T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MUĞLA YÖRESİ ÇAM BALLARININ FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN VE DEPOLAMADAKİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Zeynep DÖNMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalını

Nisan-2018
KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUĞLA YÖRESİ ÇAM BALLARININ FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN VE DEPOLAMADAKİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Zeynep DÖNMEZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2018, 22 Sayfa

Jüri
Danışmanın Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
Dr. Öğr. Üyesi Ayhan DURAN
Dr. Öğr. Üyesi Hacer ÇOKLAR

Çam balı Basra böceği (*Marchalina helenica*) aracılığıyla üretilen Dünya'nın çam balı ihtiyacının %90'ı Türkiye tarafından karşılanan bal çeşididir. Bu çalışmada Muğla Yöresine ait Datça, Merkez, Milas, Fethiye, Marmaris, Yatağan ve Ortaca olmak üzere 7 farklı bölgeden temin edilen çam balları 30°C'de 12 ay boyunca depolanmıştır. Depolamanın her 4 aylık periyodundan örnekler alınarak fenolik bleşik profili, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı gibi insan sağlığı açısından önemli olan bazı parametrelerdeki değişimler gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda toplam fenolik madde miktarı 413.2±102.2-600.7±76.0 mg GAE/kg aralığında, toplam flavonoid madde miktarı 101.2±54.3- 402.7±95.0 mg QE/kg aralığında bulunmuştur. Antioksidan kapasite analizinde ise sonuçlar 2.74±0.40- 4.39±0.88 mmol troloks Eşdeğeri/kg aralığında bulunmuştur. Bütün yörelere ait ballarda toplam fenolik, toplam flavonoid miktarlarında ve antioksidan kapasitesine bakıldığında 12.ay 0.aya göre daha yüksek olduğu gözlenmektedir. HPLC ile yapılan fenolik profil analiz sonucunda gallik asit, protokateşuik asit, 4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, siringik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, apigenin, kersetin ve kampferol fenolik bileşikleri tespit edilmiştir. Tüm çam balı örneklerinde tespit edilen en baskın fenolik bileşik 4-hidroksibenzoik asit olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Muğla çam balı, depolama, fenolik bileşik, toplam fenolik madde, toplam flavonoid, antioksidan kapasitesi.

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND STORAGE EXCHANGE OF PINE HONEY IN MUGLA REGION

Zeynep DÖNMEZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2018, 22 Pages

Jury
Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
Dr. Lecturer Ayhan DURAN
Dr. Lecturer Hacer DURAN

Pine honey is one of the honey varieties which is produced via Basra beetle (*Marchalina helenica*), and 90% of the need for pine needles in the world is supplied by Turkey. In this study, pine honeys obtained from 7 different regions such as Datca, Merkez, Milas, Fethiye, Marmaris, Yatağan and Ortaca of Muğla province were stored at 30 ° C for 12 months. Changes in some parameters that are important for human health such as phenolic substance content, antioxidant capacity, total phenolic and flavonoid substance amounts were observed by taking samples from every 4 month period of storage. At the end of the study, the total amount of phenolics was in the range of 413.2±102.2-600.7±76.0 mg GAE / kg, and the total amount of flavonoid was in the range of 101.2±54.3- 402.7±95.0 mg QE / kg. In the analysis of antioxidant capacity, the results were found to be between 2.74±0.40- 4.39±0.88 mmol Troloxy Equivalent / kg. Honeys of all regions were showed 12^{th} month higher than first month in total phenolics, total flavonoid amounts and antioxidant capacity. Phenolic profiles by HPLC were analyzed. Phenolic compounds: Gallic Acid, Protocatechuic Acid, 4-hydroxybenzoic Acid, Vanillic Acid, Syringic Acid, Caffeic Acid, p-coumaric Acid, Ferulic Acid, Apigenin, Quercetin, Kaempferol. The most dominant phenolic compound in all pine honey samples was 4-hydroxybenzoic Acid.

Keywords: Muğla pine honey, storage, phenolic compounds, total phenolic, total flavonoid, antioxidant capacity

ÖNSÖZ

Çam balı, çiçek balına göre kıvamı bozulmadan ve kristalleşmeden yıllarca depolanabilen bir ürün olması sebebiyle gözleri üzerine çekmektedir. Ülkemiz Dünya çam balı ihtiyacının %90'ını karşılayan en önemli üretici ülkedir. Bu nedenle çam balı üzerine daha çok bilimsel araştırmalar yapılmalı ve ticareti artırılmalıdır. Bu çalışmada çam balının fenolik madde profili, antioksidan kapasitesi ve toplam fenol ve flavonoid miktarlarına bakılmak suretiyle bilimsel çalışmalara katkı sağlanmıştır.

Çalışmam boyunca benden bilgi birikimini ve desteklerini esirgemeyen danışmanın Prof. Dr. Mehmet AKBULUT'a ve Dr. Öğr. Üyesi Hacer ÇOKLAR'a, beni bugünlere getiren her zaman arkamda duran maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili anne ve babama minnetlerimi sunar çok teşekkür ederim.

Zeynep DÖNMEZ
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

ÖNSÖZ ..... **iii**

İÇİNDEKİLER ..... **iv**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **v**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **10**

3.1. Materyal 10
3.2. Yöntem 10
3.2.1. Fenolik madde profili 10
3.2.2. Toplam fenolik madde analizi 10
3.2.3. Toplam flavonoid madde analizi 11
3.2.4. Antioksidan kapasite analizi 11

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **12**

4.1. Fenolik Madde Profili Sonuçları 12
4.2. Toplam Fenolik Madde Analiz Sonuçları 14
4.3. Toplam Flavonoid Analiz Sonuçları 18
4.4. Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları 21

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **23**

5.1 Sonuçlar 23
5.2 Öneriler 25

KAYNAKLAR **26**

ÖZGEÇMİŞ **30**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

DPPH : 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil

GAE : Gallik Asit Eşdeğeri

HPLC : Yüksek Hızlı Likit Kromotografisi

mg : Miligram

ml : Mililitre

QE : Kersetin Eşdeğeri

µg : Mikrogram

1. GİRİŞ

Bal eski çağlardan beri insanlar tarafından kullanılan ilk arı ürünüdür. Bal tarihi, insanlık tarihi ile birlikte gelişerek hemen her kültürde gıda, dini bir simge ve tedavi edici özelliği ile yer almıştır. Günümüzden yaklaşık 20 milyon yıl önce, arıların bal yaptığı ve depoladığı bilinmekte olup ancak insanların yalnızca 10 bin yıl önce balı, gıda olarak kullanmaya başladıkları bildirilmektedir. Bal toplayıcılığı ile ilgili kayıtların mezolitik döneme ait olduğu ve ilk olarak Doğu İspanya'da bulunduğu, Valencia yakınlarındaki bir mağara duvarına kazınmış en az on bin yıllık olduğu düşünülen bir resimde, bir ip merdiven üzerinde elinde torbayla bal sağımı yapan insan silueti, petek ve petekten sızan balın bu görüşü doğruladığı belirtilmektedir (Kahraman, 2012).

Türk Gıda Kodeksi 2012/58 sayılı Bal Tebliği'ne göre balın tanımı; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal üründür.

Kaynağına göre ballar çiçek ve salgı balı olarak ikiye ayrılır. Çiçek balı, bitki nektarından elde edilen baldır. Salgı balı ise bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin -Hemiptera- salgılarından elde edilen baldır Anonim (2012). Kekik balı, akasya balı, ıhlamur balı çiçek balına; çam balı, meşe balı, köknar balı ise salgı balına örnektir.

Çam balı, çam ağaçları üzerinde yaşayan *Marchallina hellenica* (Basra böceği) tarafından üretilmektedir (Şekil 1.1.). *Marchallina hellenica* daha çok *Pinus helepensis* (Halep çamı) *ve Pinus brutia* (Kızılçam) üzerinde yaşar. Bu böcek Mart ortalarından sonra çam ağaçlarında görülmeye baslar ve her yıl bir nesil üretirler. Ağaç kabuklarının altında ve küçük oyuklarda salgıladığı pamuk gibi bir örtü ile kendini saklar (Şekil 1.2.). *M hellenica* çam ağaçlarını emerek beslenir, pembemsi ve kırmızımsı tatlı salgı damlacıkları çıkarır. Balçiği denen bu damlacıklar bal arıları tarafından çam balına dönüştürülür. İlk çam ana salgı akımı Ağustos ortasından sonra ve ikincisi Eylül ayında baslar ve Kasım ayı sonlarına kadar devam eder. Erken ilkbaharda ise üçüncü ana salgı akımı baslar (Hatjina ve Bouga., 2009).



Şekil 1.1. *Marchallina hellenica* böceği



Şekil 1.2. *Marchallina hellenica*'nın oluşturduğu tatlı salgı damlacıkları(Balçiği)

Çam balı üretiminin %90'ı Türkiye %10'u ise Yunanistan'da yapılmaktadır. Türkiye çam balı üretiminin yaklaşık %75-80'i ise Muğla'da üretilmektedir. Yıllık üretim miktarı 15-20 bin ton civarındadır (Anonim, 2015).

Çam balı uzun süre kristalize olmadan saklanabilen bir gıdadır ve bu özelliğinden dolayı gıda ve tıp sektöründe sıkça kullanılmaktadır (Anonim, 2015). Bal yüksek beslenme ve koruyucu tıbbi değeri bilinen doğal bir gıdadır. Eski Mısırlılar ve Yunanlar balı hastalıkların tedavisinde (ülser ve cilt yaraları gibi) ilaç olarak kullanırlardı. Apiterapi (bal arısı ürünlerinin tıpta kullanımı) son zamanlarda halkın ilgi odağı haline gelmiştir. Tatlılığı, rengi ve lezzetinden dolayı bal sıklıkla şeker yerine, ingradient veya üretilen gıdalarda koruyucu olarak kullanılır. Oksidasyon reaksiyonlarını önleyebilir. Kimyasal açıdan bal yüksek oranda konsantre olmuş şeker karışımı solüsyonudur. Balın kompozisyonu fazlasıyla bitki türlerine dayanır. Bal şekerden başka ayrıca geniş oranda antioksidan özelliği bulunan polifenoller gibi küçük yapılara sahiptir. Balın antioksidan kapasitesi çoğu sebze ve meyve ile benzerlik

göstermektedir. Koyu renkli ballar daha yüksek toplam fenolik maddeye ve sonuç olarak daha yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir. Fenolik maddeye sahip olduğundan dolayı anti bakteriyel, anti inflamatuar, anti alerjik ve anti trombotik aktiviteleri içeren geniş bir biyolojik etki gösterir. Epidemiyolojik çalışmalar kardiyovesküler rahatsızlıkları ve kanseri önlemedeki olası rolüne dikkat çeker (Pyrzynska ve Biesaga, 2009).

