



## Determination of Some Physical, Chemical and Antioxidant Properties of Erzincan Traditional Mulberry Pekmez (Molasses)

Mehmet Ali Salık<sup>1,a,\*</sup>, Ayla Arslaner<sup>2,b</sup>, Songül Çakmakçı<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Atatürk University, 25240 Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Dede Korkut Campus, Bayburt University, 69000 Bayburt, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 10/08/2020 Accepted : 16/10/2020</p> <p><b>Keywords:</b> Erzincan mulberry pekmez Traditional method Antioxidant activity HMF Pekmez analysis</p>	<p>In this study, it was aimed to determine some quality properties of Erzincan mulberry pekmez (molasses) produced with traditional method. For this purpose, various physicochemical properties and antioxidant activity were determined on ten mulberry molasses samples traditionally produced in 2018 and 2019. In the pekmez samples pH 4.86-5.17, titratable acidity 0.53-0.85%, total dry matter 71.91-84.07%, water soluble dry matter 70.60-83.80%, total ash 1.44-3.47%, protein 1.47-3.19%, water activity 0.59-0.75, 5-hydroxymethyl furfural (HMF) 5.70-72.62 mg/kg, total sugar 64.04-71.40%, invert sugar 40.46-56.15%, sucrose 7.76-26.59%, calorie 262.01-294.54 kcal/100 g, viscosity 745-15275 cP, <i>L*</i> value 19.19-32.64, <i>a*</i> value 5.68-17.53, <i>b*</i> value 2.46-9.01, <i>H<sup>o</sup></i> value 15.78-52.10 and <i>C*</i> value were detected in the range of 8.74-19.72. Total phenolic content (TFM), 1,1diphenyl-2picrylhydrazyl (DPPH) antioxidant activity and % inhibition values were found to be in the range of 3.92-10.05 mg GAE/g, 1.31-6.25 mg TE/g and 7.96-30.69%, respectively. According to the results, in general the pekmez samples were found to have quite high nutritional values, to be a good source of antioxidants and TPC, and the amount of HMF remained quite below the limits reported in the TS 12001 Standard (Made From Mulberry). Consequently, it was revealed that molasses which have natural, high nutritional values and health beneficial can be produced with the traditional production technique in Erzincan region. It is thought that these research results will contribute to the importance, promotion, appreciation and protection of Erzincan traditional mulberry pekmez.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(1): 181-190, 2021

## Erzincan Geleneksel Dut Pekmezinin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 10/08/2020 Kabul : 16/10/2020</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Erzincan dut pekmezi Geleneksel yöntem Antioksidan aktivite HMF Pekmez analizleri</p>	<p>Bu çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen Erzincan dut pekmezinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, 2018 ve 2019 yıllarında geleneksel olarak üretilen 10 adet dut pekmezi örneğinde, çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikler ile antioksidan aktivite tespit edilmiştir. Pekmez örneklerinde; pH 4,86-5,17, titrasyon asitliği %0,53-0,85, toplam kuru madde %71,91-84,07, suda çözünür kuru madde %70,60-83,80, toplam kül %1,44-3,47, protein %1,47-3,19, su aktivitesi 0,59-0,75, 5-hydroxymethyl furfural (HMF) 5,70-72,62 mg/kg, toplam şeker %64,04-71,40, invert şeker %40,46-56,15, sakkaroz %7,76-26,59, kalori 262,01-294,54 kcal/100 g, viskozite 745-15275 cP, <i>L*</i> değeri 19,19-32,64, <i>a*</i> değeri 5,68-17,53, <i>b*</i> değeri 2,46-9,01, <i>H<sup>o</sup></i> değeri 15,78-52,10 ve <i>C*</i> değeri 8,74-19,72 aralığında belirlenmiştir. Toplam fenolik madde (TFM), 1,1diphenyl-2picrylhydrazyl (DPPH) antioksidan aktivite ve % inhibisyon değerleri ise sırasıyla; 3,92-10,05 mg GAE/g, 1,31-6,25 mg TE/g ve %7,96-30,69 aralığında bulunmuştur. Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde; genel olarak pekmez örneklerinin besin değerlerinin yüksek olduğu, antioksidan ve TFM açısından iyi birer kaynak oldukları ve HMF miktarlarının TS 12001 Pekmez Standardı'nda bildirilen limitlerin oldukça altında kaldığı görülmektedir. Sonuç olarak, Erzincan yöresine ait geleneksel üretim tekniği ile doğal, besin değeri yüksek ve sağlığa yararlı pekmezlerin üretilebileceği ortaya çıkmıştır. Bu araştırma sonuçlarının, Erzincan geleneksel dut pekmezinin önemi, tanıtımı, değer kazanması ve koruma altına alınmasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.</p>

<sup>a</sup> [mehmetali\\_24\\_94@hotmail.com](mailto:mehmetali_24_94@hotmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4727-9830> | [aylaarslaner@bayburt.edu.tr](mailto:aylaarslaner@bayburt.edu.tr)

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2777-9697>

<sup>c</sup> [cakmakci@atauni.edu.tr](mailto:cakmakci@atauni.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0003-0334-5621>



## Giriş

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, ülkemiz ve dünya genelinde tüketicilerin, doğal ve sağlıklı geleneksel gıdalara olan ilgisinin arttığı görülmektedir (Guerrero ve ark., 2009; Albayrak ve Güneş, 2010; Ötleş ve ark., 2016). Geleneksel gıdalar, yöresel hammaddeler kullanılarak üretilen veya geleneksel bir bileşim ya da bir üretim yöntemine dayanan, doğal, halk tarafından kabul görmüş ve zaman içinde test edilmiş, potansiyel sağlık etkilerine sahip ürünler olarak tanımlanmaktadır (Ötleş ve ark., 2016). Geleneksel gıdalar bir ülkenin kültürel zenginliklerine göre çeşitlilik göstermekte olup, yerel kimlik, tüketici davranışı, gelecek nesiller için kültürel mirasın aktarılması ve korunması açısından da önemli bir rol oynamaktadır (Guerrero ve ark., 2009; Albayrak ve Güneş, 2010; Ötleş ve ark., 2016). Geleneksel gıdalar açısından önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizin, hemen her bölgesinde farklı özellikler ve lezzetler taşıyan yüzlerce geleneksel gıda nesiller boyu orijinallliğini koruyarak üretilmekte ve sevilerek tüketilmektedir.

Türkiye'nin önemli geleneksel ürünlerinden biri olan pekmez, ülkemizin hemen her yöresinde uzun zamandan beri üretilmektedir (Tosun ve Üstün, 2003; Akbulut ve ark., 2007). Pekmez, çabuk bozulabilen taze meyvelerin çeşitli yöntemler kullanılarak daha dayanıklı başka bir ürüne dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır (Üstün ve Tosun, 1997; Akbulut ve ark., 2007; Özbey ve ark., 2013). Pekmez yüksek miktarda şeker, mineral madde ve organik asit içerdiğinden insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahip olup, iyi bir enerji kaynağıdır (Çakmakçı ve Tosun, 2010; Kamiloğlu ve Çapanoğlu, 2014). Ayrıca, pekmezin bileşiminde çeşidine göre az veya çok miktarda proteinler, aminoasitler, flavonoidler ve fenolik bileşiklerde bulunmaktadır (Karababa ve Develi Işıklı, 2005; Ercişli ve Orhan, 2007; Özbey ve ark., 2013). Fenolikler ve flavonoidler, antioksidan ve antimutajenik özelliklerinden dolayı, sağlık üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Ercişli ve Orhan, 2007; Sevindik ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2018). Üzüm, dut, elma, keçiyoynuzu, erik, karpuz, kayısı, şeker pancarı ve incir gibi yüksek miktarda şeker içeren meyveler ağırlıklı olarak pekmez üretiminde kullanılmaktadır (Tosun ve Üstün, 2003; Şengül ve ark., 2005; Akbulut ve Özcan, 2008; Kamiloğlu ve Çapanoğlu, 2014). Ancak dut ve üzüm, ülkemizde pekmez üretiminde en yaygın kullanılan meyvelerdir (Karababa ve Develi Işıklı, 2005; Akbulut ve ark., 2007; Çakmakçı ve Tosun, 2010).

Dut pekmezi; yabancı maddelerden (yaprak, böcek, odun parçacığı gibi) arındırılan taze ya da kurutulmuş dutlardan elde edilen şıranın, açık veya vakumlu kazanlarda belirli bir kıvama gelinceye kadar koyulaştırılmasıyla elde edilen şeker oranı oldukça yüksek bir gıdadır (Anonim, 1996). Son zamanlarda dut pekmezinin faydalarının daha çok anlaşılması nedeniyle ünü artmıştır. Ülkemizde dut üretimi, oldukça yaygın olup daha çok Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgelerinde yapılmaktadır. Erzincan, dut üretiminde önemli bir potansiyele sahip iller arasında bulunmaktadır (Akbulut ve ark., 2007; Ergun ve ark., 2019). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2019 yılında ülkemizde toplam 69317 ton dut üretilmiş olup, bunun yaklaşık %7'sinin Erzincan ilinde (4657 ton) olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2019). Erzincan civarında, sofralık olarak tüketim dışında kalan dutlar, daha çok kurutulmuş

(çemiç) ve çeşitli geleneksel ürünlere (pekmez, bastık, kesmece ve dövmeç gibi) işlenerek değerlendirilmektedir. Dut pekmezinin geleneksel olarak üretim yöntemlerinde; genellikle pekmezin daha çok açık kazanlarda odun ateşinde pişirilmesi, güneşte bekletilerek kıvamının ayarlanması, konsantrasyon aşamalarında ve durultma işlemlerindeki (ağartma toprağı kullanımı gibi) farklılıklardan dolayı hem bölgeler arasında farklılık göstermekte hem de endüstriyel uygulamalardan ayrılmaktadır. Uzun uğraşlar ve zahmetler sonucu, yüz yıllardan beri (Köksal, 2016) geleneksel olarak üretilen Erzincan dut pekmezi (Köksal, 2016) tamamen doğal yollardan hiçbir katkı maddesi (tatlandırıcı gibi) ve yardımcı madde (durultma ajanları ve pekmez toprağı gibi) kullanılmadan odun ateşinde açık kazanlarda pişirilerek üretilmektedir. Üretimde, rengin daha açık olması ve tadın acımsı-yakıcı olmaması için üreticilerin tecrübeleri sonucu edinmiş oldukları bazı uygulamalar işe yaramaktadır. (Yöntem kısmında bu uygulamalardan bahsedilmiştir).

