

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Valsli Kurutucu Parametrelerinin Elma Püresi Tozunun Çeşitli Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi

Fatma COSKUN TOPUZ^{1,2*}, Fikret PAZIR³

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

² Hakkâri Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Hakkâri, Türkiye

³Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*e-mail: fatmacoskun@yyu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada buhar basıncı, elma püresi/maltodekstrin konsantrasyonu ve vals dönüş hızının, üretilen elma tozlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Kullanılan buhar basınçları 1.5, 2.5 ve 3.5 Bar, püre/maltodekstrin yüzdeleri 40/60, 50/50 ve 60/40 ve vals dönüş hızları 1.0, 2.0 ve 3.0 devir/dk. bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. Bu çalışmada ayrıca elma tozu denemelerinin modellenmesi için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) kullanılmıştır. Hammadde olarak 13 Briks'lik elma püresi farklı oranlarda maltodekstrin ile karıştırıldıktan sonra kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Hammadde ve elma tozlarının nem, titrasyon asitliği, toplam şeker miktarı, askorbik asit miktarı, renk ve duyuşal değerlendirme analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre buhar basıncı, vals dönüş hızı ve farklı püre/maltodekstrin kombinasyonlarının her üçü renk değerlerinden a* ve b* ile model uyumluluk gösterip istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Titrasyon asitliği ve nem miktarı sonuçları ise model uyumluluk göstermediği halde, SPSS sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Şeker miktarı sonuçları ise model uyumluluk göstermeyip, istatistiksel olarak da önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ham maddede askorbik asit mevcut iken toz ürünlerde askorbik asit belirlenmemiştir. Sıralama testi kullanılarak yapılan duyuşal değerlendirmede altı panelistin ürünleri lezzet ve renk özelliklerine göre değerlendirmesi istenmiş, verilen puanlarla duyuşal değerlendirme tamamlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Elma püresi, Kurutma, RSM, Valsli kurutma

Effect of Drum Dryer Parameters on Certain Physicochemical and Sensory Properties of Apple Puree Powder

Abstract: In this study, the effect of different steam pressures, apple puree/maltodextrin concentrations and drum rotation speeds on some physical, chemical and sensory properties of apple powder were investigated. Steam pressures of 1.5, 2.5 and 3.5 Bar, rotation speed of 1, 2 and 3 rpm, apple puree/maltodextrin concentrations of 40/60, 50/50 and 60/40 (%) were chosen as independent values for drying operation parameters. In this study, Response Surface Methodology (RSM) was used for modelling of apple powder trials. Drying operation was made after 13 Brix° apple puree (as raw material) with different ratio maltodextrin mixed. Content of moisture, titrability acid, total sugar, ascorbic acid, color and sensory evaluation were made for raw material and apple powder samples. According to investigation results, "a*" and "b*" color values are found statistically important ($p<0.05$) and showed model compatibility for steam pressure, rotation speed and different puree/maltodextrin combinations. Titrability acid and moisture content results were not shown model compatibility in case statistically important according to SPSS results. Both statistically and model compatibility, sugar content analyze results were found insignificant ($p>0.05$). Though ascorbic acid is found in raw material but could not found in powder samples. Six panelists evaluated sensory properties of powder samples according to their color and flavor features and evaluation was completed with given ranking scores.

Keywords: Apple puree, Drying, RSM, Drum drying.

Giriş

Dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilen elma, ülkemizde de geniş çapta yetiştiriciliği yapılan meyveler arasındadır. Elmanın bu kadar yaygın olarak yetiştiriciliğine imkân veren ilk etken şüphesiz ülkemizdeki iklim çeşitliliğidir. Bugün pek çok elma çeşidinin yetiştiriciliği Türkiye'nin farklı bölgelerinde başarılı bir şekilde yapılmaktadır. Türkiye diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi meyvecilik yönünden de gen merkezi durumunda olup, meyve tür ve çeşidi bakımından da zengindir. Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve

Doğu Anadolu yaylaları arasında geçit bölgelerinin yanı sıra, Göller Bölgesi de elma yetiştiriciliği bakımından önem taşımaktadır. Ülkemizin sıcak ılıman iklim bölgelerinden Ege Bölgesi'nde 500 m'den, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu'nun sıcak ve kurak yerlerinde 800 m den daha yükseklerde elma yetiştiriciliği yapılmaktadır (Coşkun 2014; Kılınç 2012).

