



T.C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BALKABAĞI DİLİMLERİNİN FARKLI KURUTMA
YÖNTEMLERİ İLE KURUTULMASINDA ÖN İŞLEM
OLARAK ULTRASES DESTEKLİ OZMOTİK KURUTMA
KULLANIMI**

DİLARA YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORDU 2019

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BALKABAĞI DİLİMLERİNİN FARKLI KURUTMA
YÖNTEMLERİ İLE KURUTULMASINDA ÖN İŞLEM OLARAK
ULTRASES DESTEKLİ OZMOTİK KURUTMA KULLANIMI**

DİLARA YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2019

TEZ ONAY

Dilara YILDIZ tarafından hazırlanan “**BALKABAĞI DİLİMLERİNİN FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİ İLE KURUTULMASINDA ÖNİŞLEM OLARAK ULTRASES DESTEKLİ OZMOTİK KURUTMA KULLANIMI**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 07.02.2019 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Işıl BARUTÇU MAZI

Jüri Üyeleri

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Işıl BARUTÇU MAZI
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALTIÖK
Gıda Mühendisliği, Giresun Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Hasan TÜRE
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Müh.
Ordu Üniversitesi

İmza

07 / 03 / 2019 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 07/03/2019 tarih ve 2019... / 121. sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sami GÜLER

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

DİLARA YILDIZ



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundki hükümlere tabidir.

ÖZET

BALKABAĞI DİLİMLERİNİN FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİ İLE KURUTULMASINDA ÖNİŞLEM OLARAK ULTRASES DESTEKLİ OZMOTİK KURUTMA KULLANIMI

DİLARA YILDIZ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ 106 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ İŞİL BARUTÇU MAZI)

Bu çalışma, ultrases destekli ozmotik kurutma (UDOK) ön işleminin ve son kurutma yöntemi olarak sıcak hava, vakum ve dondurarak kurutma yöntemlerinin balkabağı dilimlerinin rehidrasyon yeteneği, renk ve mikroyapısı üzerine olan etkilerinin araştırılmasını amaçlamıştır. UDOK ön işlemleri 40, 80 ve 120 dakika boyunca, % 40 ve % 60'lık sakaroz çözeltileri içinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, çözelti konsantrasyonu ve UDOK ön işlem süresinin balkabağı dilimlerinin ağırlık kaybı (AK), su kaybı (SK) ve katı madde artışı (KMA) üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Yüksek sakaroz konsantrasyonu, örneklerin SK ve KMA'sını artırmıştır. UDOK ön işlemi taze balkabağının L *, a *, b * ve kroma değerlerini etkilemiş ancak hue değerini etkilememiştir. UDOK ön işleminin, L *, a *, b *, kroma ve hue renk parametreleri üzerindeki etkileri, kurutma yöntemine bağlı olarak değişmiştir. Son kurutmadan sonra, ön işlem görmüş örnekler ön işlem görmemiş örneklere kıyasla daha yüksek a*, daha düşük L* ve benzer veya daha düşük hue açısı değerlerine sahip bulunmuştur. Benzer ön işlem koşullarına tabi tutulan örnekler karşılaştırıldığı zaman, dondurarak kurutma ile kurutulan örneklerin, diğer yöntemlerle kurutulmuş örneklere kıyasla daha düşük a *, b * ve daha yüksek L * değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Ön işlem görmüş balkabağı dilimlerinin ön işlem görmemiş örneklere kıyasla daha düşük rehidrasyon oranlarına sahip olduğu bulunmuştur. Rehidrasyon sırasında, dondurarak kurutulmuş örnekler diğer kurutulmuş örneklere göre suyu daha hızlı emmiştir. Rehidrasyon prosesini tanımlamak için Peleg, Weibull ve birinci derece kinetik modeller kullanılmıştır. Örneklerin mikroyapısını analiz etmek için taramalı elektron mikroskobu tekniği kullanılmıştır. Balkabağının doku yapısı ve dolayısıyla da rehidrasyon kabiliyeti UDOK ön işlem parametrelerinden etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balkabağı, Dehidrasyon, Dondurarak kurutma, Ozmotik dehidrasyon, Rehidrasyon, Renk, Ultrases.

ABSTRACT

USE OF ULTRASOUND-ASSISTED OSMOTIC DEHYDRATION AS PRETREATMENT FOR DRYING OF PUMPKIN SLICES WITH DIFFERENT DRYING METHODS

DİLARA YILDIZ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

FOOD ENGINEERING

MASTER OF SCIENCE, 106 PAGE

(SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. İŞİL BARUTÇU MAZI)

This study aimed to investigate the effects of ultrasound assisted osmotic dehydration (UAOD) pretreatment and the effects of hot air, vacuum and freeze drying as finish drying method on the rehydration ability, color and microstructure of pumpkin slices. UAOD pretreatments were carried out in sucrose solutions of 40 and 60% for 40, 80 and 120 minutes. The results showed that solution concentration and UAOD pretreatment time had significant effects on weight reduction (WR), water loss (WL) and solid gain (SG) of pumpkin slices. High sucrose concentration increased the WL and SG of samples. UAOD pretreatment affected the L*, a*, b* and chroma values but not the hue value of fresh pumpkin. The effects of UAOD pretreatment on L*, a*, b*, chroma and hue color parameters of dried samples varied depending on the drying method. After final drying, pretreated samples were found to have higher a*, lower L* and similar or lower hue angle values compared to non pretreated ones. When the samples subjected to similar pretreatment conditions were compared, it was observed that the samples dried by freeze drying had lower a*, b* and higher L* values compared to the samples dried by other methods. The pretreated pumpkin slices were found to have lower rehydration ratios when compared to non pretreated ones. Freeze dried samples absorbed water more quickly compared to other dried samples during rehydration. Peleg, Weibull and first order kinetic models were used to describe the rehydration process. Scanning electron microscopy technique was used to analyze the microstructure of samples. Tissue structure and accordingly the rehydration ability of pumpkin were affected by the UAOD pretreatment parameters.

Keywords: Color, Freeze drying, Osmotic dehydration Pumpkin, Rehydration, Ultrasound.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında başta danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Işıl BARUTÇU MAZI 'ya teşekkürlerimi sunarım. Tez jürimde yer alan değerli hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALTIOK ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hasan TÜRE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında desteğini benden esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Bekir Gökçen MAZI'ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca yüksek lisans öğrencisi olan Kübra KURU ve Duygu YILDIZ'a da bana yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı Ordu üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederim. İsmi saymadığım, herhangi bir biçimde bu çalışmada emeği geçen herkese, destek ve katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim babam, annem ve eşime teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin bir süre uzamasına sebep olan kızım Sare'ye yürekten teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
EKLER LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Balkabağı.....	4
2.1.1 Balkabağının Kimyasal Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri.....	4
2.1.2 Balkabağının Gıda Endüstrisinde Kullanımı.....	6
2.2 Kurutma.....	7
2.3 Kurutma Öncesi Uygulanan Ön İşlemler.....	10
2.3.1 Ozmotik Kurutma.....	10
2.3.2 Ultrases.....	14
2.3.3 Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma.....	15
2.4 Kurutulmuş Ürün Kalite Kriterleri.....	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1 Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemi Uygulaması.....	19
3.2.2 Geleneksel Sıcak Havada Kurutma.....	20
3.2.3 Dondurarak Kurutma.....	20
3.2.4 Vakum Kurutma.....	20
3.3. Uygulanan Analizler.....	20
3.3.1 Nem Değerinin Belirlenmesi.....	20
3.3.2. Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Parametrelerinin Hesaplanması.....	21
3.3.3. Renk Analizi.....	21
3.3.4. Rehidrasyon Kapasitesinin Belirlenmesi.....	22
3.3.5. SEM Analizi Bulguları.....	23
3.3.6. İstatistiksel analizler.....	23
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	24
4.1 Rehidrasyon Analizi Bulguları.....	31
4.1.1. Matematiksel Modelleme.....	35
4.2 Renk Analizi Bulguları.....	38
4.3. SEM Analizi Bulguları.....	52
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	55
6. KAYNAKLAR	56
EKLER	65
ÖZGEÇMİŞ	106

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Ozmotik Kurutma Sırasında Oluşan Kütle Aktarımının Şematik Gösterimi	11
Şekil 3.1	Deneylerde Kullanılmak Üzere Dilimlenmiş Balkabağı Örneği	19
Şekil 4.1	% 40 ve % 60 'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde 40, 80 ve 120 Dakika Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerleri	25
Şekil 4.2	% 40 Ve % 60 'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde 40, 80 ve 120 Dakika Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerleri	28
Şekil 4.3	% 40 Ve % 60 'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde 40, 80 ve 120 Dakika Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerleri	29
Şekil 4.4	Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin L* Değerleri	41
Şekil 4.5	Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin a* Değerleri	42
Şekil 4.6	Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin b* Değerleri	43
Şekil 4.7	Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin L* Değerleri	44
Şekil 4.8	Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin a* Değerleri	45
Şekil 4.9	Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin b* Değerleri	45
Şekil 4.10	Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin L* Değerleri	46
Şekil 4.11	Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin a* Değerleri	47
Şekil 4.12	Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin b* Değerleri	47

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Çiğ Balkabağının Bileşimi.....	5
Çizelge 2.2 Balkabağı ve Bazı Meyve ve Sebzelerin Bileşimi.....	6
Çizelge 2.3 Kurutma Öncesi Ultrasesin Ön İşlem Olarak Uygulandığı Çalışmalardan Bazıları.....	15
Çizelge 3.1 Çalışmada Kullanılan Rehidrasyon Modelleri.....	22
Çizelge 4.1 Farklı Kurutma Yöntemleri ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Oranları.....	32
Çizelge 4.2 40 % Şeker Çözeltisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulduktan Sonra Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Olan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Oranları.....	33
Çizelge 4.3 60 % Şeker Çözeltisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulduktan Sonra Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Olan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Oranları.....	34
Çizelge 4.4 Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Balkabağı Örneklerinin Rehidrasyon Verilerinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile Hesaplanan Katsayıları ve Peleg Modeline Uyumunun İncelenmesi	36
Çizelge 4.5 Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Balkabağı Örneklerinin Rehidrasyon Verilerinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile Hesaplanan Katsayıları ve Weibull Modeline Uyumunun İncelenmesi	37
Çizelge 4.6 Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Balkabağı Örneklerinin Rehidrasyon Verilerinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile Hesaplanan Katsayıları ve Birinci Derece Kinetik Modele Uyumunun İncelenmesi.....	38
Çizelge 4.7 Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin L*, A*, B*, Kroma ve Hue Açısı Değerleri	40
Çizelge 4.8 Ön İşlem Görmeden ve Ön İşlem Gördükten Sonra Farklı Yöntemlerle Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma ve Hue Açısı Değerleri	50

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

aw	: Su Aktivitesi
a*	: Renk Ölçümünde Kırmızılık-Yeşillik Göstergesi
A	: Weibull Modeli Şekil Parametresi
b*	: Renk Ölçümünde Mavilik-Sarılık Göstergesi
°B	: Briks
β	: Weibull Modeli Hız Parametresi
°C	: Sıcaklık
dk	: Dakika
g	: Gram
IU	: Uluslararası Birim (International Unit)
k	: Birinci Derece Kinetik Model Sabiti
k₁	: Peleg Hız Sabiti
k₂	: Peleg Kapasite Sabiti
kg	: Kilogram
kPa	: Kilopaskal
L	: Litre
L*	: Renk Ölçümünde Parlaklık-Koyuluk Göstergesi
mcg	: Mikrogram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
P	: İstatistikte Anlamlılık Seviyesi
R²	: Belirleme Katsayısı
RMSE	: Ortalama Karasel Hatanın Karekökü
s	: Saat
SSE	: Standart Hata Karelerin Toplamı
t	: Zaman
y_b	: Yaş Bazda Nem İçeriği
W	: Watt

EKLER LİSTESİ

Sayfa

EK 1: Ultrases Destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulan balkabağı dilimlerinin ağırlık kaybı (%) değerlerine ait ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma test tabloları.....	66
EK 2: Ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulan balkabağı dilimlerinin su kaybı (%) değerlerine ait ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma test tabloları	68
EK 3: Ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulan balkabağı dilimlerinin katı madde artışı (%) değerlerine ait ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma test tabloları.....	70
EK 4: Ön işlem uygulanmadan farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon değerlerine sürenin etkisini gösteren ANOVA tabloları.....	73
EK 5: Ön işlem uygulandıktan sonra farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon değerlerine sürenin etkisini gösteren ANOVA tabloları.....	74
EK 6: Balkabağı dilimlerinin ön işlem sonrası L*, a*, b* renk değerlerine ait ANOVA ve Tukey karşılaştırma test tabloları	80
EK 7: Balkabağı dilimlerinin kurutma sonrası L*, a* ve b* renk değerlerine ait ANOVA ve Tukey karşılaştırma test tabloları	83
EK 8: Farklı yöntemlerle kurutulmuş balkabağı dilimlerinin kroma ve hue açısı değerlerine ön işlem parametrelerinin etkisini gösteren ANOVA (genel doğrusal model) test tabloları	91
EK 9: Taze ve kurutulmuş balkabağı örneklerinin L*, a* ve b* değerlerinin tek yönlü ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma test tabloları	93
EK 10: Ön işlem sonrası balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri	98
EK 11: Sıcak hava ile kurutulan balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri	100
EK 12: Vakum ile kurutulan balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri	102
EK 13: Dondurarak kurutulan balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri.....	104

1. GİRİŞ

Ülkemizin iklimi ve toprak yapısı pek çok farklı türde meyve, sebze yetiştirmeye elverişlidir. Balkabağı (*Cucurbita maxima*) Ekim ayında hasat edilip sonbahar kış aylarında tüketime sunulan dış kısmı sert, iç kısmı yumuşak, sarı-turuncu renge sahip bir sebzedir. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) 2016 verilerine göre, ülkemizde 23.763 hektarlık alanda 28.629.023 ton sebze üretimi yapılmıştır ve bu üretimin yaklaşık olarak %30'unu kavun, karpuz, balkabağı, hıyar gibi aynı familyada bulunan sebze türleri kapsamaktadır. TÜİK verilerine göre Türkiye'de 2009 yılında 82.552 ton balkabağı üretimi yapılırken 2011'de 93.099 ton, 2013'te 95.076 ton, 2015'de 95.363 ton, son olarak 2016'da yapılan üretim miktarı 96.268 ton olarak rapor edilmiştir. Ekilen balkabağı kış kabağı olarak da bilinen balkabağının, ülkemizde, etli kısmı genellikle tatlı olarak, çekirdeği de çerez olarak tüketilmektedir. Balkabağı ayrıca, meyve suyu, püre, reçel, çorba gibi çok fazla ve farklı çeşitli gıda gruplarında kullanılan bir besindir (Aydın ve Göçmen, 2015). Balkabağının etli kısmının karotenoidler (özellikle β -karoten), kalsiyum ve potasyum gibi mineraller açısından zengin olduğu, sodyum içeriğinin ise çok düşük olduğu bilinmektedir (Durmuş ve Gözükar, 2013).

Meyve ve sebzeler %70'in üzerinde su içerdikleri için çok kolay bozulabilmektedir. Bu sebeple bu ürünlerin hasadı yapıldıktan sonra uygun koşullar içerisinde nakliye edilmesi, depolanması ve de saklanması gerekmektedir. Uygun koşullar sağlanmadığı takdirde ürünlerde besin içeriği kaybı ve bozulmalar görülmektedir (Yıldız ve Ertekin, 2001). Bu bozulmaların önüne geçilebilmesi için uygulanan yöntemlerden bir tanesi de kurutmadır. Kurutma gıda maddesinden nemin uzaklaştırılması işlemidir. Gıdanın içerdiği %80-90 nem oranının kurutmayla birlikte %10-20 oranına düşürülmesi hedeflenmektedir. Gıdaların kurutularak muhafazası ilk çağlardan beri kullanılmaktadır. Gıdaların kurutulması ile mikrobiyal gelişme ve diğer reaksiyonların azaltılarak dayanıklılığın artırılması amaçlanmaktadır. Bunun yanında nem miktarının azaltılmasıyla tat, koku ve besin değeri gibi kalite özellikleri korunmaktadır (Cemeroğlu, 2004).

Geleneksel sıcak hava ile kurutma en yaygın olarak uygulanan kurutma tekniği olmasına rağmen, kurutma süresinin azalan hız evresi boyunca uzun olması ve düşük enerji verimliliği gibi dezavantajlara sahiptir. Bu durum araştırmacıları, daha düşük enerji tüketimi ve daha kısa sürede kurutma işlemiyle daha yüksek kalitede kurutulmuş ürünlerin elde edilebileceği yeni kurutma tekniklerinin kullanımı konusunda araştırmalar yapmaya yöneltmektedir. Genel olarak kullanılan kurutma tekniklerinden bazıları dondurarak kurutma, mikrodalga kurutma, sıcak yüzey temasıyla kurutma, vakum kurutma, sıcak hava ile kurutmadır. Bunun dışında kurutma süresini kısaltmak ve ürün kalitesini artırmak açısından farklı kurutma yöntemleri ile de kurutma tekniklerinin kombinasyonu uygulanmaktadır.

Yüksek kalitede kurutulmuş ürün elde etmenin diğer bir yolu da ön işlem uygulamalarıdır. Meyveler ve sebzeler depolama süresini artırmak, aroma ve rengin korunması, besin kaybının azaltılması, enzim aktivitesinin engellenmesi gibi bazı nedenlerden dolayı ön işleme tabi tutulmaktadır. Gıdalarda kurutma işleminde önce uygulanan ön işlemler gıda malzemelerinin sıcak su veya kükürt, NaOH ve metil veya etil oleat gibi kimyasal çözeltilere daldırılması (Doymas ve Pala, 2002), biyolojik malzemelerin haşlanması, gıdaların asidik çözeltiler içerisinde kurutulması, vakum işlemleri, yüksek hidrostatik basınç, vurgulu elektriksel alan, mikrodalga, ultrases, merkezkaç kuvveti uygulaması, süperkritik CO₂ kullanımı ve yenilebilir kaplama gibi ön işlemler vardır (Adiletta ve ark., 2016). Bunlardan bir tanesi de ultrases enerjisinin kullanılmasıdır (Fernandes ve ark., 2008). Ultrases, insan kulağının işitebileceği eşik miktarının üzerinde, 20 kHz ile 10 MHz aralığında frekansa sahip ses dalgalarıdır. Ultrases 16-100 kHz arası güç ultrasesi, 100 kHz- 1 MHz arası yüksek frekanslı ultrases ve 1-10 MHz arası ise tanıyıcı ultrases olmak üzere üç frekans bölgesine ayrılmaktadır (Demirdöven ve Baysal, 2009). Düşük ultrases yüzey temizliği, kristalizasyon, filtrasyon, enzim inaktivasyonu gibi gıdaların fizikokimyasal özelliklerinin tanısında kullanılmaktadır. Yüksek enerjili ultrases tanımı ise 1 W/m²' den daha yüksek yoğunlukta ve 18-100 kHz arasındaki frekans değerleri için kullanılır. Yüksek ultrases gıda teknolojisinde henüz gelişen uygulama alanlarına sahiptir ve de enzim ve proteinlerin ekstraksiyonunda, enzim inaktivasyonunda, oksidasyon, redüksiyon ve kristalizasyonda çekirdek oluşumu da dahil benzeri uygulamalarda kullanılmaktadır (Thakur ve Nelson, 1997). Bunların

dışında güç ultrases gıda teknolojisinde gıdalardan çeşitli bileşenlerin ayrılmasında kullanılan bir işlemdir (Valachovic ve ark., 2001). Güç ultrases işleminin geleneksel kurutma yöntemlerine kıyasla gıdalara daha az zarar verdiği ve de gıdaların hem besinsel hem de şekil itibariyle kaybının az olduğu görülmüştür (Mason ve ark., 2005).

Ultrasesin ön işlem olarak uygulanması ile kurutmada kütle transfer hızının arttığı, elde edilen ürünlerin rehidrasyon yeteneklerinin daha iyi olduğu rapor edilmiştir (Tüfekçi ve Özkal, 2015). Ultrases enerjisi kendi başına bir ön işlem olarak kullanılabilirdiği gibi ozmotik kurutma işlemiyle bir arada da uygulanabilmektedir. Topdaş ve ark. (2011), bu konuda yaptıkları çalışmada ozmotik kurutmada nem miktarını daha düşük değerlere düşürebilmek amacıyla ultrases ön işleminin etkinliğini araştırmışlardır. Elma örnekleri farklı % şeker konsantrasyonu içeren sakaroz çözeltilerinde farklı sürelerde bekletilmiştir. Sonuç olarak, ön işlem olarak kullanılan ultrasesin ozmotik kurutma işleminin tüm işlem süresi ve çözelti konsantrasyonlarında şeker kazanımını ve su kaybını pozitif bir şekilde etkilediği belirlenmiştir.

Bu çalışmada balkabağı dilimlerinin kurutulmasında ultrases destekli ozmotik kurutma ön işleminin ve 3 farklı kurutma tekniğinin (sıcak hava, vakum kurutma ve dondurarak kurutma), elde edilecek ürünlerin rehidrasyon yeteneği ve renk parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Ultrases destekli ozmotik kurutma ön işleminde iki farklı çözelti konsantrasyonu (%40 ve %60) ve üç farklı sürenin (40, 80 ve 120 dakika) etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada ayrıca ultrases destekli ozmotik kurutma işleminin balkabağı dilimlerindeki su kaybı, şeker kazanımı ve ağırlık kaybı üzerine etkileri de belirlenmiştir. Son olarak kurutma yönteminin kurutulmuş ürünlerin iç yapısına etkisinin gözlenmesi amacı ile örneklerin SEM görüntüleri elde edilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Balkabağı

Balkabağı, ilk olarak Amerika'da yetiştirilen *Cucurbitae* familyasından gelen bir sebzedir (Smith, 1997). Bu familyada 118 cins ve 825 tür bulunmaktadır (Jeffrey, 2005). *Cucurbitae* familyası *Cucurbita pepo* (balkabağı), *Cucumis melo* (kavun), *Citrullus lanatus* (karpuz), *Cucurbita sativus* (salatalık), *Luffa cylindrica* (lif kabağı), *Citrullus colocynhis* (ebucehil karpuzu) ve *Citrullus lanatus* (karpuz)'u barındıran geniş bir familyadır. Yine bu familyada yeralan *Cucurbita* cinsi yani balkabağı, 22 yabani ve 5 kültüre alınmış olan tür ile yapısal olarak çok çeşitliliği olan bir bitki cinsidir (Whitaker ve Bemis, 1975). Dünya üzerinde üretilen ve tüketilen türler, coğrafi konum, toprak yapısı, iklim gibi birçok etmene göre değişiklik göstermektedir. Örnekeleyecek olursak *Cucurbita pepo* L. türü 3 alt sınıf barındırmaktadır. Krem, sarı uzun veya yuvarlak meyveli, düz veya siğilli kabuğa sahip olan balkabağı türü yemeklik ve çerezlik olarak değerlendirilirken; oval ve armut şeklinde meyvesi olan balkabakları yağlık ve yemeklik olarak değerlendirilmektedir. *Cucurbita pepo* L. ssp. *fraterna* yabani tip balkabağını temsil edip kuzeydoğu Meksika'da yetişmektedir (Ferriol ve ark., 2003) *Cucurbita moschata* ise Çin ve Amerika'da günlük olarak tüketilmenin yanı sıra tıp sektöründe de kullanılmaktadır. *Cucurbita* cinsi içinde şekillerine ve yapılarındaki farklılıklara göre sınıflandırılan, kültür olarak en yaygın olan türler *Cucurbita maxima* Duch. (kestane kabağı), *Cucurbita moschata* Pour. Balkabağı ve *Cucurbita pepo* L. yazlık balkabağıdır (Martínez-Valdivieso ve ark., 2015). *Cucurbita maxima* Duch., ülkemizde de sıklıkla tatlı yiyecek olarak tüketilen bir türdür.

2.1.1 Balkabağının Kimyasal Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri

Balkabağı ve balkabağı yağının sağlığa oldukça faydalı olduğu yapılan araştırmalar ile kanıtlanmıştır. Balkabağının bileşiminde bulunan lif, kalsiyum, potasyum gibi mineraller ve fitosteroller, çoklu doymamış yağ asitleri, karoteneid ve tokoferol gibi antioksidan vitaminler, çinko gibi iz elementler oldukça fazladır. Balkabağının bileşiminde bulunan sodyum miktarı oldukça düşüktür (Xanthopoulou ve ark., 2009). Balkabağında bulunan toplam katı miktarı %7-10 arasında değişmektedir (Guine ve ark., 2011). Çiğ balkabağının bileşimi Çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 Çiğ Balkabağının Bileşimi (National Agricultural Library, 2011)

Bileşen	Birim	Değer (100 gram)
Su	G	91.60
Enerji	Kcal	26
Enerji	Kj	109
Protein	G	1.00
ToplamYağ	G	0.10
Kül	G	0.80
Karbonhidrat	G	6.50
Toplam diyet lifi	G	0.5
Toplam şeker	G	1.36
Mineraller		
Kalsiyum, Ca	Mg	21
Demir, Fe	Mg	0.80
Magnezyum, Mg	Mg	12
Fosfor, P	Mg	44
Potasyum, K	Mg	340
Sodyum, Na	Mg	1
Çinko, Zn	Mg	0.32
Bakır, Cu	Mg	0.127
Mangan, Mn	Mg	0.125
Vitaminler		
Vitamin C	Mg	9.0
Tiamin	Mg	0.050
Riboflavin	Mg	0.110
Niasin	Mg	0.600
Pantotenik asit	Mg	0.298
Vitamin B-6	Mg	0.061
Vitamin A	mcg_RAE	369
Beta Karoten	Mcg	3100
Alfa Karoten	Mcg	515
Vitamin A, IU	IU	7384
Lutein+zeaksantin	Mcg	1500
Vitamin E	Mg	1.06
Fitosteroller	Mg	12

Yapılan araştırmalar balkabağının özellikle β -karoten açısından oldukça zengin (>%80) olduğunu göstermektedir. Buna ilaveten daha az miktarlarda lutein, lycopene, α -karoten, β -cryptoxanthin, cis- β karoten içermektedir (Seo ve ark., 2002). Murkovic ve ark. (2002), *Cucurbita pepo*, *C. maxima* ve *C. Moschata* türü balkabaklarının β -karoten, α - karoten ve lutein içerikleri üzerine çalışmışlardır. Avusturya'dan ticari olarak temin edilen balkabaklarının β -karoten içeriklerinin 0,06 -7,4 mg/100 g, α - karoten içeriklerinin 0 -7,5 mg/100 g ve lutein içeriklerinin 0 -17 mg/100 g arasında değiştiği gözlenmiştir. Karotenoid gibi lifofilik bileşenler balkabağına turuncu rengini vermekte ve balkabağına sağlığa faydalı bir besin haline

getirmektedir (Guine ve ark., 2011). Karotenoidler, serbest radikal tutucu ve serbest antioksidan olarak görev aldıklarından dolayı kanseri önlemede önemli rol oynarlar (Lee ve ark., 2002). Karotenoidler Vitamin A açısından oldukça zengindir. Bundan dolayı görme duyusu, büyüme ve embriyo gelişimi için gerekli olan Vitamin A'nın emilimini artırmaktadır (Seo ve ark., 2005). Balkabağı kullanımı çok olan diyetin mide, göğüs, akciğer ve kolon kanseri riskini azalttığı, balkabağı yağının ise hipertansiyon ve yüksek kolesterol riskini azalttığı yapılan çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır (Xanthopoulou ve ark., 2009).

Çizelge 2.2'de balkabağının besinsel değerleri ile kayısı, havuç, elma, balkabağı ve havucun besin değerleri kıyaslanabilmektedir. Çizelge 2.2'de görüldüğü gibi balkabağı α -karoten ve β -karoten açısından kayısı, elma ve balkabağından; potasyum miktarı açısından da kayısı ve havuçtan daha zengin bir içeriğe sahiptir. Kalsiyum miktarı da kayısıdan daha yüksektir. IU birimine göre balkabağının özellikle vitamin A değeri kayısıdan önemli ölçüde daha yüksek değerlerdedir. Ayrıca dikkat çeken önemli bir başka özelliği de sodyum değerinin oldukça düşük olmasıdır (Anonim, 2005).

Çizelge 2.2 Balkabağı ve Bazı Meyve ve Sebzelerin Bileşimi

100gr'da	Kalsiyum (mg)	Potasyum (mg)	Sodyum (mg)	α karoten (mcg)	β karoten (mcg)	VitaminA (IU)	VitaminC (mg)	VitaminE (mg)
Balkabağı	21	340	1	515	3100	7384	9	1.06
Kayısı	13	259	1	19	1094	1926	10	0.89
Havuç	33	320	69	3477	8285	16811	5.9	0.66
Elma	6	107	1	0	27	54	4.6	0.18
Kabak	15	262	2	0	120	200	17	0.12
Domates	10	237	5	101	449	833	12.7	0.54

2.1.2 Balkabağının Gıda Endüstrisinde Kullanımı

Balkabağı, lifli yapıya sahip, pişirildiğinde ya da püre haline getirildiğinde, sebze olarak kullanılan ya da kurabiye, çorba, ekmek gibi diğer gıda maddelerinde hammadde olarak kullanılan bir sebzedir. Balkabağı ekmek, tahıllı ürünler, salata ve kek gibi gıdalarda hammadde olarak kullanımına ilaveten taze olarak da tüketilmektedir. Ayrıca yenilebilir yağ olarak gıdalarda kullanımı sağlık açısından yararlıdır (Xanthopoulou ve ark., 2009). Türkiye'de en çok tatlı çeşidi olarak tüketilmektedir.

Depolama süresince yüksek su aktivitesi sebebiyle meyve ve sebzelerin kimyasal bileşiminde biyolojik ve duyuşal kalitesinde istenmeyen değişiklikler olmaktadır. Balkabağının da depolama süresinde kuru madde, karotenoitler ve β -karoten miktarlarında azalma, yüksek nişasta içeriği nedeniyle toplam şeker içeriğinde ise artma gözlenmektedir. Balkabağının depolama koşullarında 10-13 °C ortam sıcaklığı ve %50-70 bağıl neme sahip ortam gerekmektedir. Dondurma ve pastörizasyon gibi metotlar balkabağını koruma amaçlı kullanılmaktadır (Sojak ve Glowacki, 2010). Balkabağının kalitesinin ve raf ömrünün artırılması için balkabağına uygulanan en iyi koruma metodu kurutmadır. Kurutma işlemleri sonrası balkabağı hem kaliteli, hem de taşınması ve saklanması kolay, uzun ömürlü ve her mevsim bulunabilen bir ürün haline gelmektedir (Doymaz, 2007). Ayrıca balkabağı kurutulmuş toz şeklinde de kullanılmaktadır. Balkabağı tozu unlu mamullerde, çorba, sos ve noodle ürünlerinde un katkıları olarak, makarna ve un karışımlarında renklendirici ajan olarak kullanılmaktadır. Balkabağının içeriğinde bulunan karoten, vitaminler, mineraller, pektin ve diyet lifi balkabağı tozunun besin değerini artırmakta ve eklenecek gıda maddesinin (ekmek ve diğer gıda ürünleri) besinsel kalitesini geliştirmektedir (See ve ark., 2007). Ptitchkina ve ark. (1998), balkabağının kurutulmuş öğütülmesi sonucunda elde edilen balkabağı tozunun, kaliteli bir ekmek yapmak için uygun olmayan bir un türüyle karıştırılması ile elde edilen ekmeklerin hacim artışı ve organoleptik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmalar sonucunda karoten, pektin, mineral tuzlar ve mineral bakımından çok zengin olan balkabağı tozu kullanıldığında, üretilen ekmeğin besinsel ve duyuşal değerlerinin ciddi miktarlarda arttığı ve de hamurun oluşumunda kararlı bir yapı oluştuğu gözlenmiştir.