Bu olumlu özelliklerinin yanında yanlış depolanmadan kaynaklı olumsuz özellikleri ortaya çıkabilir. Balın depolama aşamasında asit reversiyonu ve enzimatik aktiviteye bağlı olarak disakkaritlerde ve trisakkaritlerde artma, buna karşılık monosakkaritlerde azalma olduğunu bildirilmiştir (Doğan, 2013). Sıcaklık değerlerindeki artış HMF'nin artışına sebep olurken ambalaj hatasından kaynaklı ise renk, tat ve lezzetinde değişimler meydana gelebilir. Bal Türk Gıda Kodeksi 2012/58 sayılı bal tebliğine göre 25°C'de depolanmalıdır. Uzun süre depolamalarda hava geçirmez neme, dayanıklı, paslanmaz çelik kaplar kullanılması tavsiye edilir. 2-16 °C arasında ki serin sıcaklıklarda balın doğal kristalizasyon süreci hızlanır. Depolama sıcaklığı 30°C'yi geçmemelidir. Uygun şartlarda depolanan bal, mümkünse üretim yılı içerisinde satılmalıdır. Boer, 22 yıla kadar depolanmış değişik balları incelemiş ve balın ısıtılmasında yer alan bileşim değişimlerinin hepsinin depolama sırasında da oluştuğunu göstermiştir (Doğan, 2013).

Çalışmamızda 7 farklı bölge seçilmiştir. Bu 7 farklı bölgenin seçilme amacı ise bu bölgelerde bulunan çam ormanlarının basra böceğinin olmasından kaynaklanmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bal, balarılarının, çiçeklerin nektarlarını ya da bitkilerin canlı parçalarındaki salgıları veya bitkilerin canlı kısımlarını emen böceklerin salgılarını toplayarak bünyelerindeki özel maddelerle birleştirip, bal peteğinde depolayıp olgunlaştırdıkları tatlı ve tamamen doğal bir üründür. Kovanından alınan ham bal direkt kullanılabilir niteliktedir (Molan, 1996).

Akbulut ve ark. (2009), Türkiye'de Muğla ilinin farklı bölgelerinden 15 kızılçam bal örneklerinin antioksidan aktivitesi ve fenolik içeriklerini incelemişlerdir. Antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile değerlendirildi. Antioksidan aktivitesi ve fenolik içerik arasında (r=0.887) önemli bir korelasyon olduğu bulunmuştur.

Silva ve ark. (2013), araştırmalarında Brezilyada melipona arıları tarafından üretilen 9 farklı jandaira balını kullanmışlardır. Bu bal türlerinde fenolik bileşiklerini ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Bütün jandaira balı örneklerinde benzer fenolik içeriğine ve güçlü antioksidan kapasitesine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Gallik, vanilik, 3,4-dihidroksibenzoik ve kumarik asitler ile birlikte naringenin, kuersetin ve isorhamnetin flavonoidleri dokuz örneğin sekizinde yaygındır. Bal örneklerindeki antioksidan aktivitesinin flavonoid içeriğiyle güçlü bir ilişkisinin olduğu ortaya koyulmuştur.

Wilczynska (2014), 2009-2010 sezonunda toplanan 82 bal örneğini toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesini renk filtrasyonun etkisi açısından incelemiştir. Filtresiz bal örneklerinde toplam fenolik içeriğinin 40,5 ve 177 mg GAE / 100 gr arasında değiştiğini görmüştür. Antioksidan kapasitesi DPPH ile ölçüldüğünde 47.2'den 83.4'e kadar çeşitlilik gösterdiğini ABTS ile ölçüldüğünde ise % 6'dan % 79'a kadar değiştiğini görmüştür. Sonuçta filtrasyonun bu parametreler üzerinde bir etkisini olmadığını görmüştür.

Das ve ark. (2015), Hindistanın batı Bengal bölgesinden elde edilen 7 farlı susam balında polifenol ve fenolik madde içeriğini incelemişlerdir. Susam balında DPPH (1, 1-difenil-2-pikrilhidraliz) ve FRAP (ferrik indirgeme antioksidan gücü) için antioksidan belirteci olan IC50 değeri polifenolik içerik (28.9 ± 0.6 mg GAE / 100 gr) ile ilişkilendirilmiştir. Dört flavonoid yani Apijenin, kersetin, mirisetin, rutin ve HPLC tarafından bir sinamik asit türevi (ferulik asit) ve iki susam lignanları (sesamin ve episesamin) tanımlanmıştır.

Özkök ve ark. (2010), Türkiye Muğla ilinde 50 bal örneğini incelemişlerdir. Bu 50 çam balında toplam fenolik asit içeriği minimum 35.36 mg GAE/kg, maksimum 365.94 mg GAE/kg ve ortalama 155.55 mg GAE/kg, toplam flavonoid içeriği ise minimum 4.80 mg QE/ kg, maksimum 54.78 mg QE/kg ve ortalama 22.80 mg QE/kg şeklinde bulunmuştur.

Aljadi ve Kamaruddin (2002)'in Malezya ballarında toplam fenol miktarı ve antioksidan kapasitesine bakmışlardır. Folin-Ciocalteu metoduyla Gelam ve Hindistan cevizi balında elde ettikleri toplam fenol miktarını sırasıyla 21.4±1.29 µg/g ve 15.6±1.05 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Antioksidan kapasitesi analizinde ise DPPH yöntemini kullanmışlardır. Gelam balında 1345(±0.86) µM Hindistan cevizi balında ise 961(±0.64) µM olarak bulunmuştur. Antioksidan kapasitesi ve toplam fenol arasında ilişki olduğunu gözlemlemişlerdir.

Tezcan ve ark. (2011) bazı Türk ballarında toplam fenol miktarı ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda toplam fenol miktarını 0.36±0.02-1.14±0.02 g GAE/kg aralığında antioksidan kapasitesini ise 60.06±5.07-1355±74.45 µg troloks Eşdeğeri/ml aralığında bulmuşlardır. Muğla yöresine ait çam balında toplam fenol miktarı 0.94±0.03 G GAE/kg olarak antioksidan kapasitesini ise 70.63±8.71 µg troloks eşdeğeri/ml olarak bulunmuştur.

Wang ve ark. (2004) balın antioksidan kapasitesi üzerinde işlemenin ve depolamanın etkisini incelemişlerdir. Depolamanın 6 ay sonunda antioksidan kapasitesinde işlenmiş ve ham yonca balında % 30, işlenmiş Karabuğday balında % 24 ve ham Karabuğday balında % 49 azalma gözlemlenmiştir. Depolama sonrasında işlenmiş ve ham ballarda antioksidan kapasitesi benzerlik göstermiştir. Toplam fenol miktarı ham yonca balında 67.74±13,83, işlenmiş yonca balında 59,00±15.87 mg/kg; ham karabuğday balında 155.45±18.51, işlenmiş karabuğday balında 98.30±11.71 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada fenol profiline de bakılmıştır. Hem ham hem de işlenmiş yonca balında oda sıcaklığında 6 ay depolamadan sonra bilinmeyen iki fenolde, vanilik asit, sirinjik asit ve fenollerinde azalma gözlenmiştir. Depolamadan sonra karabuğday balında ise vanilik asit, *cis,trans* absisik asit, pinobanksin ve pinosembrinde azalma bilinmeyen ikinci fenolde ise artış gözlenmiştir. Ham karabuğday balında galanjinde azalma gözlenmiştir.

Turkmen ve ark. (2006)'nın 50°C, 60°C ve 70°C'de 12 gün boyunca bal üzerinde yaptıkları çalışmada 70°C'de ki antioksidan kapasitesindeki artış 50°C ve 60 °C'dekinden fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Yunan balları üzerinde yapılan bir çalışmada balların (çam, köknar, kekik, portakal çiçeği) fenolik içeriği incelenmiştir. Çalışma sonucunda kersetin, krisin, kampferol, mirisetin ve sirinjik asit tespit edilmiştir. Çam balında ortalama kesretin 0.23, sirinjik asit 0.69, kampferol 0.39, krisin 0.14 ve mirisetin 7.55 mg/kg olarak bulunmuştur. Ballar arasındaki fenolik madde sıralaması ise büyükten küçüğe doğru kekik, köknar, çam ve portakal çiçeği şeklinde olmuştur (Karabagias ve ark., 2014).

Meda ve ark. (2005) Burkina Fasan balında toplam fenol ve flavonoid miktarını incelemişlerdir. Toplam fenol miktarı 32.59 ile 114.75 mg GAE/100g arasında değişiklik gösterirken toplam flavonoid miktarı ise 0.17 ile 8.35 mg QE/100g arasında olduğu tespit edilmiştir.

Türk ballarına ait yapılan bir çalışmada balların fenolik profiline, toplam fenol ve toplam flavonoid miktarına bakılmıştır. Hiçbir balda fisetin, mirisetin, klorojenik aside rastlanmazken unifloral balların (kestane, lavanta vb.) hemen hemen hepsinde kafeik ve p- kumarik asit bulunmuştur. En yüksek gallik asit içeren bal meşe balıyken en yüksek protokateşuik asit içeren bal ise çam balı olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle kestane balı protokateşuik asit açısından zengin olduğu bulunmuştur. Kateşin açısından en zengin bal funda balıyken epikateşin açısından en zengin bal köknar ve lavanta balı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kersetin funda ve çam balı, en yüksek apijenin ıhlamur balı, en yüksek rutin meşe balında görülmüştür. Çam balında 81.19 µg/g ile en yüksek fenol protokateşuik asit iken 2.14 µg/g ile en düşük ferulik asit olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenol miktarı 61.42 mg GAE/100g ve toplam flavonoid miktarı 1.58 mg QE/100g olarak bulunmuştur (Can ve ark., 2015).

Doğu Anadolu bölgesinden toplanan kestane ve ormangülü balı Karadeniz bölgesinden toplanan astragalus balı üzerinde yapılan çalışmada fenolik içeriği en yüksek bal kestane balı olduğu tespit edilmiştir (Kucuk ve ark., 2007).

Kaygusuz ve ark. (2016) Anadolu ballarının toplam fenol miktarı ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Çam balında toplam fenol miktarı 586-746 mg GAE/kg aralığında bulunurken antioksidan kapasitesi 0.32-0.88 g/ml aralığında tespit edilmiştir.

Wilczynska (2014), 2009 ve 2010 sezonunda toplanan 82 bal örneğinde yaptığı çalışmada filtrasyonun antioksidan kapasitesi ve toplam fenol miktarı üzerindeki etkisini incelemiştir. Filtrelenmemiş bal örneklerinde toplam fenol miktarı 40.5 - 177 mg GAE/100g, antioksidan kapasitesi ise % 47.2-83.4 arasında değişiklik göstermiştir. Filtrasyondan sonra yapılan incelemede filtrasyonun hiçbir etkisi olmağı gözlenmiştir.