Elma, Rosaceae familyasından *Malus communis* L. cinsindedir. Elma çeşitlerinin genel yapısı incelendiğinde ortalama % 85 su , %11 karbonhidrat, %2 diyet lif, %0.6 yağ, %0.5 organik asit ve %0.3 proteinden oluştuğu belirlenmiştir (Sluis ve ark. 2005). Elmanın yoğun bir şekilde tüketilmesi sadece lezzetli olmasından dolayı değil A, C ve E vitaminleri, aroma maddeleri, fitokimyasallar sınıfında bulunan flavonoidler gibi antioksidan bileşenleri içermesinden ileri gelmektedir. Elmanın antimutajenik ve güçlü antioksidan etkilerinin yanında, kanser, diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar, astım ve diğer akciğer hastalıklarında koruyucu olduğu, in-vivo çalışmalardan elde edilen önemli bulgulardır (Gerhauser ve ark. 2008; Yılmaz 2010). Ayrıca laboratuvarda yapılan çalışmalarda, elmaların güçlü antioksidan aktivitesi ile kanserli hücrelerin çoğalmasını ve lipid oksidasyonunu azalttığı, kolesterolü düşürdüğü ve kanda antioksidan düzeyini artırdığı belirlenmiştir (Bitsch ve ark. 2001; Rezk ve ark. 2002; Boyer ve Liu 2004).

Meyvelerde yaygın olarak bulunan monosakkaritler früktoz ve glikozdur. Yaygın bulunan disakkarit sakaroz iken yine yaygın olarak bulunan polisakkaritler ise nişasta, selüloz ve pektindir. Meyve ve sebzeler ağırlıklı olarak glikoz ve früktoz içermekteyken bunun yanında bir miktar sakaroz ve bir heksoz olan mannoz bulunur. Bunların oranı öncelikle meyve ve sebzelerin tür ve çeşidine bağlıdır. Elma ve armutlarda früktozun ağır bastığı tespit edilmiştir (Cemeroğlu 2009). Meyve ve sebzelerin doğal yapısında yer alan vitaminlerden askorbik asit (C vitamini), beyaz veya hafif sarı renkte, kokusuz kristalimsi yapıya sahip bir maddedir.

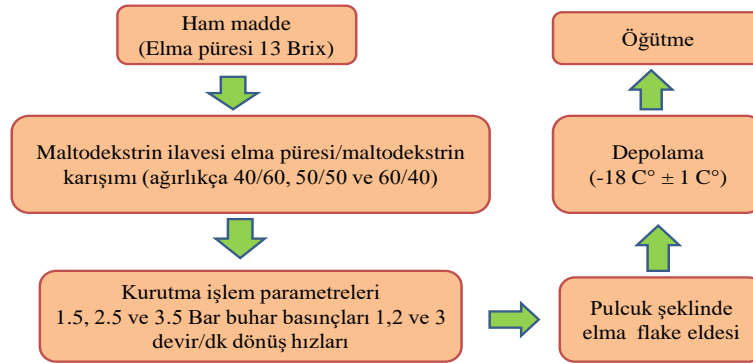
L-askorbik asit kristal haldeyken dayanıklı bir bileşik olmasına rağmen, çözelti halindeyken kolayca parçalandığı tespit edilmiştir. Parçalanmanın metal iyonları varlığında özellikle bakır ve demir iyonları eşliğinde hızlandığı görülmüştür. Isı, ortamdaki nikel iyonları, riboflavin, ortamın alkali özellik taşıması, askorbik asidin oksidasyonunu artırıcı etmenlerdir (Gardner ve ark. 2000; Özkan ve ark. 2004; Özdemir ve Aydın 2012). Askorbik asit, taze ve işlenmiş meyve ve sebzelerde kararmayı önleyici olarak, ayrıca demir ve bakır gibi prooksidant iyonlarla şelat yaparak onların etkisini engelleme amacıyla yaygın olarak kullanılan bir kimyasal bileşiktir (Sapers 1993).

