

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

**BATI ANADOLU BÖLGESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN FARKLI  
KOŞULLARDA DEPOLANMASI SONUCUNDA BİYOKİMYASAL VE  
FİZİKOKİMYASAL KALİTELERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İZLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN  
Rahime Ebru AYDOĞMUŞ**

**Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Ali BATU**

**TUNCELİ  
2013**

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

**BATI ANADOLU BÖLGESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN FARKLI  
KOŞULLARDA DEPOLANMASI SONUCUNDA BİYOKİMYASAL VE  
FİZİKOKİMYASAL KALİTELERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İZLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN  
Rahime Ebru AYDOĞMUŞ**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:  
Tezin Savunulduğu Tarih:**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali BATU (T.Ü)**

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Murat ÇİMEN (T.Ü)**

**Yrd. Doç. Dr. Ragıp ADIGÜZEL (T.Ü)**

**TUNCELİ  
2013**

Rahime Ebru AYDOĞMUŞ tarafından hazırlanan 'Batı Anadolu Bölgesinde Üretilen Balların Farklı Koşullarda Depolanması Sonucunda Biyokimyasal ve Fizikokimyasal Kalitedeki Değişimin İzlenmesi' adlı tez çalışması: .../.../2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı' nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ali BATU

Tunceli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Başkan : Prof. Dr. Ali BATU

Tunceli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Murat ÇİMEN

Tunceli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ragıp ADIGÜZEL

Tunceli Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. Fulya BENZER

Enstitü Müdürü

## **TEŐEKKÜR**

Tezin planlanması ve yürütülmesinde yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali BATU'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Yine çalışmalarım süresince bilgi ve tecrübeleriyle destek olan Sayın Prof. Dr. Murat ÇİMEN'e, Ar. Gör. Kadir BAYRAMBAŐ'a, Ar. Gör. Emrah KARAKAVUK'a, Ali EROĞLU'na, Ar. Gör. Zeynep EROĞLU'na, Ar. Gör. Ali ARSLAN'a, desteklerini esirgemeyen canım arkadaşım Zeliha KOPLAY'a, ayrıca maddi ve manevi desteği ile hep yanımda olan çok kıymetli hayat arkadaşım Sayın Ümit AYDOĞMUŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

**Rahime Ebru AYDOĞMUŞ**  
**TUNCELİ-2013**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	V
SUMMARY .....	VI
TABLOLAR LİSTESİ .....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	VIII
KISALTMALAR.....	IX
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Balın Tanımı ve Sınıflandırılması .....	3
1.2. Balın Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Özellikleri.....	4
1.3. Balda Antioksidan ve Toplam Fenolik Madde İçeriği .....	7
1.4. Bal Hasadı, Muhafazası ve Depolanması.....	8
<b>2. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>11</b>
2.1. Materyal.....	11
2.2. Metot .....	11
2.2.1. Balın pH Tayini .....	11
2.2.2. Suda çözünür kuru madde (Briks) Tayini .....	11
2.2.3. Toplam Antioksidan Madde Tayini .....	11
2.2.4. Toplam Fenolik Madde Tayini.....	12
2.2.5. Renk Tayini .....	12
2.2.6. İstatistik Analizler .....	12
<b>3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>13</b>
3.1. pH Değerinde Oluşan Değişmeler.....	13
3.2. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) Değerinde Oluşan Değişmeler .....	15
3.3. Toplam Fenolik Madde Aktivitesinde Oluşan Değişmeler.....	17
3.4. Toplam Antioksidan Madde Değerlerinde Oluşan Değişmeler .....	20
3.5. Renk Değerlerinde Oluşan Değişmeler .....	22
<b>4. TARTIŞMA .....</b>	<b>29</b>
4.1. PH.....	29
4.2. Suda Çözünür Kuru Madde.....	30

4.3.	Toplam Fenolik Madde Miktarı .....	31
4.4.	Toplam Antioksidan Madde Miktarı .....	32
4.5.	Renk Değerleri .....	33
<b>5.</b>	<b>SONUÇ</b> .....	<b>35</b>
	<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>36</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>46</b>

## ÖZET

Bitki florası bakımından dünyada az rastlanır çeşitliliğe sahip olan ülkemiz arıcılık mesleğine uygun bir coğrafyaya üzerindedir. Bu çalışmamızda Batı Anadolu bölgesinden toplanan bazı balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerin de farklı sıcaklıklarda depola sonucunda meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Araştırmamız sonucunda bulunan değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre istatistikî analizler ile karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

Depolama süreci boyunca tüm bal numunelerinin pH, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite değerleri ilk aya göre artmıştır. Araştırma sonucunda balların pH değerleri (3,65 ile 4,84) arasında değişmiştir. Depolama süresi boyunca briks değerlerinin %74,81 ile %83,12 arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük değer kekik en yüksek ise çam balında gözlenmiştir. Yaptığımız çalışmada tüm bal örneklerinin en yüksek antioksidan aktiviteleri 45 °C de depolama sonucunda ölçülmüştür. L\* Renk değerinin tüm ballarda düşük olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Bal, Toplam Fenolik Madde, Renk, Antioksidan

## SUMMARY

### **CHANGES OF PHYSICOCHEMICAL AND BIOCHEMICAL SPECIFICATIONS OF SOME HONEYS HAS STORED IN DIFFERENT TEMPERATURES HAS PRODUCED IN THE WEST ANATOLIAN REGION**

Our country which has rare species in the world in terms of flora diversity is located on a suitable geography for beekeeping. In this study, physicochemical and biochemical features of the honey stored in different temperatures gathered from the West Anatolian region were analysed. As a result of our study, values acquired were evaluated according to Turkish Food Codex Honey Notice and European Union standards and compared with statistical analysis.

During the storage all the honey samples of pH, total phenolic content, antioxidant activity were increased. As a result of study, pH values of honey changed between 3,65 and 4,84. Brix values ranged 83,12% to 74,81% the storage process period. The lowest brix value in thyme honey and the highest brix value in pine honey were determined. The highest antioxidant activity of all samples as a result of storage at 45°C was measured. Colours of samples L\* values were decreased. This means honey samples were showed dark colour.

**Key Words:** Honey, Total Phenolic Compound, Color, Antioxidant



## TABLoların LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 1.1.</b> Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (2012/58) ve AB Bal Tebliği'ne Göre Çiçek ve Salgı Ballarının Standart Değerleri .....	4
<b>Tablo 3.1.</b> Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca pH değerlerinde oluşan değişimler .....	13
<b>Tablo 3.2.</b> Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda pH değerlerinde oluşan değişimler .....	14
<b>Tablo 3.3.</b> Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Briks değerlerinde oluşan değişimler .....	16
<b>Tablo 3.4.</b> Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Briks değerlerinde oluşan değişimler .....	17
<b>Tablo 3.5.</b> Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler .....	18
<b>Tablo 3.6.</b> Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler .....	20
<b>Tablo 3.7.</b> Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler .....	21
<b>Tablo 3.8.</b> Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler .....	22
<b>Tablo 3.9.</b> Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta L* renk değerlerinde oluşan değişimler .....	23
<b>Tablo 3.10.</b> Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta a* renk değerlerinde oluşan değişimler .....	24
<b>Tablo 3.11.</b> Çalışmada kullanılan balların depolanma süresi boyunca Minolta b* değerlerinde oluşan değişimler .....	25
<b>Tablo 3.12.</b> Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta L* değerlerinde oluşan değişimler .....	26
<b>Tablo 3.13.</b> Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta a* değerlerinde oluşan değişimler .....	27
<b>Tablo 3.14.</b> Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta b* değerlerinde oluşan değişimler .....	28

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca pH değerlerinde oluşan değişimler .....	14
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda pH değerlerinde oluşan değişimler .....	15
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Briks değerlerinde oluşan değişimler .....	16
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Briks değerlerinde oluşan değişimler .....	17
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler .....	19
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler .....	20
Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler .....	21
Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler .....	22
Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta L* renk değerlerinde oluşan değişimler .....	23
Şekil 3.10. Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta a* renk değerlerinde oluşan değişimler .....	24
Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan balların depolanma süresi boyunca Minolta b* değerlerinde oluşan değişimler .....	25
Şekil 3.12. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta L* değerlerinde oluşan değişimler .....	26
Şekil 3.13. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta a* değerlerinde oluşan değişimler .....	27
Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta b* değerlerinde oluşan değişimler .....	28

## **KISALTMALAR**

<b>AAE</b>	: Askorbik Asit Eşdeğeri
<b>DPPH</b>	: 2,2 diphenyl 1- picpylhrazyll
<b>HMF</b>	: Hidroksi Metil furfural
<b>PAE</b>	: Pirakatekol Eşdeğeri
<b>SÇKM</b>	: Suda Çözünür Kuru Madde
<b>TFM</b>	: Toplam Fenolik Madde
<b>TAO</b>	: Toplam Antioksidan Aktivitesi

## 1.GİRİŞ

Ülkemiz arıcılık bakımından dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer almaktadır. Kovan varlığı bakımından Çin'in ardından ikinci sırada yer alan ülkemiz, Çin, ABD ve Arjantin'in ardından yaklaşık 70 bin ton bal üretimi ile dünya bal üretiminde 4. sıradadır. Dünya bal üretimi 2003 yılında 1.338.724 ton olarak gerçekleşmiş olup ülkemizin üretime katkısı % 5.2'dir (Yücer vd., 2006). Ülkemizin bitki çeşitliliğinin zengin oluşu, uygun ve geniş coğrafyanın varlığı ve farklı iklim koşullarının avantajları arıcılık mesleğinin icrasına ciddi manada imkân sağlamaktadır (Gürel ve Gösterit., 2004). Bu yüzden Türkiye coğrafik yapısı gereği gezginci arıcılık yapılmasına elverişlidir (Yılmaz, 2005). Ülkemizde arıcılık, kovan sayısı itibarıyla son yıllarda artış gösterip üst sıralarda yerini almayı başarmıştır. Ülkemizin zengin flora ve geniş bir coğrafyaya sahip olması nedeni ile hem koloni sayısı, hem de bal üretimi açısından dünyada önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de 2006 yılı verilerine göre Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde toplam koloni sayısı sırasıyla 697.671 ve 1.080.619 adet olarak tespit edilmiş ve bölgelere göre toplam bal miktarı sırasıyla 6.709 ve 18.740 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2005; Anonim, 2006).

2003 yılı FAO verilerine göre Dünya'da yaklaşık 60 milyon kovan varlığı mevcut olup bunun 4.2 milyonu (%7) ülkemizedir. Dünyada kovan başına verim 22 kg. iken ülkemizde ise bu oran 16 kg. dır. Türkiye ve Ege Bölgesinde bal üretim miktarları iklim şartlarına göre yıllar itibarıyla değişmekle birlikte Türkiye bal üretiminde Ege Bölgesinin payı yıllara göre %20 civarındadır. 1998 yılında Ege Bölgesi bal üretimi 25.4 bin ton civarında iken, 2000 yılında 6.8 bin tona düşmüştür. Bunun nedeni Ege Bölgesinde üretilen balların büyük bir kısmı çam balından oluştuğundan ve çam balının ana maddesini oluşturan çam pamuklu koşnilinin iklim şartlarına göre oluşum durumundan kaynaklanmaktadır. Son yıllarda üretimde önemli bir artış olmamasına rağmen bal fiyatlarında reel olarak bir gerileme olduğu gözlemlenmektedir. Ege Bölgesindeki Muğla İlinde üretimi yoğun olarak yapılan çam balı Marmaris çam balı adıyla ismini duyurmuştur. Avrupa ülkelerinin damak tadına uygun olan çam balı ülkemizden ihraç edilen balların tamamına yakınıni oluşturmaktadır. Ancak, yine de yeterli reklam ve tanıtım çalışmaları olmadığından diğer bal çeşitleri ile arasında fiyat farkı olmamaktadır(Yücer vd ,2006).

Balın kalitesi özellikle kimyasal bileşimine, ayrıca tat ve lezzetine bakılarak değerlendirilmektedir (Cherchi vd., 1994). Balın bitkisel kaynağı ve kimyasal bileşimi çoğu zaman balın fiyatı konusunda önemli rol oynar (Tomas-Barberan vd., 1994). Balın temelini karbonhidratlar oluşturmaktadır. Karbonhidratlarında %85-95'ni mono sakkaritler (glikoz ve früktoz) geri kalanını ise disakkarit ve polisakkaritler oluşturur. Balın yapısında karbonhidratlardan başka organik asitler, amino asitler, mineral maddeler, vitaminler ve enzimler mevcuttur (Silici, 2004; Şahinler ve Gül, 2004). Bu parametreler balın kalitesine etki eden en önemli bileşenlerdir.

Son yıllarda insan sağlığının daha fazla ön plana çıkması ve balın ihracata konu olması ile birlikte kalite belirleme testlerinin yapılması zorunlu kılınmıştır. Bu bağlamda çeşitli komisyonlar kurulmuş ve bu konuyla ilgili çalışmalar titizlikle yürütülmektedir. Bunların başında Codex (FAO/WHO Gıda Kodeksi) ve EU (Avrupa Birliği) gibi komisyonlar gelmektedir. Ülkemizde ise bu konudaki çalışmaları Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve TSE yürütmektedir.

Özellikle depolama sırasında bal çeşitlerinde oluşan değişimler üzerine yapılmış çok fazla çalışma olmaması bizi bu konuda araştırma yapmaya sevk etmiştir. Bu çalışmada, bitki çeşitliliği bakımından Anadolu'da muazzam derecede geniş üretim alanına sahip olup balların bileşiminin tespiti ve ayrıca bu bileşim değerlerinin değişik depolama sıcaklıklarında oluşan değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma Anadolu'nun Batı Bölgelerinde farklı bitkisel kaynaklardan elde edilmiş olan balların fizikokimyasal ve biyokimyasal yapısı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bal duyuşsal özellikleri ve bileşim bakımından depolama sırasında birçok değişimin oluşması beklenen bir üründür. Bu değişimlerin bazıları ısı tarafından katalize edilen reaksiyonlar (örneğin: karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu) ile ilişkili olabilmektedir (Kaushik vd., 1993). Balların ticari olarak, yıllık ortalama sıcaklık 20 °C üzerinde olan bölgelerde tüketim öncesi neredeyse bir yıl boyunca saklanması gerekebilmektedir. Balların depolaması sırasında kimyasal değişimleri ile ilgili pek fazla araştırma bulunmamaktadır. Ancak balların uçucu bileşenleri üzerine depolamanın etkisi ile ilgili belli sayıda araştırma mevcut olup yapılan araştırmalar daha çok bu konu üzerine yoğunlaşmıştır. Ülkemizde son yıllarda tüketicilerin biliç düzeyinin artmasına bağlı olarak tüketime sunulan balların çeşitleri, bazı kimyasal bileşenleri ve ayrıca aroma maddeleri önem kazanmıştır. Tüketiciler bakımından balın belirli bir çeşidini seçmek için en önemli özellik onun aroması kabul

edilmektedir. Bu yüzden bu özel fraksiyon üzerine daha çok çalışmanın olduğu görülmüştür (Moreira vd., 2010).

Balın bileşimi, hasat mevsime, nektarın hangi bitkilerden toplandığına ve iklim şartlarına bağlı olarak değişir (Anklam, 1998). Balın bileşimini etkileyen en önemli etken, nektarların toplandığı bitki türüdür. Balın içeriğinde proteinler, enzimler, su, karbonhidratlar, asitler, dekstrin benzeri maddeler, mineral maddeler, vitaminler, polen tanecikleri ve aroma maddeleri bulunmaktadır (Crane, 1975; Öder, 1981).

### **1.1. Balın Tanımı ve Sınıflandırılması**

Türk Gıda Kodeksi 2012/58 sayılı Bal Tebliği'nde Bal bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012).

