

Ejder Meyvesinin Ozmotik Dehidrasyonu ve Kuruma Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Metin Tansu UĞUZ^{1*}, Aysun GEZİCİ²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Hiz. ve Teknikler Bölümü, 46100, Kahramanmaraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik ve Bilimleri, 46100, Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0002-3557-1677>

²<https://orcid.org/0000-0002-3332-4760>

*Sorumlu yazar: metinuguz@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 10 Mart 2021

Kabul tarihi: 10 Nisan 2021

Online Yayınlanma: 1 Haziran 2021

Anahtar Kelimeler:

Kurutma

Ejder meyvesi

Ozmotik dehidrasyon

ÖZET

Kurutma işlemi meyve ve sebzelerin daha uzun süre bozulmadan muhafaza edilmesi için yapılmaktadır. Fakat güneşte kurutulan ürünlerde vitamin kaybı olduğu için son zamanlarda farklı teknolojiler uygulanmaktadır. Meyve sebze gibi ürünlerin konsantre çözeltiler içerisine daldırılması veya ozmotik ajanın ürüne doğrudan ilavesi ile suyunun uzaklaştırılması işlemi ozmotik dehidrasyon olarak tanımlanmaktadır. Enerji tasarrufu sağlaması, ürünün kalite özelliklerini koruyup istenilen özellikte ürün vermesi nedeniyle son yıllarda çok sık uygulanan bir yöntem haline gelmiştir. Kurutma öncesi yapılan ozmotik kurutma, ultrason gibi ön işlemler, son ürünün kalitesi üzerinde etkili olmakta ve ürün kalitesi bozulmamaktadır. Su kaybı, ağırlık azalması ve katı kazanımının şeker konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği anlaşılmıştır. Ozmotik dehidrasyonlu liyofilizasyon örnekleri daha kısa sürede kurumuştur. Bu çalışmanın amacı ejder meyvesinin kurutulmasında uygulanan ozmotik dehidrasyon ön işleminin kurumaya etkisi ve bu kuruma sırasında su kaybı, şeker kazanımı ve ağırlık azalması, ile insan sağlığı üzerine etkileri hakkında bilgi vermektir.

Osmotic Dehydration of Dragon Fruit, Evaluation of Drying Properties

Research Article

Article History:

Received: 10 March 2021

Accepted: 10 April 2021

Published online: 1 June 2021

Keywords:

Drying

Dragon Fruit

Osmotic dehydration

ABSTRACT

The drying process is performed for protection longer periods of time of the fruits and vegetables. Different technologies applied that vitamin loss on drying in the sun recently. Osmotic dehydration is the process of dipping products such as fruits and vegetables into concentrated solutions or removing the water by directly adding the osmotic agent to the product. Provide energy savings and give the desired product quality specifications feature protecting the product has become the most commonly performed procedure in recently years. The osmotic drying of prior drying, pre-treatment such as ultrasound have an impact on the quality of the final product and product quality does not deteriorate. It was found that water loss, weight reduction and solids recovery varied depending on the sugar concentration. Lyophilization samples with osmotic dehydration dried in a shorter time. The aim of this study is to give information about the effect of osmotic dehydration pre-treatment applied in drying dragon fruit on drying and its effects on water loss, sugar gain and weight reduction and human health during this drying and effects on human health.

To Cite: Uğuz MT., Gezici A. Ejder Meyvesinin Ozmotik Dehidrasyonu ve Kuruma Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(2): 149-157.

1. Giriş

Türkiye’de son yıllarda üretilmeye başlanan anavatanı tropikal ormanlar bölgesi olan ejder meyvesinin bazı kaynaklara göre Meksika, Güney Amerika; bazılarına göre Tayland ve Vietnam olduğu belirtilmektedir. Bu meyvenin lider üreticisi ve ihracatçısı Vietnam olarak bilinmektedir [1,2]. Cactaceae kaktüs familyasından gelen pitaya asma ve sütun kaktüsleri olarak ayrılmaktadır. Doğada çok çeşidi bulunan pitayanın bazı çeşitlerini incelediğimizde, asma kaktüsleri *Hylocereus*’un farklı türleri; sütun kaktüsleri ise *Stenocereus*, *Cereus*, *Pachycereus* gibi cinsleri olmaktadır [3]. Çeşitli ülkelerde özellikle Amerika’da *Stenocereus* ekşi pitaya cinsi yetiştirilirken, en yaygın ve önemli *Hylocereus* cinsi olan çeşitli kaktüs türleri tatlı pitaya olarak adlandırılmaktadır. Tatlı pitayalar genellikle Asya’da yetişmektedir. Pitayalar 40°C derece sıcaklıklara dayanabilirken çok soğuklara dayanmamaktadır. Ticari açıdan *undatus* ve *polyrhizus* türlerinin değeri olmaktadır [4].

Ejder meyvesi diğer adıyla pitaya kaktüsçiller ailesinden gelen pembe, kalın kabuğu olan içinde siyah çekirdekler ihtiva eden, içi kırmızı ve beyaz olabilen bir tür meyvedir. Dünyada en çok Meksika, Orta ve Güney Amerika, Endonezya, Vietnam, Malezya’da yetiştirilirken, Türkiye’de Mersin’de yetiştirilmeye başlanmış Antalya, Adana ve Muğla’da da ürün yetiştirilip hasada başlanmıştır [5]. Pitaya’ya ejder meyvesi denmesi İngilizce’den yani dragon fruit kelimesinden gelmektedir. Kavun, armut, kivi karışımı bir tadı vardır. Tropikal bir meyve olduğu için sıcak yerlerde yetişmektedir.

