

**MALATYA-ARGUVAN YÖRESİNDE
TOPLANAN ÇAŞIR MANTARINDA
(*Pleurotus Eryngii*) FARKLI KURUTMA
YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Fuat LÜLE
Doktora Tezi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU
2014-Tekirdağ

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**MALATYA-ARGUVAN YÖRESİNDE TOPLANAN ÇAŞIR
MANTARINDA (*Pleurotus Eryngii*) FARKLI KURUTMA
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Fuat LÜLE

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. BİROL KAYIŞOĞLU

TEKİRDAĞ-2014

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU danışmanlığında, Fuat LÜLE tarafından hazırlanan “Malatya-Arguvan yöresinde toplanan aŐır mantarında (*pleurotus eryngii*) farklı kurutma yöntemlerinin karşılaştırılması” isimli bu çalışma jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri BaŐkanı : Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza :

Üye : Prof. Dr. Turhan KOYUNCU

İmza :

Üye : Prof. Dr. Abdullah SESSİZ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Recai DURGUT

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

MALATYA-ARGUVAN YÖRESİNDE TOPLANAN ÇAŞIR MANTARINDA (*Pleurotus Eryngii*) FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Fuat LÜLE

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

Doğada çadır bitkisinin bir önceki yıldan kalan ve toprak altında çürümüş kalıntılarından çıkan çadır mantarı, genellikle dağlık kesimlerde ve ülkemizin belirli bölgelerinde bulunmaktadır. Bu bölgelerde kırsal kesimlerde yaşayan insanlar tarafından toplanmaktadır. Hasat zamanının kısa olmasından dolayı toplanan ürünün kısa zamanda değerlendirilmesi gerekmektedir. Taze tüketimin dışında, kırsal alanlarda en iyi saklama yöntemlerinin başında kurutma gelmektedir. Bu araştırmada Çadır mantarında beş farklı kurutma yöntemi uygulanmıştır. Araştırmada, başta güneş enerjisinden faydalanarak, en yaygın uygulama alanı bulan yöntemlerin saptanması amaçlanmıştır. Bu araştırmada Çadır mantarını kurutmak için güneşte sergide kurutma, güneşte açıkta kurutma, güneşte gölgede kurutma, sıcak havalı kabin tipi kurutucuda kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri seçilmiştir. Kurutma uygulamalarından önce kurutulacak mantarlar, kök kısımlarından ayrılarak temizleme önışlemden geçirilmiştir. Bu araştırmada, Güneşte kurutma uygulamalarında; sergide, açıkta kurutma ve gölgede kurutma yöntemleri sırasındaki en düşük ve en yüksek hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızı değerleri sırasıyla 23-31 °C, %32.70-46.70 ve 1.1-1.5 m/s olarak kaydedilmiştir. Sıcak havalı kabin tipi kurutucuda ortalama dış sıcak 28.2°C, iç ortam sıcaklığı 52.1°C ve paça çıkış hava hızı 2.12 m/s olarak ölçülmüştür. Mikrodalga kurutma yöntemi ile çadır mantarı kurutulmasında mikrodalga cihazı üzerinde bulunan 180, 360, 600 ve 800 W güç kademelerinde kurutma uygulaması yapılmıştır. Hem kurutulmuş çadır mantarında, hem de taze çadır mantarında kaliteyi ve besin içeriklerini belirleyici çeşitli analizler yapılmıştır (renk ölçümü, toplam kuru madde içeriği, suda çözünür kuru madde içeriği, makro ve mikro elementler içeriği, kül tayini, toplam fenolik bileşikler ve toplam azot ve protein tayini ve fosfor içerik). Özellikle mikrodalga fırınında farklı güç kademelerinde (180W, 360W, 600W, 800W) kurutulan mantar örneklerinin, bu çalışmada kullanılan diğer kurutma yöntemlerine göre renk özelliği açısından tercih edilemeyeceği sonucuna varılmıştır. Güneş enerjisinden yararlanarak yapılan kurutmanın, mantarın doğal yapısının bozulmadan korunmasına daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Sıcak havalı kabin tipi kurutma yönteminde, mantarların daha kısa sürede kuruduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çadır mantarı, güneşte kurutma, gölgede kurutma, kabin tipi kurutucu, Mikrodalga kurutma,

ABSTRACT

PhD Thesis

COMPARISON OF DIFFERENT DRYING METHODS ON THE COLLECTED ÇAŞIR MUSHROOMS (*Pleurotus Eryngii*) IN MALATYA-ARGUVAN REGION

Fuat LÜLE

Namık Kemal University
Institute of Science
Department of Biosystems Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

Çaşır mushroom, which is out from rotten remains of last year's plant of Çaşır and usually grow in mountainous areas and in certain regions of the country, is usually collected by the local people. Because of having very short time of harvesting of the Çaşır mushroom, the harvested product needs to be assessed in a short period. In rural areas the best preservation method other than fresh consumption of this mushroom is seem to be drying. In this study, five different drying methods were applied on Çaşır mushroom. This study, identification of the most common application fields, which are taking advantage of solar energy in particular, has been aimed. Exhibition drying in the sun, drying in open areas exposed to sun, drying in the shade exposed to sun, drying in the cabin dryer type with hot air and microwave drying methods are chosen to be tried. Mushrooms to be dried were pretreated before drying process. As a pretreatment, firstly root sections separated from the body by cleaning and then the remains were put into the drying process. In this study, during the methods of drying applications; in the sun; exhibition drying in the sun, drying in open areas, drying in the shade exposed to sun, the values of the lowest and the highest temperature, humidity and wind speed were recorded as 23-31 °C, %32.70-46.70 and 1.1-1.5 m/s respectively. The average outdoor and indoor temperature and the cuff exit speed were measured as 28.2-52.1°C and 2.12 m/s respectively in the cabin dryer type with hot air. In the process of Çaşır mushroom drying with the method of microwave drying, 180, 360, 600 and 800 W power levels which were available on the oven were applied to specimens. Various analyses were carried out for determining nutritional and quality content of not only the dried Çaşır mushrooms but also the fresh ones (color measuring, total dry matter content, soluble dry matter content, macro and micro element content, ash content, total phenolic compounds and nitrogen content, protein content, phosphorous content). In particular, the study was concluded that the dried mushrooms specimens particularly obtained by the microwave oven at different levels (180W, 360W, 600W, 800W) cannot be favored to other drying methods used in this study with regards to color property. The drying benefited from the solar energy is seen to be more effective to preserve the natural structural of mushrooms from getting degradation. In in the drying method of cabin type with hot air, the mushrooms are found to dry more quickly.

Keywords: Çaşır mushroom, drying in the sun, drying in the shade exposed to sun, cabin type dryer and microwave drying.

2014, 102 Pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGELER DİZİNİ	ix
ÖNSÖZ	xi
TEŞEKKÜR	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mantarın Beslenmedeki Yeri	6
1.2. Kurutma ile ilgili genel bilgiler.....	13
1.3. Kurutma yöntemleri ve kurutucular	16
1.3.1. Doğal kurutma.....	16
1.3.2. Yapay kurutma	17
1.3.3. Doğal ve yapay kurutmanın karşılaştırılması	19
1.4. Kurutma sistemleri	19
1.4.1. Konvektif kurutma	20
1.4.2. Kontakt kurutma.....	21
1.4.3. Radyasyon ile kurutma	21
1.4.4. Dielektrik kurutma	21
1.4.5. Mikrodalga kurutucular	21
1.4.6. Donmalı kurutma	22
1.4.7. Ozmotik kurutma	22
1.5. Kuruma hızına etki eden faktörler	22
1.6. Kurutma sırasında ürün kalitesine etki eden etmenler	23
1.6.1. Kurutma sıcaklığı.....	23
1.6.2. Kurutma süresi	23
1.6.3. Kurutma % nem oranı	23

1.6.4. Rehidrasyon	23
1.7. Kurutmayı etkileyen faktörler	23
1.8. Kurutmada meydana gelen başlıca değişimler	24
1.8.1. Fiziksel değişimler	24
1.8.2. Kimyasal ve diğer değişimler	25
1.9. Kurutma öncesi başlıca ön işlemler	26
1.10. Meyve kurutulması.....	26
1.11. Sebze kurutulması	27
1.12. Mantar kurutulması	28
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	31
2.1. Farklı ürünlerle ilgili kurutma çalışmaları.....	31
2. 2. Mantar kurutma ile ilgili çalışmalar	41
3. MATERYAL VE YÖNTEM	44
3.1. Materyal.....	44
3.1.1. Deneme materyali ve toplandığı bölge.....	44
3.1.2. Kurutma işlemlerinde kullanılan sistemler	46
3.2. Yöntem	59
3.2.1. Mantarların toplanması.....	59
3.2.2. Ön işlem.....	60
3.2.2. Kurutma Yöntemleri.....	61
3.3. En uygun kurutma modelinin saptanması	64
3.3. Kuruma hızının saptanması	65
3.4. Yapılan gözlem ve analizler	65
3.4.1. Nem tayini	65
3.4.2. Renk tayini.....	66
3.4.3. Kül tayini	67
3.4.4. Karbon Hesaplaması.....	67
3.4.5. Azot ve protein tayini	67
3.4.6. Örneklerin mineral madde içeriklerinin belirlenmesi	67
3.4.7. Rehidrasyon oranı tayini.....	68
3.4.8. Toplam fenolik madde tayini.....	68
3.4.9. Fosfor Analizi	69
3.5. Sonuçların değerlendirilmesi	69

4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	70
4.1. En uygun kurutma modelleri	70
4.2. Kuruma süreleri ve üründen uzaklaştırılan su miktarları	74
4.3. Kuruma hızları	76
4.4. Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun verimi.....	78
4.5. Mikrodalga ile kurutmada kurutma verimleri.....	78
4.6. Renk Analiz Sonuçları.....	79
4.7. Rehidrasyon Oranı Sonuçları.....	81
4.8. Kül Miktarı Sonuçları.....	83
4.9. Karbon Miktarı Sonuçları.....	83
4.10. Azot ve Protein Miktarı	84
4.11. Mineral Madde Miktarı	85
4.12. Toplam Fenolik Madde	87
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	89
5.1. Sonuç	89
5.2. Öneriler.....	90
6. KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	102

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1: Kültür mantarları ile diğer sebze türlerinin bileşenlerinin karşılaştırılması..	7
Çizelge 1.2: Bazı yazarlara göre mantarlarda bulunan vitaminler.....	7
Çizelge 1.3: Malatya iline ait meteorolojik verileri.....	10
Çizelge 1.4: Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı.....	11
Çizelge 1.5: Adıyaman ilinin güneşlenme süreleri.....	12
Çizelge 1.6: Adıyaman ilinin son 10 yılına ait meteorolojik veriler.....	13
Çizelge 1.7: Güneşte sergide kurutulan meyvelerin bazı özellikleri.....	17
Çizelge 1.8: Yapay ve doğal kurutmanın karşılaştırılması.....	20
Çizelge 1.9: Bazı kurutulmuş meyvelerin ihracat verileri.....	27
Çizelge 1.10: Kurutulmuş bazı sebzelerin ihracat verileri.....	28
Çizelge 1.11: Dünya kültür mantarı üretiminin türlere göre oransal dağılımı.....	29
Çizelge 1.12: Kurutulmuş farklı mantar türlerinin içerdiği besin değerleri.....	30
Çizelge 1.13: Bazı mantarlara ait kurutulan miktar ve ihracat gelirleri.....	30
Çizelge 3.1: Denemelerde kullanılan mikrodalga fırınının bazı özellikleri.....	53
Çizelge 3.2: Mikrodalga fırınına ait ölçülen değerler.....	54
Çizelge 3.3: Değerlendirilen kurutma modelleri.....	64
Çizelge 4.1: Kurutma modellerinin hesaplanan parametreleri.....	70
Çizelge 4.2: Kurutma süreleri ve uzaklaştırılan nem miktarları.....	75
Çizelge 4.3: Kurutma sonrası kalan kuru madde miktarlarının varyans analiz tablosu...	75
Çizelge 4.4: Mikrodalga kurutma yöntemlerinde kurutma verimleri.....	78
Çizelge 4.5: Yaş mantarda L a b değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	79
Çizelge 4.6: Kurutulmuş mantarlarda Lab değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları...	80
Çizelge 4.7: Yaş mantarlarda ve kurutulmuş mantarlarda renk ölçüm sonuçları.....	81
Çizelge 4.8: Kurutma yöntemlerinin rehidrasyon oranlarına etkisi.....	82
Çizelge 4.9: Kurutma yöntemlerinin azot ve protein miktarları.....	85
Çizelge 4.10:Farklı yöntemlerle kurutulmuş Çaçır mantarının mineral madde miktarları	87
Çizelge 4.11: Toplam fenolik madde analiz sonuçları.....	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1: Mantarın genel görünümü.....	3
Şekil 1.2: Adıyaman ilinin güneş enerjisi potansiyel atlası.....	12
Şekil 3.1: Çaçır mantarının toplandığı Malatya-Arguvan ilçesi Atma Bölgesi Çakmak Yaylası.....	44
Şekil 3.2: Çaçır mantarının toplandığı Malatya-Arguvan ilçesi Atma Bölgesi Çakmak Yaylası uydu görüntüsü.....	45
Şekil 3.4: Güneşte sergide kurutma.....	46
Şekil 3.5: Güneşte açıkta kurutma ve denemelerde kullanılan masalar.....	47
Şekil 3.6: Güneşte gölgede kurutma ve denemelerde kullanılan masalar.....	48
Şekil 3.7: Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun 2. kısım ile 4. kısmın birleşme kanalı.....	49
Şekil 3.8: Alt kolektör kasasının ön yüzeyine açılan hava giriş delikleri.....	49
Şekil 3.9: Kollektör giriş ağzına monte edilen fan, güneş pili, regülatör ve piranometre.	50
Şekil 3.10.a: Ürünün kurutulduğu 4.kısımın üretim aşamaları.....	50
Şekil 3.10.b: Sıcak havalı kabin tipi kurutucu.....	51
Şekil 3.11: Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun teknik çizimleri.....	52
Şekil 3.12: Denemelerde kullanılan mikrodalga fırın.....	53
Şekil 3.13. a, b: Hassas terazileri, c; Anemometre, d; İç ve dış ortam sıcaklık-nem ölçer, e; Güneş pili ve piranometre.....	55
Şekil 3.14: Kuru madde tayininde kullanılan etüv.....	55
Şekil 3.15: Renk ölçüm cihazı.....	56
Şekil 3.16: Denemelerde kullanılan öğütücüler.....	56
Şekil 3.17: Denemelerde kullanılan hassas terazi ve kül fırını.....	56
Şekil 3.18: Öğütülmüş mantarların tartımında kullanılan hassas terazi.....	57
Şekil 3.19: Azot tayininde kullanılan VELD Scientifica UDK 120 cihazı.....	57
Şekil 3.20: Makro ve mikro elementlerinin belirlenmesinde kullanılan atomik absorpsiyon spektrometre cihazı.....	58
Şekil 3.21:Toplam fenolik bileşiklerin belirlenmesinde kullanılan cihazlar.....	59
Şekil 3.22: Rehidrasyon oranı tayininin belirlenmesinde kullanılan cihaz ve ekipmanlar	59
Şekil 3.23. a: Çaçır mantarının çaçır bitkisiyle görünüşü b;Çaçır mantarının toplanması	60
Şekil. 3.24. a: Çaçır mantarının lamellerinin görüntüsü, b: Çaçır mantarının arka yüz Görüntüsü.....	61

Şekil 3.25: Makro ve mikro elementlerinin belirlmesine yönelik laboratuvar Çalışmaları.....	67
Şekil 4.1: Sergide kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	71
Şekil 4.2: Açıkta kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	71
Şekil 4.3: Gölgede kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	72
Şekil 4.4: Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucuda kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	72
Şekil 4.5: Mikrodalga fırında 800 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	73
Şekil 4.6: Mikrodalga fırında 600 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	73
Şekil 4.7: Mikrodalga fırında 360 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	74
Şekil 4.8: Mikrodalga fırında 180 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları.....	74
Şekil 4.9: Güneşte kurutma yöntemlerinin kuruma hızları.....	76
Şekil 4.10: Mikrodalga kurutma yöntemlerinin kuruma hızları.....	77
Şekil 4.11: Mikrodalga kurutma yönteminde uygulanan güç ve denge nemine ulaşma süreleri arasındaki ilişki.....	77
Şekil 4.12: Mikrodalga kurutma yöntemlerinin kurutma verimleri	79
Şekil 4.13: Kuruma yöntemlerinin Rehidrasyon oranları	82
Şekil 4.14: Kuruma yöntemlerinin Kül miktarı % oranları	83
Şekil 4.15: Farklı yöntemlerle kurutulmuş mantarların karbon miktarları	84

SİMGELER DİZİNİ

X_{KB}	: Kuru baza göre başlangıç nem içeriği (% g_{nem}/g_{kuru})
m_{SU}	: Üründeki su kütlesi (g),
m_T	: Ürünün toplam kütlesi (g)'dir.
m_{KM}	: Üründeki toplam kuru madde kütlesi (g)'dir.
RO	: Rehidrasyon Oranı
A	: Rehidre olmuş örneğin ağırlığı
B	: Örneğin kuru ağırlığı
n	: Yılın kaçınıcı günü olduğu, $1 \leq n \leq 365$
β	: İdeal kollektör açısı, °
δ	: Güneş deklinasyon açısı, °
ϕ	: Yörenin enlem derecesi, °
A_c	: Kollektör yüzey alanı, m^2
C_p	: Havanın sabit basınçtaki özgül ısısı, J/(kgK) ($C_p = 1,0049$ kJ/kg°C)
ρ	: Havanın yoğunluğu kg/m^3 ($\rho = 1,177$ kg/m^3)
G_T	: Kollektöre gelen güneş radyasyon intensitesi, W/m^2
\dot{m}	: Havanın kütleli akışı, kg/s
v	: Hava çıkış hızı m/s
Q_u	: Yararlı ısı enerjisi, W
T_o	: Havanın çıkıştaki sıcaklığı, K
T_i	: Havanın giriş sıcaklığı (dış hava sıcaklığı), K
η	: Sistem verimi
$E_{ısı}$: Mantara verilen ısı enerjisi (J)
E_{elek}	: Tüketilen elektrik enerjisi (J)
M	: Mantarın kütlesi (kg)
c	: Suyun ısı sığası (J/kg. °C)
ΔT	: Sıcaklık farkı (°C)
U	: Gerilim (V)
I	: Akım (A)

t	: Zaman (s)
a^*	: kırmızı-yeşillik değeri
b^*	: sarılık mavilik değeri
L^*	: renk parlaklığını değeri
KM	: Kuru Madde
GAK	: Güneşte Açıkta Kurutma
GSK	: Güneşte Sergide Kurutma
GGK	: Güneşte Gölgede Kurutma
KTK	: Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucu
MDK	: Mikrodalga Kurutucu

ÖNSÖZ

Canlılar; yaşamlarını sürdürebilmek için hava ve su kadar besin elementlerine de ihtiyaç duymaktadırlar. Besin elementleri tarımsal ve hayvansal üretimden elde edilen ürünler olarak tanımlanabilir. Tarımsal ürünlerin büyük bir kısmı taze yaş olarak tüketildiği gibi çeşitli yöntemlerle yaş ürünler kurutulularak uzun süre saklama yöntemi ile kuru olarak ta tüketilmektedir. Kurutma, özellikle gıda, kimya, seramik, kağıt, tekstil ve deri sanayilerinin temel işlemlerinden biridir.

Bitkisel ve Hayvansal ürünler taze olarak tüketildiği gibi ürünlerin hasattan sonra ki zamanda da tüketilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Taze olarak tüketilemeyen ürünlerin dayanım süreleri çeşitli yöntemlerle uzatılmaktadır. İnsanlığın ilk çağlarından itibaren yiyeceklerin muhafazasında kullanılagelen yöntemlerin başında en yaygın olanı kurutma yöntemidir.

Genel bir ifadeyle kurutma, bir ürünün içerdiği nemin belli bir amaca bağlı olarak belirli bir sınır değere kadar buharlaştırılarak üründen uzaklaştırılmasına denir. Bu yolla olası bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ve kimyasal reaksiyonların durdurulduğu veya yavaşlatıldığı bir işlemdir.

Kurutma işlemi bu tür avantajlarının yanı sıra, kuru ürünlerin yüksek gelir getirmesi sebebiyle de giderek artan bir uygulama haline gelmiştir. Sebze ve meyve gibi ürünlerin içerdikleri nemin uzaklaştırılması, yapılarından dolayı, ürün kalitesine en az zarar gelecek şekilde gerçekleştirilmelidir. Kurutma sırasında uygulanan yüksek sıcaklıklar ve doğru olarak seçilmeyen diğer şartlar ürünün hem görünüşünde hem de besin içeriğinde olumsuz sonuçlar meydana getirebilmektedir.

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan mantarlar doğada kendiliğinden yetişen ve kültürü yapılan bitkilerin başında gelmektedir. Milattan önce 200-300 yıllarına kadar uzanan ve doğadan toplanarak tüketilen mantarlar 16.yy'da Fransa'da kültüre alınarak yetiştirilmeye başlanmıştır. Doğada kendiliğinden ve mevsimlere bağlı olarak farklı zamanlarda yetişen mantarlar özellikle kırsal kesimde yaşayan insanlar için önemli bir besin kaynağıdır.

Ülkemizin farklı bölgelerinde de yetişen *Pleurotus eryngii* mantarı, Doğu Anadolu Bölgesinin dağlık kesiminde özellikle Malatya-Arguvan, Tunceli, Erzincan ve Adıyaman ilinin dağlık kesimlerinde yetişmekte olan Çaçır mantarı (*Pleurotus eryngii*), Kral Mantarı olarak ta tanınmakta lezzeti ve besleyici değeri ile bilinmektedir.

Yenilebilir doğa mantarları içerdikleri başta protein olmak üzere vitaminler, antibiyotikler ve hormonlarla birlikte canlılar için önemli bir besin deposudur. Doğa Mantarları; sınırlı miktarda kendiliğinden yetişen, toplanma zamanının gecikmesi durumunda çevre şartlarından olumsuz etkilenen, raf ömürleri kısa olan ve çabuk bozulabilen bir üründür. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak, yöre insanının rahatlıkla uygulayabileceği fazla bakım gerektirmeyen, ucuz, basit, sürekli kullanılabilir, en doğru kurutma yöntemlerle, ürün kalitesinde, renginde, besin elementlerinde ve yapısında en az kayıp meydana gelecek şekilde kurutulmasıyla sağlanmaktadır.

Bu çalışmada; Çaçır mantarı (*Pleurotus eryngii*) kurutulmasında farklı yöntemlerle kurutulularak kurutma yöntemlerinin ürün kalitesine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmış, kurutma işlemleri sonucu kurutulmuş mantar ile taze mantar için çeşitli analizler yapılarak uygulanan tüm yöntemlerin mantar üzerine etkileri karşılaştırma yapılarak saptanmaya çalışılmıştır.

TEŞEKKÜR

Beni bu konuya yönlendiren, çalışmalarım süresince değerli görüş ve katkılarıyla bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU'na, Hocam Sayın Prof. Dr. Poyraz ÜLGER'e, Adıyaman Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Dekanı Hocam Sayın Prof. Dr. Turhan KOYUNCU'ya, denemelerin yürütülmesinde, çalışmanın sonuçlanmasında her türlü katkı, yardım ve öğretilerinden dolayı Mersin Üniversitesi Silifke MYO Öğretim elemanı Sayın Dr. Garip YARŞI'ya, Mersin Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Doç. Dr. Rıza BİNZET'e ayrıca Adıyaman Üniversitesi Kahta MYO Öğretim üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa GÖÇER'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Kemal ZORLU'ya, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyeleri Sayın Prof. Dr. Aysel SIVACI ve Sayın Prof Dr. Rıdvan SIVACI'ya, Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Fırat BARAN'a, Araştırma Görevlisi Sayın Ali İhsan KAYA'ya, Teknoloji Fakültesi Sekreteri Sayın Ayhan AYDIN'a, Sağlık Yüksekokulu Öğretim Üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Süleyman BAYRAM'a, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Öğretim Üyesi Sayın A. Refik ÖNAL'a, Namık Kemal Üniversitesi Hayrabolu MYO Öğretim Elemanı Sayın Dr. Fusun Hastürk ŞAHİN'e ve mantarın şematik çiziminde yardımcı olan Sayın Gönül GÖÇER'e, Adıyaman Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvar Müdürü Sayın Doç. Dr. Cumhuriyet KIRILMIŞ'a, Kahta MYO Laboratuvar çalışanlarına, Bereket Tahlil Laboratuvar personeli Sayın Mehmet ARSLAN'a, Arguvan İlçe Tarım Müdürlüğüne, Arguvan-Yoncalı Köyü Muhtarlığına ve verdiği destek ve moralle her zaman yanımda olan, desteğini esirgemeyen sevgili eşim Özgür LÜLE'ye ve kızım Eylül'e, oğullarım Aras Ekin ve Rüzgar Tuna'ya doktora çalışmalarım süresince gösterdikleri sabır ve anlayıştan dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos 2014

Fuat LÜLE

1. GİRİŞ

FAO (Food and Agriculture Organization: Gıda ve Tarım Organizasyonu) 2014 yılı verilerine göre dünya mantar üretimi 7.859.979 ton olup Türkiye 33.825 tonluk üretimi ile dünya mantar üretiminin yaklaşık %0.42'sini karşılamaktadır. Dünyada mantar üretiminin en fazla olduğu ülkelerin başında Çin (5.150.000 ton), İtalya (785.000 ton), ABD (388.450 ton), Hollanda (307.000 ton), Polonya (220.000 ton), İspanya (146.000 ton) ve Fransa (116.574 ton) gelmektedir (Anonim 2014a). Türkmen ve ark. (2008)'na göre, dünyada kültürü yapılan ve yenilebilen mantarların büyük çoğunluğunu beyaz şapkallı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) türü oluşturmaktadır. *Pleurotus sp.* türünün üretimi ise yıllar itibarıyla artmış ve toplam üretim içindeki payı %24.2'ye kadar yükselmiştir. *Pleurotus ostreatus* mantar türü *Agaricus bisporus*'tan sonra Dünya'da en çok üretilen ikinci kültür mantarıdır. Bu mantar taşıdığı ekonomik ve ekolojik değer yanı sıra tıbbi özelliklere de sahiptir. *Pleurotus ostreatus* diğer yenilebilir mantar türlerine göre gelişme için daha kısa süreye ihtiyaç duymakta ve substrat sterilizasyonu yapmaya gerek olmadan üretilmektedir. Bundan dolayı da üretim maliyeti düşük olmakla birlikte *Pleurotus ostreatus* substratlardan yüksek oranda faydalanarak yüksek miktarda oluşum sağlamak ve karlılığı arttırmaktadır. Ayrıca bu mantar türünün çevresel kontrole çok az ihtiyaç duyduğu, hastalık ve zararlı böceklere karşı dirençli olduğu bilinmektedir. Tüm bu özellikler *Pleurotus Ostreatus*'un üretimini diğer mantar türlerinin üretimine kıyasla daha cazip kılmaktadır (Sánchez 2010). Dünya mantar üretiminde, *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus ostreatus* türlerinden sonra üçüncü sırada *Lentinus edodes* yer almaktadır (Vattem ve Shetty 2003).

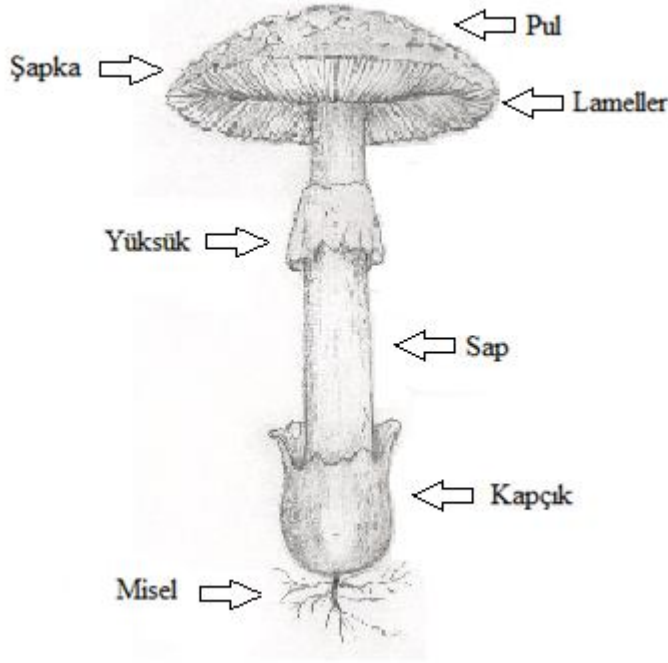
Yenen mantarlar, doğada kendiliğinden yetişen ve insanların birbirinden öğrenerek yedikleri mantarlardır. Bunlar 2000-3000 civarında tür içermektedir. Bu tür içerisinde 25 tanesi besin olarak kabul edilmiştir. Bunlardan 8-10 tanesi ticari olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yenen mantarların biyolojik özelliklerinin tespit edilmesi sonucu kültür mantarcılığı ortaya çıkmıştır. Mantar yetiştiriciliği ilk defa 16. yüzyılda Fransa'da başlamıştır. İlk zamanlarda mevsime bağlı olarak açıkta yetiştirildiği halde, 19. yüzyılın başlarında taş ocakları, mağara, tünel gibi sıcak ve nemli kapalı alanlarda ilkel yöntemlerle üretilmiştir. 20. yüzyılın başlarında ise, yeni tekniklerin gelişmesiyle daha modern olarak kurulmuş özel işletmelerde mantar yetiştirilmeye başlanmıştır. Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde, mantar yetiştiriciliği tam anlamıyla bir sanayi kolu niteliğindedir. Üretim; sıcaklık, nem ve havalandırmanın otomatik olarak düzenlendiği, teknolojik gelişmelerden yararlanarak tüm işlemlerin mekanize edildiği büyük ve modern işletmelerde yapılmaktadır (Türkmen ve ark.

2008). Türkiye’de ticari anlamda kültür mantarı üretimi 1970’li yılların sonlarında başlamıştır. Bu konuda ilk araştırmalar Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü’nde, daha sonra başta Ankara ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakùlteleri olmak üzere değişik Üniversiteler ve Meslek Yüksekokullarında yapılmıştır. Ülkemizde ilk yıllardaki araştırma ve eğitim çalışmaları sonucu az sayıda üretici kültür mantarı üretirken, günümüzde mantarcılık önemli bir tarımsal faaliyet alanına dönüşmüştür (Ergün ve ark. 2008). Ülkemizde mantar üretiminin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde toplam üretimin %43.9’unu sağlayan Akdeniz Bölgesi ilk sırayı almakta, Marmara Bölgesi %28.3, Orta Anadolu Bölgesi %14.0, Ege Bölgesi %7.5, Karadeniz Bölgesi %6.2 ve Doğu-Güney Doğu Bölgesi %1.0 oranında sırayı takip etmektedir (Erkel 2008).

Türkiye doğa mantarları bakımından oldukça zengin olmasına rağmen, toplanan mantar miktarı, yurtdışından gelen talepleri karşılamaktan uzaktır. Doğa mantarlarında ihracat, toplanabilen mantar miktarı ve doğada bulunabilme süresi ile kısıtlıdır. Bu nedenle ekonomik öneme sahip doğa mantarlarının kültüre alınıp üretilmesi çalışmaları devam etmektedir (Anonim 2013a). Mantarlar alemi aslında çok karmaşıktır. Botanikte mantarlar, geniş anlamıyla bitkiler aleminin büyük gruplarından biri olan “Mycophyta” bölümünü oluşturmaktadır. Bir milyona yakın türü bu bölümde yer almaktadır. Mikroorganizmaların ortak özelliği klorofilsiz olmaları ve sporla üremeleridir. Yüksek mantar adı da verilen “Makrofungus, makromiset, makromantar” ile tanımlanan bu mantarlar ormanlarda ve çayırlarda yaşam alanı bulmaktadır. Daha çok çürümekte olan yaprak, dal, ağaç kütükleri ve hatta canlı ağaç gövdelerinde miselyum halinde gizlice yaşamakta, uygun nem ve sıcaklıkta ortaya çıkmaktadırlar (Mat 1997).

Mantarlar, sporlarıyla üreyen canlılardır. Sporlar rüzgarla çevreye dağılırlar ve toprakta yıllarca yaşayabilirler. İklim şartları, yani toprağın ve havanın sıcaklığı ve nemi, uygun olduğunda bu sporlar çimlenerek bir fruktifikasyon verirler. Dünyamızda bir milyona yakın türü olan ve genellikle şapkalı mantar olarak adlandırılan bu mantarlar gıda maddesi olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.1). Mantarlar esas olarak sporla üreyen (kriptogam) canlılar olduklarından üremelerini sağlayan sporları oluşturmak için meyve verirler. Toprağın üzerinde gördüğümüz ve yanlış olarak mantar dediğimiz rengarenk şeyler aslında mantarların meyveleridir (Demirci 2010).

Mantar yetiştiriciliği, proteince zengin olan kaliteli ürün elde edilmesinde ve ayrıca tarım kalıntıları ile diğer atıkların değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Singh ve ark. 1999). Günümüzde mantar yetiştiriciliği bir endüstri kolu olmakla birlikte asıl gelişimini II.



Şekil 1.1. Mantarın genel görünümü.

Dünya Savaşı'ndan sonra laboratuvar şartlarında misel üretiminin gerçekleştirilmesi ile sağlamıştır. Bu tarihe kadar ilkel şartlarda yapılan mantar üretimi bundan sonra çok hızlı bir gelişme kaydetmiş tıp, parfümeri ve gıda işleme alanlarına hammadde temin eden bir endüstri kolu niteliğini kazanmıştır (Soylu ve ark. 2008). Dünyanın değişik toplumlarında, doğal yetişen yabani mantarlar tüketilmektedir. Yurdumuzda da çok çeşitli yabani yenilebilir mantarlar köylüler tarafından mevsiminde toplanarak hem yemeklik olarak tüketilmekte hem de Avrupa'nın değişik ülkeleri ile Amerika ve Japonya gibi ülkelere kurutulmuş ve dondurulmuş olarak ihraç edilerek ek gelir sağlanmaktadır. Mantarlar karbonhidrat ve yağ oranı bakımından düşük, buna karşılık mineral ve vitamin bakımından zengin olması ve protein bakımından süte eşdeğer olması nedeniyle de alternatif besin kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Bunun yanında bazı doğal mantarların antitümör özelliklerinin bulunması, insanın immün sistemini kuvvetlendirmesi, hastalıklara karşı direnç sağlaması açısından da önemli bir gıdadır (Solak ve ark. 2008). Yenebilir mantarlar, büyük ölçüde sudan oluşan ve aroması nedeniyle bizlere çekici gelen bir besindir. 100 gram mantarın içeriğinde, yaklaşık 5 gram protein, 10 gram karbonhidrat ve 1 gram yağ bulunur. Geri kalanı sudur. Ancak mineral tuzlar açısından oldukça zengindir. Kalsiyum, potasyum, fosfor ve demir içerir. Buna karşılık, B grubu vitaminler, K ve D2 vitamini açısından zengin mantar türleri de vardır (Anonim 2013b).

Mantarlar, fenolik bileşikler, terpenler ve steroidler gibi farklı sekonder metabolitleri içermektedir. Mantar fenolikleri hem mükemmel bir antioksidan hem de mutajenik olmayan etkin birer kimyasal bileşendir. Bazı yenilebilir mantarların antioksidan aktiviteleri ile toplam fenolik bileşik miktarları arasında bir korelasyonun var olduğu belirlenmiştir (Sarıkürkçü ve ark. 2004). Potansiyel olarak faydalı etkilere sahip olan fenolik bileşenler ile peroksidaz veya polifenol oksidaz gibi oksidatif özellikteki enzimler mantarların bileşiminde doğal olarak yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bakteriyel enfeksiyonlar, ezilme ve diğer doku yaralanmaları veya uygun olmayan işleme ve depolama şartları, hücre yapısının bozulmasına ve enzim aktivasyonuna neden olmaktadır. Bu durumda fenolik bileşenler hızlı bir şekilde okside olmakta, kahverengi melaninlere ve benzer polimerlere parçalanarak potansiyel faydaları azalmaktadır (Ramirez-Anguiano 2007).

Mantarlar hasat edildikten sonra hızla bozulmaya başladıklarından dolayı, taze mantarları sezon dışında da kullanabilmek için raf ömrünü uzatma yöntemleri uygulamak gerekmektedir. Mantarın raf ömrünü uzatmada; kurutma, dondurma, konserveye veya turşuya işleme vb. gibi yöntemler uygulanmaktadır (Bano ve ark. 1992).

Ürünün bol olduğu ve pazarda satışların azaldığı dönemlerde işletmede satılmayan fazla mantarlar kurutulmuş olarak işlenebilmektedir. Kurutma, diğer muhafaza yöntemlerine kıyasla daha ucuz bir yöntem olmasının yanı sıra kurutulmuş mantarlar, hava geçirmez ambalajlarda 1 yıldan fazla süreyle saklanabilmektedir (Bano ve ark. 1992, Rama ve John 2000). Ayrıca kurutma işlemi yapılırken kurutulacak materyale hangi kurutma yönteminin ve hatta bu yöntem içinde hangi tip cihazın kullanılacağı, materyalin nitelikleri ve kurutulmuş ürünün kullanım alanı gibi çeşitli faktörlere de bağlıdır (Cemeroğlu ve ark. 2003). Sebzelerin kurutulmasında kullanılan ön işlemler arasında; kimyasal bileşenlerin ilavesi, ozmotik kurutma ve haşlama son yıllarda literatürde en çok karşılaşılan uygulamalardır. Haşlama, en yaygın kullanılan ön işlemlerden biri olup, ürün kalitesini olumsuz şekilde etkileyen enzimleri inaktive etmeyi amaçlamaktadır. Ancak haşlama işlemi, yapıda geri dönüşü olmayan tekstür kayıplarına da yol açabilmektedir (Keçebaş 2007).

Bu çalışmada kullanılan *Pleurotus eryngii* var. *ferulae*, Doğu Anadolu Bölgesi'nde çok iyi tanınan ve ilkbahar aylarında doğadan toplanarak yol kenarlarında ve yöre pazarlarında; çadır, çakır, çadır, heliz, kırkor, göbek, göbelek ve mendik mantarı adı ile satılmaktadır. Genellikle rakımı 1000-2500 m gibi yüksek olan dağlarda, dağ yamaçlarında yayılış gösteren *Apiaceae* familyası üyesi *Ferula* sp. türlerinin bir önceki yıldan kalan kökleri üzerinde doğal olarak yetişmektedir. Yerel halkın, belli dönemlerde doğal ürünlerden

faýdalandığı bilinmektedir. Önemli tıbbi özellikleri ve etkin besleyici değeri bulunmaktadır (Akyüz ve Kırbağ 2007).

Anadolu, bitki populasyon çeşitliliği açısından dünyanın en önemli bölgelerindedir. Birçok bitki doğal olarak varlığını sürdürmektedir. Bu bitkiler çoğu taze olarak tüketildiği gibi gerek ev ölçeğinde gerekse endüstriyel çapta çeşitli ikincil ürünlere işlenmektedir. Bu bitkiler ile bunlardan üretilen gıdalara özellikle dış pazarda oldukça ilgi duyulmaktadır. Mantarların yetiştirme dönemlerinde farklılıklar göstermesi, kendine özgü yaşam alanlarının bulunması ve yaşam sürelerinin kısa olması ayrıca sağlık açısından önemli bir besin depoları olmaları nedeniyle bu ürünlere ilgi artmaktadır. Mantar türlerinden biri olan çadır mantarı, ülkemizin farklı bölgelerinde yetiştirme ortamı bulmuştur. *Pleurotus eryngii*, Doğu Anadolu Bölgesinin dağlık kesiminde özellikle Malatya-Arguvan, Tunceli, Erzincan ve Adıyaman ilinin dağlık kesimlerinde doğal olarak yetişmektedir (Akyüz ve Kırbağ 2007).

Ege bölgesinde toplanan mantarlara ait bazı özellikler çıkartılarak Ege Bölgesi mantar florası oluşturulmuştur. Ak ve ark. 2008 yılında yapmış oldukları bu çalışmada *Pleurotus eryngii*'ni özellikleri şöyle sıralanmıştır: Şapka 3-15 cm, zemin kirli beyazdan koyu kahverengiye değişir, üzerinde kahverengi ya da pas kırmızısı lekeler bulunur. Şapka başlangıçta küre daha sonra yelpaze şeklinde, kenarları dalgalı, ince ve içe kıvrıktır. Lameller sapa doğru giden şekilde, gençken beyazdır. Yaşlandıkça açık kahverengi renk alır. Sap 4-6x1-2 cm tabana doğru daralan şekilde, içi dolu, yumuşak, esnek ve uzunlamasına fibrilli, et ise beyazdır. Oldukça lezzetli olan bu türün sporları beyaz, eliptik, üzeri düz, 10-12.5x5-5.5 mikrondur. Çadır mantarı veya körek mantarı olarak ta bilinmektedir (Ak ve ark. 2008).

Pleurotus eryngii farklı aromatik yapısı ve daha uzun raf ömrüne sahip olmasından dolayı son zamanlarda Avrupa ve Amerika'da aranılan bir şapkalı mantar türüdür (Kalyoncu 2009). *Pleurotus spp.*'nin şapka yapılarındaki protein miktarının birçok sebzedekine yakın veya yüksek olduğunu; fakat yumurta, peynir ve et gibi hayvansal ürünlerdekine göre ise düşük olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, birkaç yenilebilir mantar türünün; kardiyovasküler, antitümör, antiviral, antibakteriyel ve diğer aktivitelere sahip olmasının yanı sıra, tıbbi uygulamalar için de fizyolojik bir ajan kaynağı olarak rol oynadıkları ifade edilmiştir (Akyüz ve Kırbağ 2007).

Genellikle mantarların, özellikle de çadır mantarı'nın (*Pleurotus eryngii*), çok lifli olması, yapısında steroller, proteinler ve mikro elementler bulundurması ve çok düşük kalori içermesinden dolayı, kardiyovasküler hastalıklardan korunmak için uygulanacak diyetlerin düzenlenmesinde ideal oldukları ilk kez geleneksel Çin tıbbında ortaya konulmuştur. Yapılan bir çalışmada, yüksek kolesterol diyetine %4 oranında eklenen kurutulmuş *Pleurotus* mantarı

deney sıçanlarının karaciğer ve serumunda kolesterol birikimini düşürmüş, HDL'nin (High Density Lipoprotein; Yüksek yoğunluklu lipoprotein) lehinde kolesterolü düzenlemiştir. Bu sonuç *Pleurotus* mantarının insan diyetinde doğal bir kolesterol düşürücü olabileceğini göstermektedir (Breene 1990, Bodek ve ark. 1998, Hobbs 1995).

Alan ve Padem (1990), yaptıkları çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesinde, özellikle *P.eryngii* (çaşır mantarı)'nin çaşır olarak bilinen çok yıllık *Prangos aviculara* L.'nin ölü dokularında yetiştiğini ve şekil, renk ve lamellerinin yapısı bakımından zehirli mantarlara benzemediği izleniminden dolayı korkusuzca tüketildiğini bildirmiştir.

1.1. Mantarın Beslenmedeki Yeri

Mantar insanlar açısından protein değeri yüksek sağlıklı bir besin maddesi olarak kabul edilmektedir. 100 g mantarda 4 g protein, 0.26 g yağ, 3.75 g azotsuz maddeler, 0.92 g selüloz, 0.97 g mineral madde bulunmaktadır. Bu değerleriyle mantarlar, diğer sebze türleri arasında önemli bir yere sahip olup besin değeri açısından sebzelerin birçoğundan daha değerlidir (Çizelge 1.1). Mantar besin değeri açısından esas önemini içerdiği vitaminler ile bazı asitik ve bazik maddelerden alır. A vitamininin provitamini olan karoten ışıktan oluşur, mantarsa ışsız ortamlarda yetiştirildiğinden dolayı mantarda hemen hemen hiç A vitamini bulunmamaktadır. Buna karşılık B kompleks vitaminleri ile C vitamini açısından çok, D vitamini bakımından da oldukça zengindir. 100g taze mantarda farklı yazarlara göre bulunan B kompleks ve C vitaminleri miktarları Çizelge 1.2'da belirtilmiştir (Anonim 2014b).

Çizelge 1.2'de mantarın içeriğinde bulunan vitaminler verilmiştir. Mantarın B vitamin kompleksleri bakımından oldukça zengin olduğu görülmektedir. Bu yüzden mantar sinir sisteminin rahat çalışmasını sağlamakta ve vücutta bir gevşeme meydana getirmektedir. C vitamini de yeterli düzeyde bulunmaktadır. D vitamini bitkisel gıdalarda pek bulunmamakta, daha çok hayvansal gıdalarda görülmesine karşılık mantarlarda da bulunmaktadır. Vitaminlerce zengin olması, mantarın insanların sinir sistemi üzerine sakinleştirici ve yumuşatıcı bir etki meydana getirmesine neden olmaktadır. Mineral maddelerden bol miktarda kalsiyum, fosfor, potasyum, demir ve bakır içeren mantarda, ayrıca organik maddelerden azımsanmayacak ölçüde inositol, pridoksin ayrıca folik asitte bulunmaktadır. Bunlardan folik asit vücutta kansızlığı giderici etkiye sahip olmakta, mantar dışında yalnızca ıspanakta mevcuttur. Karaciğer ve böbrekleri rahatsız olanların mantar yemelerinde yarar görülmektedir. Ayrıca şeker hastası olan kişilerde de, mantar vücuttaki şekerin dengelenmesinde etkin rol oynamaktadır (Anonim 2014c).

Çizelge 1.1. Kültür mantarları ile diğer sebze türlerinin bileşenlerinin karşılaştırılması (Anonim 2014b)

Besin Maddeleri	Su(%)	Protein(%)	Karbonhidrat(%)	Yağ(%)	Enerji(kcal/100g)
Mantar	90.0	2.6	1.9	0.1	19
Bezelye	78.0	2,6	5.0	0.2	33
Fasulye	93.0	2,5	6.0	0.2	37
Karnabahar	91.0	1,6	2.9	0.2	20
Lahana	81.0	2.2	4.6	0.4	32
Hıyar	97.0	0.6	1.0	0.2	8
Havuç	90.0	0.6	5.8	0.7	33
Patates	81.0	1.5	15.7	0.2	72
Domates	93.0	0.9	3.4	0.2	19

Çizelge 1.2. Bazı yazarlara göre mantarda bulunan vitaminler (mg /100 g) (Anonim 2014b)

Yazarlar	B1	B2	B3	B5	B7	C
Veder (1940)	0.12	0.52	2.38	5.82	0.018	8.60
Anderson ve Fellers (1940)	0.12	0.52	2.38	5.82	0.018	8.60
Pinkerton (1954)	0.12	0.52	2.38	5.85	-	8.60
Maatsh (1954)	0.12	0.52	2.38	5.85	0.018	8.60
Radon ve Billaud (1956)	0.12	0.52	1.00	4.00	0.006	8.60
Jennison (1967)	0.12	0.52	2.45	2.45	0.096	8.60

Bazı araştırmacılara göre mantarın bir başka faydası ise kemik ve kan gelişimini sağlamasıdır. Noksanlığında adale kasılması ve ağrıları görülmektedir. *Shii-take (Lentinus*

edodes) mantarında yüksek düzeyde ergosterol maddesi bulunmakta ve bu madde güneş ışığında veya suni ışