



**FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN
REYHAN (*Ocimum basilicum*) BİTKİSİNİN
KURUMA SÜRESİNE ve KALİTESİNE ETKİSİ**

Hakan POLATCI

**Y.Lisans Tezi Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Danışman : Doç Dr. Sefa TARHAN**

2008

Her hakkı saklıdır

T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Y.LİSANS TEZİ

**FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN REYHAN (*Ocimum basilicum*)
BİTKİSİNİN KURUMA SÜRESİNE ve KALİTESİNE ETKİSİ**

Hakan POLATCI

TOKAT
2008

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Sefa TARHAN danışmanlığında, Hakan POLATCI tarafından hazırlanan bu çalışma 04/08/2008 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliğı ile Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Sefa TARHAN *İmza :*

Üye : Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ *İmza :*

Üye : Doç. Dr. İsa TELCİ *İmza :*

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Metin YILDIRIM
Enstitü Müdürü

Tarih
(İmza)

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 içerdiki 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.

Hakan POLATCI

ÖZET

Y. Lisans Tezi

FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN REYHAN (*Ocimum basilicum*) BİTKİSİNİN KURUMA SÜRESİNE ve KALİTESİNE ETKİSİ

Hakan POLATCI

Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Sefa TARHAN

Kurutma, yaş tarımsal ürünlerin hasat sonrası işlemlerinden bir tanesi olup çok farklı biçimlerde uygulanmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler için uygun kurutma yönteminin seçimi başarılı kurutma için en önemli aşamadır. Tıbbi ve aromatik bitkileri kuruturken dikkat edilmesi gereken en önemli iki etken kurutma sıcaklığı ve enerjinin aktarılma biçimidir. Bu çalışmada aromatik bitkilerden bir tanesi olan reyhan (*Ocimum basilicum*), farklı kurutucularda ve farklı kurutma şartlarında kurutulmuştur. Araştırma kapsamında beş farklı kurutma yöntemi kullanılmıştır. Bunlar; doğrudan değmeli kurutucu, etüvde kurutma, gölgede kurutma, güneşte kurutma ve mikrodalgada kurutma işlemleridir. Kurutma denemeleri üç tekerrürlü yapılmıştır. Çalışma kapsamında kurutulmuş ürünlerin kuruma performansı, kuruma kinetiği, renk analizi ve uçucu yağ analizi yapılmıştır. Doğrudan değmeli kurutucuda kurutma işlemi 63-66 saat sürmüştür. Doğrudan değmeli kurutucuda iki farklı karıştırma sıklığında kurutma yapılmış ve karıştırmanın kuruma zamanına bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Etüvde kurutma işlemi üç farklı sıcaklıkta (35°C, 45°C, 55°C) yapılmış ve kurutma işlemi sırası ile 52, 50 ve 34 saat sürmüştür. Etüvde 55°C’de kurutmanın diğer sıcaklıklara göre daha hızlı kuruma sağladığı görülmüştür. Mikrodalgada kurutma iki farklı güç seviyesinde yapılmıştır. Mikrodalgada kurutma işlemi diğer yöntemlerine kıyasla çok hızlı olmuş ve 9-22 dakika içerisinde tamamlanmıştır. Ancak mikrodalgada kurutmanın kalitesel özellikler bakımından reyhan bitkisi kurutmak için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Doğal kurutma yöntemlerinin (gölgede ve güneşte) aromatik bitkileri kuruturken kalitesel özelliklerini bozduğu görülmüştür. Doğrudan değmeli kurutucuda karıştırılarak yapılan kurutulma işlemi, kalitesel özellikler açısından uygun bir kurutma yöntemi olduğu düşünülmektedir.

2008 , 57 sayfa

Anahtar kelimeler: Kurutma, tıbbi ve aromatik bitkiler, kuruma kinetiği
tekniki, uçucu yağ analizi, renk analizi, reyhan

ABSTRACT

Ms Thesis

THE EFFECTS OF VARIOUS DRYING METHODS ON THE DRYING TIME AND QUALITY OF BASIL (*Ocimum basilicum*)

Hakan POLATCI

Gaziosmanpaşa University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Sefa TARHAN

Drying is one of the postharvesting operation used to process various agricultural products. There are several drying methods used to dry agricultural materials today. The selection of an appropriate drying method is the key step for successful drying. Basil (*Ocimum basilicum*), one of the aromatic plants, was dehydrated using five different drying methods (contact drying, oven drying, shaded-open atmosphere drying, sun drying and microwave drying). All drying trials were performed in three replicates. The drying performance (drying time, final moisture content), drying kinetics, color analysis, essential oil analysis, were done for all drying methods. Contact drying, continued for 63-66 hours without getting affected by mixing frequency. Oven drying continued from 34 hours to 52 hours depending on drying temperature. Microwave drying was the fastest drying but reduced the quality of dried basil. Shaded-open atmosphere drying and sun drying are not appropriate at industrial level since they were slow and affected the quality of dried basil adversely. Contact drying can be used to dry basil since it gave the quality of dried basil similar to oven drying.

2008 , 57 pages

Keywords : Drying, aromatic plants, drying kinetics, essential oil analysis, color analysis, basil

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek lisans öğrenimimin ilk gününden bu yana desteğini esirgemeyen ve değerli görüşleriyle bana yol gösteren danışman hocam Doç. Dr. Sefa TARHAN'a ve hocalarım Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ ve Doç. Dr. İsa TELCİ'ye desteklerini benden esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Bülent KORUCU, Emel ÇELİK, Erdal BAYRAM ve Uğur ŞEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarımda yardım ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Sema POLATCI ve ailesine, beni maddi, manevi olarak destekleyip bu günlere getiren anne ve babama sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunuyorum.

Hakan POLATCI

2008

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	10
3.1. Materyal	10
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Kurutma Yöntemleri	12
3.2.1.1. Doğrudan Değmeli Kurutucuda Kurutma	13
3.2.1.2. Etüvde Kurutma İşlemi	17
3.2.1.3. Mikrodalga Fırında Kurutma İşlemi	17
3.2.1.4. Gölge ve Güneşte Kurutma İşlemi	17
3.2.2. Uçucu Yağların Çıkartılması	18
3.2.3. Renk Analizi	20
3.2.4. Modelleme	21
3.2.5. İstatistik Analizi	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. Kurutma Performans Değerleri	23
4.2. Modelleme	27
4.3. Renk Analizi	36
4.3.1. Parlaklık Değeri (L^*)	38
4.3.2. Kırmızılık Değeri (a^*)	39
4.3.3. Sarı ve Mavilik Değeri (b^*)	40
4.3.4. Kroma Değeri (C^*)	41
4.3.5. Hue Açısı (h°)	41
4.3.6. Kahverengilik Değeri (BI)	41
4.4. Uçucu Yağ Oranları	42
5. SONUÇ	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	49

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
a*	Renk indisi
b*	Renk indisi
BI	Kahverengilik değeri
C	Santigrat
cm	Santimetre
C*	Kroma değeri
g	Gram
ha	Hektar
h°	Hue açısı
k	Page Eşitliği Katsayısı
kb	Kuru baz
kg	Kilogram
kJ	Kilojoule
kPa	Kilopaskal
L*	Renk indisi
ml	Mililitre
mbar	Milibar
n	Page Eşitliği Katsayısı
No	Nem oranı
Ny	Yaş baza göre nem içeriği
p	Katsayı
R ²	Kararlılık katsayısı
s	Saniye
T	Sıcaklık
V	Volt
W	Watt
Wi	İlk ağırlık
Ws	Son ağırlık (kuru ağırlık)

yb	Yaş baz
%	Yüzde
°	Derece
"	İnch

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Al	Aliminyum
Ca	Kalsiyum
Fe	Demir
Mg	Magnezyum
M.Ö.	Milattan önce
yy	Yüzyıl

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Reyhan Bitkisi.....	11
Şekil 3.2. Doğrudan değmeli kurutucunun şematik resmi.....	13
Şekil 3.3. Doğrudan değmeli kurutucunun kurutma yüzeyi.....	14
Şekil 3.4. Doğrudan değmeli kurutucu sisteminin genel görünümü.....	15
Şekil 3.5. Kafes resmi.....	16
Şekil 3.6. Yaş ürün için distilasyon işleminin resmi.....	19
Şekil 4.1. Doğrudan değmeli kurutucu 15 dakikada bir çevrilerek yapılan kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları	29
Şekil 4.2. Doğrudan değmeli kurutucu 30 dakikada bir çevirme için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları	29
Şekil 4.3. Etüv 35 °C’ de kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları	30
Şekil 4.4. Etüv 45 °C’ de kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları	31
Şekil 4.5. Etüv 55 °C’ de kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları	31
Şekil 4.6. Güneşte kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları ..	32
Şekil 4.7. Gölgede kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları .	33
Şekil 4.8. Mikrodalgada orta düşük güç seviyesinde (280 w) kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları	34
Şekil 4.9. Mikrodalgada orta yüksek güç seviyesinde (595 w) kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları	35
Şekil 4.10. Reyhanın renk özeliğinin L*, a*, b* renk uzayında gösterimi...	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Kurutulan reyhanların son nem oranları (% yb) ve kuruma süreleri.....	24
Çizelge 4.2. Page eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait R^2 ve P değerleri.....	27
Çizelge 4.3. Renk analizinde ölçülen değerler	36
Çizelge 4.4. Renk analizinde hesaplanan değerler	37
Çizelge 4.5. Uçucu yağ oranları	43

1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkilerin M.Ö. 3700’lü yıllardan günümüze kadar, her geçen gün önemi artmış ve ticareti de büyümüştür. Fakat tıbbi ve aromatik bitkilerin en çok önem kazandığı dönem Hipokrat dönemidir. 18.yy da Avrupa’daki bilim adamlarının sürgün edilmesiyle İran yöresine yayılan bu bilim günümüzde hala önemini korumaktadır.

Tıbbi ve aromatik bitkiler sahip oldukları sekonder metabolitler biyolojik etkiler (antioksidan, antimikrobiyal, antidepresant, vb.) göstermektedirler. Bu özelliklerinden dolayı gerek yiyeceklerin tatlandırılması/korunması gerekse insan sağlığının korunması/iyileştirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Dünya nüfusundaki artış, insan ihtiyaçlarının çeşitliliği ve doğal ürünlere talebin artması tıbbi ve aromatik bitkilerin önemi de artmaktadır. Bu bitkiler baharat ve eterik yağ olarak gıda grubunda, ilaç, kozmetik, temizlik ve doğal boya endüstrilerinde hammadde olarak kullanılmaktadır.

Dünya baharat üretimi 5 milyon tondan fazladır. Baharat ticaretinin ise 2,5-3 milyar dolar arasında değişmekte olduğunu ifade etmiştir. Türkiye, her yıl 50-60 milyon dolar değerinde yaklaşık 30 bin tonluk bir baharat ihracatı gerçekleştirmektedir. Türkiye’nin baharat ihracatında kekik (8-9 bin ton), kimyon (5-6 bin ton), defne (4-5 bin ton), anason (3-4 bin ton) ve kırmızı biber (1-2 bin ton) ilk beş sırayı almakta olduğu ifade edilmiştir (Baydar, 2005).

Dünyada sağlık amaçlı bitkisel ürün ihracatı 1,2 milyar \$’ı kadardır. Türkiye ekolojik zenginliğe sahip olmasına rağmen tıbbi ve aromatik bitkiler pazarında istenilen düzeyde değildir. Türkiye bitkisel ürün ihracat eden 12 ülke arasında bulunmamaktadır.

Kaliteli, standartlara uygun ve sürekli bir üretim için; doğadan toplanan bitkilerden koruma-kullanma dengesi içinde yararlanılmalı “sürdürülebilir kullanım” ilkesine dikkat edilmeli, tarımı yapılan bitkilerde ise uluslararası geçerli “özel tarım

uygulamaları” ilkelerine uyulmalıdır. Sadece etken madde değil, uçucu yağ üretimleri de artırılarak katma değer yaratılmaya çalışılmalıdır. Ülkemizde son yıllarda dış kaynaklı doğal sağlık ürünlerinin kullanımında büyük bir artış izlenmektedir. Dışalımı yapılan bu ürünlerden ülkemiz koşullarında üretimi yapılabilecek olanların saptanması ve en kısa sürede üretimlerine başlanması ülke ekonomisi açısından önem taşımaktadır.

Kurutma işlemi; tıbbi ve aromatik bitkilerin hasat sonrası sahip oldukları yüksek nem (~% 85 yb) içeriğinden güvenli depolamak için uygun nem seviyesine (~% 12yb) düşürmek için kullanılan bir işlemdir. Kurutma işleminin ana hedefi, ürün kalitesinde herhangi bir bozulmaya imkan vermeden ürün nemini en kısa sürede ve en az enerji harcayarak son nem değerine düşürmektir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin özel durumlarından dolayı ürüne has tasarlanmış kurutucularda kurutulmalıdır Yüksek oranda su içeren bu bitkiler hasattan sonra en kısa sürede kurutulmalıdır. Tıbbi ve aromatik bitkiler yüksek sıcaklıklarda kurutulmamalıdır. Kurutma sıcaklığı 55-60° C’ yi geçmemelidir.

Bu çalışmada, reyhan bitkisinin farklı kurutma yöntemleri ve farklı kurutma şartlarında kurutularak; kuruma performansları, kalite özellikleri ve etken madde içeriklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Reyhan bitkisinin çalışmada kullanılmasının en önemli sebebi Tokat yöresinde baharat olarak yaygın kullanılmasıdır. Diğer bir sebebi ise Reyhanın etli ve kalın yapraklı bir bitki olması nedeniyle kurutma işleminde problemleri bir bitki olduğunun düşünülmesidir.

Çalışma sonucunda farklı kurutma uygulamalarının etkileri ve birbirleri arasındaki avantaj ve dezavantajları ortaya koyulacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Müller ve ark. (1989), tıbbi ve aromatik bitkilerin kurutulması amacıyla sera tipi kurutucu yapmışlardır. Denemelerinde kurutucu yükleme yoğunluğu tıbbi nane, adaçayı ve şerbetçi otu için sırasıyla 50, 40 ve 50 kg/m² olarak seçmişlerdir. Kurutucu içerisinde ulaşılan maksimum kurutma havası sıcaklığının 45 °C olduğu bildirilen çalışmada kurutma sonunda ulaşılan son nemleri; tıbbi nane, adaçayı ve şerbetçi otu için sırasıyla %10, %10 ve %7 olarak belirtilmiştir. Sera tipi kurutucunun özgül enerji tüketimi değerlerinin tıbbi nanede 8640 kJ/kg su; adaçayında 9360 kJ/kg su ve şerbetçi otunda ise 5580 kJ·kg⁻¹ su olduğu belirtilmiştir.