Uzun yıllardan beri gıda sanayinde kurutma işlemi uygulanmaktadır. Bugün gelişen teknolojiler ile gıda maddelerini kalite kaybının minimum ve daha uzun süre muhafaza edilebilir şekilde üretmek mümkündür. Valsli kurutucular, tek valsli ve çift valsli kurutucu sistemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tek valsli kurutucularda vals hafifçe, kurutulacak sıvıya değmekte olup, vals üzerinde ince bir film bu yolla oluşmaktadır. Çift valsli kurutucularda ise, iki vals yan yana paralel olarak yerleştirilmiş olup valsler birbirlerine doğru dönerler. Besleme vals aralığına yapılır. Ürün kalınlığı, vals aralığı ile ayarlanabilir. Valsli kurutucularda oldukça viskoz ürünler başarılı bir şekilde kurutulabilir Valsli kurutma sistemlerinin kurulumu kolaydır (Cemeroğlu 2009; Coşkun 2014). Bahsedilen faydalı yönlerinin yanında, bu kurutucu tipinin çeşitli dezavantajları da mevcuttur. Bu sistemlerin enerji ihtiyaçları fazladır. Elde edilen kuru ürünün rengi koyu renkte olup, üründe yanık tat algısının oluşabildiği sistemlerdir. Yüksek şeker ve tuz içerikli gıda ürünleri ile çalışılırken kurutma parametreleri ürün özellikleri göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Bazı gıda ürünleri uygun film tabakası halinde olmadığından valsli kurutucu kullanımına uygun olmamaktadır (Shen ve Ha 2003).

Bu çalışmada, valsli kurutucu parametrelerinin elma tozu örneklerinin çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Ham madde olarak 13°Brix'lik elma püresi ticari bir firmadan satın alınmıştır. Hammadde kurutma çalışmalarında kullanılmadan önce -25 °C' de muhafaza edilmiştir. Kurutmaya yardımcı taşıyıcı ajan olarak ise maltodekstrin (DE 10) kullanılmıştır. Farklı oranlarda püre/maltodekstrin kombinasyonları denenmiştir. Bu kombinasyonlar 60/40, 50/50 ve 40/60 şeklindedir. Çalışmada ham maddeye uygulanan fiziksel ve kimyasal analizler son ürün olarak elde edilen toz materyallere de uygulanmıştır. Elma tozu üretim basamakları Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Elma püresi tozu üretim akış şeması.

Deneme deseni için YYY kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler yine aynı program yardımıyla yapılmıştır. Üretimler 2 tekerrür, analizler 2 paralel yapılmıştır. Valsli kurutucuda her bir valsın boyu 20 cm, yarıçap uzunluğu ise 10 cm'dir. Değiştirilen parametreler buhar basıncı, vals dönüş hızı ve püre/maltodekstrin karışım oranlarıdır. Valsli kurutucunun buhar basıncı 0-4 bar arasında ayarlanabilmektedir. Çalışmada kullanılan buhar basınçları ise 1.5 Bar, 2.5 Bar ve 3.5 Bar'dır. Seçilen buhar basınçlarına karşılık gelen yüzey sıcaklıkları sırasıyla 99.1 °C, 105.0 °C ve 112.6 °C olarak ölçülmüştür. Araştırma kapsamında valsler arasındaki mesafe sabit tutulmuş olup 1 mm'ye ayarlanmıştır. Valsli kurutucu farklı dönüş hızlarında ayarlanabildiği gibi çalışma kapsamında 1, 2 ve 3 devir/dk. üç farklı dönüş hızı uygulanmıştır. YYY ile belirlenen deneme planındaki değişkenler ve düzeyleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Araştırmada hammadde ve toz materyallerin nem, titrasyon asitliği, renk, şeker, askorbik asit tayini ve duyuşal değerlendirmesi yapılmıştır.

Nem ve titrasyon asitliği

Valsli kurutucudan alınan örnekler 65 C°'lik vakumlu etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Sonuçlar % olarak verilmiştir (Cemeroğlu 2010). Titrasyon asitliği tayininde örnekler fenolfitalein indikatörü damlatılarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş, sarfiyat miktarı kaydedilerek hesaplama yapılmıştır. Sonuçlar susuz malik asit cinsinden % olarak verilmiştir (AOAC, 2007).

Renk Analizi

Renk analizi Hunter Lab Colorflex spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Örnekler, quartz örnek kabına boşluk kalmayacak şekilde konulmuş ve haznenin 4 farklı noktasından ölçüm alınmıştır. Örneklerin L (parlaklık), a (+ kırmızı, - yeşil), b (+ sarı, - mavi) renk değerleri belirlenmiştir (Hunter Lab, 2009). Toz halindeki ürünlerin renk değerleri ölçülmesinin yanı sıra toz örnekler sulandırılarak da renk değerleri kaydedilmiştir. Elma tozları hammaddenin Briks derecesine kadar sulandırılarak renk ölçümleri alınmıştır. L*, a* ve b* değerleri kullanılarak toplam renk farkı (ΔE), kurutma öncesi numunelerin ölçülen renk değerleri referans (kontrol) kabul edilerek verilen aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$\Delta L = L_{ref}^* - L_{örnek}^{**}$$