Bal doğal olarak üretilen en karmaşık gıda maddelerindedir. Kesinlikle hiç bir işlem yapılmadan, tatlandırıcı madde olarak insanlar tarafından kullanılabilen tek gıda maddesidir. Aslında bal, indirgen şekerlerin derişik bir çözeltisi olsa da, diğer bazı şekerleri, enzimleri, amino asitleri, organik asitleri, fenolik maddeleri, Maillard reaksiyon ürünleri, vitaminleri ve mineral maddeleri de içeren çok kompleks bir karışımdır (Gheldof vd., 2002). Besin değerinin yüksek olması ve karbonhidratlarının hızlı emilmesi nedeniyle, bal her yaştaki insan için uygun bir gıdadır.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve AB'nin 2001/110 sayılı bal ile ilgili direktifinde bal, kaynağına ve üretim ve/veya pazara sunuluş şekline göre sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2005).

Kaynağına göre ballar: Çiçek balı ve salgı balı olmak üzere iki çeşittir. Çiçek balı bitkinin nektarından oluşurken salgı balı ise arıların, zararsız bitkilerin veya bazı böceklerin salgılarından elde edilen ballardır. Salgı balları kaynağına göre adlandırılır. Örneğin; Çam balı, yaprak balı (Clemson, 1985; Doner, 1977).

Üretim veya pazara sunum şekline göre ballar: Petekli bal, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres bal, filtre edilmiş bal ve fırıncılık balı olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2005). Ayrıca ABD'de ballar içerdiği nem oranına göre, yani ülkemizde olmayan bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Bu ballar nem oranına göre A,B,C ve D şeklinde

değerlendirilmekte olup, A ve B sınıfı ballar en fazla %18.6 nem içerebilir. C sınıfı ballarda ise nem %20'yi geçemez. D sınıfı ise nemi %20'yi geçen ve standart dışı kabul edilen ballardır (White, 1974).

**Tablo 1.1.**Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2012/58) ve AB Bal Tebliği'ne göre çiçek ve salgı ballarının standart değerleri (Anonim, 2012; Anonim, 2005).

Kalite Kriterleri	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)		Avrupa Birliği Bal Tebliği	
	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek Balı	Salgı Balı
Nem İçeriği (%)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
HMF (mg/kg)	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40
Diyastaz Sayısı	≥ 8	≥ 8	≥ 8	≥ 8
Sakaroz (%)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 10
Kül (%)	≤ 0.6	≤ 1.2	≤ 0.6	≤ 1.2
Asitlik (meq/kg)	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
İnvert Şeker (%)	≥ 60	≥ 45	≥ 65	≥ 45
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	≤ 0.8	≥ 0.8	≤ 0.8	≥ 0.8

Çiçek ve salgı ballarında monosakaritlerden früktoz ve glukoz başta olmak üzere, doğal olarak kuru maddenin çoğunluğu karbonhidratlardır. Yaklaşık bütün bal çeşitlerinde, miktar açısından früktozun üstünlüğü bulunmakla birlikte, az sayıda balda (*Brassica napus* balı gibi) glikoz daha fazladır (Cavia vd., 2002; Devillers vd., 2004).

## 1.2. Balın Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Özellikleri

Bal asitli bir ürün olup pH değeri ortalama 3.90 civarındadır (Anonim, 2003). Asitlik nektarın olgunlaşma evresinde enzimlerin etkisi sonucunda ortaya çıkan glüktonlakton/glükonikasit oluşumundan kaynaklanmaktadır (White, 1975). Balda asitlik önemli bir kalite parametresidir. Bal, %0.17–1.17 organik asit ve %0.05-0.15 düzeyinde aminoasit içerir. Bal içerisindeki diğer asitler; asetik, butirik, sitrik, kaproik, laktik, glukonik, formik, malik, okzalik, suksiniletannik ve tartarik asitlerdir (Bogdanov, 2002). Balın pH değerinin düşük olması birçok zararlı bakterinin özellikle hayvansal kaynaklı patojenlerin üremesini ve gelişimini engelleyerek steril bir ortam sağlamaktadır (Mundo vd., 2004).

Baldaki asitlik, mikroorganizmalara karşı etkiyi artırır, bununla birlikte arılar da bala formik asit ilave ederek balın olgunlaşmasına yardımcı olurlar (Günbey vd., 2010).

Balda pH değeri içerdiği asitlerin miktarı ve mineral madde içeriği ile yakından ilişkilidir, bundan dolayı da mineral tuzlarca zengin olan ballar çoğunlukla yüksek pH değerine sahip olurlar (Lawless vd., 1996).

Balda yüksek asitlik istenmeyen bir durumdur çünkü bu yükseklik balda fermantasyona sebebiyet vermektedir (Terrab vd., 2004). Balda asitlik, diğer parametrelerde olduğu gibi bitkinin kaynağına ve üretim bölgesine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre (Tablo 1.1.) balda toplam asitlik maksimum 40 meq/kg sınırını geçmemesi gerekir. Birçok yazar serbest asitliğin baldaki mayaların aktivitesi ile fermantasyon sonucunda şekerlerin aside dönüşmesi ile arttığını rapor etmiştir (Gonnet, 1965; White, 1975). Yapılan araştırmalarda Türk ballarının asitlik değerleri incelenmiş ve 25.90 meq/kg, 21.69 meq/kg olarak tespit edilmiştir (Sorkun vd. 2002; Silici, 2004). Bununla birlikte yine başka çalışmalarda ayçiçek ballarında 14.35 meq/kg (Velioğlu ve Köse, 1983), ve Türk çiçek ve salgı ballarının toplam asitlik sırasıyla 15.00–64.68 meq/kg ve 16.65–50.51 meq/kg arasında tespit edilmiştir (Sorkun vd., 2002).

Higroskopik, balın nem tutma veya nem kapma özelliğine denir. Bu özellik çevre şartlarına göre değişkenlik gösterebilir. Bu sebepten dolayı depolama ve tüketimi sırasında bazı sıkıntılar doğabilir (İnci, 2001). Früktoz balın nem tutma özelliğini tetikleyen bir şekerdir. Çoğu balda da früktoz oranı glikozdan fazla olduğu için higroskopik özelliği de buna paralel olarak artış gösterir (D'Arcy, 2007).

Balda nem parametresi önemli bir kalite belirleme ölçөгüdür. Balın nem oranı iklim koşullarına, nektarın nem miktarına, üretim yılı ve mevsimine bağlı olarak değişkenlik gösterir (White, 1978). Balın nem içeriği %17'den daha düşük olduğu takdirde ise fermantasyona uğrama olasılığı oldukça düşüktür, buda olgunlaşmış balın herhangi bir mikroorganizmanın gelişimine olanak vermeyeceği manasına gelir (Amor, 1978; Molan, 1992). Ayrıca nem oranının yüksek oluşu balda erken kristalleşmeye de sebebiyet vermektedir (İnci, 2001). Balın nem oranının düşük olması onun olgunlaştığı manasına gelir ve bu şekilde uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilir (Erdoğan vd., 2004). Ancak nem oranı yüksek olan ballarda bazı mayalar balın fermantasyona (ekşimesine) uğramasına sebebiyet verir. Olgunlaşmış veya sırlanmış ballarda ise tam tersi bir durum söz konusu olup ekşime olayı daha düşük olasılıkla görülür (Doğaroğlu, 2004). Yapılan araştırmalarda genelde yüksek bölgelerde yani yaylalarda üretilen ballardaki nem oranı ovada üretilene oranla



nispeten daha düşüktür, buda yayla balının tercih edilmesinde ve pazar bulmasında pozitif bir etki sağlamaktadır (Erdoğan, 2008). Olgunlaşmış ballarda hiç bir şekilde bakteri ve maya gelişemeyeceği bildirilmiştir (Molan, 1992). Suda çözünür kuru madde normal değerleri %78.80-84.00 arasında, ortalama ise %81.90 düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Conti, 2000). Ayrıca balın yüksek viskozite, higroskopik özelliği, kristalleşme, yoğunluk ve tatlık gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri, yüksek konsantrasyonlu şekerlerin çözeltisi olmasından kaynaklanmaktadır (Cavia vd., 2002).

Sakarozun, baldaki oranı ise, balın olgunlaşma derecesine ve nektarın bileşimine göre değişkenlik gösterirken erken hasat edilen yani olgunlaşmamış ballar, yüksek oranda sakaroz içermektedir (Günbey vd., 2010). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (2012/58) göre balda sakaroz oranı %5 oranından daha düşük olmalıdır (Tablo 1.1.). Balların uzun süre depolanması ise, invert şeker oranının yüksek olmasına neden olur. Nektarda yüksek miktarda bulunan sakaroz ise, invertaz enzimi ile früktoz ve glikoza ayrışmaktadır (White vd., 1962). Balda sakaroz miktarının incelendiği çalışmalarda, ortalama değerler sırasıyla %4.18, %2.37, %3.91 olarak saptanmıştır (Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2000; Şahinler vd., 2001; Sorkun vd., 2002). Glikozun doyma noktası üzerine çıkması olayına ise balın şekerlenmesi yani balın kristalizasyonu denir. Balın şekerlenmesi bozulduğu veya içine şeker konulduğu manasına gelmez, aksine bitkinin orijinine göre değişkenlik gösteren doğal bir olaydır. Balın şekerlenme eğilimi daha çok früktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla alakalı bir durumdur (Doğaroğlu, 2004).

Günümüzde hala birçok tüketici kristalize olan balın şekerli veya kalitesiz olduğunu düşünmektedir. Oysaki bal %70'den fazla şeker içerdiği ve şekerle doymun olduğu için zamanla kristalize olma olasılığı yüksektir (D'Arcy, 2007). Buda kristalize olan balın kalitesiz veya standart dışı olduğu manasına gelmez. Balın kristalizasyon eğilimi daha çok früktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla alakalı bir durumdur. Balda früktoz/glikoz oranı arttıkça balın şekerlenme eğilimi azalır. Ayrıca su içeriği daha düşük olan ballar daha geç kristalize olurlar (Doğaroğlu, 1990).

Balda renk, su gibi renksiz halden koyu kahveye kadar değişkenlik gösterir. Renk çeşitliliği bitkinin kaynağına, bitki florasına, mineral içeriğine ve depolama şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir (White ve Doner, 1980). Örneğin; ayçiçeği balı parlak sarı, kestane balı kırmızımsı tonlar, okalipthus balı ise gri tonlardadır (Krell, 1996).

Balda renk ile kimyasal yapı arasındaki ilişki incelendiğinde koyu renkli ballarda, aminoasit ve şeker miktarı ile özellikle demir, bakır, manganez gibi mineral maddelerden

normalin üstünde oranlarda olduğu ve balda mineral madde miktarı arttıkça rengin koyulaştığı görülmüştür (Kargıoğlu, 2008). Balın rengi ile içerdiği kül miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Balın rengindeki koyulaşma hızı depolama sıcaklığı ve balın kompozisyonuna bağlıdır (White, 1978).

Mineral maddeler vücut için son derece önemli maddelerdir. Bunlardan bir kısmı vücudun kemik yapısına katılırken, bazıları sinir iletiminde, bazıları kanın pıhtılaşmasında, bazıları hormon sentezinde, bazıları enzimlerin yardımcı faktörü olarak iş görürken, bazıları da hemoglobininin yapısına dâhil olurlar. Eksiklik veya fazlalıkları insanda sağlık problemine yol açabilmektedir (Kaya ve Pirinçci, 2002).

Balda tat, yapısındaki şeker miktarına, şekerin türüne ve birbirlerine oranlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Kokusu da alındığı kaynağa göre değişir. Bala uygulanan işlemler tadını ve kokusunu değiştirebilmektedir. Bu nedenle ısıtma, işleme, depolama gibi uygulamalarda balın kendine has tadı ve kokusunu bozacak yanlış işlemlerden kaçınmak gerekir (Doğaroğlu, 1990).

### **1.3. Balda Antioksidan ve Toplam Fenolik Madde İçeriği**

Antioksidanlar, ya serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek ya da mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini engelleyen ve yapısında genellikle fenolik fonksiyon taşıyan moleküllerdir (Kahkönen vd., 1999; Nagai vd., 2003). Vücudumuzda kalkan görevi yapan bu kimyasal bileşiklerin özelliği, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize etmeleri ve bu sırada serbest radikal haline gelmemeleridir (Prior ve Cao, 2000).

Gıdalardaki antioksidanlar genellikle fenollerdir. Ancak diğer bileşiklerinde çok azda olsa rolleri vardır. Balın antioksidan özelliğe sahip birçok bileşiğe sahip olduğu bilinmekte olup bu bileşikler balda doğal olarak bulunmaktadır (Nicholls ve Miraglio, 2003). Bunlar flavanoidler, fenolik asitler, glikoz oksidaz, katalaz gibi enzimler, askorbik asit, organik asitler, aminoasitler ve protein gibi benzeri maddelerdir (Gheldof vd., 2002). Genel olarak bal, antioksidan özelliğine sahip dört gruba ayrılarak incelenir. Bunlar; polifenoller veya fenolik bileşikler, enzimler, askorbik asit ve peptidler olarak sınıflandırılır (Nicholls ve Miraglio, 2003). Bunun dışında balda antioksidan aktivitesi ile fenolik bileşikler arasında önemli derecede yakın ilişki olduğu bildirilmiştir (Gheldof vd., 2002). Bununla birlikte balda

antioksidan aktivitesi, üretim yapılan bölgenin floral zenginliğine ve enzim aktivitesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Frankel vd., 1998).

Balın toplam fenolik madde içeriği, yöreden yöreye ve bitkisel orijinine göre azalır veya artış gösterebilmektedir. Örneğin bal fenolikleri akasya balında 5.80 mg/100 g iken çilek balında 96.00 mg/100 g olarak bulunmuştur (Amiot vd., 1989).

Doğada kendiliğinden oluşan polifenoller, antioksidan olmaları, acılık ve renk gibi özellikler üzerine etki ettiklerinden dolayı büyük önem taşımaktadırlar (Singleton vd., 1999). Fenolik asitlerin kronik hastalıkları önlediği bilinmektedir. Bunların ayrıca kötü huylu LDL kolesterolün oksidasyonunu önlediği de bildirilmektedir. Fenolik asitlerin serbest radikal sonucu oluşan hastalıklardan, örneğin kanser ve diğer bazı hastalıklardan, damar tıkanıklığı ve yaşlanmaya karşı önleyici etkilerinin olduğu bilinmektedir (Halliwell, 1992; Rice-Evans vd., 1997).

#### **1.4. Bal Hasadı, Muhafazası ve Depolanması**

Arıların bitki nektarlarından elde edip petek gözlerine ilk olarak bıraktığı ballarda su oranı oldukça fazladır. Arılar petek gözleri üzerinde hummalı bir çalışma ile gerek kanat çırparak gerekse dışarıdaki havanın içeri alınması suretiyle fazla suyu uçurup balın olgunlaşmasını sağlarlar. Böylelikle su oranı (nem) %17 seviyesine çekilir ve petek gözleri arılar tarafından bal mumu ile sırlanır (Doğaroğlu, 1990).

Bal kapalı kaplarda hava ile ilişkisi olmayacak şekilde, cam, paslanmaz çelik veya yiyecek için uygun olan plastik araçlar içinde saklanmalı ve bu kapların temiz, kokusuz kaplar olmasına dikkat edilmelidir (Krell, 1996).

Ballar oda sıcaklığında (20–25°C) saklanmalı ve muhafaza ortamının nem oranı % 65 seviyesinden daha az olmalıdır. Bu değerlerin üstünde saklanan balların hem nem değeri artar hem de bazı kimyasal değişmelere neden olabilir bu durumda balın kalitesi olumsuz yönde etkilenir (Doğaroğlu, 1990; Krell, 1996).

