar üzerine yaptığı çalışmada prolin değerini 300-860 mg/kg arasında bulmuştur. Oddo ve diğ, (2004) Avrupa'daki salgı ballarında prolin miktarını ortalama 468 mg/kg olarak saptamıştır. Heredia ve diğ (2003), Fas ballarında yaptıkları bir araştırmada prolin değerlerini 315.9-770 mg/kg olarak bulmuşlardır. Burkino Faso balları üzerine yapılan bir araştırmada, prolin değeri 437.8-2169.4 mg/kg arasında saptanmıştır (Meda ve diğ, 2005). Bilgen Çınar (2010), Türk çam ballarında yaptığı analizlerde prolin miktarını 569.41-653.83 mg/kg aralığında bulmuştur.

Çalışmada kullanılan bal örneklerinden 17 tanesi Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde yer alan minimum prolin miktarının altında bulunmuştur. Çalışma sonuçları Ege Bölgesi ballarının prolin miktarlarının diğer çalışmalara göre daha düşük olduğunu göstermiştir. İstatistiki açıdan illere ve orijine göre bal örneklerinin aralarında anlamlı sonuçlar bulunamamıştır.

4.11 Toplam Fenolik Madde

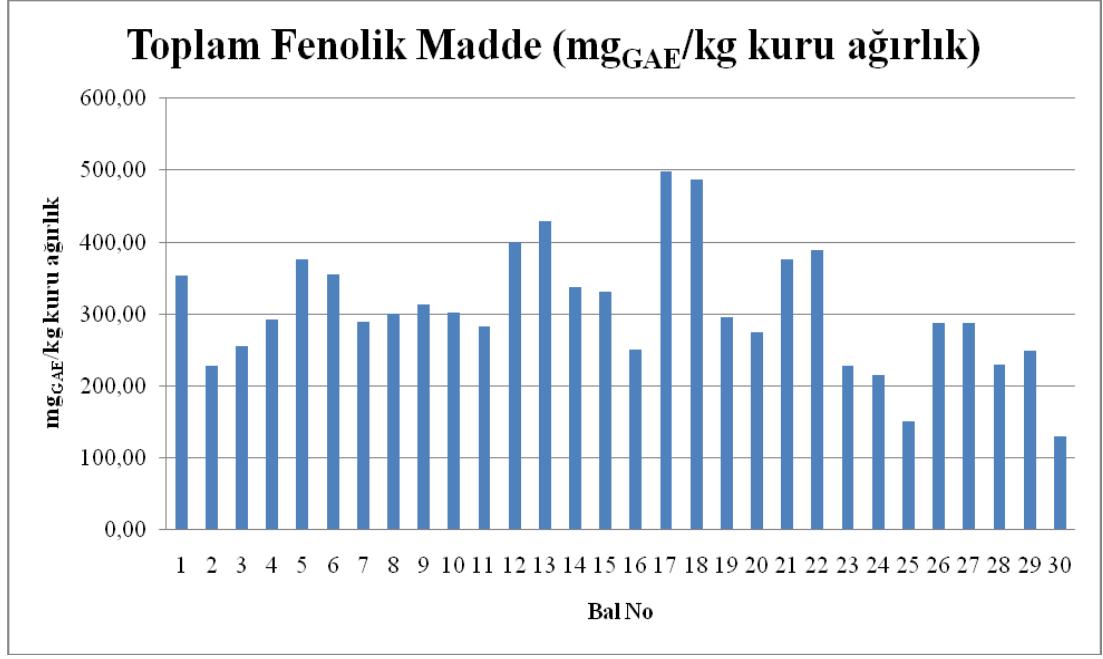
Toplam fenolik madde analizi sonucunda örneklerin toplam fenolik madde içerikleri 130.37-498.01 mg/kg kuru ağırlık arasında değişmektedir (Şekil 4.11). En az toplam fenolik madde içeriğine sahip örnek ortalama 130.37 mg/kg ile Narenciye balı iken en fazla toplam fenolik madde içeriği ortalama 429.46 mg/kg ile Denizli'den temin edilen çam balı örneğine aittir (Tablo 4.11).

Sanz ve diğ, (2005)'e göre İspanya ballarında toplam polifenol içeriği ortalama 780 mg/kg'dır. Malezya'da yapılan bir çalışmada toplam polifenol içeriğinin en yüksek tualang balında (840 mg/kg GAE) ve en düşük ananas balında (280 mg/kg GAE) olduğu belirlenmiştir (Halim ve diğ, 2011). Facino ve diğ (2005), farklı orijinlere sahip ballarda yaptıkları analizlerinde toplam fenolik madde içeriğinin en yüksek kocayemiş balında, en düşük ise karahindiba çiçeği balında olduğu ve 52-789 mg/kg GAE arasında değiştiğini göstermişlerdir. Sharma ve diğ (2010), Hindistan ballarında yaptıkları bir araştırmada örneklerin toplam fenolik madde içeriklerini 470-980 mg/kg GAE olarak bulmuştur. Gündoğan (2009)'ın yaptığı çalışmada Muğla çam balı toplam fenol içeriği 3.15-6.40 mg/g aralığında değişmektedir. Wilczynska (2010), Polonya ballarında toplam fenolik madde içeriğini 175.7-1895.2 mg/kg aralığında bulmuştur.

Tablo 4.11 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre toplam fenolik madde içerikleri.

İl	Baskın Flora	Toplam Fenolik Madde (mg _{GAE} /kg kuru ağırlık)
		Ortalama
Muğla	Çam	353,70 ± 14,92
		228,64 ± 16,04
		256,02 ± 25,14
		292,52 ± 24,26
		375,56 ± 10,96
		355,36 ± 14,92
		288,93 ± 7,29
		300,89 ± 7,34
		313,50 ± 20,54
		302,79 ± 5,99
Denizli	Çam	283,37 ± 7,63
		400,31 ± 27,18
		429,46 ± 8,49
Denizli	Çiçek	337,43 ± 19,23
		330,55 ± 24,84
		250,34 ± 7,50
Manisa	Çiçek	498,01 ± 14,22
		486,29 ± 23,13
		295,66 ± 9,55
		274,85 ± 16,05
Aydın	Çam	376,55 ± 10,71
		388,70 ± 28,96
		227,75 ± 22,15
Aydın	Hayıt	214,79 ± 6,84
		150,93 ± 18,22
İzmir	Çiçek	287,63 ± 2,62
		288,00 ± 8,06
	Çam	229,04 ± 7,96
		248,91 ± 9,01
İzmir	Narenciye	130,37 ± 4,66

Çalışmadan elde edilen toplam fenolik madde analizi sonuçları, Sanz ve diğ (2005), Halim ve diğ (2011), Facino ve diğ (2005), Wilczynska (2010) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. İstatistiki olarak aynı ilden alınan örneklerin toplam fenolik madde içerikleri arasında fark gözlenmezken, iller arası kıyaslamada anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür.

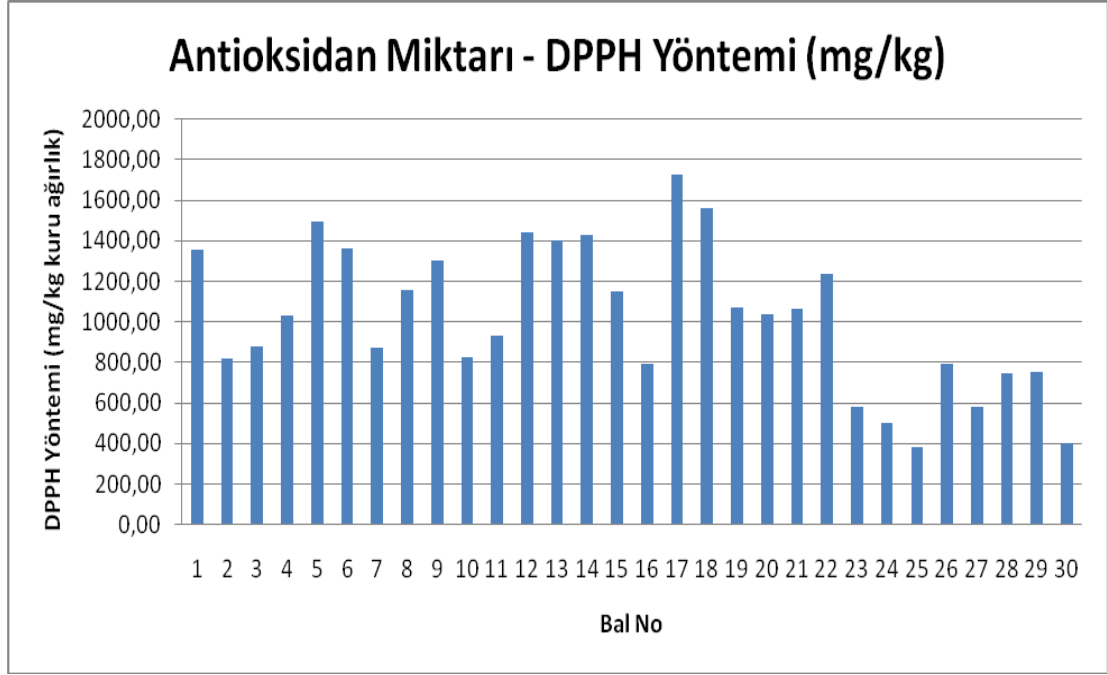


Şekil 4.12 : Bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri.

4.12 Antioksidan Aktivite

Örneklerin antioksidan içeriklerini belirlemede iki yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler, DPPH ve FRAP yöntemleridir. DPPH yöntemine göre bal örneklerinin antioksidan içeriği 380.29-1724.01 mg/kg arasında değişmektedir (Şekil 4.12). En yüksek değer ortalama 1404.66 mg/kg ile Denizli çam balı iken en düşük değer ortalama 380.29 mg/kg ile Aydın çiçek balı örneklerine aittir (Tablo 4.12). Narenciye balı, Aydın çiçek balına yakın antioksidan değerine sahiptir. Diğer balların antioksidan içerikleri Narenciye ve Aydın çiçek balından daha yüksek bulunmuştur.

FRAP yöntemine göre bal örnekleri 59.34-2162.07 mg/kg antioksidan içeriğine sahiptir (Şekil 4.13). En yüksek değer ortalama 2096.24 mg/kg ile İzmir çam balı örneklerinde iken en düşük değer ortalama 72.59 mg/kg ile İzmir narenciye bal örneğine aittir.