$$\Delta a = a_{ref}^* - a_{örnek}^{**}$$

$$\Delta b = b_{ref}^* - b_{örnek}^{**}$$

*Lref = Kurutma öncesi karışım L değeri

** Lörnek = Toz örneğin, elma püresinin başlangıç briksine kadar sulandırılması ile elde edilen karışımın L değeri

*aref = Kurutma öncesi karışımın a değeri

** aörnek = Toz örneğin, elma püresinin başlangıç briksine kadar sulandırılması ile elde edilen karışımın a değeri

*bref = Kurutma öncesi karışımın b değeri

** börnek = Toz örneğin, elma püresinin başlangıç briksine kadar sulandırılması ile elde edilen karışımın b değeri

Toplam şeker tayini ve askorbik asit tespiti

Elma tozlarındaki toplam şeker miktarı Lane - Eynon metod ile tespit edilmiştir. Sonuçlar % şeker miktarı olarak verilmiştir (Cemeroğlu 2010). Örneklerin askorbik asit tayini spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Sonuçlar mg/100 g olarak belirlenmiştir (Hışıl, 2013).

Duyusal değerlendirme

Elma tozlarının duysal değerlendirmesi sıralama testi uygulanarak yapılmıştır (Altuğ ve Elmacı 2005). 6 yarı eğitimli panelist tarafından duysal analiz değerlendirilmiştir. Elma tozu örneklerinin duysal değerlendirmesi püre/maltodekstrin oranlarına göre yapılmış, her grup kendi içerisinde değerlendirilmiştir.

Deneysel Dizayn ve İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma kapsamında seçilen, valsli kurutma parametrelerin optimizasyon modellemesi Design- Expert 7.0 yazılımında Merkezci Birleşik Dizayn (CCD) tasarımına göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler ve düzeyleri Tablo 1.'de verilmiştir. Optimizasyonda kullanılacak olan yanıtlar, yapılan istatistiksel analizler sonucunda belirlenmiştir. Design-Expert 7.0 yazılımı ile gerçekleştirilen optimizasyonda, yanıtlar hedefler doğrultusunda verilen alt ve üst limitler arasında optimize edilmiştir. Design- Expert 7.0 yazılımı ile oluşturulan valsli deneme kurutma planında 3 bağımsız değişkene karşılık 20 üretim parametresinin 6 tanesi merkez nokta (50/50, 2.0 devir/dk.) olup, toplam 15 üretim parametresinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.'de verilmiştir.

Değişken Seviyeleri

Tablo 1. Deneme planındaki değişkenler ve düzeyleri

Faktörler	Bağımsız değişkenler	-1	0	+1
x ₁	Buhar Basıncı (Bar)	1.5	2.5	3.5
x ₂	Vals Dönüş Hızı (devir/dk.)	1	2	3
x ₃	Elma/ Maltodekstrin	40/60	50/50	60/40

Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında 13 Briks'lik ham madde olan elma püresinin nem, titrasyon asitliği, renk değerleri, şeker ve askorbik asit sonuçları Tablo 2.'de verilmiştir. Meyve ve sebzelerin fiziko-kimyasal özellikleri oksijen, ışık, yetiştirilen iklim özellikleri gibi çevresel faktörlerin yanı sıra uygulanan teknolojik işlemlerden de etkilenmektedir. Literatür incelendiği zaman meyve ve sebze işlenmesi esnasında uygulanan ön işlemler, pres ve filtrasyon gibi ayırma işlemleri esnasında gerçekleşen termal degradasyon gibi işlemler nedeniyle işlenmiş ürünün taze ham maddeye kıyasla fiziksel ve kimyasal bileşiminin değiştiği bazı kimyasal bileşenlerin miktarlarında azalma olduğu görülmektedir (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu 2009; Cemeroğlu 2010). Tablo 2 ve Tablo 3 incelendiği zaman, ham madde elma püresi ile elma tozlarına ait nem ve askorbik asit sonuçlarının belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Kurutma esnasında uygulanan yüksek sıcaklık işleminin, hassas olan askorbik asidin parçalanması üzerinde olduğu bulunmuştur. Bundan dolayı Tablo 3'de askorbik asit bulgusuna toz ürünlerde rastlanmadığından, askorbik asit sonuçları yer almamaktadır.