Vietnam ve İsrail’deki araştırmalar, *H. undatus* meyve hasatı için optimum olgunluğa ulaşma süresinin çiçeklenme sonrası yaklaşık 28-30 gün civarında olduğunu bildirmektedir. Bu süre nakil işlemleri sırasında meyvenin pazarlara ulaştırılabilmesi için hasata uygun zamandır [6]. Ancak Kaliforniya’da, pitaya meyvesini hasat etmek için gereken minimum kaliteye (renk, toplam çözünür katı maddeler, titre edilebilir asitlik ve sertlik) çiçeklenmeden 40 ila 45 gün sonra ulaşılır. Hasat zamanındaki bu farklılıklar, Güney Kaliforniya ile İsrail çölü veya Vietnam tropikleri arasındaki farklı çevresel koşullara atfedilmiştir [7]. Bir ağaçtan 7 ay gibi sürede 4-5 kez meyve alınabilmektedir. Hasat Akdeniz Bölgesinin hakim olduğu Adana-Mersin gibi il ve ilçelerde daha önce başlamakta, Antalya-Muğla bölgesinde ise biraz daha geç başlayabilmektedir. Meyvenin yetiştirme şartlarında iklimin, havanın

sıcaklık durumlarının, deniz seviyesinden yükseklik gibi birçok etkenin olduğu bilinmektedir. Meyve asıl vatanında yetiştiğinde dönüm başı 25-35 bin meyve alınırken bu sayı Türkiye’de 10-15 bin arasına düşmektedir [8].

Bir meyvenin ağırlığı 150 gram ile 600 gram gelirken, bazıları da bir kiloya kadar çıkmaktadır. Toplanan meyvelerin yaklaşık 50 gün raf ömrü olabildiğinden, 7°C ve %80-90 nem aralığında muhafaza edilmelidir [9]. Bu nedenle bozulmadan saklamak için meyve kurutma işlemi yapılmalıdır. Bu şekilde meyvenin raf ömrü uzatılmakta ve taşınmasında, depolanmasında daha az yer kaplamaktadır [10]. Meyve ve sebzelerin bünyesindeki %80-95 oranlarındaki suyun %10-20 oranlarına düşürülerek uzun süre dayanmasını sağlama işlemi kurutma olarak tanımlanmaktadır. Taze meyve sebzelerde nem içeriği fazla olduğu için mikroorganizmaların ve bakterilerin çoğalmasıyla bozulmalara neden olmaktadır. Bu yüzden mikroorganizmaların gelişimi, enzim aktivitesi engellenerek raf ömrü uzun ürünler elde edilmektedir [11,12].

Mikrobiyal bozulmaları engellemek için kurutulmuş gıdaların nem içeriği %20-25’den az ve su aktivitesi 0,6’dan az olması gerekmektedir. Böylece dayanıklı ürünler elde edilmekte ve depolama, taşıma maliyetleri azalmaktadır. Doğal kurutma olan güneşte kurutmanın yanı sıra ürünü güneşin etkilerinden korumak için kabin, tünel, konveyör kurutucular gibi yapay kurutma yöntemleri uygulanmaktadır. Ayrıca bir diğer yöntem ise dondurarak kurutma (liofilizasyon) kullanılmaktadır [13,14]. Genellikle ayıklama, sınıflandırma, kabuk soyma, bölme-dilimleme, doğrama, çekirdek çıkarma gibi ön işlemler uygulanmaktadır [15]. Kurutma geleneksel yöntemlerle yapıldığında yüksek sıcaklığa maruz kalmasından dolayı ürünün kalitesi bozulmaktadır. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için ozmotik kurutulma, ultrason kullanımı gibi ön işlemler geliştirilmiştir. Ozmotik kurutma tek başına kullanıldığında kütle transfer hızı düşük olduğundan vakum işlemleri, mikrodalga, ultrases gibi ön işlemlerin uygulanması kütle transfer hızını artırmaktadır. [16].

Gıda maddesinden nemin uzaklaştırılıp uzun süre bozulmadan depolanması için kurutulması gerekmektedir. Gıdalarda mikrobiyal, kimyasal, fiziksel ve biyolojik bozulmalar olmaktadır. Mikrobiyal, kimyasal ve biyokimyasal bozulmaların engellenmesi ise kurutma sırasında su aktivitesinin düşürülmesi ile mümkün

olmaktadır. Su aktivitesi aynı sıcaklıktaki gıdanın buhar basıncının aynı sıcaklıktaki suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmaktadır. 0,6 su aktivitesinin (aw) altında mikroorganizmalar yetişemediğinden bu değere kadar gıdalar kurutulmaktadır. Depolama sırasında böcek ve mikroorganizma gibi canlıların saldırılarına karşı ürünü koruyarak raf ömrünü uzatmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi su değerini mikroorganizmaların faaliyetlerini kısıtlayacak seviyeye getirmek için kurutma yapılmaktadır [17].

Işık, ısı ve enzimatik aktivasyon gibi nedenlerden dolayı duyarlı kurutma yöntemleri kullanılmalıdır [18]. Sprey kurutma yöntemi sadece hassas bir yöntem değil aynı zamanda oksidasyona karşı koruyucu, izole etmede kolaylık gibi özelliklerden dolayı uygun bir yöntem olduğu düşünülmektedir [19,20]. Kurutulmuş meyvede boyut, parçacık şekli, dansite, yapısal kararlılık, suda çözünme, nem düzeyi, akışkanlık gibi fiziko kimyasal özellikler önem kazanmaktadır.