Silici ve ark. (2010) Karadeniz bölgesinden toplanan orman gülü balında toplam fenol miktarı ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Toplam fenol analizinde Folin-Ciocalteu metodunu kullanılmış olup değerler 0.24 - 141.83 mg GAE/100g arasında bulunmuştur. DPPH yöntemine göre yapılan antioksidan kapasite analizinde ise değerler 12.76 - 80.80 mg askorbik asit eşdeğeri/g arasında bulunmuştur.

Apis spp. ve *Trigona spp.* arılarından elde edilen yaygın Malezya balında toplam fenol miktarına bakılmıştır. Analiz Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak yapılmıştır. *Trigona spp.* arılarının ürettiği balda ortalama 784.3 mg GAE/kg tespit edilirken *Apis spp.* arılarının ürettiği balda 590.5 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir (Kek ve ark., 2014).

Yao ve ark. (2003)'nın Yeni Zelanda *Leptospermum* balı üzerinde yaptıkları çalışmada toplam fenol miktarını 14.00 mg GAE/100g, toplam flavonoid miktarını 3.06 mg/100g tespit ederken Avusturalya balında toplam fenol miktarını 5.14 mg/100g, toplam flavonoid miktarını ise 2.22 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Yeni Zelanda balında yaptıkları profil analizinde ana flavonoidler olarak kersetin, luteolin, izohamnetin, krisin ve bilinmeyen bir flavonon tespit etmişlerdir. Fenolik asit olarak ise gallik asidi tespit etmişlerdir. Avusturalya balında flavonoid olarak mirisetin, luteolin ve trisetin bulunurken fenolik asit olarak gallik ve kumarik asit bulunmuştur. En yüksek fenolik asit ve flavonoid miktarları ise şu şekilde gözlenmiştir; mirisetin 1.15 mg/100 g, trisetin 0.68 mg/100g, kersetin 0.43 mg/100g, luteolin 0.57 mg/100g ile Avusturalya balında, krisin 0.40 mg/100g, izohemnetin 0.47 mg/100g ile Yeni Zelanda balında en yüksek düzeyde gözlenmiştir.

Bertoncelj ve ark. (2007) toplam fenolik asit miktarı üzerinde yaptıkları çalışmada akasya balında 44.8 mg GAE/kg, köknar balında 241.4 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir.

Beş farklı Yemen balında ve dört farklı ithal balda toplam fenol miktarı incelenmiştir. Folin-Ciocalteu yöntemiyle yapılan toplam fenol miktarı analizinde sonuç 56.32-246.21 mg Kateşin Eşdeğeri/100g olarak bulunmuştur (Al-Mamary ve ark., 2002).

Sergiel ve ark. (2014) Polonya menşeili balları üzerinde yapmış oldukları analizlerde fenolik asit olarak kafeik, klorogenik, p-kumarik, ferulik, homogenistik p-hidroksibenzoik ve vanilik asit içerdiğini flavonoid olarak ise apijenin, genistein, hesperidin, kampferol, luteolin, ramnetin, rutin, trisetin ve kersetin içerdiğini tespit etmişlerdir.

Amazonlardan toplanan bal üzerinde yapılan çalışmada toplam fenol analizi için Folin-Ciocalteu yöntemi, antioksidan kapasite analizi için ise ABTS yöntemi kullanılmıştır. HPLC ile fenolik profiline bakılmıştır. Toplam fenol miktarı 17 - 66 mg GAE/g arasında değişiklik göstermiştir. HPLC ile yapılan analizde örneklerde gallik asit, 3,4-Hidroksibenzoik asit, 4-Hidroksibenzoik asit, vanilik, salisilik, sirinjik, kumarik, sinamik asit, kateşol, trans,trans-absisik asit, cis,trans-absisik asit, taksifolin, narinjenin, luteolin fenolik bileşiklerine rastlanmıştır. Taksifolin flavonoidi bütün örneklerde baskın olduğu görülmüştür. Fenolik asit olarak gallik asit 18.2 - 92.7 mg/100g aralığındadır. Antioksidan kapasitesi ise fenolik bileşiklerin en yüksek bulunduğu örneklerde en yüksek olarak tespit edilmiştir (da Silva ve ark., 2013).

Kečkeš ve ark. (2013) Sırbistan unifloral ballarının fenolik profilini incelemişlerdir. Araştırma sonucu bütün bal ekstraklarında galanjin, pinosembrin ve krisin flavonoidlerine rastlanmıştır. Diğer ballarla karşılaştırıldığında apijenin esmer buğday balında 0.97 mg/kg ile en yüksek değer iken gallik asit ayçiçeği balında 1.45 mg/kg ile en yüksek değeri oluşturmuştur.

Hindistan balları üzerinde yapılan analizde antioksidan kapasitesi ile fenolik bileşikler arasında ilişki olduğu anlaşılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda böyle bir bulguya rastlanmamış olup bu analizle kanıtlanmıştır (Devarajan ve Venugopal, 2012).

Chaikham ve Prangthip (2015) ısıl işlemin antioksidan aktivitesi üzerindeki etkisini yaptıkları çalışmada gözlemlemiştir. Çalışmalarını 50°C, 70°C ve 100 °C'de yapmışlardır. 50°C ve 70 °C'de bütün antioksidatif bileşenlerde önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Fakat 100 °C'de fenoller ve antioksidan aktivite en düşük seviyesini göstermiştir.

Ouchemoukh ve ark. (2010) inceledikleri ballarda 64 - 1304 mg/100g fenolik madde tespit etmişlerdir. Ayva reçellerin cam ve plastik kavanozlarda 20°C'de ve 4°C' de 6 ay depolandığı çalışmada antioksidan aktivitesi depolama süresince azalmıştır (Nizamoğlu ve Nas, 2010).

Serbest radikkaler ve reaktif oksijen türleri yaşlanmaya ve hastalıklara sebep olur. Bilim adamları, serbest radikaller ile mücadele etmek için diyet ve diyet takviyeleri yoluyla antioksidan düzeyini artırarak insan üzerindeki etkisini inceliyor. Bal birden fazla şekilde antioksidan gibi davranıyor. Bal, vücutta serbest radikalleri temizleyebilir ve sağlığa daha iyi katkılar sağlayabilir. Balın antioksidan kapasitesini ölçmek ve karşılaştırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Son yıllarda, ABTS [2,2-azinobis (3-fenilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu], ORAC (Oksijen

Radikal Emilim Kapasitesi), DPPH (Difenil 1-pikrilhidrazil), FRAP (Ferrik Azaltıcı Antioksidan Güç), TEAC [6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Trolox) eşdeğer antioksidan kapasite] testleri kullanılmaktadır. Balın antioksidan aktivitesi aynı zamanda askorbik asit içeriği ve Katalaz (CAT), Glutatyon Peroksidaz (GPO), Süperoksit Dismutaz (SOD) gibi farklı enzim testleri ile de ölçülür (Moniruzzaman ve ark., 2012).

Diyet, kanser ilerlemesinde ve önlemede hayati bir rol oynamaktadır. Meme kanseri, kadınlarda kanser ölümünün önde gelen ikinci nedenidir. Son araştırmalara göre diyetle meme kanseri bağlantılıdır ve meme kanserine karşı diyetin önleyici etkisi hakkında bazı kanıtları da bulunmaktadır. Kanser hücrelerinin büyümesi, doğal tatlandırıcı bal ve birçok fenolik fitokimyasal bileşenden etkilenir. Bal, medikal olarak eski Yunanlılar ve Mısırlılar tarafından kullanılmıştır ve ayrıca Ayurveda ve Çin tıbbında geleneksel olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada balın anti-kanser özelliğinden bahsedilmiştir. Reaktif oksijen türünün seviyesini arttırarak, mitokondriyal yolu aktive ederek, pro-apoptotik ve anti-apoptotik proteinlerin başlatarak sonunda DNA parçalanmasına neden olan p53 yolunun indüklenmesi yoluyla apoptoz ile sonuçlanırlar. Ancak balın ve fenolik işaretlerini meme kanseri tedavisi için makul adaylar olarak teşvik etmek için moleküler mekanizmasını anlamak için daha fazla proteomik ve genetik temelli deneylerin yapılması gereklidir. Üstelik balın niteliklerini doğrulamak için gıda endüstrisindeki araştırmacılar tarafından önemli araştırmalar yapılmasını garanti eden mevcut olan balın kalite kontrolüne ihtiyaç duyulmaktadır (Subramanian ve ark., 2017).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada Muğla yöresinin Datça, Merkez, Yatağan, Milas, Marmaris, Fethiye ve Ortaca gibi 7 farklı bölgelerinden çam balı materyal olarak kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Çam balları örneleri 30°C'de 12 ay boyunca depolanmıştır. Depolamanın her 4 aylık periyodunda örnekler alınarak fenolik bileşik profili, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı, ABTS antioksidan kapasitesi analizleri yapılarak depolamanın etkisi ortaya çıkarılmıştır.

3.2.1. Fenolik madde profili

Fenolik bileşik profili analizi HPLC (Agilent, 1260 Series) ile gerçekleştirilmiş olup cihaza enjeksiyondan önce saf su ile seyreltilen bal örnekleri C18 Sep-Pak kartuştan geçirilerek saflaştırılmış ve 0.45 µm'lik filtrelerden geçirilerek viallere aktarılmıştır. Analizde ayrım işlemi C18 kolonda (ODS-3 4.6x250 mm, 5µm) gerçekleştirilmıştir. Mobil faz olarak 0.75 ml/dak. akış hızında asetik asit:saf su ve asetonitril:saf su:asetik asit kullanılmıştır. Fenolik maddelerin tespiti DAD dedektörle 280, 320 ve 360 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Toplam fenolik madde analizi

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik metoduyla belirlenmiştir. 0,5 ml saf su ile seyreltilmiş bal örneği üzerine 2,5 ml 0,2 N Folin-Ciocalteu kimyasalı ve 2 ml sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) ilave edilmiştir. 2 saat oda sıcaklığında inkübasyondan sonra Hitachi marka spektrofotometrede (Hitachi, UV 1800, Japonya) 765 nm dalga boyunda saf suya karşı absorbans değeri okunmuştur. Sonuçlar gallik asit standardı ile hazırlanan kalibrasyon eğrisine göre belirlenmiştir (Akbulut and Ozcan, 2008).

3.2.3. Toplam flavonoid madde analizi

Toplam flavonoid miktarı spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir. Bu amaçla saf su ile seyreltilmiş 0.5 ml balın üzerine 2.5 ml distile su, 150 µl sodyum nitrit çözeltisi (% 5), 300 µl alüminyum klorit (% 10) ilave edilmiştir. 5 dak. İnkübasyon sonrasında 1 ml sodyum hidroksit 5 ml distile su ilave edilerek 510 nm dalga boyunda absorbans değeri okunmuştur. Sonuçlar kesretin eşdeğeri/ kg olarak verilmiştir (Zhishen ve ark., 1999).