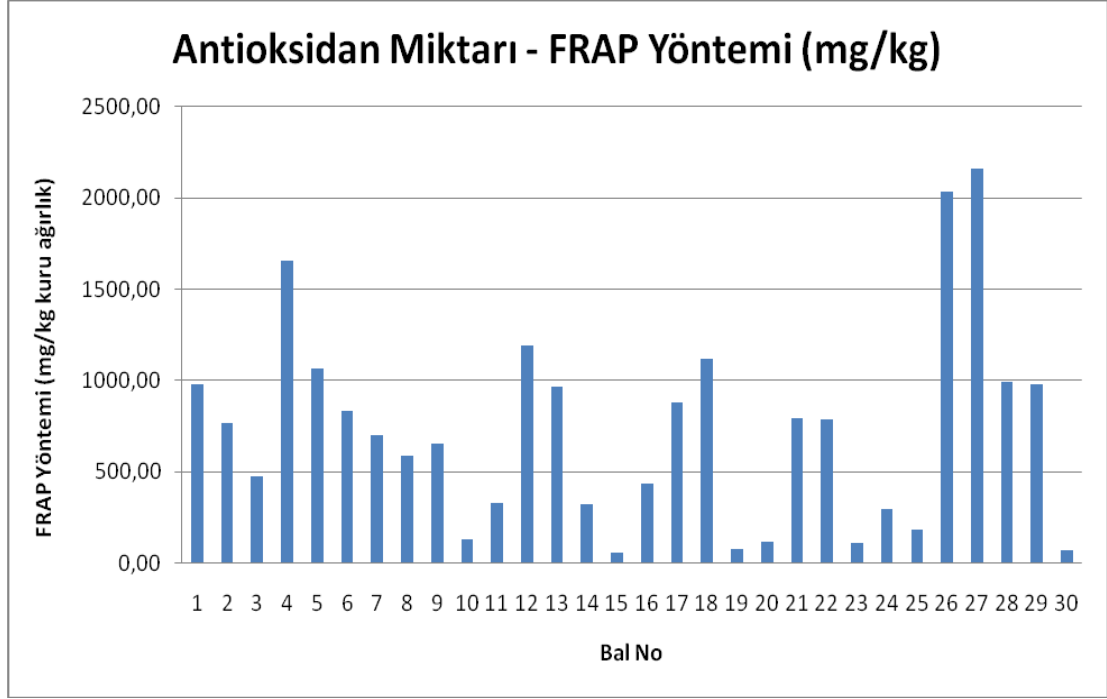


Şekil 4.13 : Bal örneklerinin DPPH yöntemi antioksidan miktarları.

Malezya’da yapılan bir çalışmada DPPH yöntemine göre antioksidan aktivitesinin en yüksek tualang balında (5.80 mg/ml), en düşük ananas balında (10.86 mg/ml), FRAP metoduna göre antioksidan aktivitesinin de gene en yüksek tualang balında (1.22 $\mu\text{mol Fe(II)/g}$) ve en düşük ananas balında (0.48 $\mu\text{mol Fe(II)/g}$) olduğu tespit edilmiştir (Halim ve diğ, 2011). Haroun (2006) tarafından çam ballarında belirlenen antioksidan aktivite 20.94-35.87 GAE/100g arasında bulunmaktadır. Sharma ve diğ (2010), Hindistan ballarında yaptıkları bir araştırmada örneklerin FRAP değerini 0.38-0.59 $\mu\text{mol Fe(II)/g}$, ve DPPH yönteminde ise %44-71 arasında tespit etmişlerdir. Facino ve diğ (2005), FRAP değerine en düşük (1501 $\mu\text{M Fe(II)}$) kocayemiş balının, en yüksek (72.8 $\mu\text{M Fe(II)}$) üçgül balının sahip olduğu, DPPH radikal temizleme aktivitesine ise en düşük (47.62 mg/ml) karahindiba çiçeği balının, en yüksek (1.63 mg/ml) kocayemiş balının sahip olduğu belirlenmiştir. Burkino Faso balları üzerine yapılan bir araştırmada antioksidan aktivitesini belirlemek üzere yapılan analizlerde, DPPH radikal temizleme aktivitesi en yüksek (29.13 mg/ml) multifloral kaynaklı balda, en düşük (1.37 mg/ml) *Vitellaria* balında tespit edilmiştir (Meda ve diğ, 2005). Gasic ve diğ (2014), Sırbistan ballarında antioksidan miktarını DPPH yöntemiyle %1.31-25.61 bulmuşlardır.

Tablo 4.12 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre antioksidan miktarları.

İl	Baskın Flora	Antioksidan Miktarı (mg _{trolox} /kg kuru ağırlık)	
		DPPH	FRAP
Muğla	Çam	1352,76 ± 195,89	976,32 ± 125,14
		815,59 ± 102,21	763,10 ± 21,11
		878,97 ± 80,10	477,69 ± 25,18
		1031,65 ± 125,74	1656,31 ± 171,40
		1491,94 ± 167,03	1066,54 ± 13,07
		1360,23 ± 109,05	831,51 ± 76,89
		873,34 ± 44,04	697,25 ± 59,57
		1154,99 ± 99,96	589,01 ± 80,73
		1304,37 ± 136,06	650,26 ± 79,29
		823,78 ± 85,67	131,31 ± 51,59
Denizli	Çam	930,06 ± 84,52	328,76 ± 36,24
		1444,45 ± 113,58	1191,43 ± 72,57
		1404,66 ± 138,55	962,75 ± 25,93
		1425,96 ± 169,99	320,00 ± 30,69
Manisa	Çiçek	1146,65 ± 152,58	59,34 ± 2,57
		795,38 ± 73,26	436,96 ± 53,70
		1724,01 ± 123,88	879,36 ± 187,45
		1557,91 ± 104,93	1115,51 ± 109,41
Aydın	Hayıt	1073,56 ± 105,59	78,56 ± 38,38
		1039,45 ± 86,57	118,99 ± 22,59
İzmir	Çam	1066,72 ± 104,22	790,95 ± 81,76
		1235,69 ± 227,11	784,02 ± 96,70
İzmir	Çiçek	581,40 ± 47,52	106,29 ± 22,45
		500,57 ± 55,65	294,50 ± 32,84
İzmir	Narenciye	380,29 ± 47,61	183,16 ± 11,53
		789,06 ± 79,26	2030,41 ± 125,36
		577,06 ± 35,05	2162,07 ± 185,54
İzmir	Çiçek	744,85 ± 49,37	988,69 ± 109,55
		755,21 ± 81,13	979,74 ± 80,42
İzmir	Narenciye	399,39 ± 36,15	72,59 ± 9,77



Şekil 4.14 : Bal örneklerinin FRAP yöntemi antioksidan miktarları.

Çalışma sonuçları diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Antioksidan içeriğini belirlemede kullanılan iki farklı yöntemden elde edilen sonuçlar benzerlik göstermekle birlikte farklılıklar bulunmaktadır. Genel olarak narenciye balı örneğinin diğer bal örneklerine kıyasla daha düşük antioksidan içeriğe sahip olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak aynı orijine sahip ballarda iller arası kıyaslamada fark görülmemiştir.

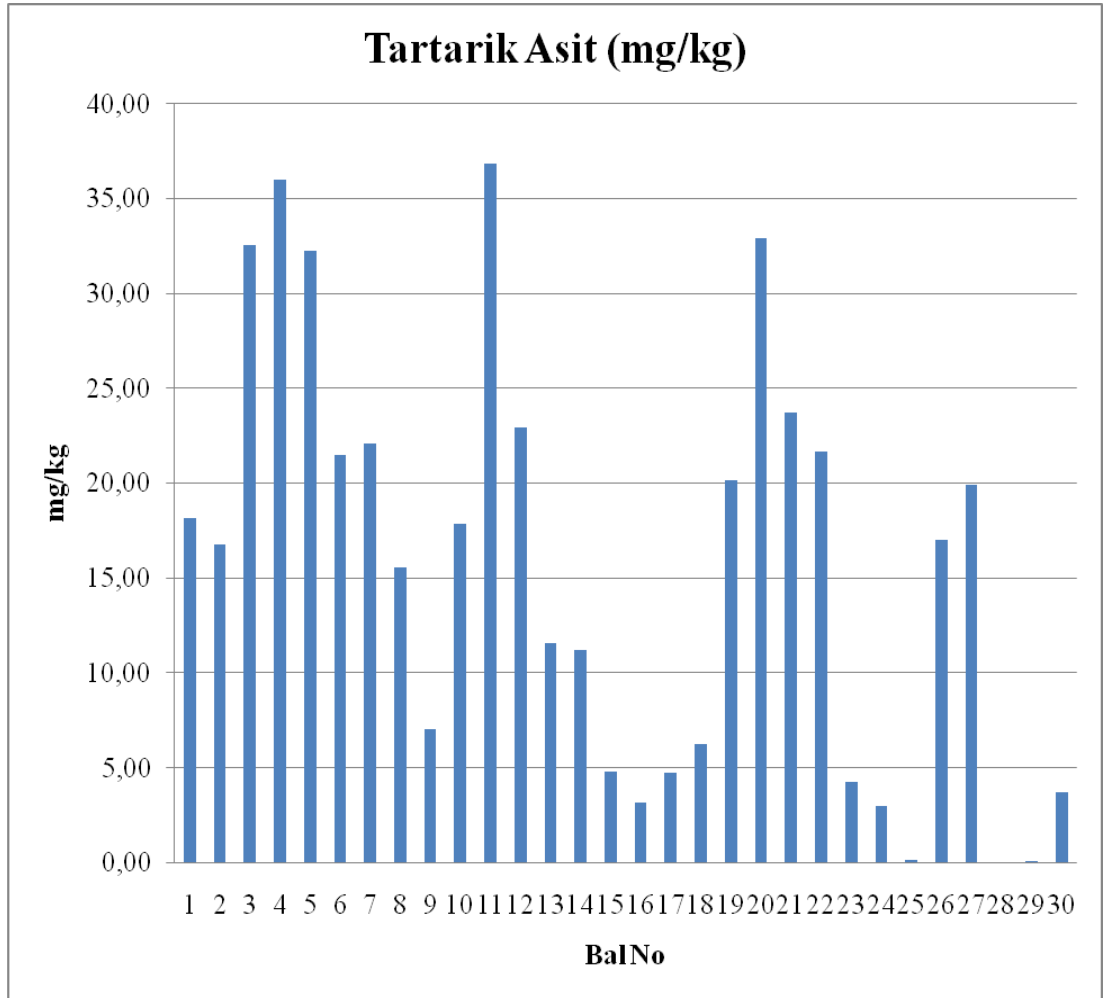
4.13 Organik asit içeriği

Çalışmada analizi yapılan organik asitler sırasıyla şöyledir; Tartarik asit, malik asit, sitrik asit ve suksinik asit. Bal örneklerinin tartarik asit, malik asit, sitrik asit ve suksinik asit içerikleri sırasıyla 0.03-36.82, 7.62-76.62, 9.17-395.71 ve 18.40-1314.48 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17). Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre organik asit kromatogramları Ek A'da görülmektedir.