Tablo 2. Ham madde analiz sonuçları

Analiz Adı	Analiz Sonuçları
Nem (%)	84
Titrasyon Asitliği (%)	0.45
Toplam Şeker (%)	7.37
Askorbik asit (mg/100 g)	30.23
L*	48.9±0.03
a*	11.84±0.01
b*	30.47±0.07

Nem miktarı ve Titrasyon Asitliği Sonuçları

Elma püresi tozlarının nem, titrasyon asitliği, şeker, renk değerlerinden L*, a*, b* ve ΔE değerleri Tablo 3’de verilmiştir. Nem değerleri incelendiğinde en düşük nem içeriğinin, 7 nolu valsli kurutma denemesinde (40/60 3.5 Bar 1 devir/dk.) elde edilen % 8.73 nem içerikli ürün olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda en yüksek nem içerikli toz ürünün ise 10 nolu valsli kurutma denemesinde (60/40, 1.5 Bar 1devir/dk.) elde edilen % 9.61 nem içerikli ürün olduğu saptanmıştır. Sonuçlara bakıldığında, buhar basıncı arttıkça ve vals dönüş sayısı azaldıkça daha düşük nem içerikli toz ürün elde edildiği tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmaya göre, valsli kurutucuda elde edilen domates tozlarının nem içeriklerinin buhar basıncı arttıkça ve vals dönüş hızı azaldıkça düşüş gösterdiğini belirlenmiştir (Eser 2014). Jack meyvesi üzerine yapılan bir araştırmada, jack meyvesinin nem içeriği üzerine hem buhar basıncının hem de vals dönüş hızının etkili olduğu belirlenmiştir (Pua ve ark. 2010). Buhar basıncı arttıkça nem içeriğinin düştüğünü aynı şekilde vals dönüş hızının azalması ile daha düşük nem içerikli tozların elde edildiğini saptamışlardır. Elma püresi/maltodekstrin, buhar basıncı ve vals dönüş hızının sonuçlar üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Titrasyon asitliği sonuçları incelendiğinde elma tozlarının titrasyon asitliği sonuçları model uyumluluk göstermemekte fakat sonuçlar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bundan dolayı titrasyon asitliği sonuçlarının değerlendirilmesi SPSS Tukey testi ile yapılmış ve titrasyon asitliği sonuçları arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Özturan ve ark. (2014), valsli kurutucuda kurutulan pirinanın asitlik değerinin önemli derecede değişmediğini saptamışlardır.

Toplam Şeker Tayini ve Askorbik Asit Miktarı Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Elma meyvesinde ortalama %10.8 oranında şeker bulunmaktadır. Şeker bileşiminin ortalama %1’ini glikoz, %7,2’sini früktoz ve %2,6’sını sakaroz oluşturmaktadır. Beklenildiği üzere örneklerdeki elma püresi yüzdesi arttıkça toz örneklerdeki şeker miktarının da artış gösterdiği görülmüştür. Buna karşılık kurutma işlemi esnasında yüksek sıcaklığa bağlı olarak karamelizasyon problemi ile karşılaşmıştır. Maltodekstrin yüzdesinin fazla olduğu karışımlar daha kısa sürede kururken bu örneklerde toplam şeker miktarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3. Şeker sonuçları değerlendirildiğinde, tüm denemelerde elde edilen örneklerin sonuçları arasında istatistiksel olarak farkın önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0.05$).

Elmada doğal olarak 2-10 mg/100g aralığında askorbik asit bulunmaktadır. Askorbik asit uygulanan çeşitli ön işlemler, ısıl işlemler ve bazı çevresel faktörlerden kolayca etkilenebilmektedir. Askorbik asit sadece işleme sırasında değil, depolama esnasında da kaybolmaktadır. Hatta dondurarak muhafazada çok düşük derecelerde bile, önemli seviyede askorbik asit kaybı görülmektedir (Cemeroğlu 2009). Ham maddede askorbik asit miktarı normal değerler arasında tespit edilmiş iken, kurutma işlemi sonunda elma püresi tozunda askorbik asit bulunamamıştır.

Abonyı ve ark. (2002) havuç ve çilek pürelerinin RW (Refractance Window) ile kurutulması çalışmasında RW ile kurutmanın sonuçları dondurarak kurutma, valsli kurutma ve püskürtmeli kurutma sonuçları ile kıyaslanmıştır. Çalışma kapsamında çapları 19 cm olan çift tamburlu valsli kurutucu kullanılmış, vals dönüş hızı 0.3 devir/dk ürünün kuruma süresi ise 3 dakika olarak belirlenmiştir. Askorbik asit miktarı valsli kurutucuda kurutulan ürünlerde, diğer kurutucu tiplerine göre en fazla kayıp meydana gelmiştir.