3.2.4. Antioksidan kapasite analizi

Potasyum persülfat ile aktive edilen ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) radikalinin baldaki antioksidan etkili bileşiklerce indirgenmesi sonucunda 764 nm dalga boyundaki absorbansın değişimine dayalı yöntemle tespit edilmiştir. Bu amaçla 10 µl ekstrakta 7 mM ABTS'ın 2,45 mM potasyum persülfat ile aktive edilmesiyle hazırlanan 990 µl $ABTS^{\bullet}$ çözeltisi ilave edilerek 6 dk sonra 764 nm dalga boyunda absorbansı okunmuştur. Sonuçlar 100 g bal örneğinin troloks eşdeğeri olarak antioksidan kapasitesi şeklinde verilmiştir (Arts ve ark., 2004)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Fenolik Madde Profili Sonuçları

30°C'de depolanan çam balı örneklerinin fenolik madde profiline ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere çam balında gallik asit, protokateşuik asit, 4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, sirinjik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, apigenin, kersetin, kampferol fenolik bileşikleri tespit edilmiş olup, tüm çam balı örneklerinde en fazla miktarda bulunan fenolik bileşik 4-hidroksibenzoik asit fenolik olduğu belirlenmiştir. 4-hidroksibenzoik asitdin en fazla olduğu çam balı örneği Fethiye bölgesinden temin edilen çam balı olmuştur. 4-hidroksibenzoik asidi sırasıyla protokateşuik asit ve sirinjik asit olduğu belirlenmiştir. Fenolik bileşikler hidrosibenzoik asit ve hidroksisinamik asitler olarak ikiye ayrılır. 4-hidroksibenzoik asit ise hidroksibenzoik asit grubuna girmektedir.

Datça bölgesine ait çam balı örneğine ait fenolik bileşik profil analizinde en yüksek değere sahip olan fenolik asit 4-hidroksibenzoik asit olup depolanmamış örnekte değeri 1.254 mg/kg iken, 12.ayda 1.814 mg/kg olduğu tespit edilmiştir.

Merkezden temin edilen çam balı örneğine ait fenolik profilin analizinde miktarsal olarak en yüksek değere sahip olan fenolik bileşik 4-hidroksibenzoik asit olup depolanmamış ve 12 ay depolanmış örnekte sırasıyla 0.575 mg/kg ve 0.501 mg/kg olduğu belirlenmiştir.

Datça ve Merkez bölgesinde temin edilen örneklerde olduğu gibi benzer durum Yatağan, Milas, Marmaris, Fethiye ve Ortaca bölgelerinden temin edilen örneklerde de gözlemlenmiş olup 4-hidroksibenzoik asit değeri depolanmamış örneklerde sırasıyla 1.013, 2.333, 1.313, 1.755 ve 1.372 mg/kg iken, 12 ay depolama sonunda bu değerler sırasıyla 0.661, 0.714, 1.45, 1.829 ve 1.792 mg/kg ve olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Gallik asit, kafeik asit, ferulik asit ve kersetin fenollerinde bütün örneklerde depolama boyunca artış gözlemlenmiştir. Ortaca bölgesindeki örnekte depolama boyunca protokateşuik asit, 4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, sirinjik asit, p-kumarik asit ve apijenin fenollerinde artış olguğu tespit edilmiş olup kafeik asit, ferulik asit, kersetin ve kampferolde azalma olduğu tespit edilmiştir. Fethiye bölgesindeki örnekte

ise 4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit ve p-kumarik asitte artış olduğu tespit edilmiştir. Marmaris bölgesinden toplanan çam balı örneklerinde protokateşuik asit, 4-hidroksibenzoik asit ve vanilik asitte artış gözlemlenmiştir. Datça bölgesindeki örnekte ise protokateşuik asit, 4-hidroksibenzoik asit, p-kumarik asit ve kampferol fenollerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Merkez bölgesinden toplanan örneklerde ise depolama boyunca protokateşuik asit, vanilik asit ve sirinjik asitte artış olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Muğla çam ballarının 30 ºC'de depolama sonucu fenolik madde profilindeki değişim

mg/kg													
Bal Lokasyonu	**Depolama Süresi (ay)**	**Gallik Asit**	**Protokateşuik Asit**	**4-hidroksibenzoik Asit**	**Vanilik Asit**	**Sirinjik Asit**	**Kafeik Asit**	**p-kumarik Asit**	**Ferulik Asit**	**Apijenin**	**Kersetin**	**Kampferol**	**Toplam**
1	**0**	0,219	1,102	1,254	0,961	0,901	0,154	0,277	0,32	0,108	0,254	0,04	5,59
	4	0,206	1,041	1,003	0,236	0,624	0,082	0,403	0,307	0,128	0,26	0,043	4,333
	8	0,164	1,256	1,195	0,263	0,337	0,032	0,273	0,27	0,091	0,241	0,029	4,151
	12	0,198	1,773	1,814	0,386	0,543	0,068	0,517	0,235	0,087	0,237	0,041	5,899
2	**0**	0,253	0,627	0,575	0,149	0,602	0,257	0,255	0,398	0,24	0,271	0,029	3,656
	4	0,178	0,471	0,33	0,182	0,478	0,122	0,207	0,356	0,135	0,262	0,031	2,752
	8	0,147	0,447	0,382	0,178	0,46	0,109	0,231	0,345	0,224	0,248	0,022	2,793
	12	0,16	0,635	0,501	0,234	0,652	0,128	0,24	0,361	0,228	0,245	0,011	3,395
3	**0**	0,197	0,915	1,013	0,263	0,599	0,187	0,258	0,344	0,239	0,252	0,022	4,289
	4	0,218	0,789	0,758	0,194	0,261	0,139	0,243	0,302	0,211	0,246	0,017	3,378
	8	0,161	0,592	0,559	0,203	0,348	0,092	0,218	0,174	0,116	0,226	0,013	2,702
	12	0,155	0,716	0,661	0,245	0,536	0,089	0,203	0,145	0,1	0,218	0,012	3,08
4	**0**	0,488	2,695	2,333	0,765	0,718	0,462	0,265	0,307	0,217	0,232	0,001	8,483
	4	0,177	0,657	0,602	0,227	0,292	0,117	0,132	0,121	0,121	0,229	0	2,675
	8	0,421	1,618	1,486	0,505	0,79	0,281	0,417	0,317	0,364	0,577	0,001	6,777
	12	0,168	0,763	0,714	0,168	0,314	0,105	0,166	0,127	0,148	0	0	2,673
5	**0**	0,18	1,001	1,313	0,265	0,865	0,08	0,357	0,278	0,084	0,271	0,115	4,809
	4	0,155	0,862	1,026	0,226	0,717	0,068	0,273	0,242	0,075	0,272	0,119	4,035
	8	**Örnek yok**											
	12	0,148	1,191	1,45	0,271	0,799	0,058	0,286	0,244	0,075	0,246	0,091	4,859
6	**0**	0,196	0,56	1,755	0,271	1,582	0,261	0,331	0,243	0,054	0,343	0,204	5,8
	4	0,199	0,791	3,565	0,435	2,757	0,533	0,839	0,243	0,086	0,37	0,188	10,006
	8	0,152	0,446	1,758	0,318	1,365	0,248	0,451	0,244	0,06	0,313	0,132	5,487
	12	0,141	0,665	1,829	0,357	1,103	0,195	0,523	0,242	0,054	0,273	0,071	5,453
7	**0**	0,149	0,771	1,372	0,412	1,091	0,18	0,321	0,244	0,136	0,247	0,062	4,985
	4	0,151	1,005	2,113	0,565	1,495	0,239	0,443	0,243	0,166	0,261	0,07	6,751
	8	0,142	1,31	2,722	0,685	2,251	0,251	0,688	0,242	0,197	0,245	0,058	8,791
	12	0,133	1,817	1,792	0,528	1,578	0,154	0,475	0,242	0,157	0,224	0,021	7,121

Yeni Zelanda *Leptospermum* balı üzerinde yapılan profil analizinde ana flavonoidler olarak kersetin, luteolin, izoramnetin, krisin ve bilinmeyen bir flavonon tespit etmişlerdir. Fenolik asit olarak ise gallik asidi tespit etmişlerdir. Avusturalya balında flavonoid olarak mirisetin, luteolin ve trisetin bulunurken fenolik asit olarak gallik ve kumarik asit bulunmuştur (Yao ve ark., 2003).

Sergiel ve ark. (2014) Polonya menşeili balları üzerinde yapmış oldukları analizlerde fenolik asit olarak kafeik, klorojenik, p-kumarik, ferulik, homogenistik p-hidroksibenzoik ve vanilik asit içerdiğini flavonoid olarak ise apijenin, genistein, hesperidin, kampferol, luteolin, ramnetin, rutin, trisetin ve kersetin içerdiğini tespit etmişlerdir.

Kivrak ve Kivrak (2017) 60 Türk balında yaptıkları çalışmada homogentisik, gentisik, sirinjik, 3,4-dihidroksibenzoik, kafeik, vanillik, p-kumarik, 4-hidroksibenzoik ve trans-2-hidroksi sinamik asit türlerine rastlamışlardır.

Amazonlardan toplanan bal üzerinde yapılan çalışmada HPLC ile yapılan analizde örneklerde gallik asit, 3,4-hidroksibenzoik asit, 4-hidroksibenzoik asit, vanilik, salisilik, sirinjik, kumarik, sinamik asit, kateşol, *trans*,*trans*-absisik asit, *cis*,*trans*-absisik asit, taksifolin, narinjenin, luteolin fenolik bileşiklerine rastlanmıştır. Taksifolin flavonoidi bütün örneklerde baskın olduğu görülmüştür. Fenolik asit olarak gallik asit 18.2 - 92.7 mg/100g aralığındadır (da Silva ve ark., 2013).

Türkiye menşeili 30 kestane balında HPLC ile yapılan fenolik asit profilinde sırasıyla en fazla bulunan kafeik (44.52 mg/kg), protokateşuik (17.48 mg/kg) ve p-hidrobenzoik asit (21.50 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir (Gunes ve ark., 2017).

Gambacorta ve ark. (2014) İtalya menşeli ballarda yapılan çalışmaya göre fenolik profilinde gallik asit, ferulik asit ve kafeik asit yüksek düzeyde belirlenen fenolik asitlerdir.

Ayçiçeği balı flavonoidleri izole edilerek farklı yöntemlerle analize tabi tutulmuştur. RP-TLC, direk kolon türetme kullanılarak RP-HPLC/UV-Vis (diyot dizilimini saptama), GC/SM yöntemleridir. Pinosembrin, pinobanksin , krisin, galanjin ve kersetin beş ana bileşik tespit edildi. Tektokrisin ve kampferol iki de minör flavonoid tespit edildi. (Sabatier ve ark., 1992).

