

Araştırma Makalesi

**Dut Pekmezinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri ile Antioksidan Aktivitesi Üzerine Depolamanın Etkisi**

<sup>1</sup>Neva KARATAŞ\*, <sup>2</sup>Memnune ŞENGÜL

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

Sorumlu yazar: ngungor@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.11.2017

Düzeltilme Geliş Tarihi: 29.11.2017

Kabul Tarihi: 04.12.2017

**Özet**

Bu çalışmada 15 adet dut pekmezi örneğinin antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde miktarları ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Pekmez örnekleri 20 ±2°C'de 6 ay depolanmıştır. Pekmezlerde örnek tipi değişkeni, kuru madde (KM), suda çözünür kuru madde (SÇKM), protein, kül, pH, titrasyon asitliği, toplam şeker, sakaroz, invert şeker, hidroksimetil furfural (HMF), toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, renk (*L*, *a*, *b*), viskozite üzerine istatistiksel olarak çok önemli derecede ( $P < 0.01$ ) etkili bulunmuştur. Depolama süresi değişkeni KM, pH, titrasyon asitliği, toplam şeker, sakaroz, invert şeker, HMF, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, renk (*L*, *a*, *b*), viskozite üzerine çok önemli derecede ( $P < 0.01$ ) etkili bulunurken, kül miktarları üzerine önemli derecede ( $P < 0.05$ ) etkili olduğu saptanmıştır. Depolama süresinin SÇKM ve protein miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, dut pekmezinin özellikle fenolik madde içeriğinden dolayı doğal antioksidan ve mineral madde kaynağı olduğu, dolayısıyla dut pekmezinin fonksiyonel gıda veya fonksiyonel gıda katkısı olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidan aktivitesi, dut pekmezi, HMF, toplam fenolik madde

**Effect of Storage on Some Chemical and Physical Properties, Antioxidant Activity of Mulberry Pekmez**

**Abstract**

In this study, antioxidant activity, total phenolic content with some physical and chemical properties of 15 mulberry pekmez were measured. Pekmez samples were stored at 20±2 C for 6 months. Sample variation in pekmez was of great importance ( $P < 0.01$ ) on total dry matter, total soluble solid, protein, ash, pH, titratable acidity, total sugar, reducing sugar, sucrose, hydroxymethylfurfural (HMF), total phenolic content, antioxidant activity, colour (*L*, *a*, *b*), viscosity. Storage period variation was of great importance ( $P < 0.01$ ) on the total dry matter, pH, titratable acidity, total sugar, reducing sugar, sucrose, hydroxymethylfurfural (HMF), total phenolic content, antioxidant activity, colour (*L*, *a*, *b*), viscosity but was significant ( $P < 0.05$ ) on ash. The storage period did not have an effect ( $P > 0.05$ ) on the total soluble solids and protein of the pekmez samples. The results of this study showed that mulberry pekmez serve as a mineral and good source of natural antioxidant due to phenolic substances. Therefore mulberry pekmez could be considered as a functional food or functional food additive.

**Key words:** Antioxidant activity, Mulberry pekmez, HMF, total phenolic content

**Giriş**

İnsan sağlığı üzerine etki eden faktörlerden birisi beslenmedir. Sağlıklı bir nesil yetişmesi, bebeklikten itibaren yaşamın her döneminde ancak yeterli ve dengeli beslenme ile sağlanabilir. Yeterli

ve dengeli beslenmenin esası; hayvansal ve bitkisel gıda maddelerinin ve bunlarda bulunan çeşitli besin öğelerinin yeterli miktarlarda alınması ve vücutta uygun şekilde kullanılmasıdır (Baysal 1995; Eriş ve Yanmaz 1979). Beslenmenin sağlıklı yaşam üzerine

etkisi ortaya konulduktan sonra gelişmiş ülkelerde özellikle son yıllarda antioksidan madde ihtiva eden gıdaların tüketimi üzerine fazlaca durulmaya başlanmıştır (Velioğlu 2000; Tosun ve Yüksel 2003). Antioksidan maddelerin asıl kaynakları günlük diyetinde yaygın olarak tüketilen meyve ve sebzelerdir (Velioğlu 2000; Collins 2005). Yapılarında besin maddelerinden; su, çeşitli vitaminleri, mineral maddeleri ile polifenolik maddeleri ve gıda posası içermeleri, buna karşılık tuz içermemeleri dolayısıyla, insan beslenmesinde en önemli besin gruplarından biri meyve ve sebzelerdir (Eriş ve Yanmaz 1979; Tosun ve Yüksel 2003; Kahlon ve ark. 2007). Son yıllarda yapılan epidemiyolojik çalışmalarda da sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesinde meyve ve sebzelerin oldukça önemli rollerinin olduğu belirlenmiştir. Meyve ve sebzelerin fazla tüketilmesi; katarakt, kronik akciğer hastalıkları, hipertansiyon, kalp-damar hastalıkları, Alzheimer, Parkinson ve kanser gibi kronik hastalıkların azaltılmasına katkı yaptığı bildirilmiştir. Bu görevler de meyve ve sebzelerin ihtiva ettiği antioksidan etkiye sahip olan bileşenlere atfedilmektedir (Dunay ve Pivonka, 2000; Cheung ve ark., 2003; Collins 2005; Sakanaka ve ark., 2005; Lundberg ve ark. 2006; Dasgupta ve De 2007; Lin ve Tang 2007; Othman ve ark. 2007; Podsdek 2007). C, E vitaminleri, A vitamini ve diğer karotenoidler, flavonoidler, organik asitler, melanoidinler ve fenolik maddeler antioksidan fonksiyonları olan maddelerdir (Tosun ve Yüksel 2003). Özellikle E vitamini, C vitamini ve karotenoidlerin antioksidan etkileri çok sayıda çalışmada gösterilmiştir (Lathia ve Blum 1991; Poppel ve Berg 1997; Velioğlu 2000; Podsdek 2007). Meyve ve sebzelerin önemli bir grubunu oluşturan üzümü meyveler; yumuşak etli, sulu, çoğu kez küçük ve yenilebilen meyvelere sahip yarı çalimsı veya çalimsı bitkiler olarak tanımlanırlar. Üzümsü bir meyve olan dut, *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine ait olup 24 türe sahiptir. Dünyada geniş bir yayılışa sahip olmasına rağmen dutun meyvesi birçok ülkede henüz tanınmamaktadır. Dut, ülkemizde Batı Anadolu bölgesinde ipekböcekçiliği yetiştiriciliğinde kullanılmakta ve insanlar tarafından sadece taze meyvesi yenilmektedir. İç Anadolu, Güney ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde ise dut meyvesi taze ve kurutulmuş olarak tüketildiği gibi, pekmez, reçel, pestil, dut ezmesi, dondurma imalatı, cevizli sucuk (köme, ip sucuğu), sirke, meyve suyu konsantresi ve ispiroto gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Celik ve Bakırcı 2003; Erdoğan 2003; Ercisli ve Orhan 2005; Sengül ve ark. 2005). Pekmez; genelde şeker bakımından zengin meyve sularının, şeker ve diğer katkı maddeleri katılmadan kaynatılarak konsantre edilmesiyle üretilen ve bu şekilde raf ömrü uzatılabilen tatlı, lezzetli bir üründür. Pekmez