Tartarik asit içeriği bakımından İzmir çiçek bal örnekleri ortalama 0.02 mg/kg ile en düşük değere sahipken 22.70 mg/kg ile Manisa çam balı örnekleri en yüksek içeriğe sahiptir. Çam balı örnekleri çiçek balı örneklerinden daha fazla tartarik asit

içermektedir. İzmir çiçek balı örneklerinden bir tanesinde tartarik asit tespit edilememiştir (Tablo 4.13). İzmir çiçek ballarında tartarik asitin tespit edilememiş ve ya çok düşük miktarlarda bulunmuş olması ile ilgili bu balların tağışlı bal olabileceği düşünölmektedir.

Malik asit içeriği bakımından İzmir çiçek balları 76.60 mg/kg ortalama ile en yüksek değere sahipken Aydın hayıt balı örnekleri 7.62 mg/kg ortalama değeri ile en düşük malik asit içeriğine sahiptir. Çam balı örneklerinin hiç birinde malik asite rastlanmamıştır. Ayrıca Denizli çiçek balı örneklerinden iki tanesinde malik asite rastlanmamıştır (Tablo 4.13).

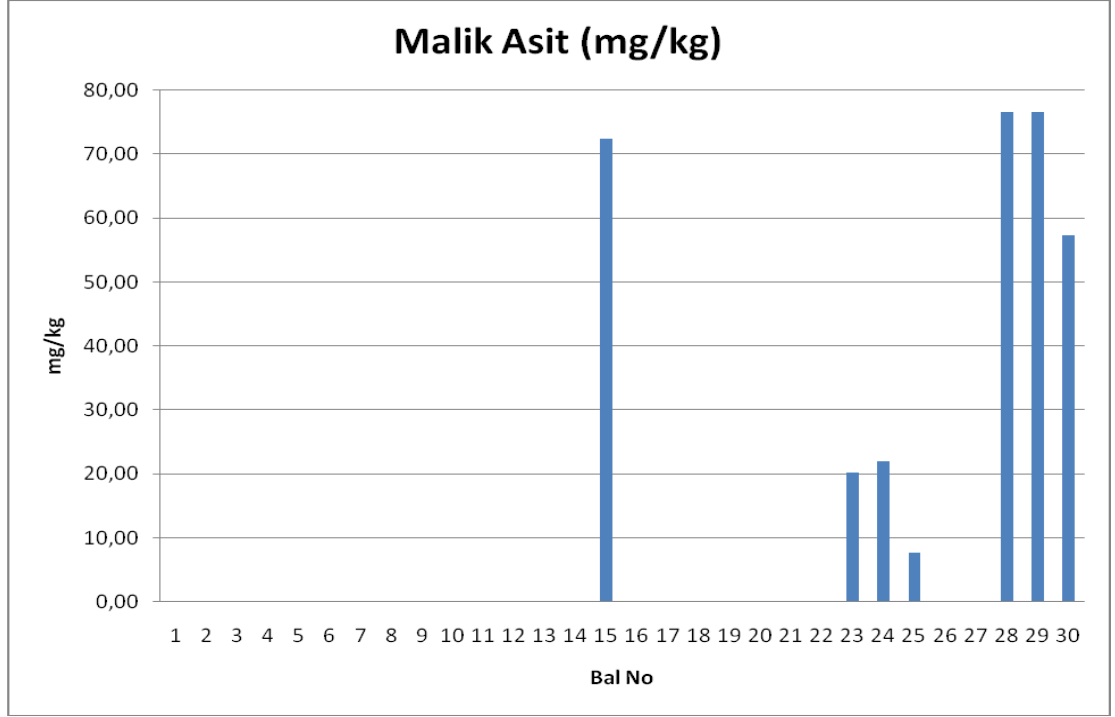


Şekil 4.15 : Bal örneklerinin tartarik asit miktarları.

Tablo 4.13 : Bal örneklerinin illere ve baskın floraya göre organik asit miktarları.

İl	Baskın Flora	Organik Asit (mg/kg)			
		Tartarik Asit	Malik Asit	Sitrik Asit	Suksinik Asit
Muğla	Çam	18,17 ± 0,26	TE*	100,88 ± 2,77	458,84 ± 15,31
		16,74 ± 0,67	TE*	51,48 ± 2,59	922,04 ± 2,94
		32,52 ± 0,08	TE*	40,59 ± 0,23	480,77 ± 4,05
		35,97 ± 0,35	TE*	45,46 ± 0,64	527,48 ± 24,06
		32,24 ± 0,03	TE*	TE*	299,69 ± 10,62
		21,49 ± 0,62	TE*	90,12 ± 1,28	744,74 ± 7,51
		22,10 ± 0,37	TE*	0,00 ± 0,00	92,44 ± 4,09
		15,55 ± 0,25	TE*	61,83 ± 0,06	80,39 ± 0,38
		7,05 ± 0,30	TE*	10,61 ± 0,52	398,62 ± 13,54
		17,84 ± 0,30	TE*	56,48 ± 1,70	551,63 ± 1,39
		36,82 ± 0,17	TE*	38,72 ± 0,26	444,68 ± 6,43
		22,96 ± 0,56	TE*	81,01 ± 0,64	808,51 ± 2,38
Denizli	Çam	11,56 ± 0,07	TE*	29,56 ± 1,26	289,93 ± 1,56
	Çiçek	11,18 ± 0,40	TE*	395,71 ± 1,79	326,24 ± 11,02
		4,77 ± 0,18	72,44 ± 1,06	26,78 ± 1,26	118,65 ± 1,08
Manisa	Çiçek	3,14 ± 0,13	TE*	33,74 ± 0,71	98,15 ± 0,86
		4,71 ± 0,09	TE*	TE*	346,02 ± 3,05
		6,25 ± 0,00	TE*	15,35 ± 0,04	297,66 ± 2,38
	Çam	20,15 ± 0,42	TE*	71,46 ± 0,45	359,32 ± 14,38
		32,88 ± 0,29	TE*	88,32 ± 0,37	445,75 ± 7,38
		23,74 ± 0,16	TE*	110,12 ± 0,53	1314,48 ± 7,93
Aydın	Hayıt	21,65 ± 0,95	TE*	95,69 ± 2,10	1132,42 ± 19,47
		4,23 ± 0,18	20,25 ± 0,37	9,17 ± 0,30	18,40 ± 0,92
	2,99 ± 0,11	21,95 ± 0,35	16,11 ± 0,64	32,44 ± 1,17	
İzmir	Çiçek	0,11 ± 0,00	7,62 ± 0,16	12,86 ± 0,11	44,65 ± 1,48
	Çam	17,03 ± 0,11	TE*	85,15 ± 3,12	498,77 ± 3,80
		19,89 ± 0,85	TE*	89,20 ± 0,81	527,88 ± 1,05
	Çiçek	TE*	76,62 ± 0,72	14,72 ± 0,52	77,19 ± 3,54
		0,03 ± 0,00	76,59 ± 0,47	15,63 ± 0,36	79,48 ± 1,71
Narenciye	3,71 ± 0,11	57,35 ± 1,87	23,17 ± 0,22	53,93 ± 0,50	

TE*: Tespit edilemedi.



Şekil 4.16 : Bal örneklerinin malik asit miktarları.

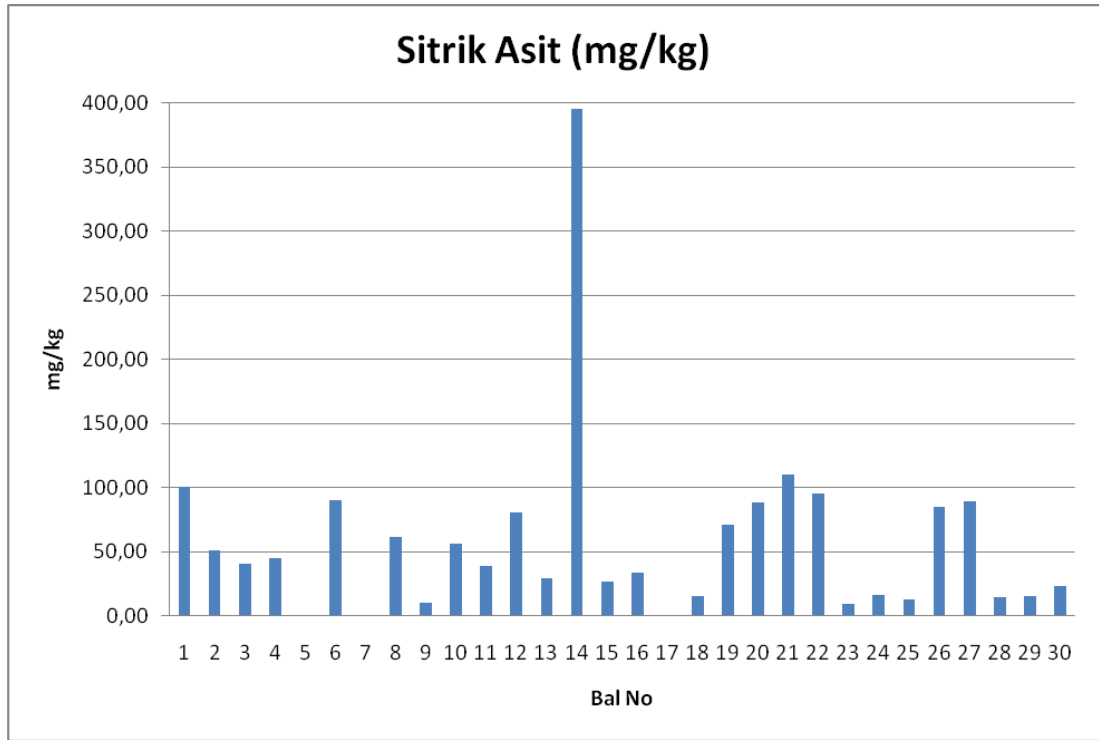
Bal örneklerinde en yüksek sitrik asit içeriğine sahip örnekler ortalama 152.08 mg/kg ile Denizli çiçek balı örnekleridir. En düşük sitrik asit içeriğine sahip olan örnekler ise ortalama 12.64 mg/kg ile Aydın hayıt bal örnekleridir. Muğla çam balı örneklerinin iki tanesinde ve Manisa çiçek bal örneklerinin bir tanesinde sitrik asit tespit edilememiştir (Tablo 4.14). Çam balı örneklerinin sitrik asit miktarı çiçek balı örneklerinden fazladır fakat Denizli ballarında bu durum tam tersidir. Bu durumun Denizli bitki florasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Suksinik asit miktarı bakımından Manisa çam balı örnekleri ortalama 1223.45 mg/kg ile en yüksek değere sahipken Aydın hayıt balı örnekleri ortalama 25.42 mg/kg ile en düşük suksinik asit miktarına sahip olduğu görülmüştür (Tablo 4.14). Çam balı örneklerinin çiçek balı örneklerinden fazla suksinik asit miktarına sahip olduğu görülmüştür.

