



Investigation of Colour Values in Mulberry Molasses Obtained by Ohmic Evaporation Process

Ferit Ak^{1,a,*}, Serdal Sabancı^{1,b}

¹Munzur University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Tunceli, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 24.10.2023 Accepted : 12.09.2024</p> <p>Keywords: White index Mulberry Traditional Ohmic evaporation Voltage</p>	<p>Evaporation process is the physical removal of water contained in the liquid food product. In this process, undesirable component formation, quality loss and aroma losses occur as a result of traditional heating techniques. Therefore, with developing technology, traditional food processing practices are being replaced by alternative techniques. The most important of these techniques is the ohmic heating process. Ohmic heating process is based on the principle of heating the product by passing alternating current between two electrodes. The main objective of this study was to investigate the colour values of mulberry molasses obtained by using three different voltage gradients. The samples were evaporated by ohmic evaporation under atmospheric conditions at three different voltage gradients from 22.2% Water Soluble Dry Matter (WSS) content to 68% WSS. L^*, a^*, and b^* colour values of the samples were measured. Some colour indexes such as whiteness and browning were calculated from the obtained L^*, a^*, and b^* values. When whiteness index (WI) and browning index (BI) were examined, the highest values were obtained in the conventional method, while the lowest values were obtained at a voltage gradient of 15 V/cm. It was determined that the total colour change value varied between 3.73-8.97, the lowest colour change value was obtained by the conventional method and this value increased with rising voltage gradient. As a result, when the mulberry molasses samples were examined in terms of colour changes, it was found that they were generally adversely affected by the increase in voltage gradient. However, it is thought that relatively lower voltage ohmic evaporation process can be used in terms of colour values, which is one of the leading physical quality values.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(11): 1872-1877, 2024

Ohmik Evaporasyon İşlemiyle Elde Edilen Dut Pekmezinde Renk Değerlerinin İncelenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 24.10.2023 Kabul : 12.09.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Beyazlık indeksi Dut Geleneksel Ohmik evaporasyon Voltaj</p>	<p>Evaporasyon işlemi sıvı gıda ürünü içerisinde bulunan suyun fiziksel olarak uzaklaştırılmasıdır. Bu işlemde geleneksel ısıtma teknikleri sonucunda istenmeyen bileşen oluşumu, kalite kaybı ve aroma kayıpları meydana gelmektedir. Bu nedenle gelişen teknoloji ile geleneksel gıda işlemi uygulamalarının yerini alternatif teknikler almaktadır. Bu tekniklerin başında ohmik ısıtma işlemi gelmektedir. Ohmik ısıtma işlemi iki elektrot arasında alternatif akım geçirilerek ürünün ısınma prensibine dayanmaktadır. Bu çalışmanın ana amacı üç farklı voltaj gradyanı kullanılarak elde edilen dut pekmezinin renk değerlerinin incelenmesidir. Örnekler ohmik evaporasyon işlemi ile üç farklı voltaj gradyanında atmosferik koşullar altında %22,2 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) içeriğinden %68 SÇKM değerine kadar evaporasyon işlemine tabi tutulmuştur. Örnekler için L^*, a^*, ve b^* renk değerleri ölçülmüştür. Elde edilen L^*, a^*, ve b^* değerlerinden beyazlık ve kahverengileşme gibi bazı renk indeksleri hesaplanmıştır. Beyazlık indeksi (Bİ) ve kahverengileşme indeksi (Kİ) incelendiğinde, en yüksek değerler geleneksel yöntemde elde edilirken en düşük değerler 15 V/cm voltaj gradyanında elde edilmiştir. Toplam renk değişim değerinin 3,73-8,97 arasında değiştiği, en düşük renk değişim değerinin geleneksel yöntemle elde edildiği ve bu değerlerin yükselen voltaj gradyanı ile arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, dut pekmezi örnekleri renk değişimleri açısından incelendiğinde genel anlamda voltaj gradyanının artmasından olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte fiziksel kalite değerlerinin başında yer alan renk değerleri bakımından nispeten daha düşük voltajlı ohmik evaporasyon işleminin kullanılabileceği düşünülmektedir.</p>