Martos ve ark. (2000) Avusturalya unifloral okaliptus ballarını HPLC ile analiz etmişlerdir. Mirisetin, trisetin, kersetin, luteolin ve kampferol flavonoidleri tüm numunelerde tespit edilmiştir.

4.2. Toplam Fenolik Madde Analiz Sonuçları

30°C'de bir yıl süreyle depolanan çam balı örneklerinin toplam fenolik madde analizine ait ortalama sonuçlar Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. 30 ºC'de depolanan Muğla çam ballarının toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve ABTS sonuçları

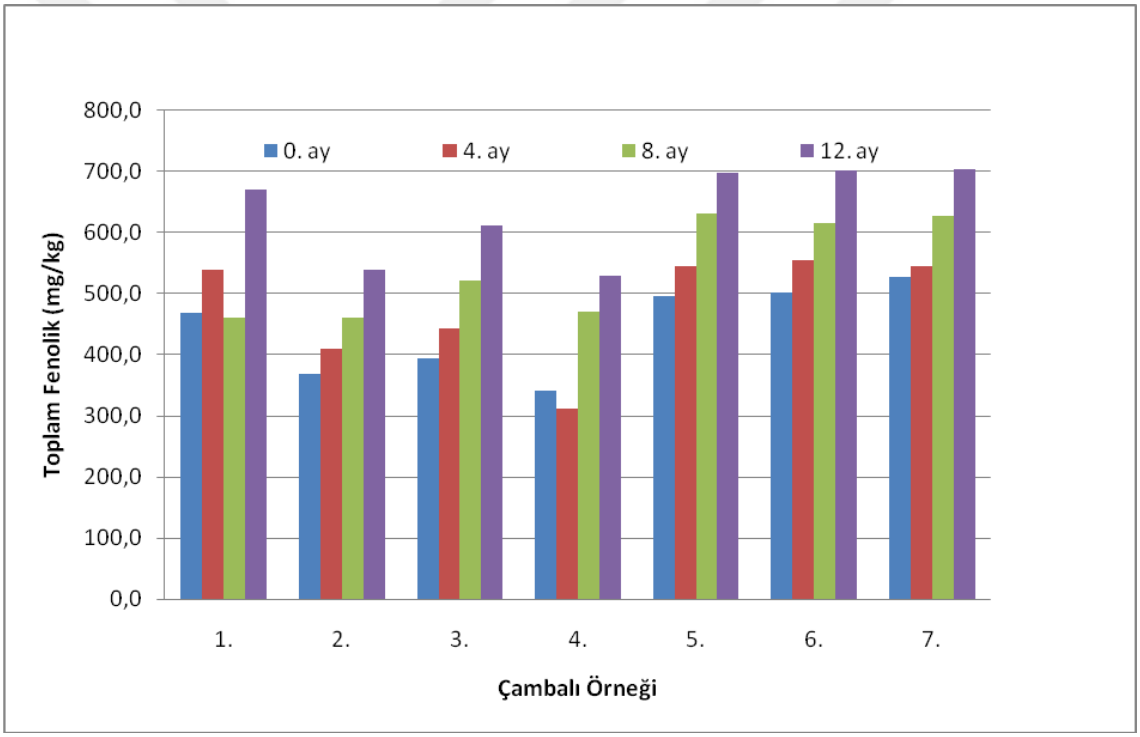
Örnek		**Toplam Fenolik Madde (mg/kg)**	**Toplam Flavonoid Madde (mg/kg)**	**ABTS (mmol troloks Eşdeğeri/ml)**
Bal Lokasyonu (A)	**1**	534.7±118.8	365.8±62.6	4.39±0.88
	2	444.7±68.0	101.2±54.3	3.76±0.50
	3	492.6±88.7	111.1±59.8	3.57±0.58
	4	413.2±102.2	119.3±33.3	2.74±0.40
	5	592.9±83.0	402.7±95.0	3.55±0.41
	6	593.3±79.4	198.7±63.0	3.37±0.49
	7	600.7±76.0	341.7±34.2	3.13±0.35
Depolama Periyodu(Ay) (B)	**0**	442.5±71.1	190.2±121.5	2.90±0.40
	4	478.3±92.8	240.9±154.2	3.37±0.58
	8	541.0±96.4	237.8±151.6	3.62±0.52
	12	636.7±73.6	268.4±115.1	4.12±0.70
AXB				
1(Datça)	**0**	468.9±2.1	311.7±47.6	3.32±0.73
	4	539.1±12.5	420.5±53.6	4.41±0.14
	8	460.5±205.0	324.5±61.1	4.34±0.23
	12	670.4±2.0	406.6±0.0	5.50±0.14
2(Merkez)	**0**	369.1±6.1	61.3±12.5	3.35±0.23
	4	410.0±1.3	59.1±6.5	3.35±0.11
	8	460.2±3.7	104.7±21.2	3.87±0.10
	12	539.5±0.7	179.8±30.3	4.45±0.15
3(Yatağan)	**0**	393.7±6.3	56.3±0.0	2.74±0.21
	4	442.6±9.8	94.8±12.2	3.48±0.27
	8	522.2±8.8	90.5±6.4	3.93±0.05
	12	612.0±0.8	202.7±26.1	4.11±0.67
4(Milas)	**0**	340.5±24.9	115.9±7.66	2.38±0.00
	4	311.2±83.3	83.7±31.30	2.46±0.00
	8	471.0±7.4	132.4±25.00	2.82±0.23
	12	530.2±4.6	145.5±42.50	3.31±0.08
5(Marmaris)	**0**	496.85±2.67	306.4±29.3	3.01±0.06
	4	545.43±2.61	402.9±18.2	3.58±0.29
	8	630.96±9.45	490.1±165.0	3.60±0.19
	12	698.50±3.30	411.2±29.3	4.02±0.16
6(Fethiye)	**0**	501.2±0.0	150.25±86.10	2.71±0.00
	4	555.6±3.4	275.73±0.00	3.22±0.4
	8	615.1±3.9	193.44±51.00	3.64±0.16
	12	701.4±1.9	175.19±6.21	3.91±0.05
7(Ortaca)	**0**	527.0±9.9	330.0±48.5	2.80±0.05
	4	544.2±0.0	349.8±57.2	3.08±0.21
	8	626.9±4.9	329.2±15.2	3.11±0.42
	12	704.7±5.0	357.9±32.9	3.52±0.28

Çizelge 4.3. 30ºC'de farklı sürelerde depolanan Muğla çam ballarının toplam fenolik madde sonuçlarına ait varyans analizi tablosu

		Toplam Fenolik Madde	
Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Bal lokasyonu	6	46798	25,95*
Depolama periyodu	3	1001331	56,19*
Bal çeşidi*Depolama periyodu	18	2088	1,16
Hata	28	1803	

* p<0.01

Çizelge 4.3'te belirtildiği gibi toplam fenolik madde üzerine bal çeşidi ve depolama periyodunun etkisi p<0.01 düzeyinde önemli olduğu tespit edilirken, bal çeşidi-depolama periyodu interaksiyonu istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.1. Muğla çam ballarının 30 ºC'de depolama sonucu toplam fenolik madde miktarındaki değişim *(mg GAE/kg)*

Çizelge 4.2'de verilen analiz sonuçlarına göre ortalama en yüksek toplam fenolik madde 600.7±76.0 mg GAE/kg ile Ortaca bölgesinde bulunmuştur. Bunu sırasıyla Fethiye ve Marmaris bölgelerinden toplanan çam balı örnekleri takip etmektedir. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi 30°C'de depolama süresince Muğla yöresinden

elde edilen tüm bölge ballarındaki en fazla toplam fenolik madde miktarı 12. ayda gözlemlenmiştir.

Depolanmamış (0) çam balı örneklerinde en fazla toplam fenolik maddeye sahip olan örnek 527.0±9.9 mg GAE/kg ile Ortaca bölgesidir. En düşük olan ise 340.5±24.9 mg GAE/kg ile Milas bölgesi olmuştur.

Datça bölgesine ait çam balı örneğinde yapılan toplam fenolik madde analizinde depolanmamış örnekte toplam fenolik madde miktarı 468.9±2.1 mg GAE/kg iken 12. ayda ise 670.4±2.0 mg GAE/kg'dır.

Merkez bölgesine ait çam balı örneğinde yapılan toplam fenolik madde analizinde depolanmamış örnekte toplam fenolik madde miktarı 369.1±6.1 mg GAE/kg iken 12. ayda ise 539.5±0.7 mg GAE/kg'dır.

Yatağan, Milas, Marmaris, Fethiye ve Ortaca bölgelerine ait çam balı örneklerinde yapılan toplam fenolik madde analizinde depolanmamış örnekte toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 393.7±6.3, 340.5±24.9, 496.85±2.67, 501.2±0.0 ve 527.0±9.9 mg GAE/kg iken 12.ayda toplam fenolik madde miktarı 612.0±0.8, 530.2±4.6, 698.50±3.30, 701.4±1.9 ve 704.7±5.0 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada 0. ve 12.ay karşılaştırıldığında 12.ayda toplam fenolik madde miktarında artış olduğu gözlemlenmektedir. Çalışmamıza göre azalma toplam fenolik madde miktarında azalma olan çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Ghirardello ve ark. (2016)'nın yapmış olduğu araştırmada farklı sıcaklıklarda (25°C, 5°C ve -25°C) farklı depolama sürelerinde (0, 4, 8, 12 ay) fındıklarda toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, antioksidan madde ve fenolik madde profili incelenmiştir. Depolanmamış fındık ile 12. ay sonundaki fındıkla karşılaştırıldığında toplam fenolik madde miktarının 12.ayda daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Klimczak ve ark. (2007) portakal sularında yaptığı araştırmada 4 ay süreyle 18 ºC, 28 ºC ve 38ºC' de depolanan örneklerde depolama sonunda toplam fenolik madde miktarında sırasıyla % 7, % 11 ve % 20' lik bir azalma olduğunu belirtmiştir.

Kotsiou ve Tasioula-Margari (2016) el değmemiş şekilde hazırlanan Yunan zeytin yağlarını merkezi ısıtması olmayan bodrum katta 24 ay boyunca depolamıştır. Depolama sonucunda toplam fenolik maddede ortalama %31 azalma olduğu saptanmıştır.

Ordonez-Santos ve ark. (2017) guava meyvesini 3 ay -20°C depolayıp toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesini gözlemlemişlerdir. -20°C'de guava

meyvesinin depolama sonunda yapılan ölçümlerde toplam fenolik maddenin % 69 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Kivi meyvesinde yapılan çalışmada 5°C, 15°C, 25°C ve 45 °C'de 72 saat boyunca depolama yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı depolama sıcaklığı azaldıkça azalma göstermiştir (Kim ve ark., 2018).