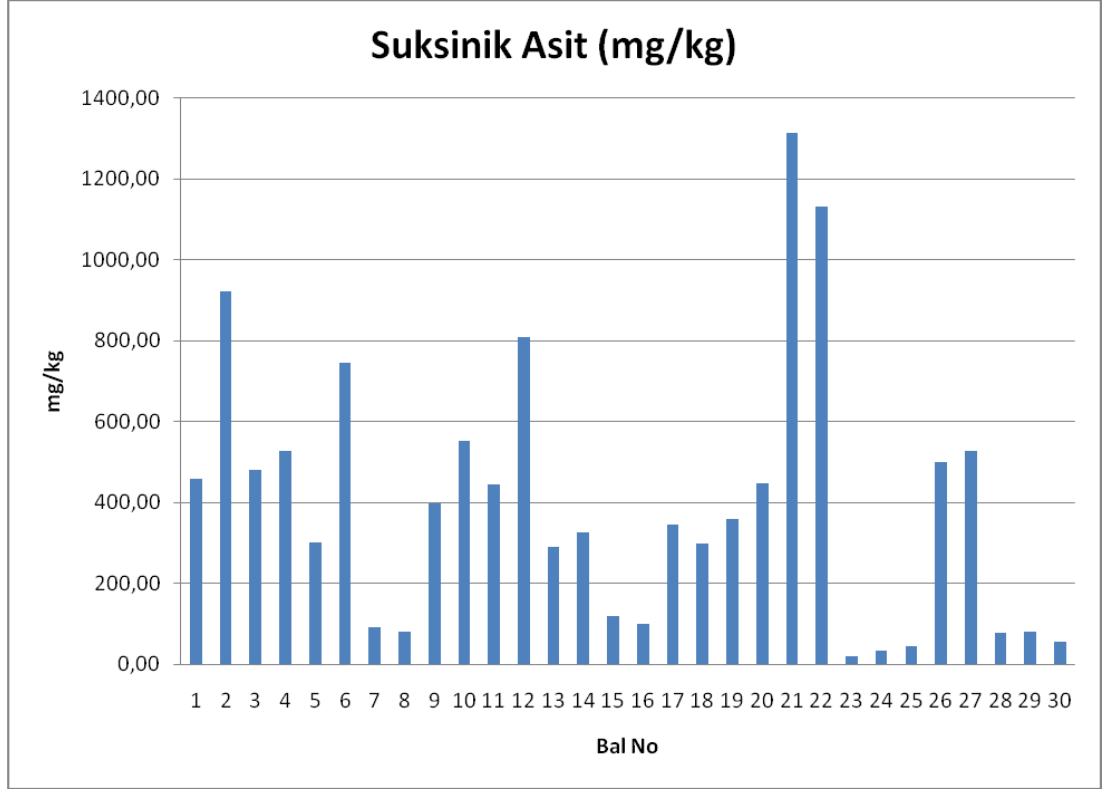
Genel olarak organik asit içeriği bakımından en yüksek değere sahip balların Manisa çam balı örneklerine ait olduğu, en düşük organik asit içeriğinin ise Aydın hayıt bal örnekleri olduğu görülmüştür.

Cherchi ve diğ (1994) yaptıkları çalışmada farklı orijinlere sahip bal örneklerinin glukonik asit, piruvik asit, malik asit, sitrik asit, suksinik asit ve fumarik asit

miktarına bakmış ve organik asitleri sırasıyla 2.0-11.6 g/kg, 8.9-67.7, 68.6-144.9, 64.0-159.9, 12.0-47.9 ve 0.5-2.6 mg/kg aralığında bulmuşlardır. Suarez-Luque ve diğ (2002) İspanya'nın kuzeybatı bölgesinden topladıkları kestane, ökaliptus, üçgül ve karışık çiçek ballarının organik asit içeriğine bakmışlar ve 13-434 mg/kg malik asit, 0.12-4.67 mg/kg maleik asit, 20-394 mg/kg sitrik asit, 12-759 mg/kg suksinik asit ve 0.04-7.29 mg/kg fumarik asit tespit etmişlerdir. Üçgül balında malik ve suksinik asit tespit edilmemiştir. Yapılan bir başka çalışmada farklı orijine sahip ballarda sitrik, pirüvik, galaktronik, glukonik, malik, sitramalik, kinik, suksinik, fumarik ve formik asit içeriğine bakılmış ve organik asit içeriklerinin 5-4933 mg/kg aralığında değiştiğini bildirmişlerdir (Nozal ve diğ, 1998).



Şekil 4.17 : Bal örneklerinin sitrik asit miktarları.



Şekil 4.18 : Bal örneklerinin suksinik asit miktarları.

Çalışmadaki bal örneklerinin organik asit içerikleri genel olarak diğer çalışmalarla benzerlik göstermekle birlikte bazı farklılıklar bulunmaktadır. Çalışmada malik asit içeriği Cherchi ve diğ (1994) ve Suarez-Luque ve diğ (2002) çalışmalarındaki sonuçlardan daha az bulunmuş, Nozal ve diğ (1998) çalışmasıyla benzerlik göstermiştir. Suksinik asit içeriği bakımından Cherchi ve diğ (1994) çalışmasından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. İstatistiki olarak aynı orijine sahip örneklerin organik asit içerikleri arasında fark gözlenmemiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nin 5 ilinden toplanan çam, çiçek, hayıt ve narenciye ballarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek birbiriyle kıyaslaması yapılmıştır.

Yapılan çalışmada çam, çiçek, hayıt ve narenciye bal örneklerinden elde edilen nem, kül, serbest asitlik ve şeker içeriği sonuçları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58) ve Türk Standartları Enstitüsü Bal Standardı'na (TS 3036) uygun olduğu görülmüştür.

Bal örneklerinin HMF, diastaz sayısı ve prolin değerlerinin tebliğe uygun olmadığı görülmüştür.

Crane (1975)'e göre çam ballarının kül içerikleri diğer ballara göre daha fazladır. Ayrıca balın rengi ile kül miktarı arasında da bir ilişki bulunmaktadır. Koyu renkli balların kül içeriklerinin daha fazla olduğu belirtilmektedir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında koyu renge sahip balların kül miktarlarının daha fazla olduğu görülmüştür. Çam ballarının çiçek, hayıt ve narenciye ballarına göre daha fazla kül içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Kül miktarının fazla oluşu baldaki mineral maddelerin fazlalığıyla da ilişkilidir.

Bal örneklerinin serbest asitlik değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu görülmüştür. Örneklerin serbest asitlik ve pH değerleri yapılan diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Balın şeker oranı orijin belirlemede önemli kriterlerden biridir. Balın bileşiminin önemli bir bölümünü şekerler oluşturur ve fruktoz ve glikoz balda en çok bulunan şekerlerdendir. Çalışma sonuçlarına göre fruktoz miktarı %30.52-42.55 arasında, glikoz miktarı ise %23.68-39.67 aralığındadır. Fruktoz+Glikoz miktarının salgı ballarında nektar ballarına göre daha düşük olduğu belirtilmiştir (Ivanov, 2008). Bu nedenle çam ballarının karakterizasyonu için önemli bir kriter olan fruktoz+glukoz değeri bu çalışmada çam balları için diğer ballara göre daha düşük çıkmıştır. Bal örneklerinin fruktoz/glikoz oranı bakımından Tebliğ'e uygun olduğu görülmüştür.

Bu çalışmadan elde edilen şeker sonuçları diğer çalışmalarda elde edilenlerle benzerlik göstermektedir.

Balda diastaz kaybı istenmeyen kalite kriterlerinden olmakla beraber diastaz sayısının yüksek olması da istenmeyen bir durumdur. Balda yüksek düzeyde diastaz bulunması, yüksek asit oluşumuna dolayısıyla fermentasyona neden olduğu belirtilmektedir (Crane, 1975). Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre Ege Bölgesi ballarının diastaz sayıları düşüktür. Özellikle hayıt balı örneklerinin Tebliğde yer alan sınırlara uygun olmadığı görülmüştür. Bazı çam ve çiçek ballarının da diastaz sayılarının uygun olmadığı görülmüştür.

Baldaki prolin miktarı arıya bağlı olan diğer bileşenlerle birlikte, sakkaraz ve glikozoksidaz aktiviteleri gibi balın olgunluk düzeyini yansıtan bir indikatördür (Hermosin ve diğ, 2003). Prolin, nektarın bala dönüşmesi sırasında arı tarafından bala katılan tek aminoasittir. Prolin içeriği bal çeşitleri arasında oldukça farklılık göstermektedir (Meda ve diğ, 2005). Çalışmada bazı bal örneklerinin prolin açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olmadığı görülmüştür. Bu örneklerinin tam olgunlaşmadan hasat edilmiş olabileceği düşünülmektedir.

Sıcaklık ve süreye bağlı olarak ısı işlem uygulanması, vitaminlerin, besin öğelerinin ve diastaz aktivitesinin azalmasına, HMF miktarının ise artmasına neden olabilmektedir (Şahinler, 2001; Tosi, 2002). Bala ısı işlem, balın kristallenme eğilimini engellemek ya da kristal görünümünü ortadan kaldırmak ve bala bulaşan mikroorganizmaları yok etmek için uygulamaktadır. Bala uygulanan ısı işlem sıcaklığı ve süresi pastörizasyon amacı ile sınırlıdır. Bu nedenle enzim aktivitesi ile HMF içeriği doğal balın olgunlaşması ve uygulanan ısı işlemin derecesi hakkında bilgi vermektedir (Serrano ve diğ, 2006). Bazı örneklerin HMF içeriğinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olmadığı görülmüştür. Bu durumun, bal örneklerinin hasattan sonra ambalajlama sırasında ısı işleme tabi tutulmuş veya depolama esnasında uygun olmayan sıcaklıklarda depolanmış olabileceğine işaret etmekle birlikte balın kendine özgü yapısından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Organik asit analizi sonuçlarına göre çam ballarında malik asit bulunamamıştır. Diğer çalışmalarda kullanılan çam ballarının bazılarında malik asite rastlandığı görülmektedir. İzmir çiçek balı örneklerinden birinde tartarik asit bulunamamışken diğer örnekte çok düşük miktarda tartarik asit bulunmuştur. İzmir çiçek balı

örneklerinin tağşışli olabileceği düşünölmektedir. Bu farklılığın bölge florasının farklı oluşundan kaynaklanabileceğini düşöndürmektedir. Bu konuyla ilgili kesin sonuçlara varabilmek için daha detaylı çalışmalar yapılması gerektiği öngörölmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre İzmir ballarının tağşışli olabileceği düşünölmektedir. C13-C4 analizi, balların tağşışli olup olmadığını belirlemede kullanılan yöntemlerden biridir. Daha doğru sonuçlara ulaşmak için araştırmada kullanılan bal örneklerine C13-C4 analizi yapılması gerektiği öngörölmektedir.