Renk Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kurutulmuş elma püresi sonuçları incelendiğinde, karışımlardaki kurutmaya yardımcı maltodekstrin yüzdesi arttıkça L* (parlaklık) sonuçlarının arttığı saptanmıştır. Buhar basıncı ve karışımlardaki püre yüzdesi arttıkça a* (+kırmızı, -yeşillik) ve b* (+sarılık, -mavilik) değerinin arttığı tespit edilmiştir. Optimizasyon sonucunda ise a* ve b* değerleri modele uygunluk göstermiştir.

Tang ve ark. (2012), mango meyvesini farklı kurutucu sistemlerinde kuruttuklarında L* değerinin en yüksek püskürtmeli kurutucu ile elde edilen ürünlerde olduğunu belirlemişlerdir. En düşük L* değerinin ise valsli kurutucudan çıkanlarda olduğunu saptamışlardır. L* değerinin yüksek olmasını kullanılan DE 10 olan maltodekstrinin etkili olduğunu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen toz ürünlerde de L* değerinin karışımlardaki maltodekstrin oranı arttıkça L* değerinin arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında valsli kurutucuda kurutulmuş örneklerde işlem parametrelerinin renk değişimi ΔE üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir ($p> 0.05$). Pua ve ark. (2010) jack meyvesini valsli kurutucu ile kuruttuklarında son ürünlerin renk değerlerine bakmışlardır. Sonuç olarak en yüksek L* değerinin yüksek buhar basıncı ve yine yüksek dönüş hızının kullanıldığı parametrelerde olduğu belirlenmiştir. En düşük L* değerinin ise uygulanan en yüksek buhar basıncı ve en düşük vals dönüş hızlarında olduğu tespit edilmiştir. Eser (2014), valsli kurutucuda elde edilen domates tozu ürünleri

için L değeri üzerinde işlem parametrelerinden buhar basıncının istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Bunun yanında valsli kurutucuda kurutulmuş örneklerde işlem parametrelerinin renk değişimi ΔE üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir ($p> 0.05$). Diğer bir çalışmada 50, 60 ve 70 C° sıcaklıklarda kurutulan elmaların renk ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlara göre kurutma sıcaklığı arttıkça ΔE değerinin de artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Bununla beraber ΔL değerinin de sıcaklık artışıyla beraber artış gösterdiği saptanmıştır (Yılmaz, 2015). Yapılan bir diğer çalışmada, 12.8 Briks'lik elma suyuna 85 C° de ısısal işlem uygulanan elma sularının ΔE değeri kontrol grubu ile karşılaştırıldığı zaman renk değerleri arasında belirgin bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (Yi ve ark. 2017).

Tablo 3. Elma püresi tozunun nem, titrasyon asitliği, şeker ve renk analizi sonuçları.

No	Bağımsız değişkenler			Bağımlı değişkenler						
	Buhar basıncı (Bar)	Dönüş hızı (Devir/dk)	Püre karışımı (%)	Nem (%)	Titrasyon Asitliği (%)	Şeker (%)	L*	a*	b*	ΔE
1*	0	0	0	9.23	0.97	48.54	75.92 ± 0.03	5.94 ± 0.03	18.18 ± 0.07	26.29
2	-1	-1	+1	8.94	0.93	47.23	79.47 ± 0.04	4.71 ± 0.02	17.08 ± 0.05	27.05
3	-1	-1	-1	8.86	0.91	47.18	79.86 ± 0.02	5.49 ± 0.04	18.95 ± 0.05	25.16
4	-1	0	0	9.23	0.91	47.00	80.28 ± 0.04	3.87 ± 0.02	14.51 ± 0.05	28.63
5	0	-1	0	9.26	0.95	48.12	76.94 ± 0.04	6.17 ± 0.02	18.24 ± 0.05	27.03
6	+1	+1	+1	9.31	1.03	49.20	76.20 ± 0.03	7.51 ± 0.02	21.52 ± 0.07	26.36
7	-1	+1	-1	8.73	0.92	47.79	78.07 ± 0.02	5.38 ± 0.02	16.77 ± 0.04	25.78
8	-1	+1	+1	9.11	0.89	47.65	78.68 ± 0.01	5.31 ± 0.01	16.32 ± 0.03	27.45
9	+1	-1	+1	9.54	1.05	49.12	71.87 ± 0.05	8.89 ± 0.04	25.57 ± 0.07	22.42
10	+1	-1	-1	9.61	1.06	49.02	78.66 ± 0.02	6.93 ± 0.02	20.64 ± 0.03	26.35
11	0	0	-1	9.12	0.94	48.43	78.62 ± 0.02	6.19 ± 0.03	18.70 ± 0.07	28.86
12	0	+1	0	9.17	0.99	48.76	76.00 ± 0.02	6.36 ± 0.01	18.58 ± 0.05	25.37
13	+1	0	0	9.47	1.05	49.15	77.06 ± 0.01	7.08 ± 0.02	21.47 ± 0.04	28.20
14	0	0	+1	9.17	0.95	48.66	81.12 ± 0.02	3.92 ± 0.04	12.20 ± 0.08	27.79
15	+1	+1	-1	9.43	1.03	49.51	80.92 ± 0.01	5.85 ± 0.02	16.39 ± 0.05	27.46