Balın yapısının çeşitliliğinde bitki orijini, hasat sezonu ve iklim koşulları etkilidir. Bu faktörler içerisinde en önemli olanı bitki çeşididir (Crane, 1975; Silici, 2004; Şahinler vd., 2004). Balın temel bileşimi karbonhidrattır. Karbonhidratların %85-95'ni glukoz ve früktoz oluşturmaktadır. Ayrıca sakaroz, maltoz, isomaltoz, melezitoz ve laktoz gibi şekerler de bulunmaktadır. Balın yapısında karbonhidratlardan başka organik asitler, amino asitler (lisin, histidin, arginin, aspartik asit, serin, glutamik asit, prolin, glisin, alanin, valin, metionin, lösin,

izolösin, triosin, fenilalanin, triptofan), mineral maddeler (K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Cl, P, S, SO<sub>2</sub>, I) vitaminler (riboflavin, pantotenik asit, niasin, tiamin, piridoksin, askorbik asit), enzimler (amilaz, sakaroz, invertaz, fosfotaz, katalaz, glukoz oksidaz) ve aroma maddeleri mevcuttur (Crane, 1975; Sunay vd., 2003; Silici, 2004). Bunlar balın kalitesine etki eden en önemli bileşenler olup, balın kalitesini belirlemektedir.

Balın depolama süresi boyunca değişimler gözlenmekte ve uygunsuz koşullarda depolanan balların raf ömürlerini çok kısa sürede doldurdukları görülmektedir. Farklı sıcaklıklarda balları depolayarak kalite parametrelerindeki değişimlerin ölçümü ve en uygun depolama sıcaklığının bulunması önem kazanmaktadır. Örneğin Balın nem miktarı, su aktivitesini de etkilediği için balın depolaması sırasında fermentasyon oluşumundaki en önemli faktördür (Rüegg ve Blane, 1981). Bu nedenle su içeriği balın raf ömrünü belirleyen önemli kalite parametresidir.

Bal, yapısında bulunan farklı organik asitlerin ve asidik tuzların etkisiyle, zayıf asidik özellik gösterir. Balın pH'sı 3.50–5.50 arasındadır. Balın pH değeri ekstraksiyon ve depolama süresince tekstür, dayanıklılık ve raf ömrünü etkilemektedir (Terrab vd., 2003). Balda bulunan organik asitler, balın lezzetine etki etmekte ve balı mikroorganizmalara karşı dayanıklı hale getirmektedir.

Bal da depolama sıcaklığına bağlı olarak değişim gösteren bir diğer parametrede hidroksi Metil Furfural (HMF) oluşumudur. Fallico vd. (2004), dört farklı balı 50°C de 144 saat, 70°C de 96 saat ve 100°C de 60 saat boyunca ısıtılma tabi tuttuklarında ısıtılma işlem sıcaklığı ve süresi arttıkça HMF konsantrasyonunun arttığı saptanmıştır.

Bal aynı zamanda insan sağlığı açısından da çok önemli bir maddedir. Bal özellikle kronik sindirim sistemi hastalıklarında peptik ülser ve hazımsızlığa, çocuklarda ise bakteriyel gastroenteritise karşı etkili bir şekilde tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Bu araştırmada ise Batı Anadolu bölgesinde üretilen bazı balların fiziksel ve biyokimyasal özellikleri ve bu özelliklerde depolama süresince oluşan değişimler incelenecektir.

Türkiye'nin coğrafik yapısı ve flora zenginliğinin arıcılık yapılmasına elverişli bir ortam olması ve son zamanlarda balın insan sağlığı açısından öneminin daha iyi anlaşılması ile bal tüketiminde hızlı bir artış olmuş ve bala olan ilgi artmıştır. Ülkemiz arıcılık yapmaya son derece uygun bir coğrafyada bulunmaktadır. Gezginci arıcılar, çiçek ve yaylaların bol olduğu bölgelerde yer yer ağustos sonuna kadar bal hasadı yapabilmektedir. Ancak ülkemizde yoğun bir şekilde üretilmekte olan bölgelere göre içerik bakımından farklılık gösteren balların bileşiminin tespiti konusunda yeterli çalışma yapılmamış olması bizleri bu konuda araştırma

yapmaya sevk etmiştir. Araştırma sonucunda bölgedeki balların karakteristik özellikleri belirlenmiş olup Türk Gıda Kodeksi ve AB standartlarının belirlemiş olduğu değerler ile karşılaştırılmıştır. Dolayısı ile bu çalışmanın amacı Batı Anadolu Bölgesi ballarının bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesidir.

## **2.MATERYAL VE METOT**

### **2.1. Materyal**

Bu araştırmada Batı Anadolu da üretilen yedi ayrı bal örneği (kestane, narenciye, çam, çiçek, pamuk, kekik ve anason) kullanılmıştır. Kullanılan bu bal örnekleri Anadolu' nun Batı Bölgesindeki 7 farklı bal üreticilerinden temin edilmiştir. Her bir örnek 7 ayrı tekerrürden oluşmaktadır ve tüm örnekler de çalışmanın güvenliği açasından 3 er paralelli ölçüm yapılmıştır. Temin edilen bu bal örnekleri 250g lık kavanozlara boşaltılarak 4 ay boyunca 8°C, 25°C ve 45°C de depolanmış ve depolama süresi boyunca kalite değerleri izlenmiştir. Çalışma da pH, suda çözüner kuru madde (briks), toplam antioksidan, toplam polifenol ile renk değerlerinde oluşabilecek olan değişmeler incelenmiştir.

### **2.2. Metot**

#### **2.2.1. Balın pH Tayini**

Balın pH değeri, asitlik ölçümü ile aynı anda yapılmış ve hazırlanan numuneden alınan örnekler dijital pH metre (Thermo Scientific, Orion3Star, Singapur) yardımı ile ölçülmüştür (Anonim, 1995).

#### **2.2.2. Suda Çözüner Kuru Madde (Briks) Tayini**

Balın suda çözüner kuru madde (Briks) oranı, su içerisinde şeker kristalleri çözündüröldükten sonra ortam sıcaklığı 20°C de tutulmak suretiyle, Refraktometre (Atago Refraktometre, Tokyo, Japan) ile tayin edilmiştir (Anonim, 2002).

#### **2.2.3. Toplam Antioksidan Madde Tayini**

Balın antioksidan kapasitesi Frankel ve ark. (1998) ve Chen (2000) tarafından geliştirilen metotlar kullanılarak tayin edilmiştir. Antioksidanın bulunduğu ortamlarda, DPPH'nin rengi değişmektedir. Absorbans değişimi 517 nm dalga boyunda Spektrometre ile izlenebilmektedir. Bu çalışmada 1 mL bal çözeltilisi, 1.5 mL DPPH (Sigma Company, St. Louis, USA), ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımının absorbansı, karanlıkta, oda

sıcaklığında 30 dakika tutulduktan sonra, 517 nm’de, spektrometre, UV-1601 (Shimadzu Kyoto, Japan) ile ölçülmüştür. Askorbik asit (0–0.04 mg/mL) standart olarak kullanılmıştır. Sonuçlar mg AAE/100g bal cinsinden ifade edilmiştir.

#### **2.2.4. Toplam Fenolik Madde Tayini**

Ekstrelerdeki toplam fenolik bileşik miktarı, Folin-Ciocalteu reaktifi ile Singleton vd. (1999) metoduna göre belirlenmiştir. Standart fenolik bileşik olarak pirokatekol kullanılmıştır. Öncelikle kalibrasyon eğrisi çizmek amacıyla 25 mg pirokatekol 25 mL saf suda çözülerek stok çözelti hazırlanmış bu stok çözeltilerden 1000 µL alınıp 100 mL lik erlenlere konulmuştur. Toplam hacim saf suyla 46 mL ye tamamlanmış ve erlenlere sırasıyla 1 mL Folin-Ciocalteu reaktifi ve 3 dk sonra da %2’lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 3 mL ilave edilmiştir. Böylece toplam hacim 50 mL ye tamamlanmıştır. Karışım 2 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalanmış daha sonra numunelerin absorbansı 760 nm de saf suya karşı okunmuştur. Kontrol için numune yerine saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Numunelerin absorbans değerlerine karşılık gelen pirokatekol miktarları standart grafik denklemi kullanılarak tespit edilmiş ve sonuçlar pirokatekol ekivalent şeklinde ifade edilmiştir.

$$\text{Absorbans}=0,00209 \times \text{Mikrogram Pirokatekol}+0.00466$$

#### **2.2.5. Renk Tayini**

Bal numunelerinin rengi, Hunter (L\*, a\*, b\*) renk ölçüm sisteminde Minolta renk ölçer (Konika Minolta, CR-400, Japan) ile ölçülmüştür. Bal numunesi küvete konulmadan önce, 50 °C sıcaklıktaki su banyosunda 30-45 dakika ısıtılmıştır (Anupama vd., 2003). Bu işlemin amacı şeker kristallerini çözündürmek ve balın viskozitesini düşürmektir. Üç okuma değerinin ortalaması alınıp renk değerleri belirlenmiştir.

#### **2.2.6. İstatistik Analizler**

İncelenen parametreler açısından gruplar arasında farklılıkların olup olmadığını belirleyebilmek için parametrik testlerden üç veya daha fazla grup için varyans analizi (İki yönlü Manova) testi uygulanmıştır. Görülen farklılıkların hangi gruplar arasında gerçekleştiğinin belirlenmesinde Duncan testinden yararlanılmıştır. Uygulanan parametrik testlerin istatistikî analizlerinde Spss 18.0 paket programından yararlanılmıştır (Nourisis, 1993).

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

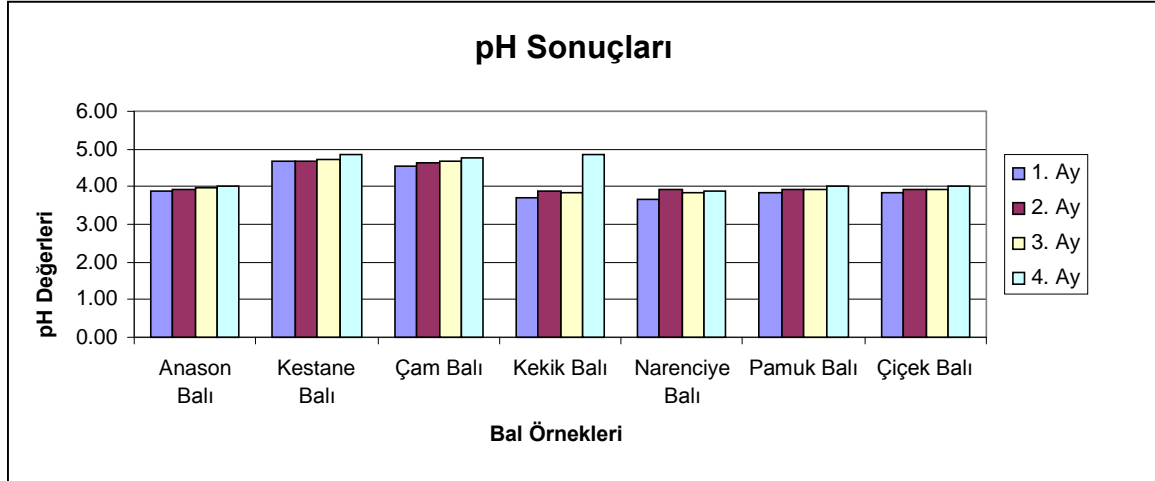
#### 3.1. pH Değerinde Oluşan Değişmeler

Bu araştırmada kullanılan balların pH değerleri (3.65 ile 4.84) arasında değişmiştir (Tablo 3.1.1). Ballarda pH bakımından en düşük değer narenciye balında (3.65) olurken en yüksek değer ise (4.84) ile kestane ve kekik balında gerçekleşmiştir. Depolama süresince tüm balların pH değerinde artış görülmüştür (Şekil 3.1.1). Bu oluşan artış kekik balında son ayda diğer aylara oranla daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Depolama sürecinin 1. ayında narenciye balı 3.65 ile en düşük pH değerine sahip bal olmuştur ve 2. ay hariç en düşük pH değerine sahip bal olarak ortaya çıkmıştır. Çalışmanın 1. ayında pH değerleri narenciye balı < kekik balı < pamuk balı = çiçek balı < anason balı < çam balı < kestane balı şeklinde sıralanmıştır. Çalışmanın 4. ayında yine en düşük pH değeri narenciye balında tespit edilmiştir. pH değerleri narenciye balı < anason balı < pamuk balı = çiçek balı < çam balı < kekik balı = kestane balı olarak ölçülmüştür. Kestane ve çam ballarının pH değerleri tüm depolama süreci boyunca 4 ün üzerinde ölçülmüştür.

**Tablo 3.1.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca pH değerlerinde oluşan değişmeler

pH	Depolama Süresi				
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	Standart Hata
Anason Balı	3.89c	3.92c	3.96b	4.02a	0.012
Kestane Balı	4.66c	4.68c	4.72b	4.84a	0.012
Çam Balı	4.54d	4.63c	4.67b	4.79a	0.010
Kekik Balı	3.71c	3.86b	3.85b	4.84a	0.008
Narenciye Balı	3.65c	3.91a	3.83b	3.89a	0.011
Pamuk Balı	3.83d	3.93c	3.94b	4.03a	0.005
Çiçek Balı	3.83d	3.93c	3.94b	4.03a	0.005



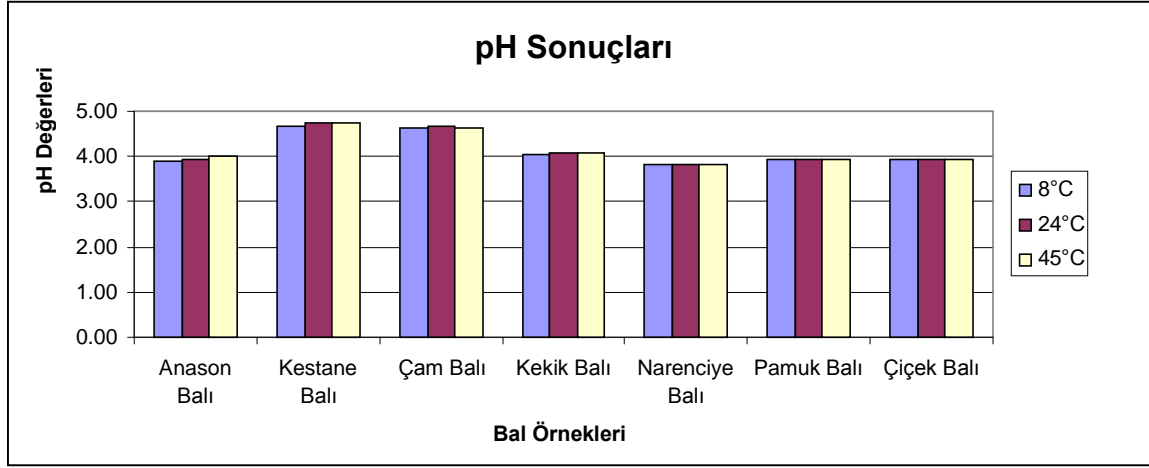


**Şekil 3.1.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca pH değerlerinde oluşan değişimler

Farklı sıcaklık değerlerine göre yapılan ölçümler değerlendirildiğinde anason ve kestane ballının pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 3.1.2). Depolama sürecindeki diğer tüm ballarının 8°C, 24°C ve 45°C deki pH değerlerinde sıcaklık değişimi ile birlikte pH da dikkate değer bir fark tespit edilmemiştir. Anason, kestane ve kekik ballarında depolama sıcaklığı artıca bir miktar artış saptanmıştır, ancak bu artış çok önemli bulunmamıştır (Şekil 3.1.2).

