



## Determination of Some Properties of Jam and Marmalade Produced from Different Blueberry Varieties (*Vaccinum Sp.*)

Emine Kübra Güzel<sup>1,a</sup>, Cemal Kaya<sup>2,b</sup>, Esra Esin Yücel<sup>2,c,\*</sup>, Mustafa Bayram<sup>2,d</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Institute of Science, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

<sup>2</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

\*Corresponding author

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                            | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 27/03/2021<br/>Accepted : 14/05/2021</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Blueberry<br/>Jam<br/>Marmalade<br/>Phenolic<br/>Antioxidant capacity</p> | <p>In this study, seasonal fruits belonging to two different varieties of Blueberry (Brigitta and Darrow) grown in Turkey were processed into jam and marmalade in order to ensure their availability throughout the year. It is aimed to examine the changes in the phytochemical properties of the obtained products during the storage period, such as total phenolic substance, total anthocyanin and antioxidant capacity, which are extremely important in terms of nutrition and health. Total phenolics content (TPC), total antioxidant capacity (TEAC and FRAP), total anthocyanins (TA), polymeric color (PC) and hydroxymethylfurfural (HMF) analyses were performed in fresh currant fruits at the beginning of the storage. Also, the same analyses were carried out on jams and marmalades at the end of 6-month storage period. During storage, the amount of total phenolic compounds, TEAC value, FRAP value and amount of anthocyanin values for jam and marmalade samples varied between respectively are 178.68-518.45 µg GAE/g; 1.16-11.60 µmol TE/g; 1.83-10.33 µmol TE/g; 7.35-298.22 µg cy-3 glu/g. Darrow blueberry samples had the highest values in the all types of blueberry jam and marmalade during storage. At the end of 6 months of storage period, it was observed to jam and marmalade samples of Darrow variety had the highest increase (124% and 73%) in terms of polymeric color value, on the other hand jam and marmalade samples of Brigitta variety had the highest increase (65% and 87%) in terms of HMF value.</p> |

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(5): 937-945, 2021

## Farklı Maviyemiş Çeşitlerinden (*Vaccinum Sp.*) Üretilen Reçel ve Marmelatın Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi

| MAKALE BİLGİSİ                                                                                                                                                                                   | ÖZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 27/03/2021<br/>Kabul : 14/05/2021</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Yaban mersini<br/>Reçel<br/>Marmelat<br/>Fenolik<br/>Antioksidan kapasite</p> | <p>Yapılan bu çalışmada, Türkiye’de yetişen iki farklı Maviyemiş (Brigitta ve Darrow) çeşidine ait sezonluk meyveler tüm yıl boyunca ulaşılabilirliğinin sağlanması amacıyla reçel ve marmelata işlenmiştir. Elde edilen ürünlerin depolama süresince toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesi gibi beslenme ve sağlık açısından son derece önemli fitokimyasal özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Taze maviyemiş meyvelerinde başlangıçta, reçel ve marmelatlarda ise 6 aylık depolama sürecinin 0, 2, 4 ve 6. aylarında toplam fenolik madde, antioksidan kapasite (TEAC, FRAP), toplam antosiyanin, polimerik renk ve HMF analizleri yapılmıştır. Depolama süresince maviyemiş çeşitlerine ait reçel ve marmelat örneklerinde toplam fenolik madde miktarı 178,68-518,45 µg GAE/g; TEAC değerleri 1,16-11,60 µmol TE/g; FRAP değerleri 1,83-10,33 µmol TE/g ve antosiyanin miktarının 7,35-298,22 µg cy-3 glu/g arasında değiştiği ve en yüksek değerlere Darrow çeşidine ait örneklerin sahip olduğu belirlenmiştir. 6 aylık depolama süresi sonunda Polimerik renk değeri bakımından en fazla artışın (%124 ve %73) Darrow çeşidine ait reçel ve marmelat örneklerinde gerçekleştiği, HMF değeri bakımından ise en fazla artışın (%65 ve %87) Brigitta çeşidine ait reçel ve marmelat örneklerinde meydana geldiği gözlemlenmiştir.</p> |

<sup>a</sup> [ekubra\\_guzel@hotmail.com](mailto:ekubra_guzel@hotmail.com)  
<sup>c</sup> [esinyasemin@yahoo.com](mailto:esinyasemin@yahoo.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2284-8937>  
<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0470-0015>

<sup>b</sup> [cemal.kaya@gop.edu.tr](mailto:cemal.kaya@gop.edu.tr)  
<sup>d</sup> [mustafa.mbayram@gop.edu.tr](mailto:mustafa.mbayram@gop.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8354-9565>  
<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8232-226X>



## Giriş

Maviyemiş (Yaban mersini, *vaccinum sp.*) *ericaceae* familyasına ait çok yıllık bir meyvedir. (Banerjee ve ark., 2021). Besin ve sağlık değeri açısından zengin olan ve tüm dünyada bilinen maviyemiş, gıda ve tarım örgütü (FAO) tarafından insanlar için tüketilmesi gereken 5 sağlıklı gıdadan biri olarak gösterilmiştir (Martynenko ve Chen, 2016; Yang ve ark., 2021). Yaban mersini, flavonoidler (antosiyenin, flavonoller, flavanoller), flavonoid olmayan tanenler ve hidroksisinnamik asitler içerir (Wang ve ark., 2017; Miller ve ark., 2019).

Antosiyeninler fenolik bileşenlerin flavonoidler sınıfında yer alan suda çözünür pigmentlerdir. Antosiyeninler serbest radikalleri önleme ve güçlü antioksidan özellikleri ile bilinmektedir (Li ve ark., 2021). Maviyemiş (*Vaccinum sp.*) antosiyenince oldukça zengin bir meyve olup fenolik bileşenlerinin yarısından fazlasını antosiyeninler oluşturmaktadır. Maviyemiş ekstraktlarında yaklaşık 22 çeşit antosiyenin tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2017). Ayrıca maviyemiş, iyi miktarda askorbik asit, K vitamini, B9 vitamini, magnezyum ve diyet lifi de içermektedir (Miller ve ark., 2019; Banerjee ve ark., 2021). Yaban mersini diyabet, hipertansiyon, hiperlipidemi, kemikler, göz sağlığı, kardiyovasküler ve kanser gibi hastalıkları önlemede içindeki vitaminler, antosiyeninler, diğer fenolik maddeler ve asitlerle birlikte antioksidan bakımından zengin bir kaynaktır (Yang ve ark., 2021).

Maviyemiş taze ve kuru meyve olarak tüketildiği gibi, meyve suyu, süt ürünleri (yaban mersinli dondurma, süt, yoğurt v.s.), şarap, çay, kek, puding, pasta, reçel, marmelat, jöle ve konserve sanayiinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda ilaç ve kozmetik sanayiinde de maviyemiş meyvesinden yararlanılmaktadır (Banerjee ve ark., 2021; Çelik ve Odabaş, 2020).