^a feritak@munzur.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-3229-4205>

^b serdalsabanci@munzur.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0003-1630-0799>



Giriş

Pekmez, geleneksel olarak meyve sularının veya meyvelerin tamamının uzun süre kaynatılıp su aktivitesi değerinin düşmesiyle konsantre hale gelen nihai bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Akbulut ve ark., 2008). Ülkemizde pekmez, üzüm ve dut gibi meyvelerin başta olmak üzere keçiyoynuzu, dut, andız, armut, kozalak ve şekerpancarı gibi meyvelerden üretilmektedir (Sengül ve ark., 2005; Işık ve Çelik, 2023; Rizk ve ark., 2023; Çetinkaya ve ark., 2024). Dut ılıman, subtropik ve tropik iklimde yetişebilen ve ülkemizin her bölgesinde üretimi olan önemli bir meyvedir. Taze ve kuru olarak tüketilmesinin yanı sıra endüstriyel olarak pekmez üretiminde kullanılan bu meyve reçel, marmelat, şarap ve sirke gibi ürünlerin eldesinde de kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu meyve biyoaktif bileşen, vitamin ve mineralce zengin besin içeriklerine sahiptir (Jan ve ark., 2021; Tao ve ark., 2017; Gündoğdu ve ark., 2018; Kırılan ve Gündoğdu, 2021; Kavak Akpınar, 2022).

Geleneksel pekmez üretimi, atmosferik ve vakum altında meyvelerin evaporasyon işlemine tabi tutularak konsantre edilmesi ile elde edilmektedir (Yousefi ve ark., 2012). Evaporasyon işlemi ile ürün içerisinde bulunan suyun uzaklaştırılarak su aktivitesinin düşürülmesi ve nihai ürünün uzun raf ömrüne sahip olması hedeflenmektedir (Sabancı, 2021). Geleneksel yöntemlerle uygulanan bu işlem sonucunda ısı etkisiyle bazı istenmeyen bileşenlerin oluşumunun yanı sıra kalite ve aroma kayıpları meydana gelmektedir. Bu nedenle gelişen teknolojik koşullarla birlikte pekmez üretiminde ısı işlemi yerini alabilecek alternatif ısıtma teknikleri uygulanmaktadır. Bu tekniklerin başında ise ohmik ısıtma ve mikrodalga ısıtma gelmektedir (Assawarachan ve Noomhorm, 2008, 2011; Sabancı ve ark., 2019; Sabancı ve İcier, 2022; Al-Hilphy ve ark., 2023).

Ohmik ısıtma, işlemi iki elektrot arasındaki üründen alternatif akımın geçirilmesine ve ürün içerisinde meydana gelen ısı jenerasyonu sonucu ürünün ısınma prensibine dayanmaktadır (Kaur ve Singh, 2016). Bu işlem; ısıtma, pişirme, çözündürme, evaporasyon, ekstraksiyon ve haşlama gibi uygulamaları içermektedir (İcier, 2011; İcier ve ark., 2017; Sabancı ve İcier, 2020). Ohmik ısıtma işlemi enerji verimliliği yüksek, hızlı ve verimli ısıtma tekniği olarak pek çok çalışmada rapor edilmiştir. Evaporasyon çalışmalarında, özellikle bu işlemin kalite özellikleri, performans özellikleri ve elektriksel iletkenlik değerleri üzerine yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Darvishi ve ark., 2015; Cevik, 2021; Goksu ve ark., 2022). Ancak detaylı olarak renk çalışmasının incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır (Sabancı ve ark., 2019).

Çalışmanın temel amacı; (I) 3 farklı voltaj gradyanı kullanarak ohmik ısıtma işleminde dut örneğinden pekmez üretilmesi, (II) fiziksel kalite parametreleri arasında öneme sahip renk özelliklerinin detaylı olarak incelenmesi ve (III) farklı voltaj gradyanları ile üretilen dut pekmezi ile geleneksel yöntemle üretilen dut pekmezinin renk özelliklerinin karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan beyaz taze dut (*Morus Alba L.*) örnekleri Haziran ayında Elazığ ili Keban ilçesinden temin edilmiştir (38° 47' 36.93" Kuzey enlemi 38° 44' 18.03" Doğu boylamı). Örnekler hasat sonrası preslenerek şırası

elde edilmiştir. Elde edilen şıranın SÇKM değeri %22,2 olarak tespit edilmiştir. Şıra örnekleri analiz edilmeye kadar derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Ohmik Evaporasyon ve Geleneksel Yöntem ile Pekmez Üretimi