ülkemizin hemen hemen her bölgesinde uzun yıllardır yörelere göre üzüm, dut, incir, erik, kayısı, elma ve keçiyoynuzu gibi meyvelerden üretilen geleneksel bir gıdadır. Pekmezin endüstriyel üretimi olmasına karşın, daha çok kırsal bölgelerde aile işletmelerinde ve yöresel üretim teknikleri ile üretilmektedir. (Nas ve Nas 1987; Batu 1993; Şimşek ve Artık 2002; Demiröz ve Sökmen 2002; Tosun ve Ustun 2003; Yoğurtçu ve Kamışlı 2006; Sengül ve ark. 2007). Dut pekmezi; yaprak, böcek, odun parçacığı gibi yabancı maddelerin uzaklaştırıldığı taze dut ya da kurutulmuş dutlardan elde edilen şıranın, açık veya vakumlu kazanlarda belirli bir kıvama kadar koyulaştırılmasıyla elde edilen tatlı bir üründür (Anonim 1996). Pekmez üretiminde, kullanılan meyvenin çeşidine bağlı olarak az da olsa farklı teknikler kullanılmakta ve kaliteli dut pekmezi taze duttan yapılmaktadır (Şengül ve ark. 2005). Kayhan (1982)'ın yaptığı bir çalışmada cıvık ve katı pekmezlerde sırasıyla, kuru madde miktarının %66.07-72.00; %75.90-80.00; toplam asit miktarının 3.48-4.80; 3.75-5.06 g/1000 g, protein miktarının ortalama 6.27 g/1000 g; 10.68 g/1000 g; toplam kül miktarının ortalama 18677.0 mg/1000 g; 14883.0 mg/1000 g olduğu bulunmuştur. Kuru maddedeki toplam şeker miktarının %83.73-87.60, %88.66-89-70 olduğu tespit edilmiştir. Hidroksimetilfurfural (HMF) miktarlarının katı pekmezlerde (30.93 g/1000g) cıvık pekmezlerden (27.48 g/1000g) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Aksu ve Nas (1996) yaptıkları çalışmada Erzurum'da üretilen dut pekmezinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Dut pekmezi örneklerinde ortalama olarak kuru madde; %76.0, su; %36.9, toplam şeker; %70.89, invert şeker; %61.48, sakaroz; %20.29, titrasyon asitliği; %0.7, pH; 6.03, askorbik asit; 26 mg/100 g, protein; % 1.28, toplam kül; %2.05 olarak tespit edilmiştir. Renk kriterlerinden *L* değerini en düşük 31.17, en yüksek 67.89 olarak, *a* değerini en düşük 7.56, en yüksek 35.23 olarak, *b* değerini ise en düşük (-) 20.37, en yüksek 59.34 olarak belirlemişlerdir. Kuru madde içeriği nisbeten yüksek ve koyu renkli örneklerde viskozite değeri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, dut pekmezinde toplam kuru madde; %67.39-71.26, suda çözünür kuru madde; %65.70-67.00, früktoz; %30.14-34.42, glikoz; %22.90-24.68, toplam kül; %1.85-1.97, pH; 5.42-5.56, titrasyon asitliği; %0.48-0.53, HMF; 17.80-21.40 mg/kg, sakaroz; % 6.74-9.20, toplam şeker; %58.12-62.63 arasında tespit edilmiştir. *L* değeri 18.06-19.10, *a* değeri 0.19-0.29, *b* değeri ise 0.41-0.52 olarak ölçülmüştür. Dut pekmezinde ayrıca Potasyum; 412- 458 mg/100 g, fosfor; 49- 60 mg/100 g, Kalsiyum; 89- 103 mg/100 g, Magnezyum; 59- 72 mg/100 g, Sodyum; 47- 57 mg/100 g, Demir; 0.86- 1.01 mg/100 g. Mangan;

0.39- 0.51 mg/100 g, Çinko; 0.41- 0.57 mg/100 g ve Bakır; 0.41- 0.57 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Şimşek ve Artık 2002).

Bir başka çalışmada, dut pekmezinin fiziksel, kimyasal özellikleri ve reolojik özellikleri araştırılmış ve toplam kuru madde miktarı; % 74.33, suda çözünebilir kuru madde miktarı; %72, toplam şeker; 60.22 g/100 g, indirgen şeker; 59.56 g/100 g, sakaroz; 0.66 g/100 g, kül; %2.02, protein; %0.36, HMF; 6.34 mg/l, pH; 5.15, titrasyon asitliği; %0.52 ve renk değerleri ise *L*; 19.27, *a*; 15.91, *b*; (-) 0.14 olarak bulunmuştur (Şengül ve ark. 2005). Tosun ve Keleş (2005)'in yaptıkları bir çalışmada, Erzurum'un Olur ve Oltu ilçelerinden temin edilen dut pekmezi örneklerinde, nem miktarı; %16.75-28.40, suda çözünür kuru madde; %70.0-81.62, toplam şeker; %58.18-71.17, invert şeker; %31.05-58.21, sakaroz; %7.40-33.40, toplam kül, %1.19-2.68; protein; 0,53-1,24; HMF; 13.02-102.99 mg/kg, pH; 5.18-5.64, titrasyon asitliği; %0.60-0.96, yoğunluk; 1.33-1.42 g/ml, *L* değeri; 18.89-5.52, *a* değeri; 4.37-18.71, *b* değeri; (-) 6.08 ile (-) 0.44 olarak belirlenmiştir.

Yukarıda anlatılan dut pekmezinin faydaları bağlamında yapılan literatür taramalarında, dut pekmezinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine çok az sayıda araştırmanın yapıldığı, ayrıca dut pekmezinin antioksidan aktivitesi, fenolik madde miktarı ve depolanması ile ilgili bir araştırma yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden bu çalışmada; geleneksel bir ürünümüz olan dut pekmezinin antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile sayılan bu özellikler üzerine depolama süresinin etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak Yukarı Çoruh Vadisi'nde yer alan Erzurum İline bağlı Tortum İlçesi'nin köylerinden temin edilen 15 farklı taze dut pekmezi kullanılmıştır. Taze üretilen pekmezler cam kavanozlara konularak 20±2°C'de, 6 ay karanlıkta muhafaza edilmişlerdir. Pekmezlerde renk tayini Minolta kolorimetre (Chroma Meter, CR-200 Japan) cihazı ile renk yoğunluğu *L* (parlaklık), *a* (kırmızılık), *b* (sarılık) olarak belirlenmiştir. Pekmezlerin viskozitesi viskozimetrenin (Wickford Essex SS11 8BJ) 6 numaralı başlığı kavanozlara daldırılarak 50 devir/dakika'da okuma yapılmak suretiyle belirlenmiştir (Gökcalp ve ark. 1995). Toplam kuru madde, Suda çözünür kuru madde (SÇKM), kül, pH, titrasyon asitliği standart AOAC (Official Methods of Analysis Association of Chemists) metodlarıyla (Anonim, 1975), pH ATI ORION 420A model pH metre ile; titrasyon asitliği elektrometrik titrasyon yöntemi sitrik asit cinsinden belirlenmiştir. İndirgen şeker, sakaroz ve toplam şeker içeriği volumetrik Lane-Eynon metodu (Keleş 1983; Cemeröğlu 1992)

ile HMF miktarı ise spektrofotometrik (Anonim 1990; Ötleş 1995) olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı Folin–Ciocalteu kolorimetrik metodu (Gulcin ve ark. 2002) ile, antioksidan aktivitesi β-karoten ağartma metodunda (Kaur ve Kapoor 2002) bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde pekmez örnekleri doğrudan kullanılmışlardır. Ekstraksiyon işlemi için 10 mg pekmez örneği tartılarak üzerine 10 ml saf su ilave edilmiş ve 30 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra karışım Whatman No. 1 filtre kağıdından süzülerek elde edilen filtrat fenolik madde ve antioksidan aktivitesi tayininde kullanılmıştır.

### Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde miktarı Folin–Ciocalteu kolorimetrik metodu ile belirlenmiştir. Ekstraktan 1 ml erlenmayere aktararak üzerine 46 ml distile su ve 1 ml Folin- Ciocalteu çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Karışım 3 dakika bekletildikten sonra, %2'lik sodyum karbonat çözeltisinden 3 ml ilave edilmiş ve 120 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bu sürenin sonunda spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda, kör olarak su kullanılmak suretiyle absorbans ölçümü yapılmıştır. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Sonuçlar gallik asit eş değeri (µg GAE/mg örnek) olarak verilmiştir (Gulcin ve ark. 2002).

### Antioksidan aktivitesi tayini

Antioksidan aktivitesi; β-karoten ağartma metodu (Kaur ve Kapoor 2002) ile yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Öncelikle 4 ml β-karoten çözeltisi (0,1 mg β-karoten / 10 ml kloroform), 40 mg linoleik asit ve 400 mg Tween 40 bir balona aktarılmıştır. Karışımdaki kloroform uzaklaştırılmaya kadar balon içeriği rotary vakum evaporatör de 50°C'de evapore edilmiştir. Sonra bu balona 100 ml oksijenlenmiş distile su eklenerek ve stabil bir emülsiyon sağlanmaya kadar karıştırılmıştır. Deney tüpüne 800 µl örnek ekstraktı 200 µl saf su konulmuştur. Üzerine 3 ml β-karoten/linoleik asit çözeltisi ilave edilerek derhal spektrofotometrede 470 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. İlk absorbans ölçümü yapılan örnekler 50°C'de 100 dakika inkübe edilmiştir. Bu sürede her 10 dakikada bir ölçüm tekrarlanmıştır. Kör olarak yukarıda anlatıldığı şekilde fakat β-karoten içermeyen çözelti hazırlanmıştır. Kontrol olarak örnek ekstraktları yerine su kullanılmıştır. Standart madde olarak Bütilendirilmiş hidroksi anisol (BHA) kullanılmıştır. Regrasyon oranı (DR) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Kaur ve Kapoor 2002).

$DR_{\text{örnek, kontrol, standart}} = \ln(a/b) \times 1/t$

Formülde a; 470 nm'deki ilk absorbans değerini, b; 470 nm'de 100 dakika sonundaki absorbans değerini ve t ise zamanı ifade etmektedir. Antioksidan aktivitesi (AA) ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$AA = (DR_{\text{kontrol}} - DR_{\text{örnek}} \text{ yada standart}) / DR_{\text{kontrol}} \times 100$

#### İstatistikî analizler

Araştırma sonuçları SPSS 13 programı ile (SPSS INC. Chicago US, 2004) varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır.

#### Bulgular ve Tartışma

##### **Pekmez örneklerinin bazı fiziksel özelliklerinde (renk değerlerinde ve viskozite değerlerinde) meydana gelen değişimler**

Koyuluk ve açıklığı gösteren *L* değeri önemli bir kriterdir. Parlaklığın bir ölçüsü olan *L* değerinin, en yüksek 1 nolu örnekte (19.74), en düşük ise 11 nolu örnekte (17.94) olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Pekmez örneklerinin renk değerlerinde (*L*, *a*, *b*) ve viskozitesinde meydana gelen değişimler.

Örnek No	n	<i>L</i> değeri	<i>a</i> değeri	<i>b</i> değeri	50 rpm
1	6	19.74±0.33 <sup>a</sup>	12.83±3.73 <sup>a</sup>	-1.24±0.40 <sup>a</sup>	1550.00±1781.75 <sup>j</sup>
2	6	19.00±0.91 <sup>bc</sup>	10.37±4.18 <sup>bc</sup>	-2.07±0.39 <sup>b</sup>	11716.67±495.64 <sup>i</sup>
3	6	19.54±0.70 <sup>a</sup>	9.65±4.48 <sup>c</sup>	-2.06±0.56 <sup>b</sup>	4666.67±846.16 <sup>e</sup>
4	6	18.26±0.86 <sup>efg</sup>	9.94±3.00 <sup>bc</sup>	-2.86±0.98 <sup>c</sup>	12400.00±457.89 <sup>i</sup>
5	6	18.71±1.65 <sup>cde</sup>	4.53±0.32 <sup>gh</sup>	-3.30±2.31 <sup>d</sup>	12966.67±271.41 <sup>j</sup>
6	6	18.79±0.25 <sup>cd</sup>	5.18±1.22 <sup>ef</sup>	-3.42±0.66 <sup>de</sup>	11250.00±1246.99 <sup>f</sup>
7	6	18.39±0.41 <sup>defg</sup>	5.45±0.96 <sup>efg</sup>	-3.47±0.47 <sup>de</sup>	15866.67±327.10 <sup>a</sup>
8	6	18.18±0.57 <sup>fg</sup>	4.86±0.64 <sup>gh</sup>	-3.93±0.43 <sup>f</sup>	11683.33±672.30 <sup>e</sup>
9	6	18.41±0.62 <sup>def</sup>	4.71±0.44 <sup>gh</sup>	-3.82±0.24 <sup>ef</sup>	11700.00±956.38 <sup>h</sup>
10	6	18.30±0.39 <sup>efg</sup>	5.04±0.53 <sup>gh</sup>	-3.55±0.46 <sup>def</sup>	2116.67±505.96 <sup>d</sup>
11	6	17.94±0.60 <sup>B</sup>	6.32±0.71 <sup>e</sup>	-3.78±0.12 <sup>ef</sup>	5700.00±1481.10 <sup>e</sup>
12	6	18.16±0.57 <sup>fg</sup>	4.16±0.24 <sup>h</sup>	-3.58±0.10 <sup>def</sup>	1816.67±688.96 <sup>c</sup>
13	6	18.64±0.96 <sup>cde</sup>	8.56±3.53 <sup>d</sup>	-2.89±0.46 <sup>c</sup>	1700.00±1474.67 <sup>b</sup>
14	6	18.08±0.77 <sup>fg</sup>	4.71±0.40 <sup>gh</sup>	-3.41±0.34 <sup>de</sup>	3783.33±754.76 <sup>e</sup>
15	6	19.32±1.67 <sup>ab</sup>	10.70±4.04 <sup>b</sup>	-2.38±0.75 <sup>b</sup>	13366.67±363.31 <sup>j</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır.