Selcuk ve Erkan (2015) modifiye atmosferde paketlenmiş Hicaznar meyvesini uzun süre 6°C ve % 90 nem altında depolamışlardır. Depodan çıkarılan her meyve 20°C'de 3 gün boyunca tutulmuştur. Depolamanın ilk 120 gününe kadar toplam fenolik madde miktarı yavaşça azalma göstermiştir. Sonraki depolama günlerinde düzenli şekilde azalma göstermiştir.

Castro-López ve ark. (2016) 8 farklı meyve içeceğini 20 gün boyunca 4°C, 8°C ve 11°C'de depolamışlardır. En yüksek toplam fenolik madde miktarını 3967.07 ± 2.47 GAE μg/ml ile nar suyunda tespit etmişlerdir. Depolama sonunda toplam fenolik madde miktarında artış tespit etmişlerdir. Literatürdeki çalışma bizim çalışmamızla karşılaştırıldığında aynı doğrultuda olduğu saptanmıştır.

Çalışmamıza göre toplam fenolik madde miktarının daha yüksek olduğu çalışmalar ise aşağıdaki gibidir.

Tezcan ve ark. (2011) bazı Türk ballarında toplam fenol miktarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda toplam fenol miktarını 360±0.02-1140±0.02 mg GAE/kg aralığında bulmuşlardır. Muğla yöresine ait çam balında toplam fenol miktarı 940±0.03 mg GAE/kg olarak bulunmuştur.

Güney Jalisco ve Meksika menşeli ballarda yapılan toplam fenolik madde analizinde sonuç 621.31 - 1368.41 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir (Tapia-Campos ve ark., 2017).

Çalışmamıza göre toplam fenolik madde miktarının daha düşük çıktığı çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Gambacorta ve ark. (2014) İtalya menşeli balarda yapılan çalışmaya göre fenolik madde içeriği 47.9 - 248.3 mg GAE/kg aralığında tespit edilmiştir.

Rodriguez-Malaver ve ark. (2009) Peru menşeli ballar üzerinde yaptıkları toplam fenolik madde analizinde sonuç 99.7 - 464.9 mg GAE/kg arasında bulunmuştur.

4.3. Toplam Flavonoid Analiz Sonuçları

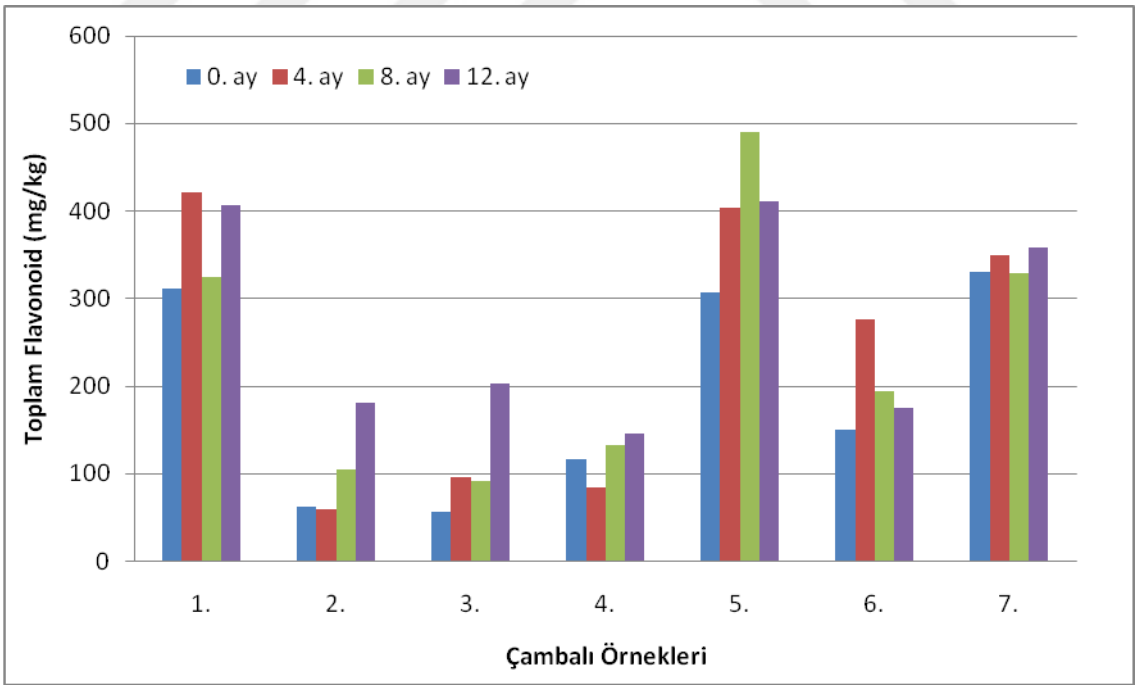
30°C'de bir yıl süreyle depolanan çam balı örneklerinin toplam flavonoid analizine ait ortalama sonuçlar Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2'de, örneklere ait varyans sonuçları ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. 30ºC'de farklı sürelerde depolanan Muğla çam ballarının toplam flavonoid madde sonuçlarına ait varyans analizi tablosu

		Toplam Flavonoid	
Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Bal çeşidi	6	139428	64,10*
Depolama periyodu	3	14757	6,78*
Bal çeşidi*Depolama periyodu	18	4158	1,91
Hata	28	2175	

* p<0.01

Çizelge 4.4'te belirtildiği üzere toplam flavonoid madde üzerine bal çeşidi ve depolama periyodunun p<0.01 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiş olup baş çeşidi-depolama periyodu interaksiyonu istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.2. Muğla çam ballarının 30 ºC'de depolama sonucu toplam flavonoid miktarındaki değişim *(mgQE/kg)*

Çizelge 4.2'te verilen analiz sonuçlarına göre ortalama en yüksek flavonoid madde miktarı 402.7±95.0 mg QE/kg ile Marmaris bölgesinde tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla Datça ve Ortaca bölgelerindeki örnekler takip etmektedir. Şekil 4.2'de görüldüğü üzere 30ºC'de depolanan Merkez,Yatağan, Milas,Marmaris ve Ortaca bölgelerindeki örneklerde en fazla toplam flavonoid madde miktarı 12. ayda gözlemlenmiştir. Datça ve Fethiye bölgelerinde ise en fazla toplam flavonoid madde miktarı 4. ayda tespit edilmiştir.

Depolanmamış (0) örnekler arasında en fazla toplam flavonoid maddeye sahip olan 330.0±48.5 mg QE/kg ile 7. örnektir. En düşük toplam flavonoid maddeye sahip olan ise 56.3±0.0 mg QE/kg ile 3. örnektir.

Datça bölgesine ait çam balı örneğinde toplam flavonoid madde analizinde depolanmamış örnekte toplam flavonoid madde miktarı 311.7±47.6 mg QE/kg iken 12. ayda 406.6±0.0 mg QE/kg olmuştur.

Merkez bölgesine ait çam balı örneğinde toplam flavonoid madde analizinde depolanmamış örnekte toplam flavonoid madde miktarı 61.3±12.5 mg QE/kg iken 12. ayda toplam falavanoid madde miktarı 179.8±30.3 mg QE/kg olarak gözlemlenmiştir.

Yatağan, Milas, Marmaris, Fethiye ve Ortaca bölgelerine ait çam balı örneklerinde toplam flavonoid madde analizinde depolanmamış örnekte toplam flavonoid madde miktarı sırasıyla 56.3±0.0, 115.9±7.66, 306.4±29.3, 150.25±86.10 ve 330.0±48.5 mg QE/kg iken 12.ayda 202.7±26.1, 145.5±42.50, 411.2±29.3, 175.19±6.21 ve 357.9±32.9 mg QE/kg olarak tespit edilmiştir.

Hasmah ve ark. (2013) *Orthosiphon stamineus* bitkisinde toplam flavonoid madde miktarını incelemişlerdir. *O.Stamineus* taze yaprakları delikli polietilen çantasına paketlenerek 4 hafta boyunca 5°C, 10°C ve 25°C'de depolanmıştır. Toplam flavonoid madde miktarı depolama sonunda önemli derecede azalma göstermiştir. Toplam flavonoid madde miktarı özellikle 10°C'de iken azalma göstermiştir.

Mphahlele ve ark. (2016) nar meyvesini modifiye atmosferde paketleyerek 7°C'de 4 ay boyunca depolamışlardır. 4 ay sonra yapılan ölçümlerde toplam flavonoid maddesinde % 65.43 düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çam balında yaptığımız çalışmaya göre toplam flavonoid miktarında azalma görülen çalışmalar yukarıda sıralanmıştır.

Wang ve ark. (2017) taze kabuklu ceviz örneklerini modifiye atmosferde paketleyerek 60 gün boyunca depolama ortamına almışlardır. Depolama sonunda

modifiye atmosfer altında paketlemenin toplam flavonoid miktarını koruduğu görülmüştür.

Özkök ve ark. (2010) Türkiye Muğla ilinde 50 çam balı örneğini incelemişlerdir. Bu 50 çam balında toplam flavonoid içeriği minimum 4.80 mg QE/ kg, maksimum 54.78 mg QE/kg ve ortalama 22.80 mg QE/kg şeklinde bulunmuştur.

Peru menşeli 10 bal üzerinde yapılan analizde toplam flavonoid madde miktarı 260 - 3100 mg QE/kg aralığında bulunmuştur (Rodriguez-Malaver ve ark., 2009).

Melipona beecheii balından metanolik ekstrakt elde edilerek toplam flavonoid ve flavonollerine bakılmıştır. Bunlar sırasıyla 3.61 ve 3.16 mg Kateşin veya Naringenin Eşdeğeri/100 g olarak tespit edilmiştir (Ruiz-Ruiz ve ark., 2017).

4.4. Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları

30°C'de bir yıl süreyle depolanan çam balı örneklerinin antioksidan kapasite analizine ait ortalama sonuçlar Çizelge 4.2'de ve örneklere ait varyans sonuçları ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. 30ºC'de farklı sürelerde depolanan Muğla çam ballarının toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve ABTS sonuçlarına ait varyans analizi tablosu

		ABTS	
Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Bal lokasyonu	6	2,12978	41,08*
Depolama periyodu	3	3,58672	69,18*
Bal çeşidi*Depolama periyodu	18	0,11931	2,30**
Hata	28	0,05185	

* $p<0.01$
** $p<0.05$

Çizelge 4.5'te görüldüğü üzere antioksidan kapasite üzerine bal çeşidi ve depolama periyodunun etkisi $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiş olup bal çeşidi- depolama periyodu interaksiyonları $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere ortalama antioksidan kapasite sonuçlarına göre en yüksek sonuç 4.39±0.88 mmol troloks/kg ile Datça bölgesinde en düşük ise 2.74±0.40 mmol troloks/kg ile Yatağan bölgesinde tespit edilmiştir. 30°C'de depolama sonucunda en fazla antioksidan kapasite tüm örneklerde 12. ayda gözlemlenmiştir.