Elde edilen %22,2 SÇKM değerine sahip şıra örnekleri ohmik evaporasyon ve geleneksel yöntem ile kaynatılmış ve SÇKM değeri en az %68 oluncaya kadar işleme devam edilmiştir. Ohmik ısıtma sistemi bilgisayar, güç kaynağı, bağlantı elamanları, t-tipi ısı eş (Cole Parmer, UK), özel yağım mikroişlemci, elektrotlar ve test hücresinden oluşmaktadır. Ohmik evaporasyon işlemi ile pekmez üretimi 3 farklı voltaj gradyanı (11, 13 ve 15 V/cm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İşlem sırasındaki akım, sıcaklık ve voltaj değerleri özel yapım mikroişlemci yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Ohmik evaporasyon işlemi ile pekmez üretimi sırasında test hücresi polioksimetilen, elektrotlar ise titanyumdan yapılmıştır. Geleneksel yöntem ile pekmez üretiminde ise ısı kaynağı olarak elektrikli ısıtıcıdan (Awox, Türkiye) yararlanılmıştır.

Renk Ölçümü

Elde edilen pekmez, şıra konsantrasyonuna seyreltikten sonra renk değerleri renk cihazı ile (Konica Minolta CR-400, Japonya) belirlenmiştir. L^* parlaklık, a^* kırmızılık, yeşillik ve b^* sarılık, mavilik renklerini temsil etmektedir. Bu değerlerden yola çıkılarak Eşitlik 1'de hue açısı, Eşitlik 2'de kroma değeri, Eşitlik 3'te sarılık indeksi, Eşitlik 4'te beyazlık indeksi, Eşitlik 5 ve 6'da kahverengileşme indeksi ile Eşitlik 7'de ise toplam renk değişimi değerleri hesaplanmıştır.

$$HA = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (1)$$

$$KD = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

$$SI = 142,86 * \left(\frac{b^*}{L^*} \right) \quad (3)$$

$$BI = 100 - ((100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2} \quad (4)$$

$$KI = 100 * \frac{(X-0,31)}{0,17} \quad (5)$$

$$X = \frac{((a^* + 1,75xL^*))}{(5,645xL^*) + a^* - (3,012xb^*)} \quad (6)$$

$$TD = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (7)$$

HA : Hue açısı

KD : Kroma değeri

SI : Sarılık indeksi

BI : Beyazlık indeksi

KI : Kahverengileşme indeksi

TD : Toplam renk değişimi

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme IBM SPSS/PC (Version 21.0, IBM Co., North Castle, New York, ABD) yazılım programıyla analiz edilmiştir. Evaporasyon işlemleri arasındaki farklılıklar, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak analiz gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Gıdanın lezzetini ve albenisini oluşturan parametrelerin başında rengin geldiği bilinmektedir. Gıda işleme proseslerinden kurutma, kabuk soyma, ohmik ısıtma ve ultrason destekli vakum kurutma gibi yöntemlerin hemen hemen tamamında renk önemli bir kriter olarak değerlendirilmektedir (Jha, 2010; Mercali ve ark., 2014; Demir ve ark., 2019; da Silva ve ark., 2019). Bu renk parametrelerinden biri olan Hue açısı; rengin ne olduğunu temsil etmektedir (Pathare ve ark., 2013). Mevcut çalışmada dut pekmezi için Hue açısı incelendiğinde, bu değer işlemsiz örneklerde 91,72 iken geleneksel üretimde 89,06 ve ohmik evaporasyonun 13 V/cm voltaj gradyanında ise 83,77 olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Sabancı ve ark (2019)' a göre nar suyu örneklerinin incelendiği çalışmada ohmik vakum evaporasyon işleminde yüksek voltaj gradyanlarında hue açısının daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun esas sebebi pigment bozulması ve meyve suyunun koyulaşması ile ilişkilendirilmiştir.