Ege Bölgesi, Türkiye bal üretiminin büyük bir bölümünü karşılamaktadır. Ülkemiz, bitki örtüsü açısından oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Hatalı arıcılık uygulamalarının önüne geçmek, bilimsel yöntemlerle üretim yapmak, bal kalitesi ve verimini en üst düzeye çıkararak uluslararası standartlara uygun hale getirmek ve ihracat potansiyelinin artması için arıcılarımız bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Abu-Tarboush, H., Al-Kahtani, H. and El-Sarrange, M., 1993.** Floral Type Identification and Quality Evaluation of Some Honey Types. *Food Chemistry*, 46, 13-17.
- Ağırbaş, Ç., 2001.** Trakya Yöresi Ballarının Bileşimlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- Ajlouni, S. and Sujirapinyokul, P., 2010.** Hydroxymethylfurfuraldehyde and Amylase Contents in Australian Honey. *Food Chemistry*, 119: 1000-1005.
- Aljadi, A.M. and Kamaruddin, M.Y., 2004.** Evaluation of the Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Two Malaysian Floral honeys. *Food Chemistry*, 85, 513–518.
- Allsop, K.A. and Miller J.B., 1996.** Honey revisited: a reappraisal of honey in pre-industrial diets. *British Journal of Nutrition*, 75: 513-520.
- Andrade, P.B., Silva, L.R., Videira, R., Monteiro, A.P. and Valentao, P., 2009.** Honey From Luso Region (Portugal): Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. *Microchemical Journal*, 93: 73-77.
- Anklam, E., 1998.** A review of the analytical Methods to Determine the Geographical and Botanical Origin of Honey. *Food Chemistry*. 63(4), 549-562.
- Anonim, 2008.** Türkiye Ballı Bitkiler Flora Haritası. <http://www.tarim.gov.tr/uretim/Arıcılık,hvelioglu.html>.
- Anonim, 2011a.** Arıcılığın Tarihi. Arıcılığı Geliştirme Merkezi. <http://www.turkiyearicilik.com/arıcılık-hakkında-bilgiler/arıcılığın-tarihcesi.html>.
- Anonim, 2011b.** Pfund Scale. February 2011. http://sizes.com/units/pfund_scale.htm
- Anonim, 2012a.** Türk Gıda Kodeksi. 2012/58 Sayılı Bal Tebliği. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2012-58.html>.
- Anonim, 2012b.** Tarımsal Ekonomik Göstergeler. <http://www.tarim.gov.tr>.
- Anonim, 2012c.** Türk Standartları Enstitüsü TS 3036 “Bal” Standardı. <http://www.egelihracatcilar.com/duyurudoc/200859121738%5CTST%203036.doc>.
- 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, 1990.** In K. Helrich (Ed.). Official methods of analysis (15th Ed.). Arlington. VA: Association of Official Analytical Chemists. Inc.

- AOAC, 1995.** Official Methods of Analysis, 16th edn. Arlington, VA. Association of Official Analytical Chemists.
- Azeredo, L.C., Azeredo, M.A.A., De Souza, S.R. and Dutra, V.M.L. 2003.** Protein Contents and Physicochemical Properties in Honey Samples of *Apis Mellifera* Of Different Floral Origins. Food Chemistry, 80, 249-254.
- Belay, A., Solomon, W.K., Bultossa, G., Adgaba, N. and Melaku, S., 2013.** Physicochemical Properties of the Harena Forest Honey, Bale, Ethiopia. Food Chemistry 141: 3386-3392.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J., 1996.** The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. Analytical Biochemistry. 239, 70-76.
- Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M., Orioli, M. and Facino, R.M., 2005.** Standardization of Antioxidant Properties of Honey by a Combination of Spectrophotometric/Fluorimetric Assays and Chemometrics. Analytica Chimica Acta. 533, 185-191.
- Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M. and Golob, T., 2007.** Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. Food Chemistry. 105(2), 822-828.
- Bilgen Çınar, S., 2010.** Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 81s.
- Bogdanov, S., Vit, P. and Kilchenmann, V., 1996.** Sugar Profiles and Conductivity of Stingless Bee Honeys from Venezuela. Apidologie, 27, 445–450.
- Bogdanov, S., 2002.** Harmonised Methods of the International Honey Commission. 62 pp.
- Bradford, M.M. 1976.** Rapid and sensitive method for quantification of micrograms quantities of protein utilizing the principle of dye binding. Analytical Biochemistry. 72, 248 – 254.
- Bravo, L., 1998.** Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolis and Nutritional Significance, Nutrition Reviews. 56(11), 317-333.
- Chen, I., Mehta, A., Berenbaum, M. Zangeri, A.R. and Engeseth, N.J., 2000.** Honeys From Different Floral Sources as Inhibitors of Enzymatic Browning in Fruit and Vegatable Homogenates. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 4997-5000.
- 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 A, 669: 59-64.
- Crane, E., 1975.** Honey: A Comprehensive Survey, Marrson And Gibb Ltd. London. 608p.
- Crane, E., 1983.** The Archeology of Beekeeping, Duckworth, London, 19-36p.

- Çapanoğlu Güven, E., Toydemir Otkun, G. ve Boyacıoğlu, D., 2010.** Flavonoidlerin Biyoyararlılığını Etkileyen Faktörler. *Gıda*, 35(5): 387-394.
- Dag, A., 2005.** Physical, Chemical and Alynological Characterization of Avocado Honey in Israel. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 387-394.
- Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delègue, M.H. and Dorè, J.C., 2004.** Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*. 86, 305-312.
- Dimitrova, B., Gevrenova, R. and Anklam, E., 2007.** Analysis of Phenolic Acids in Honeys of Different Floral Origin by Solid-phase Extraction and High-performance Liquid Chromatography. *Phytochemical Anaysis*. 18: 24-32.
- DIN, 1992.** DIN Norm 10758, Bestimmung des Gehaltes an Sacchariden. HPLC Verfahren.
- Doğaroğlu, M., 2008.** Modern Arıcılık Teknikleri 3. Baskı. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Tekirdağ.
- Doner, 2003.** Honey. In: L. Trugo, P. Finglas, B. Caballero (Editors), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Elsevier, pp. 3125-3130, Amsterdam.
- Downey, G., Hussey, K., Kelly, J.D., Walshe, T.F. and Martin, P.G., 2005.** Preliminary Contribution to the Characterisation of Artisanal Honey Produced on The Island of Ireland by Palynological and Physico-Chemical Data. *Food Chemistry*, 91, 347-354.
- Estevinho, M.L., Iglesias, A., Pires, J. and Feas X., 2010a.** Characterization of Artisanal Honey Produced on the Northwest Of Portugal By Melissopalynological and Physico-Chemical Data. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 3462-3470.
- Estevinho, M.L., Rodrigues, P., Moreira, L.L., Dias, L.G. and Gomes, S., 2010b.** Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 544-548.
- Facino, R.B., Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M. and Orioli, M., 2005.** Standardization of Antioxidant Properties of Honey By a Combination of Spectrophotometric/Fluorimetric Assays and Chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533: 185-191.
- Gasic, U., Keckes, S., Dabic, D., Trifkovic, J., Milojkovic-Opsenica, D., Natic, M. and Tesic, Z., 2014.** Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Serbian Polyfloral Honeys. *Food Chemistry*, 145: 599-607.
- Güler, P. ve Sorkun, K., 2001.** Erica manupuliflora Salib sb. Poleninin Morchella conica Pers.'nin Misel Gelişimine Etkisi, *Mellifera*. 1-2: 14-17.
- Güler, Z., 2005.** Doğu Karadeniz Bölgesinde Üretilen Balların Kimyasal Ve Duyusal Nitelikleri. *Gıda*, 30(6), 379-384.
- Gündoğan, M., 2009.** Muğla Yöresi Çam Ballarının Kimyasal Analizleri. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 72s.

- Halim, A.S., Kishore, R.K., Syazana, M.S.N. and Sirajudeen, K.N.S., 2011.** Tualang Honey Has Higher Phenolic Content and Greater Radical Scavenging Activity Compared With Other Honey Sources. *Nutrition Research*, 31: 322-325.
- Haroun, M.I., 2006.** Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 110s.
- Heredia, F.J., Terrab, A. and Diez, M.J., 2003.** Palynological, Physio-Chemical and Colour Characterization of Moroccan Honeys: I. River Red Gum (*Eucalyptus Camaldulensis Dehnh*) Honey. *International Journal of Food Science and Technology*, 38: 379-386.
- Hermosin, I., Chicon, R.M. and Cabezudo, M.D., 2003.** Free Amino Acid Composition and Botanical Origin of Honey. *Food Chemistry*, 83, 263-268.
- Ioyrish, N., 1977.** Bees and People, H.C. Creighton (eds) , MIR Publishers, Moscow, 13 pp.
- Ivanov, T., 2008.** Chemical Composition and Characteristics of Bulgarian Honeydew Honey. 1st World Honeydew Honey Symposium, p.11-12, Tzarevo, Bulgaria.
- İpek, C., 2012.** Türkiye’deki Bal Numunelerinde Bulunan Hidroksimetilfurfural Miktarı, Stabilitesi ve Hidroksimetilfurfural Miktarı Tayini Analitik Metod Validasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 71s.
- Jasicka-Misiak, I., Poliwoda, A., Dereń, M. and Kafarski, P., 2012.** Phenolic Compounds and Abscisic Acid as Potential Markers for the Floral Origin of Two Polish Unifloral Honeys. *Food Chemistry* 131: 1149-1156.
- Karadal, F. ve Yıldırım, Y., 2012.** Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi. *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.* 9(3): 197-209.
- Krell, R., 1996.** Value-Added Products From Beekeeping. *FAO Agricultural Services Bulletin No.124*, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 92-5-103819-8.
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, G., Ulusoy, E., Baltacı, C. and Candan, F., 2007.** Biological Activities and Chemical Composition of Three Honeys of Different Types From Anatolia. *Food Chemistry*, 100: 526-534.
- Manzanares, A.B., Hernandez-Garcia, Z., Gonzales-Rodriguez, R. and Santos-Vilar, J.M., 2008.** Characterisation of Honeydew Honeys Produced in Tenerife (Canary Islands). 1st World Honeydew Honey Symposium, p.28-29, Tzarevo, Bulgaria.
- Manzanares, A.B., Garcia, Z.H., Galdon, B.R. and Rodriguez, E.R., 2011.** Differentiation of Blossom and Honeydew Honeys Using Multivariate Analysis on the Physicochemical Parameters and Sugar Composition. *Food Chemistry*. 126: 664–672.