Karakteristik üretim tekniğinin bir sonucu olarak Erzincan dut pekmezi; besin değeri yüksek, kaliteli, lezzetli, şeker oranı yüksek olmasına rağmen hafif ve yakıcı olmayan bir tat ve aromaya sahiptir. Bölgede dut pekmezi, genellikle doğrudan kahvaltılarda tüketilebildiği gibi isteğe bağlı olarak aşure, gasefe (kayısı tatlısı), bastık (pestil), kesmece, korava ve bastık kızartması gibi pek çok geleneksel ürünün lezzetlendirilmesi, tatlılaştırılması ve renk özelliklerinin geliştirilmesinde de kullanılabilir. (Köksal, 2016)

Bu çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen Erzincan dut pekmezinin bazı fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece; geleneksel Erzincan dut pekmezinin literatüre kazandırılması, mevcut durum tespitinin yapılması ve bu konuda ileride yapılacak araştırmalara ve girişimlere temel teşkil edecek bulguların elde edilmesi hedeflenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Pekmez örneklerinin üretiminde, Erzincan ilinin Bayırbağ köyünde bulunan aynı bahçenin ağaçlarından elde edilen taze beyaz dutlar (*Morus alba* L.) kullanılmış olup, üretimler 2018 ve 2019 yıllarının yaz aylarında (Temmuz-Eylül) kısa aralıklarla (7-10 gün) yapılmıştır. Pekmez örnekleri, üretimden hemen sonra 250 ml'lik cam kavanozlara alınarak kodlandıktan sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur. Analizler tamamlanmaya kadar buzdolabında (+4°C) muhafaza edilmiştir. 2018 yılında ayrı ayrı üretimi yapılan (P1, P2, P3, P4 ve P5 kodlu) 5 adet Erzincan dut pekmezi örneği ile 2019 yılında yine ayrı ayrı üretilen (P6, P7, P8, P9 ve P10 kodlu) 5 adet olmak üzere toplam 10 adet örnek dört paralelli olarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada materyal olarak kullanılan Erzincan geleneksel dut pekmezi örnekleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

### Yöntem

#### Geleneksel Yöntemle Erzincan Dut Pekmezinin Üretimi

Geleneksel yöntemle Erzincan dut pekmezi üretimi Şekil 2'de verilen akış şemasına göre yapılmıştır. Pekmez örneklerinin üretimi için, yörede her zaman yapıldığı gibi, dutların yerle ve toprakla temasını kesmek amacıyla dut ağaçlarının altına file (Şekil 2-A), branda çadır ve bez

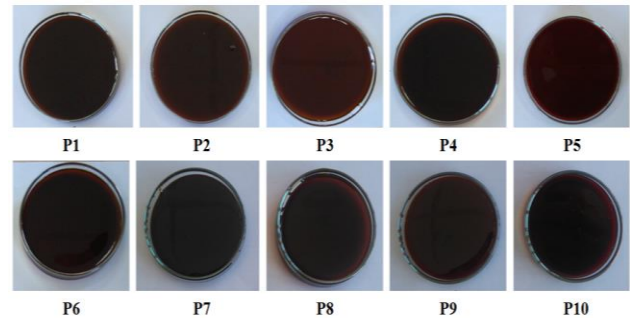
kumaşlar açılmıştır. Bu materyalin üzerine hem doğal olarak düşen hem de uzun çubuklar (sırık) ile dalların silkelmesiyle düşen hasat olgunluğuna ulaşmış dutlar (Şekil 2-B) (Şekil 2-C) toplanmıştır. Toplanan dutlar içerisinde olgunlaşmamış yeşil dut, yaprak, sap ve dal gibi yabancı kısımlar uzaklaştırıldıktan sonra ayıklanmış dutlar (Şekil 2-Ç) kovalara aktarılmıştır. Kovalardaki dutlar bahçedeki geleneksel bir ocak üzerine yerleştirilmiş geniş alüminyum leğen içerisine boşaltıldıktan sonra üzerine soğuk içme suyu (yaklaşık 1:1,5, ağırlık:hacim, dut:su) ilave edip, ocağın altı yakılmıştır (geleneksel üretimde kuru dut kullanılması durumunda su miktarı biraz daha artırılmaktadır). Ocaklarda yakacak olarak genellikle; meyve ağaçlarının budanması sonrasında atılan aksamalar (dal, çalı ve çirpılar gibi) ile kuruyan ağaçlardan elde edilen odunlar kullanılmakta olup, bu araştırmada da bu amaçla daha önce temin edilmiş yakacak kullanılmıştır. (Bazı üreticiler pekmezin daha açık renkli olması için leğende önce suyu kaynatıp daha sonra dutları ilave etmektedir). Dutlar, kaynamakta olan su içerisinde 30 ile 60 dakika kadar haşlanmış (Şekil 2-D), sonra bir süzgeçle süzülmesi (Şekil 2-E) ve ilk şıraları (bölgede baş sıra olarak ifade edilmekte) alınmıştır. Baş sıra, duttan ekstrakte edilen, şeker oranı yüksek daha koyu renkli ve kıvamlı sıvıyı ifade etmektedir. Dutlardaki kalan şekeri almak amacıyla süzgeçte kalan dutlar, başka bir leğene aktarıldıktan sonra üzerine bir miktar su (yaklaşık 1:0,5 oranında ağırlık:hacim, dut: su) ilave edilerek el ile ezme işlemi yapılmıştır (Şekil 2-F). Daha sonra bu karışım, ince gözenekli bir bez çuvala aktarılmış elle ve/veya çuval üzerine ağır bir taş konularak süzme işlemi yapılmış ve ikinci sıra (bölgede şikrem olarak adlandırılmaktadır) elde edilmiştir (Şekil 2-G). Şikrem, kalan dut posasından ekstrakte edilen, şeker oranı baş şıraya göre daha düşük olan açık renkli sıvıyı ifade etmektedir. Elde edilen birinci ve ikinci sıra bir tülbent süzgeçten geçirilerek süzülmüştür (Şekil 2-Ğ). Süzme işlemleri tamamlanan sıra (Şekil 2-H) yanan ocak üzerindeki leğene aktararak kaynatılmıştır. Kaynama işlemi sırasında sıra içerisinde kalan istenmeyen kısımlar, yüzeyde toplanan köpükle birlikte uzaklaştırılmıştır (Şekil 2-I). Kaynayan sıra ara sıra karıştırılarak 2 ile 3 saat içerisinde kıvam alması sağlanmıştır. Pekmezin kıvam alma süresi; haşlama sırası ve sonrasında dutlara ilave edilen su miktarı, elde edilen toplam sıra miktarı, pişirme amaçlı kullanılan alüminyum leğenin boyut ölçütleri ile leğenin doluluk oranı, ocağın yanma durumu ve karıştırma işlemi gibi pek çok faktöre bağlı olup, değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, pekmezin kıvam almaya başlaması, yüzeyde oluşan turuncu-kırmızımsı küçük köpük kabarcıkların oluşumu, yapıdaki ağdalaşma ve yayılan pekmez kokusundan anlaşılmaktadır (Şekil 2-İ). Kıvam almaya başlayan pekmez, sürekli kontrol edilerek (beyaz renkli porselen bir tabakta bir miktar pekmez soğutularak) istenen kıvamda ocak üzerinden alınmıştır. (Geleneksel üretimde pekmezin asıl kıvamı tamamen soğuduktan sonra belli olup, kıvam istenilen şekilde koyulaşmamış ise pekmezler güneşte birkaç gün tutularak kıvam artırılmaktadır. Böylece, ılıman şartlarda gerçekleştirilen koyulaştırma işlemiyle birlikte renk özellikleri de korunmaktadır. Kıvamı az olan pekmezlerde yaz aylarında ekşime olduğundan genellikle orta kıvamlı ve/veya katı olarak üretilmektedir).