Rocha ve ark. (1993) çalışmalarında farklı ön işlemlerin reyhanın renk ve kurutma sürelerine etkilerini incelemişlerdir. Ön işlemler, 100 °C sıcaklıktaki buharda 15 saniye tutma ve % 2.5 etil olat ve % 2.5 potasyum karbonat çözeltisine 2 dakika bandırma olarak yapılmıştır. Ön işlem sonrası örnekler 1 m·s⁻¹ sabit hızdaki hava akımında 35, 40, 45, 50, 60, 70 ve 80°C sıcaklıklarda kurutulmuştur. Kurutma oranını buharda bekletme 10 kat ve kimyasal çözeltiye bandırma 14 kat artırmıştır. Ön işlem görmemiş reyhan örnekleri yüksek sıcaklıkta kurutulduklarında kuruma süreleri kısılmasına rağmen renkleri değişmiştir. Diğer taraftan ön işlemler reyhanda klorofil tutumunu artırarak yeşil rengin kaybolmasını bütün kurutma sıcaklarında engellemişlerdir.

Strumillo ve ark. (1995) konvektif kurutuculara ilişkin topladıkları istatistiksel verilerinde; kurutucuya verilen toplam enerjinin %20-60'ının üründeki nemi buharlaştırmada, %5-25'inin materyalin ısıtılmasında kullanıldığını belirlemişlerdir. Geri kalan enerjinin %15,40'ının ısı kayıplarına harcandığı, %3-10'unun kurutucu duvarlarından dış ortama olan ısı kayıpları ve %5-20'sinin diğer nedenlerle oluşan kayıplar oluştuğunu göstermişlerdir.

Umerie ve ark. (1998) sivrisineklerin öldürülmesinde reyhan bitkisinden elde edilen insektisit başarılı sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Öztekin ve ark. (1999) Türkiye’de tarımsal ürünlerin kurutulmasından yaygın olarak kullanılan yöntemin açık havada sergilere sererek kurutma olduğunu belirtmişler ve bu yöntemin ürün kalitesini azalttığını vurgulamışlardır. Yeni kurutma yöntemlerinin kullanımının önemini ve gerekliliğini açıklamışlardır.

Yağcıoğlu (1999) kitabında tarımsal ürünlerin farklı yöntemlerle kurutma esasları hakkında ayrıntılı teknik bilgiler vermiştir. Doğrudan değmeli kurutma yönteminde kurutulacak ürünlerin sıcak bir yüzey üzerine serildiğini ve yüzeyden ürüne ısı geçişinin kondüksiyonla olduğunu açıklamıştır. Sıcak yüzey üzerine yerleştirilecek ürün kalınlığının 5-6 cm geçmemesi gerektiğini ve ayrıca kuruma süresince ürünün karıştırılması gerektiğini açıklamıştır.

Öztekin ve Soysal (2000) araştırmalarında, Isparta Gülü’nün (*Rose damascena M.*) kurutulması amacıyla Çukurova II adı verilen raflı tip bir kurutucu tasarlayıp imal etmiş ve ön denemeler yapmışlardır. Bu sistem, 4 sütunda ve 4 kat olmak üzere, toplam 16 raf içeren bir kurutma odası, kurutma için gerekli sıcak havanın ısıtılmasında kullanılan 60 000 kJ kapasitesindeki bir ısı değiştirici ve sistemde hava dolaşımını sağlayan 10 000 m³ ·h⁻¹ debili, 250 kPa basınç kayıplarını karşılayabilen bir radyal fan dan oluşmaktadır. Isı kaynağı olarak gülyağı destilasyon tesisinin buhar kazanlarından sağlanan kızgın buharı kullanmışlardır. Kurutucunun ön denemeleri önemli bir dış satın potansiyeli olan Isparta Gülü ile yapılmıştır. % 80 başlangıç neminde % 29 neme kadar kurutulması için gereken süreyi 5 saat olarak vermişlerdir. Bu kurutucu ile günde 640 kg gül çiçeği başarı ile kurutulabildiğini açıklamışlardır. Çukurova II kurutucusunun geri ödeme süresini 1 aydan daha az olduğunu belirlemişlerdir.

Soysal ve Öztekin (2000) çalışmalarında tasarımı, imalatı ve ön denemeleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü’nde yapılan ve Çukurova I adı verilen prototip raflı kurutma sisteminin teknik ve ekonomik performans faktörleri incelenmişlerdir. Önemli bir dışsatım potansiyeli olan tıbbi nane (*Mentha piperita*)

bitkisi ile yaptıkları Çukurova I kurutucusunun, kapasitesini günde 280-360 kg yaş ürün olarak bulmuşlardır. Kurutucu özgül ısı tüketimini 4986-5818 kJ/kg su değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Modüler olarak tasarladıkları Çukurova I kurutucusunun alan kurutma kapasitesi 1,12-1,44 ha/yıl arasında olup, sistemin geri ödeme süresini 1,5...12 ay arasında değişmektedir. Tıbbi nane hasat sezonu dışında kalan zamanlarda Çukurova I kurutucusu ile diğer yapraklı ürün ve meyvelerin kurutulması durumunda sistemin geri ödeme süresi belirtilen değerlerin daha da altına indiğini açıklamışlardır.

Yaldız, ve ark. (2000) çalışmalarında, sultani çekirdeksiz üzümün ince tabaka halinde güneş enerjili kurutucu ile kurutulmasını modellemişlerdir. Sistem, güneş enerjili kurutucu, güneş enerjili hava ısıtıcı, ve kurutma odasından meydana gelmiştir. Kurutma havası güneş enerjili hava ısıtıcı yardımıyla ısıtılmış ve kurutma odasında bulunan rafın üzerindeki ürünün içerisinden geçirilerek kurutma işleminin gerçekleştiğini açıklamışlardır. Kurutma işlemine kurutma havası hızının etkisini belirlemek amacıyla hava hızını, fanın giriş ağzında bulunan klape yardımıyla 0,5; 1,0 ve 1,5m.s⁻¹ olacak şekilde ayarlamışlardır. Kurutma havası sıcaklığının etkisini ise, denemelerin farklı zamanlarda tekrarlanması ile belirlemişlerdir. Dış ortam ve kurutucuya giriş havası sıcaklığı ve bağıl nemi ile güneş ışınımı değerlerini ölçmüşlerdir.

Aynı çalışmada nem oranı (MR), ürünün belirli bir θ anındaki nem içeriğinin (M) ilk nem içeriğine (Mo) oranı olduğunu ve zamanın (θ) fonksiyonu olduğunu belirlemişlerdir. Kararlılık katsayısı (R^2) değerini kullanarak en uygun modeli seçmişlerdir. Modellerinde yer alan katsayıları ortalama kurutma havası sıcaklığı (T) ve hızın (V) etkilerini; lineer, logaritmik, eksponansiyel ve üssel olarak çoklu regresyon tekniği ile belirlemişlerdir. İki terimli eksponansiyel modelde regresyon katsayısının ($R^2 = 0,958$) en yüksek değerini elde etmişlerdir. Ayrıca, modelin parametrelerinin kurutma havası sıcaklığı ve hızına göre değişimini eşitliklerle ifade etmişlerdir. Elde edilen eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$MR = M / Mo = a \exp (-k \theta) + b \exp(-k \theta)$$

$$a = 0.336 - 0.004T$$

$$k_0 = 7.703 - 8.717 \ln(V)$$

$$b = 0.806 V^{-0.039}$$

$$k_1 = -0.141 + 0.048 \ln(T)$$

eşitlikleri ile ifade etmişlerdir.

Wargovich ve ark. (2001); Halvorsen ve ark. (2002); Sağdıç ve Özcan (2003); Pavela (2004); Baydar (2005); Yanishlieva ve ark. (2006) yaptıkları çalışmalarda tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan, antimikrobiyal, insektisit (böcek öldürücü) encefalin (ağrı dindirici), endorfin (cinsiyeti uyarıcı), serotonin (sakinleştirici), noradrenalin (uyarıcı), immunostimülatör (bağışıklık sistemini uyarıcı), vb. etkilerinden dolayı bu bitkilerden elde edilen ürünler insan sağlığının korunması-iyileştirilmesi ve yiyeceklerin muhafazası gibi bir çok alanda kullanılmakta olduğunu vurgulamışlardır.

Halvorsen ve ark. (2002) aynı antioksidan maddelerin insan vücudunda oksitlenme stresine bağlı olarak ortaya çıkan kanser ve kalp-damar sertliği gibi hastalıklara karşıda korunma sağlamakta olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bent ve Ko, (2004) çalışmalarında insanların bitkisel ürünleri en çok baş-göğüs ağrıları, sindirim sistemi rahatsızlıkları, kireçlenme ve depresyon için kullandıklarını ortaya koymuştur. A.B.D.'de sağlık amaçlı bitkisel ürünlerin pazar değeri 1994 yılında 1 milyar dolar iken 1998 yılında 4 milyar dolar olduğu bildirilmiş olup, yaklaşık yıldan yıla pazar payında % 25'lik bir büyüme olmuştur.

Diaz-Maroto ve ark. (2004) reyhan türü içerisinde çok sayıda farklı kimyasal ırk (kemotip) bulunduğundan dolayı, kullanım alanlarının da farklı olduğunu ve reyhan bitkisi içerisinde bulunan en önemli uçucu yağlar linalool, methylchavicol (estragole), eugenol olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada reyhan bitkisinin yapraklarını üç farklı kurutma yöntemi ile kurutmuşlardır. Kullanılan kurutma yöntemleri fırında 45 °C'de kurutma, ortalama 29 °C'deki oda sıcaklığında gölgede kurutma ve donmalı kurutma şeklinde rapor edilmiştir. Kullandıkları reyhan bitkisi, linalool ve eugenol içeriği yüksek iken methylchavicol (estragole) içermemektedir. Reyhan bitkisinde 27 farklı uçucu bileşenin miktarlarını belirlemişlerdir. Fırında reyhan örnekleri 15 saat içerisinde % 79 ilk nem içeriğinden % 9 son nem içeriğine düşmüştür. Oda sıcaklığında

kurutmada ise % 9,4 son nem içeriğine 15 gün sonra erişilmiştir. Donmalı kurutmada ise % 3,5 son nem içeriğine 24 saatte erişilmiştir. Donmalı kurutma vakum ortamında ($1,1 \times 10^{-2}$ mbar) ve $-53,2$ °C yoğuşturucu sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinin toplam miktarı fırında kurutma ve donmalı kurutma yönteminde sırasıyla % 28,6 ve %27,5 azalmıştır. Oda sıcaklığında kurutmada ise uçucu yağ bileşenlerinin toplam miktarındaki azalma (% 13,6) çok daha az olmuştur. Araştırmacılar bunun sebebini, reyhan bitkisinin uçucu yağ bileşenlerini yaprak yüzeyinde sentezlediğini ve depoladığını yüksek kurutma sıcaklıklarının ise bu depoları parçalamasına bağlamışlardır.

Soysal (2004) taze maydanozu, 360 ile 900 W arasındaki farklı güç kademelerinde mikrodalga fırında kurutmuştur. Kuruma süresinin, mikrodalga gücündeki artışla azaldığını ve kurutulmuş maydanozların renginde ciddi bir değişme olmadığını belirtmiştir.

Diaz-Maroto ve ark. (2004); Anwar ve ark. (2005); Sifola ve Barbieri (2006) yaptıkları ayrı ayrı çalışmalarda; son kayıtlara göre dünyada 65 farklı reyhan türünün mevcut olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak bu türler içerisinde *Ocimum basilicum*; en fazla ekonomik öneme sahip, tek yıllık bir bitki olduğunu ifade etmişlerdir.

Anwar ve ark. (2005); Sifola ve Barbieri (2006) yaptıkları çalışmalarda, gübreleme uygulamasına bağlı reyhan bitkisinde hektara 8 ile 18 ton yaprak verimi alındığını belirtmişlerdir.

Baydar (2005); bugün dünyada yaklaşık 20000 bitki tıbbi amaçlar için kullanıma elverişli olduğu ve özellikle 500'e yakının ekonomik amaçlı olarak ticareti yapıldığı bildirmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin sahip oldukları sekonder metabolitler (alkaloitler, uçucu yağlar, glikozitler ve boyar maddeler) onların etkili droglarının (bitkinin ilaç olarak kullanıldığı organı) temel etken maddelerini oluşturduklarını bulmuştur. Tıbbi ve aromatik bitkiler insanlığın ilk çağlarından günümüze kadar yiyecekleri lezzetlendirmede ve korunmasında baharat olarak, bitkisel çay, parfüm yapımında, kozmetik ürünlerinde (cilt bakımı, temizliği, sağlığı ve güzelliği), insan

sağlığının korunması ve iyileştirilmesi ile ilgili değişik ilaçların yapımında, ve doğal boya üretiminde yaygın olarak kullanıldığını vurgulamıştır.

Türkiye; Avrupa-Sibiryaya, Akdeniz ve İran-Turan bölgesi olmak üzere üç temel bitki coğrafyasının kesişim bölgesinde yer alması nedeniyle, 500 kadar bitki türü ilaç ve koku hammadesi olarak kullanıldığını belirtmiştir.

Yine aynı çalışmada uçucu yağların; aromatik, kokulu veya ıtri bitkilerde bulunan ve oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşabilen maddeler olduğunu ifade etmişlerdir. Aromatik bitkilerin uçucu yağ oranları genelde % 0,5-5 arasında değişmektedir. Uçucu yağlar bitkinin tamamına yayılabildiği gibi, sadece bir organında da yoğunlaşabilir. Uçucu yağların yoğunluğu 0,8-1,3 arasında değişmekte ve suda çok az çözünmektedirler, yapılarında yağ asitleri ve gliserol bulunmadığı için acılaşmazlar. Uçucu yağların bir çoğu güzel kokulu olduğu için parfüm ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılırlar.

Kennedy (2005) yaptığı bir çalışmada, 2002 yılında A.B.D.'de yaklaşık 38,2 milyon yetişkin insanın sağlık amaçlı olarak bitkisel ürün kullandığını ortaya koymuştur.

Lange (2005) yılında yaptığı çalışmada dünya genelinde 1991-2003 yılları arasında yıllık ortalama sağlık amaçlı bitkisel ürün ihracatı 467000 ton miktarında ve 1,2 milyar dolar değerinde gerçekleşmiş olduğunu belirtmiştir.

Lange aynı çalışmasında sağlık amaçlı en çok bitkisel ürün ihracat eden 12 ülke arasında Türkiye yer almamıştır

Bu çalışmada ilk sırada Çin yer almış, 150600 ton ürün satarak 266 milyon dolar gelir elde etmiştir. Amerika Birleşik Devletleri aynı yıllar aralığında yıllık ortalama 51200 ton sağlık amaçlı bitki ithal etmiş ve 140 milyon dolar para ödemiştir. Diğer taraftan ise 13050 ton sağlık amaçlı ürün satmış ve 104,5 milyon dolar gelir elde ettiğini belirtmiştir. Bu çalışmada ulaşılan değerlere göre Amerika Birleşik Devletlerinin işlenmemiş bitkisel hammadde aldığını ve işlenmiş bitkisel ürün sattığını

göstermektedir. Benzer durum Almanya için de geçerlidir. Almanya, ithal ettiği sağlık amaçlı bitkilerin her tonu için 2430 dolar öderken ihraç ettiği bitkisel ürünlerin tonunu ortalama olarak 4580 dolar'dan sattığı sonucuna ulaşmıştır.