Renk parametrelerinden bir diğeri ise rengin doygunluğunu yansıtan kroma değeridir (Pandiselvam ve ark., 2023). Sonuçlar incelendiğinde, bu değer ohmik evaporasyon uygulanmamış örneklerde 7,86 iken 13 V/cm gradyan ohmik evaporasyonda 12,08 ve 15 V/cm gradyanında ise 5,24 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Mevcut çalışmanın sonuçlarına benzer olarak, yapılan bir çalışmada nar suyuna uygulanmış daha yüksek voltajlı ohmik destekli vakum evaporasyon işlemlerinde kroma değerinin daha düşük olduğu dikkati çekmiştir (Sabancı ve ark., 2019).

Diğer bir renk temsili olan sarılık, bir yüzeyin renginin tercih edilen beyazdan (veya renksizden) sarıya doğru kayma derecesinin ölçüsü olduğu ve sarılık indeksi olarak tanımlandığı bilinmektedir (Pathare ve ark., 2013). Uygulamasız dut sırasında sarılık indeksi 34,10 iken 11 V/cm ve 15 V/cm voltaj gradyanlarında üretilen pekmezlerde ise sırasıyla 52,64 ve 31,05 olarak hesaplanmıştır (Şekil 1). Sarılık indeksinin 11 ve 13 V/cm ohmik evaporasyon işlemlerinde geleneksel evaporasyona göre arttığı fakat 15 V/cm işleminde düştüğü gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada benzer şekilde ohmik ısıtma işlemi kullanılmış şeker pancarı suyunun 20,3 voltaj gradyanındaki sarılık indeksinin 3,9 voltaj gradyanına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Brochier ve ark., 2018).

Renk temsil değerlerinden bir diğeri olan beyazlık, bir yüzeyin mükemmel yansıtıcı difüzörün özelliklerine ne kadar yakın olduğunun ölçüsü olup bu değer beyazlık indeksi olarak ifade edilmektedir (Pendiselvam ve ark., 2023). İşlem görmemiş, geleneksel ve ohmik evaporasyon ile üretilen pekmez örneklerinin (11 V/cm, 13 V/cm ve 15 V/cm) değerlerine bakıldığında beyazlık indeksinin sırasıyla 32,45, 33,35, 31,64, 30,74 ve 23,89 olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Özellikle voltaj gradyanındaki artışla birlikte beyazlık indeksi değerinde meydana gelen düşüşün, maillard reaksiyonu, bileşiklerin termal/elektiriksel bozunmaları ile peroksidad ve polifenol oksidad aktiviteri gibi faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir (Brochier ve ark., 2018). Nar suyu konsantreleri ile ilgili yapılan bir başka çalışmada evaporasyon işlemi boyunca beyazlık indeksini oluşturan

L^* , a^* , ve b^* değerlerinde önemli kayıpların meydana geldiği ve rengin kırmızımsı kahverengiye dönüştüğü belirtilmiştir (Maskan, 2006).

Kahverengileşme indeksinin ise kimyasal dönüşümü temsil ettiği ve özellikle oksidatif reaksiyonlar sonucu oluştuğu bilinmektedir (Pathare ve ark., 2013). Dut pekmezinin geleneksel, 11 V/cm ve 13 V/cm ohmik evaporasyon şartlarındaki değerlerine bakıldığında kahverengileşme indeksi değerlerinin sırasıyla 49,67, 46,28 ve 49,09 olduğu tespit edilmiş, en düşük kahverengileşme değerinin ise 15 V/cm voltaj gradyanında 23,15 olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Suzart ve ark (2007) ile Prati ve ark (2005), kahverengileşme indeksinin enzimatik esmerleşmeye, indirgen şekerler ve amino asitler arasındaki Maillard reaksiyonu sonucu oluşan koyu pigmentlerin (melanoidinler) yanı sıra, fenolik bileşikler ve klorofilin oksidatif reaksiyonlarındaki renk değişimlerine bağlı olarak meydana geldiğini belirtmişlerdir.