#### Fiziksel ve Kimyasal Analizler

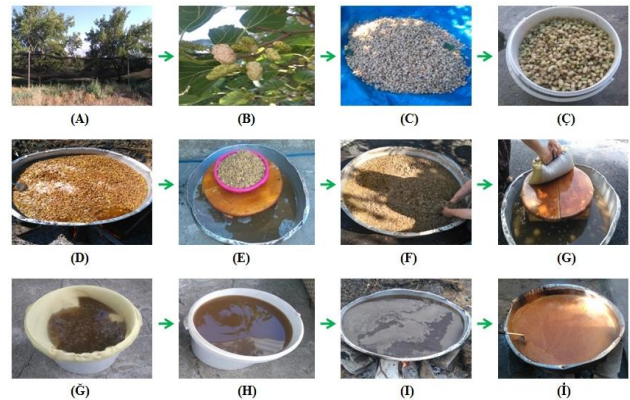
Dut ve pekmez örneklerinde; toplam kuru madde ve toplam kül (gravimetrik yöntemle), suda çözünür kuru madde (SÇKM), protein (Kjeldahl yöntemiyle belirlenen azot oranının 6,25 faktörü ile çarpılmasıyla), pH ve titrasyon asitliği (susuz sitrik asit cinsinden) analizleri yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010). Örneklerde su aktivitesi ( $a_w$ ), su aktivitesi tayin cihazı (Novasina/Lab Master- $a_w$ , İsviçre) kullanılarak; toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarları Lane ve Eynon (1923)'ün metoduyla, HMF miktarı ise spektrofotometrik yöntemle Cemeroğlu (2010)'na göre belirlenmiştir. Pekmez örneklerinde viskozite ölçümleri, viskozimetre (Brookfield DV-II Model, ABD) cihazı kullanılarak 20°C'de 50 rpm'de 6 nolu başlık ile 15. saniyede belirlenmiştir. Okunan değerler centipoise (cP) olarak ifade edilmiştir (Karataş ve Şengül, 2018). Pekmez örneklerinde toplam kalori miktarı (kcal/100 g) ise 1169/2011 sayılı Komisyon Tüzüğüne göre dönüşüm faktörleri kullanılarak Pereira ve ark. (2008) tarafından verilen eşitliğe  $[(\% \text{ karbonhidrat} \times 4) + (\% \text{ yağ} \times 9) + (\% \text{ protein} \times 4)]$  göre hesaplanmıştır. Hesaplama işlemi karbonhidrat ve protein değerleri üzerinden yapılmış olup, yağ oranı %0 olarak kabul edilmiştir.

#### Renk Ölçümü

Dut ve pekmez örneklerinde renk yoğunluğu, kolorimetre (Minolta CR-300, Minolta Chromometer, Japonya) cihazı kullanılarak  $L^*$  (100: beyaz, 0: siyah),  $a^*$  (+: kırmızı, -: yeşil) ve  $b^*$  (+: sarı, -: mavi) olarak belirlenmiştir. Cihaz, kullanılmadan önce standart beyaz plaka ( $Y: 91.59, X: 0.3167, y: 0.3331$ ) ile kalibre edilmiştir.



Şekil 1. Erzincan geleneksel dut pekmezi örnekleri  
Figure 1. Samples of Erzincan traditional mulberry pekmez



Şekil 2. Geleneksel yöntemle Erzincan dut pekmezinin üretim aşamaları

Figure 2. The production stages of Erzincan mulberry pekmez by traditional method

Renk tonu açısı ( $H^\circ$ ) ve renk doygunluğu ( $C^*$ ) değerleri ise aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Chunthaworn ve ark., 2012).

$$\text{Eşitlik 1: } H^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

$$\text{Eşitlik 2: } C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

### Örneklerin Ekstrakte Edilmesi

Pekmez örneklerinin ekstraksiyonu küçük bir modifikasyonla Karataş ve Şengül, (2018)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla, 0.1 g numune tartılarak üzerine 10 ml %75 metanol-su karışımı (hacim/hacim,v/v) ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 250 rpm'de 1 saat orbital çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 1010, Almanya) karıştırılmıştır. Daha sonra karışım filtre kağıdından (Whatman No:1) süzülerek elde edilen filtrat, toplam fenolik madde TFM ve 1,1diphenyl-2picrylhydrazyl (DPPH) antioksidan aktivite tayinlerinde kullanılmıştır. TFM miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu (Koçak ve ark., 2018), antioksidan aktivite ise DPPH radikal süpürme kapasitesi metoduna (Tezcan ve ark., 2009; Koçak ve ark., 2018) göre belirlenmiştir. Tüm örnek ekstraksiyonları iki paralel olacak şekilde hazırlanmış olup, tüm analizler dört paralelli yapılmıştır.

### Toplam Fenolik Madde Tayini

200 µl numune ekstraktı ve gallik asit standardı üzerine 1,5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi (%10 hacim/hacim, v/v) ile %7,5'lik 1,2 ml sodyum karbonat çözeltisi (ağırlık/hacim, w/v) ilave edildikten sonra örnekler karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 90 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda örneklerin absorbansı bir spektrofotometrede (Shimadzu UV-VIS 1800, Kyoto, Japonya) 765 nm'de metanole karşı ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisinin ( $y = 0,0075x + 0,0494$ ,  $R^2 = 0,9974$ ) hazırlanmasında farklı konsantrasyonlarda (10-100 ppm) hazırlanmış gallik asit standardı kullanılmış olup sonuçlar mg GAE/g örnek olarak verilmiştir (Koçak ve ark., 2018).

### DPPH Yöntemiyle Antioksidan Aktivite Tayini

100 µl numune ekstraktı ve Trolox standardı üzerine 2 ml metanolde hazırlanmış 0,1 mM DPPH çözeltisi ilave edildikten sonra örnekler karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorbansı bir spektrofotometrede 517 nm'de metanole karşı ölçülmüştür. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan Trolox (5-150 ppm) varlığında DPPH çözeltisinin absorbansındaki değişimin ölçülmesiyle bir Trolox kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ( $y = 0,003x + 0,0166$ ,  $R^2 = 0,9967$ ) olup, sonuçlar mg TE/g örnek olarak verilmiştir (Tezcan ve ark., 2009; Koçak ve ark., 2018). Ayrıca örneklerde ve standart çözeltide % inhibisyon:  $[(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) \div A_{\text{kontrol}} \times 100]$  formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Sevindik ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2018).

### İstatistiksel Analiz

Dut pekmezi örneklerine ait tüm veriler SPSS 22,0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) Lisanslı yazılımı kullanılarak istatistiksel açıdan analiz edilmiştir. Varyans (ANOVA) analizi sonucunda önemli çıkan faktörler

Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 güven düzeyinde değerlendirilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

### Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Pekmez örneklerinin üretiminde kullanılan beyaz dut örneklerinde ortalama pH, asitlik, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, toplam kül, protein, su aktivitesi, toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarları sırasıyla; 5,35, %0,19, %27,22, %26,40, %1,25, %1,33, 0,94, %21,81, %19,29 ve %2,39 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer olarak; Ercişli ve Orhan (2007) beyaz dut örneğinde ortalama pH ve asitlik, toplam kuru madde ve suda çözünür kuru madde miktarlarını sırasıyla; 5,60, %0,25, %29,5 ve %20,4 olarak bulmuşlardır. Liang ve ark. (2012) ise beyaz dut örneğinde ortalama pH'yı 5,33, asitliği %0,11, toplam kuru maddeyi %21,1, proteini %2,99 ve kül miktarını %4,99 olarak tespit etmişlerdir.

Pekmezin bileşimi; üretimde kullanılan meyvenin çeşidine ve bileşimine, pekmezin üretim tekniği ve muhafaza şartları gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda incelenen 10 adet dut pekmezi örneğinde; pH, titrasyon asitliği, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, toplam kül, protein, HMF, su aktivitesi, toplam şeker, invert şeker, sakkaroz ve kalori değerleri bakımından önemli derecede farklılıklar olduğu bulunmuştur ( $P < 0,01$ ).

Pekmez örneklerinde en düşük pH değeri P4 örneğinde (4,86), en yüksek pH değeri ise P8 örneğinde (5,17) bulunmuştur (Çizelge 1). Titrasyon asitliği ise %0,53 ile %0,85 aralığında değişim göstermiştir ( $P < 0,01$ ). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'na (Anonim, 1996) göre, Tip 1 ve Tip 2 pekmezlerde pH değerinin 5,0 ile 5,5 aralığında olması gerekmektedir. Buna göre, 2018 yılında üretilen pekmez örneklerine ait (P1, P2, P3, P4 ve P5) pH değerleri standartta bildirilen değerden düşük, 2019 yılında üretilen pekmez örneklerinin (P6, P7, P8, P9 ve P10) pH değerleri ise standartla uyumlu bulunmuştur. Muhtemelen bu farklılık, yıllar arasındaki iklimsel ve ekolojik şartlardaki değişimden kaynaklı olabilir. Dolayısıyla da bu durum, üretimlerde kullanılan dutun bileşimini (şeker ve asitlik gibi) ve pH değerini etkileyerek, son ürünün pH'sında düşüşe neden olmuş olabilir (Mayuoni-Kirshinbaum ve Porat, 2013). Dut meyvesinde belirlenen ortalama pH değeri (5,35), pekmez örneklerine kıyasla nispeten yüksek bulunmuştur. Pekmezler örneklerinde tespit edilen pH değerleri, Karataş ve Şengül (2018) ile Ergun ve ark. (2019) tarafından belirtilen pH değerleriyle (4,84-5,30; 4,77-5,16) benzerlik göstermiş, Aksu ve Nas (1997) tarafından belirlenen değerlerden (5,35-6,03) düşük bulunmuştur.