Datça bölgesine ait çam balı örneğinde antioksidan kapasite analizinde depolanmamış örnekte antioksidan kapasitesi 3.32±0.73 mmol troloks/kg iken 12.ayda 5.50±0.14 mmol troloks/kg olarak tespit edilmiştir.

Merkez bölgesine ait çam balı örneğinde antioksidan kapasite analizinde depolanmamış örnekte antioksidan kapasitesi 3.35±0.23 mmol troloks/kg iken 12.ayda 4.45±0.15 mmol troloks/kg olarak tespit edilmiştir.

Yatağan, Milas, Marmaris, Fethiye ve Ortaca bölgelerine ait çam balı örneklerinde antioksidan kapasite analizinde depolanmamış örneklerde antioksidan kapasitesi 2.74±0.21, 2.38±0.00, 3.01±0.06, 2.71±0.00 ve 2.80±0.05 mmol troloks/kg olduğu tespit edilirken 12.ayda 4.11±0.67, 3.31±0.08, 4.02±0.16, 3.91±0.05 ve 3.52±0.28 mmol troloks/kg olarak tespit edilmiştir.

Rodriguez-Malaver ve ark. (2009) Peru menşeli 10 bal üzerinde yaptıkları antioksidan kapasite analizinde sonuç 9.38 - 56.96 mmol troloks/kg aralığında bulunmuştur. Çam balında yapmış olduğumuz çalışmada sonuçlar 2.74±0.40 - 4.39±0.88 mmol troloks/kg olarak bulunmuş olup literatüre göre sonuçların çok daha düşük olduğu saptanmıştır.

Güney Jalisco ve Meksika menşeli ballarda yapılan antioksidan kapasite analizinden elde edilen sonuçlar sırasıyla 1.6371 - 3.5364 mmol troloks/ kg ve 1.2189 - 5.2787 mmol troloks/kg'dır (Tapia-Campos ve ark., 2017). Çam balında yapmış olduğumuz çalışmada sonuçlar 2.74±0.40 - 4.39±0.88 mmol troloks/kg olarak bulunmuş olup literatürle sonuçların yakın olduğu gözlemlenmektedir.

Castro-López ve ark. (2016) 20 gün boyunca 4°C, 8°C ve 11°C'de depolanan 8 meyve suyunun antioksidan kapasitelerine DPPH yöntemiyle bakmışlardır. En yüksek antioksidan kapasite nar suyunda bulunmuş olup 552.93 ± 6.00 GAE µg /mL değerini tespit etmişlerdir.

Ayçiçeği ve funda balında yapılan antioksidan kapasite analizinde elde edilen sonuçlar sırasıyla % 6.49±0.16 ve %11.33±0.22 olarak bulunmuştur (Ozcan ve ark., 2017).

Soares ve ark. (2017) Portekiz menşeli balları 4 yıl boyunca 25°C'de depolanmışlardır. DPPH metoduyla yapılan analizler sonucunda örneklerin antioksidan kapasitesi renkten ziyade biyoaktif bileşiklerin içeriğiyle daha bağıntılı olduğu tespit edilmiştir. Depolamadan her bir örnek farklı şekilde etkilenmiştir.

Tezcan ve ark. (2011) Türk ballarında antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Antioksidan kapasitesini 60.06±5.07 - 1355±74.45 µg troloks eşdeğeri/ml aralığında bulmuşlardır. Muğla yöresine ait çam balında antioksidan kapasitesini 70.63±8.71 µg troloks eşdeğeri/ml olarak bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada Muğla ilinin 7 farklı yöresine ait ballar (Datça, Merkez, Yatağan, Milas, Marmaris, Fethiye, Ortaca) 12 ay boyunca depolanmıştır. Depolamanın her 4 aylık periyodundan örnekler alarak depolamanın fenolik profili, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Muğla yöresinden temin edilen 7 farklı bölge çam ballarının fenolik profili gallik asit, protokateşuik asit, 4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, Sirinjik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, apijenin, kersetin, kampferol olarak belirlenmiştir. Tüm çam balı örneklerinde miktrsal olarak en fazla değere sahip olan fenolik madde 4-hidroksibenzoik asit olmuştur. 4-hidroksibenzoik asidin en fazla olduğu bölge ise Fethiye olmuştur. 4-hidroksibenzoik asidi takip eden fenolik asitler ise sırasıyla protokateşuik ve sirinjik asittir.

Analiz sonuçlarına göre ortalama en yüksek toplam fenolik madde 600.7±76.0 mg GAE/kg ile Ortaca bölgesinde bulunmuştur. Bunu sırasıyla Fethiye ve Marmaris bölgeleri çam balı örnekleri takip etmektedir.

Çam balının 30°C'de depolanması sonucunda en fazla toplam fenolik madde miktarı tüm örneklerde 12. ayda gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre ortalama en yüksek flavonoid madde miktarı 402.7±95.0 mg QE/kg ile Marmaris bölgesinde tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla Datça ve Ortaca bölgeleri takip etmektedir.

Çam balının 30°C'de depolanması sonucunda Merkez, Yatağan, Milas ve Ortaca bölgelerinden toplanan örneklerde en fazla toplam flavonoid madde miktarı 12. ayda gözlemlenmiştir. Datça ve Fethiye bölgelerinden toplanan örneklerde ise en fazla toplam flavonoid madde miktarı 4. ayda tespit edilmiştir. Marmaris bölgesinden toplanan örneklerde en fazla toplam flavonoid madde 8.ayda gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre ortalama antioksidan kapasite sonuçlarına göre en yüksek sonuç 4.39±0.88 mmol troloks/kg ile Datça bölgesinde en düşük ise 2.74±0.40 mmol troloks/kg ile Yatağan bölgesinde tespit edilmiştir.

30°C'de depolama sonucunda en fazla antioksidan kapasite tüm örneklerde 12. ayda gözlemlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan kapasitesi arasında doğru orantılı ilişki mevcuttur. Toplam fenolik madde miktarının artış gösterdiği periyotlarda antioksidan kapasite de artış göstermiş olup tüm örneklerde toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite 12.ayda en yüksek düzeyde gözlemlenmiştir.

5.2 Öneriler

Son yıllarda ülkemizde ve özellikle gelişmiş ülkelerde doğal gıdalara ilgi artmış durumdadır. Bu doğal gıdaların başında bal gelmektedir. Piyasaya arz edilen balların kimyasal içeriğinin bilinebilmesi için kimyasal ve fiziksel analizler yapılarak sonuçların ortaya konulması gerekmektedir.

Balın depolanmasında dikkat edilmesi gereken etmenler; depolama ortamının sıcaklığı, nemi, ambalaj kaplarının özelliği, depolama ortamının aydınlatılması, depolama süresi gibi parametrelerdir.

Bu çalışmada Muğla iline ait çam ballarında depolamanın fenolik madde profili, Toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı ve antioksidan kapasitesi üzerine etkileri gözlemlenmiştir.

Çam balı üretiminin % 90'ı ülkemize aittir ve bu konuda bilimsel çalışmalar çok az sayıdadır. Çalışmaların ve tanıtımların ivedilikle artması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar sayesinde çam balını tanıtma ve pazarlama açısından kolaylıklar sağlanacaktır. Tanıtımlar aracılığıyla ülkemiz ihracatına katkı sağlanabilir. Yaptığımız çalışma ile bilime ve ülkemize katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Çam balı kıvamı bozulmadan yıllarca saklanabilmektedir. Çiçek balından çok daha geç kristalleşmekte ve rengi daha koyudur. Hatta bazı durumlarda yıllarca kristalleşmediği görülmektedir. Bu özellikleri sayesinde tıpta ve gıda sektöründe doğal katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Çam balının depolama sıcaklığı 25°C'yi aşmaması dikkate alındığında yaptığımız çalışma ile uygun depolama sıcaklığının üzerindeki bir değerde ne tür değişikler olduğunu görmüş bulunmaktayız.

Elde edilen veriler, bala özgü kalite kriterlerinin korunması ve halk sağlığına zararlı bileşiklerin oluşumunun önlenmesi için Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde yer almayan uygun muhafaza koşullarının belirlenmesine ilişkin fikir vermektedir.

KAYNAKLAR

Akbulut, M., Özcan, M. M. ve Çoklar, H., 2009, Functional Properties Of Traditional Foods, Springer, p. 577-589.

Al-Mamary, M., Al-Meeri, A. ve Al-Habori, M., 2002, Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey, *Nutrition Research*, 22 (9), 1041-1047.

Aljadi, A. M. ve Kamaruddin, M. Y., 2002, Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honey, *Food Chemistry*, 85(2004).

Anonim, 2012, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Bal Tebliği. Tebliğ No:2012/58, Resmi Gazete. 27.07.2012/28366.

Anonim, 2015, Muğla'da dünden bugüne çam balı,, http://yucita.org/uploads/ulusaletkinlik/2016_1/Ziya_Sahin-Muglada_Dunden_Bugune_Cam_Bali.pdf: [30.03.2017].

Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M. ve Golob, T., 2007, Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, *Food Chemistry*, 105 (2), 822-828.

Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S. ve Kolayli, S., 2015, An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles, *Food Chemistry*, 180, 133-141.

Castro-López, C., Sánchez-Alejo, E. J., Saucedo-Pompa, S., Rojas, R., Aranda-Ruiz, J. ve Martínez-Avila, G. C. G., 2016, Fluctuations in phenolic content, ascorbic acid and total carotenoids and antioxidant activity of fruit beverages during storage, *Heliyon*, 2 (9), e00152.

Chaikham, P. ve Prangthip, P., 2015, Alteration of antioxidative properties of longan flower-honey after high pressure, ultra-sonic and thermal processing, *Food Bioscience*, 10, 1-7.

da Silva, I. A. A., da Silva, T. M. S., Camara, C. A., Queiroz, N., Magnani, M., de Novais, J. S., Soledade, L. E. B., Lima, E. d. O., de Souza, A. L. ve de Souza, A. G., 2013, Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil, *Food Chemistry*, 141 (4), 3552-3558.

Das, A., Datta, S., Mukherjee, S., Bose, S., Ghosh, S. ve Dhar, P., 2015, Evaluation of antioxidative, antibacterial and probiotic growth stimulatory activities of Sesamum indicum honey containing phenolic compounds and lignans, *Lwt-Food Science and Technology*, 61 (1), 244-250.

Devarajan, S. ve Venugopal, S., 2012, Antioxidant and alpha-amylase inhibition activities of phenolic compounds in the extracts of Indian honey, *Chinese Journal of Natural Medicines*, 10 (4), 255-259.

Doğan, M., 2013, Ege Bölgesİnde Üretİlen Hayit Ve Çam Ballarinda Isitmanin Ve Depolama Süresİnİn Hİdroksİmetİlfurfural Mİktari Ve Dİastaz Sayisi Üzerİne Etkİlerİ, *Adnan Menderes Ünİversİtesİ*.