Dondurma, meyve suyu ve şarap yapımında kullanılabilir. Kabuklarından gıda boyası yapılabilirken, çekirdeklerinin zengin yağ içeriği nedeniyle ilaç sanayisinde ve tatlandırıcı olarak da kullanılabilir. Ayrıca çiçekleri yenilebilir ve çay olarak içilebilir. Meyvede bulunan en önemli pigmentleri betasiyanin ve betaksantindir. Bu türün kırmızı renk eti, suda çözünür bir sınıf olan betasiyanin pigmentlerine atfedilir. Et narın, sulu ve çok sayıda yumuşak siyah tohum içerir [21]. Doğal gıda takviyesi şeklinde fonksiyonel gıda olarak, bebek mamaları yapımında ve doğal gıda boyası olarak ta kullanılabilir. [22].

100 g olgun pitaya meyvesi (bunun 55 gramı yenebilir) 35-50 kcal enerji ihtiva etmektedir. Ejder meyvesinin pH aralığı 4,7 ile 5,1 arasında ve 11-19 arasında değişen bir Brix değeri vardır [23]. Günlük besin değerleri açısından 80-90 g su, 9-14 g karbonhidrat, 0,15-0,5 g protein, 0,1-0,6 g yağ, 0,3-0,9 g lif, 0,4-0,7 g kül, 6-10 mg kalsiyum, 0,3-0,7 mg demir, 16-36 mg fosfor, 0,2-0,45 mg niasin (vitamin B3), 4-25 mg askorbik asit (vitamin C), eser miktarda karoten (vitamin A), thiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2) gibi zengin besin ve mineral kaynağı, ayrıca flavonoid, piridoksin, kobalamin, glikoz, fenolik, betasiyaninler, polifenol, karoten ve fitoalbümin içermektedir [24,25]. Aynı zamanda antioksidan özellikleri nedeniyle oldukça değerlidir [26].

Kurutulan materyalin hacmi düşürülerek taşıma ve depolanması kolaylaştırılmaktadır. Kurutma

işlemi sonrası C vitamini dışında bütün minerallerin korunduğu kuru meyveler, vücudu yüksek antioksidant potansiyeller ile öncelikle serbest radikallere karşı korur. Son yıllarda yapılan kurutulmuş meyve ihracatı Avrupa ülkeleri tarafından çok tercih edilmektedir. İhraç ürünlerinden ilk 5 sırada çekirdeksiz kuru üzüm, kuru incir, kuru kayısı, kuru elma ve fındık yer almaktadır. Ürün gruplarının toplam ihracat içindeki oranlarına bakıldığında %68,5'lik oranla en büyük payın kuru ve kurutulmuş ürünlerde olduğu görülmektedir [27]. Bu çalışma ülkemizde yeni yetiştirilmeye başlanılan tadı, kokusu görüntüsü beğenilen, insan sağlığına faydalı ejder meyvesinin, ozmotik dehidrasyon ve liyofilizasyon işlemleriyle kurutulmuş gıda formunu ekonomik şekilde elde etmek, ülkemiz ekonomisine katkı sağlayabileceğini gösterebilmek ve dikkat çekmek için yapılmıştır.



Şekil 1. Temin edilen ejder meyvesi

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Mersin Erdemli'de bir üreticiden satın alınan *Hylocereus undatus* türü ejder meyvesi kullanılmıştır. Tropikal bir meyve olduğu için sıcak iklimde yetişmektedir. 12 ay sonunda meyve vermektedir. Hasatı ise meyve şeklini aldıktan sonra 45 gün daha beklenir. Laboratuvara getirilen örneklerin kabukları muz gibi soyulduktan sonra 7,5 cm uzunluğunda ve 4 cm yarıçapında dilimlenmiştir. Ozmotik ajan olarak yerel bir marketten temin edilen sakkaroz kullanılmıştır.

2.2. Metot

Öncelikle meyvelerin kabukları soyulduktan sonra dilimlenmiş ve Atago marka abbe refraktometresi ile çözünen başlangıç konsantrasyonu ölçülmüştür. Üç tekrar ile hesaplanan sonuçlarda

yaklaşık değer 14 brix bulunmuştur. Kabuğu soyulduktan sonra kesilen meyveler bozulmaması için bekletilmeden hemen analize alınmıştır. Daha sonra meyvenin kuru madde içeriği ve nem içeriği belirlenmiştir. Meyvenin ilk ve son nemi 45°C de yaklaşık 48 saat süre ile etüvde doğrudan ısıtma ile belirlenmiştir. İlk 29 saat sonunda tekrar aralıklarla çıkarılıp desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartıma alınmıştır. Sabit tartıma geldiği zamanda yüzde nem miktarı belirlenmiştir.

Dehidrasyon etkinliği çözeltinin molekül ağırlığı ve konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğundan buna uygun çözelti seçilmiştir. Kesilen meyveler tartıldıktan sonra hazırlanan gıda sınıfı sakkarozun damıtık suya karıştırılmasıyla elde edilen 30 ve 70 brix konsantrasyonlarındaki ozmotik çözeltilere daldırılarak 45 dk, 180 dk ila 420 dk kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir. Çünkü ozmotik dehidrasyonun etkisi ilk saat fazla olurken 3 saatten sonra azalmaktadır. Meyve/çözelti oranı 1/4 olacak şekilde çözelti hazırlanmıştır. Deneyler üç tekrar gerçekleştirilmiştir. Bir de ozmotik kurutmaya tabi tutulmadan direk liyofilizasyon ile kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Burada ozmotik dehidrasyonun etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Toplamda 7 deney grubu oluşturulmuştur.