Pekmez örneklerinde en düşük toplam kuru madde miktarı P3 (%71,91) ve P1 (%72,34) örneklerinde tespit edilirken, en yüksek toplam kuru madde miktarı %84,07 ile P10 örneğinde bulunmuştur. Suda çözünür kuru madde miktarının ise %70,60 ile %83,80 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir ( $P < 0,01$ ) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerinin pH, asitlik, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, toplam kül ve protein miktarları

Table 1. pH, acidity, total dry matter, water soluble dry matter, total ash and protein contents of traditional Erzincan mulberry pekmez samples

Örnekler		pH	Asitlik (%)	KM (%)	SÇKM (%)	Kül (%)	Protein (%)
2018	P1	4,91±0,02 <sup>f</sup>	0,69±0,00 <sup>b</sup>	72,34±0,60 <sup>g</sup>	71,60±0,08 <sup>i</sup>	2,25±0,02 <sup>d</sup>	2,36±0,01 <sup>d</sup>
	P2	4,97±0,01 <sup>e</sup>	0,59±0,00 <sup>e</sup>	79,82±0,64 <sup>c</sup>	78,38±0,30 <sup>c</sup>	1,94±0,03 <sup>f</sup>	1,65±0,01 <sup>g</sup>
	P3	4,88±0,02 <sup>g</sup>	0,53±0,01 <sup>g</sup>	71,91±0,86 <sup>g</sup>	70,60±0,12 <sup>i</sup>	1,44±0,13 <sup>h</sup>	1,47±0,05 <sup>i</sup>
	P4	4,86±0,00 <sup>h</sup>	0,62±0,01 <sup>d</sup>	77,51±0,75 <sup>e</sup>	75,48±0,05 <sup>f</sup>	1,82±0,05 <sup>fg</sup>	1,58±0,01 <sup>h</sup>
	P5	4,97±0,01 <sup>e</sup>	0,59±0,00 <sup>e</sup>	78,73±0,11 <sup>d</sup>	77,88±0,59 <sup>d</sup>	1,73±0,10 <sup>f</sup>	1,60±0,00 <sup>h</sup>
2019	P6	5,10±0,00 <sup>c</sup>	0,56±0,00 <sup>f</sup>	73,81±0,75 <sup>f</sup>	73,13±0,05 <sup>g</sup>	1,74±0,07 <sup>f</sup>	1,71±0,01 <sup>f</sup>
	P7	5,03±0,00 <sup>d</sup>	0,85±0,01 <sup>a</sup>	83,01±0,27 <sup>b</sup>	82,45±0,05 <sup>b</sup>	3,06±0,03 <sup>b</sup>	3,19±0,01 <sup>a</sup>
	P8	5,17±0,00 <sup>a</sup>	0,65±0,00 <sup>c</sup>	73,68±0,64 <sup>f</sup>	72,25±0,06 <sup>h</sup>	2,64±0,03 <sup>c</sup>	2,70±0,00 <sup>b</sup>
	P9	5,09±0,00 <sup>c</sup>	0,68±0,01 <sup>b</sup>	77,39±0,39 <sup>e</sup>	76,10±0,08 <sup>e</sup>	3,47±0,18 <sup>a</sup>	2,58±0,03 <sup>c</sup>
	P10	5,12±0,00 <sup>b</sup>	0,60±0,01 <sup>e</sup>	84,07±0,62 <sup>a</sup>	83,80±0,12 <sup>a</sup>	2,09±0,06 <sup>f</sup>	2,24±0,03 <sup>e</sup>

KM: Toplam kuru madde, SÇKM: Suda çözünür kuru madde. Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalama değerler önemli derecede birbirlerinden farklıdır (P<0,01).

Çizelge 2. Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerinin HMF, su aktivitesi, şeker ve kalori miktarları

Table 2. HMF, water activity, sugar and calorie contents of traditional Erzincan mulberry pekmez samples

Örnekler		HMF (mg/kg)	Su aktivitesi (A <sub>w</sub> )	Şekerler (%)			Kalori (kcal/100 g)*
				Toplam	İnvert	Sakkaroz	
2018	P1	20,17±1,34 <sup>g</sup>	0,74±0,00 <sup>b</sup>	65,04±0,94 <sup>cd</sup>	47,99±0,40 <sup>e</sup>	16,20±0,06 <sup>f</sup>	269,61±3,75 <sup>de</sup>
	P2	21,42±0,86 <sup>fg</sup>	0,69±0,00 <sup>e</sup>	69,26±0,97 <sup>b</sup>	41,27±0,34 <sup>h</sup>	26,59±0,62 <sup>a</sup>	283,64±3,92 <sup>bc</sup>
	P3	47,13±1,07 <sup>b</sup>	0,75±0,00 <sup>a</sup>	64,04±0,29 <sup>d</sup>	56,15±0,54 <sup>a</sup>	7,76±0,34 <sup>h</sup>	262,01±1,00 <sup>f</sup>
	P4	72,62±0,33 <sup>a</sup>	0,71±0,00 <sup>d</sup>	64,63±0,76 <sup>cd</sup>	53,87±0,28 <sup>b</sup>	10,58±0,38 <sup>g</sup>	264,80±3,06 <sup>ef</sup>
	P5	42,03±0,86 <sup>c</sup>	0,67±0,00 <sup>e</sup>	69,06±0,64 <sup>b</sup>	44,63±1,04 <sup>g</sup>	23,21±0,26 <sup>b</sup>	282,64±2,58 <sup>c</sup>
2019	P6	27,42±0,98 <sup>d</sup>	0,74±0,00 <sup>b</sup>	65,24±0,57 <sup>cd</sup>	44,25±0,26 <sup>g</sup>	19,94±0,38 <sup>d</sup>	267,81±2,31 <sup>ef</sup>
	P7	46,33±0,87 <sup>b</sup>	0,61±0,00 <sup>g</sup>	69,16±0,47 <sup>b</sup>	50,84±0,16 <sup>c</sup>	17,40±0,42 <sup>ef</sup>	289,40±1,86 <sup>ab</sup>
	P8	5,70±0,40 <sup>h</sup>	0,72±0,00 <sup>c</sup>	64,67±0,40 <sup>cd</sup>	40,46±0,16 <sup>i</sup>	22,99±0,18 <sup>b</sup>	269,48±5,61 <sup>de</sup>
	P9	22,24±0,68 <sup>ef</sup>	0,68±0,00 <sup>f</sup>	66,09±0,77 <sup>c</sup>	46,76±0,43 <sup>f</sup>	18,36±0,32 <sup>e</sup>	274,66±7,19 <sup>d</sup>
	P10	24,11±0,87 <sup>e</sup>	0,59±0,00 <sup>h</sup>	71,40±0,37 <sup>a</sup>	48,92±0,73 <sup>d</sup>	21,35±0,61 <sup>c</sup>	294,54±5,45 <sup>a</sup>

\*Kalori (kcal/100 g): Toplam şeker ve protein değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalama değerler önemli derecede birbirlerinden farklıdır (P<0,01).

Çizelge 3. Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerinin renk parametreleri

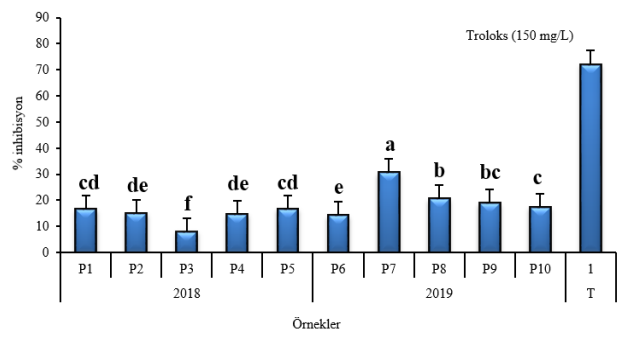
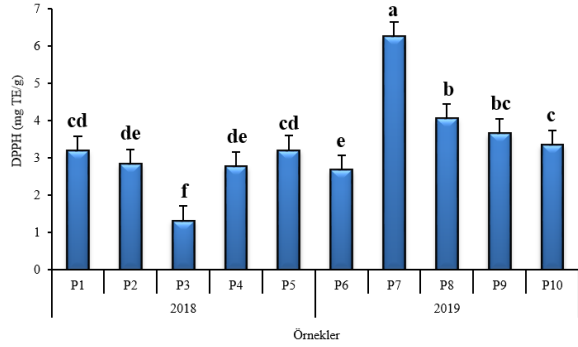
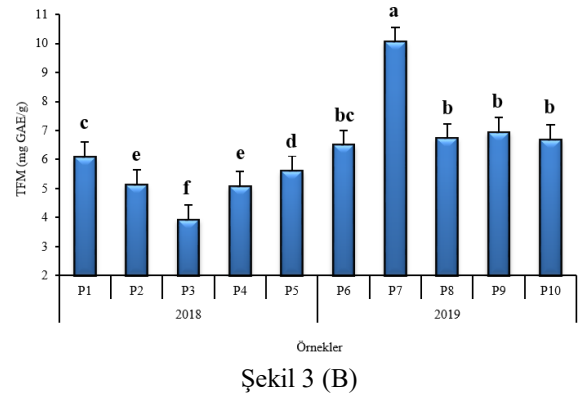
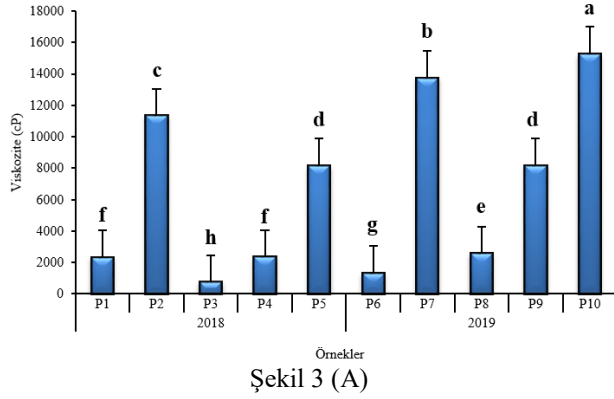
Table 3. Color parameters of traditional Erzincan mulberry pekmez samples

