



**ÇEKİRDEKSİZ ÜZÜMÜN KURUTULMASINDA FARKLI KURUTMA
YÖNTEMLERİNİN KURUMA ÖZELLİKLERİ VE KALİTE ÜZERİNE
ETKİLERİ**

SEMA NUR YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Dr. Öğr. Üyesi Hakan POLATCI
2019
Her hakkı saklıdır**

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇEKİRDEKSİZ ÜZÜMÜN KURUTULMASINDA FARKLI KURUTMA
YÖNTEMLERİNİN KURUMA ÖZELLİKLERİ VE KALİTE ÜZERİNE
ETKİLERİ**

SEMA NUR YILMAZ

**TOKAT
2019**

Her hakkı saklıdır

Sema Nur YILMAZ tarafından hazırlanan “Çekirdesiz Üzümün Kurutulmasında Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kuruma Özellikleri ve Kalite Üzerine Etkileri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 1 AĞUSTOS 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Hakan POLATCI
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

H. Polat

Üye
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

G. Ergüneş

Üye
Doç. Dr. Fatih KALKAN
Ardahan Üniversitesi

F. Kalkan

ONAY



Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

06-08/20-15

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan 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.

SEMA NUR YILMAZ

1 Ağustos 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEKİRDEKSİZ ÜZÜMÜN KURUTULMASINDA FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN KURUMA ÖZELLİKLERİ VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

SEMA NUR YILMAZ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DR. ÖĞR. ÜYESİ HAKAN POLATCI)

Kurutma, ürünlerin içerdikleri nemin kontrollü bir şekilde uzaklaştırılması işlemidir. Bu çalışmada sultani çekirdeksiz üzüm kurutulup, uygulanan kurutma yöntemlerine ait kuruma süreleri, matematiksel modelleme, renk değişimleri belirlenmiş ve kimyasal analizler (SÇKM, pH, Titrasyon asitliği) yapılmıştır. Kurutma işlemi altı farklı yöntemde gerçekleştirilmiştir. Bunlar etüvde, vakumlu etüvde, laboratuvar tipi konvektif kurutucuda, sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda, güneşte ve gölgede kurutmadır. Üzümler potaslı ve potassız olarak üçer tekerrür şeklinde kurutulmuşlardır. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda 55 °C ve 60 °C’de kurutma gerçekleştirilirken diğer kurutma yöntemlerinde 60 °C, 65 °C ve 70 °C’de kurutma yapılmıştır. En uzun kuruma süresi 649 saat ile gölgede potassız kurutmada görülürken en kısa kuruma süresi ise 10.5 saat ile laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potaslı 70 °C’de görülmüştür. Matematiksel modelleme için 5 eşitlik kullanılmıştır. Bunlar Page, Jena Das, Midilli-Küçük, Lewis ve Yağcıoğlu’dur. “b” sarılık değerine bakıldığında taze üzümler ile laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potassız 70 °C kurutmada fark olmadığı tespit edilmiştir ve değeri 2.23 olarak bulunmuştur. Taze üzümlere en yakın SÇKM değeri vakumlu etüvde potassız 65 °C’de 75.00 olarak belirlenmiştir. Etüvde potassız 65 °C’deki pH değeri taze üzümlerle aynı bulunmuştur ve değeri 3.31’dir. Tüm kurutma yöntemleri arasında renk kriteri açısından sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma yöntemi, sultani çekirdeksiz üzüm kurutma için en uygun yöntem olarak belirlenmiştir.

2019, 52 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Kurutma, Sultani Çekirdeksiz Üzüm, Potaslı çözelti, Matematiksel Modelleme, Renk, Sçkm, pH, TA

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFECTS OF DIFFERENT DRYING METHODS ON DRYING PROPERTIES AND QUALITY IN DRYING OF SEEDLESS GRAPES

SEMA NUR YILMAZ

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASST. PROF. DR. HAKAN POLATCI)

Drying is the process of a controlled removal of the moisture that the products contain. In this study, sultani seedless grapes were dried, drying times, mathematical modelling, color changes were determined and chemical analyzes (SSC, pH, Titration acidity) were performed. The drying process was carried out in six different methods. These are drying in oven, vacuum oven, laboratory type convective dryer, temperature controlled microwave dryer, sun and shade. The grapes were dried in three recurrence with and without potassium solution. Temperature-controlled microwave drying at 55 °C and 60 °C, while other drying methods are carried out at 60 °C, 65 °C and 70 °C. The longest drying time was 649 hours in without potassium solution drying in the shade and the shortest drying time was 10.5 hours at 70 °C with potassium solution in the laboratory type convective dryer. 5 equations were used for mathematical modeling. These were Page, Jena Das, Midilli-Küçük, Lewis and Yağcıoğlu. According to the "b" yellowness value, it was determined that there is no difference between fresh grapes and laboratory type convective dryer without potassium solution in 70 °C, and the value was found as 2.23. The value of the closest SSC to fresh grapes has been determined as 75.00 at 65 °C without potassium solution in vacuum oven. The pH value at 65 °C without potassium solution in oven was determined the same with fresh grapes and its value was 3.31. Among all drying methods, temperature controlled microwave drying method was determined as the most suitable method for sultani seedless grape drying in terms of color criteria.

2019, 52 PAGE

KEYWORDS: Drying, Sultani Seedless Grapes, Potassium solution, Mathematical Modelling, Color, SSC, pH, TA

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimime başladığım günden bugüne, bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, hiçbir konuda benden yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hakan POLATCI'ya, çalışmam boyunca desteklerini ve bilgilerini benden esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Muhammed TAŞOVA'ya, tezimin kimyasal analizleri kısmında yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU'na, bilgi, destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ'e ve her konuda yol arkadaşım olan Neslihan ÇAKMAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarımnda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, beni maddi ve manevi olarak destekleyip bu günlere getiren anne ve babama sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunuyorum.

SEMA NUR YILMAZ

1 Ağustos 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. Nem tayini işlemi.....	13
3.2.2. Etüvde kurutma.....	14
3.2.3. Vakumlu etüvde kurutma.....	15
3.2.4. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma.....	15
3.2.5. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma	17
3.2.6. Güneşte kurutma yöntemi	18
3.2.7. Gölgede kurutma yöntemi	19
3.3. Matematiksel Modelleme	19
3.4. Renk Değerlerinin Belirlenmesi	20
3.5. Kimyasal Analiz	21
3.5.1. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM).....	22
3.5.2. pH.....	23
3.5.3. Titrasyon asitliği	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Kurutma Performans Değerleri.....	25
4.2. Kurutma Verilerinin Modellenmesi.....	28
4.3. Renk Değerleri	37
4.4. Kimyasal Analiz	44

5. SONUÇ	47
6. KAYNAKLAR	49
7. ÖZGEÇMİŞ	52



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
a	Kırmızılık değeri
b	Sarılık değeri
BI	Kahverengilik değeri
C	Kroma değeri
°C	Santigrat derece
dk	Dakika
g	Gram
h°	Hue açısı
h	Model Eşitliği katsayısı
j	Model Eşitliği katsayısı
k	Model Eşitliği katsayısı
kg	Kilogram
L	Parlaklık değeri
lt	Litre
m	Model Eşitliği katsayısı
mm	Milimetre
ml	Mililitre
m ²	Metre kare
R ²	Kararlılık değeri
s	Saniye
W	Watt
%	Yüzde
y _b	Yaş baz
ΔE	Renk değişiklikleri

Kısaltmalar**Açıklama**

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ANO	Ayrılabilir nem oranı
MÖ	Milattan önce
SÇKM	Suda çözünebilir kuru madde miktarı
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
TA	Titrasyon asitliği



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Deneme materyali.....	12
Şekil 3.2. Terazî	13
Şekil 3.3. Etüv.....	14
Şekil 3.4. Potasyum Karbonat Çözeltisi	14
Şekil 3.5. Vakumlu etüv	15
Şekil 3.6. Laboratuvar tipi konvektif kurutucu.....	16
Şekil 3.7. Laboratuvar tipi konvektif kurutucu aparatındaki üzüm örnekleri...	16
Şekil 3.8. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu	17
Şekil 3.9. Kurutma için hazırlanan üzümler	18
Şekil 3.10. Tel kafes ve güneşte kurutulan üzümler	18
Şekil 3.11. Gölgede kurutma için hazırlanan üzümler.....	19
Şekil 3.12. Karıştırıcı	22
Şekil 3.13. Refractometre	22
Şekil 3.14. Hazırlanan örnekler (100 g).....	23
Şekil 3.15. pH metre	23
Şekil 3.16. Titrasyon asitliği	24
Şekil 4.1. Page eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi.....	29
Şekil 4.1.a Jena Das eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi.....	30
Şekil 4.1.b Midilli-Küçük eşitliği vakumlu etüvde potasslı 65 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi.....	30
Şekil 4.1.c Lewis eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi.....	31
Şekil 4.1.d Yağcıoğlu eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 55 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi.....	31

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan taze sultani çekirdeksiz üzümlere ait bazı değerler.....	12
Çizelge 4.1. Belirlenen ortalama son nem oranları (% yb) ve kuruma süreleri.....	25
Çizelge 4.2. Page eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” değerleri.....	28
Çizelge 4.3. Jena Das eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” değerleri.....	32
Çizelge 4.4. Midilli-Küçük eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” değerleri.....	33
Çizelge 4.5. Lewis eşitliği parametrelerinin “k” değerleri ve modele ait “R ² ” değerleri.....	34
Çizelge 4.6. Yağcıoğlu eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” değerleri.....	36
Çizelge 4.7. Renk analizinde ölçülen değerler.....	38
Çizelge 4.8. Renk analizinde hesaplanan değerler.....	42
Çizelge 4.9. Kimyasal analiz değerleri.....	44

1. GİRİŞ

Ülkemizde nüfusun artışına paralel olarak tarımsal ürünlere olan talep de artış göstermektedir. Buna bağlı olarak tarımsal ürünlerden hem üretim mevsimi dışında yararlanabilmek hem de bozulmadan daha uzun süre saklayabilmek amacıyla ürün muhafaza yöntemleri üzerinde yapılan çalışmalar devam etmektedir.

Kurutma; ürünlerin uzun süre bozulmadan saklanabilmeleri için ilk çağlardan beri uygulanan, ürünlerdeki nemin büyük bir kısmını kontrollü koşullarda ısı yoluyla buharlaştırarak uzaklaştırma işlemidir (Tuğrul ve ark., 2001). Ürünlerin yaş olarak tüketilmesinin yanı sıra kurutularak daha farklı amaçlarla kullanılmaları, ekonomik olması ve muhafazasının daha kolay olması sebebiyle tüm dünyada tarımsal ürünlerin kurutulması çok yaygındır (Kocayiğit, 2010).

Kurutmanın etkinliği; kurutulacak ürünün yüzey alanı, kurutma süresi, kurutma sıcaklığı, kurutmada kullanılan havanın hızı, havanın kuruluğu ve atmosfer basıncına bağlıdır (Cemeroğlu, 2004).

Kurutma ile elde edilen düşük su içeriği sebebiyle soğuk depolara veya nakliyeye ihtiyaç duymadan kurutulan ürünlerin raf ömrü uzar. Ayrıca kullanılabilir üretim fazlalıkları stabil şekillere dönüştürülebilir. Kurutma sırasında ürünlerin ağırlık ve hacim miktarlarında azalmalar gerçekleşir. Bu da ulaşım ve depolama maliyetinin ekonomik olmasını sağlar (Er, 2011).

Kurutma genellikle organik gıda maddeleri için uygulanmakta olup, meyve, sebze, tahıl, kuruyemiş vb. gıda ürünlerine de uygulanmaktadır. Bu tez çalışmasında da kurutma materyali olarak üzüm kullanılmıştır.

Üzüm, yeryüzünde kültürü yapılan en eski meyvelerden biridir ve asmagiller (*Vitaceae*) familyasının *Vitis* cinsine ait sarılgan bir bitkidir. Tarihçesi MÖ 5000 yılına kadar dayanmaktadır. Üzüm çok fazla çeşide sahiptir ve 15.000'den fazla çeşidinin olduğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2019).

Kurutulmuş üzüm ülkemizin ihraç ürünlerinden birisidir. Son on yıllık rakamlar incelendiğinde, dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretim ve ihracatında Türkiye, 270 bin ton üretim ve 230 bin ton ihracat ortalaması ve % 27'lik pay ile dünyada birinci sıradadır (Anonim, 2018).

Türkiye'de üretimi gerçekleştirilen çekirdeksiz kuru üzümün yaklaşık % 85-90'ı 110 farklı ülkeye ihraç edilmektedir. En çok ihracat yaptığımız ülkelerin başında İngiltere, Almanya, Hollanda, İtalya, Fransa, Avusturya, Kanada, Belçika, İspanya ve Polonya yer almaktadır. İhracatta birinci sırada % 80-85 payla Avrupa Birliği ülkeleri bulunmaktadır (Anonim, 2018a).

Dünyada başta gelen üretici ülkeler arasında Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi üretimiyle Türkiye de bulunmaktadır. Türkiye'de Sultani çekirdeksiz üzüm üretimi çoğunlukla Ege Bölgesi'nde gerçekleştirilmektedir.

İnan (2012)'nin bildirdiğine göre; Sultani Çekirdeksiz Üzüm genellikle Ege Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Zamanla dünyanın diğer ülkelerine de farklı yollarla götürülmüştür ve götürüldüğü ülkelerde Sultani Çekirdeksiz Üzüm farklı farklı isimlerle anılmaktadır. Örneğin ABD' ye bu üzümü ilk getiren kişinin adı Thompson Seedless'dir ve üzüme de onun adını vermişlerdir. Aynı şekilde Yakındoğu'da sultani çekirdeksiz üzüme Sultana, Sultanina ve ya Sultanieh, Orta Asya' da Oval Kışmış, Güney Afrika ve Avustralya' da Sultana ve ya Sultanina ve Rusya' da Akkışmış adını vermişlerdir (Winkler ve ark., 1974; İlter ve Altındışli 2007).

Üzüm geleneksel olarak açık havada güneş altında kurutulmaktadır. Bu yöntem en ucuz kurutma yöntemidir ve üzüm üreten ülkelerde başarıyla kullanılmaktadır. Kurutma işlemi 8-10 gün sürmektedir. Kurutma işleminin kısa sürmesi gibi yararının yanında zararı da vardır. Toz ve böceklerden dolayı üzümler zarar görebilmekte, yoğun güneş ışığına maruz kalırsa da renkleri bozulabilmektedir (Pangavhane ve Sawhney, 2002).

Üzümlerin kuruma hızını artırarak kuruma süresini azaltmak ve daha açık renkli kuru üzüm elde edebilmek için, ön işlem olarak "bandırma" işlemi uygulanmaktadır.

Üzümler % 3-8 K_2CO_3 ve % 0.5-2.0 zeytinyağı ile hazırlanmış olan ortam sıcaklığındaki bandırma çözeltisine bandırılırlar. Bandırılmış üzümlerin kuruma süresi 5-7 gün sürerken bandırılmadan doğal olarak kurutulan üzümlerin kuruma süresi ise yaklaşık 15-20 günü bulmaktadır. Ayrıca bandırılmış üzümler açık renkli ve ince kabuklu olurken, bandırılmadan kurutulan üzümler ise grimsi renklerde ve sert kabuklu olmaktadır (İnan, 2012).