Çözeltiden çıkarılan örnekler distile suya daldırılıp çıkarıldıktan sonra filtre kağıdı ile yüzeydeki su uzaklaştırılıp tartılarak örneklerin ağırlık değişimleri kaydedilmiştir. Ağırlık ve nem içerikleri ayrı ayrı ölçülmüştür. Refraktometre kullanılarak suda çözünür kuru madde içeriği ölçülmüştür. Ağırlık ve nem değerleri ağırlık azalması (WR), su kaybı (WL) ve katı kazancı (SG) gibi değişkenleri hesaplamak için aşağıdaki denklemler kullanılmıştır.

Kurutma sonrasında su kaybı, şeker kazanımı ve ağırlık azalması üzerine etkileri incelenmiştir. Işık mikroskopunda yapılarına bakılmıştır. Ozmotik kurutmadan sonra meyveler -20°C'de dondurucuda bekletilmiştir. Daha sonra Labconco marka liyofilizatörde 0,250 mBar vakumda -52°C'de 2 gün bekletilmiştir. Liyofilizatörden çıkan ürünlerin de ağırlıkları kaydedilmiştir. Taze meyvenin kabuğunun ve ozmotik işlem sonrası renk ölçümleri HunterLab Color flex marka kolorimetre ile yapılmıştır. Ön ozmotik kurutmalı liyofilizasyon sonucundaki numuneler ve ön işlemsiz sadece liyofilize olan numunenin renk analizleri yapılmıştır. Siyah ve beyaz disketler ile standardize edilmiştir. D65/10 olarak ayarlanmıştır.



Şekil 2. Ölçümde kullanılan abbe refraktometresi

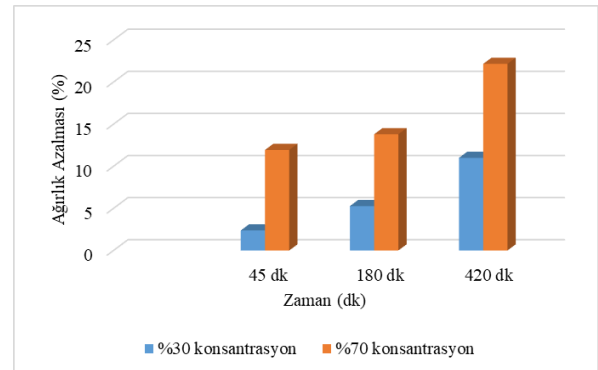
3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

3.1. Nem Analizi

Başlangıç nemi %83,86 oranında bulunmuştur. Ozmotik kurutma işlemi sonunda %47,25 gibi değere düşen nem içeriği, liyofilizasyon sonunda %13 gibi değerlere düştüğü görülmüştür. İşlem süresi ve kurutma yönteminin etkisi olumlu ve pozitif bulunmuştur ($p < 0,05$). Ozmotik kurutma nem içeriğini tam olarak istenilen seviyelere düşüremediği için, liyofilizasyon yöntemi ön kurutma işlemi olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2. Toplam Kuru Madde Değişimi ve Ağırlık Ölçümleri

Ejder meyvesi dilimlerinin başlangıçta nem içeriği %83,86 bulunmuştur. Ağırlık kaybı %30 konsantrasyonda %2,38 değerinden 420 dk sonunda %11 değerine ulaşmaktadır. ($p < 0,05$). %70 konsantrasyonda %11,94 değerinden 420 dk sonunda %22,16 değerine ulaşmaktadır. ($p < 0,05$).



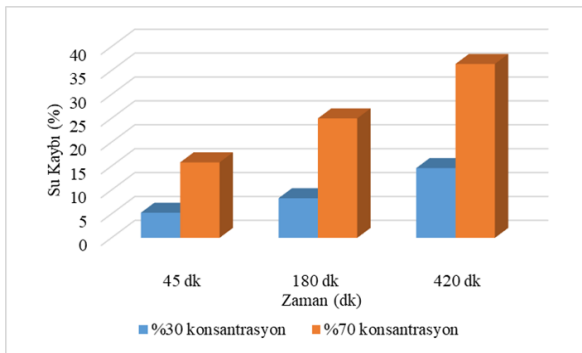
Şekil 3. Ozmotik kurutma esnasında ağırlık kaybı

Şekil 3'e göre meyvelerdeki ağırlık kaybının ozmotik çözeltinin konsantrasyonu artmasıyla ve zamana bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. %30 şeker konsantrasyonlu çözeltideki meyvelerin ağırlık azalması sırasıyla 45 dakika, 180 dk ve 420 dk sonunda %2,38, %5,27 ve %11 olmuştur. Ağırlık kaybı %22,16 değerine kadar çıkmaktadır.

Nowacka ve ark. [28], kivi'nin ozmotik dehidrasyon sonucu ağırlık kaybının %6 ile %18 arasında azaldığını grafiklerle göstermişlerdir. Gürbüz ve Evranuz [29], balkabağının ozmotik dehidrasyonu sonucunda ağırlık kaybının çözelti konsantrasyonunun artışıyla ve zamanla arttığını tespit etmişlerdir. Topdaş ve Ertugay [16], meyvelerde ağırlık azalmasının zamana bağlı olarak ve şeker çözeltisinin derişimi arttıkça arttığını tespit etmişlerdir. Kayısı örneklerini 25, 50 ve 70 Brix konsantrasyonlarında 20, 40, 60, 80 ve 100 dakika süresinde inceleyerek ağırlık kaybı %1 ile %10 arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Rao ve ark. [17] ananasın ozmotik kurutulmasında 60 Brix çözelti ve 70 Brix çözelti kullanımında %29,65 değerinden %30,85 değerine yükseldiğini grafiklerle göstermişlerdir.