Örnekler		L*	a*	b*	H°	C*
2018	P1	25,79±0,32 <sup>d</sup>	8,69±0,26 <sup>e</sup>	2,46±0,12 <sup>f</sup>	15,78±0,37 <sup>g</sup>	9,03±0,28 <sup>g</sup>
	P2	26,28±0,45 <sup>cd</sup>	6,59±0,44 <sup>f</sup>	8,51±1,07 <sup>ab</sup>	52,10±3,47 <sup>a</sup>	10,78±0,95 <sup>e</sup>
	P3	32,64±0,23 <sup>a</sup>	17,53±0,53 <sup>a</sup>	9,01±1,03 <sup>a</sup>	27,17±2,67 <sup>e</sup>	19,72±0,71 <sup>a</sup>
	P4	19,19±0,66 <sup>h</sup>	8,30±0,72 <sup>e</sup>	8,08±0,32 <sup>b</sup>	44,32±1,52 <sup>c</sup>	11,59±0,72 <sup>d</sup>
	P5	24,57±0,36 <sup>e</sup>	13,37±0,60 <sup>c</sup>	5,25±0,16 <sup>d</sup>	21,45±1,06 <sup>f</sup>	14,36±0,56 <sup>c</sup>
2019	P6	27,41±0,41 <sup>c</sup>	15,50±0,16 <sup>b</sup>	8,44±0,15 <sup>ab</sup>	28,56±0,50 <sup>e</sup>	17,65±0,16 <sup>b</sup>
	P7	20,81±0,77 <sup>g</sup>	5,68±0,06 <sup>g</sup>	6,64±0,16 <sup>c</sup>	49,48±0,65 <sup>b</sup>	8,74±0,14 <sup>g</sup>
	P8	20,49±0,31 <sup>g</sup>	8,24±0,42 <sup>e</sup>	5,71±0,26 <sup>d</sup>	34,73±0,92 <sup>d</sup>	10,03±0,36 <sup>ef</sup>
	P9	29,06±0,71 <sup>b</sup>	9,69±0,67 <sup>d</sup>	6,71±0,37 <sup>c</sup>	34,73±0,57 <sup>d</sup>	11,78±0,78 <sup>d</sup>
	P10	22,30±0,11 <sup>f</sup>	8,81±0,39 <sup>e</sup>	3,62±0,24 <sup>e</sup>	22,34±0,49 <sup>f</sup>	9,52±0,38 <sup>fg</sup>

Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalama değerler önemli derecede birbirlerinden farklıdır (P<0,01).

Pekmez örneklerinin toplam kuru madde ve suda çözünür kuru madde değerleri karşılaştırıldığında, değerlerde paralellik olduğu görülmüştür. Suda çözünür kuru madde miktarının reçel, marmelat ve pekmez gibi şekerli ürünlerin pişirilmesi sırasında, arzu edilen kıvamın belirlenmesinde önemli bir parametre olduğu belirtilmektedir (Özbey ve ark., 2013; Arslaner ve Salık, 2020). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'na göre dut pekmezinin suda çözünür kuru madde miktarı Tip1'de en az %72, Tip 2'de ise en az %65 olmalıdır (Anonim, 1996). Bu sınıflandırmaya göre, P1 (%71,60) ve P3 (%70,60) örnekleri Tip 2 sınıfına, diğer örnekler (P2, P4, P5,

P6, P7, P8, P9 ve P10) ise Tip 1 sınıfına (>%72) dahil olmaktadır. Çakmakçı ve Tosun (2010), kızılılık ilavesi ile üretmiş oldukları dut pekmez örneklerinde toplam kuru madde ve suda çözünür kuru maddenin sırasıyla, %70,8-74,2 ve %69,3-72,7 aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Aksu ve Nas (1996) dut pekmezi örneklerinde toplam kuru madde miktarının %61,1-76,0 aralığında değiştiğini ve ortalama %70 olduğunu belirlemişlerdir. Karataş ve Şengül (2018), dut pekmezi örneklerinde kuru madde miktarını %72,50-84,01, suda çözünür kuru madde miktarını %71,25-82,17 aralığında bulmuşlardır.



Şekil 3 (A)

Şekil 3 (B)

Şekil 3 (C)

Şekil 3 (D)

Şekil 3. Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerinin viskozite (A), TFM (mg GAE/g) (B), DPPH (mg TE/g) (C) ve % İnhibisyon (D) değerleri

Figure 3. Viscosity (A), TPC (mg GAE/g) (B), DPPH (mg TE/g) (C) and % Inhibition (D) values of traditional Erzincan mulberry pekmez samples

Araştırmada tespit edilen toplam kuru madde ve suda çözünür kuru madde miktarları; Karataş ve Şengül (2018) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik gösterirken, Çakmakçı ve Tosun (2010) tarafından bulunan değerlerden genellikle yüksek bulunmuş olup, bu sonuca kızılılık katkısının etkili olduğu düşünülmektedir.

Pekmez örneklerinin toplam kül miktarı %1,44-3,47 aralığında değişim göstermiştir ( $P < 0,01$ ). En düşük kül miktarı P3 örneğinde tespit edilmiş, en yüksek kül miktarı P9 örneğinde bulunmuştur (Çizelge 1). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'na (Anonim, 1996) göre; Tip 1 pekmezde toplam kül miktarı en fazla %4,0, Tip 2 pekmezde ise en fazla %3,0 olmalıdır. Bu sınıflandırmaya göre; P7 (%3,06) ve P9 (%3,47) örnekleri Tip 1 sınıfına dahil olurken, diğer örnekler (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8 ve P10) Tip 2 (<%3) sınıfına dahil olmaktadır. Araştırmada tespit edilen kül miktarları genellikle literatür değerleri ile uyumlu bulunmuştur (%1,50-2,05, Aksu ve Nas, 1996; %1,73-1,92, Çakmakçı ve Tosun, 2010; %1,76-2,95, Karataş ve Şengül, 2018; %1,84-2,40, Ergun ve ark., 2019).

Dut pekmezi örneklerinde en düşük protein miktarı P3 örneğinde (%1,47) belirlenirken, en yüksek protein miktarı P7 örneğinde (%3,19) bulunmuştur (Çizelge 1). Aksu ve Nas (1996) dut pekmezi örneklerinde protein miktarını %0,26-1,28, Şengül ve ark. (2005) ortalama %0,36, Tosun ve Keleş (2005) %0,53-1,24 ve Karataş ve Şengül (2018) %0,98-2,57 olarak tespit etmişlerdir. Bu araştırmada tespit edilen protein miktarları, Aksu ve Nas (1996), Şengül ve ark. (2005) ve Tosun ve Keleş (2005) tarafından bildirilen değerlerden yüksek, Karataş ve Şengül (2018) tarafından bildirilen değerlere benzer bulunmuştur.

HMF, pekmez gibi şeker miktarı yüksek gıdaların üretimi sırasında uygulanan ısı işlem (sıcaklık ve süre) ve depolama şartlarına bağlı olarak oluşmakta olup, şekerli ürünlerin güvenilirliğinin ve kalitesinin belirlenmesinde oldukça önemli bir parametredir (Akbulut ve Özcan, 2008; Oral ve ark., 2012; Arslaner ve Salık, 2020). Bu nedenle, birçok ülkede çeşitli ürünlerde HMF limitleri belirlenmiştir. TS 12001 Standardına göre, dut pekmezinde HMF miktarının Tip 1 ve Tip 2 pekmezlerde sırasıyla, en çok 75 mg/kg ve 150 mg/kg olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 1996). Dut pekmezi örneklerinde en düşük HMF miktarı 5,70 mg/kg ile P8 örneğinde, en yüksek HMF miktarı ise 72,62 mg/kg ile P4 örneğinde bulunmuştur ( $P < 0,01$ ) (Çizelge 2). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'na göre (Anonim, 1996), tüm pekmez örnekleri Tip 1 (<75 mg/kg) (1. kalite) pekmez sınıfına girmektedir. Bu durum, geleneksel yöntemlerle üretilen Erzincan dut pekmezinin karakteristik üretim tekniği gereği; dutlardaki şekerin mümkün olduğunca az miktardaki suyla çözülüp alınması, şıranın yüzey alanı geniş leğenlerde orta derecede harlı ateşte kaynatılması ve şıranın ara sıra karıştırılarak suyun kısa sürede uzaklaştırılmasından kaynaklı olabilir. Oral ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, 8 aylık depolama süresince (25°C, 35°C ve 45°C) dut pekmezi örneklerinde HMF miktarının 160,11-2211,91 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini ve artan depolama süresi ve sıcaklığıyla birlikte HMF miktarının arttığını rapor etmişlerdir. Karataş ve Şengül (2018), dut pekmezi örneklerinde HMF miktarının, 5,69-134,68 mg/kg aralığında değiştiğini ve depolama süresince arttığını bulmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada ise dut pekmezi örneklerinde HMF