Olgun yaban mersini; koyu mavi renkli, kendine has belirli bir tatlı ve ekşi tada sahip, küresel şekilli bir meyvedir. Doğal olgunlaşma sürecinde taze meyvelerin, aşırı doku yumuşaması ve mantar saldırısına karşı duyarlılığı nedeniyle raf ömrü çok kısadır (Zhang ve ark., 2016). Yabanmersininin sezon dışında da tüm yıl boyunca tüketimini sağlamak amacıyla meyveleri raf ömrü uzun olan reçel ve marmelata işlemek en çok tercih edilen yoldur (Scibisz ve Mitek., 2009).

Yapılan bu çalışmada, Türkiye’de yetişen iki farklı Maviyemiş (Brigitta-Darrow) çeşidine ait meyvelerin değerlendirilme yöntemlerinden olan reçel ve marmelata işlenmesi ve elde edilen ürünlerin depolama süresince toplam fenolik madde, toplam antosiyenin ve antioksidan kapasitesi gibi beslenme ve sağlık açısından son derece önemli fitokimyasal özelliklerindeki değişimlerin incelenerek, bu tür ürünlerin besleyici özelliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmada materyal olarak, Trabzon Hayrat’ta bulunan Nuhoğlu Vakfı’na ait meyve bahçesinden temin edilen Brigitta ve Darrow çeşidi maviyemiş meyveleri kullanılmıştır (Şekil 1).

Reçel ve marmelatların üretiminde Türkiye Şeker Fabrikaları tarafından üretilen kristal toz şeker (saf kristal

sakkaroz, çay sekeri), esterifikasyon derecesi (DE) %65-70 düzeyinde olan orta hızda jelleşen turuncuğil pektini (pectin classic CF 307, Herbstreith&Fox KG, Almanya) ve sitrik asit (Merck) kullanılmıştır. Ürünlerin ambalajlanmasında piyasadan satın alınan 200 cc’lik contalı twist-off kapaklı cam kavanozlar (Şişecam, Türkiye) kullanılmıştır.

### Yöntem

#### Maviyemişin Reçel ve Marmelata İşlenmesi

Bu çalışmada ekstra geleneksel reçel ve geleneksel marmelat üretilmesi planlanarak, reçete düzenlenmesinde, (meyve oranı) Türk Gıda Kodeksi Reçel, Marmelat, Jöle ve Kestane püresi tebliğinde (2006/55) belirtilen hükümlere bağlı kalınmış diğer maddelerin belirlenmesinde ise tekniğin gereği esas alınmıştır. Maviyemiş meyveleri Şekil 2’de gösterilen işlemlere uygun olarak reçel ve marmelata işlenmiştir. Bu amaçla temin edilen taze Maviyemiş meyveleri seçme ve ayıklama işlemlerine tabi tutulmuştur. Reçel üretimi için uygun meyvelerin üzerine, marmelat üretimi içinse meyveler parçalayıcıda pulp haline getirildikten sonra üzerine 1:1,2 (meyve:şeker) oranında şeker ilave edilmiştir. Daha sonra şeker ilave edilen örneklerle açık kazanda pişirme (atmosferik basınçta) tekniği uygulanmıştır. Refraktometre ile kuru madde oranı belirli aralıklarla ölçülerek, pişirme süresi yaklaşık 30 dakika olarak tüm örneklerle standart olarak uygulanmaya çalışılmıştır. Kaynamaya başladıktan 10-12 dakika sonra suda çözünür kuru madde oranı (SÇKM) %50-60 düzeyine eriştiğinde jel yapının oluşturulması amacıyla yaklaşık %0,50 oranında pektin ilave edilmiştir. 2 dakika sonra da sakkarozun kısmen inversiyonu amacıyla sitrik asit çözeltisi (pH’ı 2,8-3,5’e ayarlamayı sağlayacak miktarda) ilave edilmiştir. Ürünlerin SÇKM’si %68-70’e ulaştığında pişirme işlemi sonlandırılmıştır. Pişirme işlemi sonrasında beklemeksizin ürünler 200 ml’lik metal kapaklı cam kavanozlara sıcak olarak doldurulmuş ve kavanozların ağızları metal twist-off kapaklar ile sıkıca hermetik olarak kapatılıp, kavanozlar ters çevrilmiştir. Ambalajlanan ürünler yaklaşık 30°C ye kadar soğutulmuştur ve analiz anına kadar oda sıcaklığında karanlık bir yerde muhafaza edilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve ürünler 6 ay süre ile oda koşullarında depolanmıştır.

### Analiz Yöntemleri

Maviyemiş meyvelerine işleme öncesinde, maviyemişlerden üretilen ve 6 aylık depolama uygulanan reçel ve marmelat örneklerine depolama süresince (0, 2, 4 ve 6. ay) aşağıda belirtilen analizler uygulanmıştır.

#### Toplam Fenolik Madde Tayini

Homojenize edilen örneklerde toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden µg GAE/g olarak ifade edilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

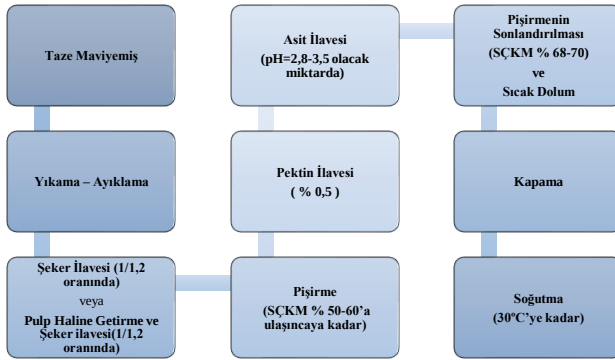
#### Toplam Monomerik Antosiyenin Tayini

Ürünlerin toplam monomerik antosiyenin miktarı pH diferansiyel metodu kullanılarak belirlenmiştir (Giusti ve ark., 1999). Örneklerin toplam monomerik antosiyenin miktarı siyanidin-3 glikozid (cy-3) µg/g olarak hesaplanmıştır (Crafts-Brandner ve ark., 1984).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan Brigitta (2) ve Darrow (3) Maviyemiş çeşidine ait meyvelerin görünüşü

Figure 1. The appearance of fruits belonging to the Blueberry cultivar Brigitta (2) and Darrow (3) used in the study



Şekil 2. Maviyemiştten reçel ve marmelat üretim akım şeması

Figure 2. Production steps of Blueberry jam and marmalade

#### Troloks Ekvivalent Antioksidan Kapasitesi (TEAC) Tayini

Antioksidan aktivite analizi, Troloks Eşdeğeri Cinsinden Antioksidan Kapasite (TEAC) yöntemiyle Rice-Evans ve ark. (1996) ile Özgen ve ark. (2006) uyguladığı yöntemin modifikasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Örneklerin antioksidan kapasiteleri  $\mu\text{mol}$  Troloks eşdeğeri (TE)/g olarak verilmiştir.

#### Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi (FRAP) Tayini

Örneklerde demir iyon indirgeyici antioksidan kapasite analizi Benzie ve Strain (1996)'ın uyguladığı yöntemle gerçekleştirilmiş ve sonuçlar  $\mu\text{mol}$  Troloks eşdeğeri (TE)/g olarak belirtilmiştir.

#### Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini

HMF analizi Mendoza et al., (2002)'den modifiye edilerek Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) (Perkin Elmer series 200 Tokyo, Japan) cihazı kullanılarak Varian OmniSpher 5 C18 (250x4,6 mmx1/4) kolon ile 280 nm dalga boyunda, 0,25 ml/dak akış hızında gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak %80 0,0125 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + %20 metanol kullanılmış olup, analiz süresi 25 dakika, kolon sıcaklığı ise 45°C'dir. HMF miktarı hazırlanan HMF standart grafiği kullanılmak suretiyle hesaplanmış ve sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

#### % Polimerik Renk Tayini

Yüzde polimerik renk, spektrofotometrik yöntemle Giusti ve Wrolstad (2005)'in tanımladığı şekilde yapılmıştır.

#### İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulgular SAS (SAS 2006) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar PROC TABULATE kullanılarak hesaplanmış olup varyans analiz tabloları PROC GLM yardımı ile oluşturulmuştur. Aynı çeşidin farklı depolama sürelerine ilişkin bulgular kendi aralarında, aynı depolama süresinde çeşitlere ait bulgular da kendi aralarında olmak üzere istatistiksel analizler iki yönlü olarak yapılmıştır. Ortamalar LSD (Least Significant Difference) metodu kullanılarak %5 hata seviyesinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Yıldız ve Bircan, 1994).

#### Bulgular ve Tartışma

##### Toplam Fenolik Madde Miktarı

Maviyemişin toplam fenolik madde miktarı Brigitta ve Darrow çeşitleri için sırasıyla 314,32 ve 432,77  $\mu\text{g}$  GAE/g olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Maviyemiş çeşitlerinin toplam fenolik madde değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir. Scibisz ve Mitek (2008) tarafından yapılan bir çalışmada maviyemişin toplam fenolik madde miktarını 383,3 mg/100g; Wang ve ark., (2017) tarafından 14 farklı maviyemiş çeşidinde yapılan çalışmada örneklerin toplam fenolik madde miktarını 206,2 $\pm$ 3,9-460,4 $\pm$ 3,3 mg GAE/100g taze ağırlık; Okan ve ark., (2018) tarafından 28 farklı maviyemiş çeşidinde yapılan çalışmada ise örneklerin toplam fenolik madde miktarını 76,20-215,12 mg GAE/100g olarak belirtmiştir.

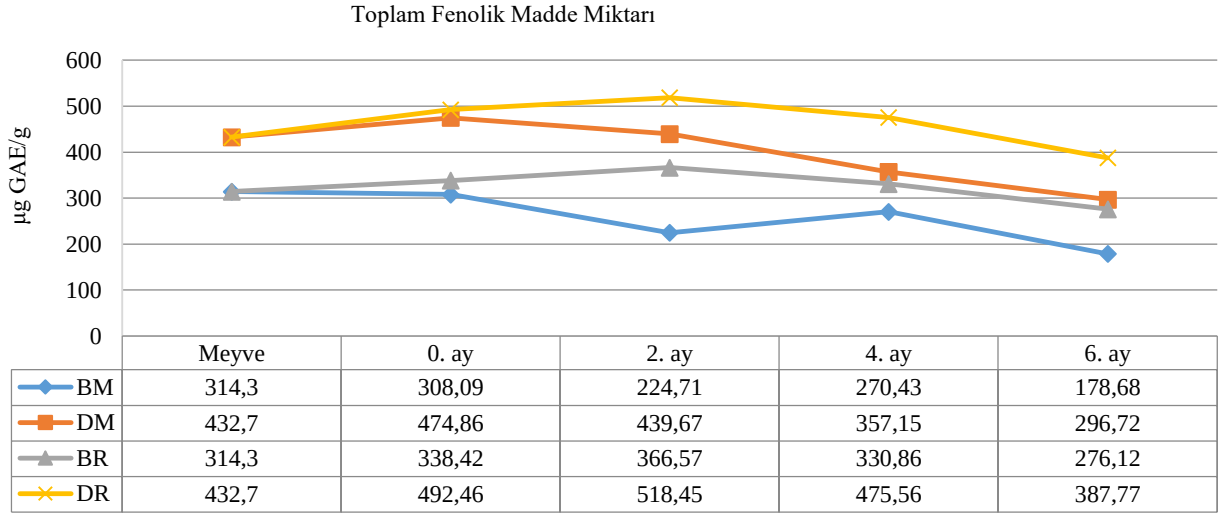
6 aylık depolama sonunda örneklerin toplam fenolik madde miktarı depolama başlangıç değerine göre azalmıştır (Şekil 3). 6 aylık depolama sonunda Brigitta ve Darrow reçellerinin fenolik madde içeriğindeki azalma sırasıyla %18 ve %21 oranında değişirken, Brigitta ve Darrow çeşitlerinin marmelatlarındaki azalmalar ise sırasıyla %42 ve %37 oranında gerçekleşmiştir. Brigitta çeşidine ait reçel ve marmelat örneklerinin toplam fenolik madde miktarı taze meyveye göre sırasıyla %21,06 artış ve %27,74 oranında azalış gösterirken, Darrow çeşidine ait reçel ve marmelat örneklerinde ise toplam fenolik madde miktarı taze meyveye göre %10,7 ve %6 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir.

Depolama süresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde Brigitta ve Darrow çeşidinin marmelat ve reçellerinde, toplam fenolik madde miktarında başlangıça göre depolama sonunda azalmalar meydana gelmiş olup, örneklerin fenolik madde miktarları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir.

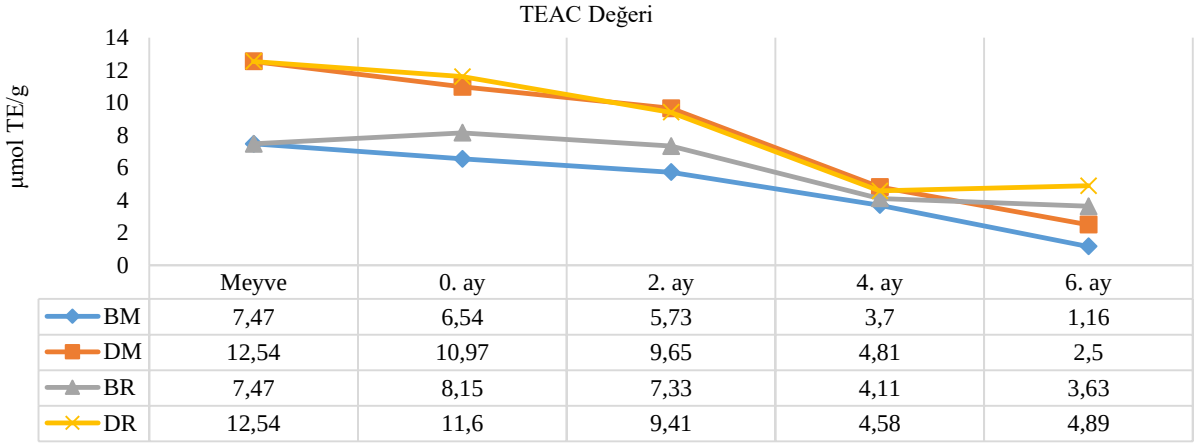
Toplam fenolik madde miktarı açısından farklı maviyemiş çeşitlerine ait marmelatlar ve reçeller kendi ürün grubu içerisinde değerlendirildiğinde aralarındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir.