- Marinova, M., Gurgulova, K., Kalinova, G. and Todorov, M., 2008.** Investigation on the Honeydew Honeys Collected From the Region of Strandja. 1st World Honeydew Honey Symposium, p.26-27, Tzarevo, Bulgaria.
- Mateo, R. and Bosch-Reig, F., 1997.** Sugar Profiles of Spanish Unifloral Honeys. 60(1), 33 -41.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, O.G., 2005.** Determination of the Total Phenolic , Flavonoid and Proline Contents in Burkina Fason Honey, as Well as Their Radical Scavenging Activity. Food Chemistry, 91, 571 -577.
- Mendes, E., Proença, E.B., Ferreira, I. and Ferreira, M.A., 1998.** Quality evaluation of Portuguese honey. Carbohydrate Polymers, 37: 219-223.
- Merin, U., Bernstein, S. and Rosenthal, I., 1998.** A Parameter for Quality of Honey. Food Chemistry, 63(2), 241-242.
- Mladenovic, M., Nedic, N., Dordevic, N. and Vrndic, N.D. 2008.** Examination of Some Quality Parameters of Honeydew Honey From Serbia. 1st World Honeydew Honey Symposium, p.13, Tzarevo, Bulgaria.
- Nagai, T., Sakai, M., Inoue, H. and Suzuki, N., 2001.** Antioxidative Activities of Some Commercially Honeys, Royal Jelly and Propolis. Food Chemistry, (75), 237-240.
- Nozal, M.J., Bernal, J.L., Marinero, P., Diego, J.C., Frechilla, J.I., Higes, M. and Llorente, J. 1998.** High Performance Liquid Chromatographic Determination of Organic Acids in Honeys From Different Botanical Origin. J. Liq. Chrom. & Rel. Technol., 21(20), 3197-3214.
- Oddo, L.P., Piazza, M.G., Sabatini, A.G. and Accorti, M. 2004.** Characterization of unifloral honeys. Apidologie, 26, 453–485.
- Orak, H., 1986.** Yurdumuzun Değişik Yöre Ballarının Bileşimi ve Kristallenme Nedenlerinin Araştırılması. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi. 102ss.
- Ölmez, Ç., 2009.** Türkiye’de Üretilen Farklı Çiçek ve Salgı Bal Çeşitlerinin Bazı Kalitatif ve Besinsel Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ötleş, S., 1995.** Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri) Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, Yayın No:2.
- Özdemir, F., Karkacier, M. and Gurel, F., 2000.** Identification of Different Honeys Using Sugar Composition Determined by HPLC. Gıda, 25 (1):69-73.
- Özmen, A. ve Alkın, B. 2006.** Balın Antimikrobiyel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Uludağ Arıcılık Dergisi. 4: 155-160.
- Perez, R.A., Gonzales, M.M., Iglesias, M.T., Pueyo, E. and Lorenzo, C., 2008.** Analytical, Sensory and Biological Features of Spanish Honeydew Honeys. 1st World Honeydew Honey Symposium, P.16-17, Tzarevo, Bulgaria.

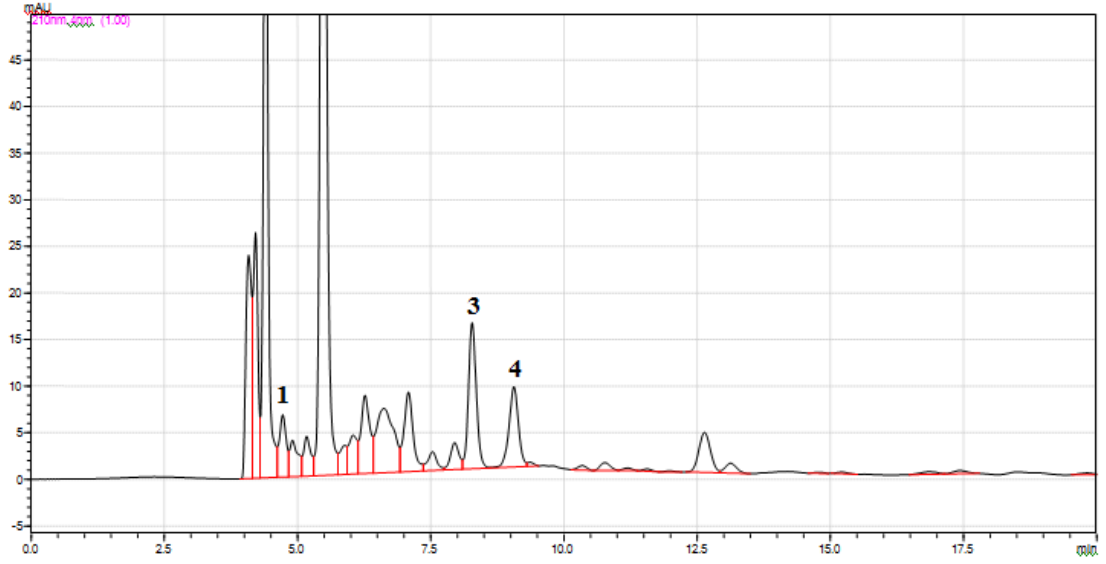
- Pohl, P., Stecka, H., Greda, K. and Jamroz, P., 2012.** Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn from Commercial Bee Honeys. *Food Chemistry* 134: 392-396.
- Popek, S., 2002.** A Procedure to Identify a Honey Type. *Food Chemistry*, 79, 401-406.
- Robbins, R.J., 2003.** Phenolic Acids in Foods: An Overview of Analytical Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(10), 2866–2887.
- Rodriguez, G.O., Sulbaran, B., Ferrer, A. and Rodriguez, B., 2004.** Characterization of Honey Produced in Venezuela. *Food Chemistry*, 84, 499-502.
- Rommel, A., Heatherbell, D.A. and Wrolstad, R.E., 1990.** Red raspberry juice and wine: Effect of processing and storage on anthocyanin pigment composition, colour and appearance. *Journal of Food Science*, 55, 1011-1017.
- Saldamlı, İ., 1998.** Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Sanz, M.L., Gonzales, M., Lorenzo, C., Sanz, J. and Martinez-Castro, I., 2005.** A Contribution to the Differentiation Between Nectar Honey and Honeydew Honey. *Food Chemistry*, 91, 313-317.
- Sarıöz, P., 2006.** ‘Arı Biziz, Bal Bizdedir’ Dünden Bugüne Türkiye’de Arıcılık. Balparmak yayınları, İstanbul, 192.
- Serrano, S., Espejo, R., Villarjo, M. and Jodral, M.L., 2006.** Diastase and Invertase Activities in Andalusian Honeys. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 76-79.
- Sharma, A., Saxena, S. and Gautam, S., 2010.** Physical, Biochemical and Antioxidant Properties of Some Indian Honeys. *Food Chemistry*, 118: 391-397.
- Shi, J. and Le Maguer, M., 2000.** Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit Rev Biotechnol*, 20, 293–334.
- Silva, L.R., Videra, R., Monteiro, P.A., Valentao, P. and Androde, P.B., 2009.** Honey from Luso Region (Portugal): Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. *Microchemical Journal*, 93(1), 73-77.
- Silva, T.M.S., Santos, F.P., Evangelista-Rodrigues, A., Silva, E.M.S., Silva, G.S., Novais, J.S., Santos, F.A.R. and Camara, C.A., 2013.** Phenolic Compounds, Melissopalynological, Physicochemical Analysis and Antioxidant Activity of Jandaira (*Melipona subnitida*) Honey. *Journal of Food Composition and Analysis* 29:10-18.
- Singh, N. and Bath, P.K., 1997.** Quality Evaluation of Different Types of Indian Honey. *Food Chemistry*, 58, No. 1-2, 129-133.
- Soria, A.C., Gonzales, M., De Lorenzo, C., Martinez-Castro, I. and Sanz, J., 2004.** Characterization of Artisanal Honeys from Madrid (Central Spain) on the Basis of Their Melissopalynological, Physicochemical and Volatile Composition Data. *Food Chemistry*, 85, 121-130.

- Suárez-Luque, S., Mato, I., Huidobro, J.F. and Simal-Lozano, J., 2002.** Solid-phase Extraction Procedure to Remove Organic Acids From Honey. *Journal of Chromatography B*, 770: 77-82.
- Suárez-Luque, S., Mato, I., Huidobro, J.F., Simal-Lozano, J. and Sancho, M.T., 2002.** Rapid Determination of Minority Organic Acids in Honey by High Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography A*, 955: 207-214.
- Sunay, A., E., 2006.** Balda orijin tespiti. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. 145ss.
- Şahinler, N., 2000.** Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1-2): 139-148.
- Şahinler, N., Şahinler, S. ve Gül, A. 2001.** Hatay Yöresi Ballarının Bileşimi Ve Biyokimyasal Analizi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1-2),93-108.
- Terrab, A., Diez, M. and Heredia, F.J., 2002.** Characterization of Moroccan Unifloral Honeys by Their Physicochemical Characteristics. *Food Chemistry*, 79, 373-379.
- Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D. and Heredia, F.J., 2004.** Characterization of Spanish Thyme Honeys by Their Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. *Food Chemistry*. 88, 537-542.
- Tolon, B., 1999.** Muğla Ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 117s.
- Tosi, E., Ciappini, M., Re, E. and Lucero, H., 2002.** Honey Thermal Treatment Effects on Hydroxymethylfurfural Content. *Food Chemistry*, (77), 71-74.
- Tosi, E., Martinet, R., Ortega, M., Lucero, H. and Re, E., 2008.** Honey Diastase Activity Modified by Heating. *Food Chemistry*, 106: 883-887.
- Üren, A., 1999.** Üç Boyutlu Renk Ölçme Yöntemleri. *Gıda*. 24 (3): 193-200.
- Vural, A., Altunatmaz, S.S., Büyükkunal, S.K. and Kahraman, T., 2010.** Physico-Chemical Properties in Honey From Different Regions of Turkey. *Food Chemistry*, 123: 41-44.
- Weston, R.J., Brocklebank, L.K. and Lu, Y., 2000.** Identification and Quantitative Levels of Antibacterial Components of Some New Zealand Honeys. *Food Chemistry*, 70, 427 -435.
- White J.R., J.W., Riethof, M.L., Subers, M.H. and Kushnir, I. 2001.** Composition of American honeys.
- White, J.W., 1979.** Spectrophotometric Method for Hydroxymethylfurfural in Honey. *J. Ass. Off. Anal. Chem.* 62, 509.
- Wilczynska, 2010.** Phenolic Content and Antioxidant Activity Of Different Types of Polish Honey – A Short Report. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 60(4): 309-313.