miktarının 18,69-104,59 mg/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir (Ergun ve ark., 2019). Çok yüksek konsantrasyonlarda HMF alımının, sitotoksik etki gösterdiği ve üst solunum yolunda, deride, mukoza membranlarında ve gözde tahrişe neden olduğu belirtilmektedir (Janowski ve ark., 2000; Oral ve ark., 2012). Pekmez Standardı göz önüne alındığında, bu araştırmada tespit edilen HMF miktarlarının, sağlık açısından bir risk teşkil etmediği söylenebilir. Ancak, HMF'nin depolama sıcaklığına bağlı olarak ortamda oluşarak kısa sürede standartlarda bildirilen limitlerin üzerine çıkabilme potansiyelinin olduğu da unutulmamalıdır. Dolayısıyla bu parametre gıda güvenliği açısından önem teşkil etmektedir. Örneklerde saptanan HMF miktarları, Oral ve ark. (2012) tarafından bildirilen değerlerden oldukça düşük, Karataş ve Şengül (2018) ile Ergun ve ark. (2019) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Su aktivitesi; gıdaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik stabilitesinin belirlenmesinde oldukça önemli bir parametre olup, gıdaların işlenmesi ve depolanması açısından da önemli bir role sahiptir (Mathlouthi, 2001; Özbey ve ark., 2013; Arslaner ve Salık, 2020). Genellikle, maya ve küflerin (0,61-0,88) bakterilere (>0,90) göre daha düşük su aktivitesi değerlerinde faaliyet gösterdiği bilinmektedir (Özbey ve ark., 2013). Çizelge 2'de görüldüğü gibi dut pekmezi örneklerinde su aktivitesi değeri 0,59 ile 0,75 aralığında değişim göstermiştir ( $P<0,01$ ). Çizelge 1 ve 2 ile Şekil 3(A)'daki viskozite değerleri (745-15275 cP) karşılaştırıldığında, genellikle toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, toplam şeker ve viskozite değerlerindeki artışla birlikte su aktivitesi değerinin düştüğü görülmüştür. Bu durum, pekmez üretiminde uygulanan ısı işlem parametrelerinden (sıcaklık ve süre) kaynaklanmış olabilir.

Dut pekmezi örneklerinin şeker profilleri incelendiğinde (Çizelge 2), toplam şeker miktarının %64,04 ile %71,40 aralığında değiştiği görülmüştür ( $P<0,01$ ). TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre; toplam şeker miktarı 1. Tip pekmezlerde en çok %66, Tip 2 pekmezlerde ise en çok %60 olmalıdır (Anonim, 1996). Bu sınıflandırmaya göre, 6 örneğin (P1, P3, P4, P6, P8 ve P9) 1. Tip pekmez sınıfına dahil olduğu, 4 örneğin (>%66) ise standartta bildirilen değer üzerinde olduğu anlaşılmıştır. En düşük invert şeker miktarı P8 örneğinde (%40,46) tespit edilirken, en yüksek miktar P3 örneğinde (%56,15) bulunmuştur ( $P<0,01$ ). TS 12001 Dut Pekmezi Standardı'nda invert şeker miktarının, Tip 1 ve Tip 2 pekmezlerde sırasıyla %45-54 ve %36-45 aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 1996). Buna göre, 5 örneğin (P1, P4, P7, P9 ve P10) 1. Tip pekmez sınıfına, 4 örneğin (P2, P5, P6 ve P8) 2. Tip pekmez sınıfına dahil olduğu, P3 örneğinin (>%54) ise standartta bildirilen değer aralığından yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Sakkaroz miktarı ise %7,76-26,59 aralığında değişim göstermiştir ( $P<0,01$ ). TS 12001 Dut Pekmezi Standardına göre, sakkaroz miktarının Tip 1 pekmezlerde en çok %14 ve Tip 2 pekmezlerde ise en çok %17 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 1996). Bu sınıflandırmaya göre, P3 ve P4 örneklerinin Tip 1 sınıfına, P1 örneğinin ise Tip 2 sınıfına diğer 7 adet örneğin (P2, P5, P6, P7, P8, P9 ve P10) ise standartta verilen değer üzerinde kaldığı görülmüştür (Çizelge 2).

Pekmez örneklerinin toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarlarındaki bu farklılıklar; üretimde kullanılan dutların şeker bileşimi ve asitliği ile üretimde uygulanan ısı işleminin sıcaklık ve süresine bağlı olarak değişkenlik göstermiş olabilir. Dut pekmezi üzerine yapılan çalışmalarda; toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarları üzerine rapor edilmiş en yüksek değerler sırasıyla; %48,13-71,17, %31,56-61,48 ve %2,78-33,40 aralığında değişim göstermiştir (Aksu ve Nas, 1996; Tosun ve Keleş, 2005; Çakmakçı ve Tosun, 2010; Karataş ve Şengül, 2018). Ergun ve ark. (2019), dut pekmezi örneklerinde glukoz, fruktoz, sakkaroz ve invert şeker miktarlarını sırasıyla; %29,10-36,52, %25,67-32,18, %6,82-12,06 ve %54,77-68,70 aralığında belirlemiştir. Yapılan araştırmada belirlenen toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz miktarlarının literatürle (Aksu ve Nas, 1996; Tosun ve Keleş, 2005; Karataş ve Şengül, 2018) uyumlu olduğu görülmüştür.

İncelenen pekmez örneklerinde kalori miktarı 262,01-294,54 kcal/100 g olarak hesaplanmıştır ( $P<0,01$ ). Tespit edilen bu sonuçlara göre; üretilen pekmez örneklerinin 100 g tüketimi sonucunda, insanlar için alınması gereken günlük enerji ihtiyacının (2500 kcal) (Demirci, 2014) ortalama %11'inin karşılandığı görülmektedir. Piyasada farklı markalarla satışa sunulan dut pekmezlerinin etiket bileşimleri incelendiğinde, kalori miktarının 278-301 kcal/100 g aralığında değişim gösterdiği görülmüştür. Pekmezin iyi bir enerji kaynağı olduğu ve ortalama 293 kcal/100 g kalori içerdiği yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir (Tosun ve Üstün, 2003). Bu araştırmada hesaplanan kalori miktarları, piyasada satışa sunulan dut pekmezleri için etikette bildirilen kalori miktarları ve literatürde bildirilen değerlerle uyumluluk göstermektedir.

Reolojik bir özellik olan viskozite, sıvı gıda ürünlerinin kalitesiyle ilişkili önemli bir fiziksel parametredir (Yoğurtçu ve Kamışlı, 2006; Akbulut ve Özcan, 2008). Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerine ait viskozite değerleri Şekil 3(A)'da gösterilmiştir. Buna göre, en düşük viskozite değeri P3 örneğinde (745 cP) belirlenirken, en yüksek viskozite değeri P10 örneğinde (15275 cP) saptanmıştır ( $P<0,01$ ).

Pekmezler, kuru madde miktarı ve akışkanlığına göre katı ve sıvı (cıvık veya duru) olarak iki tipe ayrılmaktadır (Aksu ve Nas, 1996; Üstün ve Tosun, 1997). Genel olarak kuru madde miktarı %75'in altında olan pekmezler cıvık olarak nitelendirilmektedir (Aksu ve Nas, 1996; Üstün ve Tosun, 1997). Buna göre, incelenen pekmez örneklerinden 4 adedinin (P1, P3, P6 ve P8) cıvık özellikte (<%75 kuru madde), 6 adedinin (P2, P4, P5, P7, P9 ve P10) ise katı özellikte (>%75 kuru madde) olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Ayrıca bu durum, örneklerde belirlenen viskozite değerlerinin incelenmesiyle de anlaşılmaktadır (Şekil 3-A). En düşük kuru madde ve toplam şeker miktarına sahip örnekte viskozitenin en düşük olduğu, benzer şekilde en yüksek kuru madde ve toplam şeker miktarına sahip örnekte ise viskozitenin en yüksek olduğu görülmüştür. Karataş ve Şengül (2018), dut pekmezlerinde viskozite değerini 1550-15867 cP aralığında bulmuşlardır. Bu çalışmada, örneklerin viskozite değerlerinde büyük değişimler olduğu görülmüştür. Bu durum, üretimde uygulanan ısı işleminin sıcaklık ve süresindeki farklılıklardan kaynaklı olabilir. Uzun süre ve yüksek sıcaklıkta uygulanan ısı işlemler sonucu, su buharı

kaybıyla birlikte toplam kuru madde miktarındaki artıştan dolayı daha kıvamlı ve koyu renkli pekmezler elde edilmektedir. Geleneksel yöntemlerle üretilen pekmez ve marmelat gibi akışkan özellikteki gıdalarda, gerek ısıtma işlem şartlarının kontrollü yapılmaması gerekse teknik alet ve ekipman imkanlarının olmaması gibi nedenlerden dolayı, yapı ve kıvamda bu kadar farklılık görülmüş olabilir. Yapılan bazı araştırmalarda da benzer durumlar tespit edilmiştir (Aksu ve Nas, 1996; Yoğurtçu ve Kamışlı, 2006; Karataş ve Şengül, 2019).

