



**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MUĞLA İLİNDE ÜRETİLEN ÇAM  
BALLARININ FİZİKOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİ VE MİNERAL  
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE  
DEPOLAMADAKİ DEĞİŞİMLERİ**

**Derya DİNDAR ÇAPAR**

**YÜKSEK LİSANS  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Aralık - 2010**

**KONYA**

**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Derya DİNDAR ÇAPAR tarafından hazırlanan “Türkiye’ de Üretilen Çam Ballarının Fizikokimyasal Özellikleri ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi ve Depolamadaki Değişimleri” adlı tez çalışması 17/12/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

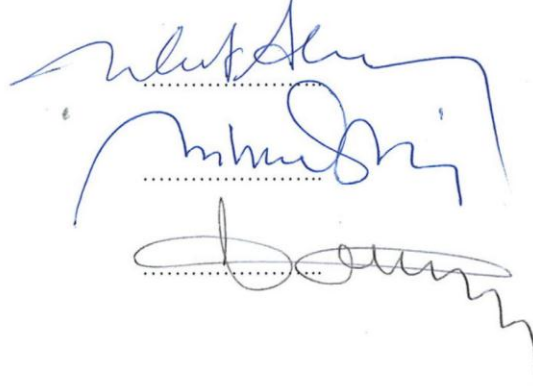
Prof. Dr. Nihat AKIN

#### Danışman

Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

#### Üye

Doç. Dr. Uğur ZÜLKADİR



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Bayram SADE

FBE Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 09201073 no’ lu proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Derya DİNDAR ÇAPAR

Aralık - 2010

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

# TÜRKİYE’ DE ÜRETİLEN ÇAM BALLARININ FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE MİNERAL İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE DEPOLAMADAKİ DEĞİŞİMLERİ

**Derya DİNDAR ÇAPAR**

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT**

**2010, 46 Sayfa**

**Jüri**

**Prof. Dr. Nihat AKIN**

**Doç. Dr. Uğur ZÜLKADİR**

**Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT**

Bu çalışmada, Muğla yöresinden temin edilen 15 farklı çam balı numunesi ile çalışılmıştır. Numuneler renk, suda çözünür kuru madde (briks), refraktif indeks, nem (%), pH, elektriksel kondüktivite, viskozite, kül, serbest asitlik, toplam fenolik madde, HMF, mineral madde, protein ve antioksidan kapasiteye göre analiz edilmiş, aynı analizler 2 yıl depolama sonrası tekrarlanarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Depolama sürecinde protein miktarının ve briksin düştüğü buna karşılık HMF miktarının önemli seviyede ( $P < 0.01$ ) arttığı gözlenmiştir. Depolama süreci sonrasında balların fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesine bakıldığında önemli düzeyde ( $P < 0.01$ ) azaldığı gözlenmiştir. Tüm örneklerin bileşimlerindeki elementler göz önüne alındığında diğer elementlere göre en yüksek oranda potasyum içerdiği gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bal, HMF, mineral madde, antioksidan kapasite, fiziksel ve kimyasal özellikler.

**ABSTRACT**

**MS THESIS**

**DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND MINERAL  
COMPOSITION OF PINE HONEY IN TURKEY AND THEIR CHANGES  
DURING STORAGE**

**Derya DİNDAR ÇAPAR**

**SELÇUK UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOLL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARMENT OF FOOD ENGINEERING**

**Advisor: Asist. Prof Mehmet AKBULUT**

**2010, 46 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Nihat AKIN**

**Assoc. Prof. Dr. Uğur ZÜLKADİR**

**Asist. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT**

In this study, fifteen pine honeys obtained from different regions of Muğla province were analysed. The color, soluble solid (Brix), refractive index, relative humidity (%), pH, electrical conductivity, viscosity, ash, free acidity, total phenolic content, HMF, minerals, protein and antioxidant capacity properties of pine honeys were analyzed before and after storage. While protein contents were decreased with storage, HMF contents were significantly increased ( $P<0.01$ ). After the storage, phenolic content of pine honeys decreased significantly ( $P<0.01$ ); hence, antioxidant capacity decreased. The mineral contents of all samples especially potassium were determined to be high level.

**Keywords:** Honey, HMF, mineral matter, antioxidant capacity, physical and chemical properties.

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanması ve başarıyla yürütülmesi esnasında, çalışmamı başarıyla tamamlamama imkan sağlayan, araştırma konumun seçilmesinden, son aşamasına kadar titizlikle yardımcı olan, değerli bilgilerinden ve yönlendirmelerinden sürekli yararlandığım danışmanım Sayın **Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT**' a, yine çalışmamın bütün aşamalarında benden hiçbir zaman yardımını esirgemeyen Sayın **Arş. Gör. Hacer ÇOKLAR**'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Derya DİNDAR ÇAPAR

KONYA-2010

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	3
3. MATERYAL VE METOT .....	10
3.1. Materyal .....	10
3.2. Metod .....	11
3.2.1. Fizikokimyasal Analiz Metotları .....	11
3.2.1.1. Renk Tayini .....	11
3.2.1.2. Suda Çözünür Kuru Madde .....	11
3.2.1.3. Refraktif İndeks .....	11
3.2.1.4. Nem Tayini .....	11
3.2.1.5. pH .....	11
3.2.1.6. Elektriksel İletkenlik .....	12
3.2.1.7. Viskozite .....	12
3.2.1.8. Kül Tayini .....	12
3.2.1.9. Serbest Asitlik .....	12
3.2.1.10. Toplam Fenolik Madde .....	12
3.2.1.11. HMF Tayini .....	12
3.2.1.12. Mineral Madde Tayini .....	13
3.2.1.13. Protein Tayini .....	13
3.2.1.14. DPPH Antioksidan Kapasite Analizi .....	13

3.2.1.15.İstatiksel Analiz .....	14
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....	14
4.1. Bal Örneklerinin Fiziksel Özellikleri.....	15
4.2. Bal Örneklerinin Kimyasal Özellikleri .....	22
4.3. Bal Örneklerinde Bulunan Makro ve Mikro Elementler .....	34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	38
KAYNAKLAR .....	41
ÖZGEÇMİŞ .....	46

## 1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi 2000/39 sayılı Bal Tebliğine göre bal, “Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal bir üründür.” Tanımlamadan da anlaşıldığı gibi bal katkısız ve naturel olmalıdır. Ekonomik önemi olan arı türleri *Apis mellifera*, *Apis dorsata*, *Apis florea* ve *Apis cerana*’dır. Bunlardan en önemlisi *Apis mellifera*’dır (Ötleş, 1995).

Arıcılığın tarihçesi insanlık tarihi kadar eskidir. Balın ve arıcılığın başlangıç tarihi şüphesiz ki binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. İspanya’nın Valencia şehrinde Arana mağarasında yapılan bir incelemede bal hasadı ile ilgili ilginç bir bulguya rastlanmıştır. Bala ait ilk güvenilir bulgular günümüzden dört bin yıl öncesine aittir (Anonim, 2006a.).

Romalılarda arıcılık bilgisi genel kültür olarak görülmeye başlanmış ve pek çok bilim adamı ve tarihçi arıcılıkla uğraşmıştır. Sadece arıların davranışlarını gözlemlemek ve çözmek için pencereci kovanlar yaptırmışlardı. O zamanlar hali vakti yerinde olan her Romalının en az bir kölesi arıcılık ile uğraşıyordu ve her birinin ciddi büyüklükte kolonileri vardı. İnsanlar için kovan sahibi olmak önemli bir zenginlik göstergesi sayılıyordu. Hekimler yüksek ateşten iktidarsızlığa, yaralanmadan strese kadar yaklaşık 50 farklı rahatsızlığa karşı en başta balı öneriyorlardı (Anonim, 2004).

Çiçeklerin özellikle çiçek toz keseleri etrafındaki nektar bezlerinin, ayrıca bitkilerin yapraklarında, yaprak saplarında ve situplarında salgılanan şekerli sıvıya nektar denir. Nektarların şeker oranı genelde %50’nin üzerindedir. Arılar 1 g balı yapmak için 10000 km uzağa uçup 2 milyon adet çiçeğe konabilirler. 0,5 kg ham nektarı toplamak için 900 arının bir gün boyunca çalışması gerekir. Toplanan bu nektarın ise ancak bir kısmı bala çevrilebilir (Anonim, 2004).

Balın rengi genellikle saydamdan başlayıp koyu kırmızıya kadar, sarı, kehribar, kahverengi yeşilimsi ve kırmızımsı olabilmektedir. Ballar renklerine göre; su beyazı, ekstra beyaz, ekstra açık amber, koyu renk olarak dört gruba ayrılır. Bala klorofil, karoten, ksantofil ve bileşimi bilinmeyen sarı ve yeşil rengi meydana getiren bitki pigmentleri renk vermektedir (Ötleş, 1995).

Balın fiyatlandırılması kalite özellikleriyle ilgilidir. Balların kalite özelliklerinin tespiti sadece basit kalitatif özellikleri açısından değil aynı zamanda üretildikleri coğrafi ve botanik özelliklerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca Avrupa Birliği kriterlerine göre balın ambalajı üzerinde coğrafi ve botanik orijinin yer alması gerekmektedir. Balın kontrolü ve kalitesinin geliştirilmesi; balın karakterize edilmesi için gerekli olan parametrelerin belirlenmesini zorunlu kılar ve bazı ballar spesifik olan kimyasal veya fiziksel özelliklere sahiptir. Örneğin *Citrus* balları hesperitin flavonoitiyle karakterize edilir. Baldaki mineraller ve iz elementler de balın coğrafi orijininin belirlenmesinde önemlidir.

Bal genel olarak salgı ve çiçek (nektar) balı olarak ikiye ayrılır. Salgı balları bitki veya böcek salgılarından, çiçek balları ise çiçeklerin nektarlarından elde edilir.

Bu çalışmada, Muğla bölgesindeki üreticilerden temin edilen çam ballarının reolojik, fizikokimyasal ve mineral içeriklerinin tespit edilerek Muğla çam ballarının karakterizasyonunun ortaya çıkartılması ve belirlenen bu özelliklerin depolamaya bağlı olarak göstermiş oldukları değişimin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, Muğlanın 15 farklı bölgesinden elde edilen çam balları ile çalışılmış ve bu örneklerde renk, suda çözünür kuru madde (briks), refraktif indeks, nem (%), pH, elektriksel kondüktivite, viskozite, kül, serbest asitlik, toplam fenolik madde, mineral madde, hidroksimetilfurfural (HMF), protein ve antioksidan kapasiteye göre analiz edilmiş olup aynı analizler 2 yıl depolama sonrası tekrarlanarak depolamadaki değişim belirlenmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bal; besin değeri, lezzeti ve kendine has aromasından dolayı tarih boyunca çok önemli bir gıda maddesi olarak bilinmektedir. Ülkemizdeki piyasada ballar genellikle salgı ve çiçek balı olarak sınıflandırılmaktadır. Salgı balları genellikle Ege ve Akdeniz kıyılarındaki kızıl çam ormanlarının hakim olduğu bölgelerde elde edilmektedir (Özdemir ve ark, 2000).

Elde ediliş şekillerine göre ballar; çiçek ve salgı balı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Arıların çeşitli bitkilere ait nektarlarından elde ettikleri bal çiçek balıdır. Çiçek balı grubuna pamuk, narenciye, geven, üçgül, gökbaş, akasya, fiğ, ayçiçek vb. balları girmektedir. Genelde Karadeniz bölgesi sahil şeridinde üretilen çiçek balı da zehirli bal (deli bal) olarak bilinmektedir. Zehirli balda etken madde andromedotoksin olarak isimlendirilen bir alkoloittir. Mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.) ve sarıçiçekli sifin (*R. luteum sweet*) bitkileri bu alkoloiti içermektedir. Bal arıları bu çiçeklerden topladıkları nektarları alkoloiti ile birlikte bala işlerler. Salgı ballarında ise bitkilerde yaşayan *Basra* (*Marchelina hellenica*) adı verilen beş kanatlı böceklerin, bitki üzerine bırakmış olduğu salgının arılar tarafından toplanıp işlenmesi sonrası oluşturulan balıdır. Nektarların bileşimi, arının cinsi, iklim koşulları ve arının yaşı gibi faktörler balın bileşimini etkilemektedir. Bu sebeple standart bir bal kompozisyonundan bahsedilemez. Bal içeriğine bakıldığında, yaklaşık %17 neme sahip olup kurumaddesinin %95'inin ise karbonhidratların oluşturduğu asidik karakterde bir gıda olduğu görülür. Bal, tat, lezzet ve aroması açısından beğenilerek tüketilen bir gıda olması ve çeşitli hastalıkların üzerinde tedavi edici etkisi sebebiyle ve çeşitli durumlarda katkı maddesi olarak kullanılabilmesinden dolayı çok önemlidir (Ötles, 1995).

Ülkemizin farklı bölgelerinde bulunan farklı floralardan birbirinden farklı özelliklerde ballar elde edilebilmektedir. Karadeniz bölgesinde kestane balı, Akdeniz bölgesi ve civarında narenciye balı, Muğla ve yöresinde ise çam balı ülkemizde üretilen ballardandır. Bunun yanında diğer bölgelerimizde de çok çeşitli çiçek balları üretilmektedir (Kayral ve Kayral, 1984).

Bal bileşimi; elde edilen mevsime, nektarın toplandığı bitkilere ve iklim şartlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Balın bileşimini etkileyen en önemli faktör, nektarların toplandığı bitki türüdür (Crane, 1975). Karbonhidratlar, su, organik

asitler, mineraller, enzimler, vitaminler, proteinler, aromatik maddeler ve antioksidanlar balın temel bileşenlerini oluşturmaktadır (Bogdanov ve Haldimann, 2006).

Bertonjelj ve ark. (2007), yedi farklı yöreden alınan Slovenya bal örneklerinde Folin-ciocalteau yöntemi ile toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite ise DPPH yöntemi esas alınarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre farklı ballar arasında toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitenin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Antioksidan kapasitenin koyu renkli köknar, ladin gibi ballarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Şahinler ve ark. (2001), Hatay bölgesinden alınan yayla balında yaptıkları biyokimyasal analizlerin sonucunda %0.13 kül, %15.23 su, %66.2 invert şeker, %0.91 protein, 32.3 meq/kg toplam asitlik, 5.73 mg/kg HMF, 17.9 diastaz sayısı ve 6.36 pH tespit etmişlerdir. Aynı araştırma bünyesinde ayçiçeği balında bazı özellikleri belirlenmiş ve bu balda; %0.5 kül, %18.01 su, %69 invert şeker, %0.9 protein, toplam asitlik 40.9 meq/kg belirlenirken HMF değeri 2.17 mg/kg, diastaz sayısı 17.9 ve pH 5.6 olarak tespit edilmiştir.

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

Farklı kaynaklardan temin edilmiş 35 adet Litvanya balında yapılan araştırmalara göre antioksidan kapasitesinin ve fenolik madde içeriğinin yüksek olması sebebiyle doğal antioksidan olarak günlük diyet içerisinde bulundurulması gerektiği tespit edilmiştir (Baltrusaityte ve ark, 2007).

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

Lusby ve ark. (2002), balın yaraları iyileştirme özelliklerini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre balın ozmotik aktivitesi, pH'sı, hidrojen peroksit oluşturma

özelliği, *Leptospermum scoparium* ve *L. polygallifolium* gibi bitki kısımlarını içermesi özellikleriyle bal, yara ve yanıkların tedavisinde kullanılabilen terapötik bir gıdadır.

Akasya, yonca, karahindiba, karabuğday gibi farklı orijinli balların antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre akasya, yonca ve karahindiba ballarındaki toplam fenolik madde miktarı düşüken karabuğday balında diğerlerine kıyasla biraz daha yüksek oranda fenolik madde bulunduğu belirlenmiştir. Balların orijinlerinin farklı olmasından dolayı antioksidan kapasitelerinin de farklı olduğu tespit edilmiştir (Beretta ve ark, 2005).

Okaliptus ve ayçiçeği ballarının içerdikleri fenolik madde miktarları araştırıldığında ayçiçeği balında okaliptus balına göre daha fazla fenolik madde bulunduğu tespit edilmiştir (Pulcini ve ark, 2006)

Al-Khalifa ve Al-Arif (1999), *Acacia*, *Hypericum perforatum*, *Trifolium*, *Heliantemomum*, *Cucumis*, *Ocimum repandra* ve *Lavandula* gibi türlerden alınan nektarlarla yapılan unifloral balların fizikokimyasal karakteristiklerini ve polen spektrumlarını incelemiştir. Tüm balların ortalama nem içerikleri %14–16.9 ve pH değerleri ise 3.5-5 civarında bulunmuştur. Bu ballarda en çok bulunan mineral potasyum olmuş ve sodyumla fosfor bunu takip etmiştir. Sonucunda incelenen tüm balların ulusal ve uluslar arası bal spesifikasyonlarına uyduğu açıklanmıştır.

Al Mamary ve ark. (2002) Yemen orijinli 5 farklı bal numunesinde fenolik madde ve antioksidan kapasite incelenmiştir. Araştırmalar sonrasında toplam fenolik madde içeriğinin 56.32-246.21 mg/100gr, antioksidan kapasitenin ise %6.48-65.44 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda antioksidan ve toplam fenolik madde miktarının akasya balında en yüksek seviyede bulunduğu tespit edilmiştir.