Howard ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada maviyemişin reçele işlenmesi ve depolama süresince meydana gelen değişimler incelenmiştir. Reçel yapımı sonrası toplam fenolik içeriğinin taze meyveye göre %94'ten daha fazla oranda korunduğu belirlenmiştir.

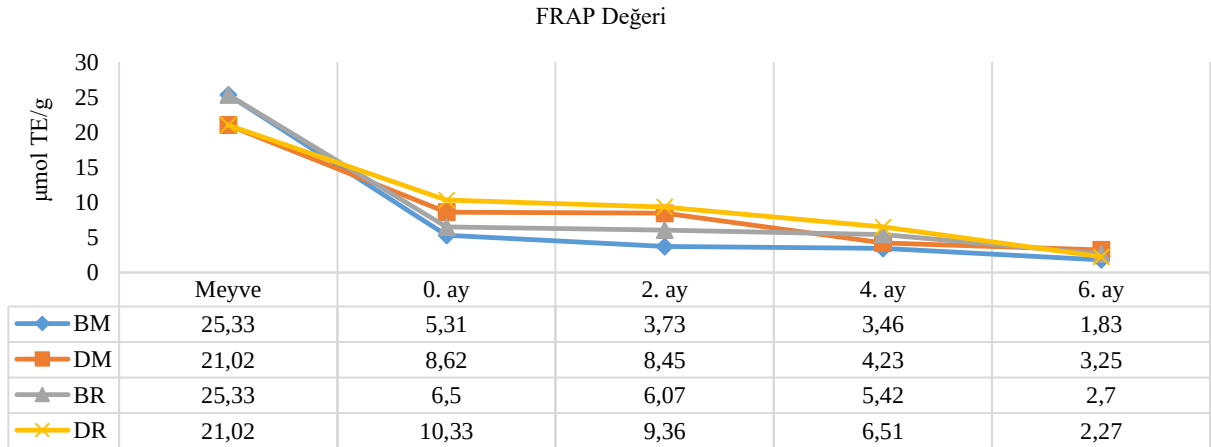
Maviyemiş marmelatlarında belirlenen değerler, Howard tarafından tespit edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.



Şekil 3. Toplam Fenolik Madde ( $\mu\text{g GAE/g}$ ) miktarında depolama süresince meydana gelen değişimler  
 Figure 3. Total phenolic compound ( $\mu\text{g GAE/g}$ ) amounts of Blueberry jam and marmalade during storage  
 (BM: Brigitta Marmelat; DM: Darrow Marmelat; BR: Brigitta Reçel; DR: Darrow Reçel)  
 (BM: Brigitta Marmalade; DM: Darrow Marmalade; BR: Brigitta Jam; DR: Darrow Jam)



Şekil 4. TEAC değerlerinde ( $\mu\text{mol TE/g}$ ) depolama süresince meydana gelen değişimler  
 Figure 4. TEAC ( $\mu\text{mol TE/g}$ ) amounts of Blueberry jam and marmalade during storage  
 (BM: Brigitta Marmelat; DM: Darrow Marmelat; BR: Brigitta Reçel; DR: Darrow Reçel)  
 (BM: Brigitta Marmalade; DM: Darrow Marmalade; BR: Brigitta Jam; DR: Darrow Jam)



Şekil 5. FRAP değerlerinde ( $\mu\text{mol TE/g}$ ) depolama süresince meydana gelen değişimler  
 Figure 5. FRAP ( $\mu\text{mol TE/g}$ ) amounts of Blueberry jam and marmalade during storage

Scibisz ve Mitek (2008) tarafından yapılan çalışmada maviyemişten üretilen şekerli reçel örneklerinin 22°C de depolama süresince (2, 4 ve 6. aylarda) toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 1404; 1366; 1309 µg/g olarak belirlenmiştir. Lafarga ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada maviyemişten üretilen reçel örneklerinde 4, 25 ve 35°C'de 56 günlük depolama süresince toplam fenolik madde miktarında başlangıca göre sırasıyla %40,9±1,6, %32,5±0,7, ve %25,4±1,7 oranında azalma olduğunu belirtmiştir.

Reçel ve marmelat ürünlerinin toplam fenolik madde miktarlarındaki azalmaya ön işlem, depolama ve pişirme gibi gıda işleme aşamalarının neden olabileceği düşünülmektedir. Reçel ve marmelat ürünlerinin toplam fenolik madde miktarlarındaki en belirgin değişimlerin ısıtmada hızlı, depolamada yavaş bir şekilde ilerleyen oksidasyon reaksiyonlarıyla meydana geldiği bildirilmektedir (Sağlam, 2007).

### **Toplam Antioksidan Kapasite Değerleri**

#### **TEAC Değeri**

TEAC yöntemiyle antioksidan kapasitesi Brigitta ve Darrow çeşitleri için sırasıyla 7,47 ve 12,54 µmol TE/g olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Maviyemiş çeşitlerinin TEAC değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir. Zhou ve ark., 2020 tarafından yapılan çalışmada maviyemişin TEAC değeri 14,99±7,32 µg/ml olarak belirtilmiştir.

6 aylık depolama sonunda örneklerin TEAC değeri başlangıç değerine göre önemli düzeyde ( $P<0,05$ ) azalmıştır. Brigitta ve Darrow reçellerinin TEAC değerindeki azalma sırasıyla %55 ve %57 marmelatlardaki azalma ise sırasıyla %82 ve %77 olarak belirlenmiştir.

Depolama süresinin TEAC değeri üzerine etkisi incelendiğinde Brigitta ve Darrow çeşidinin marmelatlarında ve reçellerinde, TEAC değerlerinde başlangıca göre depolama sonunda meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir.

TEAC değerleri açısından maviyemiş çeşitlerine ait marmelatlar ve reçeller kendi ürün grubu içerisinde değerlendirildiğinde meyve çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir.

Scibisz ve Mitek (2008) tarafından yapılan çalışmada maviyemişten üretilen farklı şeker içeriklerine sahip reçel örneklerinde 22°C de depolama süresince (2, 4 ve 6. aylarda) antioksidan kapasite sırasıyla 8,8; 8,2; 7,1 µmol Troloks/g olarak belirtilmiştir.

Fenolik madde grubu içerisinde yer alan antioksidan özelliğine sahip antosiyaninler ve C vitamini gibi bazı bileşenler düşük sıcaklıklara göre yüksek sıcaklıklardan daha fazla etkilenen maddelerdir (Cemeroğlu, 2007). Antioksidan özelliğine sahip olan bu bileşiklerde yüksek sıcaklıklarda meydana gelen kayıpların örneklerin antioksidan kapasitesinde de önemli azalmaların nedeninin olabileceğini düşündürmektedir.