Buna göre 1 nolu örnek en parlak, 11 nolu örnek ise en koyu renkli örnektir. Yapılan çalışmalarda, Aksu ve Nas (1996) *L* değerini; 19.05-67.89, Şimşek ve Artık (2002) *L* değerini; 18.45, Sengül ve ark. (2005) *L* değerini; 19.27, Tosun ve Keleş (2005) *L* değerini; 5.52-18.89 olarak saptamışlardır. Elde ettiğimiz sonuçların yapılan çalışmalarla genel olarak uyumlu olduğu, farklılıkların ise pekmezlerin üretiminde standart olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Pekmezlerin rengi, uygulanan ısıl işlem sonucu enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak oluşmaktadır. Isıl işlemin süre ve sıcaklığına bağlı olarak pekmezlerin rengi açık veya koyu olmaktadır. Uzun süre ve yüksek sıcaklık uygulamaları sonucu KM miktarı daha yüksek, daha kıvamlı ve daha koyu renkli pekmezler elde edilmektedir. Çizelge 2'de pekmez örneklerinin renk değerlerinde (*L*, *a*, *b*) depolama süresince meydana gelen değişimler verilmiştir. Pekmez örneklerinin *L* değeri örnekler arasında istatistikî olarak çok önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkili olduğu ve depolamanın, pekmez örneklerinin *L* değeri üzerinde etkisinin

istatistikî olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). *L* değeri, pekmezlerin depolama süresince 3. ayda en düşük ve 6. ayda ise en yüksek değeri almıştır (Çizelge 2). Pekmez örneklerinin *a* değerlerinin örnekler arasında önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu görülmektedir. *a* değerinin en yüksek 1 nolu örnekte (12.83) en düşük 12 nolu örnekte (4.16) ölçüldüğü ve diğer örneklerin bu iki değer arasında değer aldığı görülmektedir (Çizelge 1). Çizelge 1'de görüldüğü gibi *L* değeri en yüksek olan pekmez örneğinin *a* değeri de en yüksektir. Yapılan çalışmalarda; Aksu ve Nas (1996) *a* değerini; 7.56-35.23, Şimşek ve Artık (2002); 0.25, Sengül ve ark. (2005); 15.91, Tosun ve Keleş (2005); 4.37-18.71 olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar ile elde ettiğimiz değerlerin birbirine genel olarak uyum içerisinde olduğu, farklı olanların ise pekmezin renginin oluşmasını sağlayan sıcaklık uygulamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bulduğumuz değerlerin (+) *a* olması pekmez örneklerimizin kırmızıya yakın renkte olduğunu göstermektedir. Depolama süresinin, pekmez örneklerinin *a* değerleri üzerinde

etkisinin istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkili olduğu da görülmüştür (Çizelge 2). Depolamanın başlangıcında düşük olan  $a$  değeri 3. ve 6. aylarda giderek yükselmiştir. Bu durumun enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sonucu olduğu düşünülebilir. Tosun ve Üstün (2003)'ün zile pekmezinin depolanması üzerine yaptıkları bir çalışmada da  $a$  değerinin depolamayla arttığı belirlenmiştir. Pekmez örneklerinin  $b$  değerlerinin örnekler arasında önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu görülmektedir.  $b$  değeri en yüksek 1 nolu örnekte (-1.24), en düşük 8 nolu örnekte (-3.93) tespit edilmiştir (Çizelge 1). Aksu ve Nas (1996)  $b$  değerini; 20.37-59.34, Şimşek ve Artık (2002)  $b$  değerini; 0.48, Sengül ve ark. (2005)  $b$  değerini; -0.14, Tosun ve Keleş (2005)  $b$  değerini; (-6.08)–(0.44) olarak belirlemişlerdir. Depolama süresinin, pekmez örneklerinin  $b$  değerleri üzerinde

etkisinin istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu da görülmüştür (Çizelge 2). Depolama süresince başlangıçta yüksek olan  $b$  değeri 3. ve 6. aylarda birbirine benzer ve 0. aya göre azalmıştır. Pekmez örneklerinin viskozite değerleri en yüksek 7 nolu örnekte, en düşük 1, 5, 15 nolu örneklerde ölçülmüştür (Çizelge 1). Bu farklılığın pekmezlerin üretimi sırasında uygulanan sıcaklık ve sürelerin farklı olmasına bağlı olarak KM ve SÇKM miktarlarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresinin, pekmez örneklerinin viskozite değerleri üzerinde  $P<0,01$  seviyesinde istatistiki olarak etki ettiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Depolama süresince örneklerin viskozite değerleri 3. ve 6. aylarda birbirine benzer olup, 0. aya göre artmıştır. Bu durum KM'de meydana gelen nispi artıştan kaynaklanabilir.

**Çizelge 2.** Pekmez örneklerinin renk değerlerinde (L, a, b) ve viskozitesinde depolama süresince meydana gelen değişimler.

Depolama (Ay)	n	L değeri	a değeri	b değeri	50 rpm
0	30	18.55±0.86 <sup>b</sup>	5.35±1.46 <sup>c</sup>	-2.86±0.96 <sup>a</sup>	7553.33±5042.90 <sup>b</sup>
3	30	18.10±0.72 <sup>c</sup>	7.50±3.29 <sup>b</sup>	-3.20±0.96 <sup>b</sup>	8413.33±5034.89 <sup>a</sup>
6	30	19.24±0.91 <sup>a</sup>	8.67±4.56 <sup>a</sup>	-3.09±1.20 <sup>b</sup>	8490.00±5328.15 <sup>a</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

**Çizelge 3.** Pekmez örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçları.

Örnek No	n	Kuru Madde (%)	SÇKM (%)	Kül (%)	Protein (%)	pH
1	6	72.50±0.35 <sup>h</sup>	71.25±0.52 <sup>j</sup>	2.61±0.07 <sup>d</sup>	1.68±0.38 <sup>c</sup>	5.20±0.87 <sup>c</sup>
2	6	75.51±1.29 <sup>g</sup>	74.67±0.51 <sup>i</sup>	2.78±0.04 <sup>c</sup>	1.31±0.07 <sup>ef</sup>	5.30±0.06 <sup>a</sup>
3	6	80.65±1.20 <sup>c</sup>	78.67±0.25 <sup>de</sup>	2.21±0.07 <sup>f</sup>	1.72±0.24 <sup>c</sup>	5.21±0.17 <sup>c</sup>
4	6	75.71±0.42 <sup>g</sup>	74.67±0.51 <sup>i</sup>	1.98±0.04 <sup>h</sup>	1.02±0.08 <sup>g</sup>	4.96±0.34 <sup>fg</sup>
5	6	75.18±0.25 <sup>g</sup>	73.58±0.58 <sup>i</sup>	2.56±0.08 <sup>d</sup>	2.50±0.64 <sup>a</sup>	5.03±0.12 <sup>e</sup>
6	6	78.76±0.32 <sup>d</sup>	77.50±0.31 <sup>f</sup>	2.66±0.10 <sup>d</sup>	1.56±0.62 <sup>cd</sup>	5.26±0.06 <sup>b</sup>
7	6	80.75±0.33 <sup>c</sup>	79.00±0.31 <sup>d</sup>	2.85±0.10 <sup>ab</sup>	1.72±0.15 <sup>c</sup>	5.22±0.09 <sup>bc</sup>
8	6	76.58±0.63 <sup>f</sup>	75.50±0.54 <sup>h</sup>	2.91±0.07 <sup>ab</sup>	2.57±0.18 <sup>a</sup>	5.00±0.08 <sup>ef</sup>
9	6	78.16±0.47 <sup>de</sup>	76.75±0.52 <sup>g</sup>	2.33±0.08 <sup>e</sup>	2.14±0.14 <sup>b</sup>	4.84±0.19 <sup>i</sup>
10	6	80.45±0.83 <sup>c</sup>	78.50±0.31 <sup>e</sup>	2.81±0.14 <sup>abc</sup>	1.58±0.14 <sup>c</sup>	4.94±0.15 <sup>gh</sup>
11	6	77.65±0.32 <sup>e</sup>	76.42±0.37 <sup>g</sup>	2.95±0.08 <sup>a</sup>	2.12±0.25 <sup>b</sup>	4.87±0.17 <sup>i</sup>
12	6	83.73±0.73 <sup>a</sup>	81.50±0.31 <sup>b</sup>	1.76±0.08 <sup>i</sup>	1.41±0.06 <sup>de</sup>	4.65±0.30 <sup>j</sup>
13	6	84.01±0.94 <sup>a</sup>	82.17±0.81 <sup>a</sup>	2.21±0.14 <sup>f</sup>	0.98±0.09 <sup>g</sup>	4.99±0.25 <sup>ef</sup>
14	6	81.98±1.05 <sup>b</sup>	80.50±0.70 <sup>c</sup>	2.13±0.05 <sup>fg</sup>	1.61±0.15 <sup>c</sup>	4.91±0.14 <sup>gh</sup>
15	6	78.46±0.53 <sup>d</sup>	77.17±0.25 <sup>f</sup>	2.08±0.07 <sup>gh</sup>	1.19±0.11 <sup>f</sup>	5.07±0.11 <sup>d</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

#### **Pekmez örneklerinin kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler**

Pekmez örneklerinin kuru madde, suda çözünür kuru madde, kül, protein, pH, titrasyon asitliği, invert şeker, sakaroz ve toplam şeker

miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 3'de, pekmez örneklerinin depolama sürelerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir.