Andrade ve ark. (1999), Portekiz'deki süpürge otu ballarının polen spektrumlarını, kalite kontrol özelliklerini ve fizikokimyasal özelliklerini incelemiştir. Tüm örneklerin ulusal ve uluslar arası bal spesifikasyonlarına uygun olduğu açıklanmıştır. Ballardaki nem içeriği %14.6-19.9 arasında olup, indirgeyici şeker miktarı %65 ve sükrözün %0.27 olduğu ve bu değerlerin çiçek ballarıyla çalışıldığının kanıtı olduğu açıklanmıştır.

Özdemir ve ark. (2000), Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin arıcılık ünitesindeki 16 koloniyi 4'er koloniden oluşan gruplara ayırmışlar ve her grup farklı bölgelere yerleştirilmiştir. Hakim floranın narenciye ve okaliptus olduğu Aksu bölgesine 1.grup, bölgesinin hakim florasının değişik türde çiçeklerden oluştuğu

Korkuteli bölgesinde bir yaylaya 2.grup, salgı balı üretiminin yaygın olduğu bölgelerden Aydın ilinin Davutlar bölgesine 3.grup, 4.grup ise Akdeniz Üniversitesi kampüs alanına bırakılmış ve bir şeker şurubu ile beslenmiştir. Araştırma sonuçlarında üretilen şeker balı ile yaygın olarak üretimi yapılmakta olan çiçek ve salgı ballarını ayırtedebilmek amacıyla HPLC metodu kullanılarak şeker içerikleri belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda örneklerin tümünde en yüksek seviyede tespit edilen şeker fruktoz olup (%39.42-42.20), onu glikoz (%29.61-33.48) izlemiştir. Saf şeker balında ise %33.48 glikoz oranı tespit edilmiş olup bu sonuç diğer tüm bal gruplarından önemli düzeyde yüksek oranda glikoz içerdiğini saptamışlardır.

Mendes ve ark. (1998), Portekiz’de bulunan 25 ticari baldan 50 numune alarak bu ballarda kalite değerlendirmesi yapmışlardır. Bu ballardaki nektar kaynaklarının ise *Rosmarinus* spp., *Helianthus* spp., *Erica* spp., *Calluna* spp. olduğu bildirilmiştir. İncelenen ballarda *Erica* spp. ve *Helianthus* spp. türlerinin polenlerinin baskın olduğu açıklanmıştır. Tüm ballardaki kül içeriğinin ise %0.1-0.5 olduğu da bulgular arasındadır.

Devillers ve ark. (2004), çam, kestane, lavanta, ayçiçek, kolza, akasya gibi monofloral balların sınıflandırılmasıyla ilgili çalışmalar yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada 469 adet bal örneğinin elektriksel kondüktivite, nem, diyastaz aktivitesi, pH, asitlik, renk, HMF ve şeker bileşimlerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek elektriksel kondüktivite değeri çam ve kestane ballarından elde edilirken (sırasıyla; 1069, 1308  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), diyastaz aktivitesinin ise ayçiçek ve kolza ballarında yüksek olduğu (sırasıyla; 25.04, 26.85 ID) bulunmuştur. Kestane ve çam ballarının pH’sı 5 civarındayken, akasya ve ayçiçek ballarının pH’sı ise 3 civarlarında bulunmuştur. En yüksek nem içeriği kestane balında (%18.79), en yüksek serbest asitlik çam balında (24.24 meq/kg), en koyu renkli balın kestane (62.26 mm Pfund) ve en açık renkli bal ise akasya balı (7.647 mmPfund) olmuştur.

Özcan ve ark. (2006), inversiyona uğratılmış sakarozun bal üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada sakkaroz şurubu, asit ve ısı uygulamasıyla inversiyona uğratılmış sakarozla beslenen arıların yaptığı ballar ve normal bal incelenmiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre bal arılarından inversiyona uğratılmış sakarozla beslendikten sonra alınan balın HMF değeri daha yüksek olmaktadır ve nem, serbest asitlik ve mineral içeriği ise doğal bala göre daha düşük olmaktadır. HMF değerinin yüksek çıkması ise sakkarozla uygulanan ısı ileme bağlanmıştır. Tabii en düşük HMF değeri doğal balda saptanmıştır. İnceledikleri doğal balın rengi daha koyu

olup viskozitesi de daha yüksek bulunmuştur. En yüksek diyastaz aktivitesi ve viskozite normal balda bulunmuştur. Serbest asitlik değeri ise doğal balda en yüksek olup 22.8 meq/kg bulunmuştur. En yüksek kül içeriği asit/ısı kompleksiyle muamele edilen sakkarozla beslenen arılardan alınan balda olup %0.49 civarında bulunmuştur. Bu balın diyastaz aktivitesinin ise 5.0 olduğu bulgular arasındadır.

Terrab ve ark. (2004), İspanya kekik ballarının fizikokimyasal özelliklerini ve mineral içeriklerini incelemişlerdir. 25 kekik balı örneğinde; su, pH, asitlik, mineral madde, şeker, kül, elektriksel kondüktivite gibi karakteristikler belirlenmiştir. Tüm ballarda su içeriği düşük bulunmuş, pH değeri 4.2 civarında ve toplam asitlik 50 meq/kg değerinin altında olup bu değer istenmeyen fermentasyonun bir belirtisi olduğu açıklanmıştır. Tüm ballarda bulunan dominant mineral potasyum olup, 679 ppm civarında olduğu açıklanmıştır. Yapılan duyusal analiz sonucunda ise kekik balının koyu altın sarısı renginde ve kalıcı bir aromaya sahip olduğu da bulgular arasındadır. Polen analizinde kekik poleni %73 oranında bulunmuştur.

Fernandez (2004), İspanya’ da üretilmiş 11 bal numunesinin mineral içeriğini araştırmıştır. Çalışmalar sonucunda açık renk bal numunelerine göre koyu renkli bal örneklerinin mineral madde açısından daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Numunelerin mineral içerikleri 63.8-143 ppm P, 639-1845 ppm K, 111-257 ppm Ca aralığında tespit edilmiştir.

Serrano ve ark. (2004), İspanya’daki *Eucalyptus* ve *Citrus* ballarını incelemişler ve diskriminant analizler yaparak bu balları birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Elde ettikleri verilere göre *Eucalyptus* balının pH’sı 4.1 iken *Citrus* balının ki 4.0 olmuştur. Serbest asitlik *Eucalyptus* balı için 26.9 meq/kg iken *Citrus* balı için 17.7 meq/kg olmuştur. Su içeriği *Eucalyptus* balında daha yüksek olup, %16.63 civarında bulunmuştur.

Felsner ve ark. (2004), *Eucalyptus* ve *Citrus* gibi monofloral balların kül içerikleri ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. *Eucalyptus* ballarındaki kül içeriği *Citrus* balına göre daha yüksek bulunmuş ve bu balların teşhisi için kül analizinin önemli bir parametre olabileceği açıklanmıştır. *Eucalyptus* balının kül içeriği %0.319-0.423 ve *Citrus* ballarıninki ise %0.078-0.128 olarak bulunmuştur. Polen analizinde *Eucalyptus* polenleri %83-96 oranında olup, *Citrus* balında *Citrus* polenleri %45-56 oranında bulunmuştur.

Nanda ve ark. (2003), Hindistan’da üretilen 7 farklı orijinde bal örneğinin kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Örneklerin su miktarları %13.97-18.65 olarak

saptanmıştır. En yüksek su miktarı yonca balında tespit edilmiştir. Toplam asitlik ise, narenciye balı ve ayçiçek balında yüksek bulunmuştur. Asitlik 16.67-32.65 meq/kg aralığında değişmiştir. Mineral madde içeriklerinde ise örnekler birbiriyle kıyaslandığında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bütün bal numunelerinde potasyum yüksek miktarda tespit edilirken, bakır ise düşük miktarda saptanmıştır. Örneklerde potasyum 489.52-932.19 ppm, bakır 1.77- 2.99 ppm arasında değişmiştir. Yonca balı kalsiyum ve çinko kaynağıyken, narenciye balı düşük miktarda kalsiyum ve çinko içermektedir.

Ouchemoukh ve ark. (2005), Cezayir'deki bazı ticari balların fizikokimyasal karakteristikleri ve polen spektrumlarını incelemiştir. Polen spektrumlarında *Barassicaceae*, *Capparis*, *Citrus* ve *Eucalyptus* gibi türlerin yer aldığı 13 polen tipi bulunmuştur. Su içerikleri %14.64-19.04 arasında olup, bu değerlerle refraktif indeks değerleri arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir. Tüm ballar asidik olup kül içerikleri %0.06-0.54 arasında bulunmuştur. Ouchemoukh ve ark. (2005), inceledikleri ballarda 64-1304 mg/100g toplam fenol tespit etmişlerdir.

Ünal ve Küpülü (2001), Ankara'da tüketilmekte olan 35 adet süzme çam ve çiçek ballarının kimyasal özelliklerinden bazılarını tespit etmişlerdir. Sonuçlara göre su miktarı %13-25, diastaz sayısı 0-29.4, kül %0.11-0.72, toplam asitlik 8.23-33.21 meq/kg, HMF 11.133-256.27 mg/kg, invert şeker 23.47-89.29, arasında tespit edilmiştir.

Antalya' da yapılan bir çalışmada salgı, çiçek ve şeker balında mineral madde, kül, asitlik ve pH içerikleri araştırılmış; çalışmalar sonucunda 27.69-78.97 ppm Na, 127.4-265.6 ppm Ca, 0.47-7.65 ppm Fe, 14.98-43.02 ppm Mg, 0.12-0.96 ppm Mn, 1.090-3.423 ppm Zn, 0.38-1.170 ppm Cu aralığında tespit edilmiştir. Aynı çalışma sonucunda numunelerin pH 3.6-4.4, asitlik 12.07-27.57 meq/kg ve kül içeriği %0.06-0.41 değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Özdemir ve ark, 1998).

Güneydoğu Anadolu bölgesinin çeşitli yörelerinden alınan 30 adet ham bal örneğinde kalite kriterleri araştırılmıştır. Kimyasal analiz sonuçlarında; HMF 0.0-20.4 mg/kg, nem %14.4-18.6, kül %0.06-0.41, invert şeker 64.1-76.7, diastaz sayısı 10.2-30.2, toplam asitlik 10.0-28.0 meq/kg, pH 3.8-4.5 değerleri tespit edilmiştir (Yılmaz, 2000).

Mısır'da üretilen narenciye, susam ve yonca ballarının mineral madde içeriği araştırılmış, sonuçlara göre narenciye balı düşük miktarda mineral madde içerirken, yonca balı az miktarda Kadmiyum (Cd) ve Kurşun (Pb), susam balının ise yüksek

miktarda Kadmiyum (Cd) ve Demir (Fe) içerdiği belirlenmiştir (Rashed ve Soltan, 2003).

Dünya’da en fazla yetiştiriciliği yapılan bal arıları (*Apis Mellifera*) buldukları bölgenin florasıyla bağlantılı olarak fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden farklı ballar üretmektedir. Balın ne zaman hasat edildiği, hasat sırasında hangi işlemlerin uygulandığı, ısıtma ve depolama şartları gibi pek çok etken balın kalite özelliklerini etkilemektedir (Özdemir ve ark, 2000).

Balda antioksidant etkiye sahip fenolikler, flavanoidler, tokoferoller, alkaloidler, askorbik asit ve değişik enzimler az miktarda bulunmaktadır. Balın kaynağı olan nektar, antioksidan özelliğe sahip tatlı bileşikler ile bitki pigmentlerinin, flavonoidlerin büyük bir kısmını içermektedir (Frankel, 1998).

Balın bileşimi ve antioksidan kapasitesi floral kaynaklara bağlı olarak toplanan nektarlara bağlıdır. Bunun yanında mevsimsel, çevresel faktörler ve proses koşulları balın bileşimi ve antioksidan aktivitesini etkiler (Al Mamary ve ark, 2002).

Chen (2000), yaptığı çalışmalarda genel olarak koyu renkli bal örneklerinde yüksek kapasitede antioksidan madde olduğunu tespit etmişlerdir. Balın rengi genel olarak karotenoid ve flavonoidlere bağlıdır (Frankel, 1998).

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Araştırmada izelge 1’ de belirtilen Muğla ilinin 5 farklı ilçesine ait 15 farklı yöredeki üreticilerden alınan 15 adet am balı numunesi kullanılmıştır. Bal rnekleri cam şişelerde ağzı kapalı olarak analiz anına kadar oda sıcaklığında karanlık yerde muhafaza edilmiştir.

**Çizelge 1.** Analizi yapılan ballarla ilgili genel bilgiler

KOD	LOKASYON	
	İLE	KÖY
1	FETHİYE	OVACIK
2	MARMARİS	AMLI
3	ULA	ELMALI
4	FETHİYE	ESENKÖY
5	YATAĖAN	GAYDERESİ
6	FETHİYE	YAKACIK
7	MARMARİS	TURGUT
8	FETHİYE	FARALYA
9	MİLAS	MERKEZ
10	FETHİYE	REN
11	MİLAS	BEİN
12	ULA	KARABRTLEN
13	MARMARİS	BAYIR
14	MARMARİS	OSMANİYE
15	MİLAS	TUZABAT

## **3.2. Metot**

### **3.2.1. Fizikokimyasal Analiz Metotları**

#### **3.2.1.1. Renk Tayini**

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

#### **3.2.1.2. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks)**

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

#### **3.2.1.3. Refraktif İndeks**

Abbe tipi refraktometre kullanılarak  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  sabit sıcaklıkta belirlenmiştir (AOAC, 1990).

#### **3.2.1.4. Nem Tayini (%)**

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

#### **3.2.1.5. pH**

Balların pH değerlerini belirlemek için %20 oranında bal çözeltisi hazırlanmış ve WTW inoLab 720 (Wilhelm, Almanya) cihazı ile pH değerleri ölçülmüştür (AOAC, 1990).

### **3.2.1.6. Elektriksel İletkenlik**

Elektriksel iletkenlik, %20'lik bal çözeltileri hazırlanarak WTW 315 I Set, WTW Wissenschaftlich-Technich (Wilheim, Almanya) cihazı ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

### **3.2.1.7. Viskozite**

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

### **3.2.1.8. Kül**

Kül miktarı, 2 g balın  $550 \pm 25$ °C sıcaklığa ayarlanabilen Nüve MF 120 (Ankara, Türkiye) kül fırınında yakılmasıyla saptanmıştır (AOAC, 1990).

### **3.2.1.9. Serbest Asitlik**

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

### **3.2.1.10. Toplam Fenolik Madde**

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

### **3.2.1.11. HMF Tayini**

HMF'nin barbütirik asit ve p-toluidin ile oluşturduğu rengin 550 nm dalga boyunda ölçümüne dayanan spektrofotometrik yöntem bu araştırma da uygulanmıştır (Winkler, 1955; Akbulut ve ark, 1996). Hesaplama standart HMF'dan (Sigma H

9877.5, Hidroksimetil-2-furaldehit) 4-20 mg/l arasında bir seri standart çözelti dizisi hazırlanmış ve bal örneklerine uygulanan işlemin aynısı tekrar edilerek standart eğri hazırlanmış ve bu şekilde hazırlanan standart bir eğriden yararlanarak HMF miktarı mg/kg olarak belirlenmiştir.

### 3.2.1.12. Mineral Madde

0.3-0.5 g bal alınarak üzerine 5 ml saf HNO<sub>3</sub> ilave edilmiş ve örnekler MARS mikrodalga fırınında 200 °C'de yakılmıştır. Çözelti belirli bir hacme kadar suyla seyreltilerek hazırlanan konsantrasyonlar ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) cihazında okunarak mineraller belirlenmiştir (Skujins, 1998; Akbulut ve Özcan, 2007).

ICP-AES'in çalışma şartları:

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

### 3.2.1.13. Protein Tayini

0.1 ml çözelti (%50 'lik bal çözeltisinden)'ye 5 ml Coomassie Brilliant Blue ilave edilir ve 2 dakika bekletildikten sonra 595 nm dalga boyunda absorbans değeri okunur. Albumin standart çözeltileriyle elde edilen eğri sayesinde mg/g olarak protein değerleri elde edilmiştir (Bradford, 1976).

### 3.2.1.14. DPPH antioksidan kapasitesi analizi

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin bal örneğindeki antioksidan etkili bileşiklerce indirgenmesi sonucunda 515 nm dalga boyundaki absorbans farkı sayesinde belirlenmiştir. 0.1 ml seyreltilmiş bal örneği 3.9 ml DPPH çözeltisi ile destile

edilmiş ve 30 dk sonra 515 nm dalga boyunda absorbans değeri okunmuştur. Sonuçlar 100 g kuru örneğin troloks eşdeğeri olarak antioksidan kapasitesi şeklinde verilmiştir (Akbulut ve ark, 2008).

### **3.2.1.15. İstatiksel analiz**

Ortalama değer ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistikler GenStat istatiksel yazılım (version 7.1, VSN International Ltd. 2004) kullanılarak yürütüldü. Biribirinden istatistiksel olarak farklı olan ortalamalar MSTAT-C istatistiksel software yardımıyla Duncan çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak karşılaştırıldı. Tüm analizlerde  $P < 0,01$  düzeyleri kullanıldı. Aksi belirtilmediği sürece, tüm analizler üç kez tekrar edilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Bal Örneklerinin Fiziksel Özellikleri

Çizelge 2 ve Çizelge 3 'te farklı üreticilerden temin edilen çam balı örneklerinin fiziksel özellikleri verilmiştir. İncelenen bütün numunelerde su aktivitesi ( $a_w$ ) değerleri 2008 yılı analizlerinde 0.48 - 0.57 aralığında iken 2010 yılı analizlerinde 0.52 – 0.61 aralığında bulunmuştur. Depolama sonrası numunelerdeki ortalama su aktivitesi ise 0.56 'dır. 2 yıl depolama sonrası ortalama su aktivitesindeki değişim 0.03 'tür. Şekil 1 'de depolamaya bağlı olarak farklı lokasyonlardan elde edilen balların su aktivitesi değerlerindeki değişim görülmektedir.

İstatistiksel olarak bakıldığında su aktivitesi değerinin depolama süresine bağlı olarak gerçekleşen değişiminin önemli olduğu ( $P<0.01$ ), buna karşın örneğin toplandığı bölgenin önemli bir faktör olmadığı ( $P>0.01$ ) tespit edilmiştir.

İncelenen 15 numunedeki refraktif indeks değerleri 2008 yılı için 1.4885 – 1.4976 değerleri arasındayken 2010 yılı değerleri 1.4953 – 1.5025 aralığındadır. Numunelerimizdeki ortalama refraktif indeks değeri 2008 yılında 1.4928 iken 2010 yılında 1.4981'dir (Çizelge 2 ve Şekil 2). Ouchemoukh ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada refraktif indeks değerlerini 1.4889-1.4999 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgular ile literatür bulgularının uyumlu olduğu görülmektedir. Depolama sürecinde refraktif indeks değerlerinde meydana gelen değişimde hem depolama süresinin ( $P<0.01$ ) hem de numunelerin toplandığı bölgenin ( $P<0.01$ ) önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir. Lazaridou ve ark. (2004), Yunanistan'daki çam ve portakal çiçeği ballarının bileşimi ve reolojik özellikleri üzerinde yaptıkları çalışmada elde ettikleri refraktif indeks değerini 1.4892 - 1.5043 arasında tespit etmişlerdir. Lazaridou ve ark. (2004)' nın çalışmalarından elde edilen verilerle bu çalışmadan elde edilen veriler birbirleriyle örtüşmektedirler.

Viskozite, akışkanın akmaya karşı gösterdiği direnç olup, arıcılıkta 'bünye' kelimesinin karşılığıdır. Viskozitesi yüksek ballarda akıcılık az, düşük ballarda ise akıcılık fazladır. Viskozitesi yüksek ballar süzme esnasında petek gözünden güçlük çıkar, boşaltma ve bal kaplarının temizlenmesi de güçtür. Viskozite balın nem içeriği ve bileşimine bağlıdır. Balın kıvamını nektarın alındığı bitki çeşidi etkilemektedir. Balın duru veya bulanık olması; içindeki hava kabarcıkları, su oranı ve kolloid maddelerin fazla veya az olmasına bağlıdır. Bala uygulanan işlemler sırasında hava kabarcıkları

fazla olursa bal daha berrak olur. Sıcak lokasyonlarda ve hafif kumlu topraklarda yetişen bitkiler koyu kıvamda bal meydana getirirken, yayla ve dağlık lokasyon çiçeklerden yapılan ballar daha akıcı olup lezzet ve aroma bakımından daha üstündürler (Anonim, 2002).

Bal numunelerinin 2008 yılı dinamik viskozite değerleri 55.8 – 128.5 P.a.s aralığında değişim göstermiş olup ortalama değer ise 92.55 P.a.s olarak gerçekleşmiştir. 2 yıl depolama sonrasındaki dinamik viskozite değerleri 26.1 – 112.9 P.a.s iken ortalama olarak 60.88 dir (Çizelge 2 ve Şekil 3). Balda viskoziteyi; briks, baldaki şeker oranı, şeker çeşitleri ve bu şekerlerin birbirlerine oranları gibi faktörler etkiler (Anonim, 1999). Varyans değerlerine bakıldığında dinamik viskozite değişimi üzerine depolama süresinin ( $P<0.01$ ) ve numune lokasyonunun ( $P<0.01$ ) önemli faktörler olduğu belirlenmiştir. Viskozite değerindeki değişimin önemli olmasının en önemli sebeplerinden biri depolama esnasında bal içerisindeki karbonhidratlar ile proteinlerin maillard reaksiyonuna girmesiyle HMF miktarındaki artış iken diğeri de depolama süresinde % nem içeriğinde meydana gelen düşüşte viskozite değerindeki azalmayı açıklayabilmektedir.

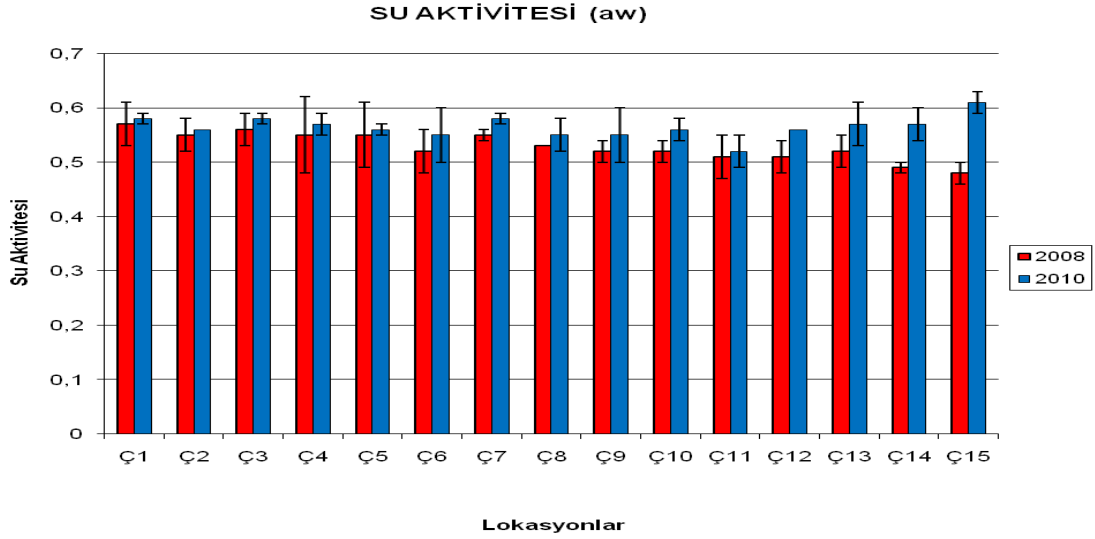
Çizelge 3'te de görülebildiği gibi 2008 yılında bütün numunelerdeki  $L^*$  değerleri 20.10 – 24.59 aralığında değişmekte iken 2010 yılı analizlerinde  $L^*$  değerleri 33.2 – 34.57 aralığında tespit edilmiştir (Şekil 4). 2008  $a^*$  değeri sonuçlarına bakıldığında ise -0.40 ila -0.58 aralığında değiştiği ve ortalama olarak da -0.49 değerinde olduğu görülebilmektedir. 2010 yılı sonuçlarında ise  $a^*$  değerinin (-1.94) – (-1.03) aralığında ve ortalama olarak -1.55 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 5). 2008 yılı  $b^*$  değerleri ise 0.62 - 1.89 aralığında değişmekte ve ortalama olarak 1.19 'dur. 2010 yılı  $b^*$  değerlerinin ise 1.85-2.20 aralığında değiştiği ve ortalama 2.05 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 6). İspanya'da üretilen 11 bal örneğinin mineral madde içeriği belirlenmiştir. Yapılan çalışmaya göre koyu renkli bal örneklerinde mineral madde içeriğinin açık renkli bal örneklerine göre daha yüksek oranda olduğu saptanmıştır (Fernandez, 2004). Depolama sürecinde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerindeki değişim istatistiğine bakıldığında ilgili değerler üzerinde hem depolama süresinin ( $P<0.01$ ) hem de numune toplanan yörenin ( $P<0.01$ ) önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. h ve C değerlerinin değişimi göz önüne alındığında ilgili değer üzerinde depolama sürecinin önemli ( $P<0.01$ ) seviyede etki ettiği görülürken, örneklerin toplandığı bölgenin önemli bir etkisinin olmadığı ( $P>0.01$ ) belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çam ballarındaki bazı fiziksel özellikleri ve depolama ile değişimi

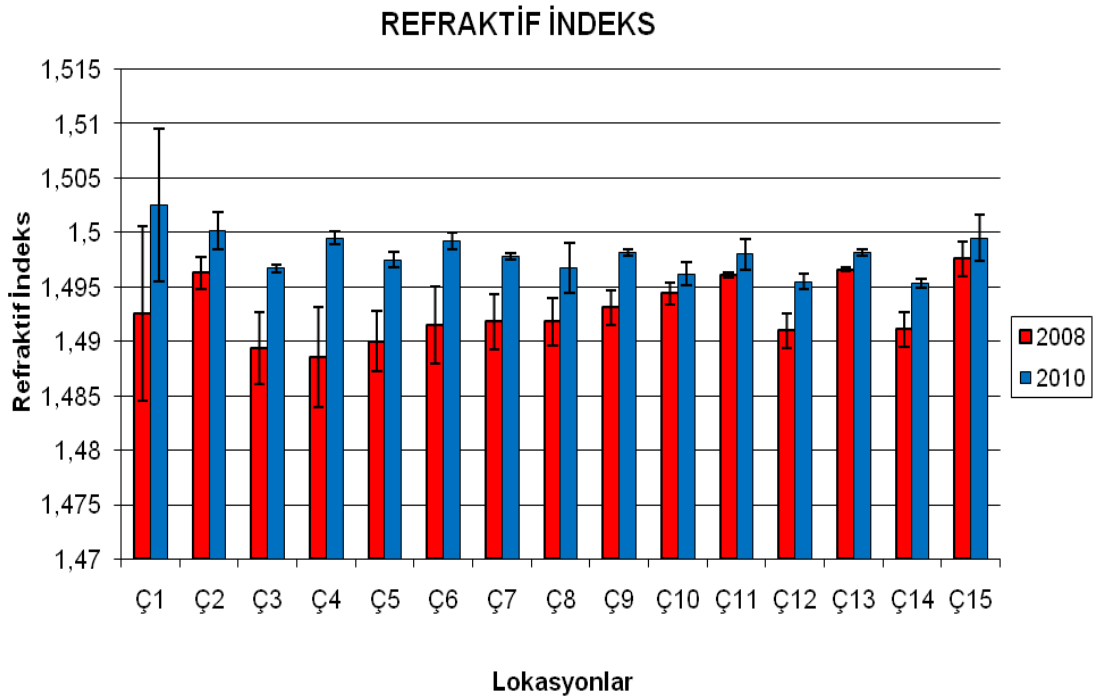
Kod	Su aktivitesi		Refraktif indeks		Dinamik viskozite	
	2008	2010	2008	2010	2008	2010
Ç1	0.57±0.04	0.58±0.01	1.4926±0.0080 <sup>a</sup>	1.5025±0.0070 <sup>a</sup>	55.8±1.56 <sup>1</sup>	26.1±3.46 <sup>h</sup>
Ç2	0.55±0.03	0.56±0.00	1.4963±0.0015 <sup>a</sup>	1.5002±0.0017 <sup>a</sup>	128.5±2.32 <sup>a</sup>	112.9±4.34 <sup>a</sup>
Ç3	0.56±0.03	0.58±0.01	1.4894±0.0033 <sup>b</sup>	1.4967±0.0004 <sup>b</sup>	92.1±1.74 <sup>e</sup>	50.8±3.63 <sup>e</sup>
Ç4	0.55±0.07	0.57±0.02	1.4885±0.0046 <sup>b</sup>	1.4995±0.0006 <sup>b</sup>	122.6±5.59 <sup>ab</sup>	86.7±2.56 <sup>c</sup>
Ç5	0.55±0.06	0.56±0.01	1.4900±0.0028 <sup>a</sup>	1.4975±0.0007 <sup>b</sup>	73.5±2.77 <sup>gh</sup>	59.9±8.00 <sup>d</sup>
Ç6	0.52±0.04	0.55±0.05	1.4915±0.0035 <sup>a</sup>	1.4992±0.0008 <sup>b</sup>	126.4±4.82 <sup>a</sup>	98.4±1.37 <sup>b</sup>
Ç7	0.55±0.01	0.58±0.01	1.4918±0.0025 <sup>a</sup>	1.4978±0.0003 <sup>b</sup>	108.1±11.54 <sup>d</sup>	63.2±2.43 <sup>d</sup>
Ç8	0.53±0.00	0.55±0.03	1.4918±0.0022 <sup>a</sup>	1.4967±0.0023 <sup>b</sup>	70.3±4.14 <sup>h</sup>	52.8±4.50 <sup>e</sup>
Ç9	0.52±0.02	0.55±0.05	1.4931±0.0016 <sup>a</sup>	1.4982±0.0003 <sup>b</sup>	120.2±1.74 <sup>bc</sup>	62.4±4.10 <sup>d</sup>
Ç10	0.52±0.02	0.56±0.02	1.4944±0.0010 <sup>a</sup>	1.4962±0.0011 <sup>b</sup>	79.0±2.06 <sup>fg</sup>	47.5±7.03 <sup>ef</sup>
Ç11	0.51±0.04	0.52±0.03	1.4961±0.0002 <sup>a</sup>	1.4980±0.0014 <sup>b</sup>	82.7±1.95 <sup>f</sup>	47.5±3.05 <sup>ef</sup>
Ç12	0.51±0.03	0.56±0.00	1.4910±0.0016 <sup>a</sup>	1.4955±0.0007 <sup>b</sup>	77.6±7.47 <sup>fg</sup>	43.9±1.78 <sup>f</sup>
Ç13	0.52±0.03	0.57±0.04	1.4966±0.0002 <sup>a</sup>	1.4982±0.0003 <sup>b</sup>	115.1±5.36 <sup>c</sup>	100.1±2.35 <sup>b</sup>
Ç14	0.49±0.01	0.57±0.03	1.4911±0.0016 <sup>a</sup>	1.4953±0.0004 <sup>b</sup>	75.2±2.36 <sup>gh</sup>	27.3±3.30 <sup>h</sup>
Ç15	0.48±0.02	0.61±0.02	1.4976±0.0016 <sup>a</sup>	1.4995±0.0021 <sup>b</sup>	61.1±3.77 <sup>1</sup>	33.7±3.05 <sup>g</sup>
<b>Min.</b>	<b>0.48</b>	<b>0.52</b>	<b>1.4885</b>	<b>1.4953</b>	<b>55.8</b>	<b>26.1</b>
<b>Max.</b>	<b>0.57</b>	<b>0.61</b>	<b>1.4976</b>	<b>1.5025</b>	<b>128.5</b>	<b>112.9</b>
<b>Ort.</b>	<b>0.52</b>	<b>0.56</b>	<b>1.4927</b>	<b>1.4981</b>	<b>92.54</b>	<b>60.88</b>

<sup>a-1</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır.

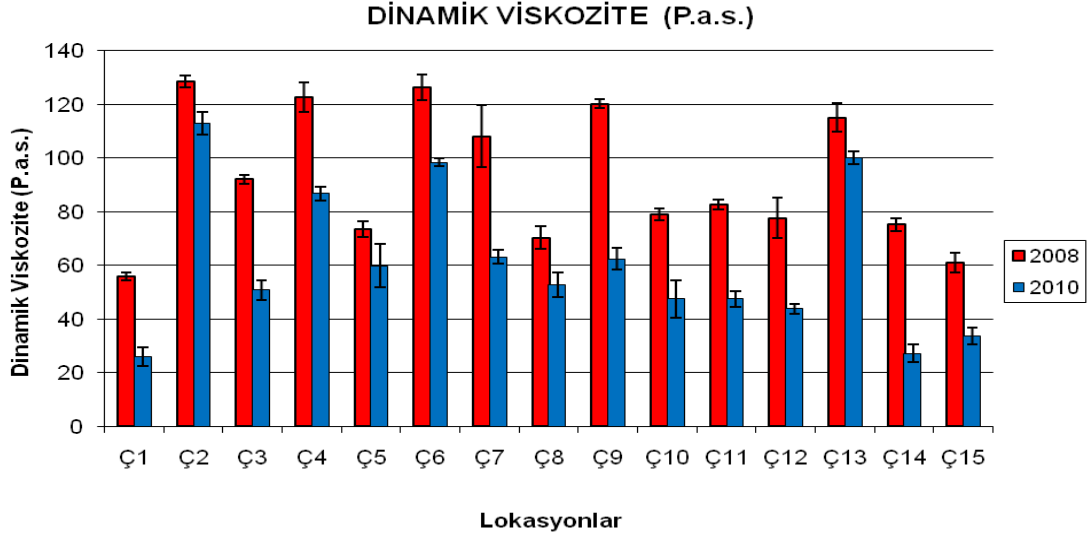
\*Harflendirme yapılmış olan sütunlar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ).



**Şekil 1.** 2008 ve 2010 Yılları Su Aktivitesi Değerleri



**Şekil 2.** 2008 ve 2010 Yılları Refraktif İndeks Değer Değişimi



**Şekil 3.** 2008 ve 2010 Yılları Dinamik Viskozite Değerlerindeki Değişim

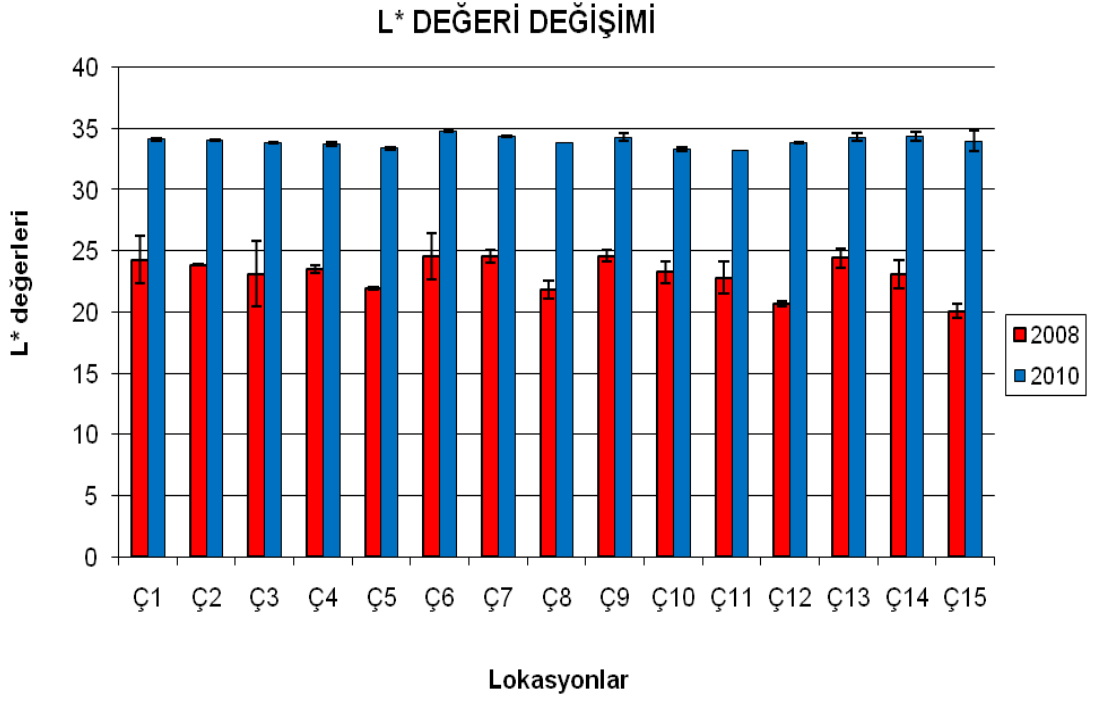
Bal genellikle saydamdan başlayıp koyu kırmızıya kadar, sarı, kehribar, kahverengi yeşilimsi ve kırmızimsı renklere olmaktadır. Ballar renklerine göre; su beyazı, ekstre beyaz, ekstra açık amber, koyu renk olarak dört gruba ayrılmaktadır. Bala renk veren maddeler klorofil, karoten, ksantofil ve bileşimi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

Çizelge 3. Çam ballarındaki renk parametreleri ve depolama ile değişimi

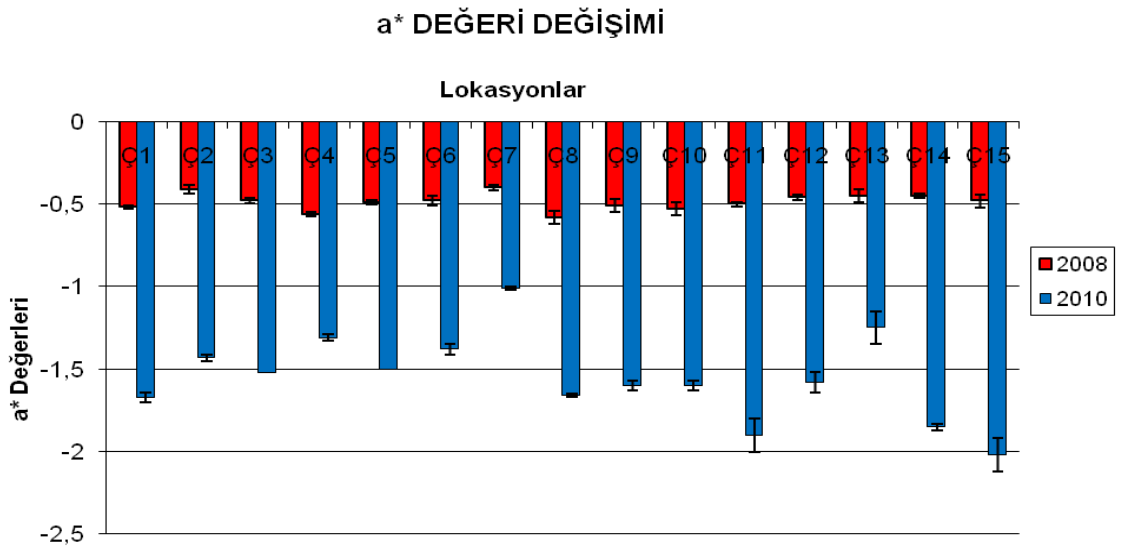
Kod	2008					2010					
	L*	a*	b*	C	h	L*	a*	b*	C	h	ΔE
Ç1	24,3±1,98 <sup>a</sup>	-0,52±0,01 <sup>bcd</sup>	0,83±0,01 <sup>g</sup>	0,98±0,02	57,93±0,26	34,11±0,07 <sup>abc</sup>	-1,67±0,03 <sup>d</sup>	2,02±0,02 <sup>cde</sup>	2,6172±0,00	39,65±0,77	10,43±1,93
Ç2	23,87±0,09 <sup>ab</sup>	-0,41±0,028 <sup>gh</sup>	1,46±0,01 <sup>c</sup>	1,52±0,02	74,31±0,88	34,02±0,07 <sup>abc</sup>	-1,43±0,02 <sup>g</sup>	1,99±0,01 <sup>de</sup>	2,4477±0,00	35,61±0,60	10,85±0,16
Ç3	23,14±2,64 <sup>bc</sup>	0,48±0,014 <sup>def</sup>	1,08±0,03 <sup>ef</sup>	1,18±0,02	66,04±1,18	33,82±0,06 <sup>bcd</sup>	-1,52±0,00 <sup>f</sup>	2,00±0,00 <sup>cde</sup>	2,5081±0,01	37,30±0,10	11,28±2,44
Ç4	23,54±0,31 <sup>bc</sup>	-0,56±0,014 <sup>ab</sup>	1,3±0,01 <sup>d</sup>	1,42±0,01	66,70±0,30	33,74±0,12 <sup>bcd</sup>	-1,31±0,02 <sup>i</sup>	1,97±0,01 <sup>ef</sup>	2,3630±0,02	33,52±0,24	10,81±0,45
Ç5	21,92±0,11 <sup>d</sup>	0,49±0,014 <sup>cdef</sup>	1,64±0,01 <sup>b</sup>	1,71±0,00	73,36±0,59	33,36±0,11 <sup>cd</sup>	-1,50±0,00 <sup>f</sup>	2,12±0,02 <sup>abc</sup>	2,5901±0,01	35,26±0,40	12,16±0,00
Ç6	24,56±1,91 <sup>a</sup>	-0,48±0,03 <sup>def</sup>	1,44±0,03 <sup>c</sup>	1,52±0,04	71,57±0,68	34,78±0,03 <sup>a</sup>	-1,38±0,03 <sup>h</sup>	1,86±0,01 <sup>f</sup>	2,3161±0,001	36,57±0,77	11,01±0,69
Ç7	24,56±0,50 <sup>a</sup>	-0,4±0,014 <sup>h</sup>	1,89±0,01 <sup>a</sup>	1,93±0,01	78,05±0,32	34,37±0,02 <sup>ab</sup>	-1,01±0,01 <sup>k</sup>	2,11±0,02 <sup>abcd</sup>	2,3348±0,03	25,63±0,09	10,55±1,76
Ç8	21,83±0,72 <sup>d</sup>	-0,58±0,04 <sup>a</sup>	1,41±0,01 <sup>cd</sup>	1,52±0,00	67,64±1,68	33,79±0,03 <sup>bcd</sup>	-1,66±0,01 <sup>d</sup>	2,00±0,00 <sup>cde</sup>	2,5953±0,02	39,76±0,14	12,55±0,71
Ç9	24,59±0,45 <sup>a</sup>	-0,51±0,04 <sup>cd</sup>	0,86±0,01 <sup>g</sup>	1,00±0,04	59,36±1,68	34,29±0,30 <sup>ab</sup>	-1,60±0,03 <sup>e</sup>	2,00±0,06 <sup>cde</sup>	2,5616±0,03	38,67±1,29	10,20±0,72
Ç10	23,28±0,89 <sup>bc</sup>	-0,53±0,04 <sup>bc</sup>	0,82±0,03 <sup>gh</sup>	0,98±0,05	57,15±1,19	33,32±0,15 <sup>cd</sup>	-1,60±0,03 <sup>e</sup>	2,09±0,02 <sup>bcde</sup>	2,6251±0,03	37,42±0,09	10,53±0,98
Ç11	22,83±1,30 <sup>c</sup>	-0,5±0,014 <sup>cde</sup>	0,71±0,03 <sup>hi</sup>	0,87±0,05	54,88±1,22	33,20±0,01 <sup>d</sup>	-1,90±0,10 <sup>b</sup>	2,16±0,04 <sup>ab</sup>	2,8738±0,04	41,39±1,95	10,91±1,17
Ç12	20,69±0,21 <sup>e</sup>	-0,46±0,014 <sup>ef</sup>	0,62±0,04 <sup>i</sup>	0,77±0,03	53,38±2,72	33,83±0,07 <sup>bcd</sup>	-1,58±0,06 <sup>e</sup>	2,12±0,03 <sup>abc</sup>	2,6441±0,06	36,69±0,62	13,49±0,27
Ç13	24,41±0,82 <sup>a</sup>	-0,45±0,042 <sup>fg</sup>	1,65±0,06 <sup>b</sup>	1,71±0,07	74,76±0,87	34,29±0,30 <sup>ab</sup>	-1,25±0,10 <sup>j</sup>	2,22±0,00 <sup>a</sup>	2,5442±0,04	29,42±2,02	10,54±0,45
Ç14	23,11±1,15 <sup>bc</sup>	-0,45±0,014 <sup>fg</sup>	1,17±0,01 <sup>e</sup>	1,25±0,00	68,96±0,84	34,35±0,38 <sup>ab</sup>	-1,85±0,02 <sup>c</sup>	2,10±0,04 <sup>abcd</sup>	2,7954±0,05	41,30±0,25	11,83±1,44
Ç15	20,1±0,57 <sup>e</sup>	-0,48±0,04 <sup>def</sup>	0,98±0,01 <sup>f</sup>	1,09±0,03	63,93±1,67	33,96±0,85 <sup>bcd</sup>	-2,02±0,10 <sup>a</sup>	2,04±0,08 <sup>bcde</sup>	2,8651±0,01	44,71±2,40	14,33±1,36
Min.	20,1	-0,40	0,62	0,77	53,43	33,2	-1,94	1,85	2,29	25,91	10,08
Max.	24,59	-0,58	1,89	1,93	78,05	34,57	-1,03	2,2	2,86	42,55	14,68
Ort.	23,1	-0,49	1,19	1,3	65,56	33,92	-1,55	2,05	2,57	36,88	11,45

<sup>a-k</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır.

\*Harflendirme yapılmış olan sütunlar istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ).



Şekil 3. 2008 ve 2010 Yılları  $L^*$  Değerindeki Değişim



Şekil 4. 2008 ve 2010 Yıllarında  $a^*$  Değerlerindeki Değişim

## 4.2. Bal Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Numunelere ait kimyasal özellikler Çizelge 4’te verilmiştir. Analizi yapılan numunelerin briks değerleri 2008 yılı analizlerinde 81.4 - 83.4 aralığında değişim göstermekte ve ortalama olarak 82.2 iken 2010 yılı analizlerinde 79.50 – 87.50 aralığında olup, ortalaması 84.73 olarak gerçekleşmiştir. Numuneler içerisinde en yüksek briks 2008 yılında Ç2 kodlu numunede iken 2010 yılında Ç7 ve Ç8 kodlu numunelerde tespit edilmiştir (Şekil 6).

Örneklere ait % nem değerleri ise 2008 yılında % 14.84 - % 16.87 aralığındayken 2010 yılında %13.66 – 16.47 aralığında olduğu belirlenmiştir. 2008 yılı analizlerinde Ç1, Ç12, Ç14, Ç15 kodlu numunelerde de en yüksek nem değerleri gözlenirken 2 yıl depolama sonrası en yüksek nem değeri Ç14 kodlu numunede görülmüştür (Çizelge 4 ve Şekil 7). Varyanslara bakıldığında hem sürenin hem de lokasyonun değişim üzerinde önemli ( $P<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Ouchemoukh ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada nem içeriklerini %15.84-19.04 ve refraktif indeks değerlerini ise 1.4889-1.4999 olarak tespit etmişlerdir. Terrab ve ark. (2004) ise inceledikleri kekik ballarında %14.2-18 nem tespit etmişlerdir.

Lazaridou ve ark. (2004), Yunanistan’daki çam ve portakal çiçeği ballarının bileşimi ve reolojik özellikleri üzerinde yaptıkları çalışmada elde ettikleri refraktif indeks değeri 1.4892-1.5043 arasında olup su içerikleri %13-18.9 civarında bulunmuştur.

2008 yılı pH değerleri ortalaması 4.67 iken 2010 yılı pH ortalaması 4.27 olarak tespit edilmiştir. 2008 yılında en yüksek pH Ç10 kodlu numunede iken 2 yıl depolama sonrasında tekrarlanan analiz sonrasında da en yüksek pH ‘nın yine Ç10 kodlu numunede olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4 ve Şekil 8). 2008 ve 2010 yılı pH değerlerindeki değişimin faktörlerine bakıldığında süre ve numune lokasyonu etmenlerinin istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) seviyede etkili olduğu görülmüştür. Şahinler ve ark (2001) yaptıkları araştırmada, Hatay yöresinde hasat edilen bal örneklerinin pH değerlerinin 3.04 ile 6.6 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tolon (1999), bal örneklerinin ortalama pH değerini 4.23 olarak bildirmiştir. Bir diğer çalışmada, White (1998) bal örneklerinin ortalama pH değerini 3.91 olarak bildirmistir. Araştırma materyali olan bal örneklerinin ortalama pH değerlerinin Tolon (1999)’un bildirdiği pH değerine (4.23) yakın olduğu belirlenmiştir.

Çam balı örneklerindeki serbest asitlik değerleri ise 2008 yılında sitrik asit cinsinden 0.062 – 0.156 aralığında olup 2010 yılında 0.112 – 0.186 aralığında tespit

edilmiştir. En yüksek serbest asitlik 2008 yılında Ç2 kodlu numunede, 2010 yılında ise Ç7 kodlu numunede belirlenmiştir (Çizelge 4 ve Şekil 9).

İstatistiksel olarak lokasyon ve yıl faktörlerinin değişim üzerinde önemli etkenler olduğu tespit edilmiştir. Ayçiçeği ballarının elektriksel iletkenlik ve serbest asitlik değerleri Devillers ve ark. (2004)'ın yaptığı çalışmada incelenen ayçiçeği balının verilerine yakındır. Devillers ve ark. (2004) inceledikleri ayçiçeği ballarında 306.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  elektriksel iletkenlik ve 19.91 meq/kg serbest asitlik değerlerini tespit etmişlerdir. Numunelerin elektrik iletkenliği değerleri ise 2008 yılında 878 – 1463  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 2010 yılında 778 – 1339  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlenmiştir. En yüksek elektrik iletkenliğine 2008 yılında Ç9 kodlu numune sahipken 2010 yılında Ç13 kodlu numune olduğu görülmüştür (Çizelge 4 ve Şekil 10). Elektriksel kondüktivite üzerinde istatistiksel olarak hem depolama süresinin hem de lokasyonun önemli ( $P<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

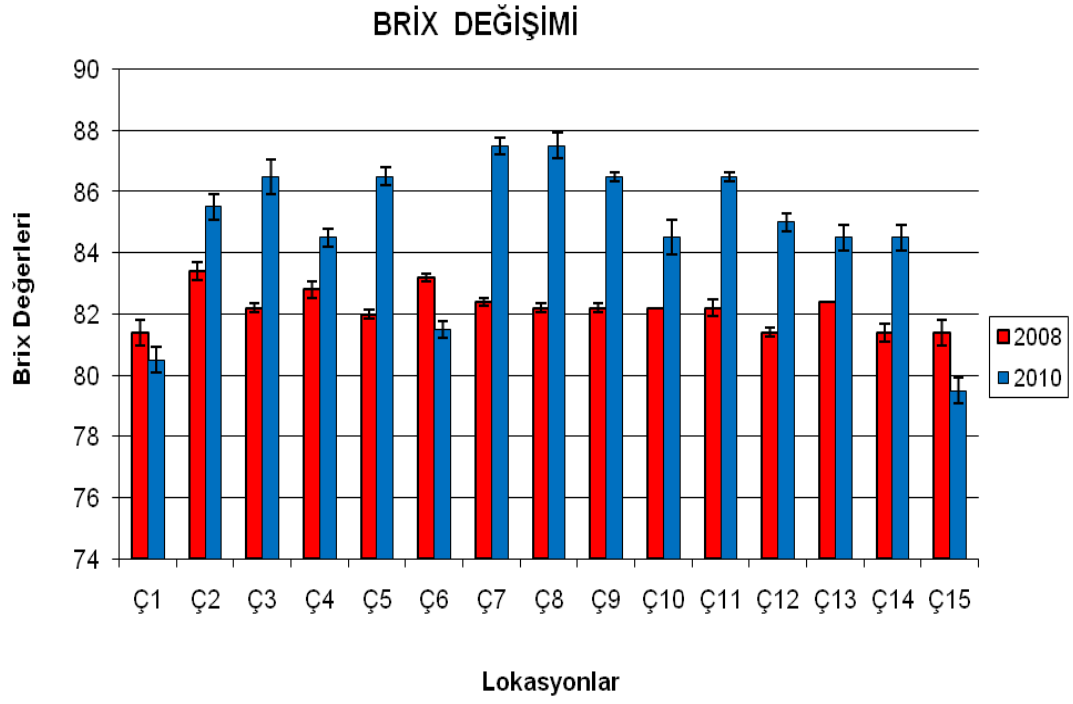
Çizelge 5'te verildiği gibi, 2008 yılında örneklerdeki fenolik madde miktarları 314.34 – 468.14 mg/kg değerleri arasında yer almaktayken 2010 yılında 246.48 – 373.34 mg/kg aralığında gerçekleşmiştir. Ortalama olarak fenolik madde miktarı ise 2008 yılında 389.36 mg/kg iken 2010 yılında 296.79 mg/kg değerindedir. En yüksek fenolik madde içeriğine sahip numunenin Ç13 kodlu numune olduğu, 2 yıl depolamanın fenolik madde içeriğinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı ve 2010 yılında da en yüksek fenolik madde içeriğinin Ç13 kodlu numunede olduğu tespit edilmiştir (Şekil 11). Depolama sürecindeki fenolik madde değişimi üzerinde hem sürenin hem de lokasyonun istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) seviyede etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Çam ballarının bazı kimyasal özellikleri ve depolamadaki değişimi (1)

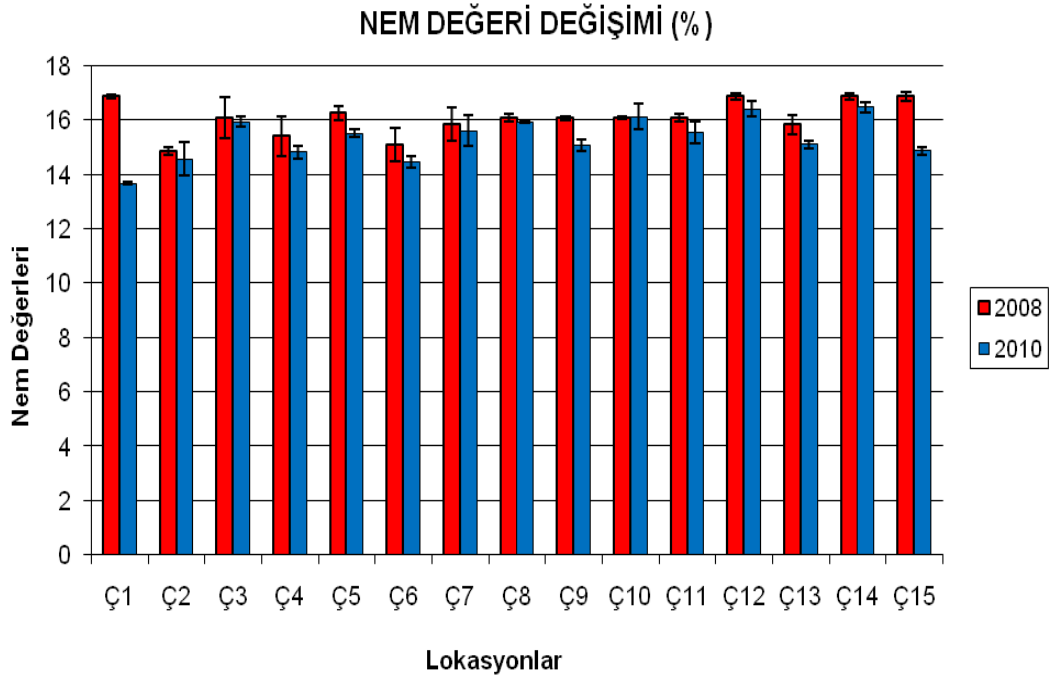
Kod	2008					2010				
	Brix	Nem (%)	pH	Serbest Asitlik (meq sitrik asit/kg)	Elektrik İletkenliği ( $\mu$ s/cm)	Brix	Nem (%)	pH	Serbest Asitlik (meq sitrik asit/kg)	Elektrik İletkenliği ( $\mu$ s/cm)
Ç1	81,4±0,42	16,87±0,06 <sup>a</sup>	4,78±0,03 <sup>c</sup>	0,1305±0,0073 <sup>cd</sup>	1350±28,3 <sup>de</sup>	80,50± 0,42	13,66±0,05 <sup>g</sup>	4,23±0,03 <sup>f</sup>	0,1743±0,0071 <sup>cd</sup>	1196±9,9 <sup>de</sup>
Ç2	83,4± 0,28	14,84±0,14 <sup>d</sup>	4,66±0,01 <sup>f</sup>	0,1834±0,0056 <sup>a</sup>	1372±12,7 <sup>cd</sup>	85,50± 0,42	14,57±0,61 <sup>f</sup>	4,22±0,01 <sup>f</sup>	0,2136±0,0103 <sup>a</sup>	1222±35,4 <sup>cd</sup>
Ç3	82,2±0,14	16,08±0,75 <sup>b</sup>	4,92±0,01 <sup>b</sup>	0,1103±0,0167 <sup>e</sup>	1415±22,6 <sup>b</sup>	86,50± 0,57	15,93±0,18 <sup>bc</sup>	4,48±0,03 <sup>c</sup>	0,1714±0,0255 <sup>cd</sup>	1248±53,7 <sup>bc</sup>
Ç4	82,8± 0,28	15,40±0,72 <sup>c</sup>	4,92±0,03 <sup>b</sup>	0,1292±0,0214 <sup>de</sup>	1334±15,6 <sup>ef</sup>	84,50±0,28	14,83±0,24 <sup>ef</sup>	4,51±0,01 <sup>b</sup>	0,1504±0,0169 <sup>e</sup>	1184±24,0 <sup>ef</sup>
Ç5	82,0± 0,14	16,24±0,26 <sup>b</sup>	4,60±0,07 <sup>g</sup>	0,1480±0,0075 <sup>c</sup>	1121±50,9 <sup>i</sup>	86,50±0,30	15,50±0,14 <sup>d</sup>	4,20±0,04 <sup>f</sup>	0,1857±0,0201 <sup>bc</sup>	993±19,8 <sup>h</sup>
Ç6	83,2± 0,14	15,08±0,61 <sup>cd</sup>	4,72±0,01 <sup>d</sup>	0,1287±0,0083 <sup>de</sup>	1225±25,5 <sup>h</sup>	81,50± 0,28	14,46±0,23 <sup>f</sup>	4,31±0,01 <sup>e</sup>	0,1796±0,0272 <sup>cd</sup>	1089±18,4 <sup>g</sup>
Ç7	82,4± 0,14	15,84±0,61 <sup>b</sup>	4,52±0,03 <sup>h</sup>	0,1265±0,0169 <sup>de</sup>	1264±48,1 <sup>g</sup>	87,50±0,28	15,60±0,57 <sup>cd</sup>	4,14±0,03 <sup>g</sup>	0,2200±0,0144 <sup>a</sup>	1114±24,0 <sup>g</sup>
Ç8	82,2±0,14	16,08±0,13 <sup>b</sup>	4,78±0,09 <sup>c</sup>	0,1478±0,0253 <sup>c</sup>	1115±28,3 <sup>i</sup>	87,50±0,42	15,93±0,04 <sup>bc</sup>	4,38±0,04 <sup>d</sup>	0,1524±0,0539 <sup>e</sup>	979±8,49 <sup>h</sup>
Ç9	82,2±0,14	16,08±0,07 <sup>b</sup>	4,69±0,03 <sup>e</sup>	0,1285±0,0161 <sup>de</sup>	1463±45,3 <sup>a</sup>	86,50± 0,14	15,07±0,19 <sup>e</sup>	4,31±0,01 <sup>e</sup>	0,1847±0,0073 <sup>bc</sup>	1177±21,2 <sup>ef</sup>
Ç10	82,2±0,00	16,08±0,03 <sup>b</sup>	5,27±0,04 <sup>a</sup>	0,0742±0,0336 <sup>f</sup>	1306±25,5 <sup>f</sup>	84,50±0,57	16,13±0,47 <sup>ab</sup>	4,76±0,00 <sup>a</sup>	0,1336±0,0291 <sup>f</sup>	1159±42,4 <sup>f</sup>
Ç11	82,2±0,28	16,08±0,13 <sup>b</sup>	4,26±0,04 <sup>i</sup>	0,1474±0,0441 <sup>c</sup>	878±67,9 <sup>j</sup>	86,50± 0,14	15,53±0,40 <sup>cd</sup>	3,85±0,01 <sup>h</sup>	0,1706±0,0016 <sup>cd</sup>	778±18,4 <sup>i</sup>
Ç12	81,4±0,14	16,87±0,11 <sup>a</sup>	4,63±0,01 <sup>f</sup>	0,1303±0,0136 <sup>cd</sup>	1246±15,6 <sup>gh</sup>	85,00±0,28	16,40±0,28 <sup>a</sup>	4,20±0,01 <sup>f</sup>	0,1992±0,0079 <sup>b</sup>	1084±18,4 <sup>g</sup>
Ç13	82,4± 0,00	15,84±0,35 <sup>b</sup>	4,64±0,01 <sup>f</sup>	0,1666±0,0124 <sup>b</sup>	1412±19,8 <sup>b</sup>	84,50± 0,42	15,10±0,14 <sup>e</sup>	4,28±0,03 <sup>e</sup>	0,1697±0,0353 <sup>de</sup>	1260±35,4 <sup>b</sup>
Ç14	81,4±0,28	16,87±0,11 <sup>a</sup>	4,54±0,06 <sup>h</sup>	0,1683±0,0040 <sup>b</sup>	1445±11,3 <sup>a</sup>	84,50± 0,42	16,47±0,18 <sup>a</sup>	4,20±0,04 <sup>f</sup>	0,1763±0,0112 <sup>cd</sup>	1339±19,8 <sup>a</sup>
Ç15	81,4± 0,42	16,87±0,17 <sup>a</sup>	4,64±0,01 <sup>f</sup>	0,1407±0,0221 <sup>c</sup>	1394±33,9 <sup>bc</sup>	79,50± 0,42	14,87±0,13 <sup>ef</sup>	4,28±0,01 <sup>e</sup>	0,1730±0,0123 <sup>cd</sup>	1090±62,2 <sup>g</sup>
<b>Min.</b>	<b>81,4</b>	<b>14,84</b>	<b>4,26</b>	<b>0,062</b>	<b>878</b>	<b>79,50</b>	<b>13,66</b>	<b>3,85</b>	<b>0,112</b>	<b>778</b>
<b>Max.</b>	<b>83,4</b>	<b>16,87</b>	<b>5,27</b>	<b>0,156</b>	<b>1463</b>	<b>87,50</b>	<b>16,47</b>	<b>4,76</b>	<b>0,186</b>	<b>1339</b>
<b>Ort.</b>	<b>82,2</b>	<b>16,07</b>	<b>4,67</b>	<b>0,115</b>	<b>1289</b>	<b>84,73</b>	<b>15,33</b>	<b>4,27</b>	<b>0,150</b>	<b>1127</b>

<sup>a-j</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır.

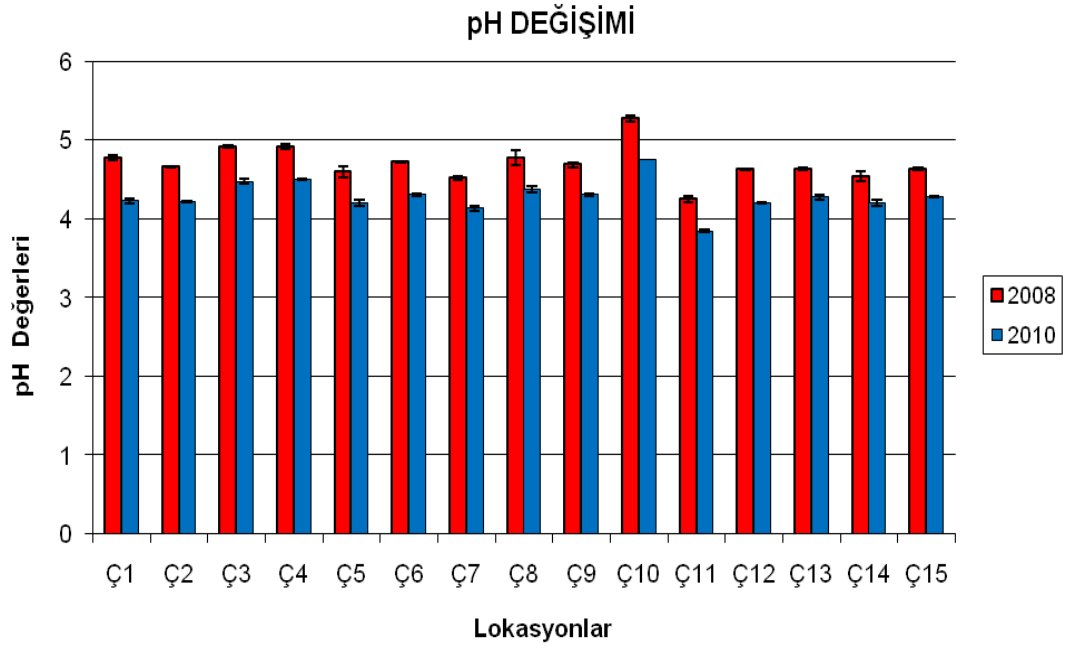
\*Harflendirme yapılmış olan sütunlar istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ).



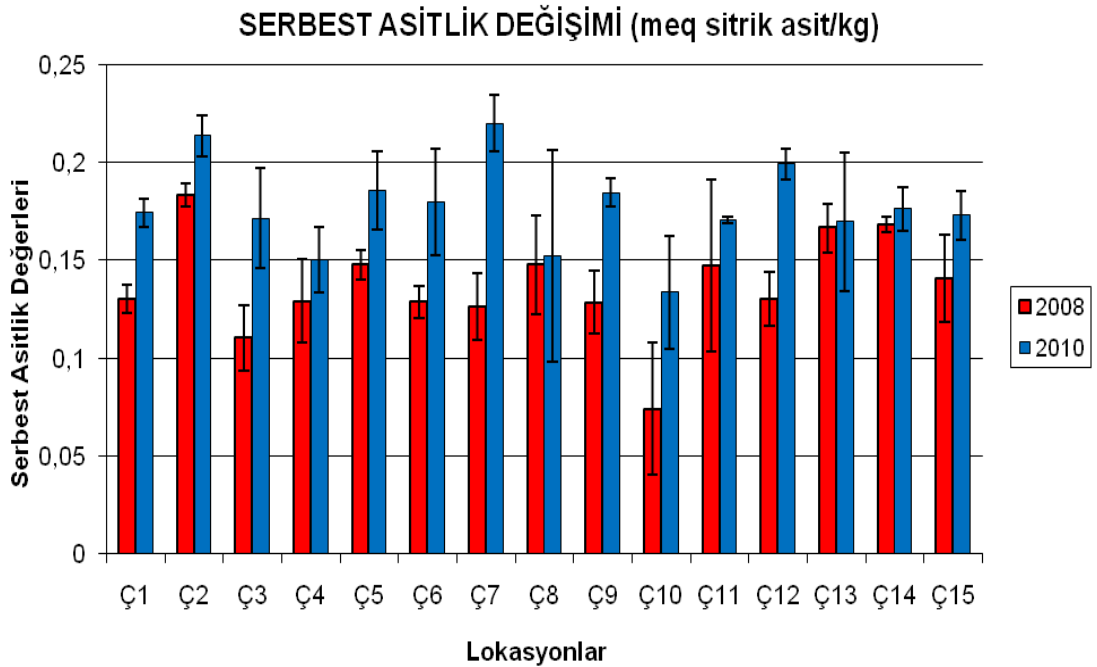
Şekil 5. 2008 ve 2010 Yılları Brix Değer Değişimi



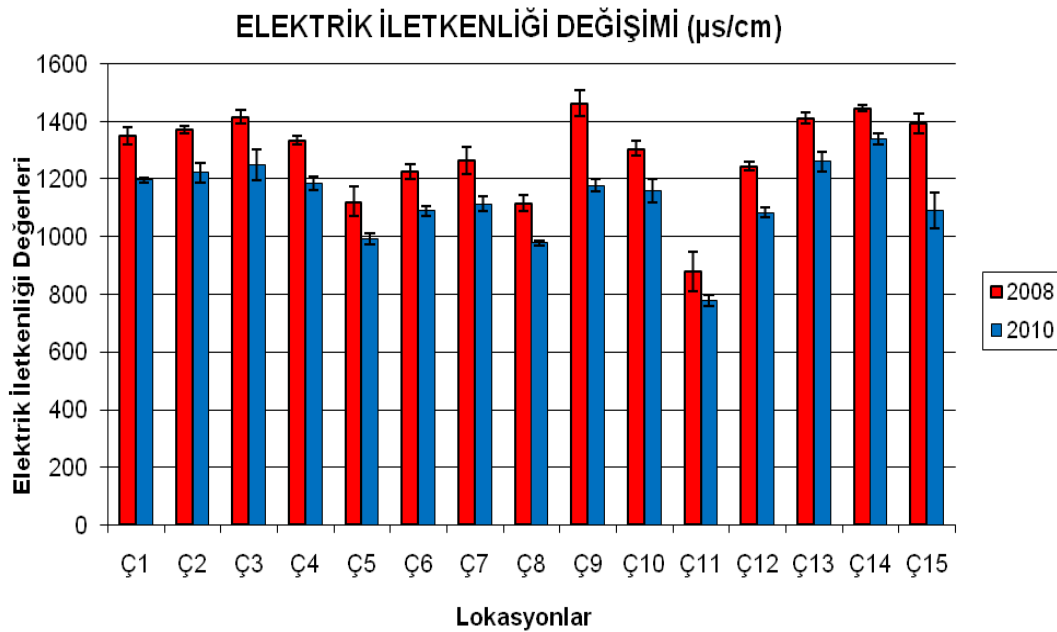
Şekil 6. 2008 ve 2010 Yılları % Nem İçeriği Değişimi



**Şekil 7.** 2008 ve 2010 Yıllarında pH Değerlerindeki Değişim



**Şekil 8.** 2008 ve 2010 Yıllarında Serbest Asitlik Değerlerindeki Değişim



**Şekil 9.** 2008 ve 2010 Yılları Elektrik İletkenliği Değişimi

Ouchemoukh ve ark. (2005) ise inceledikleri ballarda 64-1304 mg/100g fenolik madde tespit etmişlerdir. Bertonjelj ve ark. (2007), ıhlamur, akasya, ormangülü, köknar gibi farklı kaynaklardan elde edilen bal örneklerinin toplam fenolik madde içeriğini incelemişlerdir. Yaptıkları araştırma sonucunda en düşük (44.8 mg/100g) toplam fenolik madde akasya balında, en yüksek (241.4mg/100g) toplam fenolik madde köknar balında tespit etmişlerdir. Malezya’da yapılan bir araştırmaya göre bölgede üretilen tek tip orijinde çiçek balının toplam fenolik madde içeriği incelenmiştir. Araştırma sonucunda örneklerde tespit edilen ortalama toplam fenolik madde içeriği 280.3 mg/100gr olarak bildirilmiştir (Aljadi ve Kamuriddin, 2002). Pulcini ve ark. (2006), kestane, ayçiçeği, okaliptus gibi çeşitli orijinde bal örneklerinin toplam fenolik madde içeriğini incelemişlerdir. Ayçiçek balının toplam fenolik madde içeriği 169.02 mg/100g olarak bildirilmiştir.

Analizi yapılan numunelerdeki antioksidan kapasite değeri 2008 yılı analizlerinde 170.58 – 313.17  $\mu\text{mol}$  Trolox eşdeğeri/100g aralığında iken 2 yıl depolama sonrası antioksidan kapasiteye bakıldığında 162.60 – 286.64  $\mu\text{mol}$  Trolox eşdeğeri/100g aralığında tespit edilmiştir. 2008 yılında en yüksek antioksidan kapasitenin Ç4 kodlu numunede, 2010 yılında ise Ç15 kodlu numunede tespit edilmiştir (Çizelge 5ve Şekil 12). Antioksidan kapasite üzerinde önemli faktörün lokasyon olduğu ( $P<0.01$ ), sürenin önemli bir faktör olmadığı ( $P>0.01$ ) belirlenmiştir.

Yemen’de 5 farklı orjinde bal örneği toplam fenolik madde ve antioksidan içeriği yönünden incelenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda toplam fenolik madde 56.32-246.21 mg/100g, antioksidan içeriği % 6.48-%65.44 arasında saptanmıştır. Bu çalışmada en yüksek antioksidan ve toplam fenolik madde içeriğinin akasya balında olduğu gözlenmiştir (Al Mamary ve ark, 2002).

Hidroksimetilfurfural (HMF) ısıtma işlemiyle tepkimeye giren şeker ve aminoasitlerin oluşturduğu ve balda miktarı sınırlandırılmış olan bir maddedir. Türk Gıda Kodeksine göre balda en fazla 40 mg/kg HMF bulunabilir. Bu değerden daha fazla HMF içeriği bala invert şeker katıldığına belirtisidir. Balda HMF oluşumu pH, sıcaklık, ısıtma işleminin uygulanma süresi ve şeker konsantrasyonuna bağlı olduğundan balın kalitesini belirlemede kullanılan en önemli kriterlerdendir (Ötleş, 1995).

2008 yılında numunelerde bulunan HMF miktarı 1.84 – 28.17 mg/kg değerleri arasında olup, en yüksek HMF değerine Ç14 kodlu çam balı numunesinde, en düşük HMF değerinin ise Ç3 kodlu çam balı numunesinde olduğu tespit edilmiştir. 2010 yılında tekrarlanan analiz sonrası numunelerde 27.12 – 116.83 mg/kg değerleri arasında HMF tespit edilmiş olup, maksimum HMF miktarı yine Ç14 kodlu numunede minimum HMF miktarı ise Ç10 kodlu numunede tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve Şekil 13). Numunelerdeki HMF değişimi üzerine hem depolamanın hem de numunenin temin edildiği bölgenin önemli ( $P<0.01$ ) faktörler olduğu tespit edilmiştir.

Gidamis ve Shayo (2004), Tanzanya’da üretilen çeşitli bal örneklerini 7 ay oda sıcaklığında depoladıktan sonra HMF değerlerini ölçmüşler ve sonuç olarak 40 mg/kg dan daha düşük sonuçlar saptamışlardır. Sicilya’da üretilen portakal, okaliptus ve kestane ballarında belirli sıcaklık aralıklarında balların HMF değerleri ölçülmüştür. Bal numuneleri 50-70-100°C’da 1 hafta bekletildikten sonra HMF değerlerinin sıcaklığın artmasıyla beraber arttığı gözlenmiştir (Zappala ve ark, 2000).

% Kül miktarı incelenecek olursa, numunelerdeki kül miktarının 2008 yılında % 0.5743 - % 2.5980 aralığında değiştiği, 2010 yılının da ise % 0.4016 - % 0.5548 aralığında olduğu gözlenmiştir. En yüksek kül yüzdesinin 2008 yılında Ç4 kodlu örnekte 2010 yılında Ç3 kodlu numunede, en düşük kül yüzdesinin ise 2008 yılında Ç11 kodlu örnekte, 2010 yılında ise Ç6 kodlu numunede gözlenmiştir (Çizelge 5 ve Şekil 14). Numunelere ait % kül miktarı değişimi üzerindeki varyanslara bakıldığında hem depolama süresinin hem de numune lokasyonunun istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) olduğu ortaya çıkmıştır.

Mendes ve ark. (1998) ise inceledikleri ballarda % 0.1-0.5 civarında kül tespit etmişlerdir. Elde edilen bulgular yapılmış olan çalışmalarda elde edilen verilere genel olarak yakındır. *Eucalyptus* ve *Citrus* gibi monofloral ballar üzerinde yapılan çalışmada *Eucalyptus* ballarındaki kül içeriği *Citrus* balına göre daha yüksek bulunmuş ve bu balların teşhisi için kül analizinin önemli bir parametre olabileceği açıklanmıştır. Kül içeriği *Eucalyptus* balında % 0.319-0.423 ve *Citrus* ballarında ise % 0.078-0.128 olarak bulunmuştur (Felsner ve ark. 2004). Terrab ve ark. (2004), inceledikleri kekik ballarında % 0.16-0.60 kül tespit etmişlerdir. Mendes ve ark. (1998) ise inceledikleri ballarda % 0.1-0.5 civarında kül tespit etmişlerdir. Elde edilen bulgular yapılmış olan çalışmalarda elde edilen verilere genel olarak yakındır.

Araştırmada kullanılan bal örneklerindeki protein miktarları 2008 yılı analizinde 3294.01–5066.73 µg/g aralığında değişirken, 2010 yılı analizinde 2330.79 – 4092.38 µg/g aralığında tespit edilmiştir. Ortalama protein miktarı ise 2008 yılında 4118.18 µg/g iken depolama sonrası 3163.06 µg/g'a düşmüştür. Numuneler arasında en yüksek protein içeriği 2008 ve 2010 yıllarında Ç9 kodlu numunede, en düşük protein içeriği ise 2008 yılında Ç1 kodlu numunede 2010 yılında Ç5 kodlu numunede tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve Şekil 15). Numunelerdeki protein değişimi üzerindeki istatistiksel değişime bakıldığında hem depolama sürecinin hem de numune lokasyonunun önemli ( $P<0.01$ ) olduğu gözükmemektedir.

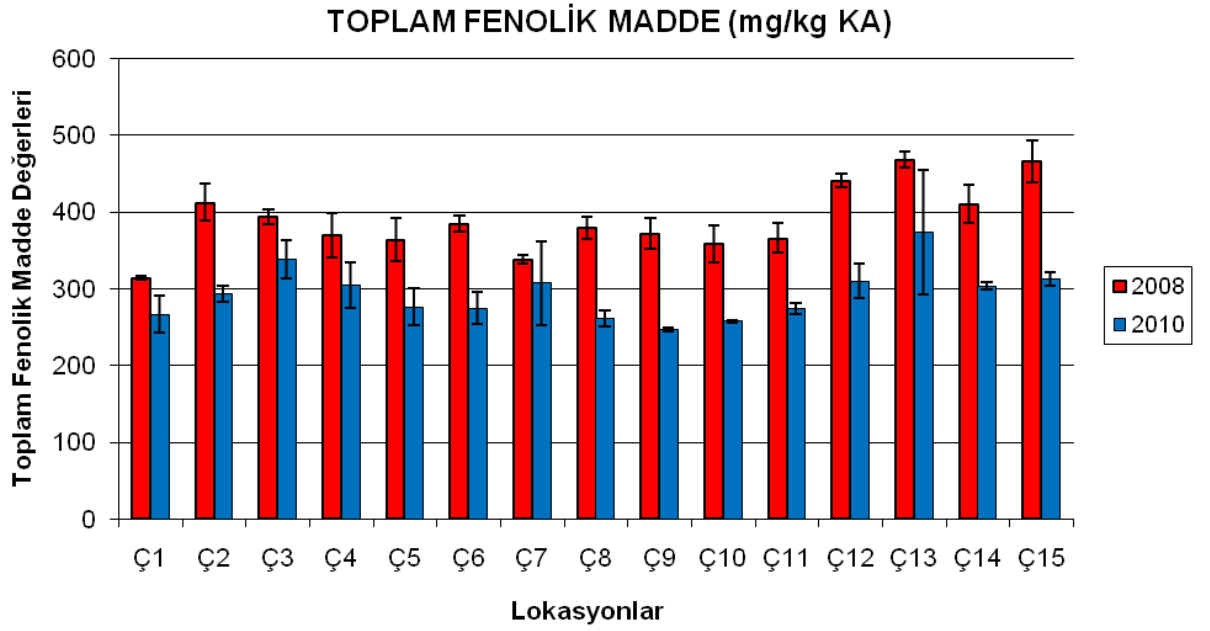
Azerodo ve ark. (2002) yaptıkları araştırmaya göre, Brezilya ballarının protein değerlerinin %0.50 ile %1.2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, Şahinler ve ark (2001), bal örneklerinde protein değerlerini %0.33 ile %1.19 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Çam ballarının bazı kimyasal özellikleri ve depolamadaki değişimi (2)

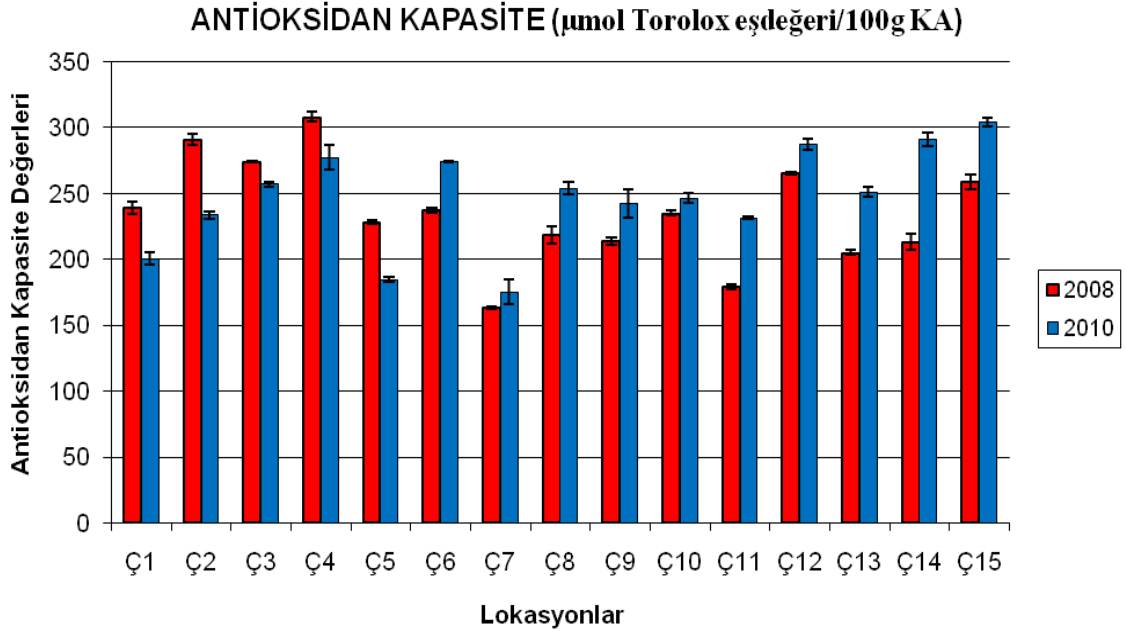
Kod	Fenolik Madde (mg/kg kuru ağırlık)		Antioksidan Kapasite (µmol Torolox eşdeğeri/100g kuru ağırlık)		HMF (mg/kg kuru ağırlık)		Kül (%)		Protein (mg/gr kuru ağırlık)	
	2008	2010	2008	2010	2008	2010	2008	2010	2008	2010
	Ç1	314.34±2.52 <sup>h</sup>	266.39±24.1 <sup>ef</sup>	239.25±4.60 <sup>d</sup>	200.73±4.75 <sup>f</sup>	8.20±0.32 <sup>cde</sup>	30.83±0.93 <sup>e</sup>	0.9484±0.0069 <sup>fg</sup>	0.4865±0.0069	3225.01±239 <sup>s</sup>
Ç2	412.45±24.0 <sup>c</sup>	293.36±9.76 <sup>cd</sup>	291.06±4.02 <sup>b</sup>	233.83±2.83 <sup>de</sup>	4.51±0.55 <sup>de</sup>	53.2±1.6 <sup>c</sup>	1.4456±0.0554 <sup>cd</sup>	0.5199±0.0253	3604.98±90.5 <sup>gef</sup>	2986.77±147 <sup>d</sup>
Ç3	393.95±9.37 <sup>cd</sup>	338.46±24.8 <sup>b</sup>	274.15±10.56 <sup>c</sup>	256.99±1.89 <sup>c</sup>	1.84±0.09 <sup>e</sup>	25.76±0.78 <sup>ef</sup>	1.6262±0.0167 <sup>c</sup>	0.5548±0.0065	3732.13±220 <sup>def</sup>	3057.21±170 <sup>d</sup>
Ç4	369.87±28.4 <sup>ef</sup>	304.66±29.4 <sup>c</sup>	308.13±3.57 <sup>a</sup>	277.30±9.56 <sup>b</sup>	6.81±0.45 <sup>cde</sup>	27.26±0.82 <sup>ef</sup>	2.5980±0.0933 <sup>a</sup>	0.5466±0.0018	3490.54±82.4 <sup>fg</sup>	3225.84±609 <sup>bcd</sup>
Ç5	364.34±28.3 <sup>ef</sup>	276.53±23.4 <sup>de</sup>	228.44±1.44 <sup>def</sup>	184.81±1.94 <sup>fg</sup>	7.57±0.82 <sup>cde</sup>	40.42±1.22 <sup>d</sup>	0.8783±0.0023 <sup>fg</sup>	0.4224±0.0282	4419.77±184 <sup>bc</sup>	2330.79±50.7 <sup>e</sup>
Ç6	384.97±10.53 <sup>de</sup>	274.70±20.7 <sup>de</sup>	237.38±1.91 <sup>d</sup>	274.11±0.71 <sup>b</sup>	8.36±0.48 <sup>cde</sup>	32.3±0.97 <sup>e</sup>	1.2381±0.0109 <sup>de</sup>	0.3905±0.0427	4395.90±182 <sup>bc</sup>	2536.55±74.5 <sup>e</sup>
Ç7	338.52±5.67 <sup>g</sup>	307.43±54.3 <sup>c</sup>	162.87±0.97 <sup>i</sup>	175.09±9.33 <sup>g</sup>	3.20±0.42 <sup>de</sup>	31.28±0.78 <sup>e</sup>	0.7726±0.0061 <sup>gh</sup>	0.4362±0.0489	4964.35±99.6 <sup>a</sup>	3254.11±185 <sup>bcd</sup>
Ç8	379.02±14.7 <sup>def</sup>	261.3±9.92 <sup>ef</sup>	218.35±6.95 <sup>efg</sup>	253.79±4.8 <sup>c</sup>	7.09±0.28 <sup>cde</sup>	41.73±1.26 <sup>d</sup>	0.8724±0.0195 <sup>fg</sup>	0.4120±0.0334	3883.46±9.88 <sup>de</sup>	2393.93±151 <sup>e</sup>
Ç9	371.99±20.5 <sup>ef</sup>	246.48±2.45 <sup>f</sup>	214.01±2.88 <sup>fg</sup>	242.33±10.94 <sup>cde</sup>	6.17±0.29 <sup>cde</sup>	39.10±1.18 <sup>d</sup>	1.2915±0.0059 <sup>de</sup>	0.5326±0.0522	5066.73±165 <sup>a</sup>	4092.38±67.9 <sup>a</sup>
Ç10	358.38±23.9 <sup>f</sup>	257.53±11.19 <sup>ef</sup>	234.90±1.93 <sup>de</sup>	246.33±3.84 <sup>cde</sup>	4.12±0.46 <sup>de</sup>	22.75±0.68 <sup>f</sup>	2.3509±0.0676 <sup>b</sup>	0.4915±0.0577	4072.12±82.8 <sup>cd</sup>	3539.09±163 <sup>b</sup>
Ç11	365.84±19.4 <sup>ef</sup>	274.02±7.4 <sup>de</sup>	179.27±1.94 <sup>h</sup>	231.57±0.72 <sup>e</sup>	16.36±0.89 <sup>b</sup>	84.04±2.53 <sup>b</sup>	0.5743±0.0345 <sup>h</sup>	0.4369±0.0135	4258.82±50.6 <sup>bc</sup>	3880.23±20.4 <sup>a</sup>
Ç12	441.14±8.34 <sup>b</sup>	310.37±22.4 <sup>c</sup>	265.51±0.98 <sup>c</sup>	287.38±3.88 <sup>ab</sup>	9.94±0.22 <sup>bcd</sup>	57.90±1.74 <sup>c</sup>	1.2275±0.0180 <sup>de</sup>	0.3955±0.0079	4562.73±242 <sup>b</sup>	4028.36±1339 <sup>a</sup>
Ç13	468.14±10.23 <sup>a</sup>	373.34±81.0 <sup>a</sup>	204.98±1.92 <sup>g</sup>	251.04±3.83 <sup>cd</sup>	15.52±1.62 <sup>b</sup>	52.45±1.58 <sup>c</sup>	0.9288±0.0250 <sup>fg</sup>	0.4629±0.0494	4257.37±129.5 <sup>bc</sup>	3142.52±71.5 <sup>cd</sup>
Ç14	410.99±24.8 <sup>c</sup>	303.56±4.99 <sup>c</sup>	213.43±5.88 <sup>fg</sup>	291.32±5.09 <sup>ab</sup>	28.17±2.37 <sup>a</sup>	97.60±6.14 <sup>a</sup>	1.0740±0.075 <sup>ef</sup>	0.4547±0.0194	3705.04280 <sup>ef</sup>	3457.94±188 <sup>bc</sup>
Ç15	466.41±27.5 <sup>a</sup>	312.57±8.57 <sup>c</sup>	258.58±5.77 <sup>c</sup>	303.99±3.15 <sup>a</sup>	13.28±0.74 <sup>bc</sup>	40.98±1.23 <sup>d</sup>	0.8931±0.0197 <sup>fg</sup>	0.5444±0.0192	4064.79±100.3 <sup>cd</sup>	3070.95±182 <sup>d</sup>
<b>Min.</b>	<b>314.34</b>	<b>246.48</b>	<b>170.58</b>	<b>162.60</b>	<b>1.84</b>	<b>27.12</b>	<b>0.5743</b>	<b>0.4016</b>	<b>3294.01</b>	<b>2330.79</b>
<b>Max.</b>	<b>468.14</b>	<b>373.34</b>	<b>313.17</b>	<b>286.64</b>	<b>28.17</b>	<b>116.83</b>	<b>2.5980</b>	<b>0.5548</b>	<b>5066.73</b>	<b>4092.38</b>
<b>Ort.</b>	<b>389.36</b>	<b>296.79</b>	<b>253.39</b>	<b>222.82</b>	<b>9.41</b>	<b>53.44</b>	<b>1.2480</b>	<b>0.4920</b>	<b>4118.18</b>	<b>3163.06</b>

<sup>a-1</sup>Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır.

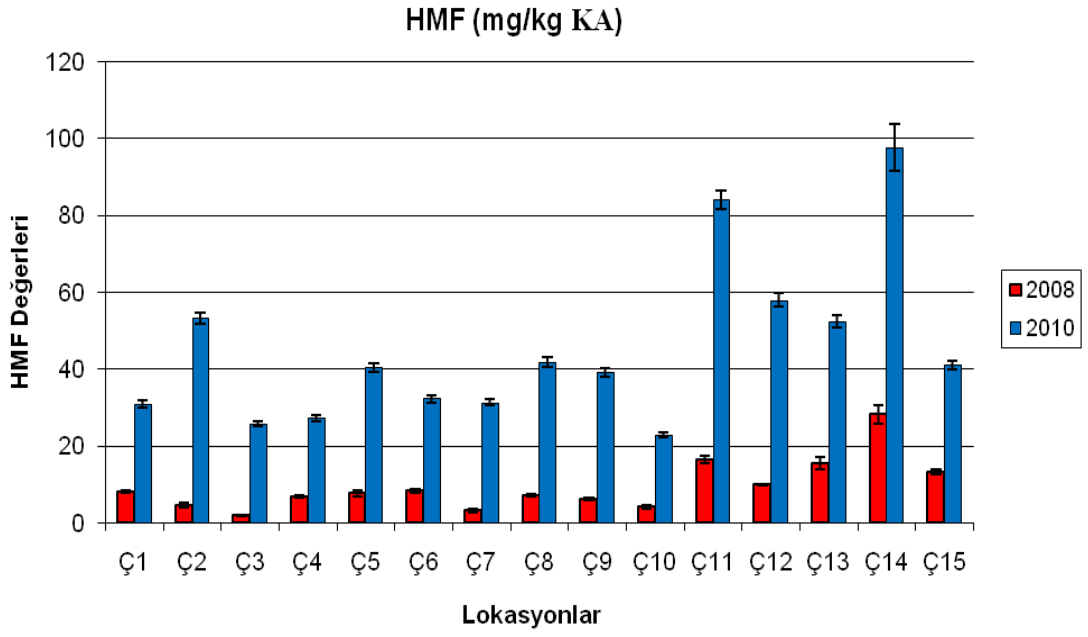
\*Harflendirme yapılmış olan sütunlar istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ).



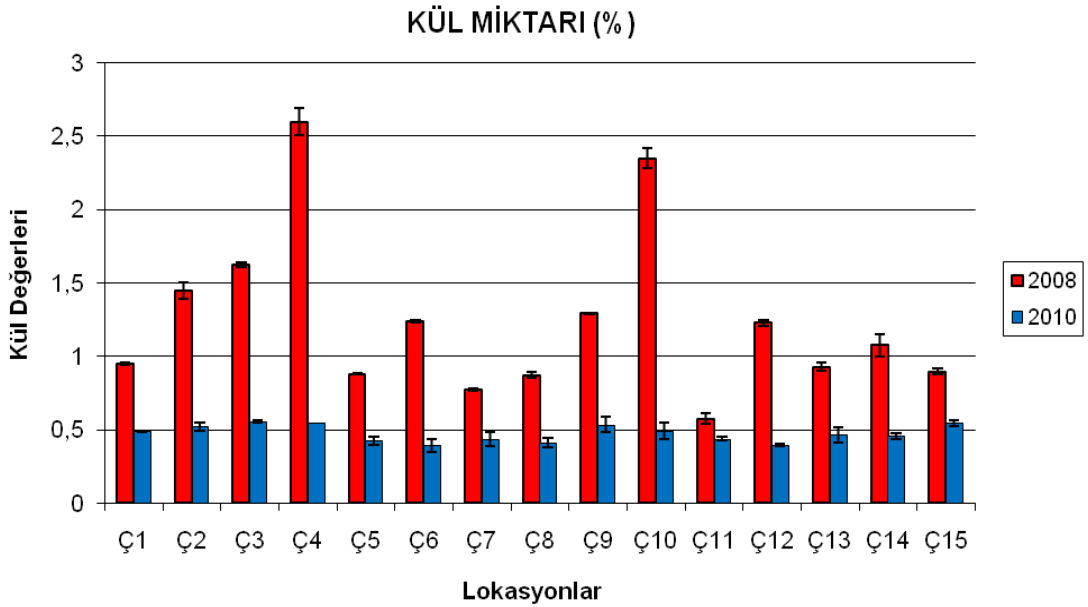
**Şekil 10.** 2008 ve 2010 Yılları Toplam Fenolik Madde Değişimi



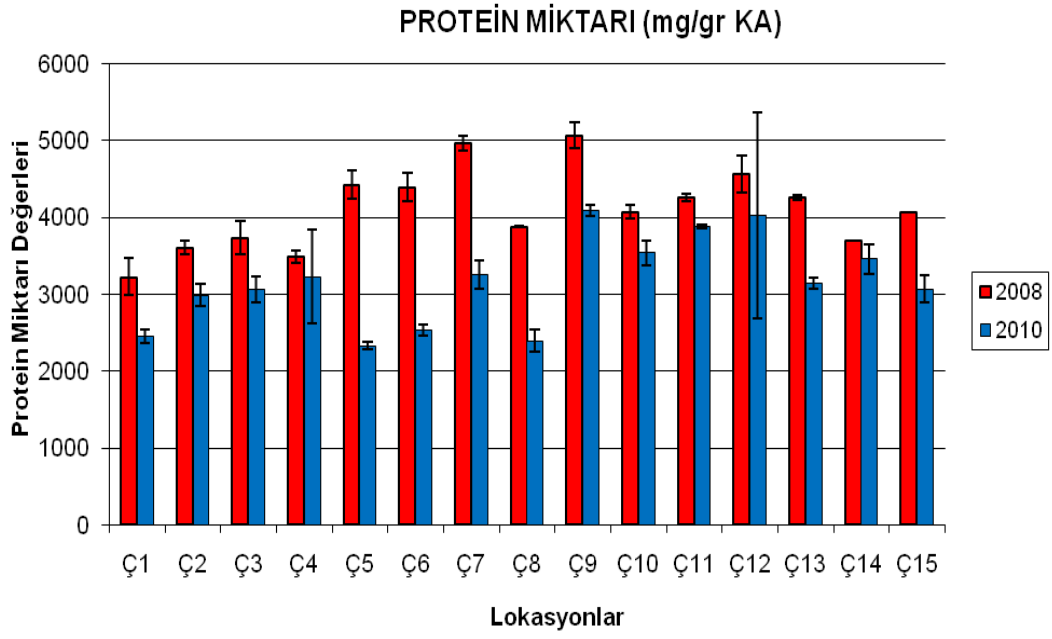
**Şekil 11.** 2008 ve 2010 Yılları Antioksidan Kapasite Değerleri



**Şekil 12.** 2008 ve 2010 Yılları HMF Değişimi



**Şekil 13.** 2008 ve 2010 Yılları Kül Miktarı Değerleri



**Şekil 14.** 2008 ve 2010 Yılları Protein Miktarı Değişimi

### 4.3. Bal Örneklerinde Bulunan Makro ve Mikro Elementler

Çizelge 5 ve 6'da analizi yapılan bal numunelerinde bulunan makro ve mikro elementler görülebilmektedir. 2010 yılında incelemesi yapılan numunelerin içerdiği makro elementlere bakıldığında en yüksek miktarda Potasyum (K) mineralinin bulunduğu görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre en yüksek potasyum içeriğinin Ç3 kodlu numunede, en düşük potasyum içeriğinin ise Ç11 kodlu numunede olduğu görülmüştür. Yapılan birçok araştırmada K en çok bulunan makro element olmuştur (Terrab ve ark, 2004; Al-Khalifa ve Al-Arif, 1999). Yapılan bir diğer araştırmada bütün bal numunelerinde potasyum yüksek miktarda tespit edilirken, bakır ise düşük miktarda saptanmıştır. Örneklerde potasyum 489.52-932.19 ppm, bakır 1.77 - 2.99 ppm arasında değişmiştir (Nanda ve ark, 2003).

Potasyum içeriğinin yüksek olmasının yanında incelenen çam balı numunelerinde kalsiyum (Ca) miktarının da oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Numunelerde bulunan kalsiyum miktarı 66.545 – 202.943 mg/kg aralığında ortalama kalsiyum (Ca) içeriğinin 101.758 mg/kg olduğu tespit edilmiştir.

İncelenen örneklerde bulunan diğer makro elementler magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve fosfor (P)'dur. Analiz sonuçlarına göre magnezyum (Mg) içeriği ortalama 32.188 mg/kg; sodyum (Na) içeriği ortalama 886.635 mg/kg; fosfor (P) içeriği ortalama 606.995 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Fernandez (2004), yaptığı araştırmaya göre balda Mg miktarının 13.26-74.38 ppm arasında değiştiğini bildirmiştir. İtalya'da yapılan araştırmada ise bal örneklerinin ortalama 37 ppm Mg içerdiği tespit edilmiştir (Conti, 2000). Elde ettiğimiz Mg değeri literatür verileriyle kıyaslandığında bal örneklerinin Mg değerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Fernandez (2004), İspanya'da yaptığı araştırmaya göre bal örneklerinin Na miktarını 11.69-218.5 mg/kg olarak bildirmiştir. Stankovska ve Stafilov (2007), Makedonya'da üretilen bal örneklerinin Na miktarını 16.78-41.53 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. İspanya'da yapılan araştırmaya göre bal örneklerindeki P miktarı 51.17-154.3 mg/kg arasında değişmiştir (Bogdanov ve Haldimann, 2006).

**Çizelge 6.** Çam ballarının makro elementleri (mg/kg)

<b>KOD</b>	<b>Ca</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>	<b>P</b>
Ç1	202.943	3363.420	35.638	934.607	648.910
Ç2	113.260	3461.092	44.797	854.022	615.889
Ç3	94.482	3729.854	33.514	832.994	617.784
Ç4	108.541	3476.243	44.729	848.247	584.524
Ç5	75.865	2820.035	23.644	912.219	658.583
Ç6	89.236	3128.125	27.997	797.717	556.876
Ç7	75.428	3044.967	41.524	918.374	581.371
Ç8	91.247	2760.615	33.432	957.289	627.095
Ç9	68.153	3364.103	29.069	919.284	613.752
Ç10	66.746	3356.545	30.088	901.702	591.760
Ç11	83.903	2102.782	6.414	873.978	596.851
Ç12	90.032	3060.814	37.413	876.821	602.494
Ç13	112.477	3431.986	42.020	926.489	639.387
Ç14	121.546	3644.055	42.641	854.995	593.608
Ç15	66.545	3450.139	23.061	909.043	574.570
<b>Min</b>	<b>66.545</b>	<b>2102.782</b>	<b>6.414</b>	<b>797.717</b>	<b>556.876</b>
<b>Max</b>	<b>202.943</b>	<b>3729.854</b>	<b>44.797</b>	<b>957.289</b>	<b>658.583</b>
<b>Ort.</b>	<b>101.758</b>	<b>3178.083</b>	<b>32.188</b>	<b>886.635</b>	<b>606.995</b>

Araştırılan numunelerde bulunan mikro elementlere bakıldığında alüminyum, bor, bakır, demir, mangan, çinko, molibden, krom mineralleri tespit edilmiştir. Depolama sonrası numuneler içerisinde en fazla demir (Fe) minerali tespit edilmiştir. Numunelerdeki demir içeriği 3.350 – 7.893 mg/kg aralığındadır.

İncelemeler sonrasında örneklerde bulunan alüminyum miktarı 0.560 – 4.131 mg/kg; bor miktarı 0.572 – 5.782 mg/kg; bakır miktarı 0.462 – 1.089 mg/kg; mangan miktarı 0.401 – 0.822 mg/kg; çinko miktarı 0.000 – 3.554 mg/kg olarak belirlenmiştir. İz elementlerden molibden miktarı 0.000 – 1.234 mg/kg aralığındayken, krom miktarı 0.979 – 3.375 mg/kg aralığında tespit edilmiştir.

**Çizelge 7.** Çam ballarının mikro elementleri (mg/kg)

<b>KOD</b>	<b>Al</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Mo</b>	<b>Cr</b>
Ç1	0.560	2.646	0.606	5.088	0.572	2.757	0.303	1.627
Ç2	4.131	3.867	0.688	7.324	0.722	1.774	0.042	3.357
Ç3	0.928	1.842	0.718	7.893	0.668	2.077	-*	1.927
Ç4	3.226	1.990	0.808	5.845	0.664	1.885	0.125	1.828
Ç5	1.863	1.290	0.592	4.758	0.633	1.572	-*	1.782
Ç6	2.584	1.761	0.598	5.271	0.822	1.170	0.105	1.884
Ç7	1.937	4.188	0.681	6.066	0.539	1.517	0.169	0.979
Ç8	1.560	5.782	0.489	5.603	0.450	3.554	0.177	3.375
Ç9	1.221	1.964	0.578	5.034	0.508	1.735	0.083	2.209
Ç10	3.357	0.892	0.802	3.350	0.401	1.469	0.220	2.691
Ç11	3.289	1.763	0.462	5.536	0.445	2.207	0.174	1.812
Ç12	2.270	2.158	1.089	7.514	0.698	-*	1.234	3.321
Ç13	1.864	1.353	0.889	6.028	0.717	3.095	0.233	1.917
Ç14	1.418	3.295	0.796	6.463	0.774	2.604	0.103	1.996
Ç15	2.111	0.572	0.615	4.647	0.452	1.495	0.292	1.681
<b>Min.</b>	<b>0.560</b>	<b>0.572</b>	<b>0.462</b>	<b>3.350</b>	<b>0.401</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.979</b>
<b>Max</b>	<b>4.131</b>	<b>5.782</b>	<b>1.089</b>	<b>7.893</b>	<b>0.822</b>	<b>3.554</b>	<b>1.234</b>	<b>3.375</b>
<b>Ort.</b>	<b>2.155</b>	<b>2.358</b>	<b>0.694</b>	<b>5.761</b>	<b>0.604</b>	<b>1.927</b>	<b>0.217</b>	<b>2.159</b>

\* : belirlenemedi

Bogdonov ve Haldimann (2006), yaptıkları çalışma sonucunda çiçek ballarında Fe miktarının 0.278-1.010 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Makedonya'da üretilen ballarda Fe miktarı 0.02-7.0 ppm arasında değiştiği bildirilmiştir (Stankovska ve Stafilov, 2007). Bir diğer çalışmada İtalya'da üretilen bal örneklerinde ortalama Fe miktarı 4.51 mg/g olarak tespit edilmiştir (Conti, 2000).

Fernandez (2004), İspanya'da üretilen çiçek ballarında B miktarının 2.9- 8.4 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir.

Conti (2000), İtalya'da üretilen bal örneklerini incelemiştir. Bal örneklerinde ortalama 0.31 ppm Cu tespit ettiklerini bildirmiştir. Makedonya'da araştırılan bal örneklerinin mineral madde içeriklerine göre Cu miktarı 0.02-5.9 ppm arasında değiştiği

bildirilmiştir (Stankovska ve Stafilov, 2007). Türk Standartları Enstitüsünün bal standardında balda istenen Cu miktarı 0.1-5 ppm olarak belirlenmiştir.

İtalya'da üretilen bal örneklerinin mineral maddeleri incelenmiş ve yapılan araştırma sonucunda bal örneklerinde Zn miktarı ortalama 3.14 ppm olarak rapor edilmiştir (Conti, 2000). Yapılan bir diğer araştırmaya göre bal örneklerinin Zn değeri 1.33-7.67 ppm olarak bildirilmiştir (Fernandez, 2004). Bogdanov ve Haldimann, (2006) yaptıkları çalışmada farklı orijinde bal örneklerinin Zn değeri 0.217-1.017 ppm aralığında değiştiğini belirtmişlerdir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada aynı bölgenin farklı yörelerinden 15 farklı çam balı temin edilmiş; fiziksel, kimyasal özellikleri, fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesiyle elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak Muğla çam ballarının karakterizasyonunun yapılmasının yanında 2 yıl depolama sonrasında meydana gelen değişiklikler ve mineral madde kompozisyonu incelenmiştir.

Çalışmamızda Muğla ilinin 15 farklı lokasyonundan temin edilen çam ballarının fiziksel, kimyasal analiz sonuçları belirlendikten sonra iki yıl oda şartlarında depolanmış, aynı analizler tekrarlanmıştır. Yapılan analiz sonuçları karşılaştırılarak depolamanın çam balı kalitesine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Depolama öncesinde ve sonrasında örneklerin su aktivitesi ve refraktif indeks değerlerinde önemli bir değişiklik olmazken dinamik viskozite değerinde yükselen brix ve %nem değerlerine bağlı olarak düştüğü tespit edilmiştir.

Analizler sonrasında serbest asitlik ve elektiriksel iletkenlik değerlerinde de önemli bir değişiklik olmadığını göstermektedir. Ancak depolamanın fenolik madde, protein ve antioksidan kapasitesinde önemli düşümlere sebep olduğu buna bağlı olarak depolamanın balın besleyicilik değerinde düşmelere sebep olduğu gözlemlenmiştir. Protein miktarındaki azalmayla ters orantılı olarak HMF oranında artış görülmüş, depolama sonrasında Ç5, Ç8, Ç11, Ç12, Ç13, Ç14 ve Ç15 örneklerinin kodekste belirlenmiş sınır olan 40 mg/kg değerini aşmıştır. Tespit edilen L\* değeri en yüksek Ç9 kodlu numunede tespit edilirken, depolama sonrası Ç6 kodlu numunede tespit edilmiştir.

Çam balı numunelerinde iki yıl depolama sonrasında yapılan mineral madde incelemesinde Potasyum (K) ve Sodyum (Na) en yüksek oranda tespit edilen, Kalsiyum (Ca) ise en düşük oranda tespit edilen makro elementlerdir. Demir (Fe) ve Bor (B) en yüksek oranda tespit edilirken, Molibden (Mo) ve Bakır (Cu) en düşük oranda tespit edilen iz elementlerdir. Çam ballarının diğer bal çeşitlerine göre mineral madde bakımından daha zengin olduğu belirlenmiştir.

Bal doğanın ürettiği karmaşık yapıları bir gıdadır ve bileşimi özellikle nektara bağlıdır. Ballarda nektar çeşitliliği fazla olduğunda sonuçlar birbirine göre çok farklı çıkmaktadır.

Farklı orijinlere sahip balların her birinin kendi başına sahip olduğu birbirinden farklı bileşen ve özelliklere sahiptir. Ülkemizde üretilen ballar diğer ülkelere göre sahip olduğu bitki örtüsü açısından oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir.

Bu kadar geniş bir üretim çeşitliliğine sahip ülkemizde ballar maalesef zaman içerisinde bazı kötü niyetli üreticiler ve sanayiciler tarafından tağşiş işlemine başvurularak haksız rekabet oluşturdukları görülmektedir. Oldukça zengin bir bileşime ve sağlık üzerine sayısız olumlu yönlere sahip olan balların bu hileli oyunlarla soframızdan uzaklaştırılması kabul edilemez bir gerçektir. Bunun yanı sıra dünyada zamanla multifloral ballardan daha ziyade monofloral ballara olan talep gittikçe artmaktadır. Bu durum karşısında farklı bileşim değerlerine sahip olan bu balların bazı analizlerle tespit edilip gerçeklerinin ayırt edilmesi gerekir.

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

Bugün dünyada yaklaşık 58 milyon koloniden 1 milyon 300 bin ton bal üretilmektedir. Türkiye koloni sayısı bakımından 4.2 milyon dolayında koloni ile dünyada üçüncü, üretim bakımından 67 bin ton bal ile dördüncü sıradadır. Dünya üzerindeki en önemli gen havuzu olan ülkemizde ormanlar her geçen gün tükenmekte ve dolayısıyla arıcılık ve diğer faaliyetler üzerinde zararlı etkiler oluşmaktadır.

Yapılan bu çalışmada ülkemizde üretimi yapılan kızılçam (*Pinus bruti*) ballarının fizikokimyasal analizlerle incelemesi yapılmış ve içerdiği makro ve mikro elementler tespit edilmiştir.

Araştırmamızın temelini oluşturan Muğla çam ballarının karakterizasyonu sonucunda; çam ballarının mineral bakımından oldukça zengin, doğal ve keskin kokulu, çiçek ballarına göre daha koyu renkli olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizin çok önemli bir ihracat metası olan çam balının kendisine has ve yöreden yöreye değişen oranlarda, insan vücudu için çok önemli olan çeşitli iz mineralleri içermesinden dolayı düzenli olarak tüketilmeli ve ayrıca çam balı üretimi teşvik edilmelidir.

Bal kalitesinin uluslar arası standartlara uygun olması ve yıldan yıla ihracat potansiyelinin artması için arıcılarımız bilinçlendirilmeli ve çok daha önemlisi orman

yangınları önlenmelidir. Muğla ve yöresindeki orman yangınları, çam nüfusunu azaltmakta ve çam balı üretimini baltalamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akbulut. M., Artık. N. ve Poyrazođlu. E.S., 1996. The effect of activated carbon application on organic acid content in apple juice concentrate. *Fruit Processing*, 6, 232 – 237.
- Akbulut. M. ve Artık. N., 2002. Kayısı ve zerdali meyvelerini fenolik madde dağılımları ve prosetteki değişimi. Türkiye 7. Gıda Kongresi. 22-24 Mayıs 2002. Ankara.
- Akbulut, M. ve Özcan, M. M., 2007, Some physical, chemical and rheological properties of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pekmez (molasses), *International Journal of Food Properties*, 11, 79-91.
- Akbulut.M., Ozcan. M.M. ve Coklar. H. 2008. Evaluation of antioxidant activity. Phenolic, mineral contents and some physicochemical properties of several pine honeys collected from Western Anatolia. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 1-13.
- Aljadi, A. ve Modh, K., 2002. Isolation and Identification of phenolic acids in Malaysian honey with antibacterial properties. *Agric. Mediter*, 33, 229-236.
- Aljadi, A. ve Kamuriddin, M.Y. 2002. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*, 85, 513-518.
- Al-Khalifa, A.S., ve Al Arify. I.A., 1999. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. *Food Chemistry*, 67, 21-25.
- Al-Mamary, M., All Meeri, A. ve Al Habori. M., 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Resourch*, 22, 1041-1047.
- Andrade, P.B., Amaral M.T., Isabel P., Carvalho C.M.F., Seabra R.M. ve Da Cunha A.P., 1999. Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys. *Food Chemistry*, 66, 503-510.
- Anonim.1999. Avaliable in: [www.airborne.com.tr](http://www.airborne.com.tr) [Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2010]
- Anonim.2002. Avaliable in: [www.gidasanayi.com.tr](http://www.gidasanayi.com.tr) [Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2010]
- Anonim.2004. Avaliable in: [www.dogaaricilik.com.tr](http://www.dogaaricilik.com.tr) [Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2010]
- Anonim.2005/49. Bal Tebliđi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Ankara. [Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2010]
- Anonim.2006. Avaliable in: [www.hakkaritarim.gov.tr](http://www.hakkaritarim.gov.tr) [Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2010]
- Anonim.2006a. Avaliable in: [www.ekolojikbal.com.tr](http://www.ekolojikbal.com.tr) [Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2010]

- AOAC, 1990. In K. Helrich (Ed.). *Official methods of analysis (15th Ed.)*. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists. Inc.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1990. *Official Methods of Analysis 15th edn*. Arlington: Association of Official Analytical Chemists. Inc.
- Azeredo, L. C., Azeredo, M.A.A., de Souza S.R. ve 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.
- Baltrusaityte, V., Rimantas, P. ve Ceksteryte, V., 2007. Radical scavenging activity of different floral origin honey and bee bread phenolic extracts. *Food Chemistry*, 101, 502-514.
- Beretta, G., Granada, P. ve Ferrero, M., 2005. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assay and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533, 185-191.
- Bertonjelij, J., Dobersek, U. ve Jamnik, M., 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 56, 36-41.
- Bogdanov, S. ve Haldimann, M., 2006. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Res*, 46, 269-275.
- Bogdanov, S., 1984. *Honigdiastase, Gegenüberstellung verschiedener Bestimmungsmethoden. Mitt Geb Lebensmittunders Hyg*, 75, 214-220.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Figar, M., Figueiredo, V., Iff, D., Kanzig, A., Stöckli, H. ve Zurcher, K., 1995. Miel: definition et directives pour l'analyse et l'appréciation. In *Livre suisse des denrées alimentaires* (pp.1-26). OCFIM., Honigdiastase. *Gegenüberstellung verschiedener Bestimmungsmethoden. Mitt Geb Lebensmittunders Hyg*, 75, 214-220.
- Bradford, M.M., 1976. Rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. *Biltav Yay*, Ankara.
- Chen, L., 2000. Honeys from different floral sources as inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable homogenates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4997-5000.
- Conti, M., 2000. Lazio region (Central Italy) honeys, a survey of mineral content and typical quality parameters. *Food Control*, 11, 459-463.
- Crane, E., 1975. Honey: A comprehensive survey. Morrison and Gibb. *London*, 608 p.

- Devillers, J., Morlot, M., Pham Delegue, M.H. ve Dore, J.C., 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86, 305-312.
- Felsner, M.L., Cano C.B., Bruns R.E., Watanabe H.M., Almedia Muradian L.B. ve Matos J.R., 2004. Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. *Food Composition and Analysis*, 17, 737-747.
- Fernandez, R., 2004. Mineral content and botanical origin of Spanish honeys. *Talanta*, 65, 686-691.
- Frankel, S., 1998. Antioxidan capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research*, 37, 27-31
- Gidamis, A. ve Shayo, B., 2004. Quality evaluation of honey harvested from selected areas in Tanzania with special emphasis on HMF levels. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59, 129-132.
- Kayral, N. ve Kayral, G., 1984. *Yeni Teknik Arıcılık*, s, 425.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., Bacantritsos, N. ve Sabatini, A.G., 2004. Composition thermal and rheological behaviour of selected Grek honeys. *Journal of Food Engineering*, 64, 9-21.
- Lusby, P.E., A, Coombes. ve Wilkinson, J.M., 2002. Honey: A potent agent for wound healing. *Wound Care*, 29, 295-300.
- Mendes, E., Proença, E.B., Ferreira, I.M.P.L.V.O ve Ferreira, M.A., 1998. Quality evaluation of Portuguese honey. *Carbohydrat Polymers*, 37, 219-223.
- Nanda, V., Sarkar, B.C., Sharma, H.K. ve Bawa, A.S., 2003. Physico-chemical properties and estimation mineral contend in honey produced from different plants in Northern İndia. *Tournal of Food composition and Analysis*, 16, 613-619
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H. ve Schweitzer, P., 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18 (1), 52-58.
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., Schweitzer, P., 2005. Physicochemical characteristic and polen spectrum of some Algerian honeys.
- Ötleş, S., 1995. Bal ve Bal Teknolojisi. *Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları No:2*, İzmir.
- Özcan, M., Arslan, D. ve Ceylan, D.A., 2006. Effect of inverted saccharose on some properties of honey. *Food Chemistry*, 99(1), 24-29.
- Özdemir, F., Karkacier, M., Gürel. F., 1998. Identification of sugar honey, multifloral honey and honeydew honey based on mineral content, total ash, pH value and acidity. *Apiacta*, XXXIII, 42-45

- Özdemir, F., Karkacier, M. ve Gürel, F., 2000. Identification of different honeys using sugar composition determined by HPLC. *Gıda*, 25 (1), 69-73.
- Pulcini, P., Allegrini, F. ve Festuccia, N., 2006. Fast spe extraction anda LC-ESI-MS-MS analysis of flavonoids and phenolic acids in honey. *Apiacta*, 41, 21-27.
- Rashed, M. ve Soltan, M., 2003. Major and trace elements in different types of Egyptian monofloral and non-floral bee honeys. *Journal of food composition and analysis*, 17, 725- 735.
- Rommel, A., Heatherbell, D.A. ve Wrolstad, R.E., 1990. Red raspberry juice and wine: Effect of processing and storage on anthocyanin pigment composition. colour and appearance. *Journal of Food Science*, 55, 1011-1017.
- Serrano, S., Villarejo, M., Espejo, R. ve Jodral M., 2004. Chemical and physical parameters of Andalusian honey: Classification of *Citrus* and *Eucalyptus* honeys by discriminant analysis. *Food Chemistry*, 87, 619-625.
- Skujins, S., 1998. Handbook for ICP-AES (Varian-Vista). Ashort guide to Vista series, ICP-AES operation. *Varian Int. AG. Zug*, Version 1.0., Switzerland.
- Spanos, G.A., Wrolstad, R.E., ve Heatherball, D.A., 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of apple juice. *J.Agric, Food Chem*, 38, 1572-1579.
- Spanos, G.A. ve Wrolstad, R.E., 1992. Phenolics of apple. pear and white grape juices and their changes with processing and storage-A review. *J.Agric, Food Chem*, 40, 1478-1487.
- Stankovska, E. ve Stafilov, T., 2007. Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry, 25, 23-32.
- Şahinler, N., Şahinler, S. ve Gül, A., 2001. Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi. *M.K.U Ziraat Fak. Derg*, 6, 93-108.
- Terrab, A., Recamales A.F., Hernanz, D. ve Heredia. F.J., 2004. Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical charateristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88, 537-542.
- Tolon, B., 1999. Muğla ve yöresi Çam ballarının biyokimyasal özellikleri üzerine araştırma. *E.U. Fen bilimleri Enstitüsü*, 117pp.
- Ünal, C. ve Küplülü, O., 2001. Chemical quality of strained honey consumed in Ankara. *Ankara Ziraat Fak. Derg*, 6, 25-30.
- White, JR., 1998. Honey, The Hive and Honey Bee Dodont and Sans. *Homilton K USA*, P:491-530

- Winkler, O., 1955. Beitrag zum Nachweis und zur Bestimmung von Oxymethylfurfural in Honig und Kunsthonig. *Z. Lebensm unters Forsch*, 102, 160-167.
- 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.
- Zappala, M., Fallico, B. ve Arena, E., 2000. Methods for the determination of HMF in honey a comparison. *Food Chemistry*, 85, 305-313.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Derya DİNDAR ÇAPAR  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Kayseri 27.10.1985  
**Telefon** : 0505.689.31.36  
**Faks** : -  
**e-mail** : derya.dindar@hotmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı. İlçe. İl	Bitirme Yılı
Lise	: Sami Yangın Anadolu Lisesi Kocasinan/KAYSERİ	2002
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi Selçuklu/KONYA	2007
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi Selçuklu/KONYA	
Doktora	:	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007-2008	Mevlana Kız Öğrenci Yurdu	Gıda Mühendisi
2008-2010	Çalh Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	Gıda Mühendisi
2010-	Sofra Yemek Ürt. Ve Hiz. A.Ş.	Gıda Mühendisi

### YABANCI DİLLER

İngilizce, Almanca