#### **FRAP Değeri**

FRAP yöntemiyle antioksidan kapasitesi Brigitta ve Darrow çeşitleri için sırasıyla 25,33 ve 21,02 µmol TE/g olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Maviyemiş çeşitlerinin FRAP değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $P>0,05$ ) görülmektedir. Brownmiller ve

ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada maviyemişin antioksidan kapasitesi ( $ORAC_{FL}$ ) 102,4 µmol TE/g; Scibisz ve Mitek (2008) tarafından yapılan çalışmada ise maviyemişin antioksidan kapasitesi ( $ORAC$ ) 28,6 µmol Troloks/g olarak belirlenmiştir. Okan ve ark., (2018) tarafından 28 farklı maviyemiş çeşidinde yapılan çalışmada ise örneklerin FRAP değerlerini 454,93-3632,96 µmol TE/100g olarak belirtmiştir.

6 aylık depolamanın sonunda örneklerin FRAP değeri başlangıç değerine göre azalmıştır. Brigitta ve Darrow reçellerinin FRAP değerindeki azalmalar sırasıyla %58 ve %78 oranında değişirken, marmelatlarındaki azalmalar ise sırasıyla %65 ve %62 oranında gerçekleşmiştir.

Depolama süresinin FRAP değeri üzerine etkisi incelendiğinde Brigitta ve Darrow çeşidinin marmelat ve reçellerinin, FRAP değerlerinde başlangıca göre depolama sonunda azalmalar meydana gelmiş olup aralarındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir.

FRAP değerleri açısından maviyemiş çeşitlerine ait marmelatlar ve reçeller kendi ürün grubu içerisinde değerlendirildiğinde meyve çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir.

Antosiyanince zengin olan meyvelerden üretilen reçellere uygulanan yüksek sıcaklıkla birlikte ürünlerin antioksidan kapasiteleri ve aktivitelerinde önemli kayıpların olduğu görülmektedir. Bunun nedeni yüksek sıcaklıkla birlikte antosiyaninlerin daha fazla parçalanması sonucunda miktarlarında meydana gelen azalmalar olabileceği düşünülmektedir. Çünkü antosiyaninler fenolik grup içerisinde yer alan önemli doğal antioksidan maddeler arasında yer almaktadır (Kim ve Padilla-Zakour, 2004).

### **Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı**

Maviyemişin toplam antosiyanin miktarı Brigitta ve Darrow çeşitleri için sırasıyla 384,55 ve 418,86 µg cy-3-glu/g olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Maviyemiş çeşitlerinin toplam antosiyanin değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir. Brownmiller ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada maviyemişin toplam antosiyanin miktarı 1667 µg/g; Scibisz ve Mitek (2008) tarafından yapılan çalışmada maviyemişin toplam antosiyanin miktarı 946 µg/g; Mendelová ve ark., (2013) tarafından 7 farklı maviyemiş çeşidinde yapılan çalışmada örneklerin toplam antosiyanin miktarını 9,89-18,55 g/kg kuru ağırlık olarak belirtmiştir. Okan ve ark., (2018) tarafından 28 farklı maviyemiş çeşidinde yapılan çalışmada ise örneklerin toplam monomerik antosiyanin miktarı 43,03-295,06 mg cy-3 GE/100g olarak; Zhou ve ark., 2020 tarafından yapılan çalışmada ise maviyemişin toplam monomerik antosiyanin miktarı 159,2±0,6 mg cy-3 glu/100 g taze ağırlık olarak belirlenmiştir.

Brigitta çeşidine ait reçel ve marmelat yapımı sonrasında ürünlerin toplam monomerik antosiyanin miktarı taze meyveye göre %83,8 ve %74 oranında azalırken, Darrow çeşidine ait reçel ve marmelat yapımı sonrasında ürünlerin toplam monomerik antosiyanin miktarı taze meyveye göre %21 ve %57,5 oranında azalmıştır. 6 aylık depolama sonunda örneklerin antosiyanin değeri başlangıç değerine göre azalmıştır (Şekil 4). 6 aylık depolama sonunda Brigitta ve Darrow

reçellerinin antosiyanin miktarı sırasıyla %66,5 ve %75,5 oranında azalırken, Brigitta ve Darrow çeşitlerinin marmelatlarındaki azalmalar ise sırasıyla %91 ve %90 oranındadır.

Depolama süresinin toplam antosiyanin miktarı üzerine etkisi incelendiğinde Brigitta ve Darrow çeşidinin marmelat ve reçellerinin, toplam monomerik antosiyanin miktarında başlangıca göre depolama sonunda meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak da önemli ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir.

Toplam antosiyanin değerleri açısından maviyemiş çeşitlerine ait marmelatlar ve reçeller kendi ürün grubu içerisinde değerlendirildiğinde meyve çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir.

Howard ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada maviyemişin reçele işlenmesi ve depolama süresince meydana gelen değişimler incelenmiştir. Reçel yapımı sonrası toplam monomerik antosiyanin içeriğinin taze meyveye göre %79 oranında korunduğu belirlenmiştir. Scibisz ve Mitek (2008) tarafından yapılan çalışmada maviyemişten üretilen farklı şeker içeriklerine sahip reçel örneklerinin 22°C de depolama süresince (2, 4 ve 6. aylarda) toplam antosiyanin miktarı sırasıyla 199; 174; 141 µg cy-3 glu/g olarak belirlenmiştir.

Mendelová ve ark., (2013) tarafından 7 farklı maviyemiş çeşidinde yapılan çalışmada örneklerin reçele işlenmesinden sonra toplam monomerik antosiyanin miktarının 1.65-3.48 g/kg kuru ağırlık aralığında değiştiğini belirlenmiştir. Çalışmada 6 aylık depolama sonunda örneklerin toplam monomerik antosiyanin miktarında ortalama %35,93 oranında bir azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Antosiyaninlerin stabilitesi üzerine meyvelerin hazırlanması, işlenmesi ve depolanması sırasında pH, sıcaklık, ışık, oksijen, metal iyonları, enzimler ve şekerler gibi birçok faktörün etkili olabileceği düşünülmektedir (Rhim, 2002; Scibisz ve Mitek, 2009)

### **Polimerik Renk Değerleri**

Maviyemiş meyvesinin polimerik renk değerleri Brigitta ve Darrow çeşitleri için sırasıyla %25,57 ve %26,38 olarak belirlenmiştir. Maviyemiş çeşitlerinin polimerik renk değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $P>0,05$ ) tespit edilmiştir (Şekil 7). Brownmiller ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada maviyemişin polimerik renk değeri  $0,6\pm0,16$  olarak belirtilmiştir.

Yapılan çalışmada belirlediğimiz maviyemiş meyvelerine ait bulgular ile farklı araştırmacıların bulguları arasında görülen farklılıklara, maviyemiş çeşidi, meyvenin yetiştirildiği yörenin ekolojik koşulları özellikle toprak niteliği, yetiştirme tekniği, kültürel önlemler, olgunluk düzeyi, taşıma ve depolama gibi faktörlerin etkili olabileceği düşünülmektedir (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

6 aylık depolama sonunda örneklerin polimerik renk değerleri başlangıç değerine göre artmış olup, Brigitta ve Darrow reçellerinin polimerik renk değerlerindeki artış sırasıyla %92 ve %124 oranında değişirken, Brigitta ve Darrow marmelatlarındaki artış ise sırasıyla %72 ve %73 oranındadır.