**Çizelge 3. (Devam)**

Örnek No	n	Titrasyon Asitliği (%)	İnvert Şeker (g/100 g)	Sakaroz (g/100 g)	Toplam Şeker (g/100 g)	HMF (mg/kg)
1	6	0.82±0.05 <sup>g</sup>	33.70±2.82 <sup>j</sup>	22.48±4.21 <sup>ef</sup>	56.18±2.19 <sup>h</sup>	9.12±3.02 <sup>k</sup>
2	6	0.75±0.01 <sup>hi</sup>	41.85±0.86 <sup>d</sup>	17.91±1.82 <sup>h</sup>	59.77±2.09 <sup>g</sup>	10.75±5.25 <sup>i</sup>
3	6	0.84±0.08 <sup>g</sup>	35.10±1.56 <sup>l</sup>	31.34±2.40 <sup>a</sup>	66.50±3.72 <sup>bc</sup>	5.69±1.71 <sup>l</sup>
4	6	0.72±0.07 <sup>i</sup>	38.03±0.44 <sup>f</sup>	23.37±4.02 <sup>de</sup>	62.43±2.37 <sup>e</sup>	24.83±6.59 <sup>e</sup>
5	6	1.28±0.08 <sup>a</sup>	36.25±1.62 <sup>h</sup>	18.43±4.47 <sup>gh</sup>	55.56±4.00 <sup>h</sup>	17.50±6.01 <sup>g</sup>
6	6	0.77±0.02 <sup>h</sup>	45.31±1.28 <sup>c</sup>	19.53±5.79 <sup>gh</sup>	61.30±2.37 <sup>efg</sup>	10.68±2.24 <sup>i</sup>
7	6	0.98±0.12 <sup>d</sup>	35.07±1.72	24.27±2.83 <sup>d</sup>	61.06±3.02 <sup>efg</sup>	9.95±5.63 <sup>j</sup>
8	6	1.24±0.04 <sup>b</sup>	37.89±1.52 <sup>fg</sup>	19.06±6.14 <sup>gh</sup>	60.22±2.49 <sup>fg</sup>	13.34±6.89 <sup>h</sup>
9	6	1.12±0.02 <sup>c</sup>	51.05±2.11 <sup>b</sup>	21.62±4.09 <sup>f</sup>	67.37±7.47 <sup>a</sup>	48.06±13.31 <sup>c</sup>
10	6	1.11±0.11 <sup>c</sup>	42.11±1.42 <sup>d</sup>	19.82±4.09 <sup>g</sup>	61.94±3.10 <sup>e</sup>	22.97±12.69 <sup>f</sup>
11	6	1.21±0.09 <sup>b</sup>	31.56±2.25 <sup>j</sup>	29.61±4.23 <sup>b</sup>	61.17±6.08 <sup>efg</sup>	9.37±3.56 <sup>k</sup>
12	6	1.05±0.10 <sup>d</sup>	55.03±2.22 <sup>a</sup>	12.03±4.17 <sup>i</sup>	67.07±2.39 <sup>ab</sup>	134.68±28.11 <sup>a</sup>
13	6	0.85±0.13 <sup>g</sup>	36.96±1.66 <sup>gh</sup>	27.19±3.02 <sup>c</sup>	64.16±4.52 <sup>d</sup>	34.20±11.40 <sup>d</sup>
14	6	0.92±0.03 <sup>f</sup>	40.79±1.78 <sup>e</sup>	24.52±0.87 <sup>d</sup>	65.32±2.21 <sup>cd</sup>	76.89±14.35 <sup>b</sup>
15	6	0.75±0.17 <sup>hi</sup>	35.15±3.31 <sup>l</sup>	26.52±2.43 <sup>c</sup>	61.67±5.70 <sup>ef</sup>	11.64±4.07 <sup>l</sup>

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 3’de görüldüğü gibi 12 ve 13 nolu örneklerde (%83.73, %84.01) KM miktarı en yüksek, 1 nolu örnek de (%72.50) ise en düşük olarak tespit edilmiştir. Pekmez örneklerinin KM miktarları üzerine örnek tipi istatistiki olarak P<0,01 seviyesinde çok önemli etkide bulunmuştur. Bu

durumun pekmez üretiminde farklı dut çeşitlerinin kullanılmasından ve üretimde uygulanan ısı işlemlerin süre ve sıcaklıklarından kaynaklandığı düşünülebilir. Depolama süresi istatistiki olarak örneklerin kurumadde miktarları üzerinde P<0,01 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 4).

**Çizelge 4. Pekmez örneklerinin depolama sürelerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları. (P<0,01)**

Depolama (Ay)	n	Kuru Madde (%)	SÇKM (%)	Kül (%)	Protein (%)	pH	Titrasyon Asitliği (%)
0	30	78.23±2.96 <sup>a</sup>	77.27±3.03 <sup>a</sup>	2.50±0.38 <sup>a</sup>	1.68±0.57 <sup>ab</sup>	5.17±0.14 <sup>a</sup>	0.92±0.21 <sup>c</sup>
3	30	78.70±3.43 <sup>b</sup>	77.15±3.13 <sup>a</sup>	2.45±0.38 <sup>b</sup>	1.63±0.52 <sup>b</sup>	4.97±0.20 <sup>b</sup>	0.97±0.18 <sup>b</sup>
6	30	79.08±3.41 <sup>c</sup>	77.15±2.77 <sup>a</sup>	2.42±0.36 <sup>b</sup>	1.71±0.53 <sup>a</sup>	4.95±0.28 <sup>c</sup>	0.99±0.22 <sup>a</sup>

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

**Çizelge 4. (devam)**

Depolama (Ay)	n	İnvert Şeker (g/100 g)	Sakaroz (g/100 g)	Toplam Şeker (g/100 g)	HMF (mg/kg)
0	30	40.59±6.84 <sup>a</sup>	23.24±6.15 <sup>a</sup>	63.84±4.84 <sup>a</sup>	22.51±29.54 <sup>a</sup>
3	30	38.09±6.65 <sup>b</sup>	21.09±5.34 <sup>b</sup>	58.99±3.83 <sup>b</sup>	25.58±25.58 <sup>b</sup>
6	30	40.49±6.14 <sup>a</sup>	23.21±6.49 <sup>a</sup>	63.71±4.98 <sup>a</sup>	39.84±39.84 <sup>c</sup>