Gambacorta, E., Simonetti, A., Garrisi, N., Intaglietta, I. ve Perna, A., 2014, Antioxidant properties and phenolic content of sulla (Hedysarum spp.) honeys from Southern Italy, *International Journal of Food Science and Technology*, 49 (10), 2260-2268.

Ghirardello, D., Bertolino, M., Belviso, S., Dal Bello, B., Giordano, M., Rolle, L., Gerbi, V., Antonucci, M., Spigolon, N. ve Zeppa, G., 2016, Phenolic composition, antioxidant capacity and hexanal content of hazelnuts (Corylus

avellana L.) as affected by different storage conditions, *Postharvest Biology and Technology*, 112, 95-104.

Gunes, M. E., Sahin, S., Demir, C., Borum, E. ve Tosunoglu, A., 2017, Determination of phenolic compounds profile in chestnut and floral honeys and their antioxidant and antimicrobial activities, *Journal of Food Biochemistry*, 41 (3).

Hasmah, E. A. E., Tarmizi, S. A., Ismawaty, N. N. ve Ghani, O. A., 2013, Total Phenolic, Total Flavonoid and Rosmarinic Acid Contents in Orthosiphon stamineus (Misai Kucing) in Relation to Storage Conditions, *Vii International Postharvest Symposium*, 1012, 837-842.

Hatjina, F. ve Bouga., M., 2009, Portraıt Of Marchalına Hellenıca Gennadıus (Hemıptera: Margarodıdae),The Maın Producıng Insect Of Pıne Honeydew-Bıology, Genetıc Varıabılıty And Honey Productıon, *Arı Bilimi*, 9(4)

Kahraman, S. D., 2012, SÜZME BALLARDA MUHAFAZA SICAKLIĞININ HMF DEĞERİ VE DİASTAZ AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ.

Karabagias, I. K., Vavoura, M. V., Nikolaou, C., Badeka, A. V., Kontakos, S. ve Kontominas, M. G., 2014, Floral authentication of Greek unifloral honeys based on the combination of phenolic compounds, physicochemical parameters and chemometrics, *Food Research International*, 62, 753-760.

Kaygusuz, H., Tezcan, F., Erim, F. B., Yildiz, O., Sahin, H., Can, Z. ve Kolayli, S., 2016, Characterization of Anatolian honeys based on minerals, bioactive components and principal component analysis, *Lwt-Food Science and Technology*, 68, 273-279.

Kečkeš, S., Gašić, U., Veličković, T. Ć., Milojković-Opsenica, D., Natić, M. ve Tešić, Ž., 2013, The determination of phenolic profiles of Serbian unifloral honeys using ultra-high-performance liquid chromatography/high resolution accurate mass spectrometry, *Food Chemistry*, 138 (1), 32-40.

Kek, S. P., Chin, N. L., Yusof, Y. A., Tan, S. W. ve Chua, L. S., 2014, Total Phenolic Contents and Colour Intensity of Malaysian Honeys from the Apis spp. and Trigona spp. Bees, *2nd International Conference on Agricultural and Food Engineering (Cafe 2014) - New Trends Forward*, 2, 150-155.

Kim, A. N., Kim, H. J., Chun, J., Heo, H. J., Kerr, W. L. ve Choi, S. G., 2018, Degradation kinetics of phenolic content and antioxidant activity of hardy kiwifruit (Actinidia arguta) puree at different storage temperatures, 89.

Kivrak, S. ve Kivrak, I., 2017, Assessment of phenolic profile of Turkish honeys, *International Journal of Food Properties*, 20 (4), 864-876.

Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M. ve Gliszczynska-Swiglo, A., 2007, Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (3-4), 313-322.

Kotsiou, K. ve Tasioula-Margari, M., 2016, Monitoring the phenolic compounds of Greek extra-virgin olive oils during storage, *Food Chemistry*, 200, 255-262.

Kucuk, M., Kolayli, S., Karaoglu, S., Ulusoy, E., Baltaci, C. ve Candan, F., 2007, Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia, *Food Chemistry*, 100 (2), 526-534.

Martos, I., Ferreres, F., Yao, L. H., D'Arcy, B., Caffin, N. ve Tomas-Barberan, F. A., 2000, Flavonoids in monospecific Eucalyptus honeys from Australia, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (10), 4744-4748.

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 honey, as well as their radical scavenging activity, *Food Chemistry*, 91 (3), 571-577.

Molan, P. C., 1996, Authenticity in honey, *London*, Blackie Academic and Professional, p.

Moniruzzaman, M., Khalil, M. I., Sulaiman, S. A. ve Gan, S. H., 2012, Advances in the Analytical Methods for Determining the Antioxidant Properties of Honey: A Review, *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines*, 9 (1), 36-42.

Mphahlele, R. R., Fawole, O. A. ve Opara, U. L., 2016, Influence of packaging system and long term storage on physiological attributes, biochemical quality, volatile composition and antioxidant properties of pomegranate fruit, *Scientia Horticulturae*, 211, 140-151.

Nizamoğlu, N. M., , ve Nas, S., 2010, Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (1).

Ordonez-Santos, L. E., Martinez-Giron, J. ve Arias-Jaramillo, M. E., 2017, Effect of ultrasound treatment on visual color, vitamin C, total phenols, and carotenoids content in Cape gooseberry juice, *Food Chemistry*, 233, 96-100.

Ouchemoukh, S., Schweitzer, P., Bey, M. B., Djoudad-Kadji, H. ve Louaileche, H., 2010, HPLC sugar profiles of Algerian honeys, *Food Chemistry*, 121 (2), 561-568.

Ozcan, M. M., Al Juhaimi, F., Uslu, N., Ghafoor, K. ve Babiker, E. F., 2017, A traditional food: Sunflower (Helianthus annuus L.) and Heather [Calluna vulgaris (L.) Hull] honeys, *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 16 (1), 78-82.

Özkök, A., D'arcy, B. ve Sorkun, K., 2010, Total Phenolic And Total Flavonoid Content Of Turkish Pine Honeydew Honey, *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 2(2).

Pyrzynska, K. ve Biesaga, M., 2009, Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey, *Trac-Trends in Analytical Chemistry*, 28 (7), 893-902.

Rodriguez-Malaver, A. J., Rasmussen, C., Gutierrez, M. G., Gil, F., Nieves, B. ve Vit, P., 2009, Properties of Honey from Ten Species of Peruvian Stingless Bees, *Natural Product Communications*, 4 (9), 1221-1226.

Ruiz-Ruiz, J. C., Matus-Basto, A. J., Acereto-Escoffie, P. ve Segura-Campos, M. R., 2017, Antioxidant and anti-inflammatory activities of phenolic compounds isolated from Melipona beecheii honey, *Food and Agricultural Immunology*, 28 (6), 1424-1437.

Sabatier, S., Amiot, M. J., Tacchini, M. ve Aubert, S., 1992, Identification of Flavonoids in Sunflower Honey, *Journal of Food Science*, 57 (3), 773-&.

Selcuk, N. ve Erkan, M., 2015, Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv. 'Hicaznar' during long-term storage under modified atmosphere packaging, *Postharvest Biology and Technology*, 109, 30-39.

Sergiel, I., Pohl, P. ve Biesaga, M., 2014, Characterisation of honeys according to their content of phenolic compounds using high performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry, *Food Chemistry*, 145, 404-408.

Silici, S., Sagdic, O. ve Ekici, L., 2010, Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys, *Food Chemistry*, 121 (1), 238-243.

Silva, T. M. S., dos Santos, F. P., Evangelista-Rodrigues, A., da Silva, E. M. S., da Silva, G. S., de Novais, J. S., dos Santos, F. D. R. ve Camara, C. A., 2013, Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and

antioxidant activity of jandaira (Melipona subnitida) honey, *Journal of Food Composition and Analysis*, 29 (1), 10-18.

Soares, S., Pinto, D., Rodrigues, F., Alves, R. C. ve Oliveira, M. B. P. P., 2017, Portuguese Honeys from Different Geographical and Botanical Origins: A 4-Year Stability Study Regarding Quality Parameters and Antioxidant Activity, *Molecules*, 22 (8).

Subramanian, A. P., John, A. A., Vellayappan, M. V., Balaji, A., Jaganathan, S. K., Manikandan, A. ve Supriyanto, E., 2017, An insight into the putative role of victuals like honey and its polyphenols in breast cancer, *Current Science*, 112 (9), 1839-1854.

Tapia-Campos, E., Castaneda-Saucedo, M. C., Ramirez-Anaya, J. D., Macias-Macias, J. O., Barajas-Perez, J. S., Tapia-Gonzalez, J. M. ve Alaniz-Gutierrez, L., 2017, Physical-Chemical Characterization, Phenolic Content and Consumer Preferences of Apis Mellifera Honey in Southern Jalisco, Mexico, *Interciencia*, 42 (9), 603-609.

Tezcan, F., Kolayli, S., Ulusoy, H. S. E. ve Erim, F. B., 2011, Evaluation of organic acid, saccharide composition and antioxidant properties of some authentic Turkish honeys, *Journal of Food and Nutrition Research*, 50 (1), 33-40.

Turkmen, N., Sari, F., Poyrazoglu, E. S. ve Velioglu, Y. S., 2006, Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey, *Food Chemistry*, 95 (4), 653-657.

Wang, J., Li, P., Gong, B., Li, S. Y. ve Ma, H. L., 2017, Phenol metabolism and preservation of fresh in-hull walnut stored in modified atmosphere packaging, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (15), 5335-5342.

Wang, X. H., Gheldof, N. ve Engeseth, N. J., 2004, Effect of processing and storage on antioxidant capacity of honey, *Journal of Food Science*, 69 (2), C96-C101.

Wilczynska, A., 2014, Effect of filtration on colour, antioxidant activity and total phenolics of honey, *Lwt-Food Science and Technology*, 57 (2), 767-774.

Yao, L. H., Datta, N., Tomas-Barberan, F. A., Ferreres, F., Martos, I. ve Singanusong, R., 2003, Flavonoids, phenolic acids and abscisic acid in Australian and New Zealand Leptospermum honeys, *Food Chemistry*, 81 (2), 159-168.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Zeynep DÖNMEZ
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Ankara- 03.02.1989
Telefon	**:**	554 763 9178
Faks	**:**	
e-mail	**:**	Dnmz.zeynep@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Pursaklar Lisesi,Pursaklar, Ankara**	**2006**
Üniversite	:	**Gazi Osman Paşa, Tokat**	**2011**
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2014-2015	Özdoğanay Yemek A.Ş.	Gıda Mühendisi
2012	İdeal Lezzet Yemek A.Ş.	Gıda Mühendisi
2018-...	Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu	Uzman

YABANCI DİLLER

İngilizce