Depolama süresinin polimerik renk değeri üzerine etkisi incelendiğinde Brigitta ve Darrow çeşidinin

marmelatlarında ve reçellerinde, polimerik renk değerlerinde başlangıca göre depolama sonunda meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir.

Polimerik renk değerleri açısından maviyemiş çeşitlerine ait marmelatlar ve reçeller kendi ürün grubu içerisinde değerlendirildiğinde meyve çeşitleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olduğu ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir.

Howard ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada maviyemişin reçele işlenmesi ve depolama süresince meydana gelen değişimler incelenmiştir. Reçel yapımından bir gün sonra yapılan analizde polimerik renk değerleri taze meyvede %1,6 bulunurken reçele işleme sonrası %6,7'ye kadar yükselmiştir.

Depolama süresince toplam antosiyanin miktarındaki azalışa karşın polimerik renk değerlerinde depolama süresince artış gözlemlenmiştir. Toplam antosiyanin ile polimerik renk değerleri arasında negatif korelasyon olabileceği düşünülmektedir. Bütün ısıl işlem görmüş ürünlerde depolama boyunca polimerik renkteki bu artışa karşın antosiyanindeki azalışa, antosiyaninlerin diğer fenolik bileşenlerle olan ilişkisi ve/veya devam eden maillard gibi esmerleşme reaksiyonlarının neden olduğu düşünülebilir. Çünkü antosiyaninlerin parçalanmasına paralel olarak polimerik renk değerlerinde artış meydana gelebileceği düşünülmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

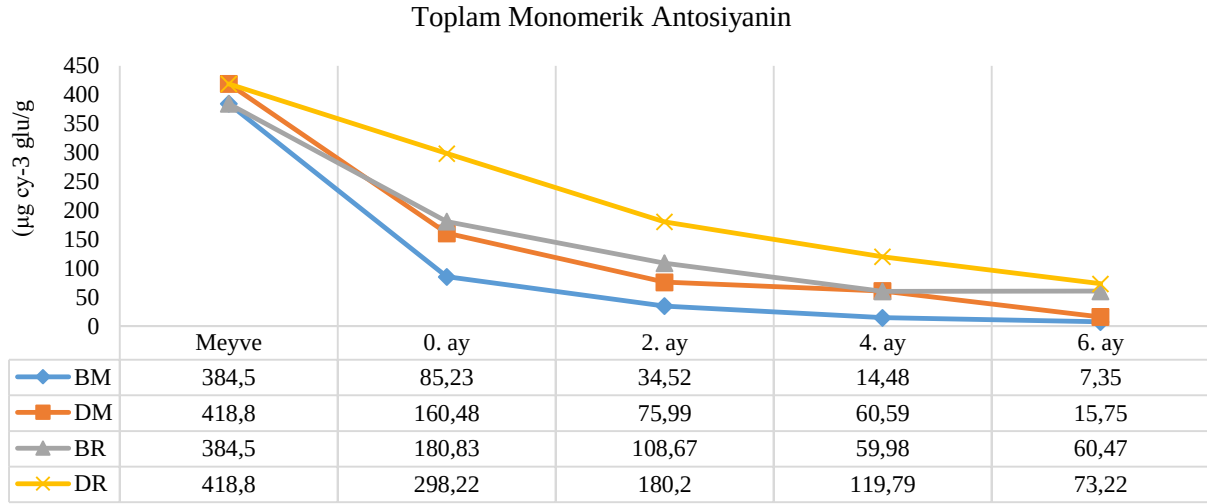
### **HMF Miktarı**

Reçel ve marmelatların 6 aylık depolama sonunda HMF miktarı başlangıç değerine göre artmıştır (Şekil 8). Brigitta ve Darrow reçellerinin HMF miktarlarındaki artış sırasıyla %65 ve %67 oranında değişirken, marmelatlarındaki artış ise sırasıyla %87 ve %55 oranındadır.

Depolama süresinin HMF değeri üzerine etkisi incelendiğinde Brigitta ve Darrow çeşidinin marmelatlarında ve reçellerinde, HMF değerlerinde başlangıca göre depolama sonunda meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir.

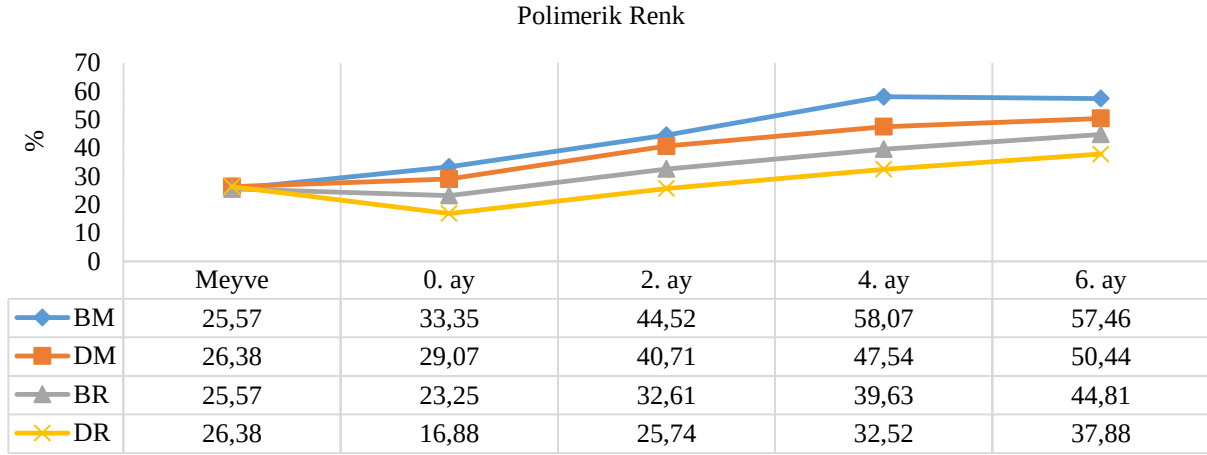
HMF değerleri açısından maviyemiş çeşitlerine ait marmelatlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak da önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunurken, maviyemiş çeşitlerine ait reçeller arasındaki farklılıkların ise önemli olduğu ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir.

Howard ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada maviyemişin reçele işlenmesi ve depolama süresince meydana gelen değişimler incelenmiştir. Reçel yapımından bir gün sonra yapılan analizde HMF değeri 18 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ekşi ve Velioğlu (1990), 36 ayı ticari reçel örneğini HMF miktarını, proses koşullarını ve standarda uygunluğunu değerlendirmek amacıyla analiz etmiştir. Bulgulara göre reçellerde HMF miktarının 6,2-307,0 mg/kg arasında olduğu, ancak örneklerin çoğunda (yaklaşık %83) HMF miktarının 50 mg/kg' ın üzerinde olduğu belirtilmiştir. Üstün ve Tosun (1998) tarafından Türkiye'de üretilen reçeller üzerinde yapılan bir diğer çalışmada 6 adet vişne, 5 adet çilek, 4 adet kayısı ve 4 adet gül reçeli incelenmiştir. Yapılan analizlerde HMF değerleri 22,14-306-27 mg/kg vişne reçelinde, 11,07-143,91 mg/kg çilekte, 47,97-131,13 mg/kg kayısı ve 10,33-38,00 mg/kg gül reçellerinde belirlenmiştir.