3.3. Su Kaybı

Ejder meyvesinin su kaybı %30 konsantrasyonda 5,26 değerinden 420 dk sonunda 14,6 değerine yükselmektedir ($p<0,05$). %70 konsantrasyonda 15,8 değerinden 420 dk sonunda 36,4 değerine yükselmektedir ($p<0,05$).



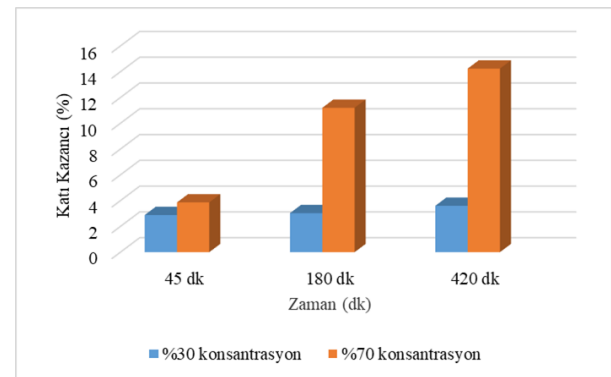
Şekil 4. Ozmotik kurutma esnasında su kaybı

Şekil 4' e göre su kaybının zamanla ve konsantrasyon artışıyla arttığı görülmektedir. Nowacka ve ark. [30], kivi meyvesinin ozmotik dehidrasyonunda su kaybının 10,9 20, 30, 60 ve 120 dakikalar sonunda %5-22 arasında olduğunu grafiklerle göstermişlerdir. Topdaş ve Ertugay [16], kayısı örneklerinde işlem süresinin su kaybı üzerinde doğrusal etkisini pozitif ve anlamlı bulmuşlardır. ($p<0,05$). Yani zamanla ve konsantrasyon artışıyla su kaybı artış göstermektedir. Noguera ve ark. [31], dondurularak kurutulmuş çileklerin ozmotik dehidrasyon ön işleminin renk üzerine etkilerini incelediklerinde su kaybını %25 ve %50 sakkaroz çözeltilerinde sırasıyla % 2,6 ± 0,3 ve %5,1 ± 0,7 bulmuşlardır. Ibitwar ve ark. [32], eriğın ozmotik dehidrasyonu sonucunda su kaybı şeker çözeltisinde %69,07 ve gliserol-şeker çözeltisinde ise %14,32 değerine kadar yükselmiştir. Yani

ozmotik dehidrasyon kuruma zamanını azalttığı için faydalı bulunmuştur. Mandala ve ark. [33] elmanın ozmotik kurutulmasında su kaybının %30 ve %45 sükröz ve glikoz çözeltilerinde 0,1 değerinden 0,7 değerine artışı grafiklerle göstermektedirler. Rao ve ark. [17], ananasın ozmotik dehidrasyonunda %60 Brix şeker konsantrasyonunda %30,9 olan su kaybını %70 Brix şeker çözeltisinde %31,96 değerine yükseldiğini belirtmişlerdir.

3.4. Katı Kazanımı

Ejder meyvesinin katı kazanımı %30 konsantrasyonda 2,88 değerinden 420 dk sonunda 3,6 değerine ($p>0,05$). %70 konsantrasyonda ise 3,86 değerinden 420 dk sonunda 14,24 değerine yükselmiştir ($p>0,05$).



Şekil 5. Ozmotik kurutma esnasında katı kazanımı

3.5. Renk Analizi

Meyvenin taze ve kurumuş hali kolorimetrede ölçülerek sonuçlar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda meyvenin farklı noktalarından alınan değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. L* değerinin azalması renk koyulaştığını göstermektedir. Zorlugenç ve Fenercioğlu [34] farklı konsantrasyon ve sıcaklıkta yaptıkları ozmotik kurutma işlemi sonucunda en koyu renge 45°C' de 45 Brix sakkaroz çözeltisinde, en açık parlak renge 45°C' de 55 Brix maltoz çözeltisinde elde etmişlerdir. Tülek ve Demiray [14], Trabzon hurmalarının renk üzerine etkilerini incelediğinde sıcaklıkla L* değerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Ozmotik kurutma yapılan hurmanın rengi üzerine olumlu etki yapmamasına rağmen kuruma hızı ve süresi ayrıca raf ömrüne olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1'e göre en iyi açık renk, ozmotik çözeltilerde 180 dk muamele gören meyveler olurken yüksek şeker konsantrasyonları zamanla meyvenin renginin koyulaşmasına sebep olmuştur. L*değerinin azalış göstermesi meyvenin

renginin koyulaştığını göstermektedir. %70 şeker konsantrasyonunda 3 saat sonundaki numunede L* değerinde bir artış söz konusu olmaktadır. Bu da renginin açıldığını göstermektedir. %30 konsantrasyonda 45 dk sürede %0,61 den %0,92 ye çıkmış olup a* değeri %70 konsantrasyonda rengin açıldığını göstermektedir. a* değerinde artış ve azalış gösterirken, b* değerinde ise %30 konsantrasyonda %70 konsantrasyona göre daha iyi rengin açıldığı görülmüştür. İstatistiksel analiz verilerine göre %30 ve %70 konsantrasyonda L* ve b* değerleri $p>0,05$ fark önemsiz olarak bulunmuştur. a* değeri ise %30 ve %70 konsantrasyonlar arasındaki fark $p<0,05$ önemli bulunmuştur. b* değerinde bir artış söz konusu olmaktadır. b* değerinde artış yapısında bulunan sarı renkli olan betaksantin pigmentinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. a* değerinin artması betasiyanin pigmentiyle alakalı olabilmektedir. a* değerinin artıp azalması kırmızı renk yoğunluğunun artıp azalmasını ifade etmektedir. Betasiyanin ve betaksantin betalain renk grubuna ait olmaktadır.