**Tablo 3.2.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda pH değerlerinde oluşan değişimler

pH	Sıcaklık °C			Standart Hata
	8°C	24°C	45°C	
Anason Balı	3.89c	3.95b	3.99a	0.01
Kestane Balı	4.68b	4.76a	4.74a	0.01
Çam Balı	4.65a	4.67a	4.65a	0.008
Kekik Balı	4.06a	4.08a	4.07a	0.007
Narenciye Balı	3.84a	3.81b	3.82ab	0.009
Pamuk Balı	3.92a	3.94a	3.93a	0.004
Çiçek Balı	3.92a	3.94a	3.93a	0.004



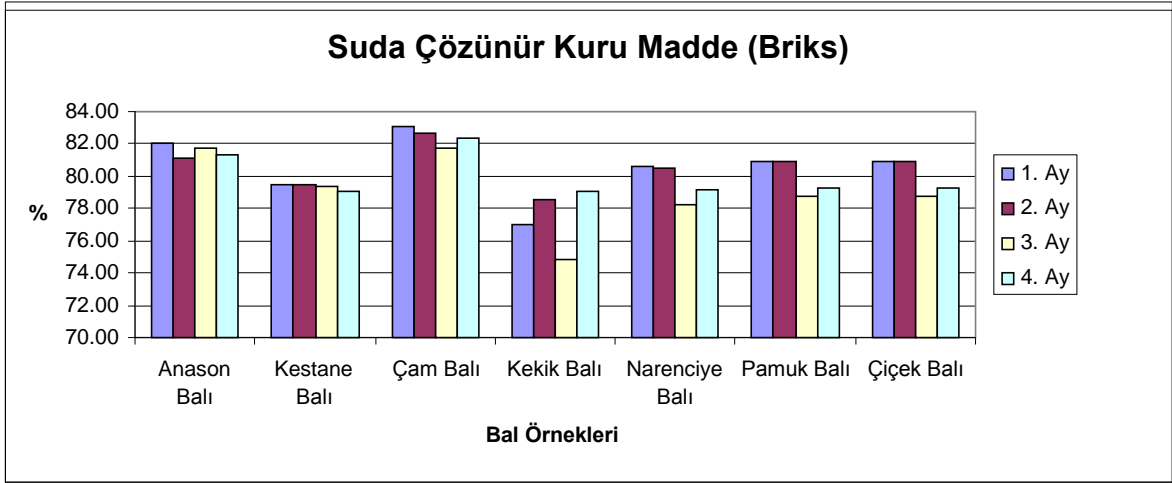
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda pH değerlerinde oluşan değişimler

### 3.2. Suda Çözünür Kuru Madde (Briks) Değerinde Oluşan Değişmeler

Yapılan bu araştırmada kullanılan ballarının depolama süresi boyunca briks değerlerinin %74.81 ile %83.12 arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 3.2.1). Balların briks değerleri çeşide bağlı olarak farklılık göstermişlerdir. Tüm depolama süresi boyunca en düşük briks değerini kekik balı göstermiştir. En yüksek briks değeri ise çam balına ait olarak ölçülmüştür. Anason balının briks değeri depolama süresi sonunda 1. aya göre düşüş göstermiştir. Çam balın da briks değeri 1. ayda en yüksek ölçülmüş diğer aylarda ise ilk aya göre düşük briks değerleri tespit edilmiştir. Depolama süresince narenciye, pamuk, çiçek balları birbirlerine yakın değerler göstermiştir (Şekil 3.2.1). Kekik balının briks değerinin çalışmanın sonunda 1. aydaki ölçüme göre yüksek çıkmasına rağmen diğer ballarda düşme gözlenmiştir. Kekik balı haricindeki belirlenen briks değerleri 1. ay briks değerine göre daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Briks değerlerinde oluşan değişimler.

BRİKS	Depolama Süresi				Standart Hata
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
Anason Balı	82.01a	81.10c	81.74b	81.33c	0.091
Kestane Balı	79.46a	79.50a	79.38ab	79.02b	0.131
Çam Balı	83.12a	82.63b	81.78c	82.37b	0.132
Kekik Balı	76.99b	78.51a	74.81c	79.02a	0.295
Narenciye Balı	80.57a	80.52a	78.24c	79.14b	0.234
Pamuk Balı	80.89a	80.88a	78.70b	79.30b	0.241
Çiçek Balı	80.89a	80.88a	78.70b	79.30b	0.241

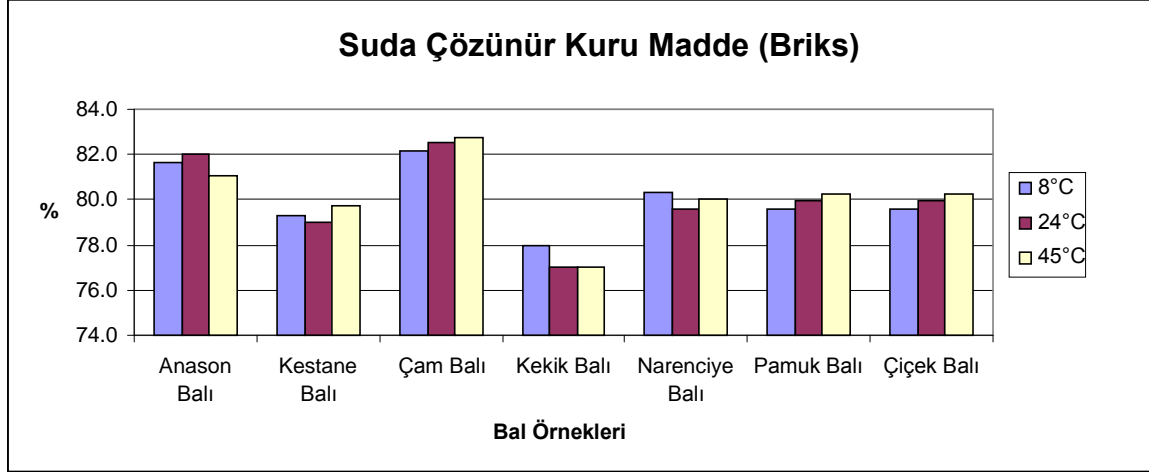


**Şekil 3.3.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Briks değerlerinde oluşan değişimler

Depolama sıcaklığı arttıkça kekik balının briks değeri azalmıştır, ancak pamuk, çiçek ve çam balında sıcaklığın artmasıyla birlikte briks değeri de yükselmiştir (Şekil 3.2.2). Kestane ve narenciye ballarının 24°C deki briks değerlerinin, 8°C ve 45°C deki değerlere göre daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Anason balının briks değerinin depolama sıcaklığı ile değişimi incelendiğinden yüksek briks değerinin ise 24°C de ölçüldüğü tespit edilmiştir.

**Tablo 3.4.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Briks değerlerinde oluşan değişimler

BRİKS	Sıcaklık °C			
	8°C	24°C	45°C	Standart Hata
Anason Balı	81.63b	82.00a	81.03c	0.079
Kestane Balı	79.31b	79.01b	79.70a	0.11
Çam Balı	82.13b	82.53a	82.80a	0.114
Kekik Balı	77.95a	77.03b	77.02b	0.255
Narenciye Balı	80.29a	79.57b	80.03ab	0.219
Pamuk Balı	79.61b	79.94ab	80.28a	0.209
Çiçek Balı	79.60b	79.94ab	80.28a	0.209



**Şekil 3.4.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Briks değerlerinde oluşan değişimler

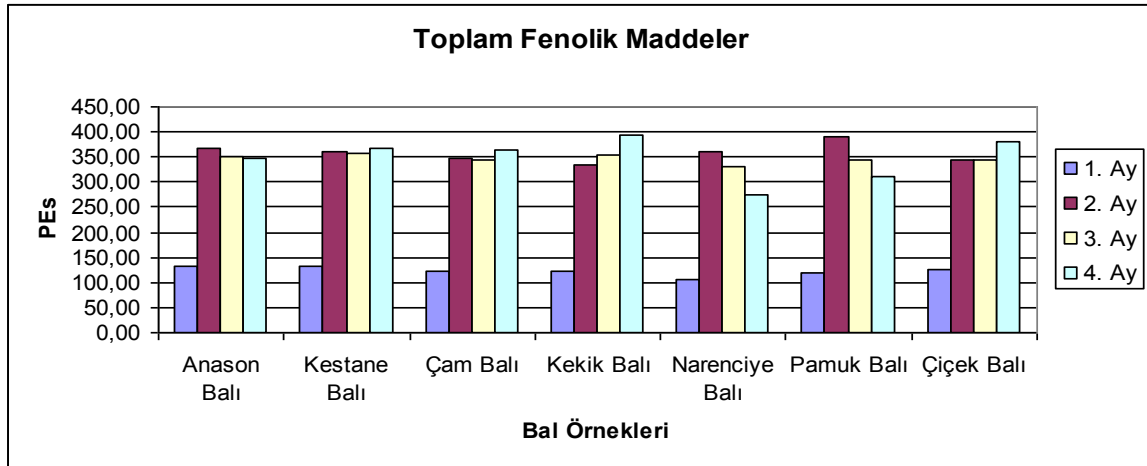
### 3.3. Balda Toplam Fenolik Madde Aktivitesi

Bal çeşitlerine göre toplam fenolik madde (TFM) içerikleri Tablo 3.3.1 de verilmiştir. Tüm ballar çeşidine bakılmaksızın depolamanın ilk ayından sonra TFM değerinde yükselme göstermişlerdir. Kestane, çam, çiçek ve kekik ballarında bu yükselme depolamanın sonuna kadar devam etmiştir. Balda toplam fenolik madde içeriği bakımından narenciye balı araştırmada kullanılan grup içinde en düşük (107.34 PAE/100g) TFM içeriğine sahip olduğu, bunu 118.45 PAE/100g TFM ile pamuk balının izlediği, çam balı (121.06 PAE/100g), kekik balı (123.87 PAE/100g) ve çiçek balının (124.41 PAE/100g) TFM değerleri ile birbirlerine yakın değerler taşıdıkları görülmüştür. Kekik ve çiçek ballarında TFM değerleri depolama süreci boyunca artış göstermiş, narenciye ve pamuk ballarında ise düşüş gözlenmiştir (Şekil 3.3.1). Depolama süresi boyunca narenciye ve pamuk ballarının TFM değerleri birbirine benzer olarak 2. aydan sonra azalmış ve aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiştir. Çalışmanın 2. ayında pamuk, anason ve narenciye ballarının TFM değerleri depolama sürecinin en yüksek değerlerine ulaşmışlardır. Bu balların TFM değerleri 3. ve 4. aylarda giderek azalmıştır. Anason balının 1. 2. ve 3. aylar arasında TFM değerleri istatistiksel olarak bir fark oluştursa da 3. ve 4. aylar arasında bu farklılık oluşmamıştır. Çiçek, çam ve kestane ballarında depolama süresince küçük farklılıklarla birlikte çalışmanın sonucunda TFM değerlerinin yükseldiği görülmüştür. Bunun yanında kekik balı ise depolama süreci boyunca giderek artan TFM değerlerine sahip olmuştur ve 394.74 PAE/100g TFM değeri ile tüm ballar içinde en yüksek değere ulaşmıştır. Kestane balı 1. ve 2. aylar arasında istatistiksel

olarak anlamlı bir fark oluşturmuş ancak daha sonraki aylarda istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir. Çam ve çiçek ballarında 2. ve 3. aylar arasında istatistiksel olarak bir fark ortaya çıkmamasına rağmen depolama süreci boyunca TFM değerlerinin istatistiksel olarak bir anlam taşıdığı görülmüştür.

**Tablo 3.5** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler.

TOPLAM FENOLİK MADDE	Depolama Süresi				Standart Hata
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
Anason Balı	132.86c	366.56a	349.23b	346.26b	4.601
Kestane Balı	132.70b	361.62a	355.77a	368.48a	4.828
Çam Balı	121.06c	347.05b	342.85b	362.47a	3.873
Kekik Balı	123.87d	332.65c	355.35b	394.74a	3.037
Narenciye Balı	107.34d	361.25a	330.47b	275.28c	5.930
Pamuk Balı	118.45d	391.92a	343.86c	310.42c	9.004
Çiçek Balı	124.41c	344.18b	343.97b	381.77a	3.520



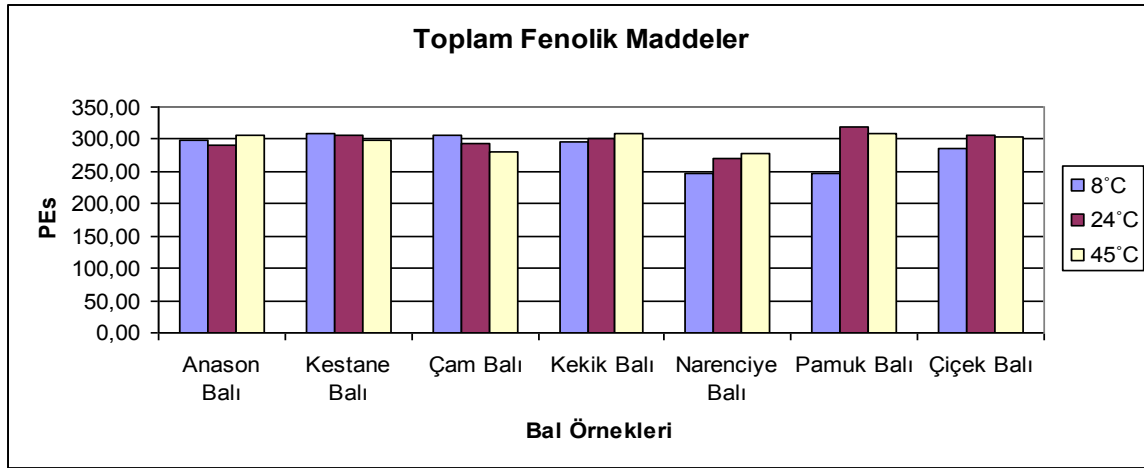
**Şekil 3.5.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler

Farklı sıcaklıklarda depolama kestane balının TFM değerleri üzerinde istatistik olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Narenciye, pamuk ve çiçek balları 8°C de daha düşük TFM değerlerine sahipken 24°C ve 45°C lerde daha yüksek TFM değerlerine sahip olmuşlardır. Bu ballarda 8°C ile diğer sıcaklıklar arasında TFM değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü. Depolama sıcaklığı arttıkça narenciye ve kekik ballarının toplam fenolik madde içeriğinin yükseldiği görülmüştür (Şekil 3.3.2). Kekik, anason ve narenciye

balları depolama sıcaklıkları arasında en yüksek TFM değerlerini 45°C de göstermişlerdir (Şekil 3.3.2). Kekik balı ve anason balı 45°C de daha yüksek TFM değerlerine sahip olarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuşlardır. Ancak çam balı sıcaklık yükseldikçe TFM değerlerinde düşüş göstermiştir. Çam balında sıcaklık değerleri arttıkça TFM değerlerinde görülen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

**Tablo 3.6.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler

TOPLAM FENOLİK MADDE	Sıcaklık °C			Standart Hata
	8°C	24°C	45°C	
Anason Balı	299.64ab	291.15b	305.38a	3.99
Kestane Balı	309.97a	305.86a	298.09a	4.18
Çam Balı	305.94a	293.43b	280.71c	3.354
Kekik Balı	296.54b	300.48b	307.94a	2.63
Narenciye Balı	246.94b	269.86a	276.76a	3.814
Pamuk Balı	246.34b	318.03a	309.13a	7.797
Çiçek Balı	285.01b	306.42a	304.31a	3.049



**Şekil 3.6.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam fenolik madde (TFM) değerlerinde oluşan değişimler

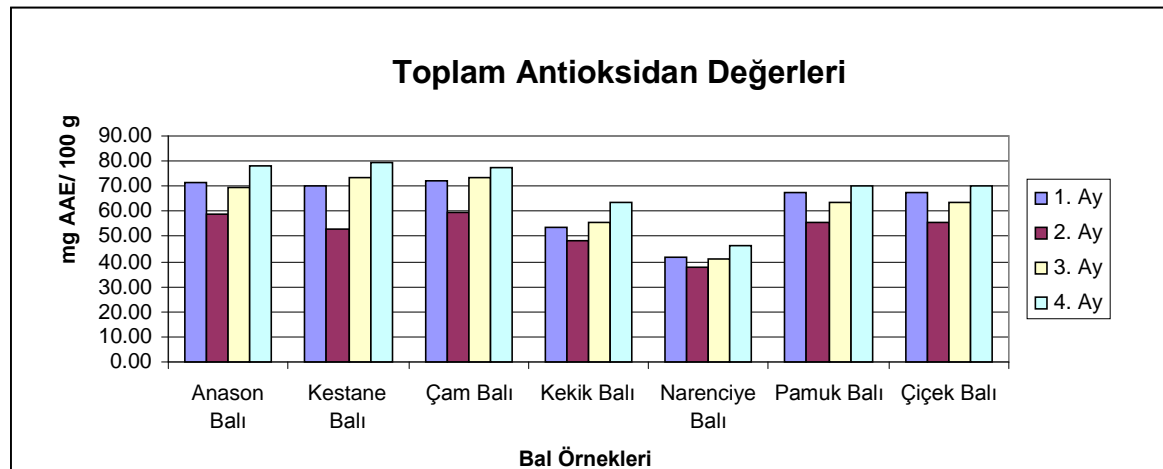
### 3.4. Balda Toplam Antioksidan (TAO) Değerleri

Çalışmada kullanılan ballardan en düşük antioksidan değeri narenciye balında (37.70 mg AAE/100 g) saptanmıştır. Depolama süresi boyunca da narenciye balı en düşük TAO değeri gösteren bal olarak kalmıştır. Kekik, pamuk, anason, kestane, çam, çiçek ve narenciye balları depolama süresince en düşük TAO değerlerini 2. ayda, en yüksek değerlerini ise 4.

ayda göstermişlerdir (Tablo 3.4.1). Pamuk ve çiçek balları da aynı değerlere sahip olarak, en düşük TAO değerini 2. ayda en yüksek değerini ise 4. ayda göstermişlerdir. Bu ballar ilk ayda yüksek TAO değerine sahipken 2. ayda düşmüş ve sonraki aylarda da giderek yükselmiştir. Çalışmamızda analiz ettiğimiz tüm bal çeşitlerinin de depolama süreci boyunca TAO değerleri aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Çalışmada kullanılan ballar arasında 1. ayda en yüksek TAO değerine çam balı sahip olmuşken 4. ayda ise kestane balı en yüksek değeri göstermiştir. (Tablo 3.4.1). Anason, kestane ve çam balları TAO değerleri diğer ballara göre daha yüksektir.