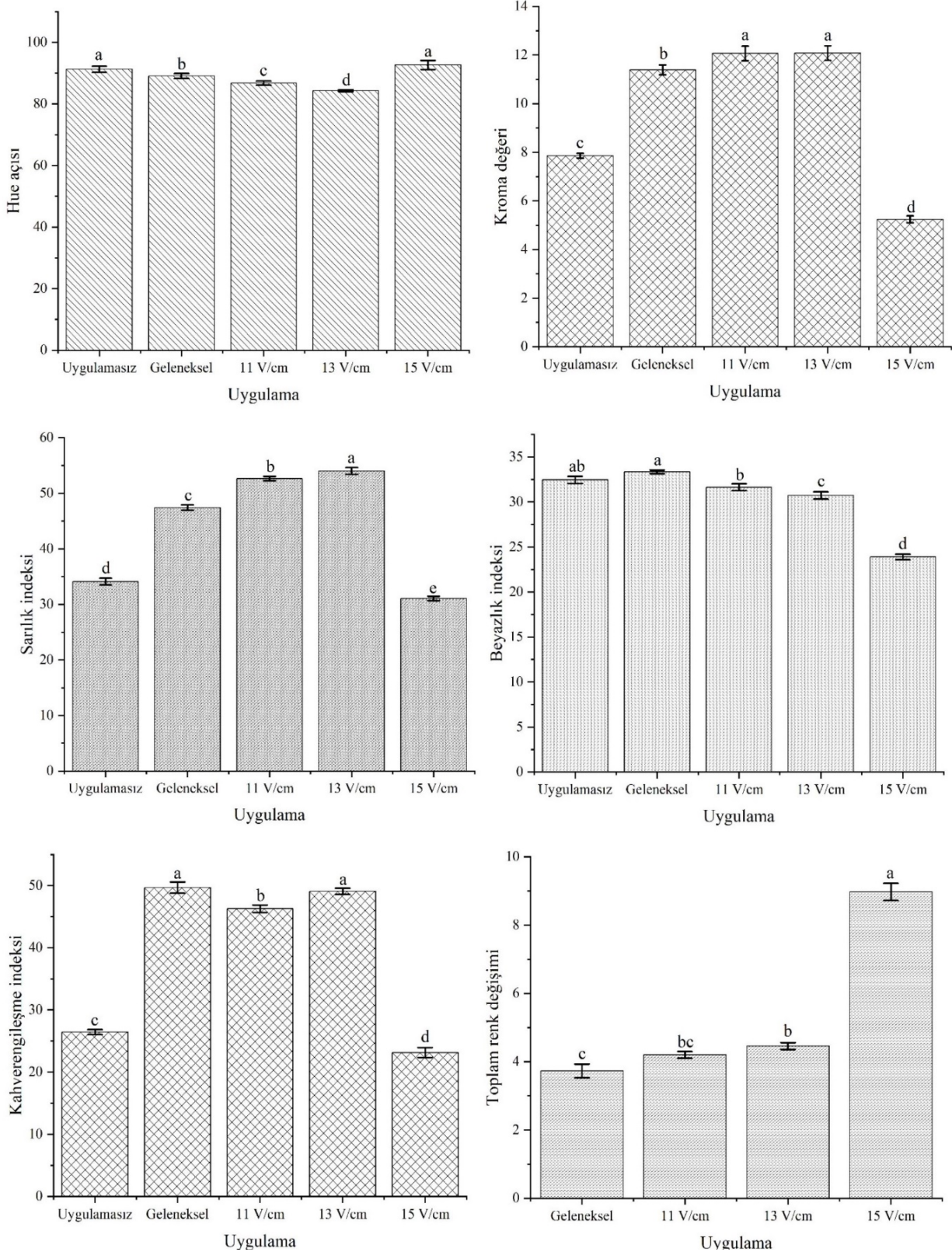
Gıda ürününün başlangıçtaki rengi ile o andaki renk değerleri arasındaki farkı toplam renk değişimi temsil etmektedir (Pandiselvam ve ark., 2023). Dut pekmezinde en düşük toplam renk değişimi değeri 3,73 ile geleneksel evaporasyonda görülürken ohmik evaporasyon uygulamalarında voltaj artışına bağlı olarak arttığı ve 8,97 ile en yüksek değere 15 V/cm voltaj gradyanında ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 1). Norouzi ve ark (2021) ohmik ve geleneksel evaporasyon uygulanan vişne suyu örneklerinin toplam renk değişim değerlerini inceledikleri çalışmalarında, geleneksel yöntemle elde edilen örneklerdeki değerin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmacılar ayrıca ohmik işlem boyunca oksijen varlığının ve meydana gelen farklı reaksiyonların sonucunda toplam renk değişimi açısından çeşitli gıdalarda değişken sonuçların meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Sabancı ve ark (2019) ohmik vakum evaporasyon ile işlem görmüş nar suyu örneklerinin yüksek renk değişimlerinin elektrokimyasal reaksiyonlarla ilişkili olduğunu ve elektrokimyasal reaksiyon hızlarındaki artışın renk değişimlerini de arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, daha uzun işlem sürelerinin daha fazla renk değişimine yol açabildiği ifade edilmiş ve en yüksek renk değişimi değerleri ohmik vakum evaporasyon işlemi sırasında 7,5 ve 12,5 V /cm gerilim kademelerinde elde edilmiştir (Sabancı ve ark., 2019). Bu çalışmada da benzer şekilde yüksek voltaj uygulamalarında daha fazla renk bozulmaları tespit edilmiştir (Şekil 1).