2.2 Kurutma

Kurutma işlemleri farklı sektörlerde sıklıkla kullanılan bir işlem olup gıdaların kurutulmasında eski zamanlardan günümüze değin kullanılmıştır. Meyve ve sebzeler %70'in üzerinde su içerdikleri için çok kolay bozulabilmektedir. Bu sebeple bu ürünlerin hasatı yapıldıktan sonra uygun koşullar içerisinde nakliye edilmesi, depolanması ve de saklanması gerekmektedir. Uygun koşullar sağlanmadığı takdirde ürünlerde besin içeriği kaybı ve bozulmalar görülmektedir (Yıldız ve Ertekin, 2001). Meyvelerin bozulmasındaki kaybın önüne geçilmesi için genellikle meyve suyu ve püresi haline getirilme işlemleri yapılırken son zamanlarda kurutmaya talep artmıştır.

Bu işlemle birlikte minimum kayıpla uzun rafömrüne sahip ve yoğun besin değeri olan ürünler elde edilmiştir bunun yanı sıra üretilen ürünlerin taşınması ve depolanması kolaylaşmış ve daha az enerji harcanarak işlemler gerçekleştirilmektedir. Dünyada kurutulmuş ürün üretimi ve kullanımı da yıldan yıla artmaktadır. Bu üretimin büyük bir bölümünü yaklaşık 300 bin ton ile Amerika ve 200 bin ton ile Türkiye gerçekleştirmektedir. Ülkemizde kurutma yoluyla değerlendirilen ürünlerin %63 gibi bir miktarı yurtdışına ihraç edilmekte ve tüm ihracatın da %80 gelir kaynağını oluşturmaktadır (Yıldız ve Ertekin, 2001). Bu eğilimin tüm dünya ülkeleri için gelecek zamanlarda artması ve yaygınlaşması beklenmektedir (Zhang ve ark., 2006).

Kurutma işleminin birçok avantajı olduğu gibi dezavantajları da vardır. İşlemlerin gerçekleşmesi sırasında ısı ve kütle transferi mekanizmaları kontrollü gerçekleşmezse nihai üründe fiziksel, kimyasal ve de mikrobiyal olmak üzere bazı değişimler meydana gelmektedir. Bunların sonucunda ise ürünün kalitesi düşmekte, büzüşme, çökme, şişme ve kristalizasyon gibi fiziksel değişimler yaşanmaktadır. Yaşanan kimyasal ve/ veya biyokimyasal reaksiyonların sonucunda ürünlerin aromalarında, koku, renk ve görünüşlerinde de değişimler gözlenebilmektedir (Mujumdar, 2000). Bu değişiklikler uygulanan prosese, ısıl işlemin süresine, derecesine, kullanılan meyve veya sebzenin çeşidine, olgunluğuna bağlı olduğu gibi içerdiği antosiyaninlere, karotenoidlere, fenolik bileşiklere, şeker ve su miktarına da bağlıdır (Holdsworth, 1971). Bu aşamada en iyi, kaliteli, doğalına en yakın ürünü elde edebilmek için seçilecek kurutma yöntemi çok önemlidir. Tüm gıdalar için uygulanabilecek ekonomik ve son ürün kalitesi iyi olan kurutma yöntemi yoktur. Dolayısıyla arzu edilen ürün kriterlerine sahip üretim yapabilmek için farklı ürünlere farklı kurutma işlemleri uygulayarak hatta değişik kombinasyonlar yapılarak en optimum kurutma yöntemi bulunabilmektedir (Ratti, 2001).

Kurutma işlemleri; doğal ve yapay olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir. Bunlardan ilki olan doğal kurutmada güneş enerjisinden yararlanılarak yapılan kurutmadır. Doğal kurutmada meyveler ve sebzeler açıkta kurutulmasından dolayı toz, toprak, yağmur gibi birçok kontaminasyona sebep olacak etmenle karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıca her yerde ve yeterli güneş enerjisini bulmak mümkün olmamaktadır ve oldukça uzun zaman alan bir metottur. Ürünler böcekler ve

hayvanlar tarafından zarara uğrayabilmektedir. Dolayısıyla daha hızlı, daha hijyenik ve homojen ürün özelliği taşıyan kurutma ürünlerinin elde edilmesi için farklı kurutma metodları geliştirilmiştir. Bunlara da yapay metodlar denmektedir. Solar kurutucular, hava üflemeleri kurutucular, mikrodalga kurutucular, dondurarak kurutma ve vakum kurutma yapan sistemler olarak birçok çeşidi vardır. Ayrıca bu sistemlerin beraber kullanılan kombinasyonlarıyla da sayıları artmaktadır.

Dondurarak kurutma, liyofilizasyon olarak da adlandırılmaktadır. Bu teknik çok düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen bir işlemdir ve yüksek kalitede ürün elde etmede kullanılır. Yöntem genel olarak iki basamakta gerçekleştirilmektedir. Öncelikle işlem uygulanacak olan madde dondurulur böylece gıdada bulunan su bulunduğu yerde buz haline çevrilmiş olur. İkinci adımda dondurulan madde indirgenmiş basınç altında buzun süblimleştirilmesiyle kurutulur. Bu noktada süblimasyonun sağlanması için sistem basıncı kritik basıncın altına indirilir aynı esnada da sıcaklık artırılır (Bingöl, 2010). Su katı fazdayken üründen vakum halinde uzaklaştırıldığı için oluşan ürün gerçek şeklini korumakta ve de hacim kaybı oluşmamaktadır (Ratti, 2001). Dondurularak kurutma besinlerde bulunan mineral, vitamin ve aroma kayıplarını minimuma indirmektedir (George ve Datta, 2002). Bu avantajların yanında dezavantajlar da vardır. Dondurarak kurutma diğer kurutma yöntemlerine kıyasla çok yüksek yatırım maliyetine sahiptir. Ayrıca kurtulacak ürünün şeklini koruyabilmesi ve homojen olarak kurumanın sağlanabilmesi için kurutulacak gıda küçük parçalar haline getirilmiş olması gerekmektedir. Dondurarak kurutma işleminde oluşan ürün gözenekli bir yapıya sahiptir. Bu yapılar nem ve oksijen bağlama eğilimine sahiptir bu da ürünleri oksidasyona elverişli kılar. Bunun önüne geçilmesi için kurutma işleminin sonunda vakum hücresine azot gazı verilir ve bu gözeneklere oksijenin değil azotun bağlanmasını sağlar.

Vakum kurutma ile gıdada bulunan suyun daha kolay buharlaşması için düşük sıcaklıklarda atmosferik koşul gerekmektedir. Bu kurutma işlemi uygulanırken ortamda nem bulunmadığı için oksidasyon reaksiyonlarında azalma ve bu duruma bağlı olarak kurutulmuş üründe renk, tekstür ve aroma kaybında kayıplar olmadığı gözlemlenmektedir (Yongsawatdigul ve Gunasekaran, 1995). Özellikle nem oranı yüksek olan meyve sebzelerde kullanılan bir yöntemdir. Vakum kurutma ile ilgili

yapılan çalışmalar, diğer kurutma metodlarına oranla bu metodun kurutma süresini kısaltmakta olduğunu göstermektedir (Zhong ve Lima, 2003).

2.3 Kurutma Öncesi Uygulanan Ön İşlemler

Kurutma işleminde ürünlerin kalitesi arttırmak üzere kurutma işlemi öncesinde ön işlem uygulamaları da yapılmaktadır. Ön işlemler, kurutma işlemi yapılmadan önce kurutulacak sebze ya da meyvelerin içindeki nemin daha hızlı alınmasını sağlayan, ürünlerde renk kaybını önleyen, ürünlerin eldesinde besin kayıplarını azaltan, ürünlerin üzerinde mikrobik faaliyetleri engelleyen ve ürünlerin daha hijyenik olmasını sağlayan işlemlerdir (Demiray ve Tülek, 2014). Ön işlemler kimyasal ve fiziksel ön işlemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Kimyasal ön işlemlerin, potasyum karbonat/etil oleat, sodyum hidroksit, sodyum karbonat, soya lesitini, karbonik maserasyon gibi çeşitleri varken fiziksel olarak dondurma/ çözündürme, vakum işlemleri, yüksek hidrostatik basınç, vurgulu elektriksel alan, mikrodalga, ultrases, merkezkaç kuvveti uygulaması, süperkritik CO₂ kullanımı ve yenilebilir kaplama gibi ön işlemleri sıralayabiliriz (Adiletta ve ark., 2016).

Tunde-Akintunde ve Ogunlakin (2013), farklı ön işlemlerden sonra 40°C, 60°C ve 80 °C'lerde sıcak hava ile kurutulan balkabağı dilimlerine uygulanan ön işlemlerin (kaynar suda haşlama, kaynar su üzerinde buğulama, BHA (Butillendirilmiş Hidroksi Anisol) içeren 95°C'deki yağ su karışımına (1:20 (v/v)) daldırma) kurutma kinetiği üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, ön işlem uygulanmış örneklerin daha hızlı kurduğunu tespit etmişlerdir.

2.3.1 Ozmotik Kurutma

Ozmotik kurutma gıda maddelerinden suyun uzaklaştırıldığı bir yöntemdir. Ozmotik kurutmanın temeli ozmosa dayanmaktadır. Ozmos konsantrasyon farkına ve/ veya iki çözelti arasındaki derişim farkına bağlı olarak çözeltiler arasında ya da bir çözelti ve saf çözücüsü arasında gerçekleşen bir olaydır. Ozmotik çözelti yüksek ozmotik basınca sahip olan çözeltiler ve düşük su içeriğine sahiptir. Çözelti ile içine atılan madde ya da daha seyreltik çözelti arasında bu konsantrasyon farkı nedeniyle bir sıvı geçişi olur. Böylece üründen su uzaklaştırılmış olur (Us, 2006).

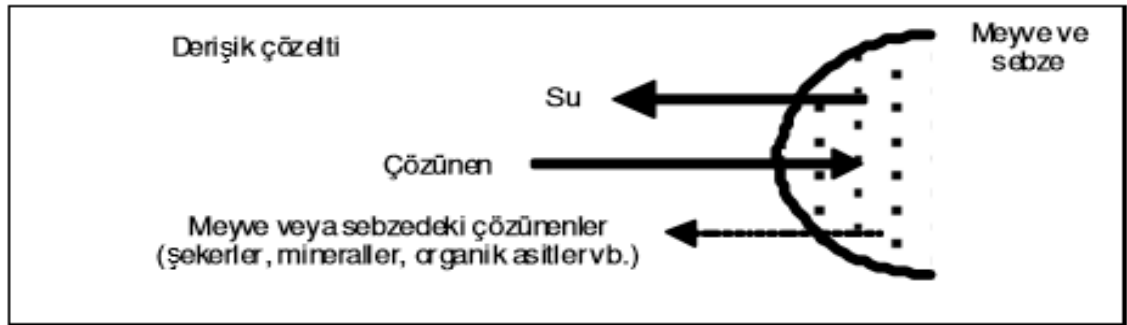
Kurutulması istenen taze meyvelerin, sebzelerin hücre duvarları yarı geçirgen bir zar görevi görür ve bu membran yalnızca su ve düşük molekül ağırlığına sahip

maddelerin geçişine olanak sağlar. Sebze ve meyveler daha iyi, hızlı kurutulabilmesi açısından küçük parçalara kesilir, kesilme işlemi sırasında sırasında hücrelerin bir kısmı zarar görür, çözeltilerde bulunan tuz, şeker gibi çözünür maddeler suyu uzaklaştırdığımız maddeye doğru hareket edip bu maddelere nüfuz ederler. Sonuç olarak kurutma işleminde eş zamanlı bir su ve çözünür madde difüzyonu gerçekleşir (Torreggiani, 1993).

Ozmotik kurutmada kullanılan konsantre çözelti içindeki ozmoaktif maddede yani örnekte, çözünen maddenin içeri girmesiyle 2-3 mm kalınlığında bir tabaka oluşumu gözlenir. Bu tabakanın oluşumu ozmotik kurutmanın temelini oluşturan kütle aktarımının kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmesinde, askorbik asit ve fruktoz gibi suda çözülebilen maddelerin hücre içinde kaybının önüne geçilmesinde veya azaltılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca oluşan tabaka ilerleyen işlemlerde ürünün özelliğini de büyük oranda etkileyen bir unsurdur (Gündüz ve Şahbaz, 1998).

Ozmotik kurutma mekanizmasında aynı anda gerçekleşen üç kütle aktarımı vardır (Us, 2006).

- i) üründen çözeltiliye su
- ii) çözeltiliden ürüne çözünür madde
- iii) üründe bulunan çözünürlerin çözeltiliye aktarımıdır.



Şekil 2.1 Ozmotik Kurutma Sırasında Oluşan Kütle Aktarımının Şematik Gösterimi (Raoult-Wack ve ark., 1992).

Bunlardan üründen çözeltiliye su aktarımında meyve, sebze ya da kurutulması istenen madde 30-50°C arasında değişen bir sıcaklıkta genellikle üç saat içerisinde içerdiği suyun yaklaşık %70'i kadarını çözeltiliye aktarır, kaybeder. İkinci aktarım olan çözeltiliden ürüne çözünür aktarımında, ürüne eklenmek istenen koruyucu, kalite

arttırıcı- geliştirici madde ve ya besin ögesi çözeltiliye konur. Konan bu madde yoğunluk farkından kaynaklı olarak ürüne geçer. Son aktarım olan üründe bulunan şeker, organik asit, mineral vb. maddelerin çözeltiliye özütlendiği aktarımdır (Us, 2006).

Ozmotik kurutmada üründen suyun uzaklaştırılmasında herhangi bir faz değişimi yaşanmadığı için (buharlaştırma gibi) enerji tüketimi sıcak hava kurutma yöntemlerine göre daha azdır. Ozmotik kurutmaya suyun hipertonic çözeltiliye geçişinin sağlanmasıyla ürünün ilk haline göre içerdiği nem %30-50'ye kadar düşürülebilir (Bekele ve Ramaswamy, 2010). Ozmotik kurutma sırasında, ürünün iyileştirilmesi, doğal renginin muhafaza edilmesi, ürünün içerdiği asit şeker miktarının artırılması sağlanabilmektedir. Ayrıca üçüncü kütle aktarımı esnasında ürünün içine alınan çözünen maddelerle ürüne tekrar su alma işlemi sırasında ürünün kararlılığını arttırmakta ve depolama, kurutma aşamalarında ürünün doğal yapısını korumasına destek olmaktadır (Beristain ve ark., 1990). Ozmotik kurutma sırasında sıcaklık değerleri çok yüksek olmadığından tat, renk kaybı minimum seviyededir (Lerici ve ark., 1985). Torreggiani ve ark. (1987), farklı sürelerde kiraz örneklerinin ozmotik kurumasını incelemiştir. Öncelikle kiraz örnekleri 2, 4 ve 6 saat olmak üzere 3 farklı sürede kurutulmuş ve kuruyan örnekler vakumda paketlenip pastörize edilmiştir. 6 depolama sonrasında kirazlardaki askorbik asit, glikoz, fruktoz ve maltoz içerikleri yüksek basınçlı sıvı kromatografisi kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda ozmotik kurutmaya 2 saat işlem gören kiraz örneklerinin kabul edilebilir pH, renk, toplam titrimetrik asitlik değerlerine sahip olduğu görülmüştür (Torrington ve ark., 2001).

Ozmotik kurutmayı etkileyen faktörler kurutulacak ürünün, gıdanın özellikleri, gıdanın doku sıklığı, hücreleri arası boşluklar, gaz varlığı, içerdiği pektin ve protopektin miktarı, kurutmada kullanılan çözeltinin derişimi, çeşidi, ortamın sıcaklığı, kurutma süresi ve de çalkalamadır. Kowalska ve Lenart (2001), 30 °C sabit sıcaklık ve % 61.5' lik sakkoroz çözeltilisinde 180 dakika sürede ozmotik kurutma yöntemiyle kurutulan balkabağı, havuç ve elma için kütle değişimini araştırmışlardır. En çok su kaybı, en düşük katı madde artışının ilk 30 dakika içinde balkabağında olduğu gözlenmiştir. Elmalarda ilk yarım saatte % 48'lik ve 60 dk sonunda ise %30'luk bir su kaybı olmuştur. Katı madde artışı su kaybindan 5-10 kat daha az

olmuştur (Kowalska ve Lenart, 2001). Giangiacomo ve ark. (1987), vişne, kayısı ve seftali meyvelerinde ozmotik kurutma işleminde şeker aktarımını incelemiştir. Meyvenin içerisinde doğası gereği var olan şekerin, çözelti ile meyve arasında gerçekleşen çözünen madde transferinde etkili olduğu ortaya koyulmuştur. Yine bu çalışmada meyvenin türünün ve enzimatik aktivitenin de aktarımda etkili olduğu gözlenmiştir (Giangiacomo ve ark., 1987). Beristain ve ark. (1990), ananas dilimleri üzerinde farklı çözelti konsantrasyonu ve sıcaklıklarda ozmotik kurutma yapmışlar ve değişimleri incelemiştir. Ananas halkalarında artan çözelti konsantrasyonu ile beraber daha çok şeker absorpsiyon ve artan sıcaklıkla beraber ise absorpsiyon hızında artma gözlenmiştir. Absorpsiyon hızında görülen artış reaksiyonun daha çabuk dengeye ulaşmasını sağlamıştır fakat denge halinde bütün deneylerde net ağırlık kaybının aynı olduğu tespit edilmiştir. Mauro ve Menegalli (1995), sakaroz çözeltisinde ozmotik yöntemle kurutulan muzlarda, çözelti konsantrasyonu, çözelti tutulma süresine ve sıcaklığa bağlı oluşan değişimleri incelemiştir. Isıl işlem gören membranlarda geçirgenliğin değiştiği ortaya koyulmuştur.

Diğer kurutma yöntemleri ile karşılaştırıldığında, ozmotik kurutmayla üründen su uzaklaştırılması ve çözünen kuru madde katılımı ile formülasyon etkisinin sağlanabileceği görülmektedir. Bundan dolayı ürünün kalitesi ile birlikte enerji tasarrufu da sağladığı gözlenmektedir. Ozmotik kurutmanın en önemli dezavantajı ürünün içinde bulunan ve suda çözünebilen bazı maddelerin ozmotik çözeltiye geçmesi ve de ürünün nem içeriğinin mikrobiyal güvenliğin sağlanmasını engelleyen değerlere düşebilmesidir. Ozmotik kurutma da ayrıca üründeki nem miktarı belirli bir değere kadar düşürülebilmektedir. Üründe oluşan bu sınırlama yüzünden ozmotik kurutma dondurma, pastörizasyon, konserveleme ve kurutma gibi işlemlerden önce ön işlem olarak kullanılmaktadır (Us, 2006).

Garcia ve ark. (2007), balkabağı dilimlerine uygulanan sodyum metabisülfite çözeltisine daldırma (1.000ppm), haşlama (100°C 'de 3 dakika) ve ozmotik kurutma (% 40, 50, 60 şeker konsantrasyonu) gibi farklı ön işlemlerin sıcak havada kurutmada nem transferi, efektif difüzyon katsayısı üzerine etkilerini incelenmişler ve haşlama ön işleminin nem çıkışını artırdığını rapor etmişlerdir. Ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulmuş örneklerin daha düşük kurutma hızına sahip olduğu gözlenmiştir. Bir diğer çalışmada balkabağı dilimleri sakaroz çözeltisine (%40-60'lık

şeker konsantrasyonu) daldırılarak ozmotik kurutma işlemine tabi tutulduktan sonra sıcak havada kurutulmuş ve uygulanan ön işlemin diğer çalışmalardan farklı olarak kurutma sırasındaki kütle transferini artırdığı tespit edilmiştir.

2.3.2 Ultrases

Ultrases, insan kulağının işitebileceği eşik miktarının üzerinde, 20 kHz ile 10 MHz aralığında frekansa sahip ses dalgalarıdır. Ultrases 16-100 kHz arası güç ultrasesi, 100 kHz- 1 MHz arası yüksek frekanslı ultrases ve 1-10 MHz arası ise tanıyıcı ultra ses olmak üzere üç frekans bölgesine ayrılmaktadır (Demirdöven ve Baysal, 2009). Ultrases kavramında ses gücü (W), ses yoğunluğu (W/m^2) ve ses enerjisi yoğunluğu ise (Ws/m^3) olarak gösterilir, ifade edilir. (Knorr ve ark., 2004). Düşük ses denildiğinde uygulama yoğunluğu $1 W/m^2$ ' den düşük ve frekansı 100 kHz' den yüksek ultrases anlamına gelir. Düşük ultrases yüzey temizliği, kristalizasyon, filtrasyon, enzim inaktivasyonu gibi gıdaların fizikokimyasal özelliklerinin tanısında kullanılmaktadır. Yüksek enerjili ultrases tanımı ise $1 W/m^2$ ' den daha yüksek yoğunlukta ve 18-100 kHz arasındaki frekans değerleri için kullanılır. Yüksek ultrases gıda teknolojisinde henüz gelişen uygulama alanlarına sahiptir ve de enzim ve proteinlerin ekstraksiyonunda, enzim inaktivasyonunda, oksidasyon/ redüksiyon ve kristalizasyonda çekirdek oluşumu da dâhil benzeri uygulamalarda kullanılmaktadır (Thakur ve Nelsun, 1997). Bunların dışında güç ultrases gıda teknolojisinde gıdalardan çeşitli bileşenlerin ayrılmasında kullanılan bir işlemdir. (Valachovic ve ark., 2001). Güç ultrases işleminin geleneksel kurutma yöntemlerine kıyasla gıdalara daha az zarar verdiği ve de gıdaların hem besinsel hem de şekil itibariyle kaybının az olduğu görülmüştür (Mason ve ark., 2005).

Gıdaların kurutulması işlemlerinde ultrases sıklıkla kullanılmaktadır. Ultrases farklı kurutma teknikleriyle beraber kullanıldığı gibi bazen de ön işlem olarak kullanılmaktadır. Kurutma öncesi ultrasesin ön işlem olarak uygulandığı çalışmalardan bazıları Çizelge 2.3'de verilmektedir. Ultrasesin sıcak hava ile kurutma işleminde ultrasesi ön işlem olarak kullanan Fernandes ve Rodrigues (2007), çalışmaları sonucunda 20 dakikalık bir ultrases ön işleminin gıdaya suyun difüzyonunu arttırdığını ve kuruma süresini %10.3 oranında kısalttığını gözlemlemişlerdir. Saf su içinde 30 dakikalık ultrases uygulanan muz örneklerinde toplam indirgen şeker %21.3 azalma göstermiştir. Bu da ultrases ön işlemi

uygulanarak yapılan kurutmalarda şeker oranı azaltılmış ürünler elde edilebileceğini göstermiştir (Fernandes ve ark., 2007). Deng ve Zhao (2006), ultrasesi dondurarak kurutma işlemi öncesinde ön işlem olarak kullanmışlar ve ultrases uygulanmış elma örnekleri incelendiğinde su aktivitesinin ve nem içeriğinin azaldığını gözlemişlerdir.

Çizelge 2.3 Kurutma Öncesi Ultrasesin Ön İşlem Olarak Uygulandığı Çalışmalardan Bazıları (Siucinska ve Konopacka, 2014)

Ürün	Ön işlem		Kurutma	Referans
	US	Metod	Metod	
Yaban Mersini	+	Ozmotik dehidrasyon	Konvektif	Stojanovic ve Silva, 2007
Muz	+	Suya daldırma	Konvektif	Fernandes ve Rodrigues, 2007
Kavun	+	Suya daldırma	Konvektif	Rodrigues ve Fernandes, 2007; Fernandes ve ark., 2008a
Elma	+	Ozmotik dehidrasyon	Konvektif ve dondurarak	Deng ve Zhao, 2008
Muz, limon, Papaya, ananas, ve başka tropik meyveler	+	Ozmotik dehidrasyon, Suya daldırma	Konvektif	Fernandes ve Rodrigues, 2008
Ananas	+	Ozmotik dehidrasyon, Suya daldırma	Konvektif	Fernandes ve ark., 2008b; Fernandes ve ark., 2009
Çilek	+	Ozmotik dehidrasyon	Konvektif ve dondurarak	Garcia-Noguera ve ark., 2010a; Garcia-Noguera ve ark., 2010b
Guava	+	Ozmotik dehidrasyon, Suya daldırma	Konvektif	Kek ve ark., 2013
Elma	+	Suya daldırma	Konvektif	Nowacka ve ark., 2012
Kivi	+	Ozmotik dehidrasyon	Dondurarak	Nowacka ve ark., 2014

2.3.3 Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma

Ultrases, ozmotik kurutma, sıcak hava ile, dondurularak ve püskürtmeli kurutma da dahil olmak üzere bir çok kurutma işleminde ön işlem olarak kullanılabilmenin dışında kurutma işlemiyle eş zamanlı olarak da uygulanabilen bir yöntemdir. Ultrases gıdaların kurutma verimini arttırmanın yanı sıra kurutulan gıda maddesinin de kalitesini önemli derecede pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca kurutulan gıdanın tat ve koku gibi etkileri üzerinde etkisi sınırlıdır. Ultrases uygulanmış gıdalar üzerindeki araştırmalar incelendiğinde suyun difüzyonunun arttığı ve de işlem süresinin

kısaltıldığı gözlenmektedir. Ek olarak uygulanan gıdaya zarar vermez. Ultrases yönteminde uygulama maliyeti çok düşük seviyelerdedir (Tao ve Sun, 2015).

Ozmotik kurutma işleminde düşük sıcaklıklar altında uygulama yapılırken, ultrases uygulaması ile kütle aktarım hızının artması dolayısıyla işlemde yüksek su kaybı ve katı kazanımı olmaktadır. Ayrıca gıdanın doğal rengi, lezzeti de korunmaktadır. (Topdaş ve Ergutay, 2013). Topdaş ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada ozmotik kurutmada nem miktarını daha düşük değerlere düşürebilmek amacıyla ultrases ön işleminin etkinliğini araştırmışlardır. Elma örnekleri farklı % şeker konsantrasyonları içeren sakaroz çözeltilerinde farklı sürelerde bekletilmiştir. Sonuç olarak, ön işlem olarak kullanılan ultrasesin ozmotik kurutma işleminin tüm işlem süresi ve çözelti konsantrasyonlarında şeker kazanımını ve su kaybını pozitif bir şekilde etkilediği belirlenmiştir.

2.4 Kurutulmuş Ürün Kalite Kriterleri

Kurutma sırasında meyve ve sebzelerin tat, görünüş, renk, besin değeri ve rehidrasyon yeteneği mümkün olduğunca korunmalıdır (Ayan, 2010). Kurutma işlemi sonrası balkabağı hem kaliteli, uzun raf ömürlü hem de taşınması ve saklanması kolay, her mevsim elde edilebilir bir ürün haline gelmektedir (Doymaz, 2007). Gıdaların kurutulması sırasında birtakım fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişimler gerçekleşmektedir.

2.4.1 Gıdaların Kuurutulması Sırasında Meydana Gelen Değişimler

2.4.1.1 Fiziksel Değişimler

Meyve ve sebzelerin kurutulması sırasında dokudaki suyun gözenekler içindeki hareketi, su buharı ya da bireysel serbest su molekülleri şeklindedir. Dokudaki suyun hareketi, sıvı hareketi şeklinde gerçekleşirken, su içerisindeki çözülmüş maddeleri de taşımaktadır. Bu şekilde alt tabakalardaki kuru madde, su ile yüzeye taşınır ve suyun uzaklaşmasıyla yüzeyde bir kuru madde yığılımı meydana gelir.

Kabuk bağlama, gıdaların kurutulması sonrasında meydana gelen fiziksel değişimdir. Bu değişim hatalı kurutma koşulu ya da kurutmanın ilk aşamasında yüksek sıcaklık uygulanmasından kaynaklanabilmektedir. Bu sebeple yüzeyde hızla kuru tabaka oluşur, büzüşmeyle birlikte alt tabakalara baskı yapar fakat alt tabakaların ıslak olması üstten yapılan basınca karşı direnç gösterir. Üst tabaka

kuruma sonucu büzüşme olanağı bulamadığından gerilir ve sert bir kabuki haline dönüşür. Oluşan sert tabaka kurutmanın ilerleyen aşamalarında bir daha geçmez. Kabuk bağlama olayı kurutma koşullarının ayarlanmasıyla önlenmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Ürünün kurutulmasıyla kitle yoğunluğunda değişim meydana gelmektedir. Bu da önemli fiziksel değişimlerdendir. Kitle yoğunluğu, herhangi bir ürünün birim hacminin ağırlığı olarak tanımlanmaktadır. Kitle yoğunluğu düşük olan ürün tüketici tarafından tercih edilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Kurutma sırasında meydana gelen bir diğer fiziksel değişim ise büzülmedir. Lifli gıdaların (meyve-sebze gibi) kurutulmasıyla, özellikle kurutmanın ilk aşamasında %40-50 oranında büzülmeler meydana gelmektedir. Büzülme ile birlikte ürün sert bir hal alarak üründen su geçişi azalır ve kurutma hızında azalma meydana gelmektedir.

Kurutulmuş bir ürünün kaliteli olarak kabul edilebilmesinin en önemli şartlarından birisi yüksek rehidrasyon kapasitesine sahip olmasıdır (Üstün ve ark., 1999). Rehidrasyon kapasitesi, ürünün kullanılması sırasında verilen su ile eski haline dönüşebilme düzeyidir. Yani kurutulmuş bir ürün, suda bekletilince taze hâlde içerdiği kadar su alarak eski hâline ve şekline dönüşürse mükemmel nitelikte olduğu kabul edilir. Rehidrasyon yeteneği sadece parça hâlinde kurutulan ürünlerde değil, aynı zamanda sıvı hâlde kurutulup toz hâline getirilen meyve tozu, domates tozu ve süt tozu gibi ürünler için de geçerlidir. Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belli koşullarda ıslatılması sonucunda kazandığı su miktarı ile ölçülür. Ancak rehidrasyon sırasındaki derece etkilidir. Kurutma sıcaklığı kurutulmuş ürünün kalitesini doğrudan etkiler. Krokida ve Marinos-Kouris (2003), patates, havuç, biber, sarımsak, mantar, soğan, balkabağının farklı sıcaklıklarda kurutma sonrasında tekrar su absorplaması üzerine çalışmışlardır. Çalışmalar sonucunda su sıcaklığının tekrar su alma kinetiğinde çok etkili bir unsur olduğu saptanmıştır. Kurutma sıcaklığının yükselmesinin tekrar su alım hızı ve ortamın denge nem miktarını da arttırdığı gözlenmiştir.

2.4.1.2. Kimyasal Değişimler

Kurutma sırasında çeşitli kimyasal değişimler gerçekleşmektedir. Bunlar kurutulmuş ürünün renginde, tekstüründe viskozitesinde, lezzetinde beslenme değerinde ve

depolama stabilitesinde meydana gelen değişiklikler olarak sıralanabilmektedir. Bu değişimlerin oluşumu ürüne, uygulanan kurutma işlemine göre değişmektedir. (Cemeroğlu ve ark., 2003).