Özcan ve ark. (2005) reyhan bitkisini iki farklı yöntemle kurutmuşlardır. Kullandıkları yöntemleri, 15 saat süre ile 50 °C sıcaklıkta fırında kurutma ve iki gün süresince 30-35 °C sıcaklık aralığında güneşte kurutma olarak rapor etmişlerdir. Reyhan bitkisinin ilk nem içeriğini % 84,67 olarak vermişlerdir. Son nem içerikleri fırında kurutmada % 17,31 ve güneşte kurutmada % 23,79 olarak verilmiştir. Kurutma yönteminin kurutulmuş reyhanın mineral içeriğini etkilediğini ifade etmişlerdir. Fırında kurutulan reyhan örneklerinin mineral içeriğinin güneşte kurutulan reyhan örneklerinden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Yazarlar bu farklılığın örneklerin son nem içeriğindeki farklılıklardan kaynaklanıp kaynaklanmadığını açıklamamışlardır. Gerek taze ve gerekse kurutulmuş reyhan bitkisindeki başlıca ana mineraller Al, Ca, Fe, K, Mg, P ve S olarak vermişlerdir.

Wheaton ve ark. (2005); Romagnoli ve ark. (2007) ayrı çalışmalarda sağlık amaçlı doğal bitkisel ürünlerin doktor kontrolünde alınması gerektiği ve ürünlerin içerikleri-kaliteleri konusunda değişik farklılıkların olması sebebiyle sıkı kuralların uygulanması gerektiği de bildirilmiştir.

Yanishlieva ve ark. (2006) bitkiler içerisinde bulunan antioksidan maddeler, yiyeceklerde acılaşma gibi birçok kalite değişikliğine sebep olan lipid oksidasyonlarını durdurabilmekte olduklarını ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Tarla Bitkileri Bölümü uygulama alanında Tokat şartlarında yetiştirilen Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisi kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılacak materyal öncelikle viyollere ekilip sera ortamında fide olarak yetiştirilmiştir. Fide haline getirilen reyhanlar Tarla bitkileri bölümü uygulama alanına dikilmiştir. Hasat, bitkinin çiçeklenme zamanında yapılmıştır. Denemeler 2007 yılının Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında yapılmıştır.

Labiatae familyasına ait *Ocimum* cinsinin tek yıllık ve çok yıllık türleri Asya, Afrika ve Orta Amerika'da doğal yayılış göstermektedir. Son kayıtlara göre dünyada 65 farklı tür mevcuttur. Ancak bu türler içerisinde *Ocimum basilicum*; en fazla ekonomik öneme sahip, tek yıllık bir bitkidir (Diaz-Maroto ve ark, 2004; Anwar ve ark, 2005; Sifola ve Barbieri, 2006).

Reyhan bitkisinin humuşça zengin kumlu-tınlı topraklarda özellikle sıcak iklimlerde verimi yüksektir. Bu nedenle tarımının sıcak, kurak yerlerde yapılması önerilir. Kökleri ince ve dallanmış biçimde yetişir. Dallanmış veya dallanmamış dik veya yarı dik 50-55 cm yükseklikte saplara sahiptir (şekil 3.1). Yapraklar genellikle yumurtamsı-uzun, temel kısmı küt, az dişli ve saplıdır. Temelden itibaren dallanan veya dallanmayan sap ve yapraklar çıplak veya zayıf tüylüdür. Yaprak rengi açık yeşilden koyu yeşile kadar değişir. Az veya çok parlak, bazen de yaprak yüzü dalgalıdır. Çiçek kısımları ise sapın ucunda bulunan çiçekler genellikle altısı bir arada bulunan başak görünümündedir. Alt kısmında başaktaki çiçek seyrek, üst kısmındakiler sıktır. Taç yapraklar beyaz veya pembe renklidir.

Yapılan çalışmalarda, gübreleme uygulamasına bağlı olarak hektara 8 ile 18 ton yaprak verimi alınmıştır (Anwar ve ark, 2005; Sifola ve Barbieri, 2006). Bu türün değişik varyeteleri, baharat, uçucu yağ, kozmetik ilaç sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Makinen ve Paakkonen, 1999). Aynı tür içerisinde çok sayıda farklı kimyasal ırk (kemotip) bulunduğundan dolayı, kullanım alanları da farklıdır (Diaz-Maroto ve ark., 2004). Bitki içerisinde bulunan en önemli uçucu yağlar linalool, methylchavicol (estragole), eugenol' dur (Diaz-Maroto ve ark, 2004). Bitkinin kurutulmuş örneklerinde uçucu yağ oranı % 0,5 - 2,0 arasında değişmektedir. Dünyada en fazla kullanılan uçucu yağlardan biridir. Pek çok ülkede uçucu yağ üretimine yönelik kültürü yapılmaktadır. Hindistan (15 ton), Bulgaristan (7 ton) Mısır (4.5 ton) en fazla üretim yapılan ülkeler arasındadır. Türkiye'de sanayiye yönelik kültürü yapılmamaktadır. Daha çok baharat amacıyla sınırlı alanlarda yetiştirilmektedir. Ancak Türkiye'de ticari anlamda uçucu yağ üretimi yapılabilir. Bu durumda değişik sektörlerde kullanılan uçucu yağın iç üretimle yapılması mümkündür.

Denemelerde kullanılan materyal hasat edilirken bir sonraki sürgünün yetişebilmesi için toprak yüzeyinden yaklaşık 10 cm yukarıdan hasat edilmiştir.

Kurutma işlemi sırasında bitki kalın (odunsu) sapları hariç diğer tüm kısımları 5cm uzunluğunda kesilerek kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Reyhan Bitkisi

3.2. Yöntem

Araştırma kapsamında beş farklı kurutma yöntemi kullanılmıştır. Bunlar;

- 1- Doğrudan değmeli kurutucuda kurutma,
- 2- Etüvde kurutma,
- 3- Güneşte kurutma,
- 4- Gölgede kurutma,
- 5- Mikrodalgada kurutma işlemleridir.

Kurutma yöntemlerinden Doğrudan Değmeli Kurutucuda 2 farklı karıştırma sıklığı denenmiş, Etüvde 3 ayrı kurutma havası sıcaklığı kullanılmış ve Mikrodalgada ise 2 farklı güç seviyesinde kurutma yapılmıştır. Bu kurutma yöntemleri ayrıntılı olarak takip eden bölümlerde açıklanmıştır.

3.2.1. Kurutma yöntemleri

Kurutma yöntemlerini ayrıntılı incelemeden önce her deneme için standart uygulanan bazı yöntemler aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

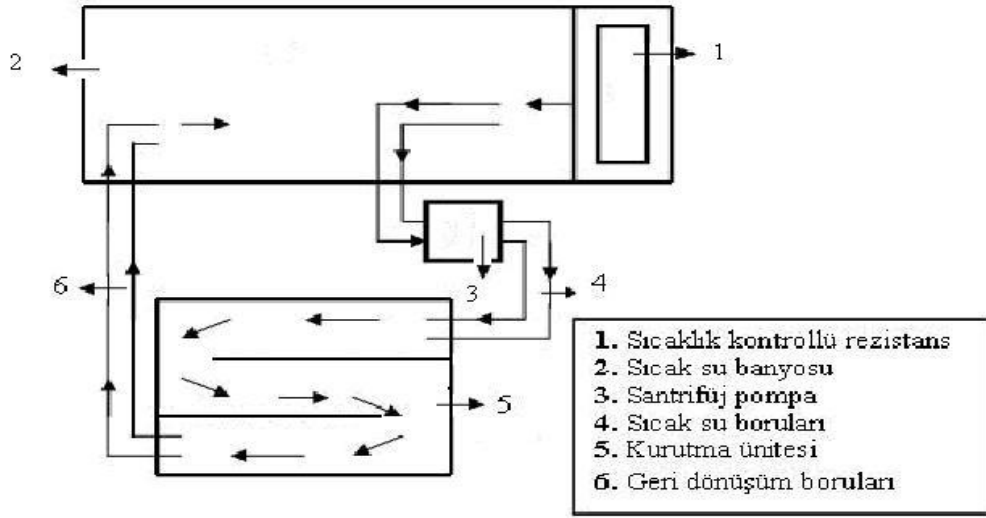
Öncelikle materyalin hasat sonrası ilk nem seviyesini belirlemek amacıyla etüvde nem tayini yapılmıştır. Nem tayini örnekleri için 50 g örnek kullanılmıştır. Örnekler 3 tekerrür olarak hazırlanmıştır. Nem tayini 105° C’de 24 saat NÜVE Marka F 500 model etüvde bekletilerek yapılmıştır. Hasat sonrası materyalin nemi yaş baza göre $85 \pm 0,1$ olarak ölçülmüştür. Çalışmada yaş ürün nemini %10-15 neme düşürmek amaçlanmıştır. Buna göre her deneme için kullanılan materyalin üç tekerrürden ikisi uygun ağırlığa ulaştığında denemelere son verilmiştir. Tartım işleminde 0,01 g hassasiyetindeki Sartorius marka BA3100P model elektronik terazi kullanılmıştır.

Kurutma sonucunda elde edilen materyal kavanozlara konularak + 4° C’de buzdolabında saklanmıştır.

Aşağıda uygulanan kurutma yöntemleri sırasıyla açıklanmıştır.

3.2.1.1. Doğrudan değmeli kurutucuda kurutma

Doğrudan değmeli kurutucuda hedef, kurutulacak materyale gerekli olan ısıнын ısı iletim (kondüksiyon) yoluyla daha hızlı verilmesiyle nem kaybını hızlandırmak ve enerji kaybını azaltmaktır. Konvektif (sıcak havalı) kurutucuların aksine hava ısıtma amacıyla kullanılmadığı için sadece nemin ortamda uzaklaştırılması için hava gerekmektedir. Bu sayede, ürün az havayla temas etmekte ve oksijenin sebep olduğu oksidasyon reaksiyonları yavaşlatma imkânı doğmaktadır. Şekil 3.2'de tasarlanan laboratuvar tipi küçük kapasiteli doğrudan değmeli kurutucunun şematik resmi verilmiştir.



Şekil 3.2. Doğrudan değmeli kurutucunun şematik resmi

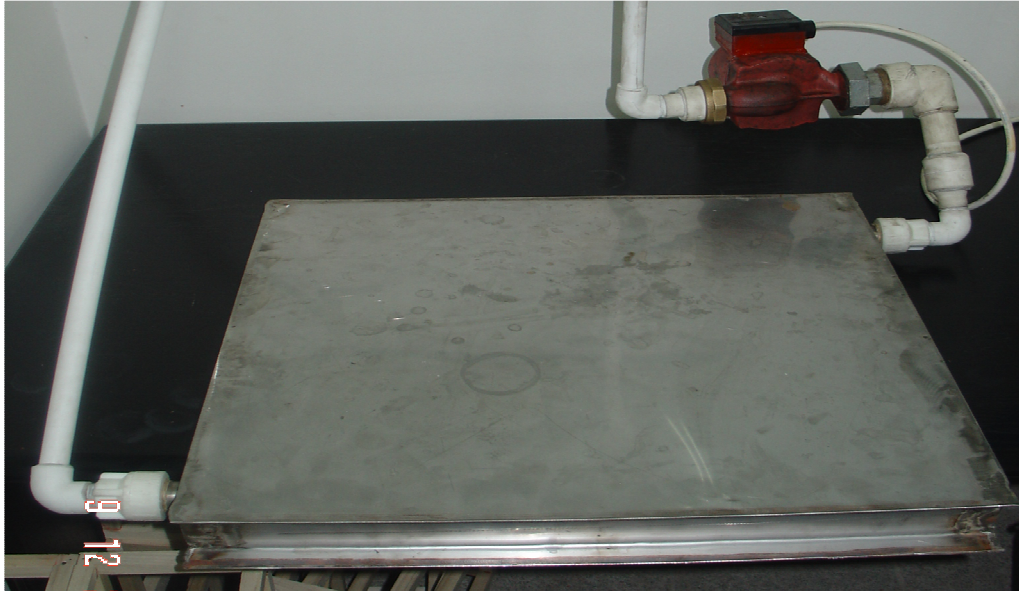
Şekil 3.2'de 1 numara ile gösterilen rezistans yardımı ile 2 numaralı sıcak su banyosu içerisindeki su ısıtılmaktadır. Sıcak su banyosunda suyun sıcaklığı dijital göstergeli bir termostatla ± 1 °C hassasiyetinde ayarlanabilmektedir. Sıcak su banyosundan suyun çıkışı rezistansa yakın kısımdan, suyun girişi ise tam zıt köşeden yapılmıştır. Böylece kurutma ünitesine giden suda sıcaklık kaybı en aza indirilmiştir. Borular yalıtım malzemesiyle kaplanmıştır.

Santrifüj pompa standart bir kat kaloriferi pompası olup Grundfos markadır. Pompa 220 Volt şehir şebekesi elektriği ile çalışmaktadır. Ayrıca pompanın çalışması için kapalı devre kullanılmıştır.

Sistemdeki borular sıcak su banyosundan kurutma ünitesine suyun taşınması ve tekrar geri dönüşümü için kullanılmaktadır. Bu borular pompa giriş ve çıkışında 1", diğer bütün tesisatta ise ½ " olarak kullanılmıştır. Boruların tamamı plastiktir.

Kurutma ünitesi 50 x 45 x 5 cm boyutlarında 1 mm'lik paslanmaz sacdan dikdörtgen prizma şeklinde imal edilmiştir. İmalat sırasında ünitenin sızdırmaz ve düzgün bir temas yüzeyine sahip olması için özen gösterilmiştir. Kurutma ünitesine çapraz olarak boruları monte etmek için ½" delikler delinmiştir.

Şekil 3.2'de ince çizgilerle gösterilen ve 40 cm uzunluğunda ve 5 cm yüksekliğinde kurutma ünitesinin içine paneller yerleştirilmiştir. Paneller üst ve alt plakaya kaynakla tutturulmuştur. Bu paneller ısıtılan suyun kurutma ünitesi içerisinde homojen dağılımını ve girişten itibaren bütün yüzeye temas etmesini sağlamaktadır. Şekil 3.3'te Kurutma ünitesinin resmi verilmiştir.