**Tablo 3.7.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler.

TOPLAM ANTİOKSİDAN DEĞERLER	Depolama Süresi				Standart Hata
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
Anason Balı	71.24b	58.95c	69.35b	77.85a	1.031
Kestane Balı	70.07b	52.83c	73.47b	79.34a	1.545
Çam Balı	72.42b	59.33c	73.26b	77.17a	0.791
Kekik Balı	53.36b	48.13c	55.76b	63.74a	0.882
Narenciye Balı	41.72b	37.70c	40.90b	46.19a	0.681
Pamuk Balı	67.45b	55.27d	63.58c	70.17a	0.642
Çiçek Balı	67.45b	55.27d	63.58c	70.17a	0.642

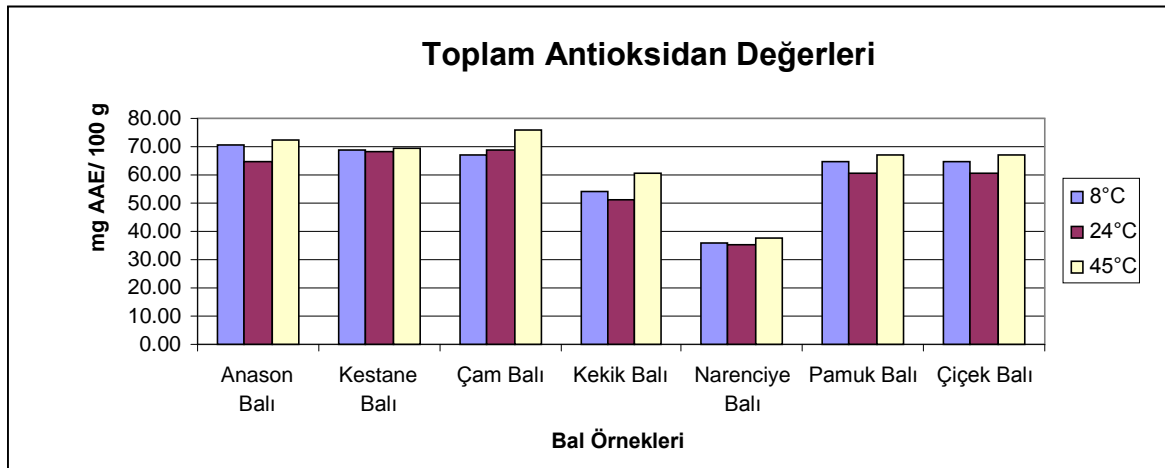


**Şekil 3.7.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler

Farklı sıcaklıklarda depolama sonucunda kestane balının TAO değerinde sıcaklığa bağlı olarak dikkate değer bir değişiklik görülmemiştir. Narenciye balı farklı sıcaklıklarda depolama sonucunda da en düşük TAO değerini göstermiştir. Anason, kestane ve çam balları yüksek TAO değerine sahip olmalarından dolayı dikkat çekmişlerdir (Şekil 3.4.2). Çiçek, anason, pamuk, kekik ballarının 45°C de depolanmaları sonucunda TAO değeri en yüksek ölçülmüştür. Çam balı haricinde tüm ballarda en düşük değer 24°C de ölçülmüştür. Çam balında ise depolama sıcaklıkları yükseldikçe TAO değerinin arttığı görülmüştür. çam balının en yüksek antioksidan aktivitesi 45°C de depolama sonucun da ölçülmüştür.

**Tablo 3.8.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler

TOPLAM ANTIÖKSİDAN DEĞERLER	Sıcaklık °C			Standart Hat
	8°C	24°C	45°C	
Anason Balı	70.61	64.81	72.63	0.8
Kestane Balı	69.01	68.24	69.53	1.3
Çam Balı	66.93	68.69	76.01	0.6
Kekik Balı	54.27	51.15	60.33	0.76
Narenciye Balı	36.02	35.36	37.82	0.3
Pamuk Balı	64.94	60.58	66.85	0.55
Çiçek Balı	64.94	60.58	66.85	0.55



**Şekil 3.8.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda toplam antioksidan (TAO) değerlerinde oluşan değişimler

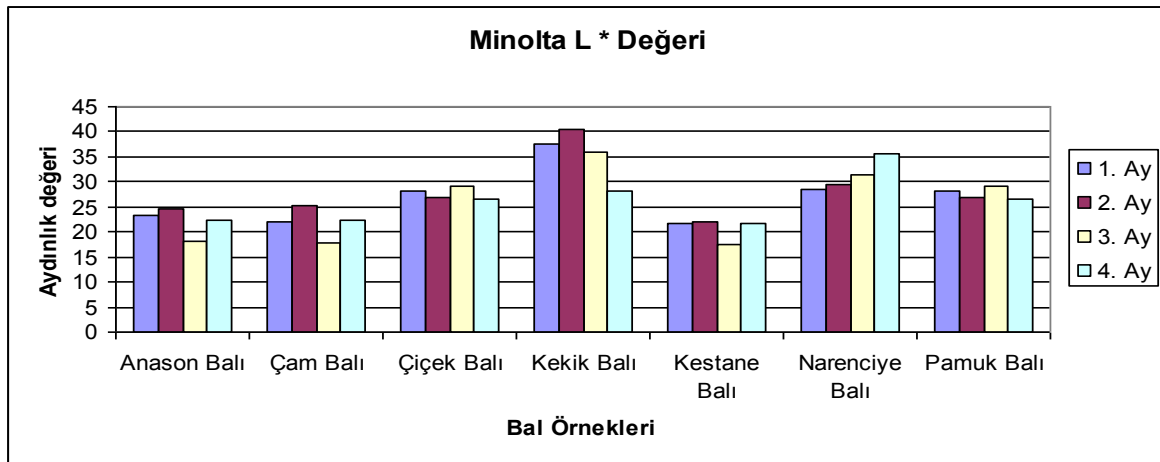


### 3.5. Balda Renk Değerleri

Çalışmamızda kullanılan ballardan depolama süreçleri boyunca en yüksek minolta L\* 40.44 olarak kekik balında 2. ayda ölçülmüştür. En düşük değer ise 17.39 olarak kestane balında belirlenmiştir. Depolama süreci sonuna dek pamuk ve çiçek ballarında L\* değerinde dikkate değer bir değişiklik olmamıştır. Narenciye balının 4. aya kadarki L\* değerinde dikkate değer bir değişiklik olmamasına karşın son ayda bir artış görülmüştür. Anason ve çam ballarının 3. ayında L\* değerinde düşüş görülmüş ancak 4. ayda her ikisinde de artış görülmüştür. Bu düşüş anlamlı bulunmuştur. Yukarıda da açıklandığı gibi çalışmamızın en düşük minolta L\* değerini kestane balı vermiştir. Bizim bulgularımıza göre de kestane balı koyu kahverengiden siyaha yaklaşan bir renk değişimi göstermiştir.

**Tablo 3.9.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta L\* renk değerlerinde oluşan değişimler

Minolta L*	Depolama Süresi				Standart Hata
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
Anason Balı	23.38b	24.53a	18.14c	22.40b	0.428
Çam Balı	22.13b	25.35a	17.94c	22.44b	0.417
Çiçek Balı	28.28a	26.71a	29.24a	26.45a	1.206
Kekik Balı	37.43b	40.44a	35.99b	28.09c	1.065
Kestane Balı	21.73a	21.98a	17.39b	21.63a	0.214
Narenciye Balı	28.52b	29.48b	31.38b	35.68a	1.522
Pamuk	28.28a	26.71a	29.24a	26.45a	1.206

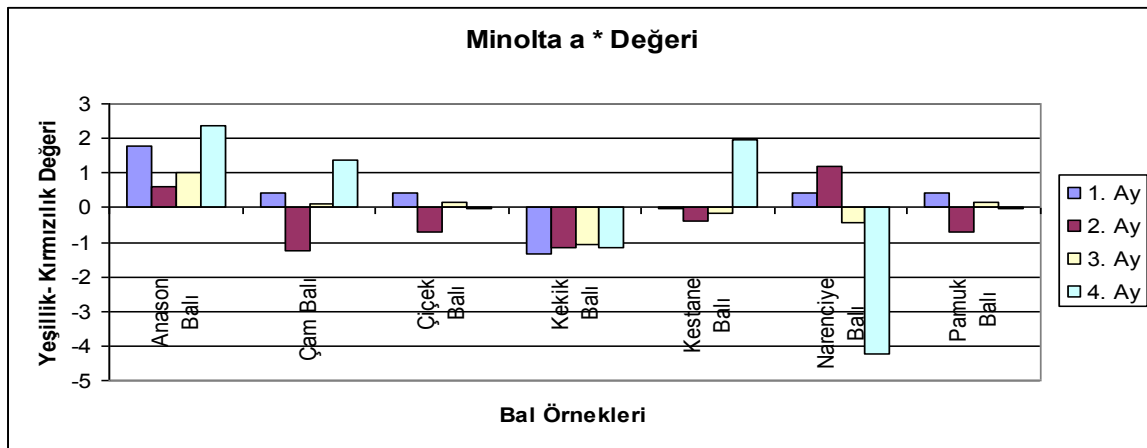


**Şekil 3.9.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta L\* renk değerlerinde oluşan değişimler

Anason balında depolama süresince a\* değeri pozitif olarak ölçüldü. Bu balda en düşük a\* değeri 0,60 2. ayda ölçülmüştür. Kekik balı tüm depolama süreci boyunca a\* değeri negatif olarak ölçüldü ve dikkate değer bir değişiklik göstermemiştir. Kestane balında 1. 2. ve 3. aylarda negatif a\* değeri ölçülürken 4. ayda pozitif değer saptanmıştır. Çiçek ve pamuk balı a\* değeri ölçümlerinde depolama süresi boyunca aynı özellikleri göstermişler 1. ve 3. aylarda pozitif değer verirken 2. ve 4. aylarda negatif değer vermişlerdir. Çam balında sadece 2. ayda negatif a\* değeri ölçülürken 4. ayda dikkate değer bir pozitif a\* değeri saptanmıştır. Narenciye balı 1. ve 2. ayda pozitif değer verirken 3. ve 4. ayda negatif değer vermiştir. Bu balda 2. ve 4. aylar arasındaki değişim istatistiksel açıdan anlamlıdır.

**Tablo 3.10.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta a\* renk değerlerinde oluşan değişimler

Minolta a*	Depolama Süresi				Standart Hata
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
Anason Balı	1.79a	0.60c	0.99b	2.37a	0.342
Çam Balı	0.44b	-1.27c	0.10b	1.38a	0.187
Çiçek Balı	0.41a	-0.70b	0.17ab	-0.03ab	0.304
Kekik Balı	-1.32a	-1.18a	-1.08a	-1.14a	0.277
Kestane Balı	-0.03b	-0.37b	-0.15b	1.95a	0.183
Narenciye Balı	0.41ab	1.21a	-0.44b	-4.23c	0.331
Pamuk Balı	0.41a	-0.70b	0.17ab	-0.03ab	0.304

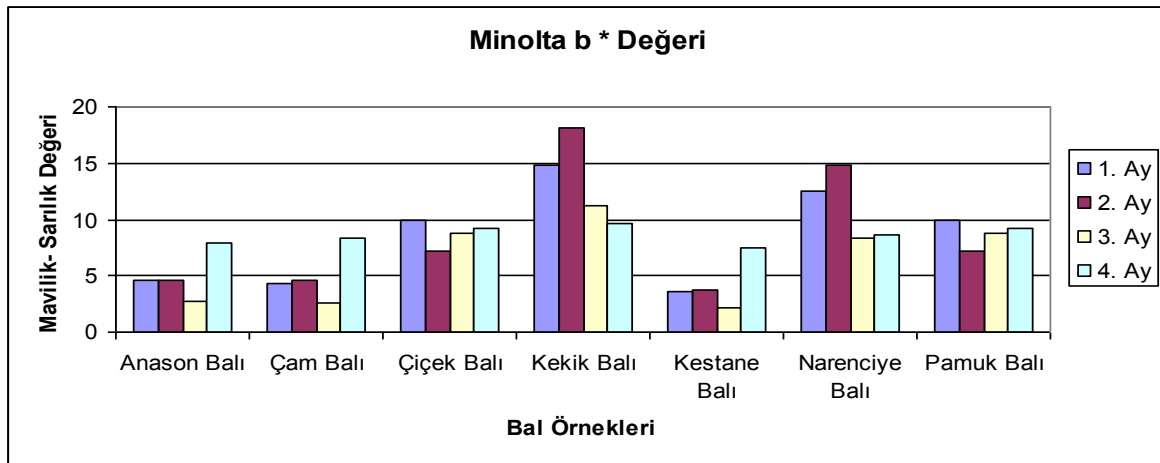


**Şekil 3.10.** Çalışmada kullanılan balların depolama süresi boyunca Minolta a\* renk değerlerinde oluşan değişimler

Depolama süreci boyunca en yüksek b\* değeri depolamanın 2. ayında kekik balında (18.08) ölçülmüştür. En düşük değer ise depolamanın 3. ayında kestane balında (2.19) tespit edilmiştir. Anason, çam ve kestane balları depolama sürecinde birbirine benzer olarak 1. ve 2. aylarda değişim göstermemiş ancak 3. ayda en düşük 4. ayda ise en yüksek değerleri göstermişlerdir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çiçek ve pamuk ballarının b\* değeri depolama süreci boyunca dikkate değer bir farklılık göstermemişlerdir. Kekik ve narenciye balları birbirine benzer olarak 1. ve 2. aylarda yüksek değer göstermişler ancak her ikisi de 3. ve 4. aylarda düşük b\* değeri vermişlerdir. Her iki baldaki düşüş de anlamlı bulunmuştur.