### Renk Özellikleri

Renk, pekmezin önemli kalite özelliklerinden biri olup, işleme ve depolama sırasında Maillard ve/veya karamelizasyon reaksiyonları sonucunda pekmezin rengi koyu kahverengiye dönüşmektedir (Karababa ve Develi Işıklı, 2005; Özbey ve ark., 2013; Karataş ve Şengül, 2018). Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerine ait renk parametreleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $H^\circ$  ve  $C^*$ ) Çizelge 3'de verilmiştir. İncelenen örneklerde renk parametreleri üzerine örnek değişkeninin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Rengin açıklık ve koyuluk özelliklerini ifade eden  $L^*$  değeri 19,19-32,64 aralığında değişim göstermiş olup, renk koyulaştıkça bu değer sifıra yaklaşmaktadır. En düşük ve en yüksek  $a^*$  değerleri sırasıyla P7 (5,68) ve P3 (17,53) örneklerinde saptanmıştır. Belirlenen  $a^*$  değerlerinin pozitif (+) olması pekmez örneklerinin kırmızıya yakın renk tonlarında olduğunu göstermektedir. Örneklerin  $b^*$  değerleri ise 2,46 ile 9,01 aralığında değişmiştir. İncelenen tüm pekmez örneklerinin  $H^\circ$  değerleri (15,78-52,10)  $0^\circ$  ve  $90^\circ$  arasında olması nedeniyle kırmızı-sarı bölgedeki, kırmızıya daha yakın bir renk tonunu temsil etmektedir. Rengin doygunluk derecesini, saflığını veya yoğunluğunu ifade eden  $C^*$  değeri ise 8,74-19,72 aralığında değişim göstermiştir. Pekmez örneklerinin üretiminde kullanılan taze dut örneklerinde ise ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $H^\circ$  ve  $C^*$  değerleri sırasıyla; 66,17, -1,26, 22,19, 93,25 ve 22,23 olarak belirlenmiştir. Buna göre, dut meyvesinin pekmez örneklerine kıyasla daha parlak ve açık renkli olduğu  $L^*$  ve  $H^\circ$  değerlerinden anlaşılmaktadır. Böylece beyaz duttan yapılan pekmezin renk özellikleri üzerinde meyvenin doğal renginden çok, üretim parametrelerinin (ısıtma işlem, sıcaklık ve süre gibi) daha etkili olduğu sonucu çıkarılabilir.

Aksu ve Nas (1996), dut pekmezi örneklerinde renk parametrelerinden  $L^*$  değerini 19,05-67,89,  $a^*$  değerini 7,26-35,23 ve  $b^*$  değerini 23,07-59,34; Tosun ve Keleş (2005)  $L^*$  değerini 5,52-18,89,  $a^*$  değerini 4,37-18,71 ve  $b^*$  değerini -6,08-0,44; Karataş ve Şengül (2018)  $L^*$  değerini 17,94-19,74,  $a^*$  değerini 4,16-12,83 ve  $b^*$  değerini -3,93(-1,24); Ergun ve ark. (2019) ise  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini sırasıyla 27,37-31,51, -0,14(-1,82) ve 0,33-2,45 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, dut pekmezi örneklerinde belirlenen renk değerleri ile literatürde bildirilen renk değerlerindeki bu farklılıklar, pekmez üretiminde uygulanan ısıtma işlem parametreleri (sıcaklık ve süre) ile depolama şartlarından kaynaklı olabilir. Isıtma işlem parametreleri ve depolama şartlarının pekmez rengi üzerinde etkili olduğuna dair benzer yorumlar bazı araştırmalarda da yapılmıştır (Karataş ve Şengül, 2018; Ergun ve ark., 2019).

### Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite

Günümüzde yapılan çalışmalarda çeşitli gıdaların, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarın azaltılmasında insan vücudu tarafından üretilen antioksidanlara takviye olarak kullanıldığı görülmektedir (Sevindik ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2018). Meyvelerde ki antioksidan aktiviteden daha çok antosiyaninlerin, flavonoidlerin ve fenolik asitleri içeren fenolik bileşiklerin sorumlu olduğu bilinmektedir. Daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip meyveler, genellikle daha yüksek antioksidan aktivite göstermektedir (Liang ve ark., 2012). Dut fenolik bileşikler açısından zengin bir meyve olup (Ercişli ve Orhan, 2007; Liang ve ark., 2012), bu meyvenin çeşitli ürünlere (meyve suyu gibi) işlenmesi sırasında uygulanan bazı teknolojik işlemlerden (ısıtma prosesi ve basınç uygulamaları gibi) dolayı antioksidan aktivitede ve fenolik bileşiklerin miktarında kayıplar olabilmektedir (Hojjatpanah ve ark., 2011).

Geleneksel Erzincan dut pekmezi örneklerine ait TFM, DPPH antioksidan aktivite ve % inhibisyon değerleri Şekil 3 (B, C ve D)'de görülmektedir. İncelenen örneklerde en düşük TFM miktarı 3,92 mg GAE/g ile P3 örneğinde belirlenirken, en yüksek TFM miktarı 10,05 mg GAE/g ile P7 örneğinde tespit edilmiştir ( $P<0,01$ ). Pekmez örneklerinde DPPH antioksidan aktivite 1,31-6,25 mg TE/g aralığında değişim göstermiştir ( $P<0,01$ ). % İnhibisyon değeri ise en düşük P3 örneğinde (%7,96) belirlenirken, en yüksek P7 örneğinde (%30,69) saptanmıştır ( $P<0,01$ ). Antioksidan aktivite belirlenirken standart madde olarak Trolox kullanılmış olup, 150 mg/L Trolox çözeltisi %72,05 inhibisyon göstermiştir (Şekil 3-D). Genellikle TFM içeriği yüksek olan pekmezlerde DPPH antioksidan aktivitenin yüksek olduğu belirlenmiştir. Şekil 3-C ve Şekil 3-D karşılaştırıldığında örnekler arasındaki antioksidan aktivite ilişkisinin paralel olduğu anlaşılmıştır. Buna göre, pekmez örneklerinde antioksidan aktivite  $P7>P8>P9>P10>P1 = P5>P2 = P4>P6 >P3$  şeklindedir. 2019 yılında üretilen pekmez örneklerinin antioksidan aktivitesi ve TFM içeriği, 2018 yılı örneklerinden nispeten daha yüksek bulunmuştur. Pekmez örneklerinin üretiminde kullanılan taze dut örneklerinde ise ortalama TFM, DPPH antioksidan aktivite ve % inhibisyon değerleri sırasıyla; 0,72 mg GAE/g, 0,18 mg TE/g ve %10,17 olarak bulunmuştur. Ercişli ve Orhan (2007) beyaz dut meyvesinde TFM miktarını 1,81 mg GAE/g, Liang ve ark. (2012) 0,56 mg GAE/g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir. Antioksidan aktivite bakımından pekmez örnekleri arasında görülen farklılıklar; yıllar arasındaki iklimsel ve ekolojik şartlara bağlı olarak dutun bileşiminden, hasat olgunluğundan (Ercişli ve Orhan, 2007; Sevindik ve ark., 2017) ve pekmez üretiminde uygulanan ısıtma işleminin sıcaklık ve süresinden kaynaklı olabilir.

Hojjatpanah ve ark. (2011) siyah dut suyu konsantrasyonunda TFM miktarını 14,5 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir. Kamiloğlu ve Çapanoğlu (2014), beyaz ve siyah dut pekmezi örneklerinde TFM ve DPPH antioksidan aktivite miktarlarını sırasıyla, 2,86-4,66 mg GAE/g kuru ağırlık ve 2,95-4,11 mg TE/g kuru ağırlık olarak bulmuşlardır. Karataş ve Şengül (2018) ise beyaz dut pekmezlerinde TFM miktarı ile antioksidan aktivitenin sırasıyla; 9,76-15,28  $\mu\text{g}$  GAE/mg ve %10,58-35,17 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir



çalışmada ise beyaz dut pekmezi örneklerinde TFM miktarı 7,76-11,48 µg GAE/mg aralığında değişim göstermiş olup, ortalama 10,45 µg GAE/mg olarak bulunmuştur (Ergun ve ark., 2019). Bu çalışmada tespit edilen sonuçlar genellikle literatürde bildirilen değerlerle (Karataş ve Şengül, 2018; Ergun ve ark., 2019) benzerlik göstermektedir.