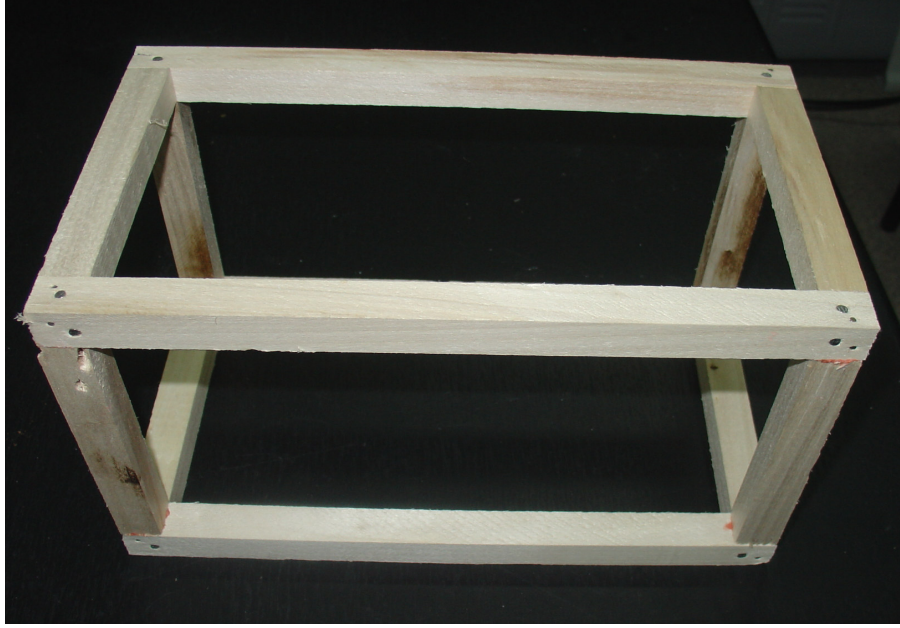
Şekil 3.3. Doğrudan değmeli kurutucunun kurutma yüzeyi

Kurutma ünitesinin üst kısmı hariç diğer kısımları ısı yalıtımı için 4 cm kalınlığında strafor ile kaplanmıştır. Böylece sistemdeki ısı kayıpları en aza indirilmiştir. Kurutma ünitesinden geçen suyun sıcaklığı yaklaşık 1-2 °C düşmektedir. Doğrudan değmeli kurutucuda kurutma işlemi sıcaklık 45° C’de sabit tutularak gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.4’te doğrudan değmeli kurutucu sisteminin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 3.4. Doğrudan değmeli kurutucu sisteminin genel görünümü

Materyalin kurutma ünitesine yerleştirilebilmesi ve denemelerin eş zamanlı sürdürülebilmesi için tel kafesler kullanılmıştır. Bu kafesler 25 x 15 x 15 cm olarak ince ahşap çıtalardan imal edilmiş ve bütün yüzeyleri tel eleklerle kaplanmıştır. Bu kafeslerin ortalama ağırlıkları 270 g’dır. Şekil 3.5 kafesin tel ile kaplanmadan önceki halinin resmi verilmiştir.



Şekil 3.5. Kafes resmi

Kurutma işlemine hasat edilen ürünlerin 5 cm boyunda kesilmesi ile başlanmıştır. Bu işlem sırasında ürünlerin odunsu gövdelerinin ayrılmasına özen gösterilmiştir. Doğrudan değmeli kurutucuda denemeler her kafese $150 \pm 0,09$ g yaş örnek koyularak yapılmıştır. Ürünlerin bir kısmı her denemeden önce etüvde nem tayini için ayrılmıştır.

Doğrudan değmeli kurutucu için alınan örnekler kafeslere konulmuştur. Denemeler iki ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir. Her denemede kurutma ünitesinin üzerine 3 adet kafes yerleştirilmiştir. İlk denemede kafesler 15 dakikada bir karıştırılmış ikinci denemede ise kafesler 30 dakikada bir karıştırılmıştır. Doğrudan değmeli kurutucuda karıştırma işlemi Şekil 3.5'te verilen kafeslerin uzun eksenini boyunca saat yönünde çeyrek tur çevrilerek gerçekleştirilmiştir. Çevirme işleminin iki ayrı denemede ürünün kuruma zamanı ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla çevirme sıklığı birinci denemede 15 dakikada bir çeyrek tur, ikinci deneme ise 30 dakikada bir çeyrek tur olarak yapılmıştır. İki ayrı karıştırma süresinde de $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ sabit su sıcaklığında kurutma yapılmıştır.

Kurutmada örneklerde ağırlık kaybını belirlemek amacıyla 1 saatte bir tartım yapılmıştır. Havanın sıcaklığı ve nemi, veri toplayıp kaydedebilen Onset marka hobo yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.1.2. Etüvde kurutma işlemi

Etüvde kurutma yapılırken doğrudan değmeli kurutucu için imal edilen kafesler kullanılmıştır. Kullanılan etüv NÜVE Marka F 500 modeldir. Örnekler $150 \pm 0,09$ g olarak kafeslere hazırlanmıştır. Etüvde kurutmada üç farklı sıcaklıkta kurutma yapılmıştır. Kullanılan sıcaklıklar 35°C , 45°C ve 55°C 'dir. Bütün denemeler üçer tekerrür olarak yapılmıştır. Etüvde kurutma yapılırken her bir saatte bir örneklerin ağırlık kaybını belirlemek için tartım yapılmıştır.

3.2.1.3. Mikrodalga fırında kurutma işlemi

Denemelerde kullanılan mikrodalga fırın Sinbo marka ve SMO 3606 modeldir. Mikrodalgada iki farklı güç seviyesinde kurutma yapılmıştır. Bunlar 280 W ve 595 W' tır. Kurutma her güç seviyesinde üçer tekerrür yapılmıştır. Her deneme için 50 g örnek kullanılmıştır. Kurutma işlemi her iki güçte de 1 dakika işlem, 5 dakika havalandırma olarak yapılmıştır. Yapılan ön denemelerde işlemin ara vermeden (havalandırmadan) yapılması halinde ürün kararmakta hatta iç kısımlarında yanmalar oluşmaktadır. Mikrodalganın kısmen kurumuş ürünün kurutulmasında kendi kendine zarar vermemesi için içine plastik bir bardak ile su konulmuştur. Su konulmadığı takdirde kurutmanın sonuna doğru mikrodalga fırının zarar gördüğü tespit edilmiştir.

Örneklerde kurutma yapılırken bir dakikada bir kuruma düzeyini belirlemek amacıyla tartım yapılmıştır.

3.2.1.4. Gölge ve Güneşte kurutma işlemi

Gölgede ve güneşte kurutma işleminde diğer deneylerde olduğu gibi tel ile kaplanmış kafesler kullanılmıştır. Örnekler $150 \pm 0,09$ g olarak kafeslere hazırlanmıştır. Denemelerde ürünün toprak yüzeyi ile temasını ve ısı alışverişini engellemek ve kafeslerin her tarafından hava girişi sağlamak amacıyla yerden 15 cm yüksekliğinde orta kısmı delikli tel örgü ile kaplanmış sehpalardan kullanılmıştır.

Gölgede kurutmada ürünü güneşten korumak için sehpa üzerindeki deney materyalinin üzerine alt kısmı açık olmak üzere mukavva karton koyulmuştur. Ayrıca hava geçişini sağlamak amacıyla bu kartonun bazı noktalarında delikler açılmıştır.

Her iki denemede üçer tekerrür halinde yapılmıştır. Örneklerde kurutma yapılırken her iki saatte bir ağırlık değişimini belirlemek amacıyla tartım yapılmıştır.

3.2.2. Uçucu Yağların Çıkartılması

Farklı yöntemlerle kurutulan örneklerde uçucu yağ oranlarının nasıl değiştiği ve uçucu yağ kayıplarının olup olmadığı tesbit edilmiştir. Bu amaçla, toplam uçucu yağ miktarını tesbit etmek için Neo Clevenger aparatı kullanılmıştır.

Deneyler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada yağ ürünler için 3 tekerrür olarak distilasyon işlemi yapılmıştır. Yağ ürün analizinde ürünler suyla temas ettirilmemiştir. İçlerinden su buharı geçirilerek analiz yapılmıştır. Bu analizlerde alt kısımda ısıtılan tüplere 200 ml su konulmuştur. Üst kısımdaki tüplere ise 50 g örnek konularak ısı kaybını azaltmak amacıyla Şekil 3.6'da görüldüğü gibi yalıtım yapılmıştır. Örnekler, saf su kaynama noktasına ulaştıktan sonra 3 saat süreyle işlemde tabi tutulmuştur.



Şekil 3.6. Yaş ürün için distilasyon işleminin resmi

İkinci aşamada ise kurutulmuş ürünler direk olarak saf suyun içine koyulmuş ve kaynatılmıştır. Kaynatma işlemi 200 ml saf su ve 20 g kurutulmuş örnek tüp içine konularak gerçekleştirilmiştir. Kuru ürünler ve saf su tüp içine konulduktan sonra ocakta 3 saat 15 dakika işleme tabi tutulmuştur. 15 dakikalık süre saf suyun kaynaması için gereken süredir. Bu işlem Dorudan değmeli kurutucu için 15 dakika karıştırılan ve 30 dakika karıştırılan örneklerden, etüvde 35° C, 45° C ve 55° C’de kurutulmuş örneklerden, gölge-güneş ve mikrodalga fırındaki iki güç seviyesinde kurutma sonucu elde edilen örneklerden ayrı ayrı üçer örnek alınarak gerçekleştirilmiştir.

Aromatik bitkilerin uçucu yağ oranları genelde % 0,5-5 arasında değişmektedir (Baydar, 2005). Uçucu yağ miktarı hesaplanırken öncelikle ürünün W_s (son ağılık) değeri hesaplanır. Daha sonra kuru madde miktarından yüzde olarak uçucu yağ miktarı hesaplanır. Aşağıdaki eşitlikle W_s (son ağılık) değeri hesaplanabilir.

$$N_y = W_i - W_s / W_i \quad (3.1.)$$

3.2.3. Renk analizi

Taze ve kurutulmuş reyhan örneklerinde renk tayini yapılmıştır. Yapılan renk tayininde Minolta (CR-400) Renk Ölçer (Chromameter) kullanılarak örneklere ait L^* , a^* , b^* değerleri belirlenmiştir.

“ L^* ” değeri parlaklığı ifade etmekte ve 0 ile 100 arasında değerler alabilmektedir. “ L^* ”, 0 değerini siyah renkte hiçbir yansımanın olmadığı durumda alırken 100 değerini tam yansımanın olduğu beyaz renkte almaktadır (McGuire, 1992).

“ a^* ” değeri ise, kırmızılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif “ a^* ” değerleri kırmızılığı temsil ederken, negatif a değerleri yeşil rengi temsil etmektedir (McGuire, 1992).

“ b^* ” değeri sarılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif “ b^* ” değerleri sarılığı temsil ederken, negatif b değerleri maviliği temsil etmektedir. Sıfır kesim noktasında ($a^* = 0$ ve $b^* = 0$) renksizlik yani grilik olmaktadır (McGuire, 1992).

Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklere kroma değerleri düşerken, canlı renklere ise kroma değeri yükselmektedir. Hue açısı ve kroma değeri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$h^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (3.2)$$

$$C^* = \left(a^{*2} + b^{*2} \right)^{1/2} \quad (3.3)$$

Bir diğer ifade ise kahverengileşme indeksidir. Kahverengileşme indeksi, kahverengi rengin saflığını temsil etmektedir ve kahverengileşme reaksiyonlarının ürün renginde meydana getirdiği değişimleri tanımlamada önemli bir parametredir (Plou ve ark., 1999). Kahverengileşme indeksi aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır;

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17} \quad (3.4)$$

Eşitlikte yer alan x değeri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır;

$$x = \frac{(a + 1.75L)}{(5.645L + a - 3.012b)} \quad (3.5)$$

3.2.4. Modelleme

Modelleme için öncelikle kurutulmuş ürünün zamana bağlı verileri incelenmiştir. Kuruyan ürünlerin zamana bağlı olarak Nem Oranı (No) değerleri hesaplanmıştır. No değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$No : \frac{Mt}{Mo} \quad (3.6)$$

No : Nem Oranı

Mt : Kurutma işlemi sırasında herhangi bir noktadaki nem içeriği (kb)

Mo : İlk nem (kb)

Daha sonra Sigma Plot paket programında No değerlerinin zamana göre değişimini tanımlayacak olan Page eşitliğine ait parametre değerleri belirlenmiştir. Page eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$No = \exp \left[- (kt)^n \right] \quad (3.7)$$

Page eşitliğinin çalışmada kullanılmasının sebebi tıbbi ve aromatik bitkileri kurutmada önceki çalışmalarda kullanılması ve iyi sonuçlar vermesidir. Diğer bir sebebi ise Page eşitliği basit bir eşitlik olduğundan modellemede daha iyi sonuçlar vereceğinin düşünülmesidir.

Her kurutma yöntemi ve her sıcaklık için elde edilen kuruma eğrilerine model uydurmak için Sigma Plot programı kullanılmıştır. Sigma Plot programı, modele ait parametrelerin sayısal değerlerini, model için varyans analiz sonuçlarını ve kararlılık katsayısı (R^2) değerlerini vermiştir.

3.2.5. İstatistiki Analiz

Denemede kullanılan bütün standart hata değerleri Minitab programında hesaplanmıştır. Renk analizi sonuçları ve Uçucu yağ oranlarında elde edilen veriler için SPSS programında Duncan testi yapılmış ve veriler arasında fark olup olmadığı belirlenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma kapsamında beş farklı kurutma yöntemi kullanılarak denemeler yapılmıştır. Bunlar; doğrudan değmeli kurutucuda kurutma, etüvde kurutma, gölgede kurutma, güneşte kurutma ve mikrodalgada kurutmadır. Kurutma denemelerine ait kurutma performans değerleri, matematiksel modelleme, renk analizi ve uçucu yağ analizine ait sonuçlar alt başlıklar halinde ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

4.1. Kurutma Performans Değerleri

Bu çalışmada reyhan bitkisi doğrudan değmeli kurutucuda kurutma, etüvde kurutma, güneşte kurutma, gölgede kurutma ve mikrodalgada kurutma yöntemleri ile kurutulmuştur.

Denemelerde % 85 ± 0.1 nem seviyesinde hasat edilen reyhanın yaş baza göre % 10-15 seviyesinde kurutulması amaçlanmıştır. Çizelge 4.1’de her kurutma denemesi için üçer tekrerrün ortalaması olarak son nem değerleri yaş baza göre verilmiştir. Ayrıca çizelgede kuruma süreleri saat veya dakika olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kurutulan reyhanların son nem oranları (% yb) ve kuruma süreleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Şartları	Ortalama son nem (y.b.)	Kuruma süreleri (Saat/Dakika)
Doğrudan Değmeli Kurutucu (45° C)	15 dakikada karıştırma	13,75±4*	63 (saat)
	30 dakikada karıştırma	9,24±5	66 (saat)
Etüv'de Sıcak Hava İle Kurutma	35° C' de kurutma	10,07±2	52 (saat)
	45° C' de kurutma	12,97±1	50 (saat)
	55° C' de kurutma	14,24±2	34 (saat)
Gölgede Kurutma		27,69±4	58 (saat)
Güneşte Kurutma		15,23±2	58 (saat)
Mikrodalgada Kurutma (280 W)		9,93±2	22 (dak.)
Mikrodalgada Kurutma (595 W)		11,20±2	9 (dak.)