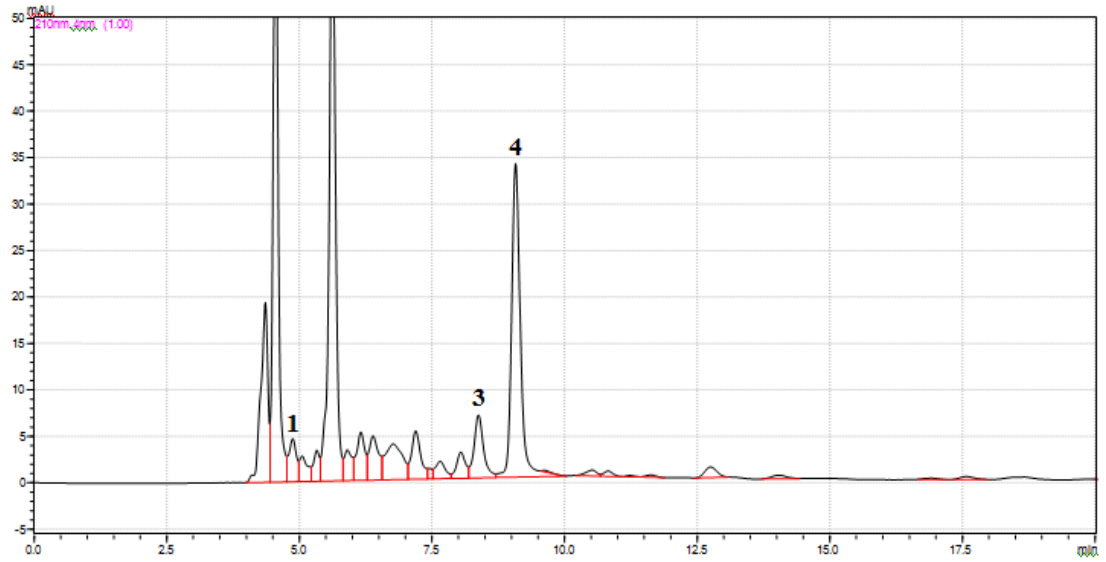
- Yao, L., Jiang, Y., Singanusong, R., Datta, N. and Raymont, K., 2004.** Phenolic Acids and Abscicic Acid in Australian *Eucalyptus* Honeys and Their Potential for Floral Authentication. *Food Chemistry*. 86(2), 169-177.
- Yao, L., Jiang, Y., Singanusong, R., Datta, N. and Raymont, K., 2005.** Phenolic Acids in Australian *Melaleuca*, *Guioa*, *Lophostemon*, *Banksia* and *Helianthus* Honeys and Their Potential for Floral Authentication. *Food Research International* 38: 651-658.
- Yardibi, M.F., 2008.** Tekirdağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yılmaz, H., 2000.** Composition of Honeys Collected From Eastern and South Eastern Anatolia and Effect of Storage on HMF Content and Diastase Activity. *J. Agric For*, 25, 347- 349.
- Yılmaz, H. ve Küfrelioğlu, İ., 2001.** Composition of Honeys Collected From Eastern and South-Eastern Anatolia and Effect of Storage on Hydroxymethylfurfural Content and Diastase Activity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25, 347-349.

EKLER

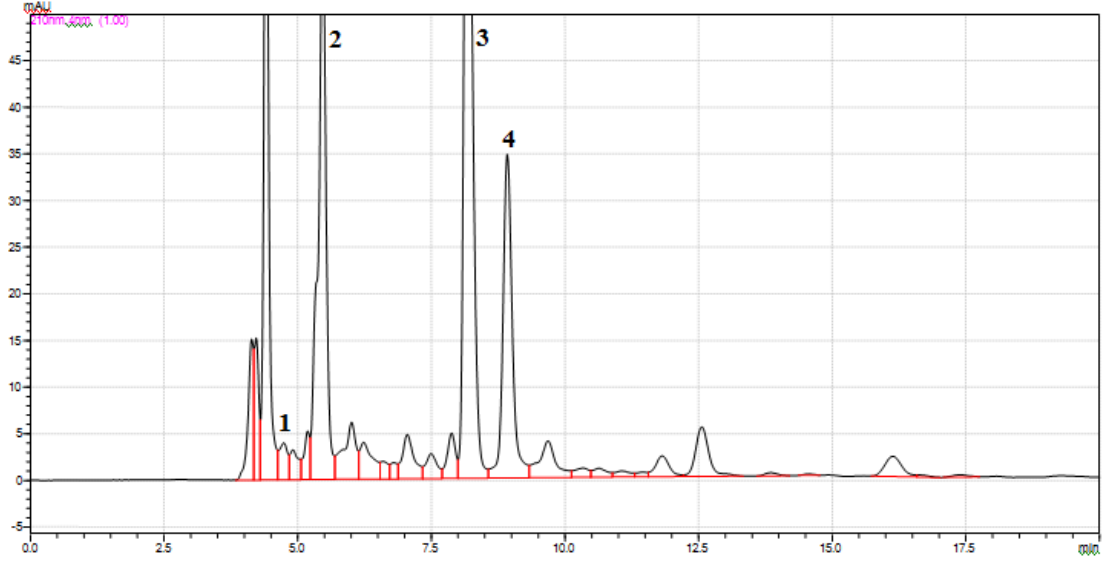
EK A.1 Bal örneklerinin HPLC kromatogramları



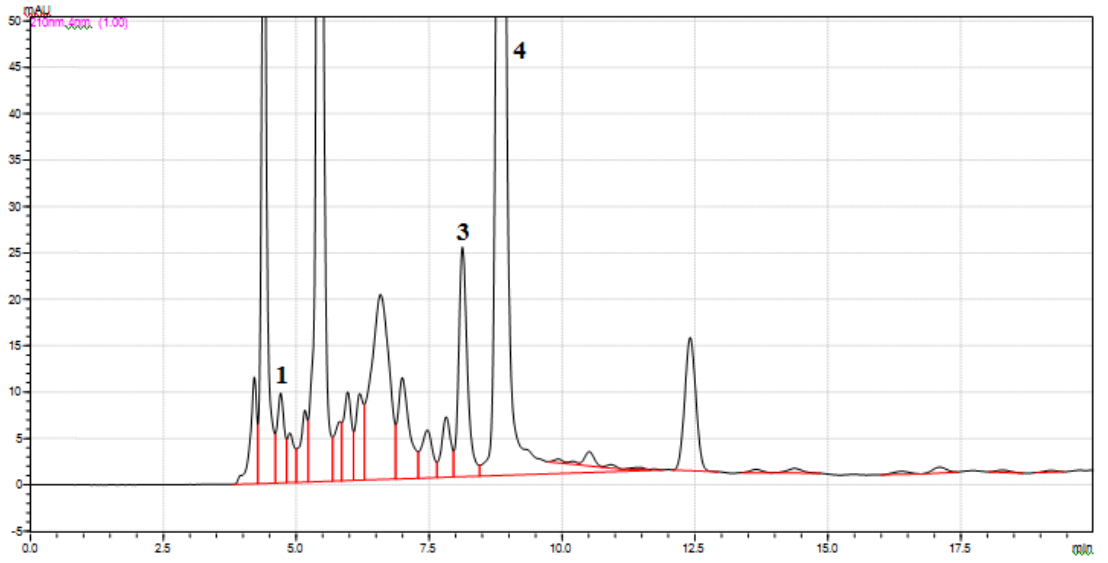
Şekil A.1 : Muğla çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (Tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



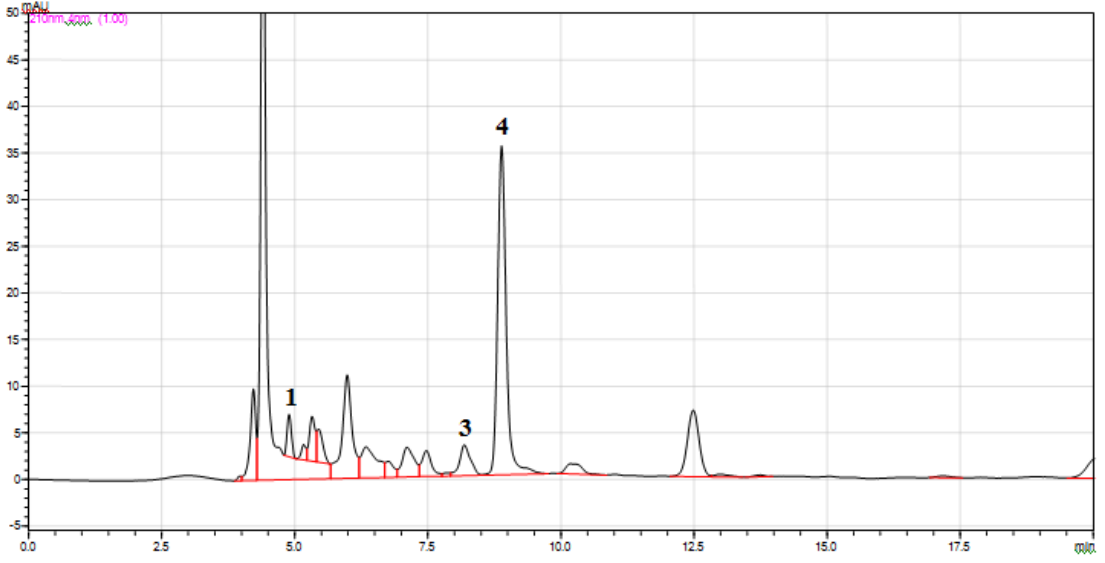
Şekil A.2 : Denizli çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (Tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