## Sonuç ve Öneriler

Ülkemiz başta olmak üzere dünya genelinde doğal ve sağlığa faydalı gıdalara olan talep gittikçe artmaktadır. Bu bağlamda, fonksiyonel ve geleneksel gıdalara olan ilgi ve çalışmalar da artmıştır. Ancak şu husus unutulmamalıdır ki kaynağın doğal olması, koşulsuz sağlığa yararlıdır anlamına gelemeyeceği gibi, geleneksel gıdalarda kontrolsüz üretim işlemleri ve depolama sırasında oluşabilen bazı riskli maddelerin miktar ve çeşitlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Böylece, geleneksel gıdaların orijinallğine zarar vermeden üretimlerinde kontrollü bazı modifikasyonların yapılabilmesi düşülmeli ve bunların tamamına fonksiyonel gıda olarak bakılmamalıdır. Bu bakımdan, gıda güvenliği açısından risk taşımayan geleneksel gıdaların ancak fonksiyonel gıda olarak nitelendirilebileceği, bunların da net bilimsel yöntemlerle kanıtlanması gerektiği unutulmamalıdır. Ancak, gelişen endüstri ve değişen nesilden dolayı pek çok geleneksel gıda ürünümüz unutulmaya yüz tutmuştur. Kültürel sürdürülebilirliğin sağlanması ve pazar payının artırılması için unutulmaya yüz tutmuş ve kırsal bölgelerde üretimi yapılan geleneksel ürünlerin, orijinal özelliklerinin korunarak, farklı modifikasyonlarla güvenli ve yararlı hale getirilmesiyle lezzet farkındalıklarının oluşturulması, tanınırlıklarının artırılması ve literatüre kazandırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, geleneksel yöntemle farklı yıllarda üretilen Erzincan dut pekmezi örneklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Araştırma sonucunda Erzincan geleneksel dut pekmezi örneklerinin; besin değerinin oldukça yüksek olduğu, antioksidan ve toplam fenolik madde açısından iyi bir kaynak olduğu ve HMF miktarlarının TS 12001 Standardında bildirilen limitlerden az olduğu tespit edilmiştir. Tüm pekmez örnekleri toplam kuru madde ve kül miktarları bakımından da standartla uyumlu bulunmuştur. Erzincan yöresine ait geleneksel üretim tekniğinin, pekmezlerin kalite özellikleri üzerinde olumsuz etki oluşturmadığı saptanmış olup, bu teknikle üstün kalite niteliklerine sahip pekmezlerin üretilebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, bu araştırma sonuçları dikkate alınarak Erzincan geleneksel dut pekmezinin üretiminde ve sonrasında uygulanan sıcaklık, süre, depolama vb. parametrelerin etkisinin test edilmesiyle, ürünün tüketiminin güvenilirliğinin ve tekrarlanabilirliğinin artırılacağı söylenebilir.

## Teşekkür

Araştırma materyali olan pekmez örneklerinin üretimleri sırasında, gerekli bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen ve samimi yardımlarını gördüğümüz Erzincan ilinin Bayırbağ köyünden Süreyya Salık, Hülya Şengül ve Ayşe Türkoğlu kardeşlere teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Akbulut M, Batu A, Çoklar H. 2007. Dut pekmezinin bazı fizikokimyasal özellikleri ve üretim teknikleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2: 25-31. ISSN: 1306-7648
- Akbulut M, Özcan MM. 2008. Some physical, chemical, and rheological properties of sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) Pekmez (Molasses). International Journal of Food Properties, 11: 79-91. doi: 10.1080/1094291070123 3389
- Aksu Mİ, Nas S. 1996. Dut pekmezi üretim tekniği ve çeşitli fiziksel-kimyasal özellikleri. Gıda Teknolojisi Derneği Dergisi, 21: 83-88.
- Albayrak M, Güneş E. 2010. Traditional foods: Interaction between local and global foods in Turkey. African Journal Business Management, 4: 555-561. ISSN 1993-8233
- Anonim 1996. TS 12001. Dut Pekmezi Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Arslaner A, Salık MA. 2020. Some quality properties, mineral and heavy metal composition of wild fruit traditional marmalades. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8: 678-687. doi:10.24925/turjaf.v8i3.678-687.3190
- Cemeroğlu B. 2010. Gıda Analizlerinde Genel Metotlar. 2. Basım. In: Gıda Analizleri (Editör: B. Cemeroğlu). Ankara, Türkiye: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34. s. 87-93.
- Chunthaworn S, Achariyaviriya S, Achariyaviriya A, Namsangan K. 2012. Colour kinetics of longan flesh drying at high temperature. Procedia Engineering, 32: 104-111. doi: 10.1016/j.proeng.2012.01.1243
- Çakmakçı S, Tosun M. 2010. Characteristics of mulberry pekmez with cornelian cherry. International Journal of Food Properties, 13: 713-722. doi: 10.1080/10942910902804459
- Demirci M. 2014. Beslenme. 7. Basım. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:44, Hat Baskı Sanatları San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye, 384 s. ISBN: 975-97146-4-2.
- Ercişli S, Orhan E. 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. Food Chemistry, 103: 1380-1384. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.10.054
- Ergun M, Kalan C, Süslüoğlu Z. 2019. Bingöl ilinin Servi yöresinde geleneksel yollarla ile üretilen ak dut pekmezlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6: 917-924. doi: 10.30910/turkjans.633637
- Guerrero L, Guardia MD, Xicola J, Verbeke W, Vanhonacker F, Zakowska-Biemans S, Sajdakowska M, Sulmont-Rosse C, Issanchou S, Contel M, Scalvedi ML, Granli BS, Hersleth M. 2009. Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. Appetite, 52: 345-354. doi: 10.1016/j.appet.2008.11.008
- Hojjatpanah G, Fazaali M, Emam-Djomeh Z. 2011. Effects of heating method and conditions on the quality attributes of black mulberry (*Morus nigra*) juice concentrate. International Journal of Food Science and Technology, 46: 956-962. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02573.x
- Janzowski C, Glaab V, Samimi E, Schlatter J, Eisenbrand G. 2000. 5-Hydroxymethylfurfural: assessment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. Food and Chemical Toxicology, 38: 801-809. doi: 10.1016/S0278-6915(00)00070-3
- Kamiloğlu S, Çapanoğlu E. 2014. In vitro gastrointestinal digestion of polyphenols from different molasses (pekmez) and leather (pestil) varieties. International Journal of Food Science and Technology, 49: 1027-1039. doi: 10.1111/ijfs.12396
- Karababa E, Develi Işıklı N. 2005. Pekmez: A traditional concentrated fruit product. Food Reviews International, 21: 357-366. doi:10.1080/87559120500222714

- Karataş N, Şengül M. 2018. Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5: 34-43.
- Koçak E, Demircan E, Özçelik B. 2018. Antioxidant capacities and phenolic profiles of Ottoman strawberry fruit and Ottoman strawberry jam. *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 13: 119-130. doi: 10.12739/NWSA.2018.13.3.5A0101.
- Köksal O. 2016. Erzincan'dan Erzurum'a yol gider; Clavijo'dan Evliya Çelebi'ye seyyahların penceresinden şehrin sosyo-iktisadi panoraması. *Uluslararası Erzincan Sempozyumu (Cilt 1)*, 28 Eylül-1 Ekim 2016, Erzincan, Türkiye, ss: 293-299.
- Lane JH, Eynon L. 1923. Methods for determination of reducing and non-reducing sugars. *Journal of Sciences*, 42: 32-37.
- Liang L, Wu X, Zhu M, Zhao W, Li F, Zou Y, Yang L. 2012. Chemical composition, nutritional value, and antioxidant activities of eight mulberry cultivars from China. *Pharmacognosy Magazine*, 8: 215-224. doi: 10.4103/0973-1296.99287
- Mathlouthi M. 2001. Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*, 12: 409-417. doi: 10.1016/S0956-7135(01)00032-9
- Mayuoni-Kirshinbaum L, Porat R. 2013. The flavor of pomegranate fruit: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94: 21-27. doi:10.1002/jsfa.6311
- Mohammed FS, Akgul H, Sevindik M, Khaled BMT. 2018. Phenolic content and biological activities of *Rhus coriaria* var. *zebaria*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27: 5694-5702.
- Oral RM, Dogan M, Sarioglu K, Toker ÖS. 2012. 5-hydroxymethyl furfural formation and reaction kinetics of different pekmez samples: Effect of temperature and storage. *International Journal of Food Engineering*, 8: 1-14. doi: 10.1515/1556-3758.2560
- Ötleş S, Özçelik B, Göğüş F, Erdoğan F. 2016. In book: *Traditional Foods General and Consumer Aspects*, Edition: 1, Chapter: 6, Publisher: Springer, Editors: Kristberg Kristbergsson, Jorge Oliveira, pp:85-98. doi:10.1007/978-1-4899-7648-2\_6
- Özbey A, Öncül N, Erdoğan K, Yıldırım Z, Yıldırım M. 2013. Tokat yöresinde üretilen çalma pekmezinin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Akademik Gıda*, 11: 46-52. ISSN Print: 1304-7582, Online: 2146-9377
- Pereira JA, Oliveira I, Sousa A, Ferreira ICFR, Bento A, Estevinho L. 2008. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 2103-2111. doi:10.1016/j.fct.2008.02.002
- Sevindik M, Akgul H, Pehlivan M, Selamoğlu Z. 2017. Determination of therapeutic potential of *Mentha longifolia* ssp. *longifolia*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26: 4757-4763.
- Şengül M, Ertugay MF, Şengül M. 2005. Rheological, physical and chemical characteristics of mulberry pekmez. *Food Control*, 16: 73-76. doi: 10.1016/j.foodcont.2003.11.010
- Tezcan F, Gültekin-Özgüven M, Diken T, Özçelik B, Bedia Erim F. 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115: 873-877. doi:10.1016/j.foodchem.2008.12.103
- Tosun I, Ustun NS. 2003. Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). *Food Chemistry*, 80: 441-443. doi: 10.1016/S0308-8146(02)00196-6
- Tosun M, Keleş F. 2005. Erzurum'un bazı ilçelerinde üretilen dut pekmezlerinin bileşimlerinin belirlenmesi. *Gıda Kongresi*, 19-21 Nisan 2005, İzmir, Türkiye, ss: 289-292.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi: 06.01.2020)
- Üstün NS, Tosun İ. 1997. Pekmezlerin bileşimi. *Gıda*, 22: 417-423.
- Yoğurtçu H, Kamışlı F. 2006. Determination of rheological properties of some pekmez samples in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 77: 1064-1068. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.08.036