Duyusal değerlendirme sonuçları

Araştırmada yarı eğitilmiş 6 panelist tarafından elma tozları değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen elma tozlarına sıralama testi uygulanmış elde edilen sıralama testi sonuçları Kramer ve Twigg (1984)'te belirtildiği şekilde istatistiksel olarak %95 güven aralığında değerlendirilmiş, sonuçlar Tablo 4'de belirtilmiştir. 60/40 3.5 bar 1 devir/dk. , 50/50 2.5 bar 3 devir/dk., 50/50 3.5 bar 2 devir/dk. , 40/60 2.5 bar 2 devir/dk. koşullarında üretilen elma tozlarının renk özelliği açısından aralarındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Lezzet özelliği açısından ise 50/50 3.5 bar 2 devir/dk. ve 40/60 3.5 bar 3 devir/dk. toz ürün denemeleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Renk özelliği açısından buhar basıncı, vals dönüş hızı ve maltodekstrin oranı etkili olmuştur. Panelistlerin koyu renkli ürünlere düşük sıralama puanı verdikleri belirlenmiştir. Vals dönüş hızı azaldıkça elde edilen toz ürünlere panelistler tarafından daha yüksek sıralama puanı verildiği görülmüştür. Farklı oranlarda ilave edilen maltodekstrinin karışımdaki miktarı arttıkça panelistler tarafından daha yüksek sıralama puanı verildiği tespit edilmiştir. Pua ve ark. 2010, valsli kurutucuda kurutucudan elde edilen jack meyvesinin lezzet puanlamasında hem buhar basıncının hem de vals dönüş hızının istatistiksel olarak önemi olduğunu tespit etmişlerdir ($p<0.05$). Duyusal değerlendirme sonucunda, buhar basıncının artışı ve vals dönüş hızının azalması ile lezzet puanlarının arttığı belirlenmiştir.

Tablo 4. Duyusal değerlendirme sonuçları

Elma Tozu Örnekleri	Renk	Lezzet
60/40 3.5 bar 1 devir/dk.	9	16
60/40 1.5 bar 1 devir/dk.	23	20
60/40 2.5 bar 2 devir/dk.	21	22
60/40 3.5 bar 3 devir/dk.	25	21
60/40 1.5 bar 3 devir/dk.	12	15
50/50 2.5 bar 2 devir/dk.	20	16
50/50 2.5 bar 1 devir/dk.	21	23
50/50 1.5 bar 2 devir/dk.	16	18
50/50 2.5 bar 3 devir/dk.	27	22
50/50 3.5 bar 2 devir/dk.	11	11
40/60 3.5 bar 3 devir/dk.	26	28
40/60 1.5 bar 1 devir/dk.	17	14
40/60 3.5 bar 1 devir/dk.	14	13
40/60 2.5 bar 2 devir/dk.	11	15
40/60 1.5 bar 3 devir/dk.	25	20