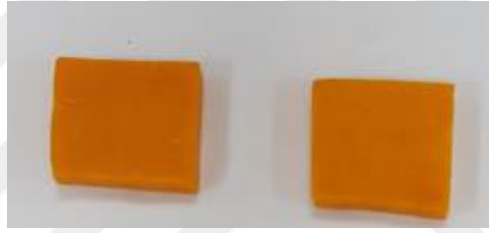
Renk, taze ve işlenmiş gıdaların en önemli kalite bileşenlerinden birisidir. Gıdaların rengi ürünün tüketici tarafından kabulü açısından değerlendirilen ilk kalite parametresidir. Kurutulan ürünlerde meydana gelen en büyük olumsuzluk renk esmerleşmesidir. Kurutma yönteminde yüksek sıcaklık uygulaması, şekerlerin karamelizasyonu ve bazı maddelerin yanması sonucunda renk esmerleşmesine neden olmaktadır (Cemeroğlu, 2004).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Ordu ilinde yetiştirilen ve Ordu'da bir semt pazarından temin edilen balkabakları (*Cucurbita maxima*) kullanılmıştır. Balkabakları kesilene kadar serin ve karanlık bir yerde muhafaza edilmiştir. Kurutma işlemi için gerekli örnekler, balkabağının dış yüzeyindeki kabukları özel bir kesici ile kesildikten ve içindeki çekirdekli kısım ayrıldıktan sonra kalan kısmın 30x30x6 mm boyutlarında dilimlenmesi ile hazırlanmıştır (Şekil 3.1). Dilimleme yapılırken kabuk kısmına yakın olan kısım farklı dokuya sahip olması nedeni ile kullanılmamıştır. Dilimlenen balkabağı örnekleri buzdolabı sıcaklığında (+4 °C) muhafaza edilmiş ve deneylerin yapılmasından önce buzdolabından çıkartılarak ortam sıcaklığına gelmesi için 2 saat beklenmiştir.



Şekil 3.1 Deneylerde Kullanılmak Üzere Dilimlenmiş Balkabağı Örneği

3.2. Yöntem

3.2.1 Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemi Uygulaması

Ultrasonik destekli ozmotik kurutma ön işleminde, 53 kHz frekansa sahip ultrasonik banyosu (Kudos/ SK3310HP) kullanılmış ve işlem eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulanan ön işleminde, ozmotik çözelti olarak ticari şeker ve distile su ile hazırlanan %40 ve %60'lık şeker çözeltileri kullanılmıştır. İşlem süresince ultrasonik banyonun sıcaklığı 30°C'ye ayarlanmıştır. Örnekler içerisinde şeker çözeltisi olan beherler içerisinde (katı:sıvı oranı 1:4 olacak şekilde) ultrasonik banyo içerisine konulmuş ve 3 farklı sürede (40, 80, 120 dakika) ultrases uygulamasına tabi tutulmuştur. Balkabağı dilimlerinin çözelti yüzeyine çıkmasını engellemek için sıvı çekmeyen delikli kumaş ve paslanmaz çelikten dizayn edilmiş özel tel süzgeçler kullanılmıştır. Ön işlem sonrasında örneklerin yüzeyindeki su kaba filtre kağıdı ile kurulandıktan sonra tartım alınmıştır. Ayrıca ön işlem görmüş olan örneklerin kuru madde değerleri, su kaybı, katı madde artışı hesaplamalarında

kullanılmak üzere, fanlı etüvde (NST-120, Ankara) 105 °C' de, sabit ağırlığa ulaşınca kadar tutulmasıyla oluşan ağırlık kaybına göre hesaplanmıştır (AOAC, 1995). Çalışmanın ikinci aşamasında hiç ön işlem görmemiş olan ve ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemi görmüş olan balkabağı örnekleri, sırasıyla sıcak hava kurutma, vakum kurutma ve dondurarak kurutma işlemlerine tabii tutulmuştur.

3.2.2 Geleneksel Sıcak Havada Kurutma

Ön işlem uygulanmamış ve ön işlem uygulanmış örnekler 60 °C'de fanlı etüvde (NST-120, Ankara) sıcak hava ile kurutulmuştur. Sıcak hava ile kurutmada belirli aralıklarda ağırlık ölçümü yapılmıştır. Örnekler % 10 yaş baz (y.b.) değerinin altında nem oranına ulaşana kadar kurutma işlemine devam edilmiştir.

3.2.3 Dondurarak Kurutma

Ön işlem uygulanmamış ve ön işlem uygulanmış örnekler -20 °C'de dondurucuda 2 saat bekletildikten sonra, laboratuvar ölçekli liyofilizatörde (FreeZone 2.5L 7670530, Labconco) 0,2 mBar vakum altında, -50°C yoğunlaştırıcı sıcaklığında kurutulmuştur. Örnekler % 10 yaş baz (y.b.) değerinin altında nem oranına ulaşana kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Örneklerin optimum kurutma süresi yapılan ön denemeler ile belirledikten sonra, her koşul için 3 tekrar yapılmıştır.

3.2.4 Vakum Kurutma

Ön işlem uygulanmamış ve ön işlem uygulanmış örnekler 60 °C'de vakum (100mbar) kurutma (Memmert VO 200, Germany) ile kurutulmuştur. Örnekler % 10 yaş baz (y.b.) değerinin altında nem oranına ulaşana kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. Örneklerin optimum kurutma süresi yapılan ön denemeler ile belirledikten sonra, her koşul için 3 tekrar yapılmıştır.

3.3. Uygulanan Analizler

3.3.1 Nem Değerinin Belirlenmesi

Örneklerin nem içeriği fanlı etüvde (NST-120, Ankara) 105 °C' de, sabit ağırlığa ulaşınca kadar tutulmasıyla oluşan ağırlık kaybına göre hesaplanmıştır (AOAC, 1995).

3.3.2. Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Parametrelerinin Hesaplanması

Örneklere ait ağırlık kaybı (AK), su kaybı (SK), katı madde artışı (KMA) hesaplamaları için sırasıyla aşağıda verilen Eşitlik 1.1, 2.1 ve 3.1 kullanılmıştır (Fernandes ve ark., 2008; Garcia-Noguera ve ark., 2010; Karizaki ve ark., 2013).

$$AK = \frac{M_0 - M_t}{M_0} \cdot 100 \quad (1.1)$$

$$SK = \frac{(M_0 \cdot X_{i,su} - M_t \cdot X_{t,su})}{M_0} \cdot 100 \quad (2.1)$$

$$KMA = \frac{(M_t \cdot X_{t,katı} - M_0 \cdot X_{i,katı})}{M_0} \cdot 100 \quad (3.1)$$

Burada,

M_0 : Örneğin başlangıç ağırlığı (g)

M_t : Örneğin uygulanan ön işlem sonundaki ağırlığı (g)

$X_{i,su}$: Örneğin başlangıç nem içeriği (g su/g toplam örnek ağırlığı)

$X_{t,su}$: Örneğin t anındaki (son) nem içeriği (g su/g toplam örnek ağırlığı)

$X_{i,katı}$: Örneğin başlangıç kuru madde oranı (g km/g toplam örnek ağırlığı)

$X_{t,katı}$: Örneğin t anındaki (son) kuru madde oranını (g km/g toplam örnek ağırlığı) ifade etmektedir.

3.3.3. Renk Analizi

Örneklerin taze olarak, ön işlem gördükten sonra ve kurutma sonrasında L^* (açıklık-koyuluk), $+a^*$ (kırmızılık-yeşillik), $+b^*$ (sarılık-mavilik) renk değerleri Conica Minolta CR 400 serisi renk ölçer ile belirlenmiştir. Her örneğin dört farklı noktasından ölçüm yapıp ortalaması alınmıştır. Renk ölçümleri üç tekrar halinde gerçekleştirilmiştir. Örneklerin kroma ve hue açısı değerleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$Hue = \arctg(b^*/a^*), \text{ for } a^*, b^* > 0 \quad (4.1)$$

$$Kroma = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (5.1)$$

3.3.4. Rehidrasyon Kapasitesinin Belirlenmesi

Rehidrasyon eğrileri kurutulmuş örneğin kaynayan su içerisine daldırılması ile elde edilmiştir. Bu amaçla örnek ağırlığının 40 katı distile su kullanılmıştır. Örnekler 30., 60., 90., 120. ve 150. saniyelerde çıkarılıp, yüzeyindeki su yumuşak bir biçimde bir filtre kağıdı yardımı ile kurulandıktan sonra tartılmıştır. Rehidrasyon oranı ıslak ürün ağırlığının kuru ürün ağırlığına bölünmesiyle, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Prakash ve ark., 2004; Perez ve Schmalko, 2009).

$$\text{Rehidrasyon oranı} = M_r / M_d \quad (6.1)$$

Burada;

M_r : Islak ürün ağırlığı (gr)

M_d : Kurutulmuş ürün ağırlığını (gr) göstermektedir.

Deneysel olarak elde edilen verilerin Çizelge 4’de verilen 3 farklı modele uyumu incelenmiştir. Modeldeki katsayılar MATLAB 7.9.0. (R2009b) programı kullanılarak, doğrusal olmayan regresyon analizi ile hesaplanmıştır. Deneysel verilere en uygun modelin belirlenmesi için RMSE (ortalama karesel hatanın karekökü), SSE (standart hata kareleri toplamı) ve R^2 (belirleme katsayısı) hesaplanmıştır. RMSE ve SSE değerleri sıfıra, R^2 değeri ise 1’e yakın olan model en uygun model olarak nitelendirilir.

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan rehidrasyon modelleri

Model Adı	Model Eşitliği	Referans	Eşitlik No
Peleg	$M = M_0 + \frac{t}{k_1 + k_2 t}$	Peleg, 1988	(1)
Weibull	$M = M_e + (M_0 - M_e) \exp \left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha \right]$	Goula ve Adamopoulos (2009)	(2)
Birinci-derece	$M = M_e + (M_0 - M_e) \exp(-Kt)$	Apar ve ark., (2009)	(3)

Bu eşitliklerde, M , rehidrasyonun t zamanında örneğin nem içeriğini (kg H_2O /kg kuru madde), M_0 rehidre edilmemiş örneğin başlangıç nem içeriğini (kg H_2O /kg kuru madde), M_e denge nem içeriğini (kg H_2O /kg kuru madde), t rehidrasyon zamanını ifade etmektedir. Peleg eşitliğinde yer alan k_1 [dk. (kg kuru madde/kg H_2O)] Peleg hız sabiti, k_2 [kg kuru madde/kg H_2O] Peleg kapasite sabitidir.

$$M_e = M_0 + \frac{1}{k_2} \quad (7.1)$$

Weibull eşitliğinde yer alan α modelin şekil parametresini (scale parametre), β ise hız (scale) parametresini ifade etmektedir.

3.3.5. SEM Analizi Bulguları

Taze ve kurutulmuş son ürünlerin iç yapıları taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Hitachi SU1510, Tokyo, Japan) kullanılarak incelenmiştir. Örneklerin 100x büyütmede (magnifikasyon) (15 kV) SEM görüntüleri kaydedilmiştir.

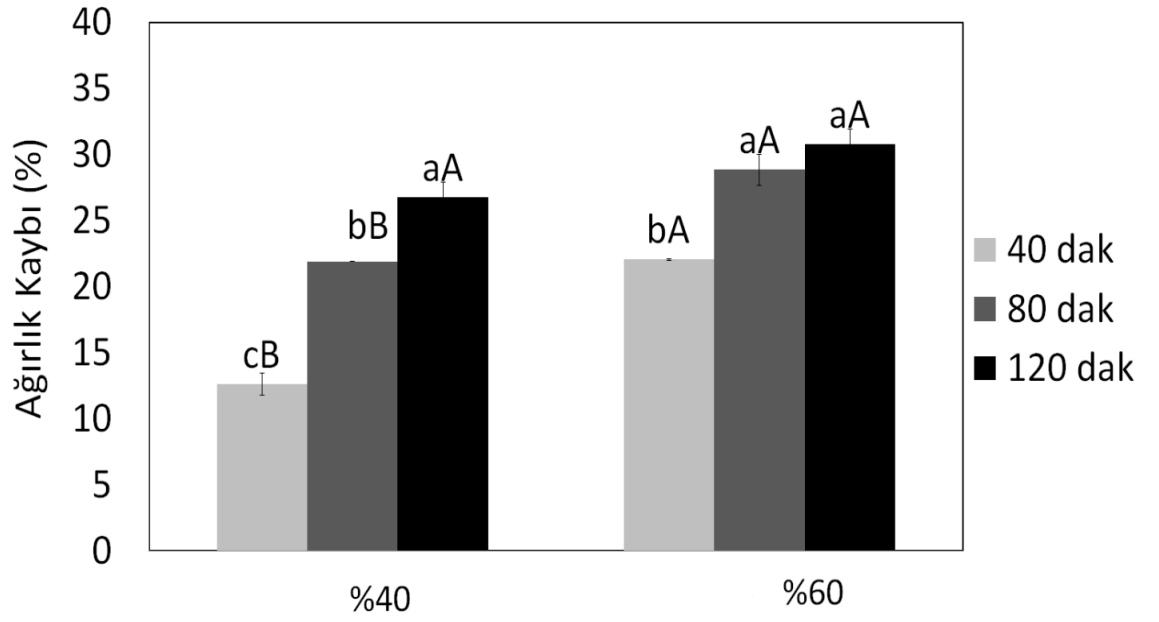
3.3.6. İstatistiksel analizler

Analizlerden elde edilen sonuçlar Minitab17 istatistik paket programı kullanılarak istatistiki değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Varyans analiz tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki farklar belirlenmiştir. Önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi'yle karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Uygulanan ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemleri sonrasında balkabağı örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı (%), su kaybı (%) ve katı madde artışı (%) değerleri hesaplanmıştır. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında ozmotik kurutma işlemi sırasında ağırlık kaybı, su kaybı, katı madde kazanımı değerlerinin, ürün tipi, çözünen maddenin özellikleri, çözelti konsantrasyonu, işlem süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilendiği görülmektedir (Us, 2006; Pekoslawska ve Lenart, 2009; Lee ve Lim, 2011; Abraao ve ark., 2013; Topdaş ve Ertugay, 2013).

Ultrases destekli ozmotik kurutma sırasında balkabağı dilimlerinin yüzde ağırlık değişimleri Şekil 4.1’de verilmektedir. Örneklerdeki ağırlık kaybında ozmotik çözeltinin konsantrasyonunun, ön işlem süresinin ve ozmotik çözeltinin konsantrasyonu x süre interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Ek 1.A). %40 şeker çözeltisi içerisinde, artan ön işlem süresi ile % ağırlık kaybı değerleri de önemli ölçüde artmaktadır (Ek 1.B). % 60 şeker çözeltisi içerisinde ise ön işlem süresinin 40’tan 80 dakikaya yükselmesi ağırlık kaybını önemli oranda artırırken, ön işlem süresinin 80’den 120 dk ‘ya yükselmesi ağırlık kaybında istatistiksel açıdan önemli bir artış oluşturmamıştır (Ek 1.C). 40 ve 80 dk ön işlem uygulaması sonucu, ozmotik çözelti konsantrasyonunun artışı ile % ağırlık kaybı önemli oranda artarken, 120 dakika ön işlem uygulamasında çözelti konsantrasyonunun artışı ile ortaya çıkan değişim önemsiz bulunmuştur (Ek 1. D-F). Liu ve ark. (2014), sakaroz (60 Briks) çözeltisi içerisinde havuç dilimlerini 60 dakika süre ile ultrasonik destekli ozmotik kurutma işlemine tabi tutmuşlar, ağırlık kaybının ilk 30 dakika içerisinde hızla arttığını sonrasında ise artış hızının yavaşladığını rapor etmişlerdir. Bunun işlemin başlangıcındaki ozmotik basıncın yüksek olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Xin ve ark. (2013), brokoli örneklerini 35°C’de NaCl (%3) ve CaCl₂ (%1) içeren trehaloz (trehalose) şurubu (%40) içerisinde 2 saat ozmotik kurutmaya tabi tutmuşlar, işlemin ilk aşamasında brokoli hücrelerindeki ozmotik basıncın dış ortama göre düşük olmasından dolayı su kaybı hızının yüksek olduğunu, ancak ilerleyen sürelerde çözelti içerisinde bulunan çözünen madde moleküllerinin doku içine difüzyonunun brokoliden su kaybını azaltacak ekstra resistant yaratmasından dolayı su kaybı hızının yavaşladığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.1 % 40 ve % 60'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde 40, 80 ve 120 Dakika Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerleri. *Varyans analizi önemlilik düzeyleri¹*

Elde edilen sonuçların literatür ile de uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Gürbüz (2006), yapmış olduğu çalışmasında 1x1x1 cm'lik küpler halinde kesilmiş balkabağı dilimlerini şeker çözeltileri (%40, %50, %60) ve bu şeker çözeltilerine tuz ilave edilerek (%0.5, %1.0, %2.0) hazırlanmış olan ozmotik çözeltiler içerisinde oda sıcaklığında farklı sürelerde ozmotik kurutmaya tabi tutmuş ve %40 şeker çözeltisi içerisinde ağırlık kayıplarını 30 dk, 90 dk ve 120 dk için sırası ile %6.34, %14.98 ve %18.40 (g/g örnek) olarak tespit etmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada şeker çözeltisinin konsantrasyonunun artması ile ağırlık kaybı değerlerinin de arttığı görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen ağırlık kaybı değerleri %12.0 ve %31.59 arasında değişmektedir. Ağırlık kaybı değerlerinin daha yüksek olmasında, uygulanan ön işlemdaki ultrasesin etkisi de vardır. Ozmotik kurutma ile birlikte uygulanan ultrasesin difüzyonu önemli düzeyde artırdığı bilinmektedir (Gürbüz, 2006).

¹ a-c: farklı küçük harfler aynı şeker çözeltisi için farklı ön işlem sürelerine ait ortalamalar arasında anlamlı farklılık olduğunu; farklı büyük harfler ise aynı ön işlem süresi için farklı şeker çözeltilerine ait ortalamalar arasında anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$)

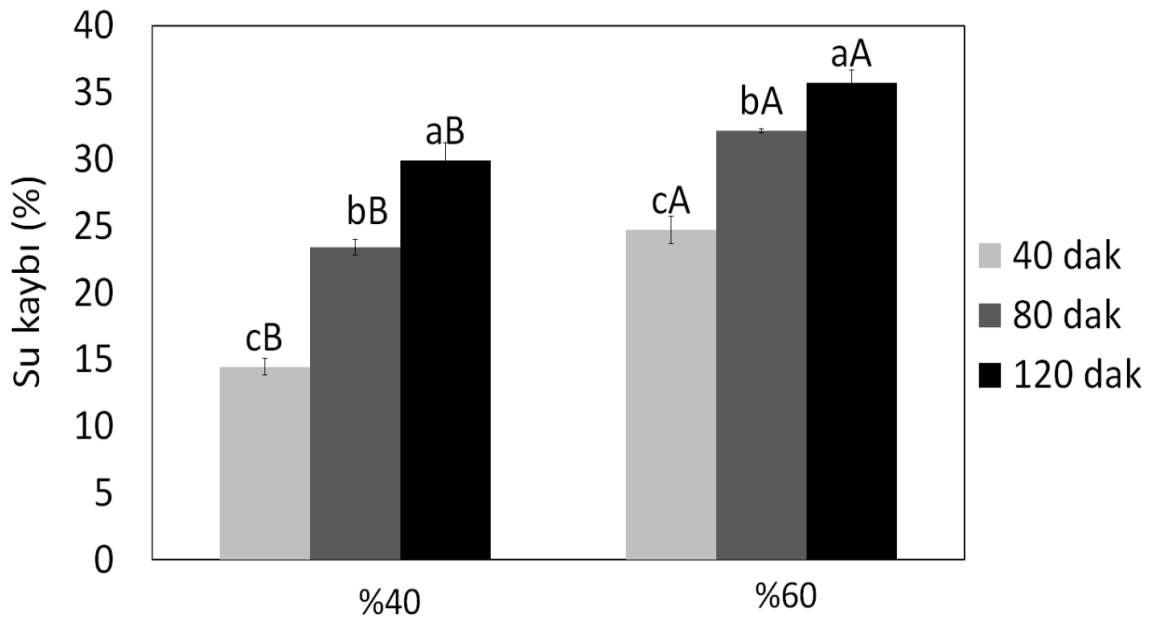
Topdaş ve Ergutay (2013), farklı konsantrasyonlardaki (25, 50 ve 70 Briks) sakkaroz çözeltisi içerisinde, ozmotik kurutma ve ultrases destekli ozmotik kurutma işlemlerinin kayısların ağırlık azalması üzerine etkisini incelemişler ve yaptıkları çalışmada ultrasesten yardım alınarak gerçekleştirilen kurutmanın normal ozmotik kurutma işlemiyle karşılaştırıldığında ağırlık kaybını önemli ölçüde arttırdığını gözlemişlerdir. 70 Brikste ozmotik kurutma işlemi uygulanan kayısı örnekleri 100 dakika da yaklaşık olarak %9 ağırlık kaybına uğrarken, aynı konsantrasyonda ultrases destekli ozmotik kurutma işlemi uygulanmış kayısı örneklerindeki ağırlık kaybı yaklaşık %20 olarak tespit edilmiştir.

Örneklerin su kaybı değerleri Şekil 4.2'de gösterilmektedir. Örneklerdeki su kaybı değerleri üzerinde ozmotik çözelti konsantrasyonu, ön işlem süresi ve ozmotik çözelti konsantrasyonu x ön işlem süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Ek 2A). Artan ön işlem süresi ile ve artan şeker konsantrasyonu ile örneklerin su kaybı değerlerinin önemli derecede arttığı görülmektedir (Ek 2B-F). Literatüre bakıldığında, farklı ürünlere uygulanan ozmotik kurutma işlemi sırasında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Mandala ve ark. (2005), elmayı, %30 ve %45'lik glikoz ve sakkaroz çözeltileri içerisinde, 40°C'de farklı sürelerde (3, 12 ve 18 saat) ozmotik kurutma işlemine tabi tutmuşlar ve örneklerdeki su kaybının işlem süresi arttıkça arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca glikoz çözeltisi içerisindeki işlemde ana etki şeker kazanımı olsa da, glikoz çözeltisinin konsantrasyonunun artması ile elmaya uygulanan ozmotik basıncın artmış olmasından dolayı artan su hareketliliği sonucu su kaybı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Riva ve ark. (2005), küp şeklinde kesilmiş olan kayısıları %60'lık (g/g) sakkaroz çözeltisi içerisinde 25°C'de 30 ve 60 dakika sürelerde ozmotik kurutmaya tabi tutmuşlar ve artan işlem süresi ile örneklerin su kaybı değerlerinin de arttığını gözlemişlerdir. Topdaş ve Ertugay (2013), ultrases destekli ozmotik kurutma işlemi sırasında kayısların, ozmotik basınç farkı nedeni ile difüzyon yolu ile su kaybettiğini ve artan çözelti konsantrasyonu (25, 50 ve 70 Briks) ve işlem süresi (20, 40, 60, 80 ve 100 dk) ile su kaybının da arttığını rapor etmişlerdir.

Mierzwa ve Kowalski (2016), elma dilimlerine kurutma öncesinde, %40'lık fruktoz ve d-sorbitol çözeltileri (35°C) içerisinde 120 dakika süre ile ozmotik kurutma ve

ultrases (25 kHz) destekli ozmotik kurutma işlemi uygulamışlar ve her iki ön işlem süresince örneklerdeki su kaybının zamanla arttığını, ayrıca ultrases destekli ozmotik kurutma işlemi ile ozmotik kurutmaya göre örneklerdeki su kaybının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Xin ve ark. (2013), brokoli örneklerinde, 35°C’de NaCl (%3) ve CaCl₂ (%1) içeren trehaloz (trehalose) şurubu (%40) içerisinde ozmotik kurutma ile 2 saat sonucunda elde ettikleri su oranına, ultrases (40kHz) destekli ozmotik kurutmaya 40 dakikada ulaştıklarını bildirmişlerdir. Bu durumun ultrasesin uygulanmasıyla suda oluşan akustik kavitasyon etkisinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Rodrigues ve ark. (2009), ultrasesin ve ozmotik kurutma işleminin, sapota meyvesinin (*A. sapota* L.) doku yapısına etkilerini incelemek amacı ile, dilimler halinde kesilmiş olan sapota meyvesini distile su içerisinde ve farklı konsantrasyonlardaki (35, 70 Briks) sakkaroz çözeltileri içerisinde 10, 20 ve 30 dakika süreler ile ultrases dalgasına (25 kHz) maruz bırakmışlardır. Yapılan çalışmada, su kaybının yalnızca 70 Briks’lik çözelti içerisinde artan süre ile arttığı gözlenmiştir. Diğer koşullarda ise meyvenin ortamdaki su aldığı tespit edilmiş, bunun ise meyvenin yüksek sakkaroz ($250 \pm 50 \text{ g kg}^{-1}$, kuru baz) içeriği ile ilgili olabileceği vurgulanmıştır. Ultrasonik muamele sonucu, distile su kullanıldığında meyvenin doku yapısını koruyabildiği ancak ozmotik çözelti kullanıldığında meyve içerisinde mikroskobik kanalların oluşmasına neden olacak şekilde, doku yapısında ciddi değişiklikler olduğu rapor edilmiştir. 70 Briks’lik çözelti içerisinde ultrases uygulama süresinin artması ile yapıdaki bu değişikliğin su kaybını artırdığı belirtilmiştir. Garcia-Noguera ve ark. (2010), ultrases destekli ozmotik kurutma işlemi sırasında çileklerde görülen su kaybının artan çözelti konsantrasyonu (%25 ve %50 sakkaroz) ile arttığını belirlemişlerdir. Aynı çalışmada ön işlem süresinin etkisi de incelenmiş ve ön işlem süresinin (10-45 dakika) etkisinin çözelti konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği, düşük konsantrasyonda sürenin etkisiz olduğu, yüksek konsantrasyonda ise artan süre ile su kaybının da arttığı tespit edilmiştir. Düşük konsantrasyonda sürenin etkisiz oluşunun düşük ozmotik basınç gradientinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Aynı çalışmada ultrason uygulanması ile örnek içerisinde mikrokannallar oluştuğu, ve 25 kHz frekansa sahip ultrases uygulandığında benzer çözelti konsantrasyonu ve ön işlem süresinde örneklerdeki su kaybının ozmotik kurutmaya göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

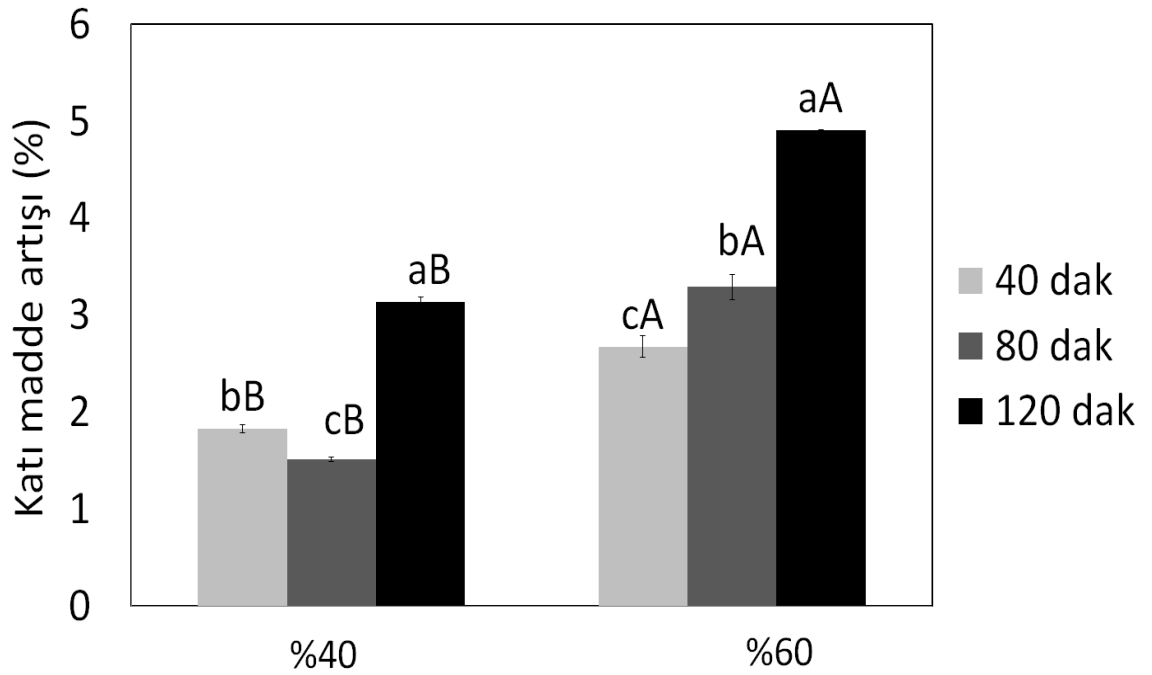
Ancak ultrases frekansının 40 kHz'e çıkarılması ile benzer koşullarda daha düşük su kaybı değerleri tespit edilmiş ve bu durumun çilek dokusunda, yüksek frekans nedeniyle sakarozun mikrokanallara girerek dokular arası hücresel yüzeyleri kaplamasına neden olacak büyük hasarların oluşmasından kaynaklanabileceği rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, ozmotik çözelti konsantrasyonu, işlem süresi, ultrases frekansı gibi ön işlem parametrelerinin örneklerin hücre yapısını önemli düzeyde etkilediği ve buna bağlı olarak su kaybı ve katı kazancı değerlerini etkilediği açıktır.



Şekil 4.2 % 40 ve % 60 'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde 40, 80 ve 120 Dakika Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerleri. *Varyans analizi önemlilik düzeyleri*² Örneklerin katı madde artışı değerleri Şekil 4.3'de gösterilmektedir. Örneklerdeki katı madde artışı değerleri üzerinde ozmotik çözelti konsantrasyonu, ön işlem süresi ve ozmotik çözelti konsantrasyonu x ön işlem süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Ek 3A). %60'lık şeker çözeltisi içerisinde bulunan balkabağı örneklerinde gözlenen katı madde artışının %40'lık şeker çözeltisi

² a-c: farklı küçük harfler aynı şeker çözeltisi için farklı ön işlem sürelerine ait ortalamalar arasında anlamlı farklılık olduğunu; farklı büyük harfler ise aynı ön işlem süresi için farklı şeker çözeltilerine ait ortalamalar arasında anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0,05)

içerisinde bulunan balkabağına oranla daha fazla olduğu gözlenmektedir. %40 şeker çözeltisi içerisinde, işlem süresinin 40'tan 80 dakikaya artması ile birlikte, katı madde artışının istatistiksel açıdan önemli derecede azaldığı, 120 dakikada uygulanan işlem süresinde ise katı madde artışının, 40 ve 80 dakikalık işlem sürelerine oranla önemli derecede arttığı gözlenmiştir (Ek 3B). %60 şeker çözeltisinde ise artan işlem süresi ile katı madde artışı (%) değerleri önemli ölçüde artmaktadır (Ek 3C). Her bir süre için artan şeker konsantrasyonu ile örneklerin katı madde artışı değerlerinin önemli derecede arttığı görülmektedir (Ek 3D-F).