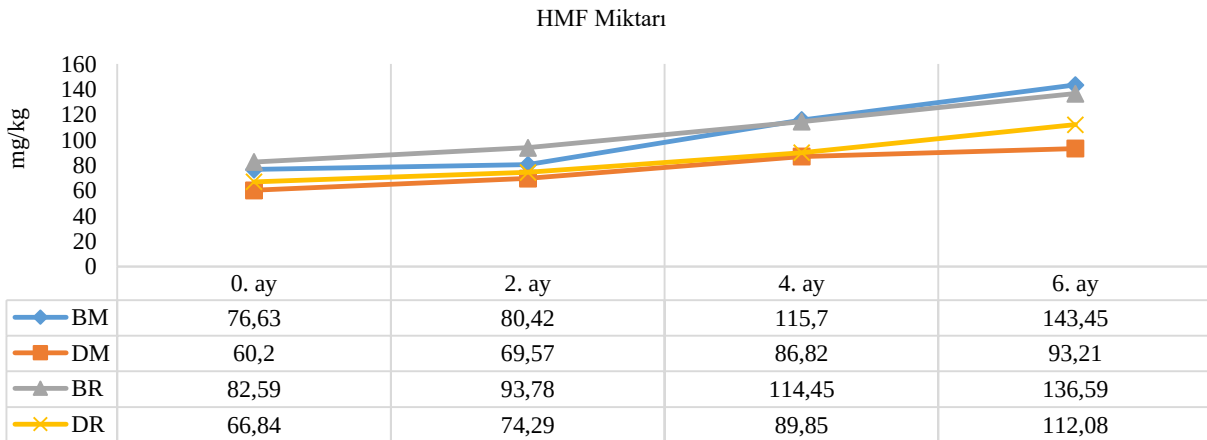


Şekil 6. Toplam monomerik antosiyanin miktarlarında (µg cy-3 glu/g) depolama süresince meydana gelen değişimler

Figure 6. Total monomeric anthocyanin (µg cy-3 glu/g) amounts of Blueberry jam and marmalade during storage  
(BM: Brigitta Marmelat; DM: Darrow Marmelat; BR: Brigitta Reçel; DR: Darrow Reçel)  
(BM: Brigitta Marmalade; DM: Darrow Marmalade; BR: Brigitta Jam; DR: Darrow Jam)



Şekil 7. Polimerik Renk (%) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler  
Figure 7. Polymeric Color (%) amounts of Blueberry jam and marmalade during storage  
(BM: Brigitta Marmelat; DM: Darrow Marmelat; BR: Brigitta Reçel; DR: Darrow Reçel),  
(BM: Brigitta Marmalade; DM: Darrow Marmalade; BR: Brigitta Jam; DR: Darrow Jam)



Şekil 8. Reçel ve Marmelat örneklerinin HMF miktarında (mg/kg) depolama süresince meydana gelen değişimler  
Figure 8. HMF (mg/kg) amounts of Blueberry jam and marmalade during storage  
(BM: Brigitta Marmelat; DM: Darrow Marmelat; BR: Brigitta Reçel; DR: Darrow Reçel)  
(BM: Brigitta Marmalade; DM: Darrow Marmalade; BR: Brigitta Jam; DR: Darrow Jam)



HMF reçellerde önemli bir kalite indeksidir. Üretimde yüksek ısı uygulamasının ve depolama süresinde sıcaklığın yüksek tutulduğunun bir belirteçidir. Genellikle HMF değeri yüksek reçellerde aşırı pişmiş, hatta yanmış aroma hakimdir. Bu tüketiciler için son derece olumsuz bir durumdur (Gülpek ve Başoğlu, 1989; Bilişli, 1998). Reçel ve marmelat ürünlerinin proses aşamasında ve depolamasında HMF oluşumu ve artışının başlıca Maillard reaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca askorbik asit degradasyonunun ve asidik ortamda oluşması dolayısıyla şeker degradasyonunun da HMF oluşumunda etkili olduğu düşünülmektedir (Lee and Nagy 1988, Ibarz ve ark. 1999).

## Sonuç

Çalışmada incelenen maviyemiş meyvesinin, reçel ve marmelat gibi ürünlere işlenmesinden sonra uygulanan depolama sonucunda, fenolik bileşik, monomerik antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasite bakımından belirli düzeylerde kayıplara uğradığı belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular sonucunda toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasite (TEAC-FRAP) değeri ve antosiyanin miktarının Darrow maviyemiş çeşidinin reçelinde daha fazla olduğu belirlenmiş ve depolama süresince bu miktarların daha iyi korunduğu gözlenmiştir.

Polimerik renk değeri açısından değerlendirildiğinde Darrow çeşidine ait reçelin en iyi değere sahip olduğu ve depolama süresince daha az kayba uğradığı görülmüştür. Maviyemiş Darrow çeşidi marmelatının en düşük HMF miktarına sahip olduğu, maviyemiş Darrow çeşidinin reçelinde ise depolama süresince HMF miktarında daha az artış olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak; tüketimi her geçen gün artan antioksidan özelliği yüksek koyu renkli meyvelerin reçel ve marmelat ürünlerinde, besleyici değerlerin korunması noktasında depolama süresi kadar ürün çeşidinin ve meyve çeşidinin de öneme sahip olduğu görülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir. Desteği için TOGÜ BAP'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Anonim 2006. Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği.  
 Banerjee S, Nayik GA, Kour J, Nazir N. 2020. Blueberries. In: Nayik GA, Gull A. (eds) Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits. Springer, Singapore. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7285-2\\_31](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7285-2_31)  
 Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. Anal. Biochem, doi: <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>  
 Bilişli A. 1998. Reçel ve Benzeri Ürünler Teknolojisi. Tav Yayınları, Yalova.  
 Brownmiller C, Howard IR, Prior IR. 2008. Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Blueberry Products. Journal of Food Science, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00761.x>  
 Cemeroğlu B, Acar J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, Sanem Matbacılık A.Ş., Ankara, 508s.