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pekmez örneklerinin SÇKM miktarlarının istatistiki (P<0,01) seviyesinde farklı olduğu ve 13 nolu örneğin (%82.17) en yüksek SÇKM içeriğine, 1 nolu örneğin (%71.25) ise en düşük SÇKM içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 3). Ayrıca depolama süresi SÇKM miktarı üzerine istatistiki olarak etki göstermemiştir (Çizelge 4). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı’na (Anonim 1996) göre dut pekmezinin SÇKM miktarı Tip1’de en az %72, Tip 2’de ise en az %65 olmalıdır. Buna göre incelenen örneklerden 1 nolu dut pekmezi Tip 2 sınıfına (SÇKM %71,75), diğerleri ise Tip 1 sınıfına (SÇKM>%72) girmektedir. Yapılan çalışmada pekmez örneklerinin

kül miktarının en yüksek 11 nolu pekmez örneğinde (%2.95), en düşük ise 12 nolu pekmez örneğinde (%1.76) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı’na (Anonim 1996) göre, Tip 1 pekmezde toplam kül oranının en çok %4,0, Tip 2 pekmezde ise en çok %3,0 olması gerektiği belirtilmektedir. Pekmez örnekleri, standarda göre değerlendirildiğinde 15 adet dut pekmezinin hepsinin 2. tip pekmez sınıfına girdiği görülmektedir. Depolama süresinin kül miktarı üzerine P<0,05 seviyesinde etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Yapılan çalışmada en düşük protein miktarı 4 ve 13 nolu örneklerde

(%1.02-%0.98), en yüksek protein miktarının ise 5 ve 8 nolu örneklerde (%2.50-%2.57) bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Dut pekmezi üzerine yapılan çalışmalarda; Aksu ve Nas (1996) protein miktarını; %0.88, Sengül ve ark. (2005); %0.36, Tosun ve Keleş (2005); %0.53-1.24 olarak belirlemişlerdir. Genel olarak yapılan çalışmalar ile elde ettiğimiz sonuçların birbirine yakın olduğu, ancak pekmez örneklerinin üretiminde kullanılan dut fenotiplerinin farklı olmasından dolayı bazı farklılıkların olduğu düşünülmektedir. Ayrıca depolama süresinin, pekmez örneklerinin protein miktarları üzerine istatistiki olarak etkisinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 4). Pekmezlerin pH değerleri değerlendirildiğinde; en düşük 9 nolu örnekte (4.84), en yüksek ise 2 nolu örnekte (5.30) tespit edilmiştir (Çizelge 3). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'na (Anonim 1996) göre hem Tip 1 pekmezlerde hem de Tip 2 pekmezlerde pH'nın 5,0-5,5 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Pekmez örnekleri, pH açısından standarda göre değerlendirildiğinde başlangıçta 14 nolu pekmez örneğinin standarda uygun olmadığı, geri kalan 14 adet pekmez örneklerinin ise standarda uygun olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Depolama süresinin, pekmez örneklerinin pH değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkisinin olduğu (Çizelge 4) ve pH değerlerinin depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir. En düşük pH değeri 6. ayda en yüksek pH değeri ise 0. ayda belirlenmiştir. Oda şartlarında depolanan pekmez örneklerinde titrasyon asitliği artmıştır ve buna bağlı olarak pH azalmıştır. Yapılan bu çalışmada da pH miktarı, titrasyon asitliği ile  $P<0,01$  seviyesinde negatif korelasyon ( $r=-0,432$ ) göstermektedir. Yapılan araştırmada pekmez örneklerinde en düşük titrasyon asitliği 4 nolu örnekte (%0.72), en yüksek titrasyon asitliği ise 5 nolu örnekte (%1.28) belirlenmiştir (Çizelge 3). Pekmez örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu ve depolama süresinin, pekmez örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Pekmez örneklerinin invert şeker miktarlarının kendi aralarında istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). İvert şeker miktarı en düşük 11 nolu örnekte (31.56 g/100g), en yüksek 12 nolu örnekte (55.03 g/100g) belirlenmiştir (Çizelge 3). Pekmezlerin invert şeker miktarındaki bu farklılıklar pekmez üretiminde kullanılan dutların farklılığına, pekmez yapım aşamasında uygulanan ısıl işlemin süre ve sıcaklığına bağlı olarak değişiklik göstermiş olabilir. Çünkü invert şeker miktarı meyve türlerine ve çeşitlerine göre değişik miktarlarda olabilmektedir. Ayrıca şekerli gıdaların üretimi ve

depolanması sırasında sıcaklığa ve gıdanın asitliğine bağlı olarak sakarozun inversiyona uğramasıyla invert şeker oluşmaktadır.

TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'nda (Anonim 1996) invert şeker miktarının, Tip 1 pekmezlerde %45,0-54,0 arasında ve Tip 2 pekmezlerde ise %36,0-45,0 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Pekmez örnekleri, standarda göre değerlendirildiğinde invert şeker açısından 6 adet dut pekmezinin (1, 3, 7, 11, 12 ve 15 nolu pekmezler) standarda uygun olmadığı, 7 tanesinin (2, 4, 5, 8, 10, 13 ve 14 nolu pekmezler) 2. Tip pekmez sınıfına girdiği ve geri kalan 2 adet örneğin (6 ve 9 nolu pekmezler) ise 1. Tip pekmez sınıfına girdiği görülmektedir (Çizelge 3). İvert şeker miktarının depolamanın 3. ayında en düşük, 0. ayında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince pekmezlerin invert şeker miktarı başlangıca göre 3. ayda azalmış, 6. ayda yükselmiştir (Çizelge 4). Sakaroz miktarı en düşük 12 nolu örnekte (12.03 g/100g), en yüksek 3 nolu örnekte (31.34 g/100g) belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu durum elde edildikleri dut çeşitlerinin farklı olmasından kaynaklanabilmektedir. Dut pekmezlerinin sakaroz miktarlarını; Aksu ve Nas (1996); %2.78-20.29, Şimşek ve Artık (2002); %8.02, Sengül ve ark. (2005); 0.66 g/100g, Tosun ve Keleş (2005); %7.40-33.40 olarak bulmuşlardır. Yapılan çalışmada belirlenen sakaroz miktarlarının önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Pekmez örneklerinin sakaroz miktarlarının istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu ayrıca depolama süresinin, pekmez örneklerinin sakaroz miktarları üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'nda (Anonim 1996) sakaroz miktarının, Tip 1 pekmezlerde en çok %14 ve Tip 2 pekmezlerde ise en çok %17 olması gerektiği belirtilmektedir. Pekmez örnekleri, standarda göre değerlendirildiğinde 14 adet dut pekmezinin standarda uygun olmadığı, sadece 12 nolu pekmez örneğinin standarda uygun olduğu ve 1. Tip pekmez sınıfına girdiği görülmektedir (Çizelge 3). Toplam şeker miktarının 9 nolu örnekte (67.37 g/100g) en yüksek, 5 nolu örnekte (55.56 g/100g) en düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Dut pekmezlerinde yapılan çalışmalarda; Aksu ve Nas (1996) toplam şeker miktarını; %48.13, 70.89 arasında, Şimşek ve Artık (2002); %60.12, Sengül ve ark. (2005); 60.22 g/100g, Tosun ve Keleş (2005); %58.18-71.17 arasında belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar ile elde ettiğimiz sonuçların birbirlerine benzer oldukları görülmektedir. TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'nda (Anonim 1996) toplam şeker miktarının, Tip 1 pekmezlerde en çok %66 ve Tip 2 pekmezlerde ise en çok %60 olması gerektiği belirtilmektedir. Pekmez örnekleri, standarda göre