Güneşte kurutmaya ve uzun süre şeker konsantrasyonunda kalması sonucunda renk koyulaşması meydana gelmiştir. Ancak ozmotik kurutmaya ve liyofilizasyonla kurutmada renk

kalitesi güneşte kurutulan örnekler göre daha iyi korunmuştur. Renk gibi kimyasal özellikler ve kabuk bağlama, rehidrasyon kapasitesinin değişimi gibi fiziksel özellikler ozmotik kurutma ve liyofilizasyon ile daha iyi korunmuştur.

Güneşte kurutulan üründe enzimatik esmerleşme meydana gelmektedir. Enzimatik esmerleşme polifenoloksidaz enzimi tarafından gerçekleştirilmektedir. Tüketicinin kararını etkileyen renk kriteri gıda sanayisi için önem teşkil etmektedir. Bu yüzden bu enzimlerinin inaktivite edilmesi ve ürünün oksijen ile temasının engellenmesi gerekmektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda kurutulan ürünlerde de renk kayıpları söz konusu olmaktadır. Bu yüzden güneşte kurutulan ürün sıcaklık ve oksijenin etkisiyle daha çok kararmıştır. Uzun süre güneş ışığına maruz kalan ürünlerin C vitaminin kaybı daha fazla olduğu bilinmektedir. Ürün kurutulduğunda nem değeri düşer ve şeker oranı, vitamin, mineraller daha yoğun bir hale gelmektedir. Bu çalışma ve diğer çalışmalar arasında ki benzerliklere ilaveten bazı farklılıklarda vardır. Ozmotik kurutmada kullanılan çözelti konsantrasyon, sıcaklık farklılıkları, gibi bağımsız değişkenler farklı sonuçlara neden olabilir.

Tablo 1. Renk analiz sonuçları

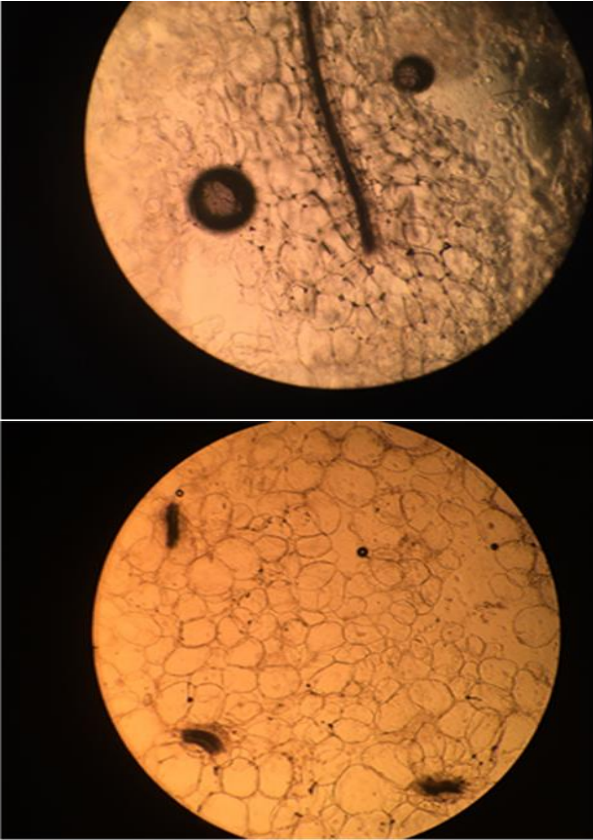
İşlem parametreleri		Renk Parametreleri		
Şeker konsantrasyonu	Süre	L*	a*	b*
%30	45 dk	38,31	0,61	6,09
	180 dk	42,75	0,07	6,33
	420 dk	27,63	0,92	3,8
%70	45 dk	38,65	0,37	5,67
	180 dk	51,69	0,07	6,98
	420 dk	32,44	0,10	4,55
Taze meyve		40,51	0,12	2,74
Taze Kabuk		30,10	33,06	2,21
Kurumuş kabuk		31,08	19,49	2,27
Ön işlemsiz liyofilize olan meyve		28,37	0,55	4,46

(L*değeri parlaklık ,+a* değeri kırmızılık,-a* değeri yeşillik, +b* değeri sarılık, -b* değeri mavilik)

3.6. Morfolojik Yapı Analizi

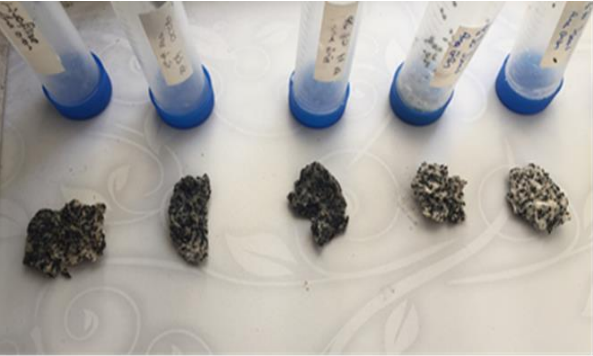
Ozmotik dehidrasyonu sonrası liyofilizasyon yapılan örnek numuneleri ışık mikroskobu altında 10x ve 40x büyütmede incelenmiştir. Liyofilizasyon sonucu hücrelerde büzüşmeler meydana gelmiş düzensiz kümelenmiş şekiller

ortaya çıkmıştır. Doku yapısında ciddi değişimler söz konusu olmamaktadır.