Cemeroğlu B, Karadeniz F, Özkan M. 2003. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:28, (2): 690s, Ankara  
 Cemeroğlu B. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Yayınları No:34. 557s, Ankara.  
 Crafts-Brandner SJ, Below FE, Harper JE, Hageman RH. 1984. Effects of Pod Removal on Metabolism and Senescence of Nodulating and Nonnodulating Soybean Isolines. II. Enzymes and Chlorophyll. Plant Physiol., doi: <https://doi.org/10.1104/pp.75.2.318>  
 Çelik H, Odabas MS. 2020. Modeling the Effect of Different Medium on Rooting of Northern Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Softwood Cuttings. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, doi: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.694334>  
 Ekşi A, Velioglu S. 1990. Hidroksimetilfurfural (Hmf) Miktarı Açısından Ticari Reçellerin Durumu. Gıda Sanayii (16):30-34 S.  
 Giusti MM, Rodriguez-Saona, Wrolstad RE. 1999. Molar Absorptivity and Color Characteristics of Acylated and Non-Acylated Pelargonidin-Based Anthocyanins. J. Agric. and Food Chemistry, doi: <https://doi.org/10.1021/jf981271k>  
 Giusti MM, Wrolstad RE. 2005. Unit F1.2: Characterization and Measurement of Anthocyanins by Uv-visible Spectroscopy. In: Wrolstad re, Editor. Handbook of Food Analytical Chemistry-Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components. New York: JohnWiley and Sons Inc. p F1.2.1-13.  
 Gülpek N, Başoğlu F. 1989. Taze ve Dondurularak Muhafaza Edilmiş Çilek Kullanılarak Yapılan Reçellerin Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Gıda, 14 (2):121-128.  
 Howard LR, Castrodale C, Brownmiller C, Mauromoustakos A. 2010. Jam Processing and Storage Effects on Blueberry Polyphenolics and Antioxidant Capacity. J. Agric. Food Chem, doi: <https://doi.org/10.1021/jf902850h>  
 Ibarz A, Paga'n J, Garza S. 1999. Kinetic Models for Colour Changes in Pear Puree During Heating at Relatively High Temperatures. Journal of Food Engineering, doi: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00032-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00032-1)  
 Kim DO, Padilla-Zakour OI. 2004. Jam Processing Effect on Phenolics and Antioxidant Capacity in Anthocyanin-Rich Fruits: Cherry, Plum, and Raspberry. Journal of Food Science, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb09956.x>  
 Koca I, Üstün NS. 2009. Colour Stability in Sour Cherry Jam During Storage. Asian Journal of Chemistry, 21(2): 1011-1016.  
 Lafarga T, Aguiló Aguayo I, Bobo G, Chung AV, Tiwari BK. 2018. Effect of storage on total phenolics, antioxidant capacity, and physicochemical properties of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) jam. Journal of Food Processing and Preservation, doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13666>  
 Lee HS, Nagy S. 1988. Relationship of Sugar Degradation to Detrimental Changes in Citrus Juice Quality. Food Technol., 91-97.  
 Li X, Zhu F, Zeng Z. 2021. Effects of different extraction methods on antioxidant properties of blueberry anthocyanins. Open Chemistry, doi: <https://doi.org/10.1515/chem-2020-0052>  
 Martynenko A, Chen Y. 2016. Degradation kinetics of total anthocyanins and formation of polymeric color in blueberry hydrothermodynamic (HTD) processing. Journal of Food Engineering, 171, pp:44-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.008>  
 Mendelová A, Mendel L, Fikselová M, Czako P. 2013. Evaluation of anthocynin changes in blueberries and in blueberry jam after the processing and storage. Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences, doi: <https://doi.org/10.5219/293>  
 Mendoza MR, Olano A, Villamiel M. 2002. Determination of Hydroxymethylfurfural in Commercial Jams and in Fruit-Based Infant Foods. Food Chemistry, doi: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00217-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00217-0)



- Miller K, Feucht W, Schmid M. 2019. Bioactive compounds of strawberry and blueberry and their potential health effects based on human intervention studies: A brief overview. *Nutrients*, doi: <https://doi.org/10.3390/nu11071510>
- Okan OT, Deniz I, Yayli N, ŞAT İG, Mehmet ÖZ, Serdar GH. 2018. Antioxidant activity, sugar content and phenolic profiling of blueberries cultivars: A comprehensive comparison. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, doi: <https://doi.org/10.15835/nbha46211120>
- Özgen M, Reese RN, Tulio AZ, Miller AR, Scheerens JC. 2006 "Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Methods" *J. Agric. Food Chem.*, doi: <https://doi.org/10.1021/jf051960d>
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1996. Structure-Antioxidant Activity Relationship of Flavonoids and Phenolic Acids. *Free Radic. Biol. Med.*, doi: [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(95\)02227-9](https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02227-9)
- Rhim JW. 2002. Kinetics of Thermal Degradation of Anthocyanin Pigment Solutions Driven from Red Flower Cabbage. *Food Science and Biotechnology*, 11: 361-364.
- Sağlam F. 2007. Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Scheerens JC. 2001. Phytochemicals and The Consumers: Factors Affecting Fruit and Vegetable Consumption and The Potential for Increasing Small Fruit in The Diet. *Horttech*, doi: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.11.4.547>
- Scibisz I, Mitek M. 2008. Effect of Processing and Storage Conditions on Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Highbush Blueberry Jams. Department of Food Technology, University of Life Sciences, Warsaw, Poland.
- Scibisz I, Mitek M. 2009. Effect of processing and storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry jams. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 59(1).
- Singleton VL, Rossi JL. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Amer. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158, Usa
- Üstün S, Tosun İ. 1998. Çeşitli Reçellerin Bileşimi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 23(2):125-131.
- Yang S, Wang C, Li X, Wu C, Liu Z, Xue Z, Kou X. 2021. Investigation on the biological activity of anthocyanins and polyphenols in blueberry. *Journal of Food Science*, doi: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15598>
- Yıldız O. 2005. Bazı İşlem Proseslerinin Kuşburnu Meyvesine Uygulanması. Yüksek lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, Türkiye.
- Yıldız N, Bircan H. 1994. Araştırma Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayın No: 697, II. Baskı, Erzurum, 277s.
- Yılmaz KU, Ercişli S, Zengin Y, Şengül M, Kafkas EY. 2009. Preliminary Characterisation of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) Genotypes for Their Physico- Chemical Properties. *Food Chem.*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.055>
- Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *J. Agric. Food Chem.*, doi: <https://doi.org/10.1021/jf9801973>
- Wang H, Cao G, Prior RL. 1999. Total Antioxidant Capacity of Fruits. *J. Agric. Food Chem.*, doi: <https://doi.org/10.1021/jf950579y>
- Wang SY, Stretch AW. 2001. Antioxidant Capacity in Cranberry is Influenced by Cultivar and Storage Temperature. *J. Agric. Food Chem.*, doi: <https://doi.org/10.1021/jf001206m>
- Wang H, Guo X, Hu X, Li T, Fu X, Liu RH. 2017. Comparison of phytochemical profiles, antioxidant and cellular antioxidant activities of different varieties of blueberry (*Vaccinium* spp.). *Food chemistry*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.002>
- Zhang LL, Ren JN, Zhang Y, Li JJ, Liu YL, Guo ZY, Yang ZY, Pan SY, Fan G. 2016. Effects of modified starches on the processing properties of heat-resistant blueberry jam. *LWT-Food Science and Technology*, 72, pp.447-456. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.018>
- Zhou L, Xie M, Yang F, Liu J. 2020. Antioxidant activity of high purity blueberry anthocyanins and the effects on human intestinal microbiota. *LWT*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108621>