* İlk değer ortalama nem içeriğini ve ikinci değer standart hatayı vermektedir

Doğrudan değmeli kurutucuda; kurutma ünitesine gönderilen suyun sıcaklığı 45° C' de sabit tutularak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.1' de doğrudan değmeli kurutucuda 15 dakikada bir karıştırılarak yapılan kurutmada deneme kesintisiz olarak 63 saat devam etmiştir. Bu işlemde, yaş baza göre % 13,75±4 nem seviyesine kadar kurutma devam etmiştir.

30 dakikada bir karıştırılarak yapılan doğrudan değmeli kurutma işlemi 66 saat sürmüştür. Bu kurutma işlemi sonunda yaş baza göre % 9,24±5 nem seviyesine kadar kurutma yapılmıştır.

Etüvde kurutmada havanın sıcaklığı 35° C, 45° C ve 55° C'lere ayarlanarak kurutma denemeleri yapılmıştır. Etüvde kurutma sırasında küçük sıcaklıktan büyüğe doğru olmak kaydıyla kuruma süreleri 52, 50 ve 34 saat olarak kesintisiz yapılmıştır. Bu kurutma yöntemlerinde yaş baza göre nem oranları sırasıyla 10,07± 2, 12,97±1 ve 14,24± 2 olarak hesaplanmıştır.

Güneşte kurutma ise kesintisiz olarak 58 saat devam etmiş ve kurutulan reyhanların son nem değerleri yaş baza göre % $15,23 \pm 2$ düşmüştür.

Gölgede kurutmada kurutma işlemi kesintisiz olarak 58 saat devam etmiş ve kurutulan reyhanların son nem değeri % $27,69 \pm 4$ 'e düşmüştür. Bu sürede istenilen nem seviyesine ulaşılamamıştır. Gölgede kurutmada tekerrürlerin tamamında belirlenen kuruma süreleri nem içeriğinin istenilen seviyeye ulaşmasına yetmemiştir. Bu deneme güneşte kurutma ile eş zamanlı ve aynı ortamda yapıldığı için süreler eşit tutulmuştur. Sürelerin eşit tutulmasının diğer bir sebebi ise denemede amacın direk güneş altında ve gölgede kurutma yöntemlerini birbiriyle karşılaştırmaktır.

Gölgede ve güneşte kurutma için sıcaklık değerleri kontrol altında tutulamamıştır. Bu nedenle Onset marka hobo yardımıyla deneme boyunca gölgede ölçüm yapılmıştır. Deneme sonunda gölgede sıcaklık değeri ortalama $31,66 \pm 4,56$ olarak ölçülmüştür.

Mikrodalgada kurutmada ise iki farklı güç seviyesinde kurutma yapılmıştır. Kullanılan güç seviyeleri 280 W (orta düşük) ve 595 W (orta yüksek) dir. Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi 280 W güç seviyesindeki deneme 22 dakika, 595 W ile gösterilen güç seviyesindeki deneme ise 9 dakika devam etmiştir.

Mikrodalgada kurutma işleminde örnekler 1 dakika süreyle mikrodalgada ısıtılmış ve 5 dakika süreyle mikrodalga fırından çıkarılarak karıştırılmış/havalandırılmıştır. Bu yüzden kuruma zamanları 5'er dakika karıştırma ve havalandırma zamanı göz ardı edilerek hesaplanmıştır. Bu kurutma işlemlerinde sonunda yaş baza göre 280 W güç seviyesi için % $9,93 \pm 2$ nem seviyesine kadar kurutma yapılmıştır. 580 W güç değerinde yapılan kurutmada ise $11,20 \pm 2$ nem seviyesine kadar kurutma yapılmıştır.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, en hızlı kurumanın mikrodalgada kurutmada olduğu ve en uzun kurumanın ise gölgede kurutmada gerçekleştiği görülmektedir. Doğrudan değmeli kurutucuda 45° C sabit sıcaklıkta kurutma yapılmıştır. Bu kurutmada karıştırma sıklığı kurumayı hızlandırmış olmakla birlikte, aynı sıcaklıkta etüvde kurutmaya göre yaklaşık 13-16 saat daha fazla sürdüğü görülmektedir.

Çizelge 4.1’de verilen standart hata değerleri son nem değerleri ile kıyaslandığında kısmen yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ürünün sap ve yaprak kısımlarının bir arada kurutulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Denemeler yapılırken yaprak/sap oranında homojen bir dağılım sağlamak için çaba gösterildiyse de her tekrür için alınan örneklerin yaprak/sap oranları birbirine eşit sağlamak mümkün değildir. Sapların yapraklara göre kuruma süresinin uzun olduğu bilinen bir gerçektir. Bunun tekrürler arasındaki kuruma süresi farkını arttırmış olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla, yaprak/sap oranındaki farklılığın her muamele içinde bile kuruma sürelerini etkilediği düşünülmektedir. Standart hata oranlarının yüksek olmasının diğer bir sebebi de; tartım ve karıştırma sırasında tel kafeslerin boşlukları arasından meydana gelen kayıplar olarak düşünülmektedir.

Doğrudan değmeli kurutucuda 45° C’ de kurutulan ürünler arasında karıştırma sıklığının ürünlerin kuruma performansı üzerinde öneminin olmadığı anlaşılmıştır.

Etüvde kurutma işleminde kurutma sıcaklığının kuruma performansı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla üç farklı sıcaklık kullanılmıştır. Etüvde yapılan denemelerde kurutma sıcaklığı artışının kuruma süresini azalttığı görülmüştür. Yapılan diğer çalışmalarda; sıcak havalı kurutmada hava sıcaklığı artışının kuruma süresini kısalttığını gözlemlemişlerdir (Simal ve ark, 1996; Özdemir ve Devres, 1999; Ertekin ve Yaldız, 2004; Doymaz, 2005).

Gölgede ve güneşte kurutma arasındaki ilişkiye kuruma performansı açısından bakıldığında; güneşte kurutmada istenilen nem seviyesine ulaşıldığında gölgede kurutmanın güneşte kurutmadan yaklaşık iki kat daha fazla nem değerine sahip olduğu görülmüştür. Gölgede kurutmada ürünün daha uzun süre kurutma işlemine tabi tutulması gerekmektedir.

Mikrodalgada kurutmada ise mikrodalganın güç seviyesini arttırdıkça kurutma işleminin yaklaşık iki kat hızlandığı görülmüştür.

4.2. Modelleme

Kuruyan materyalin nem oranının zaman içerisinde değişimi, o ürünün kuruma eğrisini oluşturur. Kuruma eğrisi başlangıç zamanında 1 değerinde başlar ve başlangıçta hızlı bir değişime uğrayarak sıfır değerine doğru azalır. Sıfır değeri kuruyan materyalde hiç nem kalmadığında elde edilir. Bu çalışmada kuruma eğrisini tanımlamak için Page eşitliği kullanılmıştır. Page eşitliği parametreleri Sigma Plot programı kullanılarak tahmin edilmiştir. Sigma Plot programı, aynı zamanda model varyans analiz sonuçlarını ve kararlılık katsayısı (R^2) değerini vermektedir.

Modelleme işleminde kullanılan Page eşitliği parametre değerleri ve varyans analizi sonucu elde edilen p değerleri aşağıda Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Ayrıca, aynı çizelgede kararlılık katsayısı (R^2) değerleri de verilmiştir. Çizelgede yer alan değerler ayrıntılı biçimde aşağıda açıklanmıştır.

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

Varyans Analizi Tablosu	Kurutmada Kullanılan Yöntem	k	n	R^2	p
Doğrudan Değmeli Kurutucu (45°C)	15 dakikada karıştırma	0,0331	1,0242	0,993	<0,0001
	30 dakikada karıştırma	0,0209	1,1517	0,993	<0,0001
Etüv’de Sıcak Hava İle Kurutma	35° C’ de kurutma	0,0529	0,9827	0,989	<0,0001
	45° C’ de kurutma	0,1663	0,7520	0,998	<0,0001
	55° C’ de kurutma	0,0693	1,0884	0,998	<0,0001
Gölgede Kurutma		0,0874	0,8184	0,990	<0,0001
Güneşte Kurutma		0,0957	0,8251	0,980	<0,0001
Mikrodalgada Kurutma (280 W)		0,0009	1,6694	0,994	<0,0001
Mikrodalgada Kurutma (595 W)		0,0092	1,4623	0,998	<0,0001

Çizelge 4.2’de verilen “k” değerleri kurutma yöntemine ve kurutma şartlarına bağlı olarak 0,0009 ile 0,1663 arasında değişmiştir. En düşük “k” değeri 280 W’da

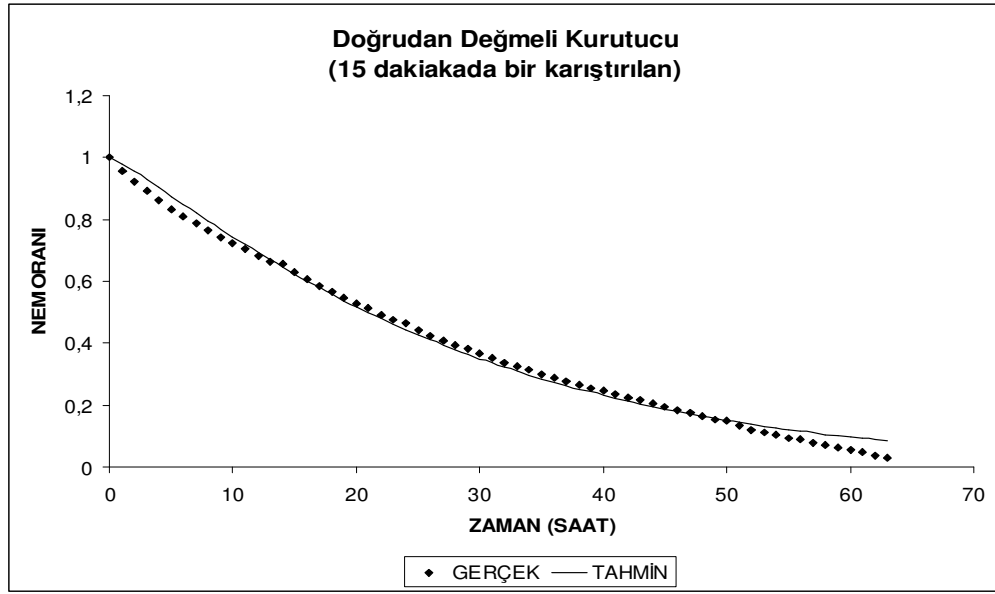
mikrodalgada kurutmada elde edilirken en yüksek değer ise 45° C’de etüvde kurutmada elde edilmiştir.

“n” değerini incelediğimizde kurutma yöntemine ve kurutma şartlarına bağlı olarak 0,8184 ile 1,6694 arasında değişmiştir. En düşük “n” değeri gölgede kurutmada elde edilirken en yüksek değer ise mikrodalgada 280 W güç seviyesinde yapılan kurutmada elde edilmiştir.

Modelin yeterlilik kriterini geçebilmesi için varyans analizi sonuçlarına göre elde edilen p değeri 0,05 değerinin altında çıkmalıdır. Bütün kurutma yöntemleri için p değeri 0,05’in altındadır. Bu sonuca göre Page eşitliği bütün kurutma yöntemlerine ait kuruma eğrilerini tanımlamada istatistikî açıdan önemli bulunmuştur.

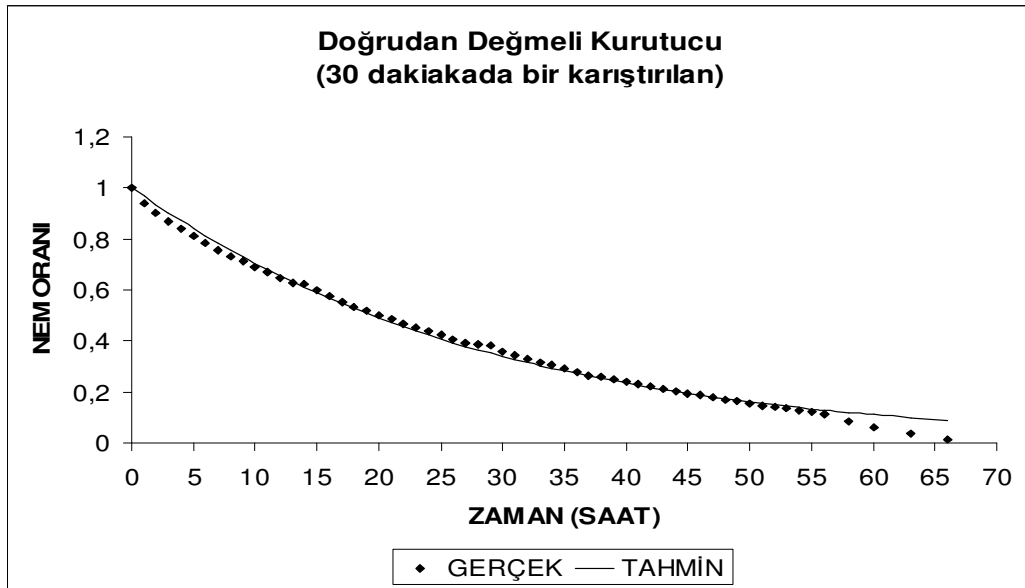
“p” değerleri istenilen seviyede elde edildiği için kararlılık katsayısı (R^2) değerleri incelenmiştir. Model tahmini ile gerçek değerin tam birbirinin aynısı olması durumunda R^2 değerleri 1’dir. Elde edilen R^2 değerleri 1’e çok yakın bulunmuştur. Bu verilere göre Page eşitliği elde ettiğimiz verileri çok iyi derecede tanımlamaktadır. R^2 değerlerine göre kullanılan Page eşitliği etüvde 45° C’ de kurutma, etüvde 55° C’ de kurutma ve mikrodalgada 595 W güç seviyesinde kurutmada en iyi sonuçları vermektedir. En kötü sonucu ise güneşte kurutma işleminde vermiştir. Bunun sebebinin, güneşte kurutmada, kurutma sıcaklığının zamana bağlı olarak değişmesi ve kurutma işleminin günün farklı dönemlerinde farklı hızlara sahip olması olarak tahmin edilmektedir.

Aşağıdaki 9 şekilde, kurutma yöntemlerine ait tahmini ve gerçek nem oranlarının zamana göre değişimleri verilmiştir. Bu 9 şekilde; (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9) noktalama ile gösterilen değerler gerçek değerler olup, düz çizgi ile gösterilen değer ise Page eşitliği kullanılarak tahmin edilen nem oranı değerlerini temsil etmektedir.