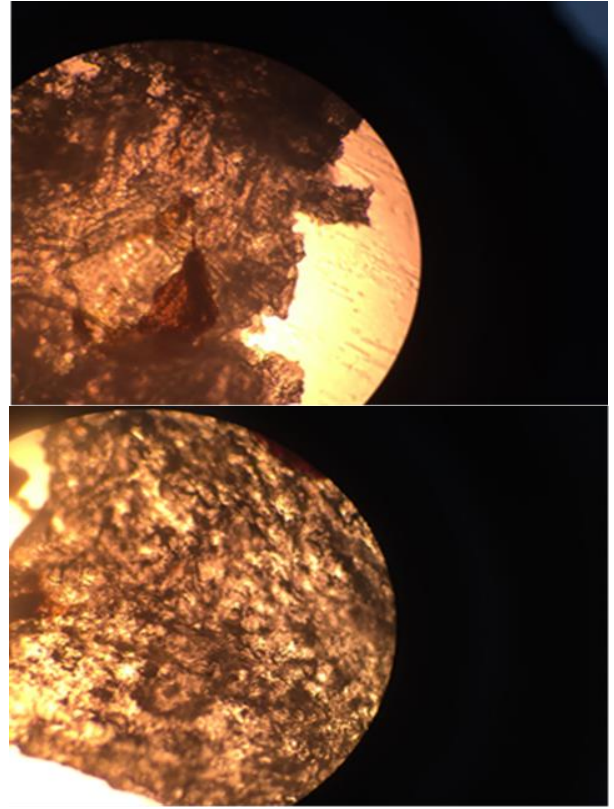


Şekil 6. Ozmotik dehidrasyon sonrası ışık mikroskobu görüntüleri

Şekil 8' e göre şeker konsantrasyonunun artması meyvenin renginin daha koyulaşmasına sebep olmuştur. Ozmotik ön kurutmalı liyofilizasyon ile kurutulan meyveler güneşte kurutma ve sadece liyofilizasyon kurutma işlemlerine göre daha kısa sürede kurumuşlardır ve renk görünüşleri daha iyi olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 8. Ozmotik ön kurutmalı liyofilizasyon ile kurutulmuş ejder meyvesi



Şekil 7. Liyofilizasyon sonrası numunelerin ışık mikroskobunda incelenmesi



Şekil 9. Güneşte kurutulmuş ejder meyvesi

4. Sonuçlar

Sonuç olarak ozmotik ve dehidrasyon ve liyofilizasyon işlemleri sonunda fiziksel ve kimyasal değişmelerin az olması, kuruma süresini kısaltması bakımından tercih edilmektedir. Su kaybının, ağırlık azalmasının ve katı kazanımının şeker konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği anlaşılmıştır. Ozmotik dehidrasyonlu liyofilizasyon örnekleri daha kısa sürede kurumuştur. Güneşte kuruması 1 haftayı bulabilirken bu süre iki üç güne düşmektedir. Doku yapısında çok az değişmelere sebep olması, rehidrasyon kapasitesini artırması bu kurutma yöntemlerini cazip hale getirmektedir. %30 ve %70 şeker konsantrasyonunda ilk 45 dk tüm değerler arasında farkın anlamlı olmadığı

görülmüştür. Ancak 420 dk işlem sonunda %70 şeker konsantrasyonunda anlamlı olarak rengin doğala yakın korunduğu tespit edilmiştir. L* değeri %28,37 ile liyofilizasyon sonunda daha iyi kurutma yapıldığı görülmüştür. Renk değerlerine baktığımızda L* değerlerinde azalış renginin koyulaştığını göstermektedir. Bu da su kaybından kaynaklandığı ve içindeki siyah tohumların daha çok birbirine yaklaşmasından olduğu anlaşılmaktadır. Güneşte, etüvde ve liyofilizasyonda kuruyan örneklerin daha fazla koyulaştığı görülmektedir. Doku ve renk bakımından incelendiğinde liyofilizasyon ve ozmotik kurutma ile kurutulan örneklerin daha iyi olduğu saptanmıştır. Türkiye’de üretilen yeni bir tropikal meyve olması literatüre katkı sağlaması açısından faydalı olacaktır. Ekonomik değeri, üretim maliyetinin az olması ve potansiyel sağlık yararlarının olması yanında ticari açıdan da üreticilere avantaj sağlamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- [1] Jiang Y., Yang W. The effects of heavy shading and flowering thinning in summer on off-season production in red pitaya (*Hylocereus* sp.), *Journal of The Taiwan Society for Horticultural Science* 2015; 61: 69-77.
- [2] Bobade SS., Nema PK., Nandi S. Assesment of mass exchange dooring osmotic dehydration of dragon fruit, *Agriculture Engineering International CIGR Journal* 2016; 18(2): 286-296.
- [3] Crane J., Balerdi C. Dragon fruit. *Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida* 2004; IFAS Extension, Gainesville 32611.
- [4] http://www.pitahayameyvesi.com/pitahaya_meyvesi. Erişim Tarihi: 13.02.2019.
- [5] Zee F., Yen CR., Nishina M. Pitaya (Dragon fruit, strawberry pear), *Fruit and Nuts* 2004; 9: 1-3.
- [6] Nerd A., Mizrahi Y. The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya, *Postharvest Biol Technol* 1999; 15: 99-105.
- [7] Merten S. A review of hylocereus production in the United States, *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 2003; 5: 98-105.
- [8] <http://ejdermeyvesipitaya.com/> türlerimiz. (E.T.12.02.2019).
- [9] <http://www.tropikalbahce.com/pitaya>. (E.T.13.02.2019).
- [10] Fernandes FAN., Rodrigues S., Gaspareto OCP., Oliveira EL. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying, *Food Research International* 2006; 39: 492-498.
- [11] İspir A. Kayısının ozmotik dehidrasyonu ve kurutmaya etkisi, <https://openaces.firat.edu.tr> s.1-104.
- [12] URL-12. www.megep.meb.gov.tr, Gıda Teknolojisi Meyveleri Kurutma. S.32. (E.T.05.03.2019).
- [13] Eroğlu E., Yıldız H. Gıdaların ozmotik kurutmasında uygulanan yeni tekniklerin enerji bakımından değerlendirilmesi, *Gıda Teknolojileri Elektronik Teknikleri* 2011; 6(2): 41-48.
- [14] Tülek Y., Demiray E. Sıcak hava kurutma yönteminde farklı sıcaklık ve ön işlemlerin Trabzon hurmasının renk ve kuruma karakteristiklerine etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi* 2014; 20(1): 27-37.
- [15] URL-14. Adnan Menderes Üniversitesi, S.1-160, http://www.akademik.adu.edu.tr/Gıdalarda_Temel_Işlemler_II. (E.T.03.02.2014).
- [16] Topdaş EF., Ertugay MF. Kayısların ultra ses yardımlı ozmotik kurutulması, *Gıda Dergisi* 2013; 38(5): 299-306.
- [17] Rao SG., Babu PK., Rao CN. Osmotic dehydration of pineapple, *RJSET* 2017; 7(1): 49-63.
- [18] Castellar R., Obon J., Alacid M., Fernández-López J. Color properties and stability of betacyanins from *Opuntia* fruits, *J Agr Food Chem* 2003; 51: 2772-2776.
- [19] Desobry SA., Netto FM., Labuza TP. Comparison of spray-drying, drum-drying, and freeze-drying for β -carotene encapsulation and preservation, *J Food Sci* 1997; 62: 1158-1162.

- [20] Porrarud S., Pranee A. Microencapsulation of Zn-chlorophyll pigment from pandan leaf by spray drying and its characteristics, *Int Food Res J* 2007; 17: 1031-1042.
- [21] Wybraniec S., Nowak-Wydra B., Mitka K., Kowalski P., Mizrahi Y. Minor betalains in fruits of *Hylocereus* species, *Phytochemistry* 2007; 68: 251-259.
- [22] Tze NL., Han CP., Yusof YA., Lingi CN., Talib RA., Taip FS., Aziz MG. Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant, *Sci Biotechnol* 2012; 21(3): 675-682.
- [23] Gunasena HPM., Pushpakumara D., Kariyawasam M. Dragon fruit-*hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. In underutilized fruit trees in Sri Lanka, by Pushpakumara D. K. N. G., Gunasena, H. P. M., Singh, V. P. New Delhi, India: World Agroforestry Centre 2007; 110-142. South Asia Office.
- [24] Le Bellec F., Vaillant F., Imbert E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A new fruit crop, a market with a future, *Fruits* 2006; 61: 237-250.
- [25] Mufas AHM., Perera ODAN. Study on development of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) incorporated ice cream; an alternative solution to the pitaya cultivators in Sri Lanka, *Proceedings of the Third International Symposium, SEUSL: 6-7 July 2013, Oluvil, Sri Lanka*.
- [26] Mahattanawee K., Manthey JA., Luzio G., Talcott ST., Goodner K., Baldwin EA. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits, *J Agric Food Chem* 2006; 54: 7355-7363.
- [27] Şahbaz F., Uzman D. Elmanın glukoz, fruktoz, sakkaroz çözeltilerinde ve mısır şurubunda ozmotik kurutulması. Proje no: TOGTAG-TARP 2243, (Aralık 2001).
- [28] Nowacka M., Tylewicz U., Laghi L., Rosa MD., Witrowa-Rajchert D. Effect of ultrasound treatment on the water state in kiwifruit during osmotic dehydration, *Food Chemistry* 2014; 144: 18-25.
- [29] Gürbüz D., Evranuz EÖ. Balkabağının ozmotik kurutulmasında şeker çözeltisine tuz ilavesinin kuruma kinetiğine etkisi, *Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu Gıda Dergisi* 2006; (24-26 Mayıs).
- [30] Nowacka M., Tylewicz U., Balestra F., Rosa MD., Witrowa-Rajchert D. Microstructure changes of osmodehydrated kiwi fruit sliced pretreated with ultrasound, *Inside Food Symposium*. 9-12 April 2013, Leuven, Belgium.
- [31] Garcia-Noguera J., Oliveira FIP., Weller CL. Effect of ultrasonic and osmotic dehydration pre-treatments on the colour of freeze dried strawberries, *J Food Sci Technol* 2014; 51: 2222-2227.
- [32] Ibitwar BB., Kaur B., Arora S., Pathare PB. Osmo-convective dehydration of plum (*Prunus salicina* L), *International Journal of Food Engineering* 2008; 4 (8): 1-11.
- [33] Mandala IG., Anagnostaras EF., Oikonomou CK. Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics, *Journal of Food Engineering* 2005; 69: 307-316.
- [34] Zorlugenç F., Fenercioğlu H. Ozmotik dehidrasyon ve sıcak hava ile kurutma işleminin trabzon hurması meyvelerinin renk özellikleri üstüne etkisi, *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 2012; 28(5): 149-159.