değerlendirildiğinde 9 örneğin (4, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14 ve 15 nolu pekmezler) 1. Tip pekmez sınıfına girdiği, 3 örneğin (1, 2 ve 5 nolu örnekler) ise 2. Tip pekmez sınıfına girdiği ve 3 örneğin (3, 9 ve 12 nolu örnekler) ise toplam şeker miktarı bakımından standarda uygun olmadığı görülmektedir (Çizelge 3). Pekmez örneklerinin toplam şeker miktarlarının istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu ve depolama süresinin, pekmez örneklerinin toplam şeker miktarları üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Pekmezlerin toplam şeker miktarı depolama süresince 0. ve 6. aylarda benzer olup 3. ayda bunlara oranla daha düşük bir değerdedir (Çizelge 4). Pekmez örneklerinin HMF miktarı en yüksek 12 nolu örnekte (134.68 mg/kg), en düşük 3 nolu örnekte (5.69 mg/kg) tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yapılan gözlemlerde 12 nolu pekmez örneğinin aşırı viskoz olduğu görülmüştür. Bu durum pekmezin üretimi sırasında ısı işlemin çok uzun süre uygulanmış olduğunu göstermektedir. Buna bağlı olarak HMF miktarı yükselmiş olabilir. Çünkü HMF miktarı ile ısı işlemin şiddeti (süre ve sıcaklık) arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (Yılmaz 1994). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'nda (Anonim 1996) HMF miktarının, Tip 1 pekmezlerde en çok 75 mg/l ve Tip 2 pekmezlerde ise en çok 150 mg/l olması gerektiği belirtilmektedir. Pekmez örnekleri, standarda göre değerlendirildiğinde 12 ve

14 nolu pekmez örneklerinin Tip 2 sınıfına, diğer örneklerin ise Tip 1 pekmez sınıfına girdiği görülmektedir (Çizelge 3). Pekmez örneklerinin HMF miktarlarının istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Depolama süresinin, pekmez örneklerinin HMF miktarı üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Depolama süresince örneklerin HMF miktarında bir artış meydana gelmiştir. Bu durumun, pekmez örneklerinin depolanması sırasında glukoz ve fruktozun dehidratasyonu sonucu HMF miktarının yükselmesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Tosun ve Üstün (2003) zile pekmezinin depolanması üzerine yaptıkları bir çalışmada 8 ay boyunca depolanan pekmezlerde HMF miktarının arttığını belirlemişlerdir.

#### Fenolik madde miktarlarında ve antioksidan aktivitesinde meydana gelen değişimler

Pekmez örneklerinin fenolik madde miktarlarında ve antioksidan aktivitesinde meydana gelen değişimler Çizelge 5'de verilmiştir. Pekmez örneklerinin fenolik madde miktarlarının istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu tespit edilmiştir. Fenolik madde miktarındaki bu farklılıklar, pekmez yapımında kullanılan dut fenotiplerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Pekmez örneklerinin antioksidan aktivitesi ve fenolik madde miktarları

Örnek No	n	Fenolik Madde ( $\mu\text{gGAE}/\text{mg}$ örnek)	Antioksidan Aktivitesi (%)
1	6	15.28 $\pm$ 2.62 <sup>a</sup>	35.17 $\pm$ 2.94 <sup>a</sup>
2	6	13.30 $\pm$ 3.54 <sup>c</sup>	10.58 $\pm$ 0.50 <sup>i</sup>
3	6	13.97 $\pm$ 2.71 <sup>b</sup>	20.51 $\pm$ 4.09 <sup>de</sup>
4	6	10.01 $\pm$ 4.18 <sup>fg</sup>	25.88 $\pm$ 2.40 <sup>c</sup>
5	6	9.76 $\pm$ 4.51 <sup>g</sup>	30.47 $\pm$ 5.68 <sup>b</sup>
6	6	10.50 $\pm$ 3.59 <sup>ef</sup>	19.87 $\pm$ 2.82 <sup>def</sup>
7	6	13.80 $\pm$ 3.37 <sup>bc</sup>	21.75 $\pm$ 3.30 <sup>d</sup>
8	6	10.99 $\pm$ 3.90 <sup>e</sup>	17.32 $\pm$ 2.71 <sup>fg</sup>
9	6	11.91 $\pm$ 3.33 <sup>d</sup>	18.82 $\pm$ 2.76 <sup>efg</sup>
10	6	10.54 $\pm$ 3.64 <sup>ef</sup>	14.33 $\pm$ 3.35 <sup>hi</sup>
11	6	13.72 $\pm$ 2.75 <sup>bc</sup>	10.65 $\pm$ 0.46 <sup>i</sup>
12	6	12.13 $\pm$ 3.63 <sup>d</sup>	16.76 $\pm$ 2.53 <sup>gh</sup>
13	6	12.10 $\pm$ 3.23 <sup>d</sup>	10.59 $\pm$ 0.51 <sup>i</sup>
14	6	12.34 $\pm$ 2.85 <sup>d</sup>	11.98 $\pm$ 2.45 <sup>ii</sup>
15	6	12.03 $\pm$ 3.29 <sup>d</sup>	20.14 $\pm$ 5.25 <sup>def</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

En düşük fenolik madde miktarı 5 nolu örnekte (9,76  $\mu\text{gGAE}/\text{mg}$  örnek), en yüksek fenolik madde miktarı ise 1 nolu örnekte (15,28  $\mu\text{gGAE}/\text{mg}$  örnek) tespit edilmiştir (Çizelge 5). Depolama süresinin, pekmez örneklerinin fenolik madde miktarı üzerinde istatistiki olarak önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) etkili olduğu tespit edilmiş olup depolama süresince örneklerin fenolik madde miktarında

azalma meydana gelmiştir (Çizelge 6). Fenolik maddelerin depolamaya bağlı olarak parçalanmış olabilecekleri düşünülmektedir. Pekmezlerin antioksidan aktivitelerinin 2, 11 ve 13 nolu örneklerde (%10.58, %10.65, %10.59) en düşük, 1 nolu örnekte (% 35.17) ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Antioksidan aktivitesindeki bu farklılıkların farklı dut fenotiplerinin kullanılmış



olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Antioksidan aktivitesi belirlenirken standart madde olarak BHA kullanılmıştır. BHA 100 mg/L'de 0. ayda %61.46, 3.ayda %66,30, 6. ayda ise %64.28 antioksidan aktivite göstermiştir. BHA ile pekmez örnekleri karşılaştırıldığında pekmezlerin BHA'dan daha düşük bir antioksidan aktivitesi gösterdikleri görülmektedir. Ancak pekmez örneklerinin antioksidan aktiviteleri yine de çok düşük miktarlarda değildir. Pekmez örneklerinin

antioksidan aktivitelerinin istatistiki olarak çok önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) farklı olduğu ve depolama süresinin pekmez örneklerinin antioksidan aktiviteleri üzerine  $P<0,01$  seviyesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Antioksidan aktivitesinin 0. ayda en yüksek olduğu, 3. ve 6. aylarda azaldığı ve birbirine benzer olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince antioksidan maddelerin parçalanmış olmasından dolayı antioksidan madde miktarında bir azalma olabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 6.** Pekmez örneklerinin antioksidan aktivitesi ve fenolik madde miktarları üzerine depolama süresinin etkileri ( $P<0.01$ )