Şekil 4.1. Doğrudan değmeli kurutucuda 15 dakikada bir çevrilerek yapılan kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

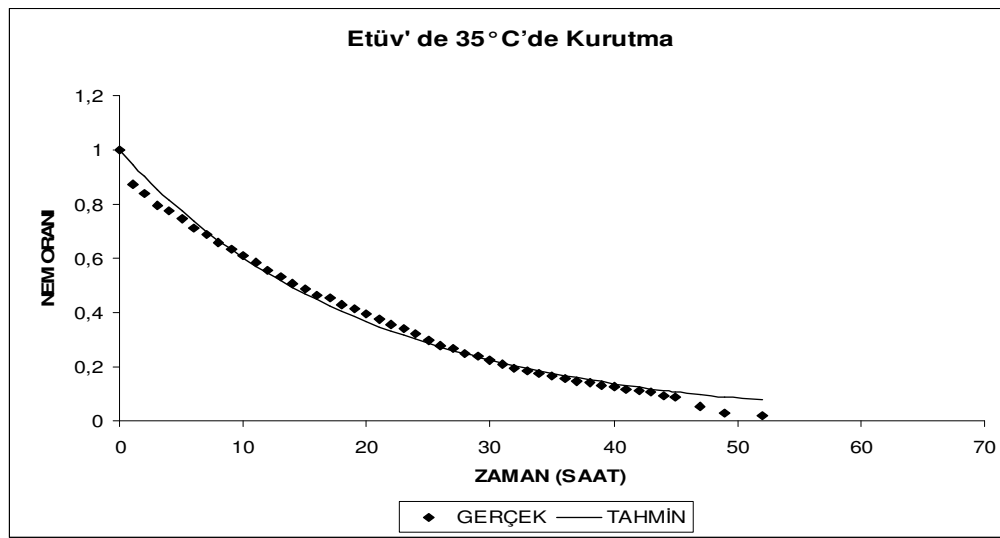
Şekil 4.1' de doğrudan değmeli kurutucunun 15 dakika karıştırılarak yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Elde edilen verilere göre tahmini ve gerçek değerler birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Fakat, kurumanın 50. saatinden sonra modelin fazla tahmin yaptığı görülmektedir.



Şekil 4.2. Doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir çevirme için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.2’ de doğrudan değmeli kurutucunun 30 dakika karıştırılarak yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırılan örnekler istenilen kuruma seviyesine 66 saatte ulaşmıştır.

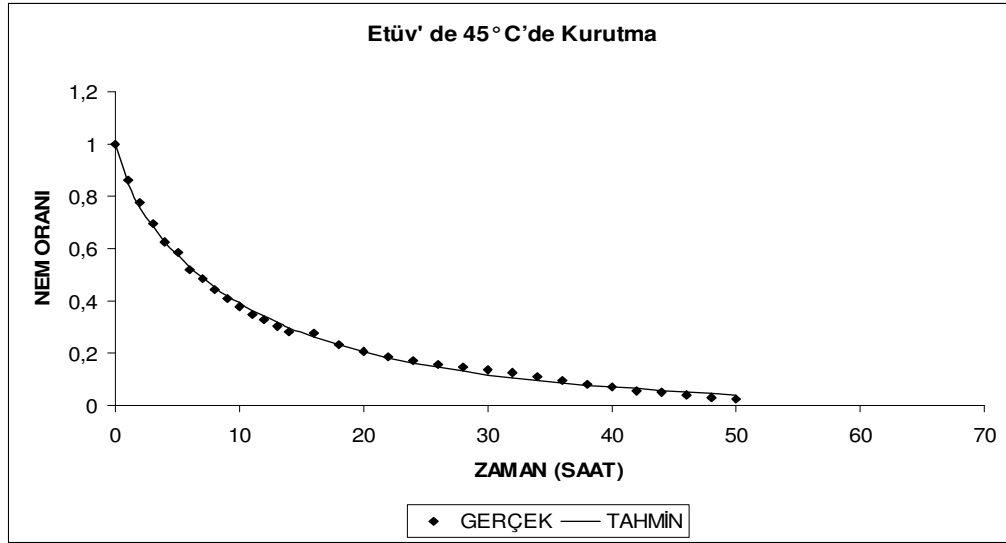
Elde edilen verilere göre tahmini ve gerçek değerler birbirine oldukça yakındır. Ancak denemenin 25-30 saatlik döneminde gerçek değerler ve tahmini değerler arasında kayma olmuştur.



Şekil 4.3. Etüv 35 °C’ de kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.3’ te etüvde 35 °C’ de yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Etüv 35 °C’ de kurutmada örnekler istenilen kuruma seviyesine 52 saatte ulaşmıştır.

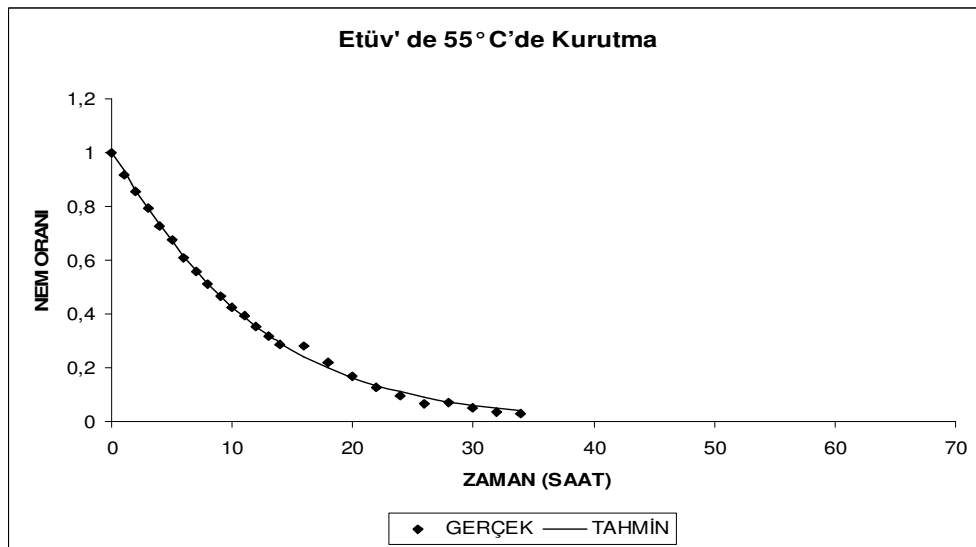
Elde edilen verilere göre tahmini ve gerçek değerler birbirine oldukça yakındır. Ancak Doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırılan örneklerde olduğu gibi 18-22 saatlik döneminde gerçek değerler ile tahmini değerler arasında fark oluşmuştur. Denemenin ilk kısımlarında ürün hızlı bir şekilde nem kaybetmiştir.



Şekil 4.4. Etüv 45 °C' de kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.4' te etüvde 45 °C' de yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Etüv 45 °C' de kurutmada örnekler istenilen kuruma seviyesine 50 saatte ulaşmıştır.

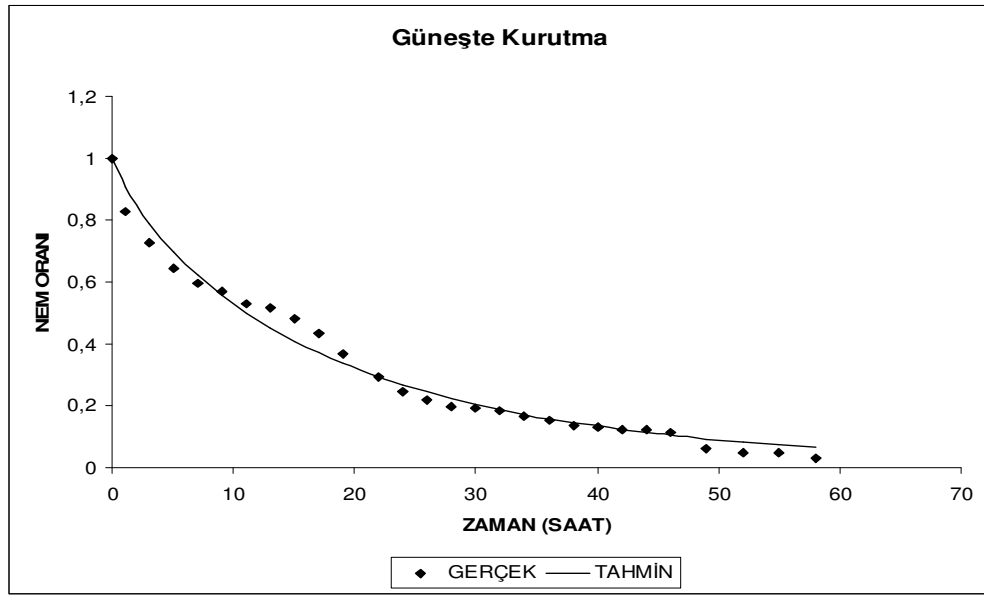
Elde edilen verilere göre tahmini ve gerçek değerler birbirine oldukça yakındır. Yapılan denemeler içinde tahmini değerlere en yakın sonuçlar bu kurutma yönteminde elde edilmiştir. Denemenin başlangıç kısmında çok hızlı bir kuruma meydana geldiği görülmüştür.



Şekil 4.5. Etüv 55 °C' de kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.5’ te etüvde 55 °C’ de yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Etüv 55 °C’ de kurutmada örnekler istenilen kuruma seviyesine 34 saatte ulaşmıştır.

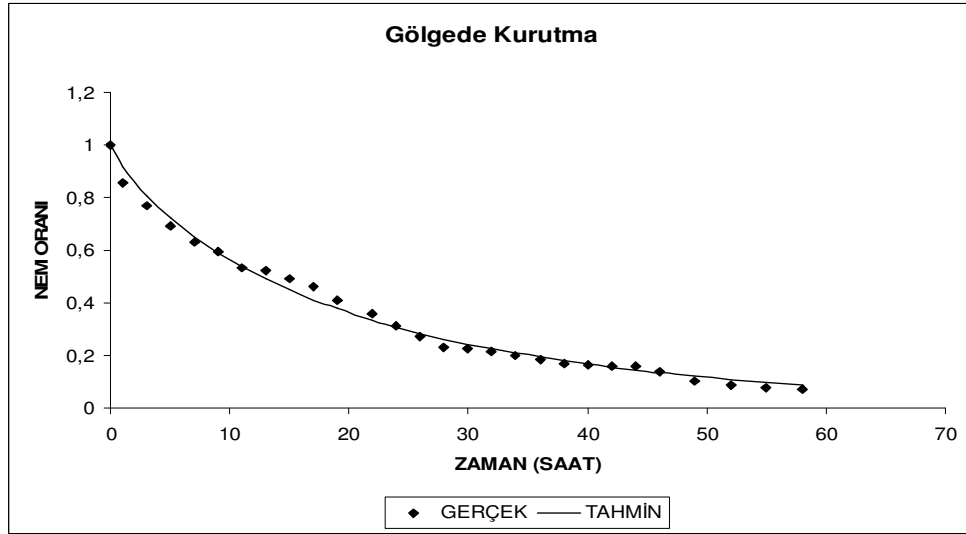
Denemede 13-17 saatlik döneminde gerçek değerler ile tahmin edilen değerler arasında farlılık görülmüştür. Bunun dışında elde edilen veriler genel olarak istenilen biçimdedir.



Şekil 4.6. Güneşte kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.6’ da güneşte yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Güneşte kurutma işleminde istenilen nem seviyesine ulaşmak için 58 saat kurutma işlemi devam ettirilmiştir

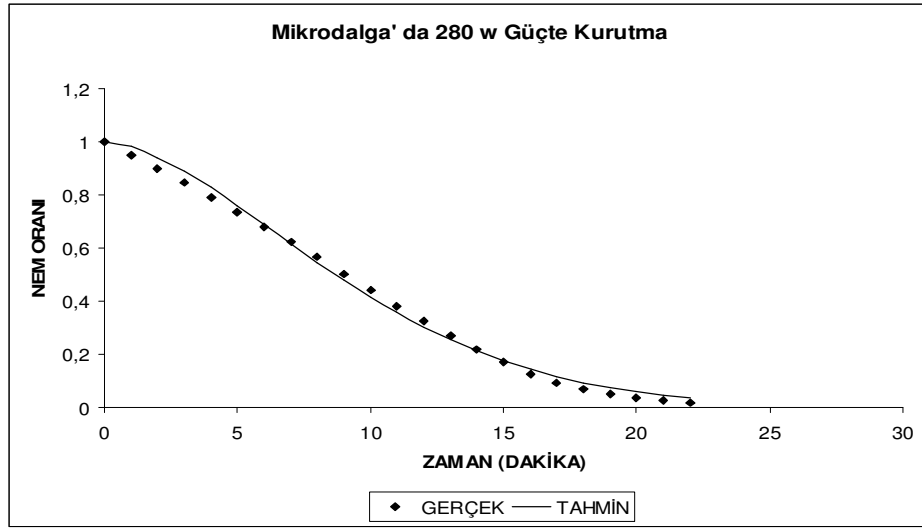
Gerçek değerlerde özellikle denemenin ilk saatlerinde düzensiz dalgalanmalar meydana gelmiştir. Bu dalgalanmalar gölgede kurutmaya göre daha fazladır. Güneşte kurutma gölgede kurutmaya göre gece gündüz farkından daha fazla etkilenmiştir. Bu yüzden dalgalanma daha keskin olarak meydana gelmiştir. Değerlerdeki bu farlılığın denemenin son kısımlarına doğru azaldığı görülmektedir. Nem seviyesi azaldıkça örneklerin sıcaklık farkından daha az etkilendiklerini göstermektedir.



Şekil 4.7. Gölgede kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.7’ de gölgede yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Gölgede kurutma işleminde istenilen nem seviyesine ulaşmak için 58 saat kurutma işlemi devam ettirilmiştir.

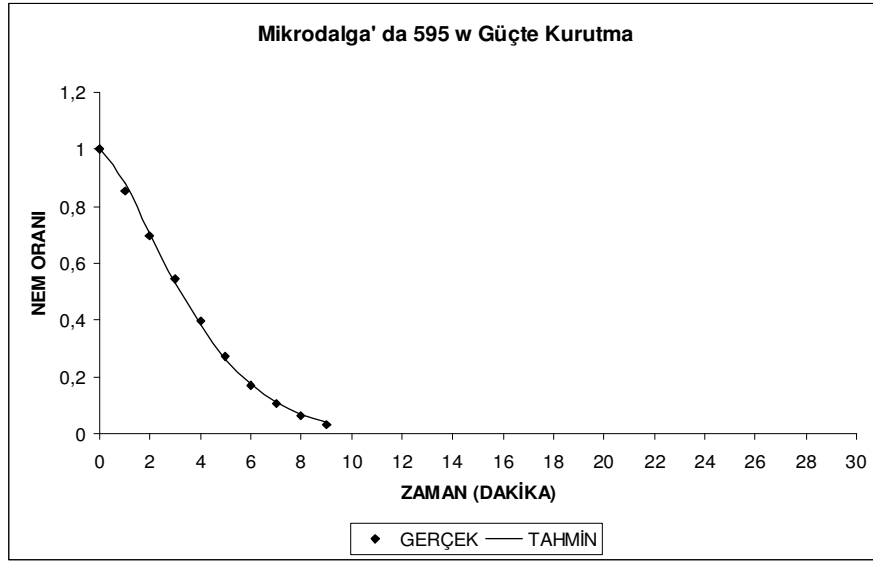
Elde edilen verilere göre tahmini ve gerçek değerler birbirine yakındır. Ancak gerçek değerlerde özellikle denemenin ilk saatlerinde düzensiz dalgalanmalar meydana gelmiştir. Bunun asıl sebebi gece gündüz sıcaklık farkıdır. Değerlerdeki bu farklılığın denemenin son kısımlarına doğru azaldığı görülmektedir. Nem seviyesi azaldıkça örneklerin sıcaklık farkından daha az etkilendiklerini göstermektedir.



Şekil 4.8. Mikrodalgada orta düşük güç seviyesinde (280 W) kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.8' de mikrodalgada 280 W güç seviyesinde yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Denemede 1 dakika mikrodalgada kurutulan ürün 5 dakika havalandırılmıştır aksi takdirde ürünler sürekli işleme tabi tutulduğunda ürün kararmakta hatta iç kısımlarında yanma görülmektedir. Kurutma süresi orta düşük (280 Watt) güç seviyesi için 22 dakika devam etmiştir. Kurutma süresinde 5'er dakika karıştırma ve havalandırma zamanları dikkate alınmamıştır.

Denemenin ilk kısımlarında gerçek değerlerde dalgalanma gerçekleşmiştir. Ancak bu dalgalanma gölge ve güneşte kurutma yöntemlerine göre daha az olmuştur. Bunun dışında elde edilen veriler genel olarak istenilen biçimdedir.



Şekil 4.9. Mikrodalgada orta yüksek güç seviyesinde (595 W) kurutma için ölçülen (gerçek) ve tahmini nem oranları

Şekil 4.9' da mikrodalgada 595 W güç seviyesinde yapılan kurutmaya ilişkin zamana bağlı nem oranları verilmiştir. Denemede 1 dakika mikrodalgada kurutulan ürün 5 dakika havalandırılmıştır aksi takdirde ürünler sürekli işleme tabi tutulduğunda ürün kararmakta hatta iç kısımlarında yanma görülmektedir. Kurutma süresi orta yüksek (595 Watt) güç seviyesi için 9 dakika devam etmiştir. Kurutma süresinde 5'er dakika karıştırma ve havalandırma zamanları dikkate alınmamıştır.

Elde edilen verilere göre tahmini ve gerçek değerler birbirine oldukça yakındır.

4.3. Renk Analizi

Renk analizi yapılırken Minolta (CR-400) Renk Ölçer (Chromameter) kullanılmıştır. Bu analizde bütün örneklerden 4'er tekrerrür alınarak ortalama değerler kullanılmıştır. Analizde ölçülen L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak Kroma değerleri (C^*), Hue açısı (h°) ve BI değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.3'te renk analizinde ölçülen değerler, Duncan testine göre kurutma yöntemleri arasında fark ve ($\pm$) standart hata değerleri verilmiştir. Çizelge 4.4'te ise renk analizinde hesaplanan değerler verilmiştir.

Çizelge 4.3. Renk analizinde ölçülen değerler

Kurutma Yöntemleri		L^* (Parlaklık)	a^* (Kırmızılık)	b^* (Sarılık)
Doğrudan Değmeli Kurutucu (45° C)	15 dakikada karıştırma	31,59±2,34 ^{bc}	1,12±0,99 ^{ab}	15,62±0,71 ^b
	30 dakikada karıştırma	34,27±0,92 ^b	0,83±0,31 ^{ab}	15,21±1,09 ^{bc}
Etüv'de Sıcak Hava İle Kurutma	35° C' de kurutma	30,07±2,5 ^{bc}	0,94±0,18 ^{ab}	13,80±0,62 ^{bcd}
	45° C' de kurutma	41,16±1,56 ^a	-3,20±0,44 ^d	20,91±0,92 ^a
	55° C' de kurutma	39,79±1,97 ^a	-1,15±0,24 ^c	21,14±0,82 ^a
Gölgede Kurutma		30,90±2,11 ^{bc}	1,70±0,52 ^a	13,51±0,95 ^{bcd}
Güneşte Kurutma		28,24±0,68 ^{cd}	1,05±0,57 ^{ab}	12,85±0,72 ^{cde}
Mikrodalgada Kurutma (280 W)		22,36±1,67 ^e	2,21±0,32 ^a	10,51±0,67 ^e
Mikrodalgada Kurutma (595 W)		24,69±1,27 ^{de}	0,12±0,41 ^{bc}	11,57±0,84 ^{de}
Taze Ürün		44,48±0,59 ^a	-14,32±0,23 ^e	22,89±1,01 ^a

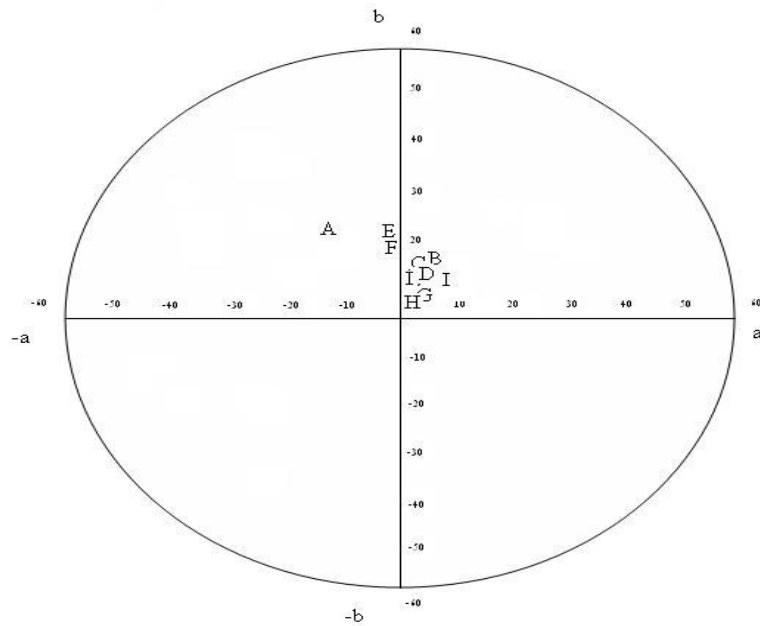
Çizelgede verilen a, b, c, d ve e indisleri SPSS programında yapılan Duncan testine göre kurutma yöntemleri arasında farkın gruplandırılmasını belirtmektedir.

Renk analizinde ölçülen L^* , a^* ve b^* değerleri için SPSS programında yapılan Duncan testinde kurutma yöntemlerinin kendi aralarındaki ve taze ürün değerleri arasındaki fark olup olmadığı alt bölümlerde ayrıntılı biçimde açıklanmıştır.

Çizelge 4.4. Renk analizinde hesaplanan değerler

Kurutma Yöntemleri		C* (Doygunluk)	h° (Hue açısı)	BI (Kahverengilik)
Doğrudan Değmeli Kurutucu (45° C)	15 Dakikada Karıştırma	15,66	85,90	68,23
	30 Dakikada Karıştırma	15,23	86,89	58,51
Etüv'de Sıcak Hava İle Kurutma	35° C' de Kurutma	13,83	86,11	61,64
	45° C' de Kurutma	21,15	-81,30	61,30
	55° C' de Kurutma	21,17	-86,89	69,74
Gölgede Kurutma		13,61	82,82	59,89
Güneşte Kurutma		12,89	85,34	61,46
Mikrodalgada Kurutma (280 W)		10,74	78,13	68,96
Mikrodalgada Kurutma (595 W)		11,57	89,41	61,20
Taze Ürün		27,00	-57,97	40,30

Çizelge 4.4'de ise ölçülen L*, a*, b* değerleri ile hesaplanan kroma (C*), hue açısı (h°) ve kahverengilik indeksi (BI) değerleri verilmiştir.



Şekil 4.10. Reyhanın renk özeliğinin L*, a*, b* renk uzayında gösterimi

Şekil 4.10'da çizelge 4.3' teki verilerin ışığında reyhan bitkisinin L^* , a^* , b^* renk uzayında gösterimi verilmiştir. Şekilde her bir kurutma yöntemi için ayrı ayrı noktalar belirlenmiş ve şekilde büyük harfler ile belirtilmiştir. Bu noktalar A: Taze ürün, B: Doğrudan değmeli kurutucuda 15 dakikada bir karıştırılarak kurutulan ürün, C: Doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırılarak kurutulan ürün, D: Etüvde 35° C' de kurutulan ürün, E: Etüvde 45° C' de kurutulan ürün, F: Etüvde 55° C' de kurutulan ürün, G: Gölgede kurutulan ürün, H: Güneşte kurutulan ürün, I: Mikrodalgada 280 W güç seviyesinde kurutulan ürün ve İ: Mikrodalgada 595 W güç seviyesinde kurutulan ürün için değerleri ifade etmektedir.

Şekil 4.10'da renk uzayına göre kurutma yöntemleri arasında yaş ürün rengine en yakın sonucu Etüvde 45° C' de ve 55° C' de kurutulan ürünler vermiştir. Renk uzayına göre diğer kurutma yöntemleri açısından bakıldığında önemli bir fark görülmemektedir.

4.3.1. Parlaklık Değeri (L^*)

Çizelge 4.3'te verilen değerlere göre taze ürün ile doğrudan değmeli kurutucuda her iki karıştırma sıklığında kurutulan, etüvde 35° C' de kurutmada kurutulan, güneş ve gölgede kurutulan ve mikrodalgada kurutulan örneklerin renk değerleri arasında istatistiki açıdan fark vardır. Etüvde 45° C ve 55° C örneklerin parlaklık değerleri ile yaş ürün parlaklık değeri açısından istatistiki açıdan fark yoktur. Kurutma yöntemlerini kendi aralarında karşılaştırdığımızda ise;

Doğrudan değmeli kurutucuda 15 dakikada bir ürünü karıştırmanın 30 dakikada bir karıştırmaya göre daha çok matlaştığı belirlenmiştir. Bu sonuca göre sık karıştırma işlemi ürünün parlaklık kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir.

Etüvde kurutmada ise taze örneklerle yakın parlaklık değerleri 45 °C ve 55° C' de kurutmada görülmüştür. 35 °C' de kurutmanın parlaklık değerini düşürdüğü görülmektedir. Bunun sebebi 35 °C' de kurutmada kurutma süresinin artması olarak düşünülmektedir.

Doğal ortamda (güneş ve gölge) kurutmada mikrodalgada kurutmadan sonra diğer yöntemlere göre örneklerin daha fazla matlaştığı tespit edilmiştir. Bu iki kurutma tekniğini kendi arasında karşılaştırdığımızda ise güneşte kurutmada örneklerin gölgede kurutmaya nazaran daha fazla matlaştığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise örneklerin direk güneş ışığına maruz kalmaları olduğu düşünülmektedir.

Mikrodalgada kurutmada ise güç seviyesi arttıkça ürünün matlık değerinin arttığı görülmektedir. Ayrıca güç seviyesinin artışı yanında kurutma süresinin de kısalması önemli bir etkidir.

4.3.2. Kırmızılık Değeri (a^*)

“ a^* ” değerinin negatif değerleri yeşil, pozitif değerleri ise kırmızılığı temsil etmektedir. Çalışmada taze örneklerin ölçülen değerleri ve kurutma yöntemlerinde elde edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark vardır. Elde edilen verilere göre doğrudan değmeli kurutucuda 15 dakikada karıştırma ve 30 dakikada karıştırma, etüvde 35° C’ de kurutma ve güneşte kurutma a değerinde istatistikî açıdan fark yoktur.

Doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırmanın 15 dakikada bir karıştırmaya göre istatistiki açıdan farkının olmadığı görülmüştür.

Etüvde kurutmada ise taze örneklerle en yakın yeşillik değeri 45 °C’ de kurutmada görülmüştür. 35 °C’ de kurutmanın yeşillik değerini düşürdüğü görülmektedir. Bunun sebebi 35 °C’ de kurutmada kurutma süresinin artması olarak düşünülmektedir. Ancak 55 °C’ de kurutmada yeşillik değeri düşmüştür. Bu verilere göre kırmızılık değerinin, kurutma sıcaklığına kurutma süresinden daha az bağımlı olduğu ortaya konulmuştur. Ancak bunun yanında önemli olan kurutma sıcaklığının diğer kalitesel özellikleri etkilememesine özen gösterilmelidir.

Gölgede kurutmada mikrodalgada (280 W) kurutmadan sonra diğer yöntemlere göre örneklerin daha fazla kırmızılaştığı tespit edilmiştir. Bu iki kurutma tekniğini kendi

arasında karşılaştırdığımızda ise gölgede kurutmada örneklerin güneşte kurutmaya oranla daha fazla kırmızılaştığı tespit edilmiştir.

Mikroalgada kurutmada ise güç seviyesi arttıkça ürünün kırmızılık değerinin yaş örneğe yaklaştığı görülmektedir. Ayrıca güç seviyesinin artışı yanında kurutma süresinin de kısılması önemli bir etkidir.

4.3.3. Sarı ve Mavilik Değeri (b*)

“b*” değeri sarılık değeri olarak bilinmektedir. Bu değer eğer pozitifse sarı, negatifse maviliği temsil eder. Yapılan çalışmada etüvde 45 °C’ de ve 55 °C’ de kurutmanın değerleri ile yaş ürünün “b*” değeri arasında istatistiki açıdan fark yoktur. Diğer değerlerde ise fark vardır.

Doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırmanın 15 dakikada bir karıştırmaya göre istatistiki açıdan farkının olduğu görülmüştür.

Etüvde kurutmada ise taze örneklerle en uzak sarılık değerini 35 °C’ de kurutmada görülmüştür. 45 °C’ de ve 55 °C’ kurutmanın sarılık üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu verilere göre sarılık değerinin kuruma süresinden çok kurutma sıcaklığına bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Güneş ve gölgede kurutmada mikroalgada kurutma hariç diğer yöntemlere göre örneklerin daha fazla sarılığı kaybettiği tespit edilmiştir. Bu iki kurutma tekniğini kendi arasında karşılaştırdığımızda ise güneşte kurutmada örneklerin gölgede kurutmaya nazaran daha fazla matlaştığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise örneklerin direk güneş ışığına maruz kalmaları olduğu düşünülmektedir.

Mikroalgada kurutmada ise güç seviyesi arttıkça ürünün sarılık değerinin azaldığı görülmektedir. Ayrıca güç seviyesinin artışı yanında kurutma süresinin de kısılması önemli bir etkidir. Ancak güç artışının diğer kalitesel özelliklere etkilememesine özen gösterilmelidir.

4.3.4. Kroma Değeri (C*)

Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Yaş ürüne en yakın doygunluk değeri etüvde kurutmada 45 °C’ de ve 55 °C’ de bulunmuştur. En düşük değerler ise mikrodalga denemelerinde görülmüştür. Kurutma yöntemlerinin kendi aralarında sıcaklık, karıştırma ve güç seviyelerine göre önemli bir fark tespit edilmemiştir.