**Tablo 3.11.** Çalışmada kullanılan balların depolanma süresi boyunca Minolta b\* değerlerinde oluşan değişimler

Minolta b*	Depolama Süresi				Standart Hata
	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
Anason Balı	4.66b	4.61b	2.74c	7.86a	0.266
Çam Balı	4.36b	4.61b	2.57c	8.37a	0.153
Çiçek Balı	9.98a	7.20b	8.77ab	9.22a	0.64
Kekik Balı	14.82b	18.08a	11.23c	9.64c	0.583
Kestane Balı	3.61b	3.74b	2.19c	7.43a	0.173
Narenciye Balı	12.45b	14.82a	8.28c	8.59c	0.612
Pamuk Balı	9.98a	7.20b	8.77ab	9.22a	0.64

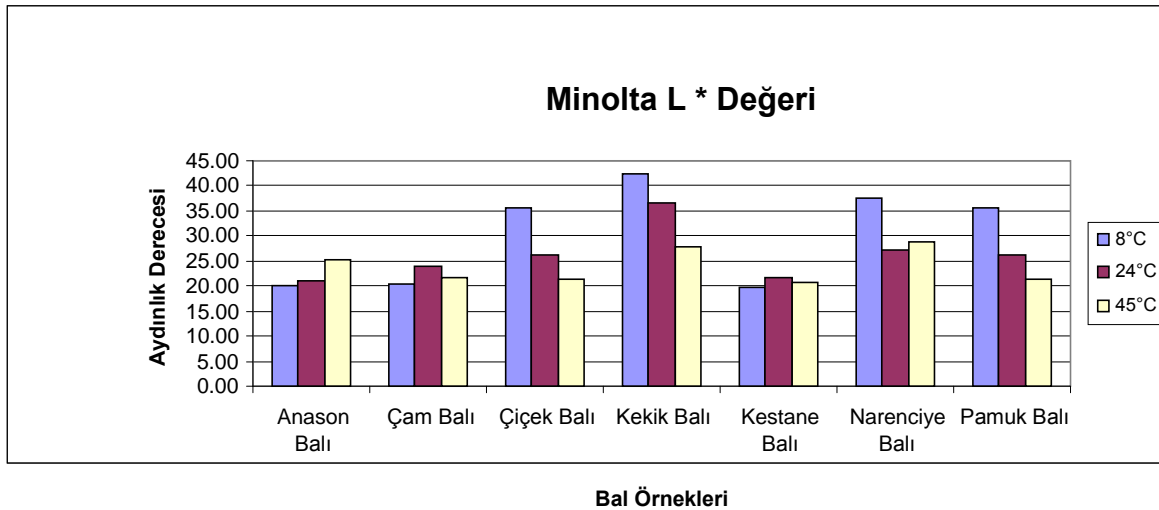


**Şekil 3.11.** Çalışmada kullanılan balların depolanma süresi boyunca Minolta b\* değerlerinde oluşan değişimler

Farklı sıcaklıkta depolama sonucunda çiçek, pamuk ve kekik ballarında depolama sıcaklığı arttıkça L\* değerinin düştüğü görülmüştür. Narenciye balının 8°C deki L\* değerinin yüksek olduğu ancak 24°C ve 45°C de düştüğü tespit edilmiştir. Anason balında ise durum tam tersi olarak gelişmiş ve sıcaklık arttıkça L\* değeri yükselmiş ve istatistiksel olarak dikkate değer bir fark oluşturmuştur. Kestane ve çam ballarının L\* değerlerinin depolama sıcaklıklarına göre gösterdiği değişim aynıdır. Her iki balda 8°C de düşük değer 24°C de ise yüksek değer ölçülmüştür.

**Tablo 3.12.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta L \* renk değerlerinde oluşan değişimler

Minolta L*	Sıcaklık			Standart Hata
	8°C	24°C	45°C	
Anason Balı	19.98c	21.16b	25.19a	0.371
Çam Balı	20.27c	24.01a	21.61b	0.361
Çiçek Balı	35.46a	26.13b	21.42c	1.044
Kekik Balı	42.35a	36.43b	27.69c	0.922
Kestane Balı	19.64c	21.81a	20.60b	0.185
Narenciye Balı	37.68a	27.27b	28.86b	1.318
Pamuk Balı	35.46a	26.13b	21.42c	1.044



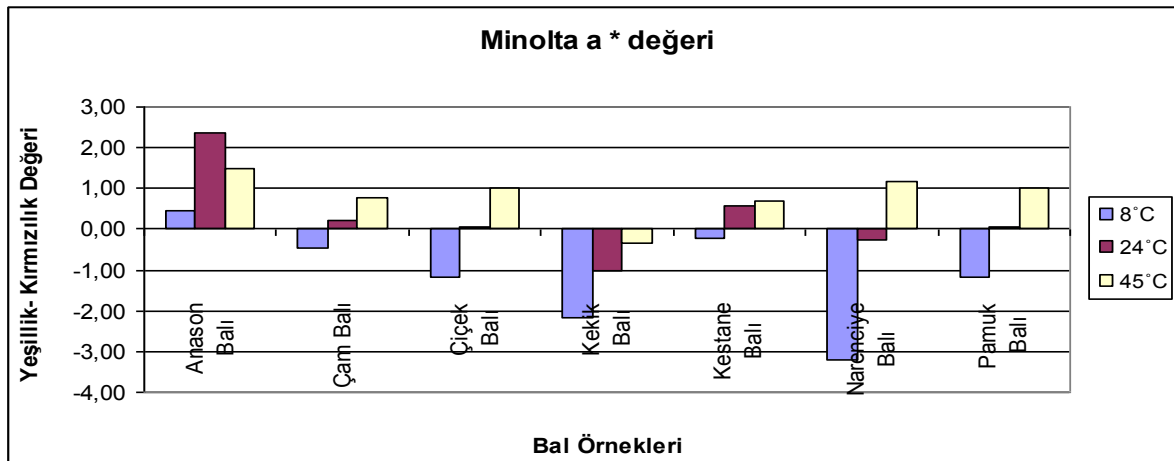
**Şekil 3.12.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta L\* değerlerinde oluşan değişimler

Çalışmadaki balların farklı sıcaklıklarda depolanması sonucunda Anason balında a\* değeri pozitif olarak tespit edilmiştir. Anason balı için en yüksek değer 24°C de en düşük değer ise 8°C olarak ölçülmüştür. Çiçek, çam ve pamuk balları 8°C de depolamada a\* değeri negatif ölçülmüş, her üç balda da 24°C ve 45°C de ise pozitif a\* değeri ölçülmüştür. Kestane balında sadece 8°C de en düşük değer saptanmış diğer sıcaklıklarda dikkate değer fark görülmemiştir. Kekik balı her 3 derecede depolanmalar sonucunda negatif a\* değeri vermiştir, en düşük değer ise 8°C de depolama sonunda tespit edilmiştir.

Renk değerlerinde Minolta a\* değeri ise bal çeşidine bakılmaksızın 8°C de depolanarlarda önemli derecede azalışın olduğu 24°C ve 45°C de depolanan narenciye, çiçek ve kestane ballarında kısmi bir azalış olurken çam, anason ve pamuk ballarının a\* değerlerinde kısmi bir artışın olduğu saptanmıştır. Ancak kekik balının 24°C de depolanmaların da kısmi bir artış olurken 45°C de depolanmalar da ise önemli derecede bir artışın olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 3.13.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta a \* renk değerlerinde oluşan değişimler

Minolta a*	Sıcaklık			Standart Hata
	8°C	24°C	45°C	
Anason Balı	0.45c	2.38a	1.48b	0.297
Çam Balı	-0.48c	0.20b	0.77a	0.162
Çiçek Balı	-1.17c	0.05b	1.01a	0.263
Kekik Balı	-2.18c	-1.02b	-0.34a	0.24
Kestane Balı	-0.21b	0.57a	0.70a	0.158
Narenciye Balı	-3.19c	-0.28b	1.19a	0.287
Pamuk Balı	-1.17c	0.05b	1.01a	0.263

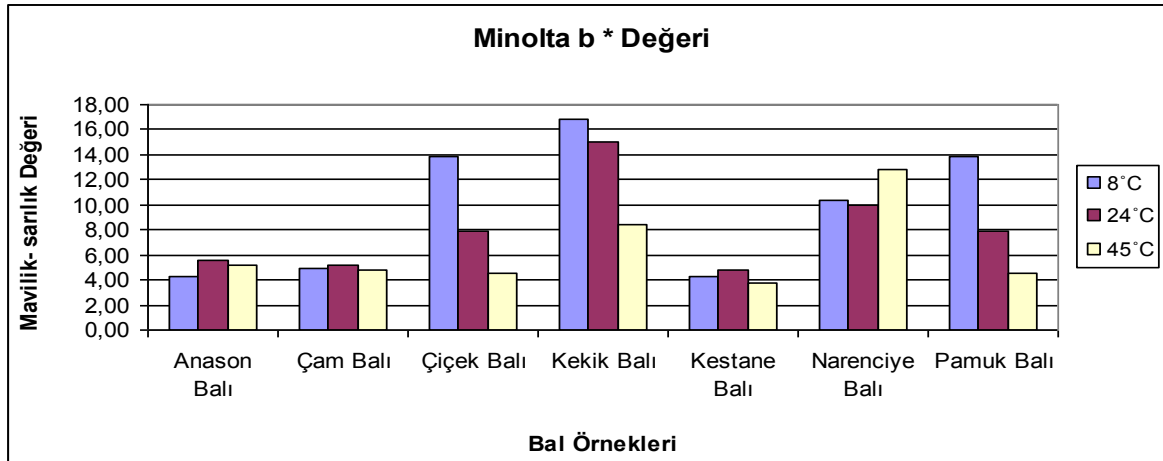


**Şekil 3.13.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta a\* değerlerinde oluşan değişimler

Araştırmada kullanılan bal örneklerinin Minolta b\* değerleri pozitif değerlerde gerçekleşmiştir. Anason balının ve çam balının farklı sıcaklıklarda depolanması sonucunda b\* değerleri arasında dikkate değer bir farklılık görülmemiştir. Çiçek, kekik ve pamuk ballarında sıcaklık arttıkça b\* değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Narenciye balının farklı sıcaklıklarda depolanmasında belirgin bir fark oluşmamıştır. Kekik balında ise depolama sıcaklığı yükseldikçe b\* değerlerinde belirgin bir azalma olmuştur.

**Tablo 3.14.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta b \* renk değerlerinde oluşan değişimler

Minolta b*	Sıcaklık			Standart Hata
	8°C	24°C	45°C	
Anason Balı	4.23b	5.55a	5.13a	0.23
Çam Balı	4.90ab	5.23a	4.81b	0.132
Çiçek Balı	13.87a	7.95b	4.56c	0.554
Kekik Balı	16.83a	15.03b	8.47c	0.505
Kestane Balı	4.21b	4.78a	3.73c	0.15
Narenciye Balı	10.38b	9.92b	12.80a	0.53
Pamuk Balı	13.87a	7.95b	4.56c	0.554



**Şekil 3.14.** Çalışmada kullanılan balların üç ayrı sıcaklıkta depolanmaları sonucunda Minolta b\* değerlerinde oluşan değişimler

## 4. TARTIŞMA

### 4.1. pH

Balın pH değerindeki farklılık asitlerin miktarı ve mineral (kalsiyum, sodyum, potasyum ve diğer kül bileşikleri) içeriği ile ilişkilidir. Mineral tuzlar ile zengin ballar genel olarak yüksek pH değerlerine sahiptir (Lawless vd., 1996).

Escuredo vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada salgı ballarındaki Mg ve P konsantrasyonunun diğer ballara nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür. Lachman vd. (2007) a göre Al, Mg, Mn, Ni, B ve Zn gibi bazı minerallerin konsantrasyonları salgı ballarında nektar ballarından daha fazla olduğu rapor edilmiştir.

Artık (2004) ve Günbey vd. (2010) yaptıkları çalışmada pH değerlerini sırasıyla ortalama 3.91 ve 5.40 olarak tespit etmişlerdir. Yine şahinler vd. (2001) yaptıkları çalışmada pH değerini ortalama 5.90 olarak bulmuşlardır. Velioğlu ve Köse (1983) ayçiçeği ballarında pH değerini 3.74 olarak bulmuş olup Sorkun vd. (2002) iek ve salgı ballarında pH değerlerini sırası ile 3.26 ve 4.77 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalarda bizim ortalama iek balı değerimize en yakın değer Artık (2004)'ın (3.91) bulduğu değer, Sorkun vd. (2002) bulduğu değer (4.77) bizim salgı ballarında tespit ettiğimiz değerlere en yakın değerdir.

Bitkisel kaynağa ve hasat bölgesine göre balın asitliği dolayısıyla da pH sı farklılık göstermektedir. Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000) Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden toplanan ballar üzerinde yaptıkları bir araştırmada 45 bal rneği inceleyerek pH değerini ortalama 3.80 olarak rapor etmişlerdir.

Bizim ballarımızda depolama süresi boyunca pH da yükselme yani asitlikte düşüş gözlenmiştir.

Asitlik, balın önemli kalite parametrelerinden birisidir. pH ile toplam asitlik arasında ters orantılı bir ilişki vardır. Balın asitliği serbest, laktonik ve toplam asitlik veya sadece asitlik terimi ile ifade edilmektedir. Asitlik, bitkisel kaynağı ve üretim bölgesine bağlı olarak, baldan bala değişmektedir. Türk ayçiçeği ballarında 14.35 meq/kg (Velioğlu ve Köse 1983), Türk iek ve salgı ballarının toplam asitliği sırası ile 15.00–64.68 meq/kg ve 16.65–50.51 meq/kg arasındadır (Sorkun vd. 2002).

Balın pH değerinin, balın ekstraksiyon ve depolama üzerine büyük önemi vardır. Çünkü, pH değerinin, tekstür, stabilite, ve raf ömrü gibi faktörlerin üzerinde etkilidir (Terrab vd. 2004).

Bizim çalışmamızda da salgı ballarının pH değerleri yüksek bulunmuş ve pH'nın yüksek olması mineral tuzlarının miktarının salgı ballarında daha fazla olduğunu göstermektedir. Lachman ve arkadaşlarının (2007) a göre Al, Mg, Mn, Ni, B ve Zn gibi bazı minerallerin konsantrasyonları salgı ballarında nektar ballarından daha fazla olduğu rapor edilmiştir.

Çalışmamızda Pamuk, çiçek, narenciye, kekik ve çam ballarının farklı sıcaklıklarda depolanması sonucunda pH değerlerinde belirgin bir fark görülmemiştir.

#### **4.2. Suda Çözünür Kuru Madde**

Balda briks oranı, balın nem içeriğiyle doğrudan ilişkili bir durumdur. Balın nem oranı arttıkça briks değeri düşmekte, nem oranı azaldıkça ise briks değeri genellikle artmaktadır. Ballarda yüksek nem depolama sırasında fermantasyona yol açabilir (Chirife, Zamora, ve Motto, 2006). Balın briks değerinin yüksek oluşu özellikle pazara sunum safhasında önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda briks değeri yüksek olan, yani su içeriği düşük olan ballar daha çok tercih edilebilecektir.

Yapılan bazı araştırmalarda suda çözünür kuru madde değerleri %78.80 ile %84.00 arasında olup ortalama ise %81.90 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Conti, 2000). Yine Haroun (2006) yaptığı bir çalışmada yayla çiçek ballarında briks değeri ortalama %82.55 olarak tespit etmiştir. Bizim yaptığımız bu çalışmada briks değerleri %74.81 ile %83.12 arasında değişmektedir. Bu değerlerin Conti (2000)'nin değerlerine yakın olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda kekik balı dışında diğer balların briks değeri yaklaşık %80 düzeyinde bulunmuş olup literatür kaynaklarıyla paralellik göstermektedir. Kekik balının erken hasat edildiği düşünülmüştür. Ayrıca gözlemlerimiz sonucunda Kekik balının 24°C ve 45°C depolama esnasında su içeriğinin de yüksek olmasına bağlı olarak fermantasyon başlamış ve briks değeri düşmüştür. Ayrıca kekik balı dışındaki tüm bal örneklerinin 4 aylık depolanması sonucunda 1. ay sonunda ölçülen briks değerlerine göre daha düşük olarak tespit edilmişlerdir.