Depolama (Ay)	n	Fenolik Madde ( $\mu\text{gGAE}/\text{mgörnek}$ )	Antioksidan Aktivitesi (%)
0	30	16.31 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>	21.29 $\pm$ 8.84 <sup>a</sup>
3	30	11.14 $\pm$ 2.15 <sup>b</sup>	18.30 $\pm$ 7.12 <sup>b</sup>
6	30	9.03 $\pm$ 1.94 <sup>c</sup>	17.38 $\pm$ 6.45 <sup>b</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada 6 ay süreyle 20 $\pm$  2°C'de depolanan dut pekmezlerinin 0., 3. ve 6. aylarda analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, dut pekmezinin doğal antioksidan ve fenolik madde kaynağı olduğu ve bu gıdanın fonksiyonel gıda veya fonksiyonel gıda katkısı olarak kullanılabilmesi düşünülebilir. Ayrıca dut pekmezi şeker bakımından da zengin olması nedeniyle iyi bir enerji kaynağıdır. Dut pekmezi, özellikle kış aylarında bal, reçel, marmelat ve helva gibi şekerli gıdalara alternatif olarak tüketilebilir. Genel olarak, 6 ay süreyle 20 $\pm$  2°C'de 6 ay depolanan dut pekmezlerinin besin değerlerinde özellikle toplam fenolik madde miktarında ve antioksidan aktivitesinde azalma, HMF miktarında ise artma olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden pekmezin daha düşük sıcaklıklarda depolanması gerektiği sonucu çıkarılabilir. Bu nedenle pekmezin toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin korunması ya da azalmanın en az seviyede tutulması ve HMF miktarının artışının önlenmesi için gerekli olan depolama şartlarının belirlenmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Aksu, M.İ., Nas, S. 1996. Dut pekmezi üretim tekniği ve çeşitli fiziksel-kimyasal özellikleri. Gıda Teknolojisi Derneği Dergisi, 21(2): 83-88.
- Anonim, 1990. Hidroksi Metil Furfural Tayini. TS 3036, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1996. Dut Pekmezi Standardı. TS 12001, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1975. Official Methods of Analysis Association of Chemists, Washington, D.C.

- Batu, A. 1993. Kuru üzüm ve pekmezin insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemi. GIDA, 18(5): 303-307.
- Baysa, A. 1995. Genel Beslenme. Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Celik, S., Bakırcı, I. 2003. Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice). International Journal of Dairy Technology, 56(1): 26-29.
- Cemeroğlu, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara.
- Cheung, L. M., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C. 2003. Antioxidant Activity and total phenolics of edible mushroom extracts. Food Chemistry, 81(2): 249-255.
- Collins, A.R. 2005. Antioxidant intervention as a route to cancer prevention. European Journal of Cancer, 41: 1923-1930.
- Dasgupta, N., De, B. 2007. Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: A Comparative Study. Food Chemistry, 101(2): 471-474.
- Demiröz, B., Sökmen, M., Uçak, A., Yılmaz, H., Gülderen, Ş. 2002. Variation of Copper, iron, and zinc levels in pekmez products. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 69: 330-334.
- Duyn, M.A.S.V., Pivonka, E. 2000. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: Selected literature. Journal of the American Dietetic Association, 100(12): 1511-1521.
- Eriş, A., Yanmaz, R. 1979. Sağlık ve beslenme açısından sebzelerin önemi. GIDA, 4(1): 25-40.

- Ercisli, S., Orhan, E. 2005. Natural mulberry (*Morus* spp.) production in Erzurum region in Turkey. In Proceedings of The International Scientific Conference, 'Environmentally Friendly Fruit Growing' p. 129-136, 7-9 September 2005, Tartu-Estonia.
- Erdoğan, Ü. 2003. İspir ve Pazaryolu İlçelerinde Yetiştirilen Dutların (*Morus* sp.) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. 1995. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayın No:751, Ziraat Fak. Yayın No:318, Ders Kitapları Serisi No:69, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gulcin, I., Oktay, M., Kufreviöglü, I., Aslan, A. 2002. Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L) Ach. Journal of Ethnopharmacology, 79(3): 325-329.
- Kahlon, T.S., Chapman, M.H., Smith, G.E. 2007. In vitro binding of bile acids by okra, beets, asparagus, eggplant, turnips, green beans, carrots and cauliflower. Food Chemistry, 103: 676-680.
- Kaur, C., Kapoor, H.C. 2002. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. International Journal of Food Science and Technology. 37(2): 153-161.
- Kayhan, M. 1982. Üzüm Şirasının Pekmeze İşlenmesinde Meydana Gelen Terkip Değişimleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 797, Ankara.
- Keleş, F. 1983. Meyve ve sebze işleme teknolojisi laboratuvar notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak., Erzurum.
- Lathia, D., Blum, A. 1991. Role of vitamin E as nitrite scavenger and N-nitrosamine inhibitor. Fett-Wiss. Technol. 93(6): 271-274.
- Lin, J.Y., Tang, C.Y. 2007. Determination of total phenolics and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. Food Chemistry, 101(1): 140-147.
- Lundberg, J.O., Feelisch, M., Björne, H., Jansson, E.A., Weitzberg, E. 2006. Nitric Oxide Biology and Chemistry, 15: 359-362.
- Nas, S., Nas, M. 1987. Pekmez ve pestilin yapılışı, bileşimi ve önemi. GIDA, 12(6): 347-352.
- Othman, A., Ismail, A., Ghani, N.A., Adenan, İ. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. Food Chemistry, 100(4): 1523-1530.
- Ötleş, M. 1995. Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri). Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları. Yayın No: 2.
- Podsedek, A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. LWT, 40: 1-11.
- Poppel, G., Berg, H. 1997. Vitamins and cancer. Cancer Letters, 114: 195-202.
- Sakanaka, S., Tachibana, Y., Okada, Y. 2005. Preparation and Antioxidant Properties of Extracts of Japanese Persimmon Leaf Tea (kakinoha-cha). Food Chemistry, 89(4): 569-575.
- Sengül, M., Ertugay, M.F., Sengül, M. 2005. Rheological, physical and chemical characteristics of mulberry pekmez. Food Control, 16(1): 73-76.
- Sengül, M., Ertugay, M.F., Sengül, M., Yüksel, Y. 2007. Rheological characteristics of carob pekmez. International Journal of Food Properties, 10: 39-46.
- SPSS, 2004. SPSS for Windows Release 13.0 SPSS INC, Chicago US.
- Şimşek, A., Artık, N. 2002. Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. GIDA, 27(6): 459-467.
- Tosun, İ., Ustun, N.S. 2003. Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). Food Chemistry, 80: 441-443.
- Tosun, İ., Yüksel, S. 2003. Üzümsü meyvelerin antioksidan kapasitesi. GIDA, 28(3): 305-311.
- Tosun, M. ve Keleş, F., 2005. Erzurum'un bazı ilçelerinde üretilen dut pekmezlerinin bileşimlerinin belirlenmesi. Gıda Kongresi, Kongre Kitabı, 289-292 s, Bornova-İzmir.
- Velioğlu, S., 2000. Doğal Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri. GIDA 25(3): 167-176.
- Yılmaz, H. 1994. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Ballarının Kimyasal Bileşimlerinin Araştırılması (Doktora Tezi). Atatürk Üniv. Fen Fak. Kimya Bölümü, Erzurum.
- Yoğurtçu, H., Kamışlı, F. 2006. Determination of rheological properties of some pekmez samples in Turkey. Journal of Food Engineering, 77: 1064-1068.