Şekil 4.3 % 40 ve % 60 'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde
40, 80 ve 120 Dakika Süreler

İle Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerleri. *Varyans analizi önemlilik düzeyleri*³ Gürbüz (2006), balkabağı dilimlerini şeker çözeltileri içerisinde oda sıcaklığında 4 saat süre ile ozmotik kurutmaya tabi tutmuş ve %40, %50 ve %60'luk şeker çözeltileri içerisindeki katı madde artışı değerlerini sırası ile 25.52, 29.39 ve 36.37

³ a-c: farklı küçük harfler aynı şeker çözeltisi için farklı ön işlem sürelerine ait ortalamalar arasında anlamlı farklılık olduğunu; farklı büyük harfler ise aynı ön işlem süresi için farklı şeker çözeltilerine ait ortalamalar arasında anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$)

g/g ilk kuru madde olarak rapor etmiştir. Çözeltilerdeki şeker artışının katı madde artışı değerlerini artırdığı görülmektedir. Lee ve Lim (2011), ozmotik dehidrasyon işlemi sırasında, artan sakaroz konsantrasyonu (%30, 45 ve 60) ve işlem süresi (90, 150, 210 dakika) ile balkabağı (*Cucurbita moschata*) örneklerinde su kaybı ve katı kazanımı değerlerinin arttığını göstermişlerdir. Falade ve Shogaolu (2008), balkabağı dilimlerini (*Cucurbita maxima*) 27°C'deki 40, 50 ve 60 %'lik şeker çözeltileri içerisinde 10 saat süre ile ozmotik kurutmaya tabi tutmuş ve artan şeker konsantrasyonu ile su kaybı, ve ağırlık kaybı değerlerinin önemli derecede arttığını, katı kazancı değerlerindeki artışın ise istatistiksel açıdan önemsiz olduğunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri katı kazancı değerleri 0.082 ve 0.127 kg/kg çözünür kuru madde (taze meyvede) arasında bulunmuştur. Benzer şekilde 40°C'de farklı konsantrasyonlardaki (40-60 Briks) şeker çözeltisi içerisinde 6 saat süre ile ozmotik kurutmaya tabi tutulan balkabağı dilimlerinin su kaybı ve katı kazancı değerlerinin artan şeker konsantrasyonu ile arttığı bildirilmiştir (Abraao ve ark., 2013).

Rodrigues ve ark. (2009), dilimler halinde kesilmiş olan sapota meyvesini, distile su içerisinde ve farklı konsantrasyonlardaki (35, 70 Briks) sakkaroz çözeltileri içerisinde 10, 20 ve 30 dakika süreler ile ultrases dalgasına (25 kHz) maruz bırakmışlardır. Distile su içerisinde ultrases uygulamasında, artan süre ile meyveden katı madde kaybının arttığı belirlenmiştir. 35 Briks'lik çözelti içerisinde, artan süre ile katı madde kazancı oluyorsa da, toplamda meyveden, distile su ile benzer şekilde, katı madde kaybı olduğu rapor edilmiştir. Ancak 70 Briks'lik çözelti içerisinde, 10 dakikalık ultrases uygulamasından sonra meyvenin katı madde kazancı artmış ve 30 dakika sonunda katı madde kazanım oranı %10 olarak tespit edilmiştir. Bu durumun yüksek ozmotik gradient ile birleşen ultrasesin, meyvenin yoğun hücreleri (dense cells) üzerinde büyük bir etkisi olmasından ve meyve içerisinde oluşan mikroskobik kanalların, artan işlem süresi ile genişlemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Topdaş ve Ertugay (2013), farklı konsantrasyonlardaki (25, 50 ve 70 Briks) sakaroz çözeltisi içerisinde ultrases destekli ozmotik kurutma işlemi sırasında, kayıpların çözeltilerden gıdaya çözünen difüzyonu ile şeker kazandığını ve artan çözelti konsantrasyonu ve işlem süresi (20, 40, 60, 80 ve 100 dak) ile % şeker kazanımı değerinin de arttığını rapor etmişlerdir. Ultrases destekli ozmotik kurutmanın tek başına uygulanan ozmotik kurutmaya göre şeker kazanımını artırdığı gözlenmiştir.

70 Briks'te 100 dakikalık ozmotik kurutma işlemi sonrasında, kayısı örneklerinin şeker kazanımı %4-5 civarında iken, ultrases destekli ozmotik kurutma işlemi uygulanmış kayısı örneklerindeki şeker kazanımı yaklaşık %9-10 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada balkabağı dilimlerinin %60'lık sakaroz çözeltisi içerisinde 120 dakika süre ile ultrases destekli ozmotik kurutulması sonrasında şeker kazanımı değeri %4.9 olarak tespit edilmiştir.

4.1 Rehidrasyon Analizi Bulguları

Kurutma yöntemi (Kumar ve ark., 2001; Maskan 2001), ön işlem uygulaması (Gürbüz, 2006; İntepe, 2010), rehidrasyon suyu sıcaklığı (Üstün ve ark., 1999; Kaymak-Ertekin, 2002; İntepe, 2010; Demiray ve Tülek, 2014; Aral ve Beşe, 2016), rehidrasyon ortamı (Gürbüz, 2006; İntepe, 2010) gibi faktörler kurutulmuş ürünün rehidrasyon yeteneği üzerinde etkilidir.

Ön işlem görmeden kurutulmuş olan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon oranları Çizelge 4.1'de verilmektedir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda rehidrasyon süresinin, örneklerin rehidrasyon oranı üzerinde önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir (Ek 4). Sıcak hava ile kurutulmuş örnekler tarafından emilen su miktarının artan rehidrasyon süresi ile arttığı ve 150 saniye sonunda yaklaşık 2.04 g ıslak ağırlık/g kuru ağırlık değerine ulaştığı görülmektedir. Perez ve Schmalko (2009), sıcak havada (50, 60 ve 70°C) kurutulmuş balkabağı (*Cucurbita maxima*) örneklerinin kaynayan su içerisinde 150 saniye içerisindeki rehidrasyon oranını yaklaşık 2 kg su/ kg katı madde olarak tespit etmişlerdir. Vakumda kurutulan örneklerin rehidrasyon oranı 120. saniyeye kadar önemli derecede artış göstermiş sonrasında ise yaklaşık olarak sabit kalmıştır. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, benzer şekilde, kurutulmuş meyve, sebze örneklerinin rehidrasyon hızlarının başlangıçta yüksek olduğu, işlemin sonuna doğru ise azalmakta olduğu rapor edilmiştir (Kaymak-Ertekin, 2002; Noshad ve ark., 2012; Demiray ve Tülek, 2014). Serement ve ark. (2016), 25 mm çapında ve 5 mm kalınlığında kesildikten sonra farklı yöntemlerle (sıcak hava, sıcak hava-mikrodalga kombinasyon kurutma) kurutulan balkabağı dilimlerini, soğuk su içerisinde 200 dakika süre ile rehidre etmişler ve örneklerin ilk 30 dakika içerisinde hızla su aldıktan sonra kurutma yöntemine göre değişen, maksimum bir rehidrasyon oranına ulaştığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada dondurarak kurutulmuş örnekler için rehidrasyon oranı ilk

90 saniye içinde önemli derecede artmış sonrasında ise yaklaşık olarak sabit kalmıştır.

Dondurarak kurutulan örneklerin ilk anda hızla su alarak diğer örneklerden daha yüksek rehidrasyon oranına ulaştığı ve 150 saniye sonundaki rehidrasyon oranının sıcak hava ve vakumda kurutulanlara göre 4.4-4.9 kat yüksek olduğu tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında benzer şekilde dondurularak kurutulan kivi (Ergün ve ark., 2016), çilek (Meda ve Ratti, 2005), havuç (Erbay ve ark., 2009) örneklerinin hızla rehidre olduklarının rapor edildiği görülmektedir. Kumar ve ark., (2001), küp şeklinde (1 cm³) kesilmiş olan balkabağı dilimlerini sıcak hava (60°C) ile ve dondurarak kurutma yöntemi ile kuruttukları çalışmalarında, dondurarak kurutulan örneklerin sıcak hava ile kurutulanlara göre soğuk su içerisindeki rehidrasyon hızının daha yüksek olduğunu ve daha yüksek rehidrasyon oranına sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.1 Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon oranları (g ıslak ağırlık/g kuru ağırlık)

Kurutma Yöntemi	0	30	60	90	120	150
Sıcak hava	1.00 ^f ±0	1.37 ^e ±0.035	1.57 ^d ±0.018	1.75 ^c ±0.021	1.91 ^b ±0.007	2.04 ^a ±0.029
Vakum	1.00 ^e ±0	1.32 ^d ±0.034	1.48 ^c ±0.011	1.62 ^b ±0.008	1.77 ^a ±0.036	1.83 ^a ±0.037
Dondurarak Kurutma	1.00 ^d ±0	3.78 ^c ±0.872	5.66 ^{bc} ±0.396	6.91 ^{ab} ±0.499	7.97 ^a ±1.408	8.98 ^a ±0.976

* *Varyans analizi önemlilik düzeyleri: aynı satırda yer alan farklı küçük harfler, rehidrasyon oranı değerleri arasında anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0.05)*

40 ve 60 % şeker konsantrasyonlu çözeltileri içerisinde ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulduktan sonra farklı yöntemlerle kurutulmuş olan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon oranları sırası ile Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'de gösterilmektedir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda rehidrasyon süresinin, örneklerin rehidrasyon oranı üzerinde önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir (Ek 5).

Ön işlem görmüş örneklerin rehidrasyon oranlarına bakıldığında her koşul için dondurarak kurutulmuş örneklerin rehidrasyon oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Vakumda kurutma yöntemi örneklerde sıcak havada kurutma ile

benzer veya daha yüksek rehidrasyon değerleri sağlamıştır. Sıcak havada ve vakumda kurutulan örnekler için ön işlem süresinin ve ozmotik çözeltinin şeker konsantrasyonunun kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon oranları üzerine belirgin bir etkisinden bahsetmek mümkün değildir. Ancak liyofilizatörde kurutulan örnekler için artan ön işlem süresi ve artan ozmotik çözelti şeker konsantrasyonu ile kurutulmuş örneklerin rehidrasyon oranlarının azaldığı görülmektedir. Ricce ve ark., (2016), 4mm kalınlığında kesilerek 23 °C’de, ultrasonik banyoda (41 W/L; 25kHz) 30 ve 60 dakika süre ile ön işleme tabi tutulan havuç örneklerini sıcak hava (40, 60 °C) ile kuruttuktan sonra rehidrasyon özelliklerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda hem uygulanan ultrases ön işleminden hem de kurutma sıcaklığından kaynaklanan yapısal değişimin örneklerin rehidrasyon hızını etkilediğini, 60°C kurutma sıcaklığının örneğin yapısında oluşturduğu değişimin ultrases işleminin etkisinden büyük olması nedeni ile ultrases işlem süresinin rehidrasyon yeteneği üzerinde etkisinin gözlenemediğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.2 40 % şeker çözeltisinde ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulduktan sonra farklı yöntemlerle kurutulmuş olan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon oranları (g ıslak ağırlık/g kuru ağırlık)

Kurutma Yöntemi	Ön işlem süresi (dak)	Rehidrasyon Süresi (sn)					
		0	30	60	90	120	150
Sıcak hava	40	1.00 ^d ±0.000	1.08 ^{cd} ±0.039	1.12 ^{bc} ±0.008	1.16 ^b ±0.025	1.20 ^{ab} ±0.034	1.23 ^a ±0.022
	80	1.00 ^d ±0.000	1.07 ^{cd} ±0.030	1.10 ^{bc} ±0.034	1.15 ^{abc} ±0.040	1.17 ^{ab} ±0.078	1.21 ^a ±0.068
	120	1.00 ^b ±0.000	1.04 ^{ab} ±0.051	1.08 ^{ab} ±0.061	1.16 ^{ab} ±0.110	1.18 ^{ab} ±0.150	1.23 ^a ±0.129
Vakum	40	1.00 ^f ±0.000	1.09 ^e ±0.004	1.16 ^d ±0.002	1.23 ^c ±0.007	1.30 ^b ±0.021	1.38 ^a ±0.026
	80	1.00 ^e ±0.000	1.06 ^d ±0.010	1.11 ^{cd} ±0.022	1.14 ^{bc} ±0.001	1.18 ^b ±0.004	1.23 ^a ±0.020
	120	1.00 ^d ±0.000	1.12 ^{cd} ±0.060	1.19 ^{bc} ±0.044	1.27 ^{abc} ±0.013	1.34 ^{ab} ±0.030	1.41 ^a ±0.039
Dondurarak kurutma	40	1.00 ^c ±0.000	1.78 ^b ±0.035	2.11 ^b ±0.132	2.34 ^{ab} ±0.030	2.64 ^{ab} ±0.132	2.88 ^a ±0.268
	80	1.00 ^d ±0.000	1.54 ^{cd} ±0.131	1.98 ^{bc} ±0.186	2.26 ^{ab} ±0.231	2.48 ^{ab} ±0.272	2.76 ^a ±0.271
	120	1.00 ^b ±0.000	1.36 ^{ab} ±0.174	1.61 ^{ab} ±0.265	1.80 ^{ab} ±0.325	1.93 ^a ±0.349	2.03 ^a ±0.353

* Varyans analizi önemlilik düzeyleri: aynı satırda yer alan farklı küçük harfler, rehidrasyon oranı değerleri arasında anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir ($p<0.05$)

Çizelge 4.3 60 % şeker çözeltisinde ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulduktan sonra farklı yöntemlerle kurutulmuş olan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon oranları (g ıslak ağırlık/g kuru ağırlık)

Kurutma Yöntemi	Ön işlem Süresi (dak)	Rehidrasyon Süresi (sn)					
		0	30	60	90	120	150
Sıcak hava	40	1.00 ^c ±0.000	1.17 ^{bc} ±0.014	1.24 ^{abc} ±0.079	1.30 ^{ab} ±0.126	1.39 ^{ab} ±0.150	1.48 ^a ±0.147
	80	1.00 ^d ±0.000	1.08 ^{cd} ±0.034	1.10 ^c ±0.010	1.13 ^{bc} ±0.010	1.17 ^{ab} ±0.025	1.22 ^a ±0.022
	120	1.00 ^a ±0.000	1.05 ^a ±0.006	1.07 ^a ±0.012	1.09 ^a ±0.012	1.13 ^a ±0.08	1.17 ^a ±0.008
Vakum	40	1.00 ^e ±0.000	1.10 ^d ±0.014	1.17 ^c ±0.021	1.23 ^b ±0.021	1.29 ^a ±0.039	1.36 ^a ±0.024
	80	1.00 ^d ±0.000	1.11 ^{cd} ±0.007	1.20 ^{bc} ±0.047	1.28 ^{ab} ±0.047	1.34 ^a ±0.031	1.39 ^a ±0.054
	120	1.00 ^d ±0.000	1.06 ^{cd} ±0.013	1.10 ^{bc} ±0.021	1.13 ^{abc} ±0.021	1.16 ^{ab} ±0.040	1.18 ^a ±0.035
Dondurarak kurutma	40	1.00 ^d ±0.000	1.40 ^c ±0.003	1.59 ^{bc} ±0.069	1.69 ^{abc} ±0.069	1.84 ^{ab} ±0.118	1.99 ^a ±0.157
	80	1.00 ^b ±0.000	1.19 ^{ab} ±0.080	1.35 ^{ab} ±0.262	1.52 ^{ab} ±0.262	1.65 ^a ±0.260	1.68 ^a ±0.227
	120	1.00 ^b ±0.000	1.09 ^{ab} ±0.063	1.14 ^{ab} ±0.089	1.17 ^{ab} ±0.089	1.21 ^{ab} ±0.090	1.26 ^a ±0.107

* *Varyans analizi önemlilik düzeyleri: aynı satırda yer alan farklı küçük harfler, rehidrasyon oranı değerleri arasında anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir (p<0.05)*

Ultrases destekli ozmotik ön işlem görmemiş olan balkabağı dilimlerinin, ön işlem görmüş olanlar ile karşılaştırıldığında daha yüksek rehidrasyon oranlarına sahip olduğu görülmektedir. Literatüre bakıldığında farklı ön işlemler uygulanarak kurutulan değişik ürünler için benzer sonuçlar olduğu görülmektedir. İntepe (2010) farklı ön işlemler (SO₂ ile kükürtleme ve K₂S₂O₅+Etil Oleat , K₂S₂O₅, Na₂S₂O₅ +Etil Oleat ve Na₂S₂O₅ çözeltileri ile kükürtleme) uygulanmış olan kayısıların, sıcak hava ile ve güneşte kurutma sonrası rehidrasyon yeteneklerini incelemiş ve ön işlemsiz kurutulan kayısıların ön işlem görerek kurutulanlara göre daha fazla rehidre olabildiğini rapor etmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada, balkabağı dilimleri, farklı konsantrasyonlardaki şeker çözeltileri (%40, %50, %60) ve bu şeker çözeltilerine tuz ilave edilerek (%0.5, %1.0, %2.0) hazırlanmış olan çözeltiler içerisinde oda sıcaklığında ozmotik ön kurutmaya tabi tutulduktan sonra, 60-62 °C’de, 6 saat

süreyile sıcak hava ile kurutulmuş ve tekrar su alma özellikleri incelenmiştir (Gürbüz, 2006). Oda sıcaklığında 5 saat distile su içerisinde bekletilen ön işlem görmemiş balkabağı örneklerinin rehidrasyon oranı 7.3 g su/ g kuru madde iken ozmotik ön işlem görmüş örneklerin rehidrasyon oranlarının 2.9-4.3 g su/ g kuru madde arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bunun nedeni olarak ozmotik stresin kurutulmuş örneklerin hücre geçirgenliğini etkilemiş olması, oluşan hücre ve hücre duvarı zararının da rehidrasyon özelliklerini olumsuz yönde etkilemesi gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada, ayrıca sadece şeker çözeltileri içinde ozmotik işlem görmüş örnekler karşılaştırıldığı zaman en düşük rehidrasyon oranının %60 şeker çözeltisinde görüldüğü belirtilmiştir. Ciurzynska ve ark. (2013), ön işlem uygulamadan ve farklı ön işlemler (80°C suda 1 ve 8 dakika süre ile haşlama, %40'lık sakaroz çözeltisi (80°C) içerisinde 8 dakika ozmotik kurutma) uyguladıktan sonra dondurarak kurutulmuş oldukları balkabağı örneklerinin sorpsiyon özelliklerini incelemişler ve uygulanan ön işlemlerin kurutulmuş örneklerin su adsorpsiyon yeteneğini önemli derecede azalttığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, ön işlem uygulanmış örneklerin büzülme oranının daha yüksek olduğu ve iç yapının hasar görmesinden kaynaklı bu durumun su absorpsiyon yeteneğinin azalmasının nedenlerinden biri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca oldukça düşük adsorpsiyon kapasitesine sahip olan sakarozun da bunda etkisinin olduğu belirtilmiştir.

4.1.1. Matematiksel Modelleme

Rehidrasyondan elde edilen deneysel verilerin, literatürde yaygın olarak kullanılan üç farklı modele (Peleg, Weibull ve birinci-derece model) uyumu incelenmiştir. Çalışmada, deneylerden elde edilen gerçek veriler ve modellerden elde edilen tahmini verilerden yararlanılarak R^2 , SSE ve RMSE değerleri hesaplanmıştır. Rehidrasyon verilerinin Peleg modeline uyumuna ilişkin doğrusal olmayan regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmektedir. Tüm örnekler için belirleme katsayısının yüksek olduğu ($R^2 > 0.978$) görülmektedir.

Çizelge 4.4 Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Balkabağı Örneklerinin Rehidrasyon Verilerinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile Hesaplanan Katsayıları ve Peleg Modeline Uyumunun İncelenmesi

Kurutma Yöntemi	Ön İşlem Parametreleri		Kinetik Parametreler						
	Şeker(%)	Süre (dk)	k_1	k_2	* M_e	SSE	RMSE	R^2	
Sıcak Hava	Ön işlemsiz		69.5	0.418	2.514	0.00185	0.02481	0.9979	
	40	40	339.1	1.776	0.677	0.00012	0.00627	0.9973	
		80	408.7	1.643	0.723	0.00032	0.01038	0.9912	
		120	548.1	0.130	7.781	0.00086	0.01689	0.9828	
	60	40	187.4	0.768	1.429	0.00290	0.03110	0.9834	
		80	542.1	0.779	1.405	0.00082	0.01648	0.9780	
		120	785.1	0.469	2.249	0.00045	0.01218	0.9797	
	Vakum	Ön işlemsiz		74.8	0.591	1.811	0.00189	0.02515	0.9968
		40	40	328.0	0.261	3.955	0.00016	0.00736	0.9986
80			540.5	0.493	2.146	0.00034	0.01060	0.9920	
120			258.6	0.524	2.028	0.00060	0.01418	0.9957	
60		40	280.7	0.721	1.504	0.00032	0.01030	0.9969	
		80	215.4	0.859	1.276	0.00003	0.00331	0.9998	
		120	383.4	2.56	0.502	0.00002	0.00243	0.9993	
Dondurarak Kurutma		Ön işlemsiz		8.2	0.059	16.819	0.03431	0.10690	0.9994
		40	40	31.8	0.289	3.603	0.02301	0.08757	0.9918
	80		42.7	0.236	4.357	0.00448	0.03865	0.9983	
	120		59.7	0.471	2.233	0.00012	0.00610	0.9999	
	60	40	60.6	0.559	1.916	0.00746	0.04988	0.9902	
		80	114.1	0.489	2.144	0.00411	0.03701	0.9909	
		120	298.4	1.716	0.698	0.00051	0.01298	0.9901	

Peleg hız sabiti, k_1 , su absorpsiyon hızı ile ilişkilendirilmektedir. k_1 sabiti ne kadar düşükse, örneğin su absorpsiyon hızı o kadar yüksektir. Peleg kapasite sabiti, k_2 , ise su absorpsiyon kapasitesini ifade etmektedir ve düşük k_2 değeri yüksek su absorpsiyon kapasitesini göstermektedir. k_1 sabitinin ön işlem görmüş olan balkabağı örneklerinde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu, uygulanan ön işlemlerin kurutulmuş örneğin su absorplama hızını azalttığı anlamına gelmektedir. En düşük k_1 ve k_2 sabitine ön işlem görmeden dondurarak kurutulmuş örnek sahiptir. 60 % şeker çözeltisinde 120 dakika süreyle ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulduktan sonra sıcak havada kurutulan örnek ise en yüksek k_1 değerine sahip bulunmuştur.

Rehidrasyon verilerinin Weibull modeline uyumuna ilişkin doğrusal olmayan regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmektedir. Weibull model için R^2 değerlerinin, 0.95'ten yüksek olduğu ve RMSE değerlerinin 0.001241-0.09171

aralığında olduğu görülmektedir. Bu durum Weibull modelinin elde edilen deneysel veriler ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Weibull modelin β parametresi rehidrasyonun yaklaşık % 63'üne ulaşmak için gerekli olan zamanı temsil etmektedir. Düşük β değerlerinde absorpsiyon hızının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Saguy ve ark., 2005, Athanasia ve Adamopoulos, 2009).

Çizelge 4.5 Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Balkabağı Örneklerinin Rehidrasyon Verilerinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile Hesaplanan Katsayıları ve Weibull Modeline Uyumunun İncelenmesi

Kurutma Yöntemi	Ön İşlem Parametreleri		Kinetik Parametreler						
	Şeker (%)	Süre(dk)	α	β	M_e	SSE	RMSE	R^2	
Sıcak Hava	Ön işlemsiz		0.693	2186	8.15	0.00007	0.00594	0.9999	
	40	40	0.675	7642	3.88	0.00002	0.00288	0.9996	
		80	0.820	5210	4.55	0.00031	0.01248	0.9916	
		120	1.519	118.8	0.44	0.00065	0.01808	0.9869	
	60	40	0.764	18390	20.40	0.00178	0.02984	0.9898	
		80	1.004	11430	18.00	0.00091	0.02133	0.9754	
		120	0.638	12570	3.16	0.00074	0.01921	0.9664	
	Vakum	Ön işlemsiz		0.759	242.6	1.97	0.00133	0.02582	0.9977
		40	40	0.870	13190	20.60	0.00015	0.00875	0.9987
80			0.564	21780	4.19	0.00181	0.03010	0.9569	
120			0.809	7846	11.43	0.00034	0.01304	0.9976	
60		40	0.758	15060	13.25	0.00016	0.00902	0.9984	
		80	0.931	212.1	0.96	0.00003	0.00383	0.9994	
		120	0.795	250.5	0.52	0.00000	0.00124	0.9999	
Dondurarak Kurutma		Ön işlemsiz		0.809	194.9	16.02	0.01682	0.09171	0.9997
		40	40	0.572	56050	62.05	0.00508	0.05038	0.9982
	80		0.856	222.6	3.91	0.00423	0.04601	0.9984	
	120		0.958	100.1	1.59	0.00004	0.00426	1	
	60	40	0.569	41200	26.85	0.00216	0.03285	0.9972	
		80	1.380	83.43	0.97	0.00189	0.03073	0.9958	
		120	0.602	16890	4.97	0.00032	0.01271	0.9937	

Rehidrasyon verilerinin birinci derece kinetik modele uyumuna ilişkin doğrusal olmayan regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.6.'de verilmektedir. Birinci derece kinetik model için R^2 değerlerinin, 0.97'den yüksek olduğu ve RMSE değerlerinin 0.003396-0.1577 aralığında olduğu görülmektedir. Bu durum birinci derece kinetik modelin elde edilen deneysel veriler ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.6 Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Balkabağı Örneklerinin Rehidrasyon Verilerinin Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi ile Hesaplanan Katsayıları ve Birinci Derece Kinetik Modele Uyumunun İncelenmesi

Kurutma Yöntemi	Ön İşlem Parametreleri		Kinetik Parametreler					
	Şeker (%)	Süre (dk)	k	M _e	SSE	RMSE	R ²	
Sıcak Hava	Ön işlemsiz		0.0086	1.69	0.00268	0.02991	0.9970	
	40	40	0.0076	0.48	0.00016	0.00719	0.9964	
		80	0.0061	0.49	0.00034	0.01073	0.9906	
		120	0.0005	3.92	0.00086	0.01689	0.9828	
	60	40	0.0059	0.97	0.00313	0.03230	0.9821	
		80	0.0024	0.89	0.00082	0.01656	0.9778	
		120	0.0018	0.85	0.00052	0.01227	0.9794	
	Vakum	Ön işlemsiz		0.0106	1.26	0.00234	0.02791	0.9960
		40	40	0.0015	2.19	0.00016	0.00741	0.9986
80			0.0018	1.12	0.00034	0.01067	0.9919	
120			0.0034	1.22	0.00063	0.01445	0.9955	
60		40	0.0042	0.94	0.00035	0.01077	0.9967	
		80	0.0063	0.82	0.00004	0.00386	0.9997	
		120	0.0094	0.37	0.00003	0.00339	0.9987	
Dondurarak Kurutma		Ön işlemsiz		0.0101	11.28	0.07461	0.15770	0.9986
		40	40	0.0113	2.57	0.03167	0.10280	0.9887
	80		0.0081	2.83	0.00572	0.04366	0.9978	
	120		0.0108	1.53	0.00009	0.00545	0.9999	
	60	40	0.0114	1.39	0.01011	0.05806	0.9867	
		80	0.0069	1.33	0.00367	0.03497	0.9919	
		120	0.0079	0.50	0.00059	0.01407	0.9884	

4.2 Renk Analizi Bulguları

Taze balkabağı ve farklı ön işlem uygulanan balkabağı örneklerinin L*, a*, b* renk değerlerinin ortalamaları ve tekerrürler arası standart sapma değerleri Çizelge 4.7.'de verilmektedir. Taze balkabağına ait L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 59.22, 21.68 ve 48.40 olarak tespit edilmiştir. Literatürde *C. maxima* türü balkabağının rengine ait farklı değerler olduğu görülmektedir. Perez ve Schmalko (2009) *C. maxima* türüne ait taze balkabağının L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla 52.77, 8.33 ve 32.84, Henriques ve ark. (2012) ise 67.78, 18.80 ve 50.78 olarak tespit etmişlerdir.

Örneklerin L*, a* ve b* değerleri üzerinde ön işlem süresinin etkili olduğu tespit edilmiştir (EK A-C). Her iki şeker konsantrasyon değeri için 40 dakika ön işlem sonrasında örneklerin a* değerlerinde taze kabağın a* değeri ile karşılaştırıldığında önemli bir değişim olmazken, ön işlem süresinin artması ile a* değerlerinin arttığı görülmektedir (EK 6D). Örneklerin b* değerleri ise her iki şeker konsantrasyonunda, 40 ve 80 dakika ön işlemler sonrasında taze kabağınki ile benzerdir, 120 dakika ön işlem sonucunda ise önemli derecede artmaktadır (EK 6E). Örneklerin L*

değerlerine bakıldığında, uygulanan ön işlem ile örneklerin (60 % şeker konsantrasyonunda 80 dakika ön işlem görmüş örnek haricinde) L* değerlerinde bir miktar azalma olduğu ancak istatistiksel olarak bu azalmanın yalnızca 40 % şeker konsantrasyonunda 40 dakika ön işlem görmüş örnekte önemli olduğu bulunmuştur (EK 6F). 60% şeker konsantrasyonunda 80 dakika ön işlem görmüş örnek en yüksek L* değerine sahiptir. Diğer ön işlem görmüş örnekler ise benzer L* değerlerine sahiptir. Pekoslawska ve Lenart (2009), küp (10mm³) şeklinde kesilmiş olan balkabağı örneklerini, farklı sıcaklık (40-60°C) ve konsantrasyonlara (%20, 40 ve 66.3) sahip nişasta şurubu içerisinde 60, 180 ve 300 dakika süreler ile ozmotik kurutmaya tabi tuttukları çalışmalarında, ozmotik kurutma işlemi sonrası örneklerin L* değerlerinde taze kabağa göre azalma tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada farklı işlem koşullarında ozmotik kurutmaya tabi tutulmuş balkabağı dilimlerinin L* değerleri 55.7-58.7 aralığında bulunmuştur. Lee ve Lim (2011), ozmotik kurutma işlemi sırasında sıcaklık (35, 50, 65°C), süre (90, 150, 210 dakika) ve sakaroz konsantrasyonunun (% 30, 45, 60) balkabağı (*Cucurbita moschata*) dilimlerinin rengi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, örneklerin L* ve b* değerlerinde değişim gözlerken a* değerlerinin uygulanan ön işlemlerden etkilenmediğini belirlemişlerdir. Artan işlem süresi ile örneklerin L* değerindeki düşüşün yapıdaki büzülme sonucu opaklığın artmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Abraao ve ark. (2013), farklı sıcaklıklarda (40, 50, 60°C) ve farklı konsantrasyonlardaki (40, 50, 60 Briks) şeker çözeltileri içerisinde 6 saat süre ile ozmotik kurutmaya tabi tutulan balkabağı dilimlerinin b* değerlerinin arttığını, L* ve a* değerlerindeki değişimin ise sıcaklığa ve konsantrasyona bağlı olarak değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Örneklerin hue açısı ve kroma değerleri hesaplanmıştır. Kroma, rengin yoğunluk ve netliğini ifade etmektedir (Wrolstad ve ark., 2005). Renk tonu ile ilgili bir nitelik olan hue açısı da önemli bir renk parametresidir. Hue açısı derece ile ifade edilir ve 0° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil, 270° mavi rengi temsil etmektedir (McGuire, 1992). Uygulanan ön işlemlerin hue açısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. 40% şeker konsantrasyonunda 40 dakika ön işlem görmüş örnek haricindeki tüm örneklerin kroma değerlerinin taze kabağinkinden önemli derecede yüksek olduğu görülmektedir. Kroma ve hue açısı değerlerinin ön işlem süresinden

etkilendiği ancak çözelti konsantrasyonundan etkilenmediği tespit edilmiştir (EK 6G, H). Artan ön işlem süresi ile örneklerin kroma değerleri de artmaktadır. Bu da artan ön işlem süresi ile balkabağı örneklerinin daha yoğun ve net bir renge sahip olduğu anlamına gelmektedir. Literatüre bakıldığında sakaroz çözeltisi içerisinde ozmotik kurutma veya ultrases destekli ozmotik kurutma işlemine tabi tutulmuş olan armut, erik gibi farklı meyvelerde de benzer şekilde kroma değerinde artış olduğu belirtilmiştir (Nadia ve ark., 2013; Dehghannya ve ark., 2016). Yapıya katılan sakarozun örneklerin renk değerleri üzerine önemli etkisinin olduğu söylenebilir (Garcia-Noguera ve ark., 2014). Balkabağının sarımsak renginden karotenoid pigmentleri sorumludur. Balkabağında bulunan başlıca karotenoidlerin lutein, alfa karoten ve beta karoten olduğu bildirilmiştir (Gross, 1991; Murkovic ve Neunteufl, 2002). Bu nedenle suyun uzaklaşması ile örnekteki karotenoid konsantrasyonunun artmış olması da kromadaki artışta etki göstermiş olabilir (Lewicki ve Duszczczyk, 1998). Heredia ve ark. (2009), çeri domatesin 55 % şeker konsantrasyonu sakaroz çözeltisi (40 °C) içerisinde 1140 dakika ozmotik kurutulması işlemi sonrasında β -karoten miktarının 0.734 mg/100 g örnek değerinden 1.49 mg/100 g örnek değerine yükseldiğini tespit etmişlerdir.