Sonuç

Araştırma öncesinde yapılan ön denemeler sonucunda tek başına elma püresinin valsli kurutucuda toz haline getirilmesinin güç olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında elma püresinin maltodekstrin kullanımı ile başarılı bir şekilde kurutulabildiği görülmüştür. Düşük sıcaklık ve laminantlı alüminyum torbalarda bekletildiği sürece analizlere kadar elma tozlarının uzun sürelerde muhafaza edilebildiği görülmüştür. Bunun yanı sıra valsli kurutucuda elma tozu üretiminde, farklı besleme konsantrasyonları, farklı kurutmaya yardımcı ajan kullanımı veya valsli sistemlerdeki işlem parametreleri değiştirilerek başarılı kurutma sonuçlarının alınabileceği düşünülmektedir. Ayrıca başarılı bir kurutmanın görüldüğü elma tozlarının kek, yoğurt, bisküvi gibi farklı gıda ürünlerine lezzet, tat ve aroma katması amacıyla da ileriki çalışmalarda kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abonyi BIH, Feng J, Tang CG, Edwards BP, Chew DS, Mattinson, Fellman JK (2002). Quality retention in strawberry and carrot purees dried with refractance window™ System, JFS: Food Engineering and Physical Properties, 67(3): 1051-1056.
- Altuğ T, Elmacı Y (2005). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Meta Basım, İzmir.
- AOAC International (2007). Official methods of analysis, 18th edn., 2005; Current through revision 2, AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Bitsch R, Netzel M, Carlé E, Strassb G, Kesenheimer B, Herbst M, Bitsch I (2001). Bioavailability of antioxidative compounds from Brettacher apple juice in humans. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 1: 245-249.
- Boyer J, Liu RH (2004). Apple Phytochemicals and Their Health Benefits. Nutrition Journal, 3:5-20.
- Cemeroğlu B (2009). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Kitabı. 1. Cilt. Gıda Tekno. Derneği Yayın., Ankara.
- Cemeroğlu B (2010). Gıda Analizleri Genişletilmiş 2. Baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Ankara.
- Coşkun F (2014). Valsli Kurutucuda Elma Tozu Eldesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniv. Fen Bil. Ens., İzmir.
- Çapanoğlu E, Boyacıoğlu D (2009). Meyve ve Sebzelerin Flavonoid İçeriği Üzerine İşlemenin Etkisi. Akademik Gıda, 7(6): 41-46.
- Eser M (2014). Domates tozu üretiminde farklı yöntem ve işlem koşullarının toz ürün özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gardner PT, White TAC, McPhail, DB, Duthie GG (2000). The Relative Contributions of Vitamin C, Carotenoids and Phenolics to the Antioxidant Potential of Fruit Juices. Food Chemistry, (68):471-474.
- Gerhauser C (2008). Cancer chemopreventive potential of apples, apple juice, and apple components. Planta Medica, (74): 1608– 1624.
- Hışıl Y (2013). Enstrümental Gıda Aanalizleri Laboratuvar Deneyle 4. Baskı. Ege Üniv. Basım evi. İzmir.
- Kılınç A (2012). Eskişehir koşullarında bazı elma çeşit/anaç kombinasyonlarına ait verim ve meyve özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Eskişehir.
- Kramer A, Twigg BA (1984). Quality Control for the Food Industry. The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, (1): 505-508.
- Özdemir S, Aydın C (2012). Zeytinyağı ve bazı meyve sularında bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri. Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Bitirme Tezi.

- Özkan M, Kırca A, Cemeroğlu B (2004). Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. *Food Chemistry*, (88): 591-597.
- Pua CK, Hamid NS, Tan CP, Mirhosseini H, Rahman RB, Rusul G (2010). Optimization of drum drying processing parameters for production of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder using response surface methodology. *Food Science and Technol*, (43): 343-349.
- Rezk BM, Guido RMM, Vijgh WCF, Bast A (2002). The antioxidant activity of phloretin: the disclosure of a new antioxidant pharmacophore in flavonoids. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, (295): 9-13.
- Sapers GM (1993). Browning of foods: Control by sulfites, antioxidants, and other means, *Journal of Food Technology*. (47): 75-81.
- Shen G, Hao F (2003). Drum Drying. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*.
- Sluis AA, Van der Dekker M, Skrede G, Jongen WMF (2002). Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple juice. Effect of Existing Production Methods. *J. Agric. Food Che.* (50): 7211-7219.
- Yılmaz M (2007). Pozantı tarımsal araştırma ve uygulama merkezinde yetiştirilen ayvaların reçele işlenmeye uygunlukları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yılmaz MG (2015). Ultrason önışleminin elma dilimlerinin kuruma karakteristiği üzerine etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yi Junjie, Kebede Biniam T, Dang Hai Ngoc Doan, Buy Carolien, Grauwet Tara, Loey Van Ann, Hu Xiaosong, Hendrickx Marc (2017). Quality change during high pressure processing and thermal processing of cloudy apple juice. *LWT - Food Science and Technology*, 75: 85-92