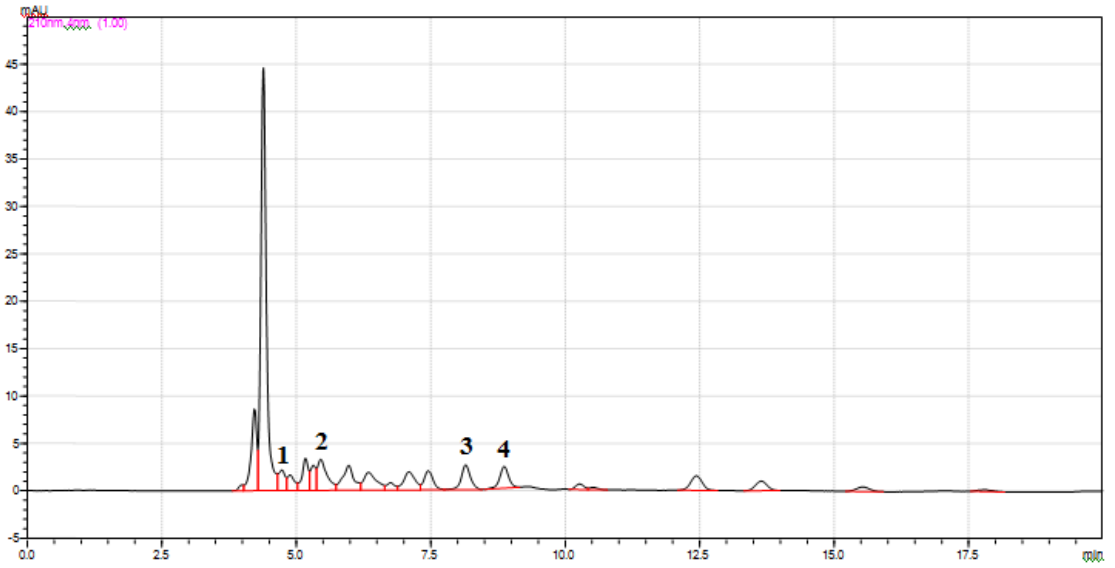
Şekil A.3 : Denizli çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



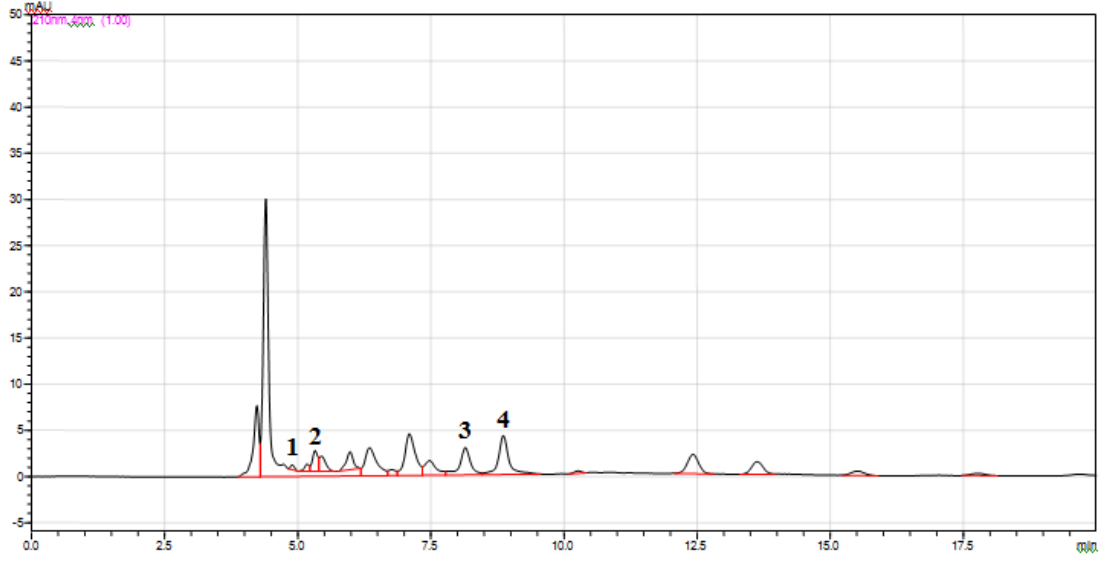
Şekil A.4 : Manisa çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



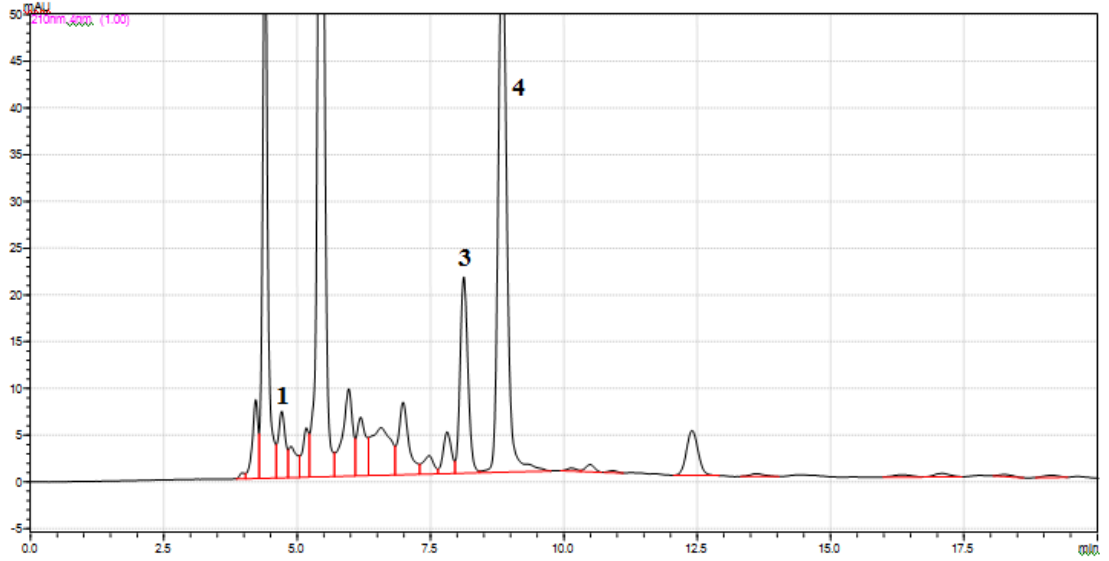
Şekil A.5 : Manisa çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



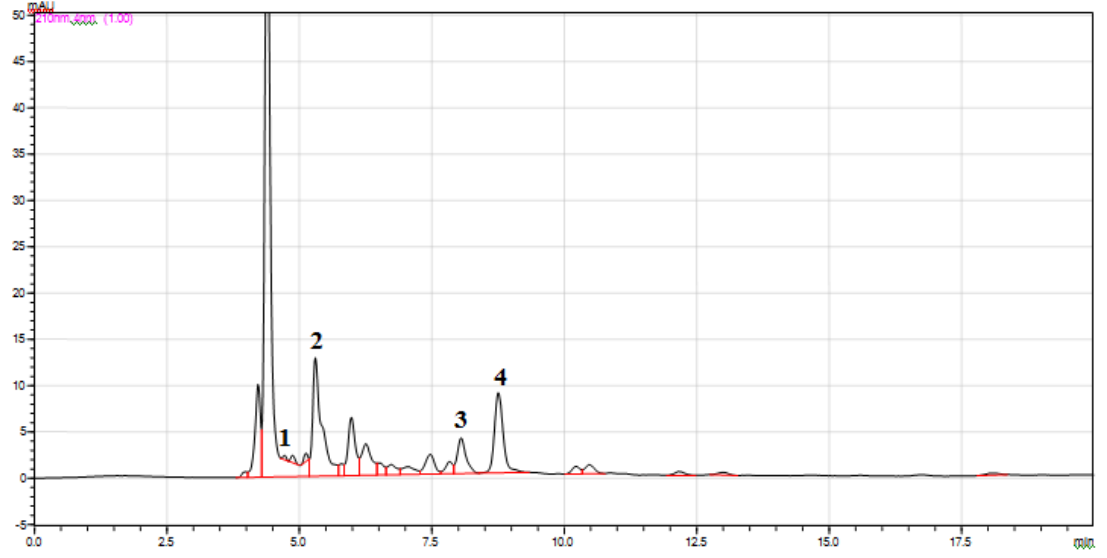
Şekil A.6 : Aydın hayıt balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



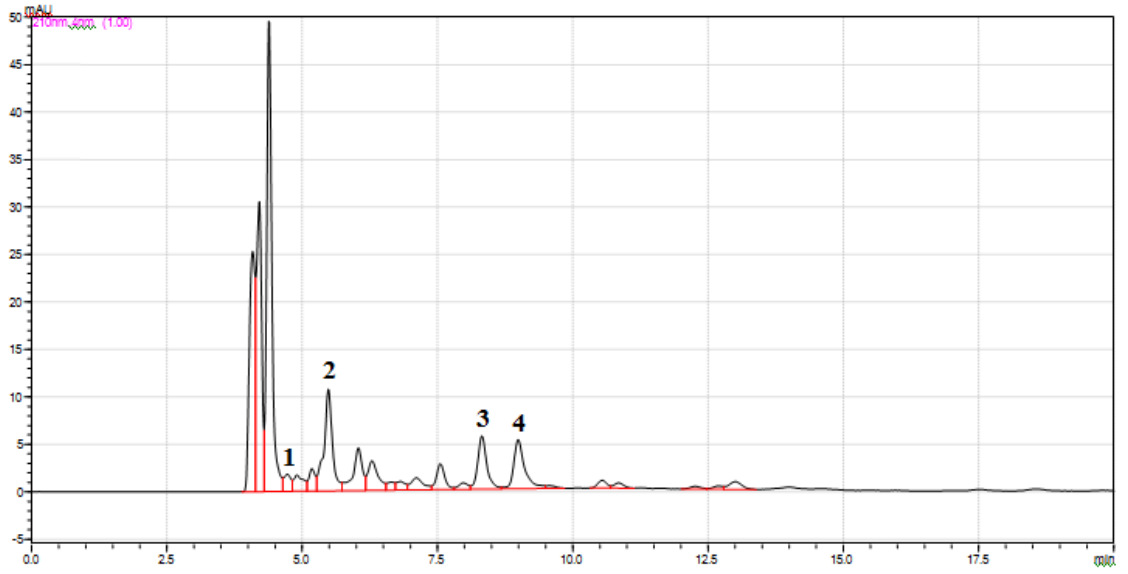
Şekil A.7 : Aydın çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



Şekil A.8 : İzmir çam balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit (tespit edilemedi), 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



Şekil A.9 : İzmir çiçek balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).



Şekil A.10 : İzmir narenciye balının HPLC kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit, 4: Suksinik asit).

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Hatice Betül KAPLAN

Doğum Yeri ve Tarihi: BURSA - 29.09.1987

Adres: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
Kınıklı/DENİZLİ

Lisans Üniversitesi: Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
- BURSA

Yayın Listesi:

- Sahan, Y., Dundar, A.N., Aydın, E., Kilci, A., Dulger, D., **Kaplan, H.B.**, Gocmen, D., Celik, G. 2013. Characteristics of Cookies Supplemented with Oleaster (*Elaeagnus angustifolia L.*) Flour. I Physicochemical, Sensorial and Textural Properties. Journal of Agricultural Science; 5(2).