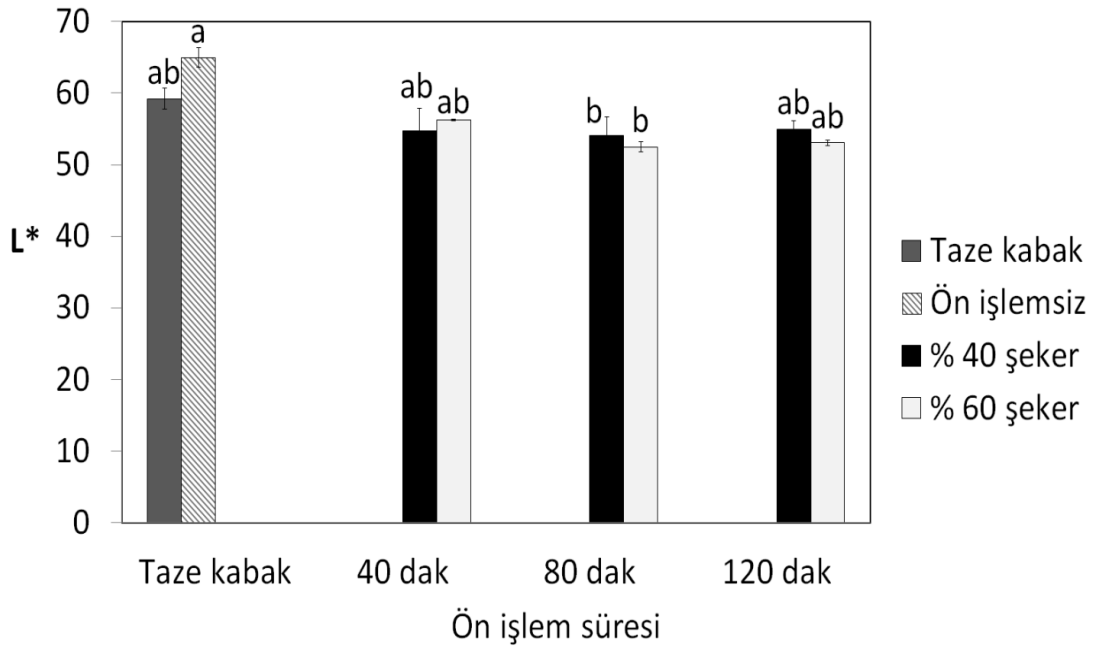
Çizelge 4.7 Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin L*, a*, b*, Kroma ve Hue Açısı Değerleri

Ön İşlem Parametreleri		Renk Parametreleri				
Şeker (%)	Süre (dak)	L*	a*	b*	Kroma	Hue açısı
Taze balkabağı		59.22 ^b ±1.47	21.68 ^b ±0.57	48.40 ^b ±1.09	53.03 ^e ±0.05	65.88 ^{ab} ±1.24
40	40	53.90 ^c ±1.86	22.38 ^b ±1.47	50.05 ^{ab} ±0.16	54.83 ^{de} ±0.75	65.91 ^{ab} ±1.29
	80	56.74 ^{bc} ±1.42	25.92 ^a ±0.69	52.27 ^{ab} ±1.11	58.34 ^c ±0.49	63.63 ^{ab} ±0.46
	120	57.3 ^{bc} ±2.30	26.79 ^a ±1.94	54.31 ^a ±1.35	60.56 ^{ab} ±0.65	63.74 ^{ab} ±0.90
60	40	56.91 ^{bc} ±3.03	22.37 ^b ±0.51	50.69 ^{ab} ±0.48	55.41 ^d ±0.58	66.19 ^a ±0.26
	80	63.75 ^a ±1.20	25.40 ^a ±0.75	53.20 ^{ab} ±0.32	58.95 ^{bc} ±0.36	64.48 ^{ab} ±0.68
	120	57.43 ^{bc} ±0.77	28.18 ^a ±0.86	54.17 ^a ±0.35	61.06 ^a ±0.09	62.51 ^b ±0.72

Ön işlem görmeden veya gördükten sonra, sıcak hava, vakum kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri ile kurutulan *C. maxima* türüne ait balkabağı örneklerinin L* değerlerinin 52.07-74.01, a* değerlerinin 17.73-32.80 ve b* değerlerinin de 41.28-59.66 arasında değiştiği görülmektedir. Bu sonuçlar literatür ile de uyumlu bulunmuştur. Nawirska ve ark., (2009), farklı kurutma yöntemleri (sıcak hava, vakum, mikrodalga-vakum kurutma ve dondurarak kurutma) ile kurutulmuş *C.*

maxima ve *C. pepo* türlerine ait 12 farklı balkabağı kùltivarının CIE L*, a*, b* renk parametrelerini ölçmüşler, L* değerlerinin 56.91-86.11, a* değerlerinin 1.76-22.35, b*değerlerinin ise 2.54-50.30 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

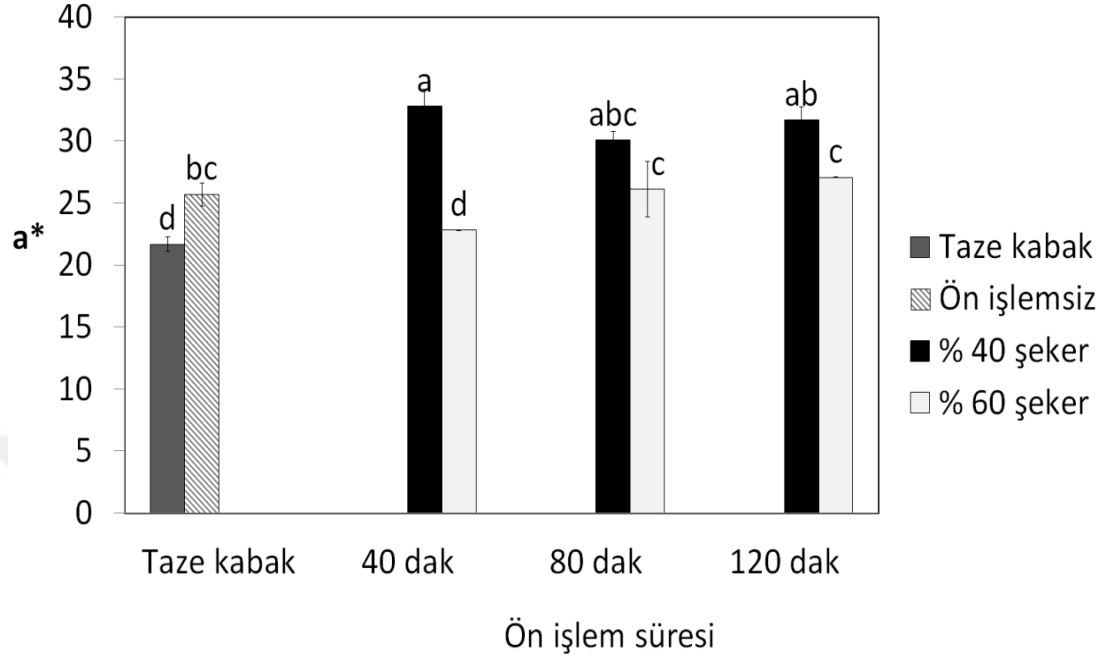
Sıcak hava ile kurutulmuş örneklerin L* değerlerine bakıldığında (şekil 4.4.), ön işlem görmüş örneklerin L* değerlerinin taze kabağinkine kıyasla istatistiksel olarak önemli olmayacak oranda düşük olduğu görölmektedir (EK 7A). Ön işlem görmeden kurutulan örneklerin L* değerleri de benzer şekilde taze kabağinki ile benzer bulunmuştur. Sojak ve ark. (2016), 40-70°C arasında kurutulan balkabağı dilimlerinin L* değerleri arasında bir fark gözlemez iken 80°C sıcaklıkta kurutulan balkabağının L* değerinde önemli oranda düşüş tespit etmişlerdir ve bu düşüşün Maillard reaksiyonlarının etkisi ile olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak bu çalışmada 60°C’de kurutulan balkabağı örneklerinde Maillard reaksiyonu ile kararmanın çok etkili olmadığı söylenebilir.



şekil 4.4 Sıcak Hava Kurutma Yöntemi İle Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin L* değerleri

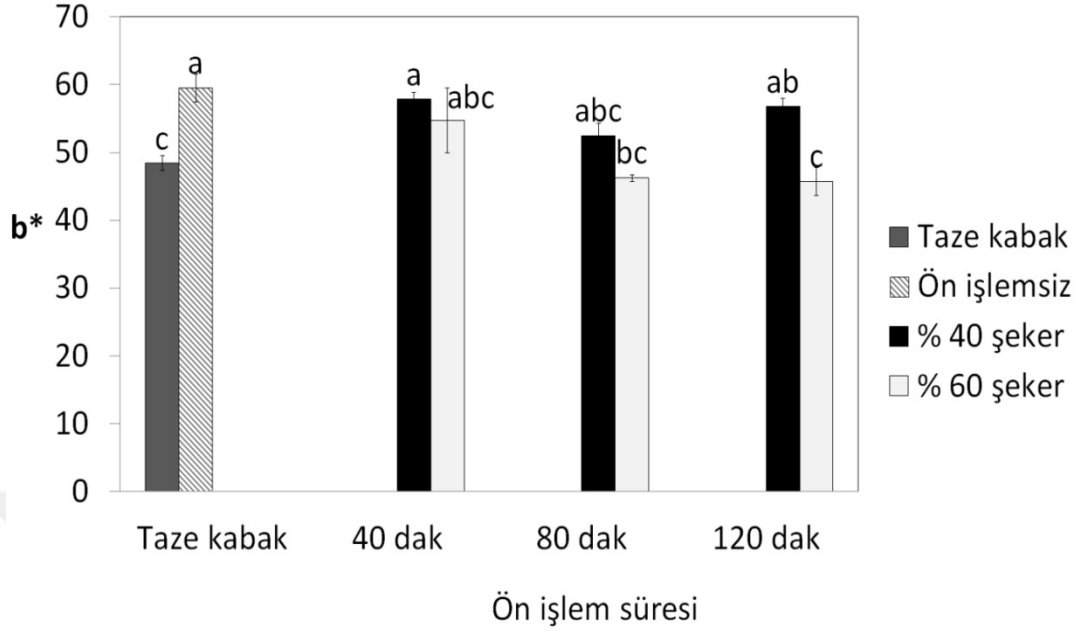
Sıcak hava ile kurutulmuş örneklerin a* değerleri şekil 4.5.’de verilmektedir. a* değerleri, 60 % şeker konsantrasyonunda 40 dakika ön işlem görmüş örnekler haricinde kurutma işlemi ile artış göstermiştir. 60 % şeker konsantrasyonunda 40

dakika ön işlem görmüş örnekler ise taze balkabağı ile benzer a^* değerine sahiptir (EK 7B).



Şekil 4.5 Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin a^* Değerleri

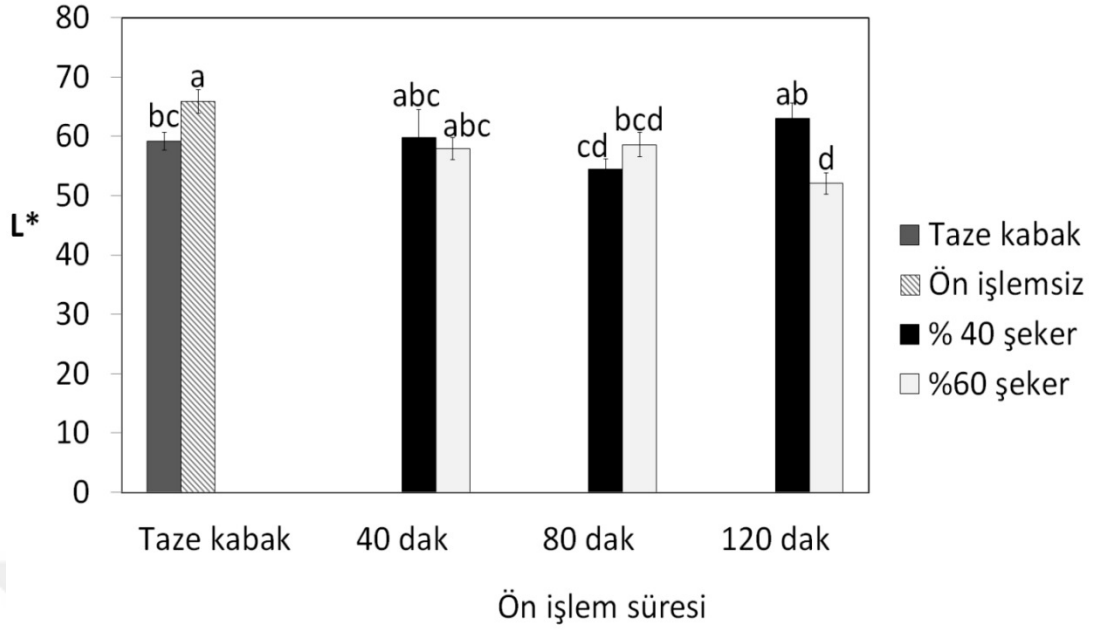
Sıcak hava ile kurutulmuş örneklerin b^* değerleri Şekil 8'de gösterilmektedir. Ön işlem görmeden sıcak hava ile kurutulmuş örneğin b^* değeri taze kabağa göre önemli oranda artış göstermiştir. Ön işlem görmüş örnekler de taze balkabağı ile benzer veya daha yüksek b^* değerleri sağlamıştır (EK 7C).



Şekil 4.6 Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin b* Değerleri

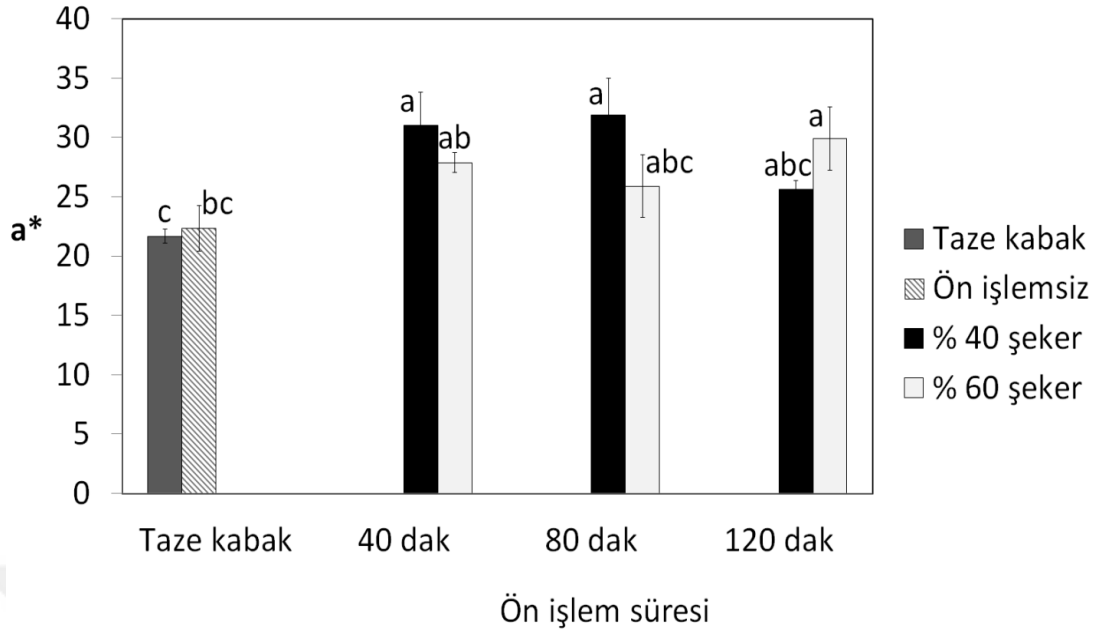
Falade ve Shogaolu (2010), ön işlem görmeden ve şeker (40, 50, 60 % şeker konsantrasyonu) çözeltisinde ozmotik kurutma ön işlemi uygulandıktan sonra farklı sıcaklıklardaki (50-80°C) hava ile kurutulmuş balkabağı dilimlerinin (*Cucurbita maxima*) renk değerlerini belirledikleri çalışmalarında, ön işlem uygulamasının kurutulmuş balkabağı dilimlerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerine belirgin bir etkisini gözleyememişlerdir. Yapılan çalışmada ön işlemin ve şeker konsantrasyonunun renk değerleri üzerine etkisinin kurutma sıcaklığına bağlı olarak farklılık gösterdiği ve özellikle a* değerinin geniş bir aralıkta değişim gösterdiği rapor edilmiştir.

Vakumda kurutulmuş örneklerin L* değerlerine bakıldığında (Şekil 4.7.), ön işlem görmeden kurutulan örneklerin L* değerinin taze kabağınkinden yüksek olduğu görülmektedir. 60 % şeker konsantrasyonunda 120 dakika ön işlem görmüş örneğin L* değerinde taze kabağınkinden göre önemli derecede düşüş vardır. Diğer ön işlem görmüş örneklerin L* değerlerinin ise genel olarak taze kabağınkinden benzer olduğu bulunmuştur (EK 7D).

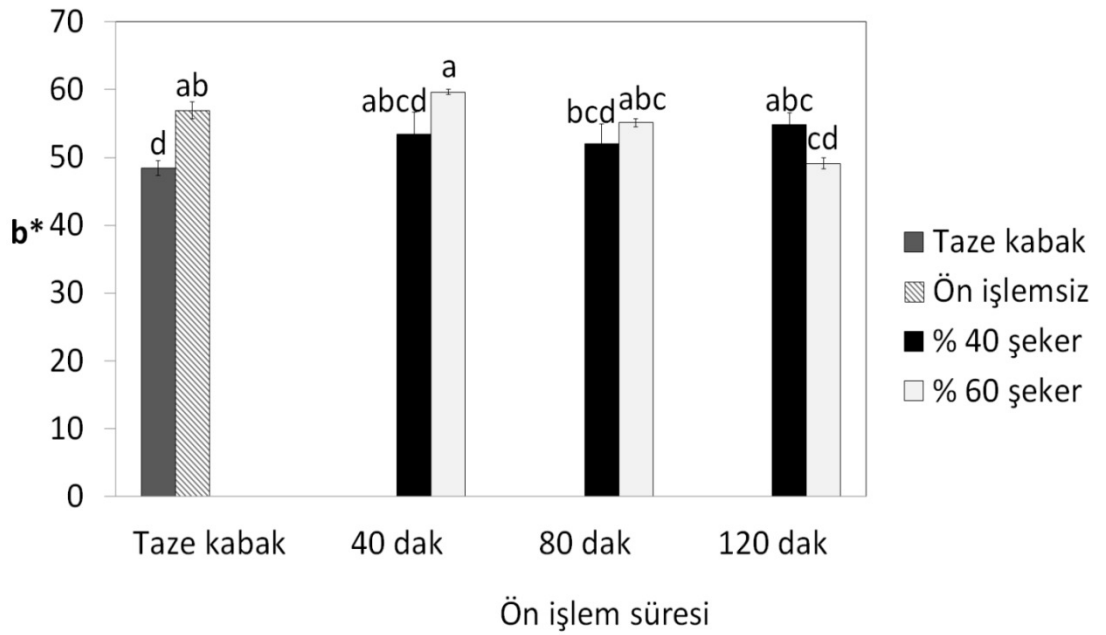


Şekil 4.7 Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin L* Değerleri

Vakumda kurutulmuş örneklerin a* ve b* değerleri sırası ile Şekil 4.8. ve Şekil 4.9 'de gösterilmektedir. Ön işlem görmeden kurutulan örneklerin a* değerinin taze kabağınki ile benzer olduğu b* değerinin ise artış gösterdiği görülmektedir. Ön işlem görmüş örnekler ise genel olarak taze kabağa göre daha yüksek a* değerleri sağlamışlardır (EK 7E). Ancak a* değerindeki bu artış 40 % şeker konsantrasyonunda 120 dakika ve 60 % şeker konsantrasyonunda 80 dakika ön işlem görmüş örnekler için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ön işlem görerek kurutulmuş örneklerin b* değerlerine bakıldığında taze kabağınki ile benzer veya daha yüksek olduğu görülmektedir (EK 7F).



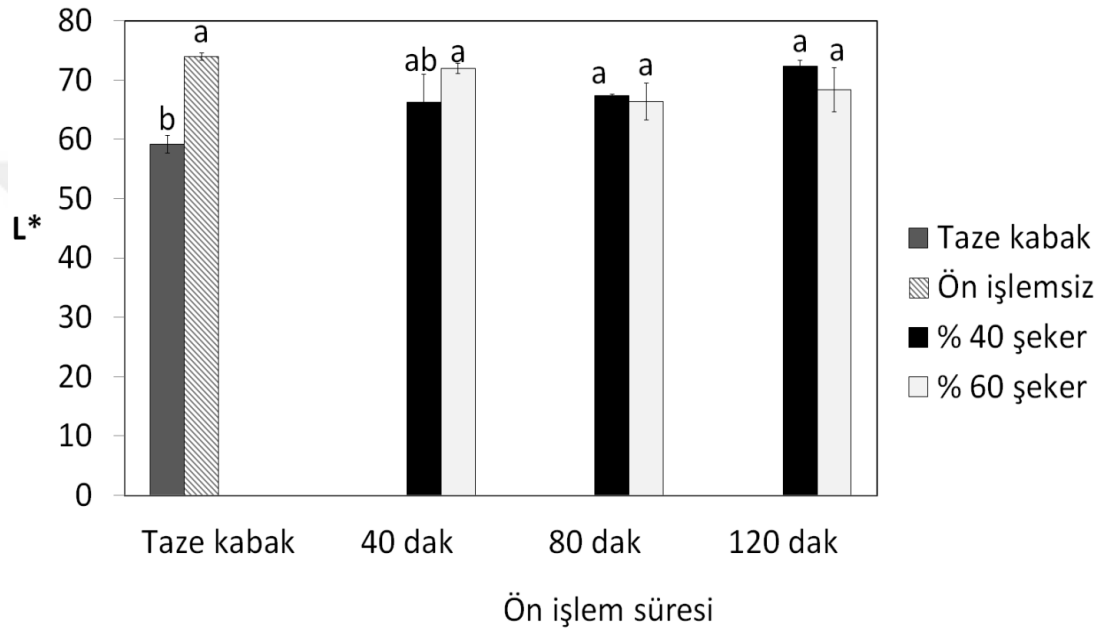
Şekil 4.8 Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin a* Değerleri



Şekil 4.9 Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin b* Değerleri

Dondurarak kurutulmuş örneklerin, tüm koşullar için, taze balkabağı ile karşılaştırıldığında daha yüksek L* değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.10.). Ancak, istatistiksel olarak 40 % şeker konsantrasyonunda 40 dakika ön işlem görmüş örneğin L* değerindeki artış önemsiz bulunmuştur (EK 7G). Uygulanan ön işlemin kurutulmuş örneklerin L* değerleri üzerine bir etkisi olmadığı görülmektedir.

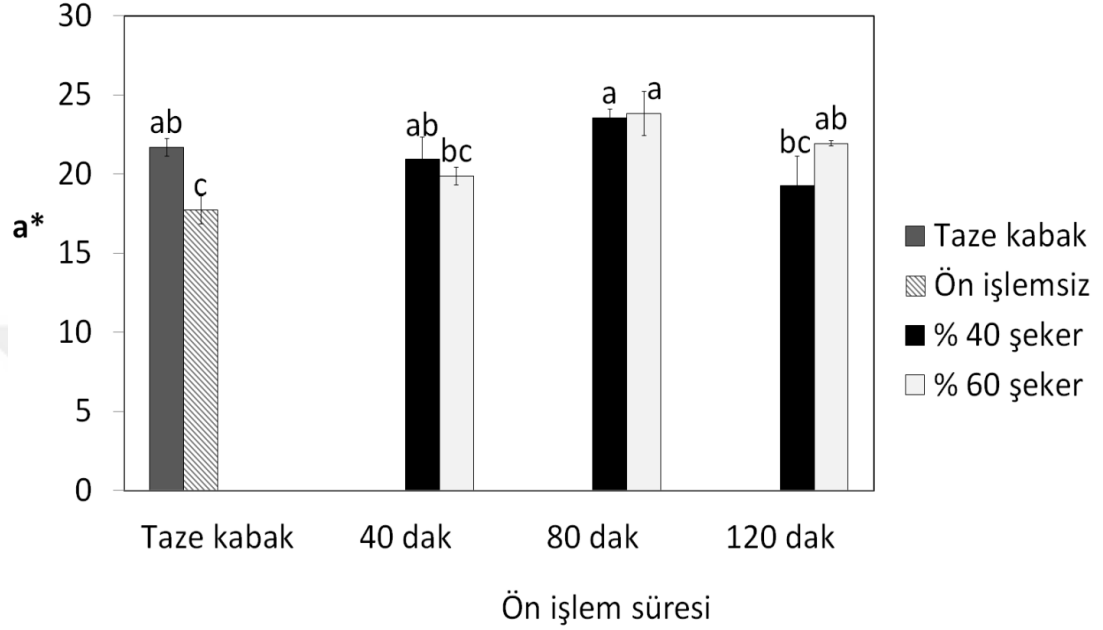
Henriques ve ark. (2012), benzer şekilde dondurarak kurutmuş oldukları balkabağı (*C. maxima* L.) dilimlerinin L* değerinin (75.85) taze kabağın L* değerinden (67.78) daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Valentina ve ark. (2016), liyofilizatör ile kurutmuş oldukları muz, elma ve kivi örneklerinin L* değerlerinin önemli derecede arttığını rapor etmişlerdir. Bunun nedeni olarakta düşük oksijen seviyesi ve düşük sıcaklık nedeniyle dondurarak kurutma işlemi sırasında Maillard reaksiyonlarının önlenmesini göstermişlerdir.



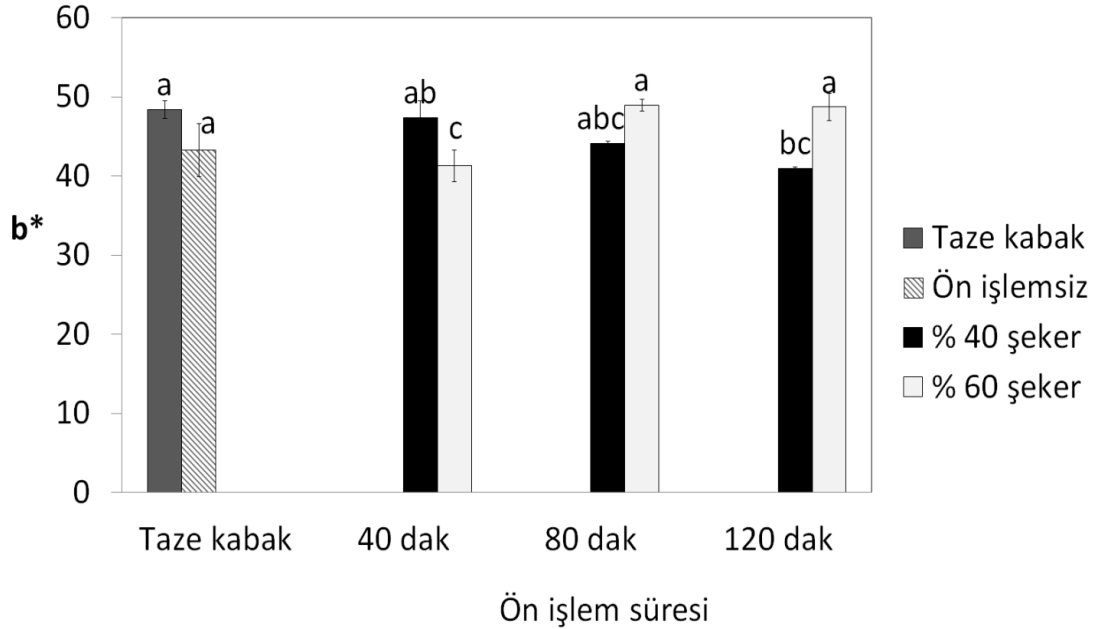
Şekil 4.10 Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin L* Değerleri

Ön işlem görmeden dondurarak kurutulan örnekler taze kabağa göre daha düşük a* değerine sahip iken, ön işlem görerek kurutulan örneklerin a* değerlerinin taze balkabağı ile benzer olduğu görülmektedir (EK 7H). Dondurarak kurutulmuş örneklerin b* değerlerine bakıldığında ise 40 % şeker konsantrasyonunda 120 dakika ve 60 % şeker konsantrasyonunda 40 dakika ön işlem görmüş örneklerin taze kabağa göre daha düşük b* değerlerine sahip olduğu, diğer tüm örneklerin ise taze kabağın b* değeri ile benzer değerler sağladığı tespit edilmiştir (EK 7I). Henriques ve ark. (2012), dondurarak kurutulmuş balkabağı (*C. maxima* L.) örneklerinin a* ve b* renk değerlerini sırası ile 20.14 ve 51.48 olarak tespit etmişler ve bu değerlerin taze kabağınki ile benzer olduğunu bildirmişlerdir. Guine ve Barroca (2012), dondurarak kurutma işlemiyle taze balkabağına ait a* değerinin 18.1'den 15.2 ye, b* değerinin

49.8'den 41.43'e düştüğünü, L* değerinin ise 68.9'dan 77.7'ye yükseldiğini rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Erbay ve ark., (2009), dondurarak kurutulmuş havuç dilimlerinin L* değerlerinin taze havuçtan önemli derecede yüksek, a* ve b* değerlerinin ise taze havucunki ile benzer olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 4.1 Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin a* Değerleri



Şekil 4.12 Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulmuş Olan Balkabağı Örneklerinin b* değerleri

Genel olarak bakıldığında, sıcak havada kurutma işlemleri ile örneklerin kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinde taze kabağa göre bir artış olduğu, parlalık (L^*) değerlerinin ise önemli derecede etkilenmediği görülmektedir. Guine ve Barroca (2012), yaptıkları çalışmada, sıcak havada (70°C) kurutma işlemi ile bu çalışmadakine benzer olarak taze balkabağının kırmızılık ve sarılık değerlerinin arttığını rapor etmişler ve kurutulmuş balkabağı örneklerinin a^* ve b^* değerlerini sırası ile 28.009 ve 57.265 olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde, Henriques ve ark. (2012), etüvde ve tünel kurutucuda sıcak hava (60°C) ile kurutma sonucu balkabağı (*C. maxima*) dilimlerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerinde artış tespit etmişlerdir. Ramallo ve Mascheroni (2012), 60°C 'de kurutmuş oldukları ananas dilimlerinin a ve b değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. a^* ve b^* değerlerindeki artış örneklerin kroma (yoğunluk, netlik) değerinin arttığını göstermektedir. Kroma değerinin yüksek olması rengin daha saf ve yoğun olduğunun göstergesidir. Kurutulmuş balkabağı örneklerinin kroma ve hue açısı değerleri Çizelge 4.8.'da gösterilmektedir. Bu çalışmada kroma değerinin yüksek olması baskın balkabağı renkleri olan sarı ve kırmızının saf ve yoğun olduğu anlamına gelmektedir (Onwude ve ark., 2017). Sıcak havada ve vakumda kurutulmuş örneklerin kroma değerlerine bakıldığında taze balkabağı ile benzer veya daha yüksek olduğu görülmektedir (EK 7J, K). Bu nedenle, sıcak havada kurutma ve vakumda kurutma işlemleri sırasında balkabağı örneklerinde kahverengileşme reaksiyonlarının önemli derecede ilerlemediği söylenebilir (Mierzwa ve Kowalski, 2016). Lewicki ve Duszczczyk (1998), kromatiklik koordinatlarının 70°C 'de sıcak havada kurutma işlemi süresince değiştiğini ve balkabağında kurumanın son aşamasındaki kroma artışının kuru madde konsantrasyonundaki artıştan kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır. Siriamornpun ve ark. (2012), kadife (*Tagetes erecta* L.) çiçeğinin sıcak hava ile kurutulması sonucunda lutein miktarının 53.8'den 110.4 mg/100 g kuru maddeye, β karoten miktarının da 9.8'den 15.5 mg/100g kuru maddeye çıktığını ve a^* değerinin önemli derecede arttığını rapor etmişlerdir. Literatüre bakıldığında balkabağının kurutulması işlemiyle kroma değerinin artışına dair benzer çalışmalara rastlanmaktadır. Guine ve Barroca, (2012), 70°C 'de sıcak havada kurutmuş oldukları balkabağı (*C.maxima*) örneklerinin kroma değerinin 53.043'ten 63.747'ye yükseldiğini belirlemişlerdir. Henriques ve ark. (2012), kabin kurutucu ve tünel kurutucuda sıcak hava (60°C) ile

kurutma sonucu balkabağı (*C. maxima*) dilimlerinin kroma değerinin 54.15 ‘ten 62.25-66.02 değerlerine yükseldiğini rapor etmişlerdir. Sıcak havada kurutulan örneklerde ön işlemin etkisine bakıldığında ön işlem süresi ve çözelti konsantrasyonunun kroma değerleri üzerine etkili olduğu görülmektedir (Ek 8A). Vakumda kurutulan örneklerin kroma değerleri üzerine ise yalnızca ön işlem süresinin etkili olduğu tespit edilmiştir (Ek 8C). Özellikle %60’lık çözelti içerisinde ön işlem gördükten sonra sıcak hava ve vakumda kurutulan örneklerin kroma değerlerinin artan ön işlem süresi ile azaldığı görülmektedir. Yüksek ozmotik gradiyent ile birleşen ultrasesin etkisi ile yapıda oluşmuş olan mikrokanalların genişlemesi ve buna bağlı olarak takip eden kurutma işlemleri sırasında pigmentlerin daha yüksek oranda oksijene maruz kalması nedeniyle pigment oksidasyon oranının artmış olması bunun nedenlerinden birisi olabilir.

Ön işlem görmeden sıcak havada ve vakumda kurutulan örneklerin hue açısı taze örneğinki ile benzer bulunmuştur (Ek 7 M, N). Roongruangsri ve Bronlund (2016), sıcak hava (50, 60, 70°C) ile kurutma işlemi sonucu balkabağı tozunun hue açısında düşme gözlemişlerdir. Guine ve Barroca (2012), 70°C’de sıcak havada kurutmuş oldukları balkabağı (*Cucurbita maxima* L.) örneklerinin hue açısının 69.918’den 63.936’ya düştüğünü belirlemişlerdir. Onwude ve ark. (2017), ise sıcak havada kurutma işlemi ile balkabağı dilimlerinin hue açısı değerlerinde artış tespit etmişlerdir. Ön işlem gördükten sonra sıcak hava ve vakum ile kurutulan örneklerin hue açısı değerleri (58.49-67.36), taze kabağinki (65.87) ile benzer veya daha düşük bulunmuştur (Ek 7 M, N). %60 şeker konsantrasyonunda 40 dakika ön işlem uygulandıktan sonra sıcak havada kurutulan örnek haricinde, ön işlem gördükten sonra sıcak hava ve vakumda kurutulan tüm örneklerin hue açısı değerlerinin ön işlem görmeden kurutulanlara göre önemli derecede düşük olduğu görülmektedir. Hue açısındaki azalma bu örneklerin daha turuncu-kırmızı renge sahip olduğu anlamına gelmektedir (Itle ve Kabelka, 2009). Ön işlem süresi ve çözelti konsantrasyonunun sıcak havada kurutulmuş örneklerin hue açısı değerleri üzerine etkili olduğu (Ek 8B), vakumda kurutulmuş örneklerin hue açısı üzerine ise sadece çözelti konsantrasyonunun etkili olduğu görülmektedir (Ek 8D).

Çizelge 4.8 Ön işlem görmeden ve ön işlem gördükten sonra farklı yöntemlerle kurutulmuş balkabağı dilimlerinin kroma ve hue açısı değerleri

Ön İşlem	Süre	Sıcak hava		Vakum		Dondurarak kurutma	
		Hue	Kroma	Hue	Kroma	Hue	Kroma
Taze kabak		65.88±1.24 ^a	53.03±0.05 ^c	65.88±1.24 ^{ab}	53.03±0.05 ^d	65.88±1.24 ^a	53.03±0.05 ^{ab}
Ön işlem görmemiş		65.19±0.15 ^a	65.56±0.36 ^a	68.59±0.83 ^a	61.19±0.15 ^b	67.73±0.33 ^a	46.80±0.42 ^d
40 % şeker konsantrasyonu	40dak	60.44±0.34 ^b	66.50±0.70 ^a	59.85±1.06 ^c	61.80±1.13 ^b	66.14±0.19 ^{ai}	51.80±0.57 ^{bc}
40 % şeker konsantrasyonu	80dak	60.19±0.44 ^b	60.49±0.02 ^b	58.49±0.69 ^c	60.99±1.12 ^b	61.90±1.13 ^c	50.03±0.05 ^c
40 % şeker konsantrasyonu	120dak	60.83±0.61 ^b	64.99±1.39 ^a	64.95±0.07 ^b	60.47±0.67 ^b	64.81±0.27 ^b	45.25±0.36 ^d
60 % şeker konsantrasyonu	40dak	67.36±0.51 ^a	65.84±1.19 ^a	60.55±0.78 ^b	60.88±0.40 ^b	59.36±0.48 ^b	57.50±0.71 ^c
60 % şeker konsantrasyonu	80dak	59.27±0.38 ^b	64.29±0.41 ^b	53.10±0.14 ^c	64.06±0.09 ^b	53.13±0.18 ^c	65.78±0.68 ^{ab}
60 % şeker konsantrasyonu	120dak	64.96±0.93 ^b	45.82±0.26 ^d	64.84±0.48 ^b	54.46±0.65 ^a	58.66±0.22 ^c	53.44±0.62 ^{ab}

Dondurarak kurutulmuş örneklerin kroma değerleri 45.25-54.46 aralığında, hue açısı ise 61.90-67.73 aralığında değişmektedir. Guine ve Barroca, (2011) taze balkabağına ait kroma ve hue değerlerini sırası ile 53.043 ve 69.918 olarak hesaplamış ve dondurarak kurutma ile kroma değerinin 44.152'ye düştüğünü, hue değerinin ise değişmediğini (69.795) tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada ön işlem uygulanmamış balkabağı örneklerinde dondurarak kurutma işlemiyle benzer şekilde, kroma değeri 53.03'ten 46.79' a düşmüş, hue değerinde ise önemli bir değişim gözlenmemiştir. Ön işlem gördükten sonra dondurarak kurutulmuş örneklerin kroma ve hue açısı değerleri taze kabağınki ile benzer veya daha düşük bulunmuştur (Ek 7 L, O). Ön işlem parametrelerinin dondurarak kurutulmuş örneklerin kroma değerleri üzerine etkili olduğu (Ek 8E), hue açısı üzerine ise yalnızca ön işlem süresinin etkili olduğu görülmektedir (Ek 8F).

Benzer ön işlem uygulanmış örnekler karşılaştırıldığında, dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuş olan örneklerin diğer yöntemlerle kurutulmuş örnekler ile kıyaslandığında daha yüksek L* ile daha düşük a* ve b* değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Ek 9A-C). Bu durum sıcak hava ve vakumda kurutulmuş örneklerde kahverengileşme reaksiyonlarının daha fazla olmasından (Park ve Lee, 1975;

Krokida ve ark., 2000) kaynaklanıyor olabilir. Literatüre bakıldığında dondurarak kurutmada renk kaybının özellikle çoklu doymamış pigmentlerin oksidasyonu ve dondurarak kurutma koşullarında dokularda aktif enzimlerin varlığı nedeniyle tamamen engellenmediği belirtilmektedir (Park, 1987; Leong ve Oey, 2012; Siriamornpun ve ark., 2012). Ayrıca, dondurarak kurutulmuş örneklerin daha yüksek L* değerlerine sahip olması gözenekli bir yapıya sahip olmasından da kaynaklanıyor olabilir (Lewicki ve Duszczzyk, 1998). Lewicki ve Duszczzyk (1998), havuç ve balkabağının sıcak hava ile kurutulmasıyla ilgili çalışmalarında kurutma sırasında materyalin gözenekliliğinin artmasının ışığın absorpsiyonunun azalttığını ve örneklerin aydınlık değerindeki artışın bundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Guine ve Barroca (2011), bu çalışmadakine benzer şekilde, dondurarak kurutulmuş balkabağı örneklerin a* ve b* değerlerinin sıcak havada (70°C) kurutulmuş örneklere göre daha düşük, L* değerlerinin ise daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Henriques ve ark. (2012), ise yapmış oldukları çalışmalarında, dondurarak kurutulmuş balkabağının 60°C’de sıcak hava ile kurutulmuş olan örneklere göre daha yüksek L* ile benzer a*, b* değerlerine sahip olduğunu bildirilmiştir. Ön işlem görmeden ve %40 çözelti şeker çözeltisi içerisinde ön işlem gördükten sonra kurutulan örnekler karşılaştırıldığında, dondurarak kurutulan örneklerin kroma değerlerinin, sıcak havada ve vakumda kurutulanlara göre önemli derecede düşük olduğu görülmektedir (Ek 9D). Ön işlem görmeden dondurarak kurutulan balkabağı örneğinin kroma değerinin 53.03’ten 46.80’e düştüğü görülmektedir. Bu durum dondurarak kurutma işlemiyle taze kabağın renk yoğunluğunun ve netliğinin azaldığını, daha mat bir renge sahip olduğunu göstermektedir. Guine ve Barroca (2012), benzer şekilde dondurarak kurutulmuş oldukları balkabağı (*C. maxima*) örneklerinin kroma değerinin 53.043’ten 44.152’ye düştüğünü belirlemişlerdir. % 60’lık çözelti içerisinde ön işlem görmüş örnekler karşılaştırıldığında, dondurarak kurutulan örneklerin kroma değerlerinin, vakumda kurutulanlara göre önemli derecede düşük, sıcak havada kurutulanlar ile karşılaştırıldığında ise benzer veya düşük olduğu görülmektedir (Ek 9D).

Genel olarak, %60’lık çözelti içerisinde ultrases destekli ozmotik kurutmaya tabi tutulduktan sonra sıcak hava ile kurutulanlar haricindeki ön işlem görmüş tüm örneklerin, aynı koşullarda ön işlem görmeden kurutulanlara göre daha yüksek a*

değerine sahip olduğu görülmektedir (Ek 9B). Bu durum uygulanan ön işlem sırasında oluşan mikrokanallar içerisine giren ozmotik çözeltinin oksijenin penetrasyonunu önlemesi ve bu sayede takip eden kurutma işlemleri sırasında karotenoid pigmentlerinin oksidasyonunun azalmasından kaynaklanıyor olabilir (Shi ve ark., 1999; Garcia-Noguera ve ark., 2010). L* değerleri ise tersine ön işlem uygulandıktan sonra kurutulan örneklerde daha düşük bulunmuştur (Ek 9A). Ayrıca ön işlem gördükten sonra kurutulan örneklerin hue açısı değerleri ön işlem görmeden kurutulanlara göre benzer veya önemli derecede düşük bulunmuştur (Ek 9E). Kroma değeri ise kurutma yöntemine göre farklılık göstermektedir (Ek 9D).

Kurutulmuş örneklerin renk parametrelerinde artan ön işlem süresi ve artan şeker konsantrasyonu ile belirgin bir değişimden bahsetmek mümkün değildir. Bunun nedeni, ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemi ve bunu takip eden farklı kurutma koşulları altında rengi etkileyen pek çok farklı faktörün yer alıyor olması olabilir. Kurutma işlemi sırasında, karotenoidlerin degradasyonu, kahverengileşme reaksiyonları, askorbik asit oksidasyonu gibi rengi etkileyen pek çok reaksiyon oluşmaktadır (Bontovits 1981; Maurom 1981; Pathare ve ark., 2013; Sojak ve ark., 2016; Onwude ve ark., 2017). Lewicki ve Duszczzyk (1998), ayrıca kurutma işlemi sırasında suyun uzaklaşması ve hava ile yer değiştirmesinin, materyalin yüzey ve iç yapısının değişiminin ve kuru madde, renk maddesi konsantrasyonundaki artışın kurutulmuş örneğin rengi üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

4.3. SEM Analizi Bulguları

Taze balkabağının SEM görüntüsüne bakıldığında iyi organize olmuş düzenli bir doku yapısına sahip olduğu görülmektedir (Ek 10). Ön işlem gördükten sonra balkabağı örneklerinin mikroyapılarını incelemek amacıyla SEM görüntüleri elde edilmiştir (EK 10). Uygulanan ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemi sonrası elde edilen görüntülerden balkabağının mikroyapısında belirgin bir değişim olduğu anlaşılmaktadır. Artan işlem süresi ile dokudaki değişimin arttığı ve 60 % şeker konsantrasyonunda yapılan ön işlemde artan süre ile bu değişimin daha belirgin olduğu görülmektedir.

Deng ve Zhao (2006), oda sıcaklığındaki yüksek fruktozlu mısır şurubu (%60) içerisinde, üç saat süre ile ultrases (50-60 Hz, 185W) destekli ozmotik kurutma

işlemine tabi tutmuş oldukları elma dilimlerinin SEM görüntüsünü elde etmişler. Ön işlem sonrası bu çalışmadakine benzer olarak hücre duvarlarında parçalanma, hücre yapısında çökme olduğunu, artan su kaybı ve şeker kazanımı ile de dokudaki çökmenin arttığını rapor etmişlerdir. Ek 10'daki SEM görüntüleri incelendiğinde benzer şekilde yapıdaki en büyük değişimin %60'lık şeker çözeltisi içerisinde 120 dakika süre ile ön işlem görmüş olan örnekte olduğu görülmektedir. Mandala ve ark. (2005), sakaroz çözeltisi içerisinde ozmotik kurutmaya tabi tutulan elma dilimlerinde, yüksek işlem süresinde (18 saat) hücre içerisine nüfuz eden makromoleküllerinin boyutunun yüksek olmasından dolayı hücre doku tahribi olduğunu belirtmişlerdir. Literatüre bakıldığında, ultrases ön işlemine tabi tutulan kavun, ananas gibi meyvelerde elde edilen fotomikrograflerde, hücrelerin yassılaşp uzaması veya bitişik hücrelerin parçalanmasıyla hücreler arası büyük boşlukların oluşumu sonucu mikrokanal oluşumu tespit edilmiştir (Fernandes ve ark., 2008a,b; Fernandes ve Rodrigues, 2008). Garcia-Nougera ve ark. (2010), ultrases destekli ozmotik kurutma işlemi sırasında dokularda meydana gelen değişimin kavitasyon etkisinden ve ozmotik basınç ve ultrasonik dalgalar tarafından indüklenen dayanıklılığın azalmasının kombine etkisinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen SEM görüntülerinde ön işlem uygulanması sonucu hücre bozulması ve parçalanması açık olarak görülmektedir.

Vakumda kurutulmuş örneklerin yapısı ile sıcak havada kurutulmuş örneklerin yapısı benzerlik göstermektedir (EK 11, 12). Sıcak hava ile ve vakum ile kurutulan örneklerin yapısına bakıldığında ön işlem görmüş örneklerin yapısının ön işlem görmemiş örneklerden daha farklı olduğu görülmektedir. Ancak ön işlem parametrelerinin kurutulmuş örneklerin yapısı üzerinde belirgin bir etkisinden bahsetmek mümkün olmamaktadır. Tufekci ve Ozkal (2017), distile su içerisinde (25°C), ultrases (20kHz) ile 10-30 dakika sürelerde ön işlem gördükten sonra sıcak hava (60, 70 °C) ile kurutulmuş olan bamya örneklerinin mikroyapılarını incelemişler ve ultrases uygulaması ile oluşan kavitasyon sonucu hücre duvarlarında deformasyon ve yapıda çökme olduğunu ve artan ultrason genliği ile yapıdaki değişimin de arttığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada artan süre ve konsantrasyon ile yapıda net bir farklılığın görülememesi, 60 °C sıcaklıkta yapılan kurutma işlemleri

sırasında, kurutma sıcaklığının yapıda oluşturduğu değişikliğe oranla uygulanan ön işlemin etkisinin düşük kalmasından kaynaklanıyor olabilir (Ricca ve ark., 2016).

Ön işlem görerek ve görmeden dondurarak kurutulan örneklerin oldukça gözenekli bir yapıda olduğu görülmektedir (EK 13). Bu durum dondurarak kurutulan örneklerin rehidrasyon özelliklerinin diğer yöntemlerle kurutulan örneklere daha iyi olmasını açıklamaktadır. Elde edilen bu sonuç literatür ile de uyum içerisindedir (Voda ve ark., 2012; Nowacka ve ark., 2014). Dondurarak kurutma işleminde, ön işlem gördükten sonra kurutulmuş örneklerde hücre yapısındaki bozulmanın daha fazla olduğu, hücrelerin daha düzensiz yapıda olduğu ve hücre duvarlarının zarar gördüğü görülmektedir. Yapıdaki bu değişimin 40 dakikalık ön işlemde az olduğu ancak sürenin 120 dakikaya çıkmasıyla önemli oranda arttığı görülmektedir. Bu sonuç, dondurarak kurutulmuş örnekler için elde edilen rehidrasyon verileri ile de uyum göstermektedir. Dondurarak kurutulan örnekler için artan ön işlem süresi ve artan ozmotik çözelti şeker konsantrasyonu ile kurutulmuş örneklerin rehidrasyon oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Kurutma sırasında veya kurutmadan önce uygulanan ön işlemler sırasında materyalin yapısında oluşan hasarın rehidrasyon özelliklerini etkilediği bilinmektedir (Ciurzynska ve ark., 2013; Doymaz, 2015; Ricca ve ark., 2016; Tufekci ve Ozkal, 2017). Ricca ve ark. (2016), havuç örneklerini distile su içerisinde (23°C), ultrases (25kHz) ile 30 ve 60 dakika sürelerde ön işlem gördükten sonra sıcak hava (40, 60 °C) ile kurutmuşlar ve kısa sürede ön işlem gördükten sonra düşük sıcaklıkta kurutulmuş olan ürünlerin daha yüksek su absorplama kapasitesi göstermesini, hücre parçalanması ve doku hasarının daha düşük olmasına bağlamışlardır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ultras ses destekli ozmotik kurutma (UDOK) işleminin parametreleri, şeker konsantrasyonu ve ön işlem süresi, balkabağında su kaybını ve katı madde artışını önemli ölçüde etkilemiştir. UDOK ön işlemi, balkabağı numunelerinin renk değerlerinde artışa neden olmuştur. UDOK ön işleminin ve son aşamada kurutma metodunun uygulanması, kurutulmuş balkabağı dilimlerinin rengini, mikroyapısını ve rehidrasyon değerlerini etkilemiştir. UDOK'nin ön işlem olarak uygulanması, kurutulmuş numunelerin rehidrasyon değerlerini azaltmıştır. Genel olarak, UDOK ön işlemine tabi olan kurutulmuş balkabağı numuneleri, ön işlem görmemiş olanlarla kıyaslandıklarında daha yüksek kızarıklığa ve daha düşük L^* değerlerine sahip olmuştur. Dondurarak kurutma, diğer kurutma metodlarına göre daha düşük a^* , b^* ve daha yüksek L^* değerleri sağlamıştır. Ayrıca, dondurarak kurutma ile ön işlem yapılmış ve ön işlem yapılmamış tüm kurutulmuş balkabakları için, sıcak hava ve vakumla kurutma metodlarına kıyasla daha gözenekli bir yapı ve daha yüksek bir rehidrasyon oranı sağlamıştır. Dondurulmuş numunelerin rehidrasyon verilerinin, artan UDOK ön işlem süresi ve ozmotik çözelti konsantrasyonu ile azalmıştır ancak bu başka yöntemlerle kurutulmuş numuneler için geçerli değildir. Dondurarak kurutma en uzun kurutma süresini gerektirmiş ve UDOK, dondurarak kurutma süresinin azalmasında gelişme sağlamamıştır. Ancak, sıcak hava kurutma süresi, UDOK ön işlemi uygulaması ile önemli ölçüde kısalmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abraao, A. S., Lemos, A. M., Vilela, A., Sousa, J. M., & Nunes, F. M. (2013). Influence of osmotic dehydration process parameters on the quality of candied pumpkins. *Food and Bioproducts Processing*, 91, 481-494.
- Adamopoulos, K.G. & Goula, A.M. (2009). Modeling the rehydration process of dried tomato. *Drying Technology*, ISSN: 0737-3937 (Print) 1532-2300
- Adiletta, G., Russo, P., Senadeera, W., & Matteo, M. D. (2016). Drying characteristics and quality of grape under physical pretreatment. *Journal of Food Engineering*, 172, 9-18.
- Anonim, (2005). USDA National Nutrient Data base for Standard Reference <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>. (12.09.2018)
- AOAC. (1995). Official methods of analysis (16th ed) association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
- Apar, K. D., Demirhan, E., Ozbek, B., & Dadalı, G. (2009). Rehydration kinetics of microwave-dried okras affected by drying conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 618-634.
- Aral, S., & Beşe, V. (2016). Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. *Food Chemistry*, 210, 577-584.
- Ayan, H. (2010). Güneşte ve yapay kurutucuda kurutulmuş domates (*Lycopersitcumesculentum*) üretimi ve proses sırasındaki değişimlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Aydın, E., & Göçmen, D. (2015). The influences of drying method and metabisulfite treatment on the color, functional properties and phenolic acids contents and bioaccessibility of pumpkin flour. *LWT – Food Science and Technology*, 60(1), 385-392.
- Bekele, Y., & Ramaswamy, H. (2010). Going beyond conventional osmotic dehydration for quality advantage and energy savings. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 1(1), 1-15.
- Beristain, C. I., Azuara, E., Cortes, R., & Garcia, H. S. (1990). Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. *International Journal of Food Science and Technology*, 25, 576-582.
- Bingöl G. (2010). Gıda işlemede kurutma teknolojilerinin temel ilkeleri. Kısaltılmış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bontovits, L. (1981). The effect of processing technologies on colour changes in tomato. *Acta. Aliment.*, 10, 3215.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M. (2003). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Derneği Yayınları*, Ankara, 28, 541.
- Cemeroğlu, B. 2004. *Meyve Sebze İşleme Teknolojisi*, 2. cilt. ISBN 975-98578- 2-0

- Ciurzynska, A., Lenart, A., & Kawka, P. (2013). Influence of chemical composition and structure on sorption properties of freeze-dried pumpkin. *Drying Technology*, 31, 655-665.
- Dehghannya, J., Gorbani, R., & Ghanbarzadeh, B. (2016). Shrinkage of mirabelle plum during hot air drying as influenced by ultrasound-assisted osmotic dehydration. *International Journal of Food Properties*, 19, 1093-1103.
- Demiray, E. & Tülek, Y. (2016). Güneşte kurutulmuş bamyaların rehidrasyon kinetiği. *Akademik Gıda*, 14(4), 368-374
- Demirdöven, A., & Baysal, T. (2009). The use of ultrasound and combined technologies in food preservation. *Food Reviews International*, 25, 1– 11.
- Deng Y., & Zhao Y. (2006). Effect of pulsed vacuum and ultrasound osmopretreatments on glass transition temperature, texture, microstructure and calcium penetration of dried apples (Fuji). *LWT- Food Science and Technology*, 41(9), 1575-1585.
- Deng, Y., & Zhao, Y. (2008). Effect of pulsed vacuum and ultrasound osmopretreatments on glass transition temperature, texture, microstructure and calcium penetration of dried apples (Fuji). *LWT- Food Science and Technology*, 41, 1575–1585.
- Doymaz, I., Pala, M. (2002). Hot-air drying characteristics of red pepper. *Journal of Food Engineering*, 55, 4, 331-335.
- Doymaz, İ. (2007). The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. *Journal of Food Engineering*, 79, 243–248.
- Doymaz, I. (2015). Infrared drying kinetics and quality characteristics of carrot slices. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 2738-2745.
- Durmuş, F. F. E., & Gözükar, İ. Ö. (2013). Balkabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve balkabağı tozunun kek üretiminde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Erbay, B., Kıvrak, E., Orhan, H., Küçüköner, E. (2009). Dondurarak kurutulmuş havuç dilimlerinin renk, rehidrasyon özellikleri ve bazı duyu özellikleri üzerine farklı antioksidan çözeltilerin etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 13(3), 229-236.
- Ergun, K., Caliskan, G., & Dirim, S. N. (2016). Determination of the drying and rehydration kinetics of freeze dried kiwi (*Actinidia deliciosa*) slices. *Heat and Mass Transfer*, 52, 2697-2705.
- Falade, K. O., & Shogaolu, O. T. (2010). Effect of pretreatments on air-drying pattern and color of dried pumpkin (*Cucurbita maxima*) slices. *Journal of Food Process Engineering*, 33, 1129-1147.
- Fernandes, F. A. N., & Rodrigues S. (2007). Ultrasound as pretreatment for drying of fruits: dehydration of banana. *Journal of Food Engineering*, 82(2), 261-267.

- Fernandes, F. A. N., & Rodrigues, S. (2008). Application of ultrasound and ultrasound-assisted osmotic dehydration in drying of fruits. *Drying Technology*, 26, 1509–1516.
- Fernandes, F. A. N., Gallao, M. I., & Rodrigues, S. (2008a). Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration. *LWT Food Science and Technology*, 41, 604–610.
- Fernandes, F. A. N., Gallao, M. I., & Rodrigues, S. (2009). Effect of osmosis and ultrasound on pineapple cell tissue structure during dehydration. *Journal of Food Engineering*, 90, 186–190.
- Fernandes, F. A. N., Linhares Jr., F. E., & Rodrigues, S. (2008b). Ultrasound as pre-treatment for drying of pineapple. *Ultrasonic Sonochemistry*, 15, 1049–1054.
- Ferriol, M., Pico, B., & Nuez, F. (2003). Genetic diversity of a germplasm collection of *Cucurbita pepo* using SRAP and AFLP markers. *Theor Appl Gene*, 107, 271–282.
- Garcia, C., Mauro, M., A., & Kimura, M. (2007). Kinetics of osmotic dehydration and air-drying of pumpkins (*Cucurbita moschata*). *Journal of Food Engineering*, 82, 284–291.
- Garcia-Noguera, J., Oliveira, F. I. P., Gallão, M. I., Weller, C. L., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2010). Ultrasound-assisted osmotic dehydration of strawberries: Effect of pretreatment time and ultrasonic frequency. *Drying Technology*, 28(2), 294–303.
- Garcia-Noguera, J., Oliveira, F. I. P., Weller, C. L., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2014). Effect of ultrasonic and osmotic dehydration pre-treatments on the colour of freeze dried strawberries. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 51, 2222-2227.
- Garcia-Noguera, J., Weller, C. L., Oliveira, F. I. P., Fernandes, F. A. N., & Rodrigues, S. (2010). Ultrasound-assisted osmotic dehydration as a pretreatment for freeze dried strawberries. In 17th International Drying Symposium, Magdeburg. Germany, 3–6 October 2010.
- George J. P., & Datta A. K. (2002). Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slices, *Journal of Food Engineering*, 52, 89–93.
- Giangiaco, R., Torreggiani, D., & Abbo, E. (1987). Sugar exchange between fruit and extracting syrups. *Journal of Food Processing and Preservation*, 11, 183-195.
- Goula, M. A., & Adamopoulos, G. K. (2009). Modeling the rehydration process of dried tomato. *Drying Technology*, 27(10), 1078-1088.
- Gross, J. (1991). Pigments in vegetables: Chlorophylls and carotenoids. VanNostrand Reinhold, New York, NY.
- Guine, R. P. F., & Barroca, M. J. (2012). Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and greenpepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90, 58–63.

- Guine, R. P. F., Pinho, S., & Barroca, M. J. (2011). Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Food and Bioproducts Processing*, 89 (4), 422.
- Gündüz, Y., & Şahbaz, F. (1998). Ozmotik kurutma. *Gıda Dergisi*, 36-39.
- Gürbüz, D. (2006). Balkabağının ozmotik kurutulması ve ozmotik kurutmanın kurutma hızına ve tekrar su alma özelliğine etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Henriques, F., Guine, R. P. F., & Barroca M. J. (2012). Influence of drying treatment on physical properties of pumpkin. *Croatian Journal of Food Technology Biotechnology and Nutrition*, 7(Special Issue), 53–58.
- Heredia, A., Peinado, I., Barrera, C., & Grau, A. A. (2009). Influence of process variables on colour changes, carotenoids retention and cellular tissue alteration of cherry tomato during osmotic dehydration. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 285–294.
- Holdsworth, S. D. (1971). Dehydration of food products. *Journal of Food Technology*, 6(4), 331–370.
- Ite, R. A., & Kabelka, E. A. (2009). Correlation between L*a*b* color space values and carotenoid content in pumpkins and squash (*Cucurbita* spp.). *HortScience*, 44, 633-637.
- İntepe, M. (2010). Farklı şekillerde kurutulmuş kayisuların rehidrasyon yeteneklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.
- Jeffrey, C. (2005). New system of *Cucurbitaceae*. *Botaniske Zhurnal*, 90, 332–335.
- Karizaki, V. M., Şahin, S., Sumnu, G., Mosavian, M. T. H., & Luca, A. (2013). Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration as a pretreatment on deep fat frying of potatoes. *Food and Bioprocess Technology*, 6(12), 3554-3563.
- Kaymak-Ertekin, F. (2002). Drying and rehydrating kinetics of green and red peppers. *Journal of Food Science*, 67, 168-175.
- Kek, S. P., Chin, N. L., & Yusof, Y. A. (2013). Direct and indirect power ultrasound assisted pre-osmotic treatments in convective drying of guava slices. *Food and Bioproducts Processing*. 91, 495–506.
- Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V., & Lee, D-U. (2004). Applications and potential of ultrasonic in food processing. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 261–266.
- Kowalska, H., & Lenart, A. (2001). Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. *Journal of Food Engineering*, 49, 137-140.
- Krokida, M. K., & Marinos-Kouris, D. (2003). Rehydration kinetics of dehydrated products, *Journal of Food Engineering*, 57, 1-7.
- Kumar, H. S. P., Radhakrishna, K., Nagaraju, P. K., & Rao, D. V. (2001). Effect of combination drying on the physico-chemical characteristics of carrot and pumpkin. *Journal of Food Processing and Preservation*, 25, 447-460.

- Lee, C. H., Cho, J. K., Lee, S. J., Koh, W., Park, W., & Kim, C. H. (2002). Enhancing β -Carotene content in asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal Chemistry*, 79 (4), 593–595.
- Lee, J. S., & Lim, L. S. (2011). Osmo-dehydration pretreatment for drying of pumpkin slice. *International Food Research Journal*, 18, 1223-1230.
- Leong, S. Y., & Oey, I. (2012). Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 133, 1577-1587.
- Lerici, C. R., Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M., & Bartolucci, L. (1985). Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality. *Journal of Food Science*, 50, 1217-1219.
- Lewicki, P. P., & Duszczek, E. (1998). Color change of selected vegetables during convective air drying. *International Journal of Food Properties*, 1, 263-273.
- Liu, Y. H., Wu, J. Y., Chong, C. J., & Miao, S. (2014). Ultrasound assisted osmotic dehydration as pretreatment for hot-air drying of carrot. *Food Science and Technology Research*, 20, 31-41.
- Mandala I. G., Anagnostaras, E. F., & Oikonomou, C. K. (2005). Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics. *J Food Eng*, 69, 307–316.
- Martínez-Valdivieso, D., Gómez, P., Font, R., Alonso-Moraga, A., & del RíoCelestino, M. (2015). Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars. *LWT – Food Science and Technology*, 64(2), 1225-1233.
- Maskan, M. (2001). Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwi fruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48, 177-182.
- Mason, T. J., Riera, E., Vercet, A., & Lopez-Buesa, P. (2005). Application of ultrasound, emerging technologies for food processing. Academic Press, USA.
- Mauro, M. A., & Menegalli, F. C. (1995). Evaluation of diffusion coefficient in osmotic concentration of bananas. *International Journal of Food Science and Technology*, 30, 199-215.
- Maurom, L. (1981). The Maillard reactions in foods: Critical review from the nutritional standpoint. *Prog. Food Nutr. Sci.*, 5, 5–35.
- McGuire, R. (1992). Reporting of objective colour measurement. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Meda, L., & Ratti, C. (2005). Rehydration of freeze-dried strawberries at varying temperatures. *Journal of Food Process Engineering*, 28, 233-246.
- Mierzwa, D., & Kowalski, S. J. (2016). Ultrasound-assisted osmotic dehydration and convective drying of apples: process kinetics and quality issues. *Chemical and Process Engineering-Inzynieria Chemiczna I Procesowa*, 37, 383-391.

- Mujumdar, A. S. (2000). Mujumdar's practical guide to industrial drying: Principles, equipment and new developments, Devahastin, S.(Ed), Thananuch Business Ltd. Publication, Thailand, 37, 200.
- Murkovic, M. U. M., & Neunteufl, H. (2002). Carotenoid content in different varieties of pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 633–638.
- Nadia, D. M., Nourhène, B. M., Nabil, K., Francis, C., Catherine, B. (2013). Effect of osmo-dehydration conditions on the quality attributes of pears. *Journal of Food Processing and Technology*, 4:256. doi:10.4172/2157-7110.1000256 .
- Nawirska, A., Figiel, A., Kucharska A. Z., Sokol-Letowska, A., Biesiada, A., (2009). Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *Journal of Food Engineering*, 94(1), 14-20
- Noshad, M., Mohebbi, M., Shahidi, F., & Mortazavi, A. S. (2012). Kinetic modelling of rehydration in air-dried quinces pretreated with osmotic dehydration and ultrasonic. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36, 383-392.
- Nowacka, M., Tylewicz, U., Laghi, L., Dalla Rosa, M., & Witrowa-Rajchert, D. (2014). Effect of ultrasound treatment on the water state in kiwifruit during osmotic dehydration. *Food Chemistry*, 144, 18–25.
- Nowacka, M., Wiktor, A., S 'ledz', M., Jurek, N., & Witrowa-Rajchert, D. (2012). Drying of ultrasound pretreated apple and its selected physical properties. *Journal of Food Engineering*, 113, 427–433.
- Onwude, D. I., Hashim, N., Janius, R., Nawi, N. M., & Abdan, K. (2017). Color change kinetics and total carotenoid content of pumpkin as affected by drying temperature. *Italian Journal of Food Science*, 29, 1-18.
- Park, C., & Lee, K. (1975). A study on influence of drying methods upon the chemical changes in red pepper: Part 2. Changes of free amino acid, free sugar. *Korean Journal of Nutrition*, 8, 33-37.
- Park, Y.W., (1987). Effect of freezing, thawing, drying, and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach. *J. Food Sci.*, 52 (4), 1022-1025.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said F. A. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods. *Food Bioprocess Technology*, 6:36–60, doi 10.1007/s11947-012-0867-9.
- Pekoslawska, A., & Lenart, A. (2009). Osmotic dehydration of pumpkin on starch syrup. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17, 107-113.
- Peleg, M. (1988). An empirical model for the description of moisture sorption curves. *Journal of Food Science*, 53, 1216-1219.
- Perez, N. E., & Schmalko, M. E. (2009). Convective drying of pumpkin: Influence of pretreatment and drying temperature. *Journal of Food Process Engineering*, 32, 88-103.
- Prakash, S., Jha, S. K., & Datta, N. (2004). Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers. *J. Food Eng.*, 62, 305–313.
- Ptitchkina, N. M., Novokreschonova, L. V., Piskunova, G. V., & Morris, E. R. (1998). Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of

- wheat bread by small additions of pumpkin powder: Possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure. *Food Hydrocolloids*, 12, 333-337.
- Ramallo, L. A., and Mascheroni, R.H. (2012). Quality evaluation of pineapple fruit during drying process. *Food and Bioproducts Processing*, 90, 275-283.
- Raoult-Wack, A. L., Lenart, A., & Guilbert, S. (1992). Recent advances in dewatering through immersion in concentrated solutions ("Osmotic dehydration"). In *Drying of Solids*, Mujumdar, AS, (eds), pp. 21-51, International Science Publishers.
- Ratti C. (2001). Hot-air and freeze-drying of high value foods: A review. *Journal of Food Engineering*, 49, 311-319.
- Ricce, C., Rojas, M. L., Miano, A. C., Siche, R., & Augusto, P. E. D. (2016). Ultrasound pre-treatment enhances the carrot drying and rehydration. *Food Research International*, 89, 701-708.
- Riva, M., Campolongo, S., Leva, A. A., Maestrelli, A., & Torreggiani, D. (2005). Structure–property relationships in osmo-air-dehydrated apricot cubes. *Food Res Int*, 38, 533–542. 38.
- Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2007). Use of ultrasound as pretreatment for dehydration of melons. *Drying Technology*. 25(10), 1791–1796.
- Rodrigues, S., Gomes, M. C. F., Gallao, M. I., & Fernandes, F. A. N. (2009). Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration on cell structure of sapotas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (4), 665–670.
- Roongruangsri, W. and Bronlund, J. E. (2016), Effect of air-drying temperature on physico-chemical, powder properties and sorption characteristics of pumpkin powders, *International Food Research Journal*, 23(3), 962-972
- Saguy, S., Marabi, A., & Wallach, R. (2005). New approach to model rehydration of dry food particulates utilizing principles of liquid transport in porous media. *Trends in Food Science and Technology*, 16(11), 495-506.
- See, E. F., Wan Nadiah, W. A., & Noor Aziah, A. A. (2007). Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *Asean Food Journal*, 14 (2), 123-130.
- Seo, J. S., Burri, B. J., Quan, Z., & Neidlinger, T. R. (2005). Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. *Journal of Chromatography* , 1073, 371-375.
- Serement, L., Botez, E., Nistor, O. V., Andronoiu, D. G., & Mocanu, G. D. (2016). Effect of different drying methods on moisture ratio and rehydration of pumpkin slices. *Food Chemistry*, 195, 104-109.
- Shi, J., Le Maguer, M., Kakuda, Y., Liptay, A., Niekamp, F. (1999). Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Research International*, 32 , 15-21.
- Siucinska ve Konopacka (2014). Application of ultrasound to modify and improve dried fruit and vegetable tissue. *Drying Technology*, 32, 1360–1368.

- Smith, B. D. (1997). The initial domestication of *Cucurbita pepo* in Americas 10,000 years ago. *Science*, 276(5314), 932-934.
- Sojak, M., & Glowacki, S. (2010). Analysis of giant pumpkin (*Cucurbita maxima*) drying kinetics in various technologies of convective drying. *Journal of Food Engineering*, 99, 323–329.
- Sojak, M., Jaros, M., Janaszek-Mankowska, M., Trajer, J., Glowacki, S., & Ratajski, A. (2016). The effect of drying and long-term storage on colour and carotenoids content of giant pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Technical Sciences*, 19, 295-312.
- Siriamornpun, S., Kaisoon, O., Meeso, N., (2012). Changes in colour, antioxidant activities and carotenoids (lycopene, β -carotene, lutein) of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) resulting from different drying processes. *Journal of Functional Foods*, 4(4):757.
- Stojanovic, J., & Silva, J. L. (2007). Influence of osmotic concentration, continuous high frequency ultrasound and dehydration on antioxidants, colour and chemical properties of rabbiteye blueberries. *Food Chemistry*, 101, 898–906.
- Tao, Y., Sun, D. W. (2015). Enhancement of food processes by ultrasound: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(4), 570-594.
- Thakur, B. R., & Nelson, P. E. (1997). Inactivation of lipoxygenase in whole soy flour suspension by ultrasonic cavitation, *Nahrung*, 41(5), 299–301.
- Topdaş, E. F., & Ergutay, M. F. (2013). Kayısların ultras ses yardımıyla ozmotik kurutulması. *Akademik Gıda*, 38(5), 299-306.
- Topdaş, E. F., Başlar, M., & Ertugay M. F. (2011). Elmaların ozmotik kurutulması üzerine ultras ses işleminin etkisi. *Akademik Gıda*, 9(5), 6-10.
- Torreggiani, D. (1993). Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International*, 26, 59-68.
- Torreggiani, D., Forni, F. & Rizzolo, A. (1987). Influence of the osmosis time on the stability of processed cherries, *Journal of Food Processing and Preservation*, 12, 27-44.
- Torringa, E., Esveld, E., Scheewe, I., Berg, R., & Bartels, P. (2001). Osmotic dehydration as a pre-treatment before combined microwave-hot-air drying of mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 49, 185-191.
- Tüfekçi, S., & Özkal, S. G. (2015). Application of Ultrasound in Food Drying. *Pamukkale Üni. Müh. Bilim Dergisi*, 21(9): 408-413
- Tufekci, S., & Ozkal, S. G. (2017). Enhancement of drying and rehydration characteristics of okra by ultrasound pre-treatment application. *Heat and Mass Transfer*, 53, 2279-2286.
- Tunde-Akintunde, T. Y., & Ogunlakin, G. O. (2013). Mathematical modeling of drying of pretreated and untreated pumpkin. *Journal of Food Science and Technology*, 50(4), 705-713.
- Us, F. (2006). Ozmotik kurutma. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu.

- Üstün, Ş., Tosun, İ. ve Cemeroglu, B. (1999). Reçel üretimi amacıyla kurutulmuş kayısıların rehidrasyonu. *Gıda*, 24(2): 103-111.
- Valachovic, P., Pechova, A., & Mason, T. J. (2001). Towards the industrial production of medical tincture by ultrasound assisted extraction. *Ultrasonic Sonochemistry*, 8, 111-117.
- Voda, A., Homan, N., Witek, M., Duijster, A., van Dalen, G., van der Sman, R., van Duynhoven, J. (2012). The impact of freeze-drying on microstructure and rehydration properties of carrot. *Food Research International*, 49, 687-693.
- Whitaker, T. W., & Bemis, W. P. (1975). Orijin and evolution of the cultivated Cucurbita. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 102, 362-368.
- Wrolstad, R. E., Durst, R. W., & Lee, J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 423-428.
- Xanthopoulou, M. N., Nomikos, T., Fragopoulou, E., & Antonopoulou, S. (2009). Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International*, 42, 641-646.
- Xin, Y., Zhang, M., & Adhikari, B. (2013). Effect of trehalose and ultrasound-assisted osmotic dehydration on the state of water and glass transition temperature of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.). *Journal of Food Engineering*, 119, 640-647.
- Yıldız, O., & Ertekin, C. (2001). Thin layer solar drying of some vegetables. *Drying Technology*, 19, 583-597.
- Yongsawatdigul J., & Gunasekaran, S., (1995). Microwave-vacuum drying of cranberries: Part II. Quality evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 20(2), 145-156.
- Zhang M., Tang J., Majumdar A. J., & Wang, S. (2006). Trends in microwaverelated drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 524-534.
- Zhong T., & Lima, M. (2003). The effect of ohmic heating on vacuum drying rate of sweet potato tissue. *Bioresource Technology*, 87, 215-220.

EKLER

EKLER

EK 1: Ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulan balkabağı dilimlerinin ağırlık kaybı (%) değerlerine ait ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma test tabloları

EK 1.A: % 40 ve % 60 'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerlerine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	138.410	138.410	178.21	0.000
Süre	2	277.164	138.582	178.43	0.000
Konsantrasyon x Süre	2	14.732	7.366	9.48	0.014
Hata	6	4.660	0.777		
Toplam	11	434.966			

EK 1.B: % 40 Şeker Çözeltileri İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	2	207.434	103.717	156.30	0.001
Hata	3	1.991	0.664		
Toplam	5	209.425			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Süre	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
120	2	26.789 ^a ±1.115
80	2	21.8954 ^b ±0.0065
40	2	12.611 ^c ±0.864

EK 1.C: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	2	84.462	42.2311	47.47	0.005
Hata	3	2.669	0.8897		
Toplam	5	87.131			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Süre	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
120	2	30.796 ^a ±1.125
80	2	28.836 ^a ±1.183
40	2	22.0401 ^b ±0.0567

EK 1.D: 40 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	88.9072	88.9072	237.12	0.004
Hata	2	0.7499	0.3749		
Toplam	3	89.6571			

EK 1.E: 80 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	48.177	48.1775	68.86	0.004
Hata	2	1.399	0.6996		
Toplam	3	49.577			

EK 1.F: 120 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Ağırlık Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	16.057	16.057	12.79	0.070
Hata	2	2.511	1.255		
Toplam	3	18.568			

EK 2: Ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulan balkabağı dilimlerinin su kaybı (%) değerlerine ait ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma test tabloları

EK 2.A: % 40 ve % 60 'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerlerine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	204.539	204.539	274.03	0.000
Süre	2	356.904	178.452	239.08	0.000
Konsantrasyon x Süre	2	10.452	5.226	7.00	0.027
Hata	6	4.479	0.746		
Toplam	11	576.374			

EK 2.B: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	2	241.814	120.907	149.01	0.001
Hata	3	2.434	0.811		
Toplam	5	244.249			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Süre	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
120	2	29.924 ^a ±0.621
80	2	23.412 ^b ±0.583
40	2	14.439 ^c ±0.621

EK 2.C: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	2	125.542	62.7710	92.12	0.002
Hata	3	2.044	0.6814		
Toplam	5	127.586			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Süre	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
120	2	35.701 ^a ±0.991
80	2	32.129 ^b ±0.182
40	2	24.717 ^c ±1.015

EK 2.D: 40 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	105.646	105.646	149.31	0.007
Hata	2	1.415	0.708		
Toplam	3	107.061			

EK 2.E: 80 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltilisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	75.9812	75.9812	407.57	0.002
Hata	2	0.3728	0.1864		
Toplam	3	76.3540			

EK 2.F: 120 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltilisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Su Kaybı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	33.364	33.364	24.80	0.038
Hata	2	2.691	1.345		
Toplam	3	36.055			

EK 3: Ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulan balkabağı dilimlerinin katı madde artışı (%) değerlerine ait ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma test tabloları

EK 3.A: % 40 ve % 60'lık Şeker Çözeltileri İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerlerine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	6.4360	6.43603	1143.11	0.000
Süre	2	7.6766	3.83830	681.72	0.000
Konsantrasyon x Süre	2	0.5680	0.28398	50.44	0.000
Hata	6	0.0338	0.00563		
Toplam	11	14.7144			

EK 3.B: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	2	2.95214	1.47607	946.53	0.000
Hata	3	0.00468	0.00156		
Toplam	5	2.95681			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Süre	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
120	2	3.1357 ^a ±0.0396
80	2	1.5167 ^c ±0.0236
40	2	1.8280 ^b ±0.0396

EK 3.C: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde Farklı Süreler ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	2	5.29242	2.64621	272.77	0.000
Hata	3	0.02910	0.00970		
Toplam	5	5.32152			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Süre	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
120	2	4.90471 ^c ±0.00666
80	2	3.2924 ^b ±0.1307
40	2	2.6774 ^a ±0.1095

EK 3.D: 40 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	0.72144	0.721438	106.43	0.009
Hata	2	0.01356	0.006778		
Toplam	3	0.73499			

EK 3.E: 80 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	3.15318	3.15318	357.70	0.003
Hata	2	0.01763	0.00882		
Toplam	3	3.17081			

EK 3.F: 120 Dakika Süre ile Farklı Konsantrasyonlarda Şeker Çözeltisi İçerisinde Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Katı Madde Artışı (%) Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	3.12937	3.12937	2412.41	0.000
Hata	2	0.00259	0.00130		
Toplam	3	3.13197			

EK 4: Ön işlem uygulanmadan farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon değerlerine sürenin etkisini gösteren ANOVA Tabloları

EK 4.A: Ön İşlem Uygulanmadan Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	1.45791	0.291582	604.43	0.000
Hata	6	0.00289	0.000482		
Toplam	11	1.46080			

EK 4.B: Ön İşlem Uygulanmadan Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.954425	0.190885	280.92	0.000
Hata	6	0.004077	0.000680		
Toplam	11	0.958502			

EK 4.C: Ön İşlem Uygulanmadan Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	129.399	25.8799	37.86	0.000
Hata	12	8.203	0.6836		
Toplam	17	137.602			

EK 5: Ön işlem uygulandıktan sonra farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon değerlerine sürenin etkisini gösteren ANOVA tabloları

EK 5.A: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 40 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.099323	0.019865	31.43	0.000
Hata	12	0.007585	0.000632		
Toplam	17	0.106908			

EK 5.B: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 40 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.284446	0.056889	287.52	0.000
Hata	12	0.002374	0.000198		
Toplam	17	0.286820			

EK 5.C: % 40 şeker çözeltisi içerisinde 40 dakika süre ile ultrases destekli ozmotik kurutma ön işlemine tabi tutulan dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulan balkabağı dilimlerinin rehidrasyon değerlerine sürenin etkisini gösteren ANOVA tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	4.2496	0.84993	40.81	0.000
Hata	6	0.1249	0.02082		
Toplam	11	4.3746			

EK 5.D: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 80 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Sıcak Hava Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.16122	0.032244	13.41	0.000
Hata	12	0.02886	0.002405		
Toplam	17	0.19008			

EK 5.E: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 80 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.078425	0.015685	95.61	0.000
Hata	6	0.000984	0.000164		
Toplam	11	0.079409			

EK 5.F: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 80 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	6.2697	1.25393	29.69	0.000
Hata	12	0.5068	0.04223		
Toplam	17	6.7765			

EK 5.G: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 120 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.1947	0.038945	4.05	0.022
Hata	12	0.1153	0.009609		
Toplam	17	0.3100			

EK 5.H: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 120 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.61018	0.122036	17.13	0.000
Hata	12	0.08549	0.007125		
Toplam	17	0.69568			

EK 5.I: % 40 Şeker Çözeltisi İçerisinde 120 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	1.0298	0.20597	5.57	0.030
Hata	6	0.2219	0.03699		
Toplam	11	1.2518			

EK 5.J: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 40 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Sıcak Hava Kurutma Yöntemi İle Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.5600	0.11199	10.08	0.001
Hata	12	0.1333	0.01111		
Toplam	17	0.6933			

EK 5.K: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 40 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.285932	0.057186	120.70	0.000
Hata	12	0.005686	0.000474		
Toplam	17	0.291618			

EK 5.L: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 40 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	1.1344	0.22687	5.38	0.008
Hata	12	0.5062	0.04219		
Toplam	17	1.6406			

EK 5.M: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 80 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.075900	0.015180	36.71	0.000
Hata	6	0.002481	0.000414		
Toplam	11	0.078381			

EK 5.N: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 80 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.215132	0.043026	40.97	0.000
Hata	6	0.006300	0.001050		
Toplam	11	0.221432			

EK 5.O: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 80 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	1.1344	0.22687	5.38	0.008
Hata	12	0.5062	0.04219		
Toplam	17	1.6406			

EK 5.P: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 120 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Sıcak Hava Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.03356	0.006711	2.86	0.116
Hata	6	0.01406	0.002344		
Toplam	11	0.04762			

EK 5.R: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 120 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Vakum Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.065216	0.013043	17.86	0.000
Hata	12	0.008765	0.000730		
Toplam	17	0.073981			

EK 5.S: % 60 Şeker Çözeltisi İçerisinde 120 Dakika Süre ile Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Dondurarak Kurutma Yöntemi ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Rehidrasyon Değerlerine Sürenin Etkisini Gösteren ANOVA Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Süre	6	0; 30; 60; 90; 120; 150			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Süre	5	0.08291	0.016583	4.44	0.049
Hata	6	0.02239	0.003732		
Toplam	11	0.10531			

EK 6: Balkabağı dilimlerinin ön işlem sonrası L*, a*, b* renk değerlerine ait ANOVA ve Tukey karşılaştırma test tabloları

EK 6.A: Şeker Konsantrasyonu ve Sürenin Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin a* Renk Değerleri Üzerine Etkisine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	2	73.6813	36.8406	33.33	0.587
Süre	1	0.3457	0.3457	0.31	0.000
Konsantrasyon x Süre	2	2.5341	1.2671	1.15	0.353
Hata	11	12.1597	1.1054		
Toplam	16	93.2508			

EK 6.B: Şeker Konsantrasyonu ve Sürenin Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin b* Renk Değerleri Üzerine Etkisine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	0.8808	0.8808	0.19	0.676
Süre	2	41.2349	20.6174	4.34	0.044
Konsantrasyon x Süre	2	0.7367	0.3684	0.08	0.926
Hata	10	47.5599	4.7560		
Toplam	15	91.1597			

EK 6.C: Şeker Konsantrasyonu ve Sürenin Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin L* Renk Değerleri Üzerine Etkisine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	77.03	77.028	17.56	0.000
Süre	2	99.12	49.562	11.30	0.000
Konsantrasyon x Süre	2	55.82	27.911	6.36	0.006
Hata	23	100.86	4.385		
Toplam	28	396.48			

EK 6.D: Farklı Ön İşlemlere Tabi Tutulmuş Olan Balkabağı Dilimlerinin a* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu ve Tukey Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	7	Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	6	109.05	18.1758	21.39	0.000
Hata	15	12.74	0.8496		
Toplam	21	121.80			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Taze balkabağı	6	21.676 ^b ±0.574
%40-40 dk	3	22.377 ^b ±1.469
%40-80 dk	3	25.916 ^a ±0.691
%40-120 dk	2	26.79 ^a ±1.94
%60-40 dk	3	22.372 ^b ±0.506
%60-80 dk	3	25.397 ^a ±0.749
%60-120 dk	2	27.763 ^a ±0.650

EK 6.E: Farklı Ön İşlemlere Tabi Tutulmuş Olan Balkabağı Dilimlerinin b* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu ve Tukey Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	7	Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	6	101.34	16.889	4.55	0.009
Hata	14	51.97	3.712		
Toplam	20	153.30			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Taze balkabağı	5	48.402 ^b ±1.050
%40-40 dk	3	50.05 ^{ab} ±2.37
%40-80 dk	3	52.272 ^{ab} ±1.105
%40-120 dk	3	54.306 ^a ±1.347
%60-40 dk	3	50.692 ^{ab} ±0.483
%60-80 dk	2	53.203 ^{ab} ±0.317
%60-120 dk	2	54.17 ^a ±5.45

EK 6.F: Farklı Ön İşlemlere Tabi Tutulmuş Olan Balkabağı Dilimlerinin L* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA Test Tablosu ve Tukey Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	7	Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	6	302.2	50.368	12.41	0.000
Hata	27	109.5	4.057		
Toplam	33	411.8			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Taze balkabağı	5	59.220 ^b ±1.473
%40-40 dk	5	53.896 ^c ±1.860
%40-80 dk	3	56.742 ^{bc} ±1.349
%40-120 dk	6	57.38 ^{bc} ±3.40
%60-40 dk	4	56.915 ^{bc} ±1.349
%60-80 dk	6	63.745 ^a ±1.202
%60-120 dk	5	57.433 ^{bc} ±1.759

EK 6.G: Şeker Konsantrasyonu ve Sürenin Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Renk Değerleri Üzerine Etkisine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	0.0032	0.00322	0.01	0.945
Süre	2	17.8553	8.92763	14.26	0.005
Konsantrasyon x Süre	2	2.3033	1.15167	1.84	0.238
Hata	6	3.7560	0.62601		
Toplam	11	23.9178			

EK 6.H: Şeker Konsantrasyonu ve Sürenin Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Ön İşlemine Tabi Tutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma Renk Değerleri Üzerine Etkisine Ait ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	0.9616	0.9616	3.43	0.114
Süre	2	66.0354	33.0177	117.72	0.000
Konsantrasyon x Süre	2	0.0057	0.0029	0.01	0.990
Hata	6	1.6828	0.2805		
Toplam	11	68.6856			

EK 7: Balkabağı dilimlerinin kurutma sonrası L*, a* ve b* renk değerlerine ait ANOVA ve Tukey karşılaştırma test tabloları

EK 7.A: Sıcak Hava ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin L* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	245.58	35.083	3.96	0.021
Hata	11	97.52	8.865		
Toplam	18	343.10			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	2	64.992 ^a ±1.346
Taze balkabağı	5	59.220 ^{ab} ±1.473
%40-40 dk	2	54.61 ^{ab} ±4.46
%40-80 dk	2	53.59 ^b ±3.41
%40-120 dk	2	58.454 ^{ab} ±1.232
%60-40 dk	2	54.56 ^{ab} ±7.30
%60-80 dk	2	52.495 ^b ±0.679
%60-120 dk	2	55.970 ^{ab} ±0.382

EK 7.B: Sıcak Hava ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin a* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	328.37	46.910	36.19	0.000
Hata	11	14.26	1.296		
Toplam	18	342.63			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	2	27.503 ^{bc} ±0.933
Taze balkabağı	5	21.729 ^d ±0.624
%40-40 dk	2	32.068 ^a ±0.662
%40-80 dk	2	30.070 ^{abc} ±0.679
%40-120 dk	2	31.676 ^{ab} ±1.076
%60-40 dk	2	20.5100 ^d ±0.0141
%60-80 dk	2	26.32 ^c ±3.13
%60-120 dk	2	27.08 ^c ±0.0566

EK 7.C: Sıcak Hava ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin b* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	414.66	59.237	8.99	0.001
Hata	11	72.52	6.592		
Toplam	18	487.18			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	2	59.51 ^a ±2.06
Taze balkabağı	5	48.402 ^c ±1.050
%40-40 dk	2	57.840 ^a ±0.995
%40-80 dk	2	52.48 ^{abc} ±1.79
%40-120 dk	2	56.743 ^{ab} ±1.249
%60-40 dk	2	54.70 ^{abc} ±4.77
%60-80 dk	2	47.70 ^{bc} ±5.22
%60-120 dk	2	45.97 ^c ±2.85

EK 7.D: Vakum ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin L* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon+Süre	7	367.52	52.502	10.67	0.000
Hata	13	63.98	4.921		
Toplam	20	431.50			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	3	65.88 ^a ± 2.04
Taze balkabağı	5	59.220 ^{bc} ± 1.473
%40-40 dk	2	59.75 ^{abc} ± 4.80
%40-80 dk	3	54.45 ^{cd} ± 1.76
%40-120 dk	2	62.99 ^{ab} ± 2.70
%60-40 dk	2	61.48 ^{abc} ± 1.86
%60-80 dk	2	58.63 ^{bcd} ± 2.07
%60-120 dk	2	51.28 ^d ± 1.64

EK 7.E: Vakum ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin a* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	321.73	45.961	11.48	0.000
Hata	13	52.03	4.003		
Toplam	20	373.76			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	3	22.34 ^{bc} ± 1.92
Taze balkabağı	5	21.729 ^c ± 0.624
%40-40 dk	2	31.04 ^a ± 2.79
%40-80 dk	3	31.88 ^a ± 3.11
%40-120 dk	2	25.745 ^{abc} ± 2.70
%60-40 dk	2	27.868 ^{ab} ± 0.841
%60-80 dk	2	25.88 ^{abc} ± 2.64
%60-120 dk	2	29.91 ^a ± 2.66

EK 7.F: Vakum ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin b* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	294.78	42.112	13.20	0.000
Hata	13	41.47	3.190		
Toplam	20	336.25			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	3	56.968 ^{ab} ±1.245
Taze balkabağı	5	48.402 ^d ±1.050
%40-40 dk	2	53.44 ^{abcd} ±3.27
%40-80 dk	3	52.00 ^{bcd} ±2.93
%40-120 dk	2	55.32 ^{abc} ±2.22
%60-40 dk	2	59.657 ^a ±0.391
%60-80 dk	2	55.105 ^{abc} ±0.608
%60-120 dk	2	49.112 ^{cd} ±0.845

EK 7.G: Dondurarak Kurutma ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin L* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	538.31	76.901	13.86	0.000
Hata	12	66.59	5.549		
Toplam	19	604.90			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	2	73.880 ^a ±0.830
Taze balkabağı	5	59.220 ^b ±1.473
%40-40 dk	2	66.21 ^{ab} ±4.78
%40-80 dk	2	67.410 ^a ±0.237
%40-120 dk	2	72.543 ^a ±1.344
%60-40 dk	3	71.986 ^a ±0.839
%60-80 dk	2	67.04 ^a ±4.16
%60-120 dk	2	68.38 ^a ±3.71

EK 7.H: Dondurarak Kurutma ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin a* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	58.425	8.3464	11.07	0.000
Hata	12	9.051	0.7542		
Toplam	19	67.476			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	2	17.733 ^c ±0.887
Taze balkabağı	5	21.729 ^{ab} ±0.624
%40-40 dk	2	20.94 ^{ab} ±1.94
%40-80 dk	2	23.566 ^a ±0.543
%40-120 dk	2	20.3475 ^{bc} ±0.0283
%60-40 dk	3	19.874 ^{bc} ±0.556
%60-80 dk	2	23.820 ^a ±1.407
%60-120 dk	2	21.988 ^{ab} ±0.172

EK 7.I: Dondurarak Kurutma ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin b* Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	205.78	29397	10.40	0.000
Hata	12	33.92	2.826		
Toplam	19	239.70			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Ön işlemsiz	2	47.89 ^a ±3.34
Taze balkabağı	5	48.402 ^a ±0.050
%40-40 dk	2	47.03 ^{ab} ±2.84
%40-80 dk	2	44.138 ^{abc} ±0.276
%40-120 dk	2	40.949 ^{bc} ±0.189
%60-40 dk	3	41.28 ^c ±2.01
%60-80 dk	2	48.971 ^a ±0.741
%60-120 dk	2	49.578 ^a ±1.261

EK 7.J: Sıcak Hava ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	480.212	68.6018	196.18	0.000
Hata	8	2.798	0.3497		
Toplam	15	483.010			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar
Taze balkabağı	2	53.034 ^c
Ön işlemsiz	2	65.557 ^a
%40-40 dk	2	66.495 ^a
%40-80 dk	2	60.4887 ^b
%40-120 dk	2	64.986 ^a
%60-40 dk	2	59.267 ^b
%60-80 dk	2	53.0979 ^c
%60-120 dk	2	53.131 ^c

EK 7.K: Vakum ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	190.405	27.2007	42.34	0.000
Hata	8	5.140	0.6425		
Toplam	15	195.545			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar
Taze balkabağı	2	53.034 ^d
Ön işlemsiz	2	61.191 ^b
%40-40 dk	2	61.802 ^b
%40-80 dk	2	60.991 ^b
%40-120 dk	2	60.475 ^{bc}
%60-40 dk	2	65.845 ^a
%60-80 dk	2	60.882 ^b
%60-120 dk	2	57.503 ^c

EK 7.L: Dondurarak Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	188.769	26.9669	140.22	0.000
Hata	8	1.539	0.1923		
Toplam	15	190.307			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar
Taze balkabağı	2	53.034 ^{ab}
Ön işlemsiz	2	46.800 ^d
%40-40 dk	2	51.804 ^{bc}
%40-80 dk	2	50.0349 ^c
%40-120 dk	2	45.252 ^d
%60-40 dk	2	45.815 ^d
%60-80 dk	2	54.457 ^a
%60-120 dk	2	53.437 ^{ab}

EK 7.M: Sıcak Hava ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	136.589	19.513	57.96	0.000
Hata	8	2.693	0.3367		
Toplam	15	139.282			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar
1 Taze balkabağı	2	65.870 ^a
Ön işlemsiz	2	65.195 ^a
%40-40 dk	2	60.440 ^b
%40-80 dk	2	60.191 ^b
%40-120 dk	2	60.828 ^b
%60-40 dk	2	67.361 ^a
%60-80 dk	2	60.550 ^b
%60-120 dk	2	59.357 ^b

EK 7.N: Vakum ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	197.993	28.2847	51.97	0.000
Hata	8	4.354	0.5442		
Toplam	15	202.347			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar
Taze balkabağı	2	65.870 ^{ab}
Ön işlemsiz	2	68.589 ^a
%40-40 dk	2	59.849 ^c
%40-80 dk	2	58.491 ^c
%40-120 dk	2	64.9470 ^b
%60-40 dk	2	64.961 ^b
%60-80 dk	2	64.839 ^b
%60-120 dk	2	58.658 ^c

EK 7.O: Dondurarak Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Faktör	Levels	Değerler			
Balkabağı örneği	8	Ön işlemsiz; Taze balkabağı; %40-40 dk; %40-80 dk; %40-120 dk; %60-40 dk; %60- 80 dk; %60-120 dk			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	7	42.227	6.0324	15.90	0.000
Hata	8	3.036	0.3795		
Toplam	15	45.262			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Örnek	N	Ortalamalar
1 Taze balkabağı	2	65.870 ^{ab}
Ön işlemsiz	2	67.734 ^a
%40-40 dk	2	66.138 ^{ab}
%40-80 dk	2	61.901 ^c
%40-120 dk	2	64.810 ^b
%60-40 dk	2	64.292 ^b
%60-80 dk	2	64.0613 ^{bc}
%60-120 dk	2	65.778 ^{ab}

EK 8: Farklı yöntemlerle kurutulmuş balkabağı dilimlerinin kroma ve hue açısı değerlerine ön işlem parametrelerinin etkisini gösteren ANOVA (genel doğrusal model) test tabloları

EK 8.A: Sıcak Hava ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma Değerlerine Ön İşlem Parametrelerinin Etkisini Gösteren ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	233.643	233.643	533.11	0.000
Süre	2	75.736	37.868	86.40	0.000
KonsantrasyonxSüre	2	13.792	6.896	15.74	0.004
Hata	6	2.630	0.438		
Toplam	11	325.801			

EK 8.B: Sıcak Hava ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Değerlerine Ön İşlem Parametrelerinin Etkisini Gösteren ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	11.247	11.2469	38.05	0.001
Süre	2	36.050	18.0250	60.99	0.000
KonsantrasyonxSüre	2	38.946	19.4729	65.89	0.000
Hata	6	1.773	0.2956		
Toplam	11	88.016			

EK 8.C: Vakum ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma Değerlerine Ön İşlem Parametrelerinin Etkisini Gösteren ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	0.3092	0.3092	0.37	0.569
Süre	2	47.3292	23.6646	27.95	0.001
KonsantrasyonxSüre	2	24.8792	12.4396	14.69	0.005
Hata	6	5.3803	0.8467		
Toplam	11	77.5980			

EK 8.D: Vakum ile Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Değerlerine Ön İşlem Parametrelerinin Etkisini Gösteren ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	8.911	8.9114	19.36	0.005
Süre	2	1.238	0.6190	1.34	0.329
KonsantrasyonxSüre	2	97.061	48.5303	105.44	0.000
Hata	6	2.761	0.4602		
Toplam	11	109.971			

EK 8.E: Dondurarak Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Kroma Değerlerine Ön İşlem Parametrelerinin Etkisini Gösteren ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	14.599	14.5985	66.19	0.000
Süre	2	27.353	13.6767	62.01	0.000
KonsantrasyonxSüre	2	107.810	53.9051	244.42	0.000
Hata	6	1.323	0.2205		
Toplam	11	151.085			

EK 8.F: Dondurarak Kurutulan Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Değerlerine Ön İşlem Parametrelerinin Etkisini Gösteren ANOVA (Genel Doğrusal Model) Test Tablosu

Faktör	Levels	Değerler			
Konsantrasyon	2	40; 60			
Süre	3	40; 80; 120			
Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Konsantrasyon	1	0.5479	0.5479	1.62	0.250
Süre	2	13.7943	6.8971	20.40	0.002
KonsantrasyonxSüre	2	8.4647	4.2323	12.52	0.007
Hata	6	2.0282	0.3380		
Toplam	11	24.8351			

EK 9: Taze ve Kurutulmuş Balkabağı Örneklerinin L*, a* ve b* Değerlerinin Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

EK 9.A: Balkabağı Örneklerinin L* Değerlerinin Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	P
Örnek	21	2201.2	104.818	13.93
Hata	28	210.7	7.526	
Toplam	49	2411.9		

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Yöntem	Konsantrasyon (%)	Süre(dk)	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Dondurarak	Taze Balkabağı		5	59.220 ^{defgh} ±1.473
	Ön işlemsiz		2	73.880 ^a ±0.830
	%40	40	2	66.21 ^{abcde} ±4.78
	%40	80	2	67.410 ^{abcd} ±0.237
	%40	120	2	72.543 ^{ab} ±1.377
	%60	40	3	71.986ab ^{ab} ±0.839
	%60	80	2	67.04 ^{abcd} ±4.16
Sıcak Hava	%60	120	2	68.38 ^{abc} ±3.71
	Ön işlemsiz		2	64.992 ^{abcdef} ±1.346
	%40	40	2	54.61 ^{fgh} ±4.46
	%40	80	2	53.59 ^{gh} ±3.41
	%40	120	2	58.454 ^{cdefgh} ±1.232
	%60	40	2	54.56 ^{fgh} ±7.30
	%60	80	2	52.495 ^{gh} ±0.679
Vakum	%60	120	2	55.970 ^{efgh} ±0.382
	Ön işlemsiz		3	65.88 ^{abcde} ±2.04
	%40	40	2	59.75 ^{cdefgh} ±4.80
	%40	80	2	54.45 ^{gh} ±1.76
	%40	120	2	62.99 ^{bcdefg} ±2.70
	%60	40	2	61.48 ^{fgh} ±1.86
	%60	80	3	58.63 ^{cdefgh} ±2.07
	%60	120	2	51.28 ^h ±1.64

EK 9.B: Balkabağı Örneklerinin a* Değerlerinin Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	21	946.50	45.071	17.47	0.000
Hata	28	72.23	2.579		
Toplam	49	1018.72			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Yöntem	Konsantrasyon (%)	Süre(dk)	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Dondurarak	Taze Balkabağı		5	21.729 ^{hi} ±0.624
	Ön işlemsiz		2	17.733 ⁱ ±0.887
	%40	40	2	20.94 ^{ghi} ±1.94
	%40	80	2	23.566 ^{efghi} ±0.543
	%40	120	2	20.3475 ^{hi} ±0.0283
	%60	40	3	19.874 ⁱ ±0.556
	%60	80	2	23.820 ^{defgi} ±1.407
Sıcak Hava	Ön işlemsiz		2	21.988 ^{fghi} ±0.172
	%40	40	2	27.503 ^{abcdef} ±0.933
	%40	80	2	32.068 ^{abc} ±0.662
	%40	80	2	30.070 ^{abcd} ±0.679
	%40	120	2	31.676 ^{abc} ±1.076
	%60	40	2	20.51 ^{hi} ±0.0141
	%60	80	2	26.32 ^{bcdefgh} ±3.13
Vakum	%60	120	2	27.08 ^{abcdefg} ±0.0556
	Ön işlemsiz		3	22.34 ^{fghi} ±1.92
	%40	40	2	31.04 ^{abc} ±2.79
	%40	80	3	31.88 ^a ±3.11
	%40	120	2	25.745 ^{bcdefgh} ±1.047
	%60	40	2	27.868 ^{abcdef} ±0.841
	%60	80	2	25.88 ^{cdefgh} ±2.64
	120	2	29.91 ^{abcde} ±2.66	

EK 9.C: Balkabağı Örneklerinin b* Değerlerinin Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	21	1434.3	68.302	13.75	0.000
Hata	28	139.1	4.967		
Toplam	49	1573.4			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Yöntem	Konsantrasyon (%)	Süre(dk)	N	Ortalamalar±Standart Sapma
Dondurarak	Taze Balkabağı		5	48.402 ^{def} ±1.050
	Ön işlemsiz		2	47.89 ^{defgh} ±3.34
	%40	40	2	47.03 ^{defgh} ±2.84
	%40	80	2	44.138 ^{fgh} ±0.276
	%40	120	2	40.949 ^{gh} ±0.189
	%60	40	3	41.28 ^h ±2.01
	%60	80	2	48.971 ^{cdefgh} ±0.741
Sıcak Hava	%60	120	2	49.578 ^{bcdefg} ±1.261
	Ön işlemsiz		2	59.51 ^a ±2.06
	%40	40	2	57.840 ^{ab} ±0.995
	%40	80	2	52.48 ^{abcdef} ±1.79
	%40	120	2	56.743 ^{abc} ±1.249
	%60	40	2	54.70 ^{abcde} ±4.77
	%60	80	2	47.70 ^{defgh} ±5.22
Vakum	%60	120	2	45.97 ^{efgh} ±2.85
	Ön işlemsiz		3	56.968 ^{abc} ±1.245
	%40	40	2	53.44 ^{abcde} ±3.27
	%40	80	3	52.00 ^{abcdef} ±2.93
	%40	120	2	55.32 ^{abcd} ±2.22
	%60	40	2	59.657 ^a ±0.361
	%60	80	2	55.105 ^{abcd} ±0.608
	%60	120	2	49.112 ^{bcdefg} ±0.845

EK 9.D: Balkabağı Dilimlerinin Kroma Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	21	1828.55	87.0738	203.69	0.000
Hata	22	9.40	0.4275		
Toplam	43	1837.95			

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Yöntem	Konsantrasyon (%)	Süre(dk)	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Dondurarak	Taze Balkabağı		2	53.034 ^d ±0.189
	Ön işlemsiz		2	46.800 ^f ±0.424
	%40	40	2	51.804 ^{de} ±0.571
	%40	80	2	50.0349 ^e ±0.0493
	%40	120	2	45.252 ^f ±0.356
	%60	40	2	45.815 ^f ±0.262
	%60	80	2	54.457 ^d ±0.646
	%60	120	2	53.437 ^d ±0.617
Sıcak Hava	Ön işlemsiz		2	65.557 ^a ±0.363
	%40	40	2	66.495 ^a ±0.700
	%40	80	2	60.4887 ^b ±0.0160
	%40	120	2	64.986 ^a ±1.394
	%60	40	2	59.267 ^{bc} ±0.377
	%60	80	2	53.0979 ^d ±0.1385
Vakum	%60	120	2	53.131 ^d ±0.185
	Ön işlemsiz		2	61.191 ^b ±0.155
	%40	40	2	61.802 ^b ±1.134
	%40	80	2	60.991 ^b ±1.118
	%40	120	2	60.475 ^b ±0.671
	%60	40	2	65.845 ^a ±1.195
	%60	80	2	60.882 ^b ±0.399
	%60	120	2	57.503 ^c ±0.712

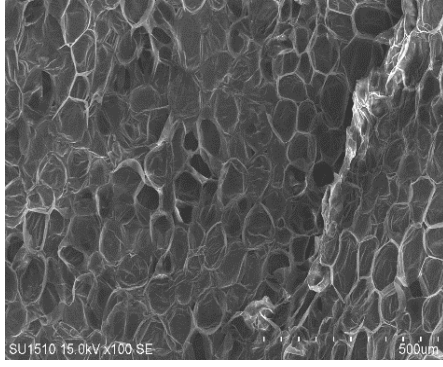
EK 9.E: Balkabağı Dilimlerinin Hue Açısı Değerlerine Ait Tek Yönlü ANOVA ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Tabloları

Varyasyon Kaynağı	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	21	411.163	19.5792	51.98	0.000
Hata	22	8.287	0.3767		
Toplam	43	419.450			

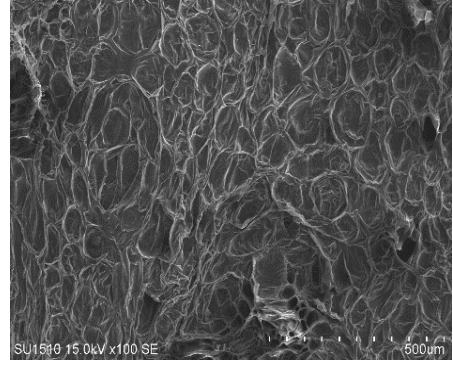
Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi

Yöntem	Konsantrasyon (%)	Süre(dk)	N	Ortalamalar ± Standart Sapma
Dondurarak	Taze Balkabağı		2	65.870 ^{bcd} ±0.948
	Ön işlemsiz		2	67.734 ^{ab} ±0.331
	%40	40	2	66.138 ^{abcd} ±0.195
	%40	80	2	61.901 ^{ef} ±1.133
	%40	120	2	64.810 ^d ±0.268
	%60	40	2	64.292 ^{de} ±0.412
	%60	80	2	64.0613 ^{de} ±0.0968
	%60	120	2	65.778 ^{bcd} ±0.676
Sıcak Hava	Ön işlemsiz		2	65.195 ^{cd} ±0.149
	%40	40	2	60.440 ^{fg} ±0.339
	%40	80	2	60.191 ^{fg} ±0.438
	%40	120	2	60.828 ^{fg} ±0.606
	%60	40	2	67.361 ^{abc} ±0.510
	%60	80	2	60.550 ^{fg} ±0.777
	%60	120	2	59.357 ^g ±0.485
	Vakum	Ön işlemsiz		2
%40		40	2	59.849 ^{fg} ±1.059
%40		80	2	58.491 ^g ±0.695
%40		120	2	64.9470 ^{cd} ±0.0749
%60		40	2	64.961 ^{cd} ±0.934
%60		80	2	64.839 ^d ±0.479
%60		120	2	58.658 ^g ±0.224

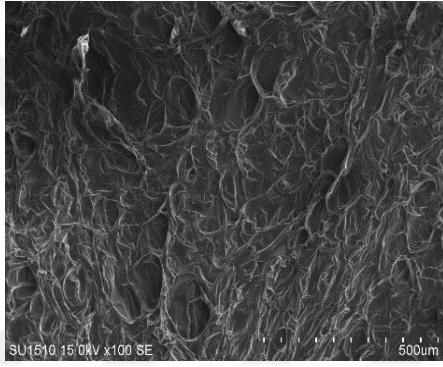
EK 10: Ön işlem sonrası balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri



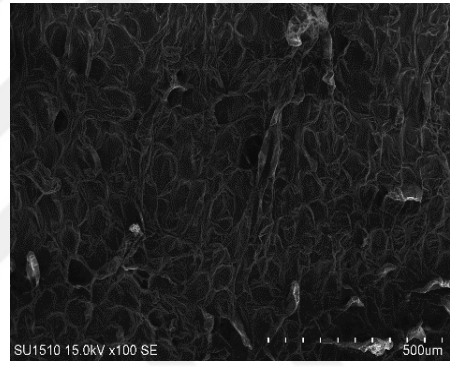
a) Taze balkabağı



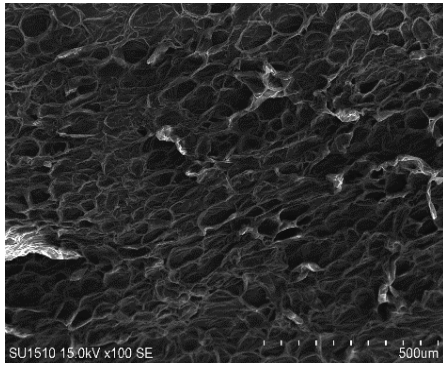
b) %40 + 40 dk



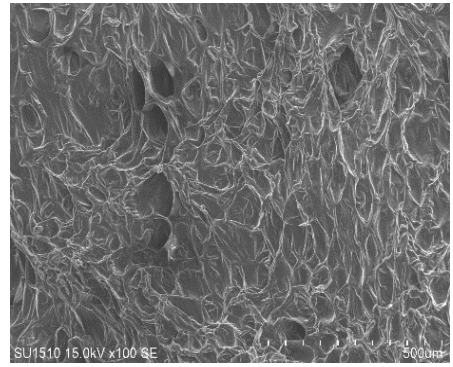
c) %40 + 80 dk



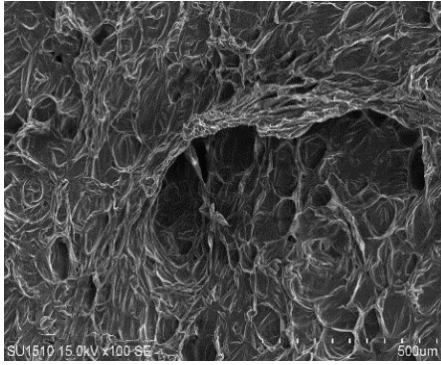
d) %40 + 120 dk



e) %60 + 40 dk



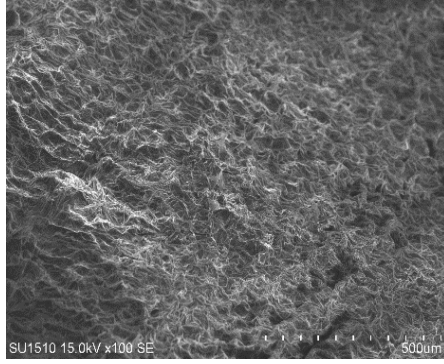
f) %60 + 80 dk



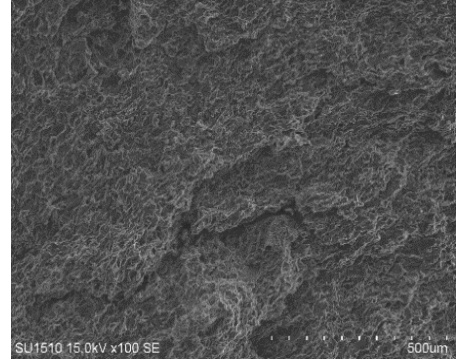
g) %60 + 120 dk



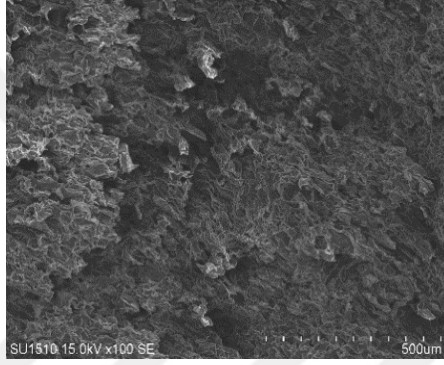
EK 11: Sıcak hava ile kurutulan balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri



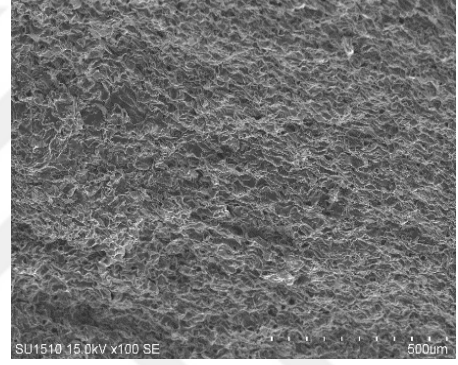
a) Ön işlemsiz



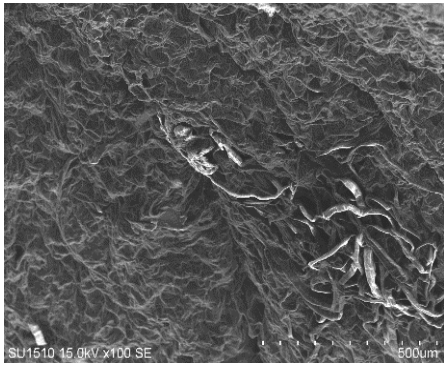
b) %40 + 40 dk



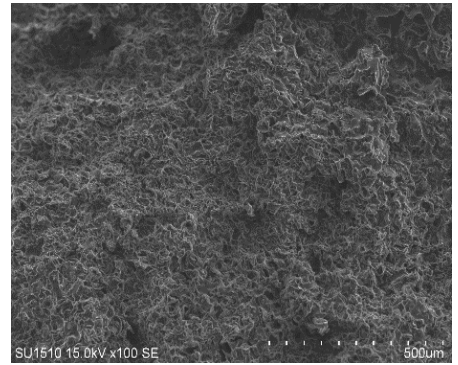
c) %40 + 80 dk



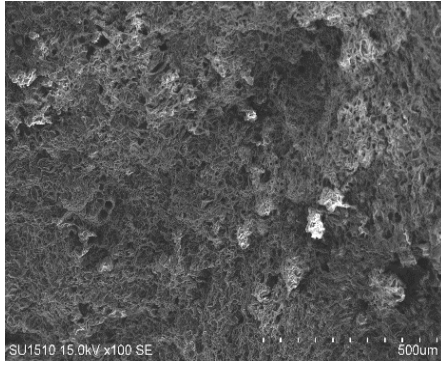
d) %40 + 120 dk



e) %60 + 40 dk



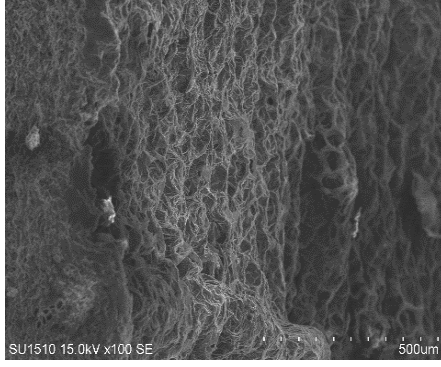
f) %60 + 80 dk



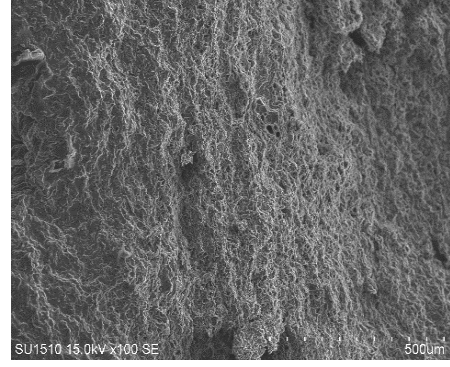
g) %60 + 120 dk



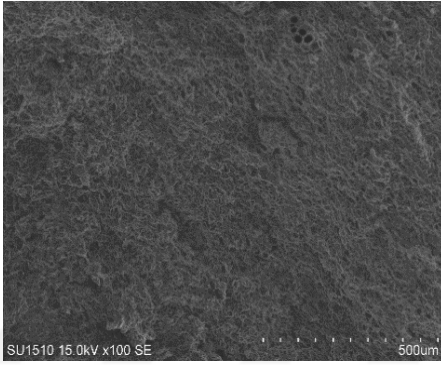
EK 12: Vakum ile kurutulan balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri



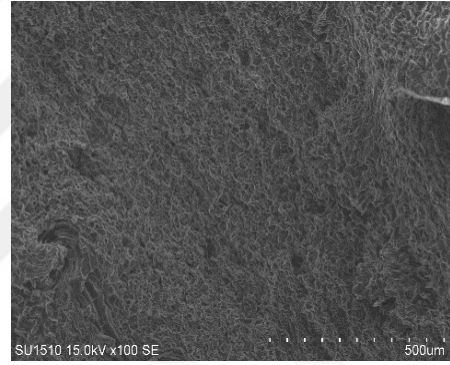
a) Ön işlemsiz



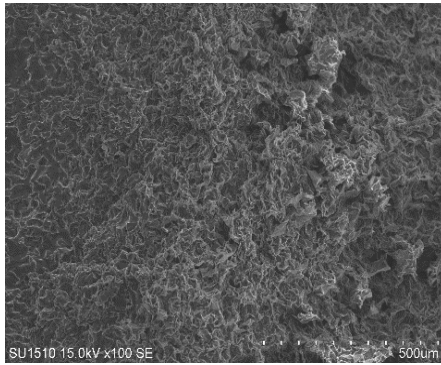
b) %40 + 40 dk



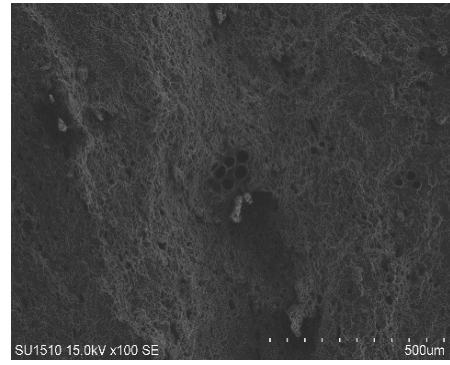
c) %40 + 80 dk



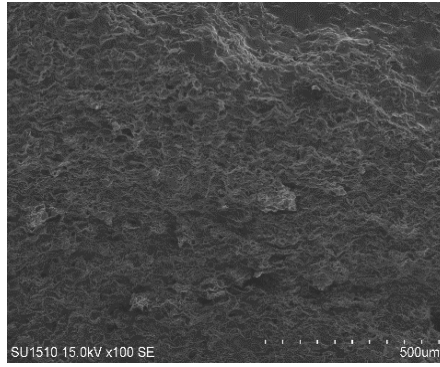
d) %40 + 120 dk



e) %60 + 40 dk



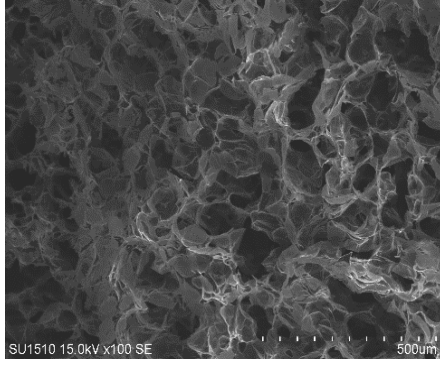
f) %60 + 80 dk



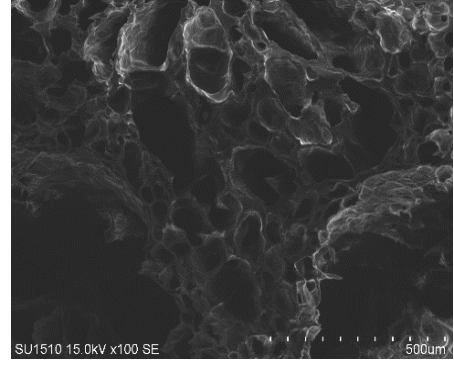
g) %60 + 120 dk



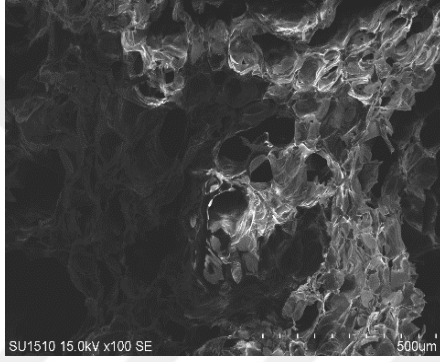
EK 13: Dondurarak kurutulan balkabağı dilimlerinin 100x SEM görüntüleri



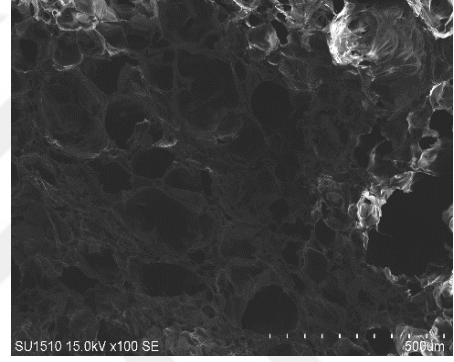
a) Ön işlemsiz



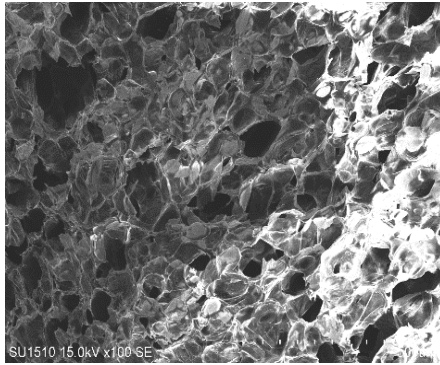
b) %40 + 40 dk



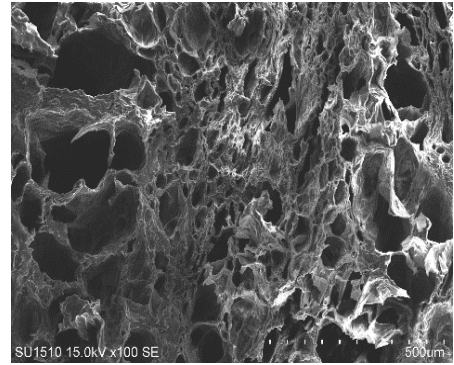
c) %40 + 80 dk



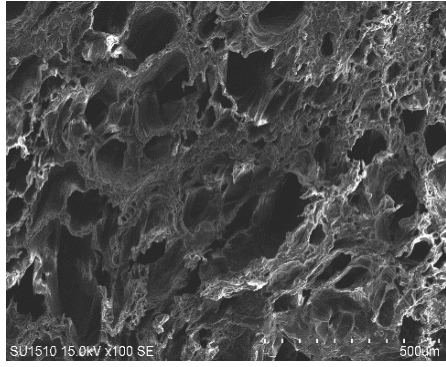
d) %40 + 120 dk



e) %60 + 40 dk



f) %60 + 80 dk




g) %60 + 120 dk



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Dilara YILDIZ
Doğum Yeri	ORDU
Doğum Tarihi	26.04.1990
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05068139413
E-Posta Adresi	dilaracaglayan@windowslive.com



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ege Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Gıda Mühendisliği
Mezuniyet Tarihi	2013
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	2019
Yayımlar	
Barutçu Mazi, I., Çağlayan, D. , 2017. Effects Of Ultrasound-Assisted Osmotic Dehydration as a Pretreatment and Finish Drying Methods On The Quality Of Pumpkin Slices. doi: 10.1111/jfpp.13679.	