4.3.5. Hue Açısı (h°)

Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmakta olup kırmızı-mor renkleri 0° ve 360° açı değerlerinde almakta, sarı rengi 90° açı değerinde almakta ve mavimsi yeşil rengi ise 180° ve 270° açı değerlerinde almaktadır.

Elde edilen verilere göre yaş ürüne en yakın değerler etüvde kurutmada 45 °C’ de ve 55 °C’ de bulunmuştur. En uzak değer ise mikrodalgada 280 W güç seviyesinde bulunmuştur. Diğer kurutma yöntemlerinde hue açısı değerinde önemli bir fark görülmemiştir.

4.3.6. Kahverengilik Değeri (BI)

BI değeri kahverengileşme indeksidir. Elde edilen verilerde yaş ürün değerine en yakın değeri doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırılarak kurutulan ürünler vermiştir. Bu indekse göre kurutma işleminden en çok olumsuz etkilenen yöntem ise etüvde 55 °C’ de kurutulan örneklerdir.

Doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırmanın 15 dakikada bir karıştırmaya göre BI değeri yaş üründe ölçülen değere daha yakındır.

Etüvde kurutmada 35 °C, 45 °C’de kurutmanın sıcaklık açısından BI değerine bir etkisi görülmemiştir. Ancak 55 °C’de kurutmanın kahverengilik değerini arttırdığı

görülmüştür. Buna göre etüvde kurutmada kahverengilik değeri zamana bağlı değildir fakat yüksek sıcaklık değerlerinde artmaktadır.

Güneş ve gölgede kurutma tekniğini kendi arasında karşılaştırdığımızda ise gölgede kurutulan örneklerin güneşte kurutulanlara oranla yaş ürün örneklerine daha yakın değerler vermiştir.

Mikrodalgada kurutmada ise güç seviyesi arttıkça ürünün kahverengilik değerinin yaş örneğin değerine yaklaştığı görülmektedir. Ayrıca güç seviyesinin artışı yanında kurutma süresinin de kısalması önemli bir etkidir. Bu yüzden güç seviyesi 595 W iken ürün kahverengilik değerini daha iyi korumuştur.

4.4. Uçucu Yağ Oranları

Uçucu yağ analizi yaş ürün ve kurutulmuş ürünler için ayrı ayrı yapılmıştır. Taze ürünler için 50 g örnek kullanılmıştır. Ancak kurutulmuş ürünlerde 20 g örnek kullanılmıştır. Daha sonra bütün örnekler ve taze ürün için uçucu yağ miktarı 100 g kuru maddeye göre hesaplanmıştır. Çizelge 4.5' te uçucu yağ analizi sonuçları verilmiştir;

Çizelge 4.5.Uçucu yağ oranları

Uçucu yağ analizi		Kurutulmuş ve Taze Örnekler İçin Uçuğu Yağ Değerleri (ml/100g kuru madde)
Taze Ürün		0,74±0,07 ^a
Doğrudan Değmeli Kurutucu (45° C)	15 Dakikada Karıştırma	0,70±0,001 ^a
	30 Dakikada Karıştırma	0,58±0,03 ^{ab}
Etüv	35° C' de Kurutma	0,48±0,03 ^{bc}
	45° C' de Kurutma	0,69±0,06 ^a
	55° C' de Kurutma	0,61±0,06 ^{ab}
Gölgede Kurutma		0,52±0,1 ^{bc}
Güneşte Kurutma		0,41±0,001 ^c
Mikrodalgada 280 W Güç		0,25±0,03 ^d
Mikrodalgada 595 W Güç		0,10±0,02 ^e

Çizelgede verilen a, b, c, d ve e indisleri SPSS programında yapılan Duncan testine göre kurutma yöntemleri arasında farkın gruplandırılmasını belirtmektedir.

Çalışmada taze örneklerin ölçülen değerleri ve kurutma yöntemlerinde elde edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark vardır. Ancak doğrudan değmeli kurutucuda 30 dakikada bir karıştırılarak kurutulan örneklerde ve etüvde 55° C' de kurutulan örneklerde kurutulan örneklerde istatistiki açıdan fark yoktur.

Çizelgeye göre uçucu yağ miktarı taze ürünle doğrudan değmeli kurutucuda 15 dakikada bir çevrilerek kurutulan ve etüvde 45° C' de kurutulan örneklerde kurutulan örnekler arasında fark yoktur. En az uçucu yağ oranı ise mikrodalgada 595 W güç seviyesinde kurutulan örneklerde bulunmuştur.

Doğrudan değmeli kurutucuda kurutma işleminde örnekler arasında istatistikî açıdan fark vardır. Bu kurutma yönteminde karıştırma sıklığının uçucu yağ kaybını azaltmıştır.

Etüvde kurutma işleminde örnekler arasında istatistiki açıdan fark vardır. Etüvde 45° C’ de kurutma işleminde uçucu yağ miktarı diğer sıcaklıklarda kurutmaya göre daha fazladır.

Doğal ortamda (gölgede ve güneşte) kurutmada istatistiki açıdan fark vardır. Gölgede kurutmada uçucu yağ kaybı daha az olmuştur.

Uçucu yağ miktarı kaybının en çok olduğu kurutma tekniği mikrodalgada kurutmadır. Uçucu yağ oranının yüksek olması istendiği durumlarda mikrodalgada kurutma uygun değildir.

5. SONUÇ

Tıbbi ve aromatik bitkiler dünya pazarlarında önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz bu bitkilerin bir bölümünün anavatanı olup ve bir bölümünün de yetişebildiği flora sahiptir. Örneğin, Türkiye Dünya'daki en büyük kimyon ihracatçılarından birisidir. Çiftçilerin bu bitkileri toplamaktan ziyade yetiştirmesi teşvik edilmeli, ürün alım garantisi ile desteklenmelidir.

Tıbbi ve aromatik bitkiler baharat ve eterik yağ olarak gıda grubunda, ilaç, kozmetik, temizlik ve doğal boya endüstrilerinde hammadde olarak kullanılmaktadır.

Dünya genelinde 500'den fazla çeşidi olan bu bitkilerin 200 kadarının kültüre alındığı bilinmektedir. Kültüre alınan bitkilerin yetiştirme, hasat, kurutma gibi işlemlerdeki problemleri ortadan kaldırılmak için çalışmalar devam ettirilmelidir. Bunun yanında daha fazla bitki türü kültüre alınmalıdır.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin maliyetin yaklaşık yarısını kurutma maliyeti kapsamaktadır. Bu bitkilerin kalitesel ve etken maddelerindeki aşırı kayıplar sebebiyle doğal kuruma uygun bir yöntem değildir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin özel durumlarından dolayı ürüne has tasarlanmış kurutucularda kurutulmalıdır. Tıbbi ve aromatik bitkiler yüksek sıcaklıklarda kurutulmamalıdır.

Kuruma süreleri açısından en hızlı kurutma yöntem mikrodalgada kurutmadır. Ancak, gerek renk gerekse etken madde kaybı açısından bu kurutma yöntemi uygun değildir. Etüvde kurutma kuruma süresi açısından daha uygundur.

Çalışma sonucunda kurutma yöntemleri içerisinde doğrudan değmeli kurutucuda kurutmanın etüvde kurutmaya bir alternatif olduğu görülmüştür.

Kalitesel özellikler açısından renk analizlerine bakıldığında en uygun kurutma yöntemi etüvde 45° C' de kurutma yöntemidir. Renk kaybı açısından mikrodalgada düşük güç seviyesinde kurutma yönteminin kullanılmasının uygun olmadığı görülmüştür.

Etken madde kaybına bakıldığında en uygun kurutma yöntemi doğrudan değmeli kurutucuda 15 dakikada bir çevrilerek yapılan kurutmadır. En çok kayıp ise mikrodalgada yüksek güç seviyesinde yapılan kurutmada görülmüştür.

Tıbbi ve aromatik bitkilerde yapılacak kurutma çalışmalarda bitkilerin sap ve yaprakları birbirinden ayrılması örneklerde daha homojen bir nem içeriği elde edilmesini sağlayacaktır. Ancak büyük ölçekli kurutma işlemlerinde sap ve yaprakların ayrılması mümkün değildir. Bu işlemin laboratuvar tipi kurutucularda yapılması daha uygundur.

KAYNAKLAR

- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A. and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36:1737-1746.
- Barbieri, S., Elustondo, M. and Urbicain, M., 2004. Retention of aroma compounds in basil dried with low pressure superheated steam. *Journal of Food Engineering*, 65:109-115.
- Baydar, H., 2005. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın No:55.
- Bent, S., Ko, R., 2004. Commonly used herbal medicines in the United States: A review. *The American Journal of Medicine*, 116:478-485.
- Diaz-Maroto, M.C., Perez-Coello, M.S., Vinas M.A.G. and Cabezudo, M.D., 2003. Influence of drying on the flavor quality of spearmint (*Mentha spicata* L.). *J. Agric. Food Chem.* 51:1265-1269.
- Diaz-Maroto, M.C., Palomo, E.S., Castro, L., Vinas M.A.G. and Perez-Coello, M.S. 2004. Changes produced in the aroma compounds and structural integrity of basil (*Ocimum basilicum* L.) during drying. *J. Sci. Food Agric.* 84:2070-2076.
- Doymaz, İ., 2006. Thin layer drying behaviour of mint leaves. *Journal of food engineering* 74, 370-375.
- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M.C.W., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S.F., Wold, A-B., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L.F., Moskaug, J.O., Jacobs, D.R. and Blomhoff, R., 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J. Nutr.* 132, 461-471.
- Kennedy, J., 2005. Herb and supplement use in the US adult population. *Clinical Therapeutics*, 27:1847-1858.
- Lange, D., 2005. International trade in medicinal and aromatic plants (Chapter 11). In: (Editors: R.J. Bogers, L.E. Craker, D. Lange) *Proceedings of the Frontis Workshop on Medicinal and Aromatic Plants*, Wageningen, The Netherlands.
- Makinen, S.M., Paakkonen, K.K., 1999. Processing and use of basil in foodstuffs beverages and in food preparation. In: (Editors: R. Hiltunen ve Y. Holm) *Basil, The Genus Ocimum*. Harwood Academic Publishers.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Müller, J., Reisinger, G., Mühlbauer, W., 1989. Trocknung von Heil- Und Gewürzpflanzen mit Solarenergie im Foliengewächshaus, *Landtechnik*, Vol : 2, pp.58-65.
- Özcan, M., Arslan, D., Ünver, A., 2005. Effect of Drying Methods on the Mineral Content of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Food Engineering*. 69:375-379.
- Öztekin, S., Soysal, Y., 2000. Çiçeğin yararlanılan aromatik bitkiler için tasarlanan bir rafli kurutucu Çukurova II.Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı pp:357-362 ISBN:975-442-075-0 Erzurum.
- Öztekin, S., Başçetinçelik, A. ve Soysal, Y., 1999. Crop drying programme in Turkey. *Renewable Energy*, 16:789-794.
- Paakkonen, K., Havento, J., Galambosi, B. and Pyykkonen, M. 1999. Infrared drying of herbs. *Agricultural and Food Science in Finland*, 8:19-27.

- Pavela, R., 2004. Insecticidal activity of certain medicinal plants. *Fitoterapia*, 75:745-749.
- Rocha, T., Lebert, A. and Marty-Audouin, C., 1993. Effect of pretreatments and drying conditions on drying rate and colour retention of basil (*Ocimum basilicum*). *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 26:456-463.
- Romagnoli, B., Menna, V., Gruppioni, N. and Bergamini, C., 2007. Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb-teas, and medicinal plants marketed in Italy. *Food Control*, 18:697-701.
- Sağdıç, O., Özcan, M., 2003. Antibacterial activity of Turkish spice hydrosols. *Food Control*, 14:141-143.
- Sifola, M.I., Barbieri, G., 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 108:408-413.
- Simal, S., Mullet, A., Tarranzo, J. and Rosello, C., 1996. Drying models for green peas. *Food Chemistry*, 55, 121-128
- Soysal, Y., 2004. Microwave Drying Characteristics of Parsley. *Biosystems Engineering*. 89(2):167-173.
- Soysal, Y., Öztekin, S., 2000. Yapraktan Yararlanılan Aromatik Bitkiler için Tasarlanan Bir Raflı Kurutucu: Çukurova I. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı pp:351-356 ISBN:975-442-075-0 Erzurum.
- Strumillo, C., Jones, P.L. and Zylla R., 1995. Energy Aspects in Drying in: *Handbook of Industrial Drying*, Marcel Dekker Inc., Edited by Arun S. Mujumdar. Vol:2 pp.1241-1275.
- Umerie, S.C., Anaso, H.U. and Anyasoro, L.J.C., 1998. Insecticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf-extract. *Bioresource Technology*, 64:237-239.
- Wargovich, M.J., Woods, C., Hollis, D.M. and Zander, M.E. 2001. Herbals, Cancer Prevention and Health. *The Journal of Nutrition*, Supplement:3034S-3036S.
- Wheaton, A.G., Blanck, H.M., Gizlice Z. and Reyes, M., 2004. Medicinal herb use in a population-based survey of adults: prevalence and frequency of use, reasons for use, and use among their children. *Annals of Epidemiology*. 15:678-685.,
- Yağcıoğlu, A., 1999. Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:536. Bornova, İzmir.
- Yaldız, O., ERTEKİN, C. ve Uzun, H. İ., 2000. Çekirdeksiz Üzümün İnce Tabaka Halinde Güneş Enerjisi ile Kurutulmasının Matematiksel Modellemesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı pp:345-350 ISBN:975-442-075-0 Erzurum.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E. and Pokorny, J., 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. *Eur. J. Lipid Sci.Technol.* 108:776-793.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Hakan POLATCI
 Doğum Tarihi ve Yer : 09/08/1982
 Medeni Hali : Evli
 Yabancı Dili : İngilizce
 Telefon : 05054966665
 e-mail : hakan_polatci@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2005
Lise	Tokat Anadolu Lisesi	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-2008	Gaziosmanpaşa Ün.	Araştırma Görevlisi

Yayınlar

- Altuntaş, E., Polatçı, H., Bayram, E., 2007. Kombine Ekim Makinasında Farklı Ekim Normları ve İlerleme Hızlarının Buğday ve Fiğ Tohumlarının Sıra Üzeri ve Sıralar Arası Tohum Dağılım Düzensizliğine Etkileri. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi 24 (2), 57-65
- Polatçı, H., Tarhan S., 2007. Doğrudan Değmeli Kurutucunun Maydanoz (*Petroselinum crispum*) Bitkisinin Kuruma Süresine ve Kalitesine Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı. pp:375-382 ISBN:978-975-6497-05-0 Kahramanmaraş.

Hobiler

- Sempozyum ve fuarlara katılmak
- Bilgisayar donanımı ve yazılımı
- Belgesel seyretmek