Bu çalışmada, kurutma açısından uygun bir çeşit olan *Sultani çekirdeksiz üzüm* araştırma materyali olarak seçilmiştir. Üzümler potaslı ve potassız olarak farklı sıcaklıklarda etüvde, vakumlu etüvde, laboratuvar tipi konvektif kurutucuda, sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda, güneşte ve gölgede kurutulmuştur. Kurutulmuş ürünlerde renk, SÇKM, pH ve titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı üzümlerin uygulanacak olan farklı sıcaklık ve nem değerlerindeki kuruma davranışını belirlemek, ürünün belirlenen son nem değerine ulaşmasını sağlamak, renk, tat, koku gibi özelliklerinin zarar görmemesi için, gereken optimum sıcaklık değerini belirlemek ve en uygun kurutma metodunu tespit etmektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Doymaz (1998), çekirdeksiz üzüm ve kırmızıbiberin kuruma karakteristiklerini incelemiştir. Üzümleri etil oleat ve potas çözeltisine daldırıp kurutucuda 50 °C, 55 °C, 60 °C ve 70 °C sıcaklıklarda kurutmuştur. Aynı zamanda kuruma sürelerini karşılaştırabilmek için üzüm ve kırmızıbiberi doğal olarak 60 °C ve 70 °C hava ile de kurutmuştur. Etil oleat çözeltisine daldırılan üzümlerin doğal ve potas çözeltisine daldırılan üzümlere kıyasla daha kısa sürede kuruduğunu saptamıştır.

Pahlavanzadeh ve ark. (2001), çalışmalarında laboratuvar tipi kurutucuda İran beyaz çekirdeksiz üzüm kurutmuşlardır. Sabit hava hızında sıcaklık ve ön işlemin üzümlerdeki kuruma oranına etkisini incelemişlerdir. Farklı sıcaklık ve yoğunluklarda farklı alkalın maddeler içeren ön işlem çözeltileri hazırlamış ve üzümleri daldırmışlardır. Çözeltiye daldırılan üzümlerdeki kuruma oranının daha fazla olduğunu ve ayrıca kurutucudaki hava sıcaklığının 60 °C'den 70 °C'ye çıkmasıyla ön işlemlenmiş üzümün kuruma oranının da arttığını gözlemlemişlerdir. 42 °C'de % 5 potasyum karbonat çözeltisine daldırılan üzümlerde daha kısa kuruma süresi görülmüş ve en iyi kaliteli üzümleri elde etmişlerdir.

Fadhel ve ark. (2005), üç farklı güneş enerji sistemi kullanarak sultani üzüm kurutma analizini yapmışlardır. Üzümleri açık güneşte, güneşli tünel serada ve doğal konveksiyonlu güneş enerjili kurutucuda kurutmuşlardır. Kurutma işlemi doğal konveksiyonlu güneş enerjili kurutucuda 4 gün, güneşli tünel serada 5 gün sürmüştür. Çalışmanın sonucunda güneşli tünel seranın büyük kurutma kapasitesinin olması, ilk yatırım maliyetinin ve ek masraflarının olmamasından dolayı kurutma için daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

İsmail (2005), sultana üzümünün kurutulmasında potasyum karbonat çözeltilerinin etkilerini incelemiştir. Üzüm kurutma işlemini yatay hava akımlı bir kurutma cihazında yapmıştır. Cihaz içindeki hava akımının hızını 1.5 m/s olarak ayarlamıştır. Potasyum karbonatın farklı konsantrasyonlardaki çözeltilerini hazırlayıp üzümleri daldırdıktan sonra 60 °C ve 70 °C hava ile kurutmuştur. Kuruma süresini karşılaştırmak amacıyla aynı ürün doğal olarak da aynı sıcaklıklardaki hava ile kurutmuştur. %5 K₂CO₃-% 0.5 zeytin yağ çözeltisine daldırılarak kurutulan üzümlerin daha kısa sürede kuruduğunu ve

renk analizlerinde de en iyi sonuçların yine %5 K₂CO₃-% 0.5 zeytin yağ çözeltisine daldırılarak kurutulan üzümlerden elde edildiğini saptamıştır.

Clary ve ark. (2007), sıcaklık kontrollü mikrodalga vakum kurutucuda üzüm kurutmuşlardır. Kızılötesi sıcaklık sensörü yardımıyla üzümlerin yüzey sıcaklıklarını ölçmüşlerdir. Sıcaklık kontrollü mikrodalga vakum kurutucuda kurutulan üzümleri güneşte kurutulan üzümlerle karşılaştırmışlar ve güneşte kurutma yöntemine göre kimyasal parametrelerin daha iyi korunduğunu belirtmişlerdir.

Esmaili ve ark. (2007), önışlem görmüş çekirdeksiz üzümlerinin kurutma özelliklerini, laboratuvar ölçekli tepsi kurutucuda hava hızı 1 m/s ve hava sıcaklığı 40-70 °C arasında incelemişlerdir. Belirli bir nem içeriğindeki termo-fiziksel özelliklerin deneysel olarak tahmin edilen değerlerinden değişken termal yayılım hesaplarımlarken, etkin nem yayılımlarını, büzülmeyi dikkate alan bir analitik-sayısal çözüm yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Bu parametreleri lineer olmayan regresyon yöntemi kullanarak ampirik bir modelde karşılık gelen nem içeriği ve sıcaklıklarla korelasyon kurmuşlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda aynı klon sarmaşıklarının çekirdeksiz üzümlerinin sıcak su ve etil oleat ön muamelelerinin alkalın emülsiyonuna maruz kaldıkça 50 °C'de 3.34 ila 8.46x10⁻¹⁰ m²/s arasında değişen ortalama etkin nem difüzyon katsayıları sergilendiğini göstermişlerdir. Ayrıca, kurutma sırasında etil oleat ön muameleli çekirdeksiz üzümlerin farklı sıcaklıklarda belirli bir nem içeriğindeki kütle aktarım katsayılarının artması, sıcak su ile ön muameleli çekirdeksiz üzümlerinkinden iki kat fazla olduğunu, bunun yanında ise, ön işlemlerin kurutma sırasında üzümlerin termal yayılmalarında önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Barnwal ve Tiwari (2008), çekirdeksiz üzüm kurutmak için Hindistan Teknoloji Enstitüsü'ndeki Güneş Enerjisi Parkında 100 kg kapasiteli, DC fan ile zorlanmış hava konveksiyonlu bir hibrit fotovoltaiik-termal sera kurutucu tasarlamışlardır. Karşılaştırma yapmak için kurutma işlemini açık ve gölgede olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirmişlerdir. Kuruma süresince üzüm yüzeyi sıcaklıkları, ortam havası sıcaklığı ve nemi, sera havası sıcaklığı ve nemi vb. gibi çeşitli verileri kaydetmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda da üzümler için konveksiyonel ısı transfer katsayısının sera

için sırasıyla 0.26-0.31 W/m²K ve açık şartlar için 0.34-0.4 W/m²K arasında olduğunu, sera için ise sırasıyla 0.45-1.21 W/m²K ve açık şartlar için 0.46-0.97 W/m²K arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Çağlar ve ark. (2009), çekirdeksiz üzümün kızılötesi kurutmadan elde edilen verilerin kullanılması ile farklı kurutma sıcaklıklarında ve nem içeriğindeki termal difüzyon, nem dağılımı ve kurutma hızı değerlerini bulmuşlardır. Isı ve nem yayılım değerlerini sırasıyla $3.34 \times 10^{-7} - 1.66 \times 10^{-8}$ ve $5.39 \times 10^{-10} - 2.09 \times 10^{-11}$ olarak belirlemişlerdir. Termal yayılma, nem dağılımı ve kurutma hızının hesaplanmasında kullanılacak denklemlerin elde edilmesi için başlangıçtaki nem içeriği ve sıcaklığın etkisini içeren 9 lineer olmayan denklem elde etmişlerdir. Çekirdeksiz üzümün ön işlem uygulandığı ve ön işlem uygulanmadığı durumlarında kurutma sıcaklıklarının ve kurutma hızının tahmininde kullanılacak denklemleri belirtmişlerdir.

Abuşka (2010), Türkiye’de ilk defa 10.000 kg kapasiteli ısı pompalı kurutucu imal edip bu kurutucuda sultaniye çekirdeksiz üzüm kurutmuştur. Açık alanda kurutulan üzümler olumsuz çevre şartlarından etkilendiği için ısı pompalı kurutucuda kurutulan üzümlerin daha temiz olduğunu ve renklerinin de açık alanda kurutulan üzümlere göre daha açık olduğunu gözlemlemiştir.

Bingöl ve Devres (2010), üzümlerin mikrodalga kurutma eğrilerinin ve sıcaklık değişiminin matematiksel modellenmesini incelemişlerdir. Kurutma işlemine başlamadan önce üzümlere ön işlem uygulamışlar ve kontrol amacıyla da hiç ön işlem uygulamadan üzümleri kurutmuşlardır. İlk yaptıkları ön işlem de 40 °C sıcaklığındaki etil oleat ve potasyum karbonat içeren çözeltiyi hazırlayıp üzümleri 3 dakika boyunca çözeltinin içine daldırmışlardır. Diğer yaptıkları ön işlemde ise üzümleri 90 °C’deki buharda 140 saniye boyunca haşlamışlardır. Kurutma işlemini mikrodalga yardımcı konvektif kurutucuda gerçekleştirmişlerdir. Kurutucu sıcaklığını 60 °C, kurutma hava hızını 1.8 m/s ve mikrodalga güç oranını ise 0.25 W/g olarak belirlemişlerdir. Çözeltiye daldırılan üzümlerde kontrol amaçlı kurutulan üzümlere göre fark görmezlerken, buharda haşladıkları üzümlerin kontrole göre daha erken kurduğunu tespit etmişlerdir.

Carranza-Concha ve ark. (2012), kurutma ve ön işlemlerin kuru üzümde besinsel ve fonksiyonel kalitesine etkilerini incelemiştir. Kurutma yöntemi olarak mikrodalga kurutma yöntemi ve sıcak havalı kurutma yöntemini kullanmışlardır. Mikrodalga yöntemiyle kurutmada sıcak havalı yöntemine göre askorbik asit kayıplarının daha fazla olduğunu ve bununda materyal tekstüründe değişimlere sebep olduğunu saptamışlardır.

İnan (2012), sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kurutulmasında K_2CO_3 çözeltisinin püskürtme yöntemi ile uygulanmasının kuruma özelliklerine etkisini incelemiştir. Kuru üzüm elde edilmesi amacıyla yaş üzüm örneklerini üç farklı potasa eriyiği (%3-5-7'lik K_2CO_3) ile muamele etmiş ve farklı sergilerde (beton tel ve hamak) kurutmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen kuru üzümün hepsinde nem ve 100 gramındaki tane sayıları standartlara uygun bulunmuştur. Tip puanı ve renk kriterlerinden L değeri tel sergiden elde edilen kuru üzümde daha yüksek gerçekleştiğini gözlemlemiştir.

Khazaei ve ark. (2013), dehidrasyon sırasında meyve sıkışması ve kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla üzüm kurutmak için yapay görme sistemine dayalı bir yöntem kullanmışlardır. 50 °C, 60 °C ve 70 °C sıcaklıklarında ve 1.4 m s^{-1} hava hızında çalışmışlardır. Sonuçlarda sıcaklığın nem içeriğine, büzülmeye ve renk değişikliklerine olan etkisini görmüşlerdir. Meyvenin büzülmesini ve renk özelliklerini nem içeriğine ilişkilendirmek için doğrusal gerilimler uygulamışlar ve renk değişiklikleri (ΔE) ile birlikte nem içeriği modellemişlerdir. Elde edilen sonuçlarda meyvenin nem içeriği, büzülme ile renk arasındaki doğrusal ilişkilerin iyi olduğunu ve aynı zamanda üzüm nem içeriği ve kalitesi çevrimiçi kurutma sırasında yapay görme sistemiyle değerlendirilebilir olduğunu görmüşlerdir.

Adiletta ve ark. (2015), çalışmalarında iki farklı üzüm çeşidi olan Regina beyaz üzüm ve kırmızı küre üzümleri işlenmiş ve işlenmemiş olarak konvektif fırında 40-70 °C'de ve 2.3 m/s hava hızında gerçekleştirmişlerdir. Sonucunda ön işlemin kuruma süresini ve rehidrasyon süresini azaltmaya yardımcı olduğu görülmüştür.

Konuk ve Korel (2015), kabin tipi kurutma sisteminde üzüm çekirdeklerini 40 °C, 50 °C ve 60 °C'de kurularak kurutma sıcaklığının toplam fenolik madde miktarı ve

antioksidan aktivitesine etkisini araştırmışlardır. Kurutma işlemi sonucunda toplam fenolik madde miktarının azaldığını ve sıcaklık da arttıka toplam fenolik madde miktarının azaldığını gözlemlemişlerdir.

Singh ve ark. (2015), yaptıkları çalışmalarında yeşil ve siyah üzümü sıcak havalı kurutucuda kurutmuşlardır. Yeşil ve siyah üzümlere önce ön işlem uygulamışlardır. 40 °C sıcaklıkta bulunan 1 litre damıtılmış suya 25 gram potasyum karbonat ve 15 mililitre etil oleat ilave edilerek çözelti hazırlamışlar ve 3 dakika süreyle üzümleri daldırmışlardır. Kurutma işlemini 60 °C sıcaklıktaki bir kurutucuda baca etkisi ile 0.82 m/s hava hızı oluşturularak gerçekleştirmişlerdir. Yaş baza göre, % 81.38'lik başlangıç nem içeriğine sahip siyah üzümler 27 saat, % 79.94'lük başlangıç nem içeriğine sahip yeşil üzümler ise 19 saat süreyle son nem içeriği % 18 olana kadar kurutmuşlardır.

İşçi ve Altındışlı (2016), çalışmalarında sultaniye üzümü farklı % 5 Potasyum karbonat+ % 0.00- 0.25-0.50-1.00-1.50 zeytin yağındaki alkali solüsyonuna bandırıp güneşte ve polietilen tünel tipi kurutucuda kurutup üzümlerin nem, kuruma süresi, suda çözünür kuru madde, 100 tane ağırlığı, meyve rengi ve alkolde çözünür renk değerlerini ölçmüşlerdir. Tünel tipi kurutucuda üzümlerin daha erken kuruduğunu gözlemlemişlerdir.

Özbey ve ark.(2017), üzümü güneşte ve hava akımlı etüvde 50 °C, 60 °C, 70 °C ve 80 °C de kurutmuşlar ve kurutma işleminin üzümlerdeki pestisitler üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kurutma sıcaklığı arttıka pestisitlerin parçalanmasının da arttığı görölmüştür.

Dinçay ve ark. (2017), altı farklı bağdan sultaniye üzüm çeşidini toplamışlar ve iki farklı kurutma yöntemi sonucundaki pestisit kalıntılarını tespit etmişlerdir. üzümlerin bir kısmını çözelti hazırlayıp bandırarak (potasalı) bir kısmını ise bandırmadan (natürel) olarak kurutmuşlardır. Kurutulan üzümlerin pestisit analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, bandırılarak kurutulan kuru üzümlerde bandırılmadan kurutulan kuru üzümlere göre daha yüksek konsantrasyonlarda pestisitler tespit etmişlerdir.

Sharma ve ark. (2017) çalışmalarında, Thompson çekirdeksiz üzümlerden kaliteli kuru üzüm üretimi için daldırma yağını incelemişlerdir. Genelde üzümler etil oleat ve potasyum karbonat çözeltisine daldırılarak kurutulduğu için yeni bir yöntem araştırmışlardır. Üzümleri önce çözeltiye daldırılmışlar ve 3. ve 5. günlerinde farklı konsantrasyonlarda püskürtme yapmışlardır. Önce 2 litre suya 18 ml ürün ve litre suya 24 g potasyum karbonat koyup ürünleri 2 dk süreyle daldırmışlardır. Daha sonra 3. günde litre suya 12 ml ürün 16 g potasyum karbonat püskürterek daldırma işlemi yapmışlardır. 5. günde ise bir litre su için 6 ml ürün 8 g potasyum karbonat püskürtmüşlerdir. Kaliteli kuru üzüm üretimi için bu yöntem etil oleattan daha iyi olduğunu bulmuşlardır.

Aktaş ve ark. (2018), çift geçişli güneş hava kolektör destekli yeni bir kurutma sistemi tasarımının performansını analiz edip üzüm posasının kurutma kinetiğini incelemişlerdir. Bu kurutma sistemiyle kurutma yapıldığında kısa kuruma süresi ve enerji kullanımı açısından kurutma uygulamaları için bir alternatif olabileceğini görmüşlerdir.

Essalhi ve ark. (2018), Muhammed V Üniversitesi Güneş Enerjisi ve Çevre Laboratuvarı'nda tasarlanan dolaylı güneş kurutucuda ve açık güneş altında üzümleri kurularak kuruma davranışını incelemişlerdir. Dolaylı güneş kurutucusu; güneş kolektörü, ısı eşanjörü, su deposu ve kurutma odasından oluşmaktadır. Sonuçlarda güneşli günlerde su deposundan ısı transferinin üzüm sıcaklığını ortam sıcaklığından daha yüksek tuttuğunu görmüşlerdir. Dolaylı güneş kurutucuda % 79.8'lik ilk nem içeriğinden başlayarak % 20.2 nem içeriğine kadar 120 saat boyunca, açık güneşte kurutmada ise 201 saat boyunca kurutma gerçekleştirmişlerdir. Kurutma verilerini üzümlerin kuruma özelliklerini açıklamak ve karşılaştırmak için 10 ince katmanlı kurutma modeline yerleştirmişler ve hem dolaylı hem de açık güneş kurumasında üzüm kuruma davranışını en iyi şekilde açıklayan modelin Midilli ve diğ. olduğunu belirtmişlerdir.

Hamdi ve ark. (2018), güneş sera kurutucuda karma modda üzüm kurutma işleminin sayısal ve deneysel çalışmasını incelemişlerdir. Deneysel kurulum güneş hava

toplayıcısı ve küçük seradan oluşmaktadır ve deneyleri iki aşamada gerçekleştirmişlerdir. İlk olarak güneş kolektörünü seraya bağlamadan önce performansını test etmişlerdir. İkinci olarak da sistem kurutma deneylerini yapmak için kullanmışlardır. Ürünün nem içeriğinin değişimini ve temel kurutma parametrelerini analiz etmişlerdir. 0.05 kg/s akış oranına sahip kolektör verimliliği, kurutma günleri içerisinde % 29.63 ve % 88.52 arasında değişmiştir. Üzümün nem içeriği başlangıçta 5.5 iken 128 saatte 0.22 'ye kadar düşürmüşlerdir. TRNSYS yazılımında sistemi uygun koşullarda simüle etmek için matematiksel model geliştirmişlerdir. Simülasyon sonuçlarını deneysel verilerle karşılaştırmışlardır.

Koçak ve ark. (2018), ortalama kalınlığı $0,75 \pm 0,2$ cm olan siyah Dimrit cinsi üzüm posasını tepsili kurutucuda 40 °C, 50 °C, 60 °C ve 70 °C sıcaklıklarda ve 1.0, 1.4 ve 1.8 m/s hava akım hızlarındaki kurutma kinetiğini incelemişlerdir. Üzüm posasının kinetik davranışı ince tabaka kurutma şeklinde değerlendirilmiş ve bu davranışın on bir farklı modelle uyumunu incelemişlerdir.

Pala (2018), çalışmasında çekirdeksiz üzümlerin yarısını %5 K_2CO_3 - % 0.5 zeytin yağ çözeltisine 50 saniye süre ile daldırarak ön işlem uygulamış, diğer yarısına da hiçbir ön işlem uygulamadan güneş enerjisi destekli konvektif kurutma kabinlerinde ve doğal güneşe sererek kurutmuştur. Sonucunda ise potasa çözeltisine daldırarak yapılan ön işleminin kurutma süresini kısalttığını tespit etmiştir.

Taşeri ve ark. (2018), ısı pompalı kurutucuda üzüm kurutarak kurutma kinetiği ve kalite parametrelerini incelemişlerdir. 45 °C kurutma havası sıcaklığında ve 1.5, 2.0 ve 2.5 m/s farklı hava hızlarında ısı pompalı kurutucuda ve laboratuvar tipi konvektif kurutucuda üzüm kurutmuşlardır. Isı pompalı kurutucuda kurutma havası hızının kuruma süresinde biraz etkili olduğunu ancak aynı sıcaklıkta kurutma havası hızındaki değişimin güç tüketimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır. Isı pompalı kurutucunun ve konvektif kurutucunun enerji tüketimini karşılaştırırken, enerji tüketiminin % 51'e kadar azaltıldığını belirtmişlerdir. Isı pompalı kurutmada hava hızının 1.5 m/s'den 2.5 m/s'ye artmasıyla kurutma süresinde % 69 oranında azalma olduğunu görmüşlerdir.

Olivati ve ark. (2019), önişleme kurutma işleminin, çekirdeksiz Brezilya üzüm çeşidiyle üretilen kuru üzümün fenolik bileşimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kuru üzüm üretirken zeytinyağı ile önişlem uygulanmış olsun veya olmasın Brezilya üzümünün fenolik bileşiminde nitel ve nicel değişikliklerin meydana geldiğini ve ön işlem uygulanmış kuru üzümün önişlem uygulanmamış kuru üzümde daha fazla antosiyanin ve proantosiyanidini koruduğunu görmüşlerdir. Üstelik toplam dehidrasyon süresinin önişlem uygulanmış kuru üzümde yaklaşık % 40 oranında arttığını belirtmişlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kurutma materyali olarak Sultani çekirdeksiz üzüm kullanılmıştır (Şekil 3.1). Kurutma denemelerinde kullanılan örnekler Manisa ilinden getirilmiştir. Hasat sonrası materyalin yaş baza göre ortalama nem içeriği % 75.38 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Deneme materyali

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan taze sultani çekirdeksiz üzümlere ait bazı değerler

Meyve Özellikleri*	Sultani Çekirdeksiz Üzüm
Meyve uzunluğu (mm)	15.16±0.96
Meyve genişliği (mm)	12.89±0.68
Meyve kalınlığı (mm)	12.34±0.69
L değeri	35.67±3.82
a değeri	0.69±0.53
b değeri	2.21±1.28
Nem içeriği (% yb)	% 75.38

*Ortalama değerlerdir

3.2. Yöntem

Çalışmada, altı farklı kurutma yöntemi uygulanmıştır. Kurutma denemeleri üçer tekerrür olarak yapılmıştır ve uygulanan yöntemler şu şekildedir:

1. Etüvde kurutma
2. Vakumlu etüvde kurutma
3. Hassas kurutucuda kurutma
4. Sıcaklık kontrollü mikrodalgada kurutma
5. Güneşte kurutma
6. Gölgede kurutmadır.

Kurutma yöntemlerinden etüvde, vakumlu etüvde ve hassas kurutucuda 3 farklı kurutma havası sıcaklığı kullanırken, sıcaklık kontrollü mikrodalgada ise iki farklı kurutma havası sıcaklığı kullanılarak kurutma işlemleri yapılmıştır. Bu kurutma yöntemleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.2.1. Nem tayini işlemi

Kurutmaya başlamadan önce ürünlerin ilk nem tayinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle nem tayini için 100 ± 7 g ağırlığındaki üzümün üçer tekerrür şeklinde hazırlanmıştır. 70°C sıcaklıktaki Şimşek Labortechnik marka etüvde yaş ürünün nemi % 10-13'e ulaşana kadar nem tayinine devam edilmiştir. Üç tekerrürden ikisi belirlenen son ağırlığa ulaştığında denemelere son verilmiştir. Nem tayinini belirlemek için, kurutulan ürün belirli aralıklarla tartılarak ağırlık değişimi belirlenmiştir. Bu amaçla, 0.01 g hassasiyetinde çalışan AND GF-3000 model elektronik terazi kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Terazi

Kurutma yöntemleri aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.2.2. Etüvde kurutma

Etüvde kurutma için Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Kurutma Laboratuvarı'nda bulunan Şimşek Laborteknik etüv kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Etüv

Kurutma için ortalama 100 ± 2 g örnek kullanılarak potaslı ve potassız olmak üzere ayrı ayrı kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bütün kurutma yöntemlerinde potasyum karbonat çözeltisine bandırılarak (potaslı) kurutulacak örnekler için çözelti hazırlanmıştır. Çözelti; 2 lt suya 100 g potasyum karbonat ve 30 ml zeytinyağ konularak hazırlanmıştır ve örnekler çözeltiye bandırılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Potasyum Karbonat Çözeltisi

Kurutma işleminde potaslı ve potassız üzümleri koymak için alüminyum folyo tabaklar kullanılmış ve kurutma $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarda üçer tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir. Son nem değerlerine ulaşan üzümler plastik tüpler içerisinde saklanmak üzere buzdolabına konulmuştur.

3.2.3. Vakumlu etüvde kurutma

Kurutma denemeleri için Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Kurutma Laboratuvarı'nda bulunan CLS marka CLVO-64T modeli vakumlu etüv kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Vakumlu Etüv

Kurutma işlemi için ortalama 100 ± 1 g örnek kullanılarak potaslı ve potassız olmak üzere ayrı ayrı kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma işleminde potaslı ve potassız üzümleri koymak için alüminyum folyo tabaklar kullanılarak kurutma işlemi $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarda ve 100 mbar vakum altında üçer tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir. Son nem değerlerine ulaşan üzümler plastik tüpler içerisinde saklanmak üzere buzdolabına konulmuştur.

3.2.4. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma

Kurutma işlemi için Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Kurutma Laboratuvarı'nda bulunan laboratuvar tipi konvektif kurutucu kullanılmıştır (Şekil 3.6). Kurutucu hava sıcaklığı ve debi kontrol edilebilmektedir. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 6 kW gücünde bir ısıtıcı bulunmaktadır. Laboratuvar tipi konvektif kurutucu; kurutma odası, üç adet kurutma kanalı ve kontrol panosu olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Kurutucuda bulunan fan tarafından

emilen çevre havası, elektrikli ısıtıcıdan geçirilerek kullanılacak sıcaklığa ayarlanabilmektedir. Kurutma odası iç içe geçmiş iki silindirden oluşmakta ve ısınan sıcak hava kurutma odasına gönderilmektedir. Daha sonra ısınan sıcak hava ürünlerinin yerleştirildiği kurutma kanallarına iletilmektedir.



Şekil 3.6. Laboratuvar tipi konvektif kurutucu

Kurutma işlemi için ortalama 100 ± 1 g örnek kullanılarak potaslı ve potassız olmak üzere kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Potaslı ve potassız olarak hazırlanan örnekler cihazın aparatına yerleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Laboratuvar tipi konvektif kurutucu aparatındaki üzüm örnekleri

Kurutma $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarda üçer tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir. Son nem değerlerine ulaşan üzümler plastik tüpler içerisinde saklanmak üzere buzdolabına konulmuştur.

3.2.5. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma

Kurutma işlemi için Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Kurutma Laboratuvarı'nda bulunan Kenwood marka sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu

Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda güç kontrol ünitesi iptal edilmiştir. Kurutucuda temassız kızılötesi sıcaklık sensörü ve kontrol paneli bulunmaktadır. Temassız kızılötesi sıcaklık sensörü, mikrodalğanın ışınlarından zarar görmemesini sağlamaktadır. Kontrol paneline istenen sıcaklık değeri girilmektedir. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucudaki ürünün sıcaklığı belirlenen kurutma sıcaklığına ulaştığı anda mikrodalga otomatik olarak kapanmaktadır. Mikrodalga kurutucu içerisindeki ürünün sıcaklığı kurutma sıcaklığının altına düştüğü anda ise otomatik olarak mikrodalga çalışmaya başlamaktadır. Üründe yanma ve kararma olmaması için 15 saniye bekleme süresi girilmekte ve bekleme süresi sonrası mikrodalga otomatik olarak çalışmaktadır.

Yapılan kurutma işleminde 80 ± 2 kadar üzüm kullanılmış ve kurutmalar $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de gerçekleştirilmiştir. Üzümler porselen tabağa konularak mikrodalga fırının içerisinde bulunan cam tabağın üzerine kurutma işlemi için yerleştirilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Kurutma için hazırlanan üzümler

İstenilen nem değerlerine ulaşan ürünlerin kuruma işlemi bittikten sonra plastik tüpler içerisinde saklanmak üzere buzdolabına konulmuştur.

3.2.6. Güneşte kurutma yöntemi

Güneşte kurutma için tel kafes kullanılmıştır (Şekil 3.10). Kurutma için 100 g kadar üzüm potaslı ve potassız olarak hazırlandıktan sonra kağıt tabaklara konulmuştur. Üçer tekerrür şeklinde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. İstenilen nem değerlerine ulaşan ürünlerin kuruma işlemi bittikten sonra plastik tüpler içerisinde saklanmak üzere buzdolabına konulmuştur. Dış ortamın sıcaklık ve bağıl nem değerleri veri kaydedici cihazıyla kaydedilmiştir.



Şekil 3.10. Tel kafes ve güneşte kurutulmuş üzümler

3.2.7. Gölgede kurutma yöntemi

Gölgede kurutma için tel kafes kullanılmıştır. Kurutma için 100 g kadar üzüm potaslı ve potassız olarak hazırlandıktan sonra kurutulmak üzere kağıt tabaklara konulmuştur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Gölgede kurutma için hazırlanan üzümler

Üçer tekerrür şeklinde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. İstenilen nem değerlerine ulaşan ürünlerin kuruma işlemi bittikten sonra plastik tüpler içerisinde saklanmak üzere buzdolabına konulmuştur. Dış ortamın sıcaklık ve bağıl nem değerleri veri kaydedici cihazıyla kaydedilmiştir.

3.3. Matematiksel Modelleme

Çalışmada kullanılan üzümlerin ayrılabilir nem oranını belirlemek için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (1)$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Kurutulan üzümlerin anlık nem içeriği

M_e: Kurutulan üzümlerin verilen durumdaki denge nemi

M₀: Kurutulan üzümlerin ilk nem içeriği

Kuruyan materyalin nem içeriği kuru baza göre belirlenmiştir. Fakat kurutma havasındaki nem içeriğinin kurutma boyunca değişken olması ve denge nem

değerlerinin diğer nem değerlerine (M_0 ve M_e) göre çok düşük olması nedeniyle ayrılabilir nem oranı aşağıdaki basitleştirilmiş eşitlikte hesaplanmıştır.

$$ANO = \frac{M}{M_0}$$

Kurutma işleminin nem değişimini modellemek için Page, Jena Das, Midilli-Küçük, Lewis ve Yağcıoğlu modelleri kullanılmıştır. Kullanılan modellerin eşitlikleri aşağıda sıralanmıştır.

1. Page

$$f = \exp(-kt^h) \quad (2)$$

2. Jena Das

$$f = k \exp(-ht + j\sqrt{t}) + m \quad (3)$$

3. Midilli-Küçük

$$f = k \exp(-ht^j) + mt \quad (4)$$

4. Lewis

$$f = \exp(-kt) \quad (5)$$

5. Yağcıoğlu

$$f = k \exp(-ht) + j \quad (6)$$

3.4. Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan taze ve kurutulmuş üzümün renk tayini Minolta marka CR400 model renk ölçer ile her bir örnekten on beş adet okuma yapılarak gerçekleştirilmiştir. Renk tayininde üzümün L, a, b değerleri ölçülmüştür.

L parlaklığı ifade ederken, 0 ile 100 arasında değerler alabilmektedir. L, "0" değerini aldığı anda siyah renkte yani yansımanın hiç olmadığını, 100 değerini aldığı anda ise beyaz

renkte mükemmel yansıdığını ifade etmektedir. a değeri pozitifse kırmızılığı, negatifse yeşilliği ifade etmektedir. b değeri ise pozitifse sarılığı, negatifse maviliği göstermektedir. “a” sıfır değeri ve “b” sıfır değerini aldığı anda ise ürünlerin renginin gri olduğu anlaşılmaktadır (McGuire, 1992).

Kroma rengi ürünün doygunluğunu ifade etmektedir. Mat renkler de kroma değerleri düşük olurken, canlı renklere ise kroma değeri yüksek olmaktadır. Kroma ve Hue açısı değerleri aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (7)$$

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (8)$$

Kahverengileşme indeksi, kahverenginin saflığını temsil ederken kahverengileşme reaksiyonlarının ürün renginde meydana getirdiği değişimleri tanımlamada önemli bir parametredir (Palou ve ark., 1999).

Kahverengileşme indeksi(BI) eşitliği;

$$BI = \frac{[100(x - 0,31)]}{0,17} \quad (9)$$

x değeri ise;

$$x = \frac{a + (1,75xL)}{[(5,645xL) + (a - (3,012xb))]} \quad (10)$$

formüllerle hesaplanmıştır.

3.5 Kimyasal Analiz

Taze üzümün ve kurutulmuş üzümün suda çözünabilir kuru madde miktarı (şçkm), pH ve titrasyon asitliği (TA) analizleri yapılarak kurutma yöntemleri tazeye göre karşılaştırılmıştır.

Önce kurutulmuş üzümler saf su ile 10 kat, taze üzümler ise bire bir oranında seyreltilmiş ve bir gece buzdolabında bekletilmiştir. Daha sonra karıştırıcıda homojen hale getirilerek analizleri yapılmıştır.

3.5.1. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Taze ve kurutulmuş üzümler WARING commercial marka karıştırıcıda homojen hale getirilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Karıştırıcı

Daha sonra filtre kağıdından süzülüp, el refraktometresi (saf suya göre kalibre edilmiş, Refraktometer PAL-1) üzerine alınıp sonuçlar % olarak okunmuştur (Şekil 3.13). Üçer tekerrür olarak sçkm okumaları yapılmıştır.



Şekil 3.13. Refraktometre

3.5.2. pH

Üzümler karıştırıcıda homojen hale getirildikten sonra pH ölçümü için beşer gramlık 3 örnek tartılmıştır. Üzerlerine 95 gram saf su ilave edilerek 100 grama tamamlanmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Hazırlanan örnekler (100 g)

Hazırlanan örneklerin pH ölçümleri, HANNA 2211 marka pH-metre ile doğrudan cam elektrot daldırılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. pH metre

3.5.3. Titrasyon asitliği

Homojen hale getirildikten sonra hazırlanan 3 örnek pH 8.01 olana kadar 0.1 normal NaOH ile fenolfitaleyn eşliğinde karıştırıcı ile titre edilerek titrasyon asitliği değeri belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.4. Titrasyon asitliği

% asitlik miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır ve g/100g olarak ifade edilmiştir (Konopacka and Plocharski 2004).

$$\% \text{Asitlik} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \right) = \frac{V \times N \times M_E}{M} \times 100 \quad (11)$$

V = Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı (ml)

N = NaOH çözeltisinin normalitesi

Me = Eşdeğer gram ağırlığı

M = Örnek ağırlığı (g)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kurutma denemelerine ait belirlenen kurutma performans değerleri, modelleme, renk analizi ve kimyasal analiz sonuçları aşağıda alt başlıklar halinde ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

4.1. Kurutma Performans Değerleri

Çalışmada kullanılan Sultani çekirdeksiz üzümün nem tayini sonunda belirlenen ortalama % 75.38 nem oranı kurutma yapılarak yaş baza göre % 10-13 nem seviyelerine kadar düşürülmüştür. Çizelge 4.1 'de Sultani çekirdeksiz üzümün altı farklı kurutma yöntemlerinde belirlenen ortalama son nem değerleri ve kuruma süreleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.1. Belirlenen ortalama son nem oranları (% yb) ve kuruma süreleri

Kurutma Yöntemi		Ort. son nem (%yb)	Kuruma Süreleri(saat)
Etüv	60 °C	Potashlı	11.55
		Potassız	9.07
	65 °C	Potashlı	12.38
		Potassız	11.25
	70 °C	Potashlı	10.21
		Potassız	9.54
Vakumlu Etüv	60 °C	Potashlı	11.16
		Potassız	9.98
	65 °C	Potashlı	8.47
		Potassız	10.79
	70 °C	Potashlı	9.71
		Potassız	8.55
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potashlı	11.11
		Potassız	10.60
	65 °C	Potashlı	13.97
		Potassız	13.14
	70 °C	Potashlı	11.13
		Potassız	10.98
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potashlı	12.75
		Potassız	10.21
	60 °C	Potashlı	13.32
		Potassız	11.61
Güneş	Potashlı	10.10	
	Potassız	10.05	
Gölge	Potashlı	13.47	
	Potassız	11.09	

Etüv, vakumlu etüv ve laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma işlemleri 60 °C, 65 °C ve 70 °C’de potaslı ve potassız olarak gerçekleştirilirken; sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutmada ise 55 °C ve 60 °C’de potaslı ve potassız olarak gerçekleştirilmiştir. Kurutma denemeleri üçer tekerrür halinde yapılarak ortalama nem içeriği (y.b.) ve kuruma süreleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1’de en kısa kuruma süresi laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potaslı 70 °C’de 10.5 saat sürerken, ürünler yaş baza göre % 11.13 nem seviyelerine kadar kurutulmuştur. En uzun kuruma süresi ise ortalama 21.8 ± 2 °C sıcaklıkta gölgede potassız kurutma işleminde elde edilmiştir. Kurutma yöntemleri kuruma süreleri açısından ayrı ayrı incelendiğinde;

Etüvde kurutma işleminde kuruma süreleri küçük sıcaklıktan büyük sıcaklığa doğru potaslılar arasında sırasıyla 34.5, 31.5 ve 22.5 saat olarak belirlenirken, potassızlar arasında ise sırasıyla 61.5, 46.5 ve 40.5 saat olarak bulunmuştur. Sıcaklık arttıkça hem potaslılarda hem de potassızlarda kuruma sürelerinin azaldığı görülmüştür.

Vakumlu etüvde tespit edilen ortalama kuruma süreleri küçük sıcaklıktan büyük sıcaklığa doğru potaslılar arasında sırasıyla 61.5, 43.5 ve 40.5 saat olarak bulunurken, potassızlar arasında ise sırasıyla 118.5, 76.5 ve 61.5 saat bulunmuştur. Potas çözeltilisine bandırılan üzümler potassıza göre; 60 °C’de 57 saat, 65 °C ’de 33 saat ve 70 °C’de 21 saat daha erken kuruduğu görülmüştür.

Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda belirlenen kuruma süreleri küçük sıcaklıktan büyük sıcaklığa doğru potaslılar arasında sırasıyla 19.5, 16.5 ve 10.5 saat olarak bulunurken potassızlar arasında ise sırasıyla 37.5, 25.5 ve 16.5 saat bulunmuştur. Kurutma sürelerine paralel olarak ortalama nem oranı değerleri potaslılarda sırasıyla % 11.11, % 13.97 ve % 11.13; potassızlarda ise sırasıyla % 10.60, % 13.14 ve % 10.98 olarak belirlenmiştir.

Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma işlemi 55 °C ve 60 °C’de gerçekleştirilmiştir. Kuruma süreleri küçük sıcaklıktan büyük sıcaklığa doğru potaslılar arasında sırasıyla 20.25 saat ve 11.25 saat, potassızlar arasında ise sırasıyla 34.75 saat ve 22.25 saat olarak belirlenmiştir. Yaş baza göre son nem oranları potaslılarda sırasıyla

% 12.75 ve % 13.32, potassızlarda ise sırasıyla % 10.21 ve % 11.61 olarak hesaplanmıştır.

Güneşte ve gölgede yapılan kurutma yöntemlerindeki en kısa kuruma 101.5 saatlik kuruma süresi ile güneşte potaslı kurutma yönteminde gerçekleşmiştir. En uzun kuruma ise 649 saatlik kuruma süresi ile gölgede potassız kurutma yönteminde gerçekleşmiştir. Güneşte ve gölgede kurutma için sıcaklık değerleri kontrol altında tutulamadığından veri kaydedici cihazı yardımıyla ölçüm yapılmıştır. Deneme sonunda sıcaklık değeri güneşte 28.2 ± 3 °C, gölgede ise 21.8 ± 2 °C ölçülmüştür.

Çizelge 4.1 'de verildiği gibi potas çözeltilisine bandırılarak kurutulan üzümün kuruma süresi her bir sıcaklık için diğer yöntemlerle kurutulan potassızlara göre daha kısa sürede kurumuştur. Etüvde, vakumlu etüvde, laboratuvar tipi konvektif kurutucuda ve sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potaslıların potassızlara göre kuruma süresinin yaklaşık yarı yarıya azaldığı görülmektedir. Güneş kurutma yönteminde potaslı ve potassız arasında 229.5 saat fark varken gölge kurutmada ise bu fark 318 saat olarak bulunmuştur.

İsmail (2005), çekirdeksiz yaş üzümün kurutulmasında, kurutmadan önce ürüne uygulanan çeşitli ön işlemlerin kuruma hızına ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi adlı çalışmasında %5 K_2CO_3 -%0.5 zeytin yağ çözeltilisine daldırılarak kurutulan üzümün daha kısa sürede istenilen nem seviyesine ulaştığını belirtmiştir.

Kuruma sıcaklığının kurutma performansı üzerindeki etkisini görmek için etüvde, vakumlu etüvde, laboratuvar tipi konvektif kurutucuda üç farklı sıcaklık kullanılmış, sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda ise iki farklı sıcaklık kullanılmıştır. Etüvde, vakumlu etüvde, laboratuvar tipi konvektif kurutucuda ve sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda yapılan denemelerde kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma süresinin azaldığı görülmüştür.

Doymaz (2006), kabin tipi kurutucuda nane yapraklarını kuruturken hava sıcaklığındaki artışın kuruma süresini azalttığını ifade etmiştir.

Güneşte ve gölgede kurutma arasındaki ilişkiye kuruma performansı açısından bakıldığında; güneşte potaslı kurutmanın gölge potaslı kurutmaya göre 229.5 saat güneşte potassız kurutmanın gölge potassız kurutmaya göre 318 saat erken kurduğu görülmüştür.

4.2. Kurutma Verilerinin Modellenmesi

Kurutmada kullanılan materyalin süreye bağlı nem oranı değişimini belirlemek amacıyla kuruma eğrileri oluşturulur. Kuruma eğrilerini oluşturmak için Page, Jena Das, Midilli Küçük, Lewis ve Yağcıoğlu eşitlikleri kullanılarak oluşturulan varyans analiz sonuçları ile kararlılık katsayısı olan R^2 değerleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Çizelge 4.2’de ise Page modeline ait sayısal değerler ve R^2 değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.2. Page eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “ R^2 ” değerleri

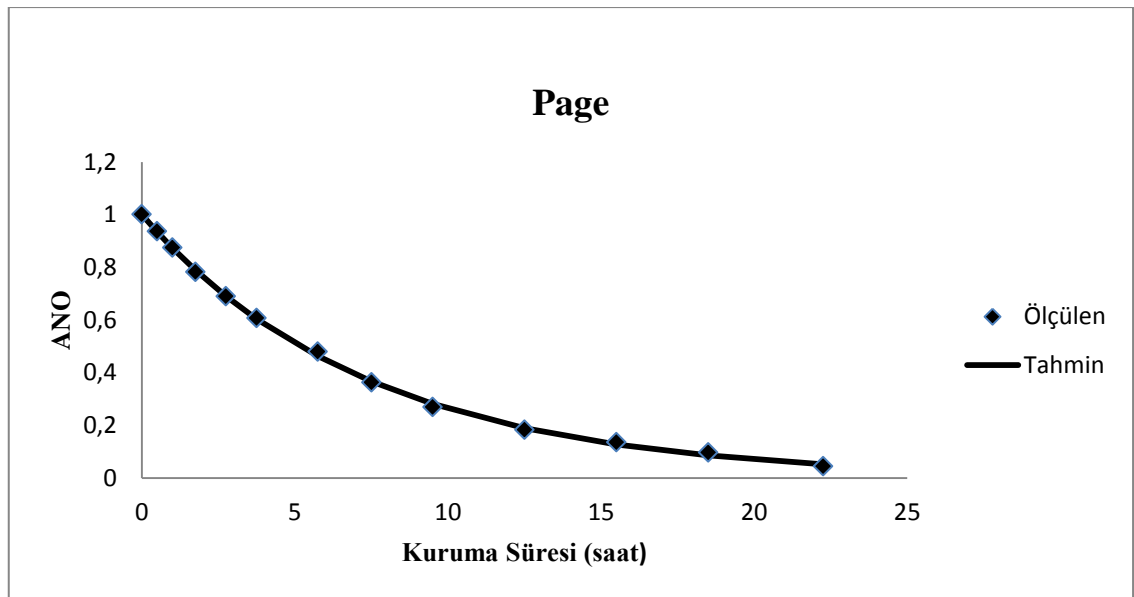
Kurutma Yöntemi		k	h	R^2	
Etiv	60 °C	Potaslı	0.0651	1.0673	0.9890
		Potassız	0.0115	1.3017	0.9910
	65 °C	Potaslı	0.0350	1.2885	0.9987
		Potassız	0.0139	1.3458	0.9946
	70 °C	Potaslı	0.0632	1.2307	0.9990
		Potassız	0.0251	1.2687	0.9935
Vakumlu Etiv	60 °C	Potaslı	0.0132	1.2956	0.9978
		Potassız	0.0042	1.3562	0.9968
	65 °C	Potaslı	0.0267	1.2340	0.9983
		Potassız	0.0059	1.3920	0.9961
	70 °C	Potaslı	0.0225	1.3039	0.9978
		Potassız	0.0103	1.3575	0.9978
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potaslı	0.0985	1.1786	0.9984
		Potassız	0.0358	1.1698	0.9945
	65 °C	Potaslı	0.2015	1.0094	0.9984
		Potassız	0.0794	1.0919	0.9972
	70 °C	Potaslı	0.2041	1.1876	0.9991
		Potassız	0.1084	1.1417	0.9950
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potaslı	0.1119	1.0354	0.9984
		Potassız	0.0654	1.0598	0.9991
60 °C	Potaslı	0.2692	0.9063	0.9903	
	Potassız	0.1355	0.9932	0.9994	
Güneş		Potaslı	0.0260	0.9775	0.9774
		Potassız	0.0071	1.0248	0.9886
Gölge		Potaslı	0.0069	1.0528	0.9968
		Potassız	0.0020	1.1170	0.9901

$$\text{Page Eşitliği: } f = \exp(-kt^h)$$

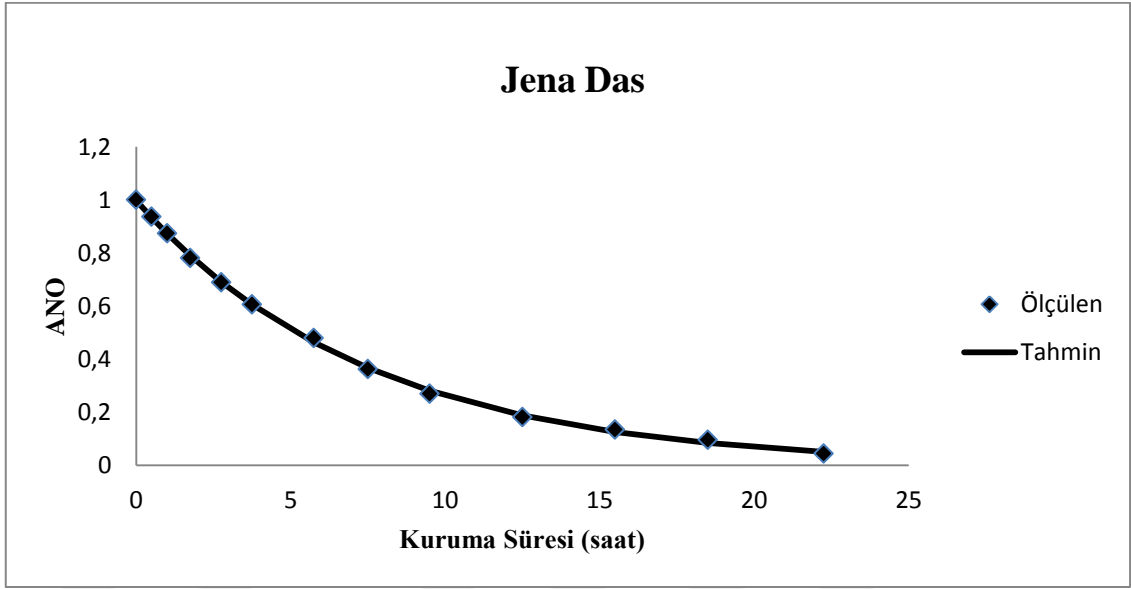
R^2 değerleri 0 ile 1 arasında olmaktadır. R^2 değerine baktığımızda R^2 değerleri 1'e yakın bulunmuştur. En yüksek R^2 değeri sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'de 0.9994 olarak elde edilirken, en küçük R^2 değeri ise güneşte potaslı kurutmada 0.9774 olarak bulunmuştur.

Kurutucular kendi arasında incelendiğinde, etüvde kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potaslı 70 °C'de iken, en düşük değer ise potaslı 60 °C'de yapılan denemelerde bulunmuştur. Vakumlu etüvde kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potaslı 65 °C'de tespit edilirken, en düşük değer ise potassız 65 °C'de yapılan denemelerde elde edilmiştir. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma işleminde ise en yüksek R^2 değeri potaslı 70 °C'de belirlenirken, en düşük değer ise potassız 60 °C'de yapılan denemelerde bulunmuştur. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potassız 60 °C'de iken, en düşük R^2 değeri potaslı 60 °C'de yapılan denemelerde bulunmuştur.

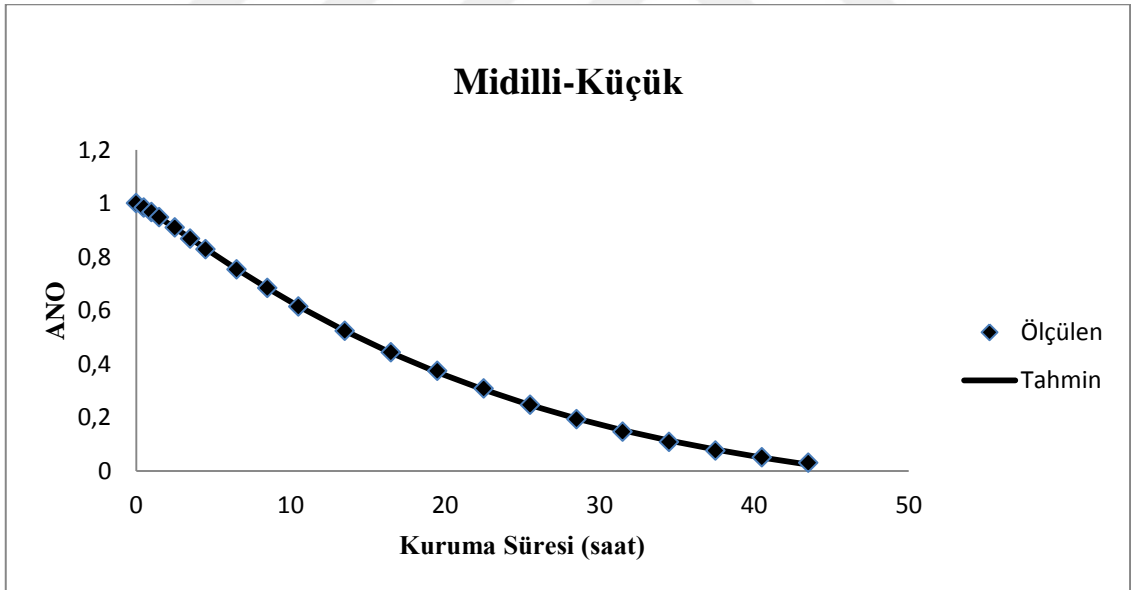
Bütün modeller ve bütün kurutma yöntemleri için ölçülen ve tahmin edilen değerlerde 130 tane grafik oluşturulmuştur. Şekil 4.1'de sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'de yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. En iyi tahmin veren modeller için birer tane örnek eşitlikler aşağıda verilmiştir.



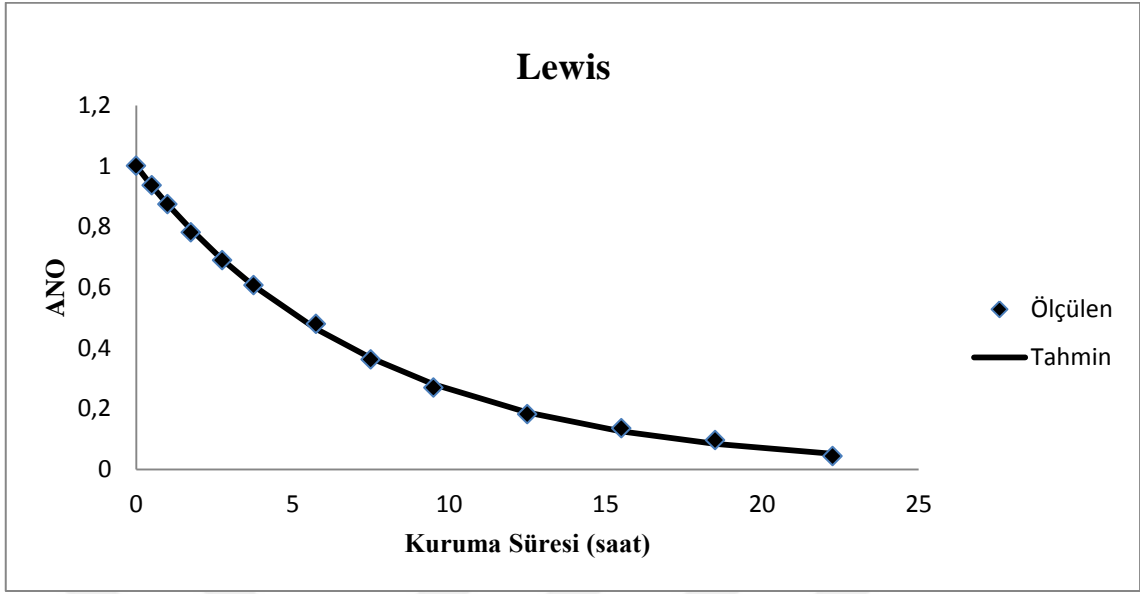
Şekil 4.1. Page eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi



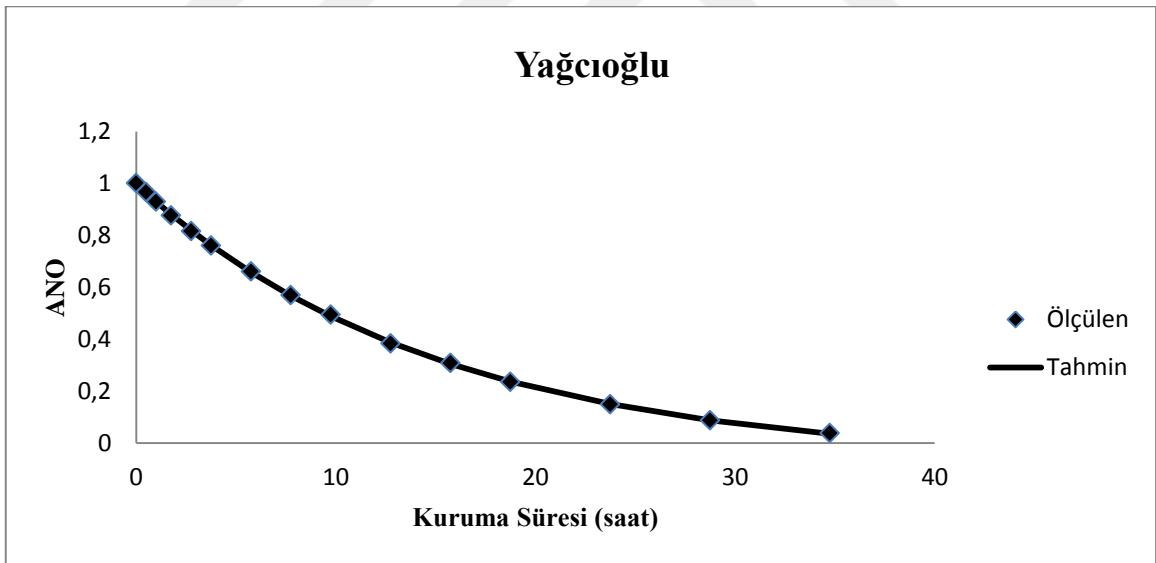
Şekil 4.1.a Jena Das eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi



Şekil 4.1.b Midilli-Küçük eşitliği vakumlu etüvde potaslı 65 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi



Şekil 4.1.c Lewis eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi



Şekil 4.1.d Yağcıoğlu eşitliği sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 55 °C'deki nem oranları ve kuruma süresi

Çizelge 4.3 'de Jena Das modeline ait sayısal değerler ve R^2 değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.3. Jena Das eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” değerleri

Kurutma Yöntemi			k	h	j	m	R ²
Etüv	60 °C	Potassız	1.0188	0.4208	0.7740	0.0138	0.9780
		Potasslı	1.0060	0.4428	0.7299	-0.0010	0.9879
	65 °C	Potassız	1.0255	0.4258	0.7638	0.0206	0.9795
		Potasslı	1.0277	0.4430	0.7295	0.0226	0.9884
	70 °C	Potassız	1.0205	0.4326	0.7503	0.0153	0.9829
		Potasslı	1.0238	0.4591	0.6972	0.0187	0.9916
Vakumlu Etüv	60 °C	Potassız	1.0286	0.4134	0.7887	0.0240	0.9810
		Potasslı	1.0236	0.4227	0.7700	0.0185	0.9872
	65 °C	Potassız	1.0298	0.4172	0.7810	0.0252	0.9786
		Potasslı	1.0232	0.4318	0.7518	0.0180	0.9910
	70 °C	Potassız	1.0300	0.4223	0.7710	0.0251	0.9835
		Potasslı	1.0247	0.4326	0.7502	0.0195	0.9855
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potassız	1.0120	0.4335	0.7484	0.0066	0.9889
		Potasslı	1.0165	0.4757	0.6641	0.0117	0.9931
	65 °C	Potassız	1.0068	0.4533	0.7088	0.0016	0.9952
		Potasslı	0.9990	0.5054	0.6048	-0.0039	0.9984
	70 °C	Potassız	1.0105	0.4760	0.6636	0.0051	0.9905
		Potasslı	1.0191	0.5393	0.5368	0.0149	0.9936
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potassız	1.0069	0.4423	0.7310	0.0016	0.9983
		Potasslı	1.0037	0.4642	0.6872	-0.0014	0.9980
60 °C	Potassız	1.0014	0.4706	0.6744	-0.0030	0.9994	
	Potasslı	0.9851	0.5161	0.5834	-0.0196	0.9897	
Güneş		Potassız	0.9946	0.4078	0.8000	-0.0109	0.9892
		Potasslı	0.9822	0.4152	0.7851	-0.0241	0.9823
Gölge		Potassız	1.0064	0.4058	0.8039	0.0024	0.9870
		Potasslı	1.0038	0.4083	0.7989	-0.0014	0.9962

$$\text{Jena Das Eşitliği: } f = k \exp(-ht + j\sqrt{t}) + m$$

Çizelge 4.3’de Jena Das modeline ait en yüksek R² değeri 0.9994 ile sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C’de elde edilmiştir. En düşük R² değeri ise 0.9780 ile etüv potassız 60 °C’de bulunmuştur.

Kurutucular kendi arasında incelendiğinde, etüvde kurutma işleminde en yüksek R² değeri potasslı 70 °C’de elde edilirken, en düşük ise potassız 60 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur. Vakumlu etüvde kurutma işleminde en yüksek R² değeri potasslı 65 °C’de iken, en düşük ise potassız 65 °C’de yapılan denemelerde elde edilmiştir. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma işleminde ise en yüksek R²

değeri potaslı 65 °C’de tespit edilirken, en düşük ise potassız 60 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde en yüksek R² değeri potassız 60 °C’de iken, en düşük R² değeri ise potaslı 60 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.4’de Midilli-Küçük modeline ait sayısal değerler ve R² değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.4. Midilli-Küçük eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” değerleri

Kurutma Yöntemi			k	h	j	m	R ²
Etüv	60 °C	Potassız	0.9838	0.9938	0.0201	-0.0049	0.9993
		Potaslı	0.9554	0.9962	0.0746	-0.0028	0.9916
	65 °C	Potassız	1.1031	0.9976	0.0203	-0.0047	0.9997
		Potaslı	1.2678	0.9918	0.0347	-0.0009	0.9991
	70 °C	Potassız	1.0944	0.9905	0.0315	-0.0040	0.9985
		Potaslı	1.1699	0.9968	0.0664	-0.0022	0.9998
Vakumlu Etüv	60 °C	Potassız	1.2051	0.9928	0.0063	-0.0010	0.9996
		Potaslı	1.1790	0.9943	0.0167	-0.0014	0.9996
	65 °C	Potassız	1.1498	1.0016	0.0103	-0.0025	0.9998
		Potaslı	1.1148	1.0005	0.0328	-0.0020	0.9999
	70 °C	Potassız	1.2090	0.9987	0.0140	-0.0018	0.9999
		Potaslı	1.2344	0.9866	0.0237	-0.0019	0.9998
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potassız	0.9844	0.9915	0.0443	-0.0049	0.9997
		Potaslı	1.2162	0.9797	0.0876	-0.0005	0.9991
	65 °C	Potassız	1.0284	0.9869	0.0803	-0.0029	0.9993
		Potaslı	1.0503	0.9843	0.1869	0.0005	0.9986
	70 °C	Potassız	1.0386	0.9861	0.1085	-0.0068	0.9989
		Potaslı	1.1954	0.9899	0.1964	-0.0009	0.9993
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potassız	1.0024	0.9989	0.0702	-0.0015	0.9999
		Potaslı	0.9470	1.0001	0.1194	-0.0039	0.9999
	60 °C	Potassız	0.9919	1.0003	0.1358	-2.3186	0.9994
		Potaslı	0.7531	1.0012	0.2757	-0.0120	0.9944
Güneş	Potassız	1.1151	0.9677	0.0045	2.8416	0.9905	
	Potaslı	0.8308	0.9628	0.0301	-0.0021	0.9891	
Gölge	Potassız	1.0318	0.9902	0.0027	-0.0002	0.9926	
	Potaslı	1.1258	0.9868	0.0050	8.3365	0.9972	

$$\text{Midilli-Küçük Eşitliği: } f = k \exp(-ht^j) + mt$$

Çizelge 4.4’de Midilli-Küçük modeline ait en büyük R² değeri; vakumlu etüvde potaslı 65 °C, vakumlu etüvde potassız 70 °C ve sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potaslı ve potassız 55 °C’de 0.9999 ile elde edilmiştir. En düşük R² değeri ise 0.9891 ile güneşte potaslı kurutmada bulunmuştur.

Kurutucular kendi arasında incelendiğinde, etüvde kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potaslı 70 °C’de elde edilirken, en düşük değer ise potaslı 60 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur. Vakumlu etüvde kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potaslı 65 °C ile potassız 70 °C’de iken, en düşük değer ise potaslı ve potassız 60 °C’de yapılan denemelerde elde edilmiştir. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma işleminde ise en yüksek R^2 değeri potassız 60 °C’de belirlenirken, en düşük değer ise potaslı 65 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potaslı ve potassız 55 °C’de iken en düşük R^2 değeri potaslı 60 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.5 ’de Lewis modeline ait sayısal değerler ve R^2 değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.5. Lewis eşitliği parametrelerinin “k” değerleri ve modele ait “ R^2 ” değerleri

Kurutma Yöntemi			k	R^2
Etüv	60 °C	Potassız	0.0325	0.9755
		Potaslı	0.0773	0.9879
	65 °C	Potassız	0.0414	0.9742
		Potaslı	0.0733	0.9828
	70 °C	Potassız	0.0549	0.9800
		Potaslı	0.1042	0.9875
Vakumlu Etüv	60 °C	Potassız	0.0179	0.9756
		Potaslı	0.0359	0.9835
	65 °C	Potassız	0.0250	0.9717
		Potaslı	0.0531	0.9874
	70 °C	Potassız	0.0345	0.9770
		Potaslı	0.0544	0.9811
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potassız	0.0579	0.9880
		Potaslı	0.1382	0.9914
	65 °C	Potassız	0.0977	0.9950
		Potaslı	0.2044	0.9984
	70 °C	Potassız	0.1411	0.9899
		Potaslı	0.2592	0.9914
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potassız	0.0758	0.9982
		Potaslı	0.1202	0.9980
	60 °C	Potassız	0.1337	0.9994
		Potaslı	0.2355	0.9871
Güneş	Potassız	0.0080	0.9885	
	Potaslı	0.0238	0.9774	
Gölge	Potassız	0.0038	0.9868	
	Potaslı	0.0088	0.9962	
Lewis Eşitliği: $f = \exp(-kt)$				

Çizelge 4.5’de Lewis modeline ait en büyük R^2 değeri sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 60 °C’de 0.9994 ile elde edilirken, en düşük R^2 değeri ise 0.9717 ile vakumlu etüvde potassız 65 °C’de elde edilmiştir.

Kurutucular kendi arasında incelendiğinde, etüvde kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potaslı 60 °C’de iken, en düşük değer ise potassız 65 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur. Vakumlu etüvde kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potaslı 65 °C’de belirlenirken, en düşük değer ise potassız 65 °C’de yapılan denemelerde elde edilmiştir. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma işleminde ise en yüksek R^2 değeri potaslı 65 °C’de görülürken, en düşük değer ise potassız 60 °C’de yapılan denemelerde görülmüştür. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde en yüksek R^2 değeri potassız 60 °C’de elde edilirken, en düşük R^2 değeri potaslı 60 °C ’de yapılan denemelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.6’da Yağcıoğlu modeline ait sayısal değerler ve R^2 değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yağcıoğlu eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” değerleri

Kurutma Yöntemi		k	h	j	R ²	
Etüv	60 °C	Potassız	1.7281	0.0136	-0.7369	0.9994
		Potaslı	1.0961	0.0618	-0.1092	0.9916
	65 °C	Potassız	1.7354	0.0181	-0.7293	0.9996
		Potaslı	1.2465	0.0530	-0.2225	0.9972
	70 °C	Potassız	1.4052	0.0308	-0.4052	0.9985
		Potaslı	1.2076	0.0786	-0.1891	0.9990
Vakumlu Etüv	60 °C	Potassız	1.4604	0.0098	-0.4471	0.9990
		Potaslı	1.3247	0.0226	-0.3120	0.9991
	65 °C	Potassız	1.7424	0.0110	-0.7283	0.9996
		Potaslı	1.2466	0.0370	-0.2326	0.9997
	70 °C	Potassız	1.4504	0.0195	-0.4306	0.9991
		Potaslı	1.3586	0.0332	-0.3468	0.9987
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potassız	1.3130	0.0351	-0.3249	0.9997
		Potaslı	1.1759	0.1051	-0.1703	0.9981
	65 °C	Potassız	1.1163	0.0769	-0.1266	0.9994
		Potaslı	1.0016	0.1987	-0.0086	0.9985
	70 °C	Potassız	1.2056	0.0986	-0.2160	0.9990
		Potaslı	1.1111	0.2234	-0.0938	0.9976
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potassız	1.0672	0.0666	-0.0689	0.9999
		Potaslı	1.0690	0.1030	-0.0781	0.9997
	60 °C	Potassız	0.9962	0.1343	0.0028	0.9994
Potaslı		0.9813	0.2140	-0.0195	0.9899	
Güneş		Potassız	1.0258	0.0071	-0.0471	0.9900
		Potaslı	1.1608	0.0151	-0.2185	0.9890
Gölge		Potassız	1.1870	0.0028	-0.1947	0.9928
		Potaslı	1.0169	0.0085	-0.0166	0.9963

$$\text{Yağcıoğlu Eşitliği: } f = k \exp(-ht) + j$$

Çizelge 4.6’da kurutucular kendi arasında incelendiğinde, etüvde kurutma işleminde en yüksek R² değeri potassız 65 °C’de elde edilirken, en düşük değer ise potaslı 60 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur. Vakumlu etüvde kurutma işleminde en yüksek R² değeri potaslı 65 °C’de iken, en düşük değer ise potaslı 70 °C’de yapılan denemelerde belirlenmiştir. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma işleminde ise en yüksek R² değeri potassız 60 °C’de görülürken, en düşük değer ise potaslı 70 °C’de yapılan denemelerde bulunmuştur. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutma işleminde en yüksek R² değeri potassız 55 °C’de belirlenirken, en düşük R² değeri potaslı 60 °C’de yapılan denemelerde elde edilmiştir.

Kurutma işlemlerinde kullanılan bu beş eşitlik içerisinde en büyük R^2 değeri 0.9999 olup Midilli-Küçük ve Yağcıoğlu modellerinde bulunmuştur. En küçük R^2 değeri ise 0.9717 olup Lewis modelinde bulunmuştur. Tüm model eşitlikleri incelendiğinde tüm kurutma yöntemleri için en uygun modelin Midilli-Küçük olduğu bulunmuştur.

Essalhi ve ark.(2018), dolaylı güneş kurutucuda ve açık güneş altında üzümleri kurutup R değerini 0.9990 olarak bulmuşlar ve 10 model arasında en iyi modelin Midilli ve diğ. olduğunu belirtmişlerdir.

Matematiksel modellemede kullanılan eşitlikler bütün denemeler ve yöntemler için uygun bulunmuştur.

4.3 Renk Değerleri

Taze ve kuru üzümlerden on beşer adet renk ölçümleri yapılarak ortalama L, a ve b değerleri belirlenmiştir. L, a ve b değerleri kullanılarak kroma değerleri (C), hue açısı (h°) ve BI (kahverengilik indeksi) değerleri hesaplanmıştır. Taze üzümler ile kurutulmuş üzümlerin renklerini karşılaştırabilmek için SPSS programı kullanılarak duncan testine tabi tutulmuş ve renk farklılıkları için harflendirme yapılmıştır. Çizelge 4.7'de renk analizinde ölçülen değerler verilmiştir.

Çizelge 4.7. Renk analizinde ölçülen değerler

Kurutma Yöntemi			L	a	b
Taze			35.67 ^a	0.69 ^k	2.21 ^d
Etüv	60 °C	Potaslı	27.75 ^{hi}	4.61 ^{fgh}	-0.44 ^{jk}
		Potassız	20.95 ^l	4.53 ^{fgh}	0.60 ^{fghi}
	65 °C	Potaslı	27.07 ⁱ	4.82 ^{defg}	0.09 ^{hij}
		Potassız	28.65 ^{fgh}	4.49 ^{gh}	-0.13 ^j
	70 °C	Potaslı	27.05 ⁱ	4.83 ^{defg}	0.02 ^{ij}
		Potassız	28.07 ^{ghi}	5.22 ^{cd}	-0.22 ^{jk}
Vakumlu Etüv	60 °C	Potaslı	29.43 ^{efg}	4.86 ^{defg}	2.88 ^{bc}
		Potassız	30.17 ^{de}	4.79 ^{efg}	0.54 ^{ghi}
	65 °C	Potaslı	32.60 ^b	5.41 ^c	3.33 ^{ab}
		Potassız	32.59 ^b	5.12 ^{cde}	1.17 ^{ef}
	70 °C	Potaslı	30.18 ^{de}	5.37 ^c	3.28 ^{ab}
		Potassız	28.58 ^{gh}	4.75 ^{efg}	1.44 ^e
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potaslı	22.91 ^k	4.88 ^{defg}	3.59 ^a
		Potassız	29.02 ^{efgh}	4.66 ^{fgh}	0.18 ^{hij}
	65 °C	Potaslı	28.34 ^{ghi}	4.82 ^{defg}	1.29 ^e
		Potassız	29.18 ^{efg}	4.92 ^{def}	0.60 ^{fghi}
	70 °C	Potaslı	28.08 ^{ghi}	4.61 ^{fgh}	0.90 ^{efg}
		Potassız	31.71 ^{bc}	5.84 ^b	2.23 ^d
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potaslı	31.89 ^{bc}	6.21 ^a	3.41 ^{ab}
		Potassız	32.16 ^{bc}	5.82 ^b	2.50 ^{cd}
	60 °C	Potaslı	31.21 ^{cd}	5.78 ^b	3.77 ^a
		Potassız	30.31 ^{de}	5.78 ^b	3.19 ^{ab}
Güneş		Potaslı	29.25 ^{efg}	4.54 ^{fgh}	1.38 ^e
		Potassız	25.52 ^j	4.34 ^h	-1.91 ^l
Gölge		Potaslı	25.62 ^j	2.68 ^j	0.69 ^{fgh}
		Potassız	30.00 ^{def}	3.96 ⁱ	-0.79 ^k

Parlaklık değeri (L)

Çizelge 4.7’de verilen parlaklık değerleri incelendiğinde, taze ürüne göre tüm kurutma yöntemleri ve sıcaklıklarda "L" parlaklık değerinin farklılaştığı gözlemlenmiştir. Taze üzümlerin parlaklık değeri 35.67 olarak bulunmuştur. Parlaklık değerini en iyi koruyan ve taze üzümlere en yakın olan yöntem vakumlu etüvde potaslı ve potassız 65 °C olurken, en az koruyan yöntem ise etüvde potassız 60 °C olmuştur.

Vakumlu etüvde potaslı ile potassız 65 °C arasında parlaklık değerleri açısından farklılık görülmemiştir. Aynı zamanda sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda da

potaslı ile potassız 55 °C arasında parlaklık değerleri açısından farklılık görülmemiştir. Potaslı kurutmanın parlaklığa etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

L parlaklık değerleri incelenecek olursa; etüvde kurutma için en yüksek değer potassız 65 °C'de 28.65, en düşük değer ise potassız 60 °C'de 20.95 olarak belirlenmiştir. Vakumlu etüvde kurutma için en yüksek değer potassız 65 °C'de 32.59, en düşük değer ise potassız 70 °C'de 28.58 olarak bulunmuştur. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda kurutma için en yüksek değer potassız 70 °C'de 31.71, en düşük değer ise potassız 60 °C'de 22.91 olarak elde edilmiştir. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu için en yüksek değer potassız 55 °C'de 32.16, en düşük değer ise potassız 60 °C'de 30.31 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7'deki L değerlerine baktığımızda 20.95-32.60 arasında değiştiği görülmektedir. Mahmutoğlu ve ark. (1996), sultani çekirdeksiz üzümleri farklı bandırma çözeltilerine bandırdıktan sonra sıcak havalı kurutucuda, beton zeminde güneşte ve kaneviçe sergide kurutmuşlar ve kurutulan üzümlerin L değerlerinin 24.69-32.68 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Özilgen ve ark. (1997), tarafından kurutulan sultani çekirdeksiz üzümlerin L değerleri 18.96- 28.48 olarak bulmuşlardır.

Doymaz ve Pala (2002), sultani çekirdeksiz üzümleri potaslı, etil oleatlı ve potassız olarak 50 °C, 55 °C, 60 °C, 65 °C ve 70 °C sıcaklıklarda sıcak hava kurutucusu ile kurutmuşlar ve potaslı L değerlerini 18.95-22.75 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Kırmızılık değeri (a)

Çizelge 4.7'de verilen değerler incelendiğinde, taze ürüne göre tüm kurutma yöntemlerinde ve tüm sıcaklıklarda "a" kırmızılık değerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Taze üzümlerin kırmızılık değeri 0.69 bulunmuştur. En yüksek kırmızılık değeri 6.21 ile sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potaslı 55 °C'de meydana gelmişken, en düşük kırmızılık değeri ise 0.69 ile taze üzümlerdedir. Taze üzümlere en yakın kırmızılık değeri gölge potaslı kurutmada tespit edilmiştir.

Kırmızılık değerleri için vakumlu etüvde potassız 60 °C ile 70 °C arasında % 5 önem seviyesinde istatistiki açıdan fark olmadığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potassız 55 °C ile potaslı ve potassız 60 °C arasında da istatistiki açıdan fark olmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.7'deki a değerleri incelendiğinde 2.68-6.21 arasında değiştiği görülmektedir. Mahmutoğlu ve ark. (1996), sultani çekirdeksiz üzümleri farklı bandırma çözeltilerine bandırdıktan sonra sıcak havalı kurutucuda, beton zeminde güneşte ve kaneviçe sergide kurutmuşlar ve kurutulan üzümlerin a değerlerinin 3.33-9.77 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Özilgen ve ark. (1997), tarafından kurutulan sultani çekirdeksiz üzümlerin a değerleri 2.97-5.31 olarak bulunmuştur.

Doymaz(1998), tarafından 50 °C, 55 °C, 60 °C ve 70 °C'de kurutulan potaslı sultani çekirdeksiz üzümlerin a değerleri 3.84-4.53 arasında bulunmuştur.

Doymaz ve Pala (2002), sultani çekirdeksiz üzümleri potaslı, etil oleatlı ve potassız olarak 50 °C, 55 °C, 60 °C, 65 °C ve 70 °C sıcaklıklarda sıcak hava kurutucusu ile kurutmuşlar ve potaslı a değerlerini 3.04-5.23, potassız a değerlerini ise 2.29-4.74 arasında bulduklarını ifade etmişlerdir.

Sarılık değeri (b)

“b” değeri sarılık değeri olarak bilinmektedir. Bu değer pozitif çıkmışsa sarı, negatif çıkmışsa maviliği ifade eder. Çizelge 4.7'ye bakıldığında taze üzümlerin “b” sarılık değeri 2.21 olarak elde edilmiştir. En yüksek sarılık değeri sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potaslı 60 °C'de elde edilmişken, en düşük sarılık değeri ise güneşte potassız kurutmada bulunmuştur. Taze üzümler ile laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potassız 70 °C arasında sarılık değeri açısından fark çıkmamıştır.

Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potaslı 60 °C ile sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potaslı 60 °C arasında istatistiki açıdan fark bulunmamıştır. Laboratuvar tipi

konvektif kurutucuda potassız 65 °C ile etüv potassız 60 °C arasında da istatistiki açıdan fark bulunmamıştır.

Sarılık değerleri incelendiğinde etüvde kurutma işleminde en yüksek değer potassız 60 °C'de 0.60, en düşük değer ise potaslı 60 °C'de -0.44 olarak elde edilmiştir. Potaslı 60 °C ile potassız 70 °C arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

Vakumlu etüvde en yüksek sarılık değeri potaslı 65 °C'de 3.33 olarak bulunurken, en düşük değer ise 0.54 ile potassız 60 °C'de belirlenmiştir. Potaslı 65 °C ile 70 °C arasında % 5 önem seviyesine göre istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır.

Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda ölçülen en yüksek sarılık değeri potaslı 60 °C'de 3.59 elde edilirken, en düşük sarılık değeri potassız 60 °C'de 0.18 olarak bulunmuştur.

Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda en yüksek sarılık değeri potaslı 60 °C'de 3.77 olarak bulunurken, en düşük sarılık değeri ise potassız 55 °C'de 2.50 olarak belirlenmiştir. Potaslı 55 °C ile potassız 60 °C arasında istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır.

Güneşte potaslı kurutma için sarılık değeri 1.38 iken, potassız sarılık değeri -1.91 dir. Taze üzümlere en uzak sarılık değeri güneşte potassız kurutmada elde edilmiştir.

Gölgede potaslı kurutma için sarılık değeri 0.69 iken, potassız sarılık değeri -0.79 dur. Sarılık değerleri açısından istatistiki olarak birbirlerinden farklı çıkmışlardır.

Çizelge 4.7'deki b değerleri -1.91 ve 3.77 arasında değişmiştir. Mahmutoğlu ve ark. (1996), sultani çekirdeksiz üzümleri farklı bandırma çözeltilerine bandırdıktan sonra sıcak havalı kurutucuda, beton zeminde güneşte ve kaneviçe sergide kurutmuşlar ve kurutulan üzümlerin b değerlerinin 4,86-15,71 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Özilgen ve ark. (1997), tarafından kurutulan sultani çekirdeksiz üzümlerin a değerleri 7,22-11,59 olarak bulunmuştur.

Doymaz ve Pala (2002), sultani çekirdeksiz üzümleri potaslı, etil oleatlı ve potassız olarak 50 °C, 55 °C, 60 °C, 65 °C ve 70 °C sıcaklıklarda sıcak hava kurutucusu ile kurutmuşlar ve potaslı b değerlerini 3.84-6.65, potassız b değerlerini ise 2.18-5.43 arasında bulduklarını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.8'de ölçülen L, a, b değerleri kullanılarak hesaplanan kroma (C), hue açısı (h°) ve kahverengilik indeksi (BI) değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.8. Renk analizinde hesaplanan değerler

Kurutma Yöntemi		C (Doygunluk)	h° (Hue açısı)	BI (Kahverengilik)	
Taze		2.47	67.09	7.55	
Etüv	60 °C	Potaslı	4.69	-5.79	9.97
		Potassız	4.59	7.09	17.98
	65 °C	Potaslı	4.88	0.77	12.71
		Potassız	4.50	-1.87	10.47
	70 °C	Potaslı	4.88	-0.41	12.42
		Potassız	5.23	-2.54	12.16
Vakumlu Etüv	60 °C	Potaslı	5.76	29.05	21.91
		Potassız	4.83	6.40	12.93
	65 °C	Potaslı	6.37	31.43	22.45
		Potassız	5.26	12.63	14.64
	70 °C	Potaslı	6.30	31.39	23.99
		Potassız	5.00	16.58	16.92
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potaslı	6.07	36.19	32.30
		Potassız	4.68	2.09	11.84
	65 °C	Potaslı	5.04	14.32	16.51
		Potassız	4.96	6.84	13.87
	70 °C	Potaslı	4.77	10.06	14.63
		Potassız	6.27	20.51	20.13
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potaslı	7.12	29.02	24.99
		Potassız	6.36	23.36	20.78
	60 °C	Potaslı	6.95	32.80	25.81
		Potassız	6.62	28.93	24.62
Güneş		Potaslı	4.87	16.26	15.63
		Potassız	4.75	-23.72	4.61
Gölge		Potaslı	3.10	14.46	10.03
		Potassız	4.13	-11.62	6.75

Kroma değeri (C)

Çizelge 4.8 incelendiğinde en büyük kroma değeri sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potaslı 55 °C’de elde edilmiştir. Taze üzümün kroma değeri 2.47 olarak bulunmuştur ve taze üzümlere en yakın kroma değeri gölge ortamında kurutulan potaslı ürünlerde tespit edilmiştir.

Hue açısı (h°)

Taze üzümün hue açısı 67.09 olarak hesaplanmıştır. Tüm kurutma yöntemleri ve tüm sıcaklıklar incelendiğinde taze üzümlere en yakın hue açısı laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potaslı 60 °C’de elde edilirken, en uzak ise güneşte potassız kurutmada tespit edilmiştir.

Kurutma yöntemleri arasında hue açısı değerleri incelendiğinde, en yüksek etüvde 7.09 ile potassız 60 °C’de bulunurken, en düşük ise -5.79 ile potaslı 60 °C’de elde edilmiştir. Vakumlu etüvde en yüksek hue açısı 31.43 ile potaslı 65 °C’de belirlenirken, en düşük ise 6.40 ile potassız 60 °C’de yapılan kurutma işleminde tespit edilmiştir. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda en yüksek hue açısı 36.19 ile potaslı 60 °C’de bulunurken, en düşük ise 2.09 ile potassız 60 °C’de elde edilmiştir. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda en yüksek hue açısı 32.80 ile potaslı 60 °C’de belirlenirken, en düşük ise 23.36 ile potassız 55 °C’de tespit edilmiştir.

Kahverengilik değeri (BI)

Çizelge 4.8’e göre taze üzümün kahverengileşme değeri 7.55 olarak bulunmuştur. En yüksek BI değeri 32.30 ile laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potaslı 60 C’de elde edilirken, en düşük BI değeri ise 4.61 ile güneşte potassız kurutmada elde edilmiştir. Taze üzümlere en yakın BI değeri ise 6.75 ile gölgede potassız kurutmada tespit edilmiştir.

BI kahverengileşme değerleri incelenecek olursa, etüvde kurutma için en yüksek değer potassız 60 °C’de 17.98, en düşük değer ise potaslı 60 °C’de 9.97 olarak belirlenmiştir.

Vakumlu etüvde en yüksek değer potaslı 70 °C’de 23.99, en düşük değer ise potassız 60 °C’de 12.93 olarak bulunmuştur. Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda en yüksek değer potaslı 60 °C’de 32.30, en düşük değer ise potassız 60 °C’de 11.84 olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda kurutmada en yüksek değer potaslı 55 °C’de 24.99, en düşük değer ise potassız 55 °C’de 20.78 olarak belirlenmiştir.

4.4. Kimyasal Analiz

Taze ürünler ile kurutma denemeleri sonucunda kurutulan ürünler % 5 önem seviyesine göre istatistiki analiz ile SPSS programında duncan testine tabi tutulmuştur. Çizelge 4.9’da kimyasal analizlere ait sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kimyasal analiz değerleri

Kurutma Yöntemleri			SÇKM	pH	TA
Taze			22,67 ^o	3.30 ^{lm}	0,66 ^k
Etüv	60 °C	Potaslı	84.67 ^{de}	3.53 ^{efg}	2,91 ^{efg}
		Potassız	84.33 ^{ef}	3.37 ^{kl}	2,73 ^{efg}
	65 °C	Potaslı	84.00 ^{ef}	3.63 ^{cd}	2,81 ^{efg}
		Potassız	80.33 ^{jk}	3.31 ^{lm}	2,90 ^{efg}
	70 °C	Potaslı	82.00 ^{gh}	3.68 ^c	2,60 ^{ghi}
		Potassız	88.67 ^a	3.56 ^{def}	3,85 ^a
Vakumlu Etüv	60 °C	Potaslı	78.67 ^l	3.71 ^c	2,86 ^{efg}
		Potassız	84.67 ^{de}	3.81 ^b	2,36 ^{ij}
	65 °C	Potaslı	77.00 ^m	3.62 ^{cd}	3,14 ^{bcde}
		Potassız	75.00 ⁿ	3.45 ^{ghijk}	3,10 ^{bcde}
	70 °C	Potaslı	81.00 ^{ij}	3.63 ^{cd}	2,98 ^{def}
		Potassız	79.00 ^l	3.44 ^{ghijk}	3,32 ^{bc}
Laboratuvar Tipi Konvektif Kurutucu	60 °C	Potaslı	81.33 ^{hi}	3.41 ^{hijk}	3,30 ^{bcd}
		Potassız	81.33 ^{hi}	3.18 ⁿ	3,78 ^a
	65 °C	Potaslı	86.33 ^b	3.49 ^{fghi}	2,99 ^{cdef}
		Potassız	86.00 ^{bc}	3.21 ⁿ	2,82 ^{efg}
	70 °C	Potaslı	84.00 ^{ef}	3.48 ^{fghij}	3,26 ^{bcd}
		Potassız	83.67 ^f	3.38 ^{kl}	3,35 ^b
Sıcaklık Kontrollü Mikrodalga Kurutucu	55 °C	Potaslı	77.33 ^m	3.27 ^{mn}	3,03 ^{bcdef}
		Potassız	81.00 ^{ij}	3.39 ^{ijkl}	2,72 ^{fgh}
	60 °C	Potaslı	82.67 ^g	3.59 ^{de}	2,39 ^{ij}
		Potassız	81.67 ^{hi}	3.40 ^{ijk}	2,90 ^{efg}
Güneş		Potaslı	81.67 ^{hi}	3.37 ^{kl}	2,74 ^{fgh}
		Potassız	77.33 ^m	3.51 ^{efgh}	2,48 ^{hi}
Gölge		Potaslı	85.33 ^{cd}	3.50 ^{efgh}	2,84 ^{efg}
		Potassız	80.00 ^k	3.90 ^a	2,14 ^j

Çizelge 4.9 incelendiğinde taze üzümlerin şçkm değeri 22.67 çıkmıştır. Literatür verilerine göre kurutulacak üzümlerin minimum şçkm değerinin 19-20, maksimum değerinin ise 22-23 arasında olması tavsiye edilmektedir (Kuşaksız ve ark., 2007). Taze üzümlere en yakın şçkm değeri vakumlu etüvde potassız 65 °C’de bulunmuştur. En uzak ise etüvde potassız 70 °C’de bulunmuştur.

Kuru örnekler tazeye göre daha yüksek şçkm değerlerine sahiptir (Kassem ve ark., 2011). Ayrıca potaslı olarak kurutulan üzümlerin şçkm değerinin potassızlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Dönmez (2015), Denizli bölgesinde yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin resveratrol ve suda çözünen vitaminlerinin kuruma kinetiği adlı çalışmada, bandırmalı olarak kurutulan üzümlerin şçkm değerlerinin doğal olarak kurutulanlardan daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Şçkm değerleri incelendiğinde etüvde kurutma için en yüksek değer 88.67 ile potassız 70 °C’de bulunurken, en düşük değer ise 80.33 ile potassız 65 °C’de elde edilmiştir. Potassız 60 °C ile potaslı 65 °C arasında % 5 önem seviyesine göre istatistiki açıdan fark bulunmamıştır.

Vakumlu etüvde en yüksek şçkm değeri 84.67 ile potassız 60 °C’de belirlenirken, en düşük değer ise 75.00 ile potassız 65 °C’de bulunmuştur. Potaslı 60 °C ile potassız 70 °C arasında istatistiki açıdan fark bulunmamıştır.

Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda en yüksek şçkm değeri 86.33 ile potaslı 65 °C’de elde edilirken, en düşük değer ise 81.33 ile potaslı ve potassız 60 °C’de elde edilmiştir. Potaslı ve potassız 60 °C’de istatistiki açıdan fark çıkmamıştır.

Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda en yüksek şçkm değeri 82.67 ile potaslı 60 °C’de bulunurken, en düşük değer ise 77.33 ile potaslı 55 °C’de elde edilmiştir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde kuru örneklerin şçkm değerleri 75.00 ile 88.67 arasında değiştiği görülmektedir. Mahmutoglu ve ark. (1996), solar kurutucu, kanaviçe sergi, beton sergi ve güneşte Manisa Bölgesi çekirdeksiz üzümlerini farklı konsantrasyonlarda

hazırlanan K_2CO_3 , zeytinyağı ve etil oleattan oluşan bandırma çözeltilerine batırarak kurutmuşlar ve kurutma sonundaki şçkm değerlerinin 78.5 ile 84.5 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Pangavhane ve ark. (2002), tarafından yapılan bir başka çalışmada ise üzümleri solar kurutucu ile güneşte kurutmuşlar ve kurutulan üzümlerin şçkm değerlerinin 80.47 ile 82.85 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde taze örnekler için pH değeri 3.30 olarak belirlenmiştir. En yüksek pH değeri gölge potassız kurutmada 3.90 bulunurken, en düşük pH değeri ise laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 60 °C'de 3.18 olarak elde edilmiştir. Etüvde potassız 65 °C ile taze ürünün pH değeri istatistiki açıdan aynı çıkmıştır.

Vakumlu etüvde kurutma yönteminde pH değerlerine bakıldığında potassız 65 °C ile potassız 70 °C sıcaklıklarda istatistiki açıdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Laboratuvar tipi konvektif kurutucuda pH değerleri incelendiğinde potassız 60 °C ve potassız 65 °C sıcaklıklarda istatistiki açıdan bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.9'daki pH değerleri 3.27-3.90 aralığında değişmiştir. Üzüm kurutma üzerine yapılmış diğer çalışmalarda Uluocak (2010), pH aralığını 3.5-4.0, Özilgen ve ark. (1997), 3.7- 3.9 ve Şen (2014), ise 3.77-4.65 olarak belirtmiştir.

Çizelge 4.9 'daki titrasyon asitliği (TA) değerlerine bakacak olursak taze ürünün TA değeri 0.66 olarak belirlenmiştir. Bütün kurutma yöntemlerinde bulunan en büyük TA değeri etüvde potassız 70 °C'de 3.85 olarak elde edilmiştir.

Bütün kurutma sıcaklıklarındaki TA değerleri taze ürünün TA değerinden istatistiki açıdan farklı çıkmıştır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada Sultani çekirdeksiz üzüm kurutma materyali olarak, altı farklı kurutma yönteminde ve sıcaklık değerlerinde kurutulmuştur.

Kurutma yöntemleri kuruma süreleri açısından incelendiğinde en kısa kuruma süresi laboratuvar tipi konvektif kurutucuda 10.5 saat ile potaslı 70 °C sıcaklıkta yapılan kurutma işleminde belirlenirken, en uzun kuruma süresi ise 649 saat ile 21.8±2 °C sıcaklıkta gölgede potassız kurutmada görülmüştür.

Matematiksel modelleme için kullanılan beş eşitlik içerisinde en büyük R² değeri Midilli-Küçük modelinde vakumlu etüvde potaslı 65 °C'de, vakumlu etüvde potassız 70 °C'de ve sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucuda potaslı ile potassız 55 °C sıcaklıkta bulunmuştur. En küçük R² değeri ise Lewis modelinde vakumlu etüvde potassız 65 °C sıcaklıkta bulunmuştur.

Kurutulan üzümlerde L değerini en iyi koruyan yöntem vakumlu etüvde potaslı ve potassız 65 °C sıcaklıkta tespit edilmiştir. "a" değerini en iyi koruyan yöntem gölgede potaslı kurutma bulunmuştur. "b" değerini en iyi koruyan yöntemin ise laboratuvar tipi konvektif kurutucuda potassız 70 °C sıcaklıkta olduğu tespit edilmiştir.

Kroma değerini en iyi koruyan yöntem gölgede potaslı kurutma işlemi olmuştur.

Yapılan kimyasal analizler sonucunda, Şçkm değerleri incelendiğinde en iyi değerler vakumlu etüvde potassız 65 °C sıcaklıkta belirlenmiştir. pH değerleri incelendiğinde en iyi değerler etüvde potassız 65 °C sıcaklıkta belirlenmiştir. TA değerleri incelendiğinde ise en iyi değerler gölgede potassız kurutma yönteminde elde edilmiştir.

Yapılan araştırmada veriler incelendiğinde, sultani çekirdeksiz üzüm kurutma için uygulanan kurutma yöntemleri içerisinde, renk analizi için en iyi koruyan yöntem sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu olduğu belirlenmiştir.

Sultani çekirdeksiz üzümün yüksek sıcaklıklarda kurutulmasında karşılaşılan kalite kayıpları nedeni ile sonraki yapılacak çalışmalarda, daha düşük sıcaklıklarda kurutma işlemi gerçekleştirilebilir.



6. KAYNAKLAR

- Abuşka, M., 2010. Endüstriyel Tip Isı Pompalı Kurutucuda, Çekirdeksiz Üzümün Kurutulması Ve Enerji Analizinin Deneysel Olarak Yapılması.(Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi, Ankara.
- Adiletta, G., Senadeera, W., Liguori, L., Crescitelli, A., Albanese, D. ve Russo, P., 2015. The influence of abrasive pretreatment on hot air drying of grape. *Food and Nutrition Sciences*, 6, 355-364.
- Aktaş, M., Şevik, S., Dolgun, C.E. ve Demirci, B., 2019. Drying of grape pomace with a double pass solar collector. *Drying Technology An International Journal*, 37(1), 105-117.
- Anonim, 2018. <https://www.cnnturk.com/ekonomi/turkiye/turkiye-kuru-uzum-uretiminde-dunyada-birinci> (11.12.2018).
- Anonim, 2018a. <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiye-kuru-uzum-uretiminde-dunyada-birinci/1078036> (12.12.2018)
- Anonim, 2019. <http://www.yagcitarim.com.tr/sayfa.asp?Sayfa=Urunler&Detay=2> (09.05.2019).
- Barnwal, P. Ve Tiwari, G. N., 2008. Grape drying by using hybrid photovoltaicthermal (PV/T) greenhouse dryer: An experimental study. *Solar Energy*, 82(12), 1131-1144
- Bingöl, G. ve Devres, O.Y., 2010. Üzümlerin mikrodalga kurutma eğrilerinin ve sıcaklık değişiminin matematiksel modellenmesi. *İtüdergisi*, 9(4), 63-71.
- Carranza-Concha, J., Benlloch, M., Camacho, M.M. ve Martínez-Navarrete, N., 2012. Effects of drying and pretreatment on the nutritional and functional quality of raisins. *Food and Bioproducts Processing*, 90(2), 243-248.
- Clary, C.D., Mejía-Meza, E., Wang, S. ve Petrucci, V.E., 2007. Improving grape quality using microwave vacuum drying associated with temperature control. *Food Engineering and Physical Properties*, 72, doi: 10.1111/j. 1750-3841.2006.00234.x.
- Cemeroğlu, B., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:38, 690, Ankara.
- Çağlar, A., Toğrul, İ.T. ve Toğrul, H., 2009. Moisture and thermal diffusivity of seedless grape under infrared drying. *Food and Bioproducts Processing*, 87(4), 292-300.
- Dinçay, O., İsfendiyaroğlu, G. ve Aydın, A., 2017. Farklı bağlardan toplanan yaş üzümler ile bunların iki farklı yöntemle gerçekleştirilen kurutma işlemleri sonrasındaki pestisit kalıntılarının tespit edilerek karşılaştırılması. *Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(9), 1031-1037.
- Doymaz, İ., 1998. Üzüm ve Kahramanmaraş Biberinin Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi.(Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Doymaz, İ., 2006. Thin layer drying behaviour of mint leaves. *Jornel of food engineering*, 74, 370-375.
- Doymaz, İ. ve Pala, M., 2002. The effects of dipping pretreatments on air-drying rates of the seedless grapes. *Journal of Food Engineering*, 52, 413–417.
- Er, T., 2011. Kırmızı Pancarın Bazı Fiziksel Ve Fitokimyasal Özellikleri Üzerine Farklı Kurutma Sıcaklıklarının Etkisi.(Y. Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

- Esmaili, M., Sotudeh-Gharebagh, R., Mousavi, M. A. E. ve Rezazadeh, G., 2007. Influence of dipping on thin-layer drying characteristics of seedless grapes. *Biosystems Engineering*, 98 (4), 411-421.
- Essalhi, H., Benchrifa, M., Tadili, R. ve Bargach, M.N., 2018. Experimental and theoretical analysis of drying grapes under an indirect solar dryer and in open sun. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 49, 58–64.
- Fadhel, A., Kooli, S., Farhat, A. ve Bellghith, A., 2005. Study of the solar drying of grapes by three different processes. *Desalination*, 185, 535-541.
- Hamdi, I., Kooli, S., Elkhadraoui, A., Azaizia, Z., Abdelhamid, F. ve Guizani, A., 2018. Experimental study and numerical modeling for drying grapes under solar greenhouse. *Renewable Energy*, 127, 936-946.
- İlter, E. ve Altındışli, A., 2007. Türk Sultanları Çekirdeksiz Kuru Üzüm, Kuru İncir, Kuru Kayısı. Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği, 1-49, İzmir.
- İnan, S.M., 2012. Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Kurutulmasında K₂CO₃ Çözeltilisinin Püskürtme Yöntemi İle Uygulanmasının Kuruma Özelliklerine Etkisi.(Y. Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Tokat.
- İşçi, B. ve Altındışli, A., 2016. V. Vinifera L.cv. "sultaniye"nin polietilen tünel tipi kurutucu ve geleneksel yöntemle kurutulması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 53 (4),469-479.
- Kassem, S.A., Shokr, Z.A., El-Mahdy, R.A., Aboukarima, M.A. ve Hamed, Y.E., 2011. Comparison of drying characteristics of Thompson seedless grapes using combined microwave oven and hot air drying. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10(1), 33-40.
- Khazaei, B.N., Hashjin, T.T., Ghassemian, H., Khoshtaghaza, H.M. ve Banakar, A., 2013. Application of Machine Vision in Modeling of Grape Drying Process. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(6), 1095-1106.
- Kocayığıt, F., 2010. Bazı Sebzelerin Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi.(Y. Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Koçak, E., Uysal, Ş., Turan, F., Pazır, F. ve Ova, G., 2018. Examination of drying kinetics for red grape pomace. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(2), 316-323.
- Konopacka, D., Plocharski, W.J., 2004. Effect Of Storage Conditions On he Relationship Between Apple Firmness And Texture Acceptability. *Postharvest Biology And Tech.* 32, 205-211.
- Konuk, D. ve Korel, F., 2015. Kurutma sıcaklığının üzüm çekirdeklerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9), 404-407.
- Kuşaksız, E., Kuşaksız, T. ve İşçi, B., 2007. Manisa-Alaşehir Koşullarında Yetiştirilen Üzümlerde Bazı Hasat Olgunluk Kriterlerinin Değişimi Üzerinde Bir Araştırma. *Celal Bayar Üniversitesi Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi*, 7.
- Mahmutoğlu, T., Emir, F., Saygi, Y. B., 1996. Sun/Solar Drying of Differently Treated Grapes and Storage Stability of Dried Grapes. *Journal of Food Engineering*, 29, 289-300.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254 - 1255.

- Olivati, C., Nishiyama, Y.P.O., Souza, R.T., Janzanti, N.S., Mauro, M.A., Gomes, E., Hermosín-Gutiérrez, I., Silva, R. ve Lago-Vanzela, E.S., 2019. Effect of the pre-treatment and the drying process on the phenolic composition of raisins produced with a seedless Brazilian grape cultivar. *Food Research International*, 116, 190–199.
- Özbey, A., Karagöz, Ş. ve Cingöz, A., 2017. Effect of drying process on pesticide residues in grapes. *GIDA*, 42 (2), 204-209.
- Özilgen, M., Şumnu, G., Emir, H., Emir, F., 1997. Quality control charts for storage of raisins and dried figs. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 204, 56-59.
- Pahlavanzadeh, H., Basiri, A. ve Zarrabi, M., 2001. Determination of parameters and pretreatment solution for grape drying. *Drying Technology*, 19(1), 217–226.
- Pala, A., 2018. Üzümün Kabin Tipi Kurutucuda Güneş Enerjisi İle Kurutulması.(Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Pangavhane, D.R., 2002. Comparative drying performance study of natural convection solar dryer with traditional grape drying methods. *International Energy Journal*, 3(1), 13-22.
- Pangavhane, D.R. ve Sawhney, R.L., 2002. Review of research and development work on solar dryers for grape drying. *Energy Conversion Management*, 43, 45-61.
- Palou, E., Lopez-Malo, A., Barbosa-Canovas, G. V., Welti-Chanes, J., & Swanson, B. G. 1999. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64, 42-45.
- Singh, S. P., Jairaj, K. S. Ve Srikant, K., 2015. Comparison of drying characteristics of green and black seedless grapes using hot air dryer. *International Journal of Science, Technology & Society*, 1(2), 73-79.
- Sharma, A.K., Naik, S., Sawant, S.D., Kadam, P. Ve Somkuwar, R.G., 2017. Evaluation of commercial dipping oil for production of quality raisins from Thompson Seedless grapes. *J. Hortl. Sci. Vol. 12(2)*, 180-185.
- Şen, L., 2014. Kuru Üzümlerde Okratoksin A Oluşumu ve Depolama Koşullarının Okratoksin A Düzeyine Etkisi.(Doktora Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Taşeri, L., Aktaş, M., Şevik, S., Gülcü, M., Seçkin, G.U. ve Aktekeli, B., 2018. Determination of drying kinetics and quality parameters of grape pomace dried with a heat pump dryer. *Food Chemistry*, 260, 152–159.
- Tuğrul, N., Doymaz, İ. ve Pala, M., 2001. Dereotunun kuruma karakteristiklerinin incelenmesi. *Gıda*, 26 (6), 403-407.
- Uluocak, E., 2010. Kazova (Tokat) Yöresinde Yetiştirilen Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Olgunlaşma Sırasında Meydana Gelen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişimler.(Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Winkler, A. J., 1974. *General Viticulture*, University of California Press, Berkeley.

7. ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Samsun'da doğdum. İlkokul ve ortaokul öğrenimini Hasköy Cumhuriyet İlköğretim okulunda tamamladıktan sonra liseyi ise Sema Cengiz Büberci Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2016 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği bölümünden Bölüm Birincisi olarak lisans eğitimimi tamamladım. Aynı yıl Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği bölümünde tarımda enerji sistemleri bilim dalında yüksek lisansa başladım.