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde buharlaştırma yöntemlerinin renk özellikleri üzerinde farklı sonuçlar oluşturduğu görülmüştür. Dut pekmezi eldesinde yaygın şekilde geleneksel evaporasyon yöntemlerinin kullanıldığı bilinmektedir. Bu yöntem alternatif olarak mevcut çalışmada farklı voltaj gradyanlarında ohmik evaporasyon işlemi dut şurasına uygulanmıştır. Geleneksel yöntem ile ohmik evaporasyon yöntemi arasında tüm renk skalalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Sarılık indeksi en düşük değeri 15 V/cm voltaj gradyanında elde edilmiştir. Bununla birlikte toplam renk değişimi

değerinin, geleneksel yöntemle elde edilen pekmez örneklerinde ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bakımdan dut sırasına uygulanan ohmik evaporasyon işleminin özellikle yüksek voltaj uygulamalarına bağlı olarak meydana gelen renk bozulmalarının kalite kayıplarına sebep olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu

verilere dayanarak, dut pekmezi eldesinde nispeten daha düşük voltajlı ohmik uygulamaların daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ancak konu ile ilgili hem renk özelliklerinin hem de renge bağlı kimyasal parametrelerin detaylıca incelendiği çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 1. Geleneksel ve ohmik evaporasyon işlemi uygulanan dut pekmezi örneklerinin renk değerleri.
Figure 1. Color values of traditional and ohmic evaporation-applied mulberry molasses samples

Kaynaklar

- Al-Hilphy, A.R., Al-Behadli, T.K., Al-Mtury, A.A., Abd Al-Razzaq, A.A., Shaish, A.S., Liao, L., Zeng, X., Manzoor, M.F. (2023). Innovative Date Syrup Processing with Ohmic Heating Technology: Physicochemical Characteristics, Yield Optimization, and Sensory Attributes. *Heliyon*, 9(9), e19583, 1-15. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e19583
- Assawarachan, R., Noomhorm, A. (2008). Effect of Operating Condition on the Kinetic of Color Change of Concentrated Pineapple Juice by Microwave Vacuum Evaporation. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6(3-4): 47-53.
- Assawarachan, R., Noomhorm, A. (2011). Mathematical Models for Vacuum-Microwave Concentration Behavior of Pineapple Juice. *Journal of Food Process Engineering*, 34(5): 1485-1505, doi: 10.1111/j.1745-4530.2009.00536.x
- Brochier, B., Mercali, G.D., Marczak, L.D.F. (2018). Effect Of Ohmic Heating Parameters on Peroxidase Inactivation, Phenolic Compounds Degradation and Color Changes of Sugarcane Juice. *Food and Bioproducts Processing*, 111, 62-71, doi: 10.1016/j.fbp.2018.07.003
- Cevik, M. (2021). Electrical Conductivity and Performance Evaluation of Verjuice Concentration Process Using Ohmic Heating Method. *Journal of Food Process Engineering*, e13672, doi: 10.1111/jfpe.13672
- Çetinkaya, T., Karacaoğlan, V., Oguzkan, S.B. (2024). Kastamonu Yöresinde Üretilen Gökmar Kozalak Pekmez ve Sıvı Şuruplarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(3): 685-694, doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.1295623
- da Silva, E.S., Brandão, S.C.R., da Silva, A.L., da Silva, J.H.F., Coêlho, A.C.D., Azoubel, P.M. (2019). Ultrasound-Assisted Vacuum Drying of Nectarine. *Journal of Food Engineering*, 246, 119-124, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2018.11.013
- Darvishi, H., Hosainpour, A., Nargesi, F., Fadavi, A. (2015). Exergy And Energy Analyses of Liquid Food in an Ohmic Heating Process: A Case Study of Tomato Production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 31, 73-82, doi: 10.1016/j.ifset.2015.06.012
- Demir, H.U., Atalay, D., Erge, H.S. (2019). Kinetics of The Changes in Bio-Active Compounds, Antioxidant Capacity and Color of Cornelian Cherries Dried at Different Temperatures. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 2032-2040, doi: 10.1007/s11694-019-00124-5
- Goksu, A., Duran, G., Çilingir, S., Çevik, M., Sabancı, S. (2022). Performance Evaluation of Pectin Extraction from Grapefruit Peel Powder by Ohmic Heating. *Journal of Food Processing and Preservation*, e16813, doi: 10.1111/JFPP.16813
- Gündoğdu, M., Tunçtürk, M., Berk, S., Şekeroğlu, N., Gezici, S. (2018). Antioxidant Capacity and Bioactive Contents of Mulberry Species from Eastern Anatolia Region of Turkey. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4): 98-101, doi: 10.5530/ijper.52.4s.82
- Icier F. (2011). Ohmic Heating of Fluid Foods. P.J. Cullen, Brijesh K Tiwari, Vasilis P. Valdramidis (Eds.), *Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods* 305-367. Elsevier Science. doi: 10.1016/B978-0-12-381470-8.00011-6
- Icier, F., H, Yildiz., Sabancı, S., Cevik, M., Cokgezme, O.F. (2017). Ohmic Heating Assisted Vacuum Evaporation of Pomegranate Juice: Electrical Conductivity Changes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39:241-46, doi: 10.1016/j.ifset.2016.12.014
- Işık, S., Çelik, Ş. (2023). Sürülebilir Özellikte Yeni Kahvaltılık Bir Ürün: Dut Pekmezi Kreması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(2): 326-338, doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.1075973
- Jan, B., Parveen, R., Zahiruddin, S., Khan, M.U., Mohapatra, S., Ahmad, S. (2021). Nutritional Constituents of Mulberry and Their Potential Applications in Food And Pharmaceuticals: A Review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(7): 3909-3921, doi: 10.1016/j.sjbs.2021.03.056
- Jha, S.N. (2010). Colour Measurements and Modeling. in *Nondestructive Evaluation of Food Quality: Theory and Practice* (pp. 17-40). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kaur, N., Singh, A.K., (2016). Ohmic Heating: Concept and Applications—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(14), 2338-235, doi: 10.1080/10408398.2013.835303.
- Kavak Akpınar, E. (2022). The Investigation with Exergetic Indicators and Heat Transfer Parameters of Solar Drying Process of White Mulberry. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 44(1): 168-181, doi: 10.1080/15567036.2020.1757788
- Kıralan, M., Gündoğdu, M. (2021). Dut Türlerine ait Meyvelerin Organik Asit ve C vitamini İçerikleri Üzerine Farklı Kurutma Tekniklerinin Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(3): 404-411, doi: 10.24180/ijaws.990049.
- Maskan, M., (2006). Production of Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Juice Concentrate by Various Heating Methods: Colour Degradation and Kinetics. *Journal of Food Engineering*, 72(3): 218-224, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.11.012
- Mercali, G.D., Schwartz, S., Marczak, L.D.F., Tessaro, I.C., Sastry, S. (2014). Ascorbic Acid Degradation and Color Changes in Acerola Pulp During Ohmic Heating: Effect of Electric Field Frequency. *Journal of Food Engineering*, 123, 1-7, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.09.011
- Norouzi, S., Fadavi, A., Darvishi, H. (2021). The Ohmic and Conventional Heating Methods in Concentration of Sour Cherry Juice: Quality and Engineering Factors. *Journal of Food Engineering*, 291(2021): 110242, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110242
- Pandiselvam, R., Mitharwal, S., Rani, P., Shanker, M.A., Kumar, A., Aslam, R., Barut, Y.T., Kothakota, A., Rustagi, S., Bhati, D., Siddiqui, S.A., Siddiqui, M.W., Ramniwas, S., Aliyeva, A., Khaneghah A.M., (2023). The Influence of Non-Thermal Technologies on Color Pigments of Food Materials: An Updated Review. *Current Research in Food Science*, 6, 100529, doi: 10.1016/j.crf.2023.100529
- Pathare, P.B., Opara, U.L., Al-Said, F.A.J. (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6: 36-60, doi: 10.1007/s11947-012-0867-9
- Prati, P, Moretti, R.H., Cardello, H.M.A.B. (2005). Elaboração de Bebida Composta Por Mistura de Garapa Parcialmente Clarificada-Estabilizada e Sucos de Frutas Ácidas. *Food Science and Technology*, 25, 147-152, doi: 10.1590/S0101-20612005000100024
- Rizk, H.A., Estephan, J., Salameh, C., Kassouf, A. (2023). Non-targeted detection of grape molasses adulteration with sugar and apple molasses by mid-infrared spectroscopy coupled to independent components analysis. *Food Additives and Contaminants: Part A*, 40(1): 1-11, doi: 10.1080/19440049.2022.2135766
- Sabancı, S., Çevik, M., Cokgezme, O.M., Yildiz, H., Icier, F. (2019). Quality Characteristics of Pomegranate Juice Concentrates Produced by Ohmic Heating Assisted Vacuum Evaporation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(5): 2589-2595, doi: 10.1002/JSFA.9474
- Sabancı, S., Icier, F. (2020). Enhancement of The Performance of Sour Cherry Juice Concentration Process in Vacuum Evaporator by Assisting Ohmic Heating Source. *Food and Bioproducts Processing*, 122, 269-279, doi: 10.1016/j.fbp.2020.05.004

- Sabancı, S. (2021). A Study on Electrical Conductivity and Performance Evaluation of Ohmic Evaporation Process of Grape Juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(5):e15487, doi: 10.1111/jfpp.15487
- Sabancı S. and İcier F. (2022). Evaluation of an Ohmic Assisted Vacuum Evaporation Process for Orange Juice Pulp. *Food and Bioprocess Technology*, 13(1), 156–63, doi: 10.1016/J.FBP.2021.09.009
- Sengül, M., Ertugay, M.F., Sengül, M. (2005). Rheological, Physical and Chemical Characteristics of Mulberry Pekmez. *Food Control*, 16(1): 73–76, doi: 10.1016/j.foodcont.2003.11.010
- Suzart, C.A.G., Bergara, S., Molina, G., Moretti, R.H. (2007). Caracterização de Cultivares de Cana-De-Açúcar (*Saccharum Ssp.*) Para a Produção de Caldo de Cana: Rendimento de Caldo e Valor de Brix. In XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos.
- Tao, Y., Wang, Y., Yang, J., Wang, Q., Jiang, N., Chu, D.T., Han, Y., Zhou, J. (2017). Chemical Composition and Sensory Profiles of Mulberry Wines as Fermented with Different *Saccharomyces Cerevisiae* Strains. *International Journal of Food Properties*, 20(2): 2006-2021, doi: 10.1080/10942912.2017.1361970
- Yousefi, S., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S.M.A., Askari, G.R. (2012). Comparing The Effects of Microwave and Conventional Heating Methods on the Evaporation Rate and Quality Attributes of Pomegranate (*Punica Granatum L.*) Juice Concentrate. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1328-1339, doi: 10.1007/s11947-011-0603-x