Polat (2007) de yaptığı çalışmada farklı illerden temin edilen 40 çeşit bal örneğinin briks değerleri %78-%83 arasında değişmiş ve ortalama %80.90 olarak ölçmüştür. Bu çalışmadaki değerler bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.



Çalışmamızdaki her bir çeşit balın SÇKM miktarı farklı üç sıcaklıkta depolanırken kısmı olarak azalış içerisinde olmuştur. Bu azalış bal çeşidi ve depolama sıcaklığı gözetmeksizin istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Araştırmamızda kullanılan çam balının böylece pazara sunum safhasında tüketicilerin tercih grubunun başında olabileceği söylenebilir. Yine gruplar içerisinde pamuk ve anason ballarında briks değerlerinin en az %82 olarak tespit edildiği ve böylece su miktarlarının da diğerlerine göre kısmen düşük olduğu söylenebilir.

#### **4.3.Toplam Fenolik Madde Miktarı**

Tsiapara vd. (2009) 'nın Yunan Ballarında (kekik, çam ve köknar) toplam fenolik madde üzerine yaptığı çalışma da çam ve kekik balının köknar balına göre daha fazla antioksidan içeriğine sahip olduğunu söylemişlerdir. Toplam Fenolik madde içeriği kekik balında 300 mg/kg bal, çam balında 292 mg/kg bal, köknar balında 114 mg/kg bal olarak hesaplanmıştır.

Bizim çalışmamızda kekik balı depolama süreci boyunca giderek artan TFM değerlerine sahip olmuştur ve 394.74 PAE/100 g TFM değeri ile en yüksek ölçümü vermiştir. Çiçek balı da kekik balı gibi 381.77 PAE/100 g TFM değeri ile depolama süreci boyunca giderek artan TFM değeri göstermiştir. Çalışmamızda yer alan kestane balı depolama süreci sonunda en yüksek değerini 368.48 PAE/100 g olarak göstermiştir.

Polat (2008)'ın 40 çeşit bal üzerinde yaptığı çalışmada en yüksek fenolik madde içeriği 754.60 mg/100g olarak çiçek balından elde edilmiştir. Çalışmasında kullandığı her iki kestane balının fenolik madde içeriğinin yüksek (427.70 ve 452.92 mg/100g) olduğunu bildirmiştir. Ouchemoukh vd. (2005) ise inceledikleri ballarda 64-1304 mg/100g fenolik madde tespit etmişlerdir.

Bertoncelj vd. (2007) Slovenya'dan toplanan yedi farklı bal tipinde yaptıkları araştırmada en düşük TFM içeriğini akasya balında (gallik asit eşdeğeri olarak) 44.80 mg/kg en yüksek değerleri sırasıyla köknar ve orman ballarında 241.40 ve 233.90 mg/kg olarak ölçmüştür. Cezayir kaynaklı 11 ayrı bal örneğinden yapılmış olan bir çalışmada ise TFM miktarları 64-1304 mg/100g olarak belirlenmiştir (Algarni vd. 2012). Taylant balları ile ilgili yapılan bir çalışmada Sangsrichan ve Wanson (2008) toplam fenolik madde miktarının gallik asit eşdeğeri olarak 100-144 mg/100 g değerleri arasında değiştiğini belirtmiştir. Balların

botanik ve coğrafik orjini fenolik ve flavonik maddelerini ve polen dağılımı ile antioksidan aktivitelerini etkiler (Anklam, 1998).

İşlem görmüş doğal balların depolama ile toplam fenolik madde içeriğinde kısmi bir azalma olmasına rağmen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak depolama öncesi işlem görmüş balların TFM içerikleri ise %37 oranında azalmıştır. İşlem görmüş yonca ballarında 6 ay depolama sonunda yonca ballarının TFM miktarlarında %25 lik bir kaybın olduğu belirtilmiştir (Wang vd. 2003). Bizim çalışmamızda kullandığımız tüm ballar ısıtma işlemi görmemiş hasat sonrası depolamaya alınmış ballar olup farklı sıcaklıklarda depolama sonucunda çam balında TFM içeriği düşüş göstermiş, anason, kestane, kekik, çiçek ballarında ise dikkate değer farklar göstermemiştir.

#### **4.4. Toplam Antioksidan Miktarı**

Sıcaklık artışı ile antioksidan değerleri arasındaki değişimler araştırılmış ve sıcaklık artışı ile antioksidan değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Artış miktarı 50°C ve 60°C lik muamele edilmiş bal örneklerinde daha az olurken 70°C lik muamelede daha dikkat çekici bir miktarda gerçekleşmiştir (Türkmen vd. 2006).

Meda ve arkadaşlarının (2005) askorbik asit antioksidan eğrisi kullanarak Burkina Faso ballarının antioksidan içeriklerini tayin etmişler ve çiçek ballarının antioksidan içeriğinin 10.20-65.86 mg AAE/100 g arasında değişirken, salgı ballarının antioksidan içeriğinin 24.80-32.38 mg AAE/100g arasında değiştiğini görmüşlerdir. Bizim çalışmamızda depolama sürecinde en düşük değer narenciye balında 37.70 mg AAE/100 g en yüksek değer ise kestane balında depolama periyodu sonunda 79.34 mg AAE/100 g olarak ölçülmüştür.

Yaptığımız çalışmada tüm bal örneklerinin en yüksek antioksidan aktiviteleri 45 °C de depolama sonucunda ölçülmüştür. Çam balı dışında diğer 5 bal çeşidinde en düşük değer 24°C de ölçülmüştür. Farklı sıcaklıklarda depolama sonucunda en yüksek değer (76,01 mg AAE/100 g) çam balının 45°C deki depolanması sonucu yapılan ölçümlerdir. Türkmen vd. (2006) yaptıkları çalışmada bal örneklerini 50, 60 ve 70°C de 12 gün boyunca tutmuşlar Toplam antioksidan değerinde en fazla artış 70°C de görülmüş olmasına rağmen 50 ve 60°C lerde de balların antioksidan değerleri de artış göstermiştir. Sonuç olarak çalışmalarında ısı artışıyla meydana gelen maillard reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklerin balların toplam antioksidan değerini arttırdığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Türkmen vd. (2006)'nin çalışmasıyla paralel olarak tüm örneklerimizin TAO değerleri 45 °C de

depolanması sonucunda 8°C ve 24°C ye göre yüksek bulunmuştur. Balların antioksidan yeteneklerinin 200 dakika depolama süresi ile doğru orantılı olarak önemli derecede arttığı belirtilmiştir (Nagai vd., 2006).

Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar 5 aylık depolama sonuçlarıdır. Balların 6 ay depolanması sonucunda antioksidan kapasitelerinin azaldığı saptanmıştır. Depolama süresi boyunca sıcaklık farklılıklarının antioksidan miktarı azalışı üzerine etkili olmamıştır. Ancak işlenerek ve işlenmeyerek 6 ay depolanmış balların antioksidan değerleri sırası ile %26 ve %32 oranında azalmıştır. Bal kalitesi ve kimyasal değişimleri üzerine depolama koşullarının etkisi içeren bir araştırmaya raslanmamıştır (Wang vd., 2003).

Balların antioksidan içerikleri aşağıdaki sıraya göre küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. DPPH yöntemine göre analiz edilmiş ve değişik meyvelerden elde edilmiş balların ortalama TFM içerikleri (mg AAE/kg olarak) çiçek ballarında 134.11, Ihlamur ballarında 163.12; kolza balında 183.50 ve karışık balda ise 358.33 olarak belirlenmiştir (Lachman vd., 2010). Bizim çalışmamızda ise en yüksek değer çam balının 45°C deki depolanması sonucu 76.01 mg AAE/100 g olarak bulunmuş olup Lachman vd. (2010)'nin değerlerinden yüksektir.

Balın toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi, yöreden yöreye ve bitkisel orijinine göre azalır veya artış gösterebilmektedir. Toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi bal kalitesinin belirlenmesinde iyi bir parametre olmasına rağmen, araştırmalarda sıklıkla kullanılmaz. Bunun nedeni ise analizin hem uğraşı isteyen bir olay olması aynı zamanda pahalı bir yöntem olmasıdır. Araştırma sonucunda bulunan toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi literatür kaynakları ile benzer özellikler göstermiştir.

#### **4.5. Renk Değerlerinde**

Renk değerlerindeki farklılıklar, balın renk, aroma ve tat gibi özellikleri, iklim, üretim koşulları ve floral kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak, düşük L\* değerine sahip balların renkleri koyudur. Pozitif a değeri (+a) kırmızımsı değere sahipken negatif a değeri ise (-a) yeşilimsi tonları içerdiğini gösterir. Pozitif b değeri ise ballın sarı renk içerdiğini gösteren bir durumdur (Anupama vd., 2003).

Balların renkleri gözlemsel olarak değerlendirildiğinde birbirlerinden çok farklı oldukları apaçık ortadadır. Narenciye balı açık sarı renkli, çiçek balı sarı ve diğer örneklerde ise kahverenginin tonları hakimdir. Yapılan çalışmalarda aletsel olarak balların rengi

ölçüldüğünde akasya ve lime balların L\* değerleri sırası ile 64.60 ve 63.24 olarak belirlenmiştir (Bertoncelj vd., 2007). Diğer bal çeşitlerinin L\* değerlerinin giderek azaldığı, örneğin multifloral (53.87) ve kestane balının ise (48.11) olarak ölçüldüğü belirlenmiştir (Bertoncelj, vd., 2007). Köknar ve şurup ballarının L\* değerlerinin ise sırası ile 43.17 ve 43.48 olarak belirlenmiştir. Bizim ölçümlerini aldığımız ballar içerisinde kekik balı 40.44 L\* ile en yüksek değeri göstermiş diğerleri ise daha düşük değer vermişlerdir.

Çalışmalarımızda kullandığımız ballar koyudan açığa doğru kestane, çam, anason, pamuk, çiçek, narenciye, kekik olarak sıralanmıştır. Kestane balının rengi koyu kahverengiden siyaha doğru bir renk göstermiştir. Gonzales vd. (1999) çalışmaları sonucunda balların 37°C de 90 günlük depolanmaları sonucunda ilk ölçülen renk değerine oranla esmerleşme hızının arttığını belirtmişlerdir. Bizim Çalışmamızda da çiçek, kekik ve pamuk ballarında 45 °C deki depolama sonunda L\* renk değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Çok sayıda araştırma, eğer balın rengi koyu ise yüksek antioksidan aktiviteye ve anti mikrobial aktiviteye sahip olduğunu belirtmiştir (Gheldof, Wang ve Engeseth, 2002). Ayrıca balın renginin tonunu balın içermiş olduğu polifenol, flavanoitler, terpenler, ve karatenoitler gibi bileşenlerin yapmış olduğu çifte bağlar aracılığı ile ışığı görünür dalga boyunda (400-700 nm) absorbe etme yeteneklerine bağlı olarak gerçekleşir. Ayrıca maillard reaksiyon ürünleri de balın renginin oluşması üzerine etkilidir (Türkmen vd., 2006).

Gonzalez-Miret vd. (2005), 77 bal örneğinin renk karakterizasyonunu ve mineral madde içeriğini belirleme çalışmalarında; koyu renkli ballarda (avokado, süpürge otu, kestane ve salgı balı) parlaklık ile S, Ca, Fe, As, Pb ve Cd elementleri arasındaki ilişkinin önemli olduğunu saptamışlardır. Balın mineral miktarı balın renk ve tadı ile ilişkilidir: minerali yüksek ballar daha koyu bir renge ve daha kuvvetli bir lezzete sahiptirler. (Gonzalez-Miret, vd., 2005). Bizim çalışmamızda kestane balı depolama sonucunda en koyu renk değerini gösteren bal olmuştur. Ayrıca depolama süreci sonunda en yüksek pH değerine sahip olmuştur. Bu iki durum kestane balının mineral madde içeriğinin diğer ballara göre daha yüksek olduğundan kaynaklanmaktadır.

Ölmez (2009) tarafından yapılan çalışmada Türkiye de üretilen balların L\* değerleri cinsinden renk analiz sonuçları 24.56-41.21 arasında değiştiği. Balların a\* değeri cinsinden renk analiz sonuçları 0.02-1.00 arasında bulunduğu, b\* değeri cinsinden renk analiz sonuçlarının ise 0.02-9.84 arasında değiştiği belirtilmektedir.

Değişik balların a ve b değerleri ise şöyledir: akasya (-2.82, 17.95), ıhlamur (-3.41; 45.74), kestane (7.66; 41.28), köknar (8.18; 34.95) ve şurup (9.66; 34.98) şeklinde

belirlenmiştir (Bertoncelj vd., 2007). Avustralya ballarında a\* değeri -0.20-5.13, b\* değeri -10.3-9.11 aralığında belirlenmiştir (Ajlouni vd., 2010). Araştırmaların sonuçlarına göre renk farklılıkları iklime, floral kaynağa bağlı olarak değişmektedir.

Bizim çalışmalarımızda a\* değeri bal çeşidine göre farklılık göstermiş olup tüm depolama periyodu boyunca anason balında + (kırmızı), kekik balında ise – (yeşil) değer vermiştir. Narenciye balı ise + (kırmızı) değer verirken depolama sonunda – (yeşil) değer vermiştir. Çalışmada a\* değerleri depolama süreci içerisinde -4.23 ile 1.79 arasında değişmiştir. Depolama sıcaklıklarına göre ise anason balında yine + a\* değeri (kırmızılık) saptanmıştır. 8°C de depolama sonucunda anason hariç tüm ballarda – a\* değeri yeşil renk görülmüştür. Bu balların 45 °C de depolanmaları sonucunda ise kekik balı haricinde tüm ballar + a\* değeri vermiştir. Deneylerimiz sonucunda narenciye, pamuk, çiçek ve çam ballarının depolama sıcaklıklarının değişimi ile renkte gözlemlenen değişim dikkate değer görülmüştür.

Çalışmamızdaki b\* değeri tüm ballarda depolama boyunca pozitif ölçülmüş kekik ve narenciye ballarında 2 aylık depolama sonunda yüksek olan değer son 2 ayın ölçümlerinde düşüş göstermiştir. Çiçek ve pamuk ballarının b\* değerlerinde dikkate değer bir değişiklik olmamasına karşın anason çam ve kestane ballarında 3. ayın sonunda ölçülen değerler depolama sonunda ölçülen b\* değerlerinden daha düşüktür. Pamuk, çiçek ve kekik ballarında depolama sıcaklıkları arasında 45°C depolama sıcaklığında en düşük b\* değerlerini vermişlerdir. Narenciye balı ise yine depolama sıcaklıkları arasında 45°C depolama sıcaklığında en yüksek b \* değerini vermiştir.

Bal karoten, klorofil ve ksantofil gibi bitki kaynaklı pigmentler içermektedir (White, 1975). Balın rengi genel olarak karotenoid ve flavonoidlere bağlıdır (Frankel vd., 1998). Çalışmalarımızda elde ettiğimiz sonuçlar sıcaklık değişimleri ile oluşan reaksiyonlar sonucu bala renk veren pigmentlerde meydana gelen değişimler sonucu oluştuğunu düşündürmektedir.

## 5. SONUÇ

Balın pH değeri, tekstür, stabilite, ve raf ömrü gibi faktörlerin üzerinde etkilidir (Terrab vd., 2004). Bizim çalışmamızda da salgı ballarının pH değerleri nektar ballarına göre yüksek bulunmuş ve pH'nın yüksek olması mineral tuzlarının miktarının salgı ballarında daha fazla olduğunu göstermektedir.

Araştırma sonucunda kekik balı dışında diğer balların briks değeri yaklaşık %80 düzeyinde bulunmuş olup bu sonuçlar literatür kaynaklarıyla paralellik göstermektedir.

Doğada oluşan polifenoller, antioksidan olmaları ve burukluk, acılık, esmerleşme reaksiyonları ve renk gibi özellikleri üzerine etkilerinden dolayı büyük önem kazanmaktadır (Singleton vd., 1999). Balın toplam fenolik madde içeriği, bitkisel ve coğrafi orijini, indirgen şekerlerin etkileşiminin giderilmesinde izlenen yöntemle bağlı olarak değişmektedir. Balların botanik ve coğrafik orijini fenolik ve flavonik maddelerini ve polen dağılımı ile antioksidan aktivitelerini etkiler (Anklam, 1998). Çalışmamızda kekik balı depolama süreci boyunca giderek artan TFM değerlerine sahip olmuştur ve 394.74 PAE/100 g TFM değeri ile tüm ballar içinde en yüksek değere ulaşmıştır. Yaptığımız çalışmada tüm bal örneklerinin en yüksek antioksidan aktiviteleri 45°C de depolama sonucunda ölçülmüştür.

Bu araştırmamızda L\* değerlerinin daha çok koyu ballara yakın olduğu görülmüş a\* değerinin pozitif çıkan değerleri kırmızımsı tonda ballara işaret etmiştir, negatif değerleri ise daha çok yeşilimsi tonları içerdiğini göstermiştir. Son olarak b\* değerinin tüm ballarda pozitif çıkması sarı renk içerdiğini gösteren bir durumdur.

Balın depolama süresi boyunca gösterdiği renk değişimlerinin nedeni bala rengini veren pigmentlerin kayıplarından ve maillard reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Ajlouni, S., Sujirpinyokul, P.,** 2010. Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Food Chemistry*, 119, 1000-1005.
- Amiot, M. J., Aubert, S., Gonnet, M. ve Tacchini, M.,** 1989. The phenolic compounds in honey: preliminary study upon identification and family quantification. *Apidologie*, 20 (2),
- Amor, D.M.,** 1978. Composition, properties and uses of honey- a literature survey. The British Food Manufacturing Industries Research Association, Leatherhead, UK., Scientific and Technical surveys No. 108, 84 pp.
- Anklam, E.,** 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63, 549–562.
- Anonim,** 1990. TS 3036 Bal Standardı, TS3036/Nisan 1990. (Türk Standartları Enstitüsü.)
- Anonim,** 2002. Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, TS 3036. ANKARA
- Anonim,** 2003. pH and acids in honey, National Honey Board, U.S.
- Anonim,** 2012. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Bal Tebliği. Tebliği No 2012/58.
- Anonim,** 2006. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü
- Anonim,** 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edn., ed. P. Cunniff. AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Anonim,** 2005. Food and Agriculture Organisation. FAO <http://www.fao.org>.

- Anupama, D., Bhat, K.K. ve Sapna, V.K.,** 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*, 36, 183 -191.
- Artık, N.,** 2004. Bitkilerin bal potansiyeli ve balın bileşimi. *Teknik Arıcılık Dergisi*, 86: 21-24.
- Bertoncelj J., Dobersek U., Jamnik M., Golob T.** 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey *Food Chemistry* 105 822–828,
- Blasa, M., Candiracci, M., Accorisi, A., Piacentini, M.P., Albertini, M.C. ve Piatti, E.,** 2005. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chemistry*, paper in press.
- Bogdanov, S.,** 1999. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the International honey commission, *Mitt. Lebensm. Hyg.* 90, 108–125.
- Bogdanov, S.,** 2002. Harmonised Methods of the International Honey Commission (Introduction and General Comments on the Methods) Swiss Bee Research Centre. FAM, Liebefeld, CH-3003 Bern, Switzerland.
- Bogdanov, S.,** 2008. Storage, Crystallisation and Liquefaction of Honey. *Bee Product Science*, [www.bee-hexagon.net](http://www.bee-hexagon.net) pp:1-5.
- Cavia, M. M., Fernandez-Muino, M.A., Gómez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F. ve Sancho, M.T.,** 2002. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 78,157–161.honey commission. *Apidologie*, 1-59.
- Clément H, Bruneau E, Barbançon JM, Bonnaffé P, Domérogue R, Fert G, Le Conte Y, Ratia J, Reeb C, Vaissière B** (2002). *Le traité rustica de l’apiculture*. Paris : *Traité Rustica*, p. 528.



- Chen, L., Mehta, A., Berenbaum, M., Zangerl, A.R. ve Engeseth, N.J.,** 2000. Honeys from different floral sources as inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable homogenates. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 4997–5000.
- Cherchi, A. Spanedda, L., Tuberso, C. ve Cabros, P.,** 1994. Solid phase extraction and high performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey. *Journal of Chromatography A*, 669, 59–64.
- Chirife, J., Zamora, M. C., Motto, A.** 2006. The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. *Journal of Food Engineering*, 72(3), 287–292.
- Clemson, A.,** 1985. Honey and Pollen Flora. Department of Agriculture, New South Wales.
- Conti, M.E.,** 2000. Lazia region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. *Food Control*, 11,459-463.
- Crane, B.,** 1980. A book of honey. Oxford University Press, Oxford, U.K., 198 pp.
- Crane, E.,** 1975. Honey: A comprehensive survey. Heineman, 608 pp, London, UK. Dag.
- D’Arcy, B.,** 2007. High-power Ultrasound to Control of Honey Crystallisation, Rural Industries Research and Development Corporation, Australia, 140p.
- Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delégue, M.H. ve Doré, J.C.,** 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86, 305–312.
- Doğaroğlu, M.,** 1990. Modern Arıcılık Teknikleri, ISBN 975-94210-0-3. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ. 296 pp. (2. Basım).
- Doğaroğlu, M.,** 2004. Modern Arıcılık Teknikleri 2. Baskı. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ.

**Doner LS.**, 1977. The Sugar of Honey .A rewiew. J Sci food Agriculture, 28: 443–456.

**Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A., Zengin, H.**, 2004. Farklı koşulların bal kalitesi üzerine etkileri. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 01–03.

**Erdoğdu A.T.**, 2008. Türk Gıda Kodeksine Göre Bal.

<http://www.gidasanayii.com/modulles.php?name = News&file = astrcle& sid=7490>.

**Escuredo O., Miguez M., Fernandez-Gonzalez M., Seijo M.C.** 2013. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area Food Chemistry 138: 851-856.

**Fallico, B., Zappala, M., Arena E. ve Verzea, A.**, 2004. Effect of conditioning on hmf content in unifloral honeys. Food Chemistry, 85: 305–313.

**Frankel, S., Robinson, G.E., Berenbaum, M.R.**, 1998. Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. Journal of Apicultural Research, 37 (1), 27–52.

**Gheldof, H., Wang, X., Engeseth, N.J.**, 2002. Identification and quantification of antioxidant component of honeys from various floral sources. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 (21), 5870–5877.

**Gonnet, M.**, 1965. Les modifications de la composition chimique des miels au cours de la conservation. Ann. Abeille., 8, 129–140.

**Gonzalez-Miret, M. L., Terrab, A., Herranz, D., Fernandez-Recamales, M. A., Heredia, F. J.** 2005. Multivariate correlation between color and mineral composition of honey and by their botanical origin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(7), 2574–2580.

- Günbey, V.S., Günbey, B., Güney, F., Yılmaz, Ö.,** 2010. Ordu ili bal üreticilerinden elde edilen balların biyokimyasal yapısının incelenmesi. Arıcılık Araştırma Dergisi, s. 4. Ordu.
- Gürel F., Gösterit A.,** 2004. Arıcılığın etik açıdan değerlendirilmesi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 01–03 Eylül, Isparta, Kongre Kitabı, s: 228–233.
- Haroun. M.İ.,** 2006. Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek Ve Salgı Ballarının Fenolik Asit Ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği A.B.D. Syf. 43–66. Ankara.
- İnci, A.,** 2001. Balın niteliği, üretimi, hasadı ve depolanması. Teknik Arıcılık Dergisi. Sayı:72., s., 11-17.
- Kahkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. and Heinonen,** 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem., 47, 3954-3962.
- Kargıoğlu, A.,** 2008. Bal şifadır.  
[http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/canlilar/bal\\_sifadir.asp](http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/canlilar/bal_sifadir.asp)n Erişim tarihi: 20.01.2009.
- Kaya, S., Pirinçci, İ., Ünsal, İ.A., Karaer, Z., Traş, B., Bilgili, A., Akar, F. ve Doğan, A.,** 2002. Veteriner Hekimliğinde Farmakoloji 2, Cilt, 3. Baskı, Medisan Yayınevi. Ankara.
- Krell, R.,** 1996, Value-Added Products from Beekeeping, Fao Agricultural Services Bulletin No. 124, Chapter 3, Pollen, <http://www.fao.org/docrep>
- Lachman, J., Kolihova, D., Miholova, D., Kosata, J., Titera, D., & Kult, K.,** 2007. analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality. Food Chemistry, 101(3), 973–979.

- Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova A., Kovarova E.,** 2010. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys LWT - Food Science and Technology 43 52–58.
- Lawless, H.T., Horne, J. ve Giasi, P.,** 1996. Astringency of organic acids in related pH. Chemical senses, 21, 397–403.
- Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., Bacandritsos, N. ve Sabatini, A.G.,** 2004. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. Journal of Food Engineering, 64, 9–21.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. ve Nacoulma, O.G.,** 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honeys, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91, 571–577.
- Molan, P.C.,** 1992. The antibacterial activity of honey 2. Variation in the potency of the antibacterial activity. Bee World, 59–76.
- Mundo, M. M., O. I. Padilla-Zakour, R. W. Worobo.,** 2004. Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. International Journal of Food Microbiology 97. S.1–8.
- Nagai, T., Inoue, R., Inoue, H., suzuki, N.,** 2003. Food Chem., 80, 29-33.-342.
- Nagai, T. Inove, R. Kanamari, N. Suzuki, N. ve Nagashima, T.,** 2006. Characterization of honey from different foral sources. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat. Food Chemistry, 97 : 256-262.
- Nicholls, J., Miraglio, A. M.,** 2003. Honey and healthy diets, Cereal Foods World, 48(3), 116-119.
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., Schweitzer, P.,** 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. Food Control, 18 (1): 52-58.

- Öder, E.**, 1981. Bal içerisindeki Maddeler ve Bunların Balın Özelliklerine Etkileri Gıda, 6(5): 31-35.
- Ölmez, Ç.**, 2009, Türkiye de üretilen farklı çiçek ve salgı bal çeşitlerinin bazı kalitatif ve besinsel özellikleri, Yüksek lisans Tez Çalışması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Konya.
- Polat G.**, 2007 Farklı Lokasyon ve Orjinlere Sahip Balların Reolojik, Fizikokimyasal Karakteristikleri ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 18-19.
- Prior, R.L. and Cao, G.**, 2000. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: Diet and health implications. Horticulture Science, 35, 588-592.
- Rybak-Chmielewska, H.**, 2007. Changes in the carbohydrate composition of honey undergoing during storage. Journal of Apicultural Science, 51(1): 39-47.
- Rice-Evans, C., A., Miller, N., J. ve Paganga.**, 1997. Trends Plant Sciences, 2, 152-159.
- Rodriguez, I., Salud, S., Hortensia, G., Luis, U.J., Jodral, M.**, 2010. Characterisation of Sierra morena citrus blossom honey (*Citrus sp*). International Journal of Food Science and Technology, 45, 2008-2015.
- Rüegg, M. and Blane, B.**, 1981. The Water Activity of Honey and Related Sugar solutions, Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 14, 1-6.
- Sangsrichan S. Wanson W.**, 2008 The Antioxidant Capacity Of Honey Samples Collected In The North Part Of Thailand In Relationship With Its Total Polyphenol Kmitl Sci. J. Vol.8 No.2 (Section B).
- Silici, S.**, 2004. Türkiye'nin farklı bölgelerine ait bal örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri. Mellifera, 4-7:13-18.

- Singleton, V.L., Orthofer, R ve Lamuela-Raventos, R.M.,** 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178.
- Sorkun, K., Doğan, C., Başoğlu, N., Gümüş, Y., Ergün, K., Bulakeri, N., Işık, N.,** 2002. Türkiye’de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikroskopik analizler. *Mellifera Dergisi*. 2;(4), s. 13-21.
- Sunay, E.A., Altıparmak, Ö., Doğaroğlu, M ve Gökçen, J.,** 2003. Türkiye ve Dünyada bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar. II. Marmara Arıcılık Kongresi, 28- 30 Nisan. Yalova.
- Sunay, A.E., Boyacıoğlu, D.,** 2008. Türk cam balının belirleyici özellikleri. 1. Uluslar arası Muğla Arıcılık ve Cam Balı Kongresi. 25–27 Kasım. Muğla.
- şahinler, N., Gül, A.,** 2004. Yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal analizi. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 01–03 Eylül. Isparta.
- şahinler, N., şahinler, S., Gül, A.,** 2001. Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1-2), s.93-108.
- Terrab, A., Diez, M.J. and Heredia, F. J.,** 2002. Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry*, 79, 373 – 379.
- Terrab A, Díez MJ, Heredia FJ.,** 2003. Palynological, Physico-Chemical and Colour Characterization of Moroccan Honeys: III. Other Unifloral Honey Types. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 38: 395–402.
- Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D. ve Heredia, F.G.,** 2004. Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88, 537–542.

- Tomas-Barberan, F.A., Ferreres, F., Ortiz-Valbuena, A. and Fernandez-Maes0, M.C.,** 1994. Estudio Sobre el contenido en flavoniods de las mieles de la alcaria-CSIC. Madrid.
- Tsiapara, A. V. , Jaakkola M., Chinou I., Graikou K., Tolonen T., Virtanen V., Moutsatsou P.** 2009. Bioactivity of Greek honey extracts on breast cancer (MCF-7), prostate cancer (PC-3) and endometrial cancer (Ishikawa) cells: Profile analysis of extracts Food Chemistry 116, 702–708.
- Türkmen, N. Sarı F., Poyrazoğlu E. S. ve Veliöğlu Y. S.** 2006. Effect of Prolonged Heating on cutioxidant activity and colour of honey Food Chemistry. 951: 653-657.
- Veliöğlu, S. ve Köse, G.,** 1983. Ülkemizde üretilen ayçiçeği ballarının standarda (TS 3036) uygunluğu üzerinde bir araştırma. Beslenme ve Diyet Dergisi, 17: 285–293.
- White, J.W.Jr., Riethof, M.L., Subers, M.H., ve Kushnir, I.,** 1962. Composition of American Honeys, Tech. Bull. U.S. Dep. Agric, A.A. 655/63, 1261: 124p.
- White, J.,** 1975. Composition of honey. In Crane, E (ed) honey: a comperhensive survey. Heinemann, London, UK. pp.157–206.
- White, J. W.,** 1978. Honey. Advances in Food Research, 24, 288–375.
- White, J .W., Doner, L. W.,** 1980. Beekeeping in The United States agriculture handbook number 335, [http:// www. beesource.com/pov/usda/beekpUSA82.htm](http://www.beesource.com/pov/usda/beekpUSA82.htm).
- Yılmaz, H. ve Kufrevioğlu, I.,** 2000. Composition of honeys collected from eastern and south-eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. Türk J. Agric For., 25: 347-349 pp.
- Yılmaz, H.,** 2005. Bal Sektöründe Üretici ve Tüketici Bilinci. İnternet Erişim. <http://www.bizimmarketdergisi.com>

**Yücer, A., Aksoy, A., Zeytin, B. Üşümüő, E. Uslu K., 2006. TR3 Ege Bölgesi Tarım Master Planı. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Strateji Geliőtirme Başkanlığı, Ankara.**



## ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Denizli'nin Çal İlçesinde doğdu. 1997 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Mezuniyet sonrası 2 yıla yakın bir süre İzmir de bir konserve fabrikasında çalıştı. 1999 yılında evlendi. Bir süre öğretmenlik yaptı. İstanbul ilinde da hazır yemek sektöründe çalıştı. 2004 yılında İstanbul İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde göreve başladı. 2008-2010 yılları arasında Tunceli İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde görev yaptı. Halen Denizli İl Müdürlüğü Gıda ve Yem Şube de görevine devam etmektedir. 2009 yılında Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı ve halen yüksek lisansa devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.

Evli ve 2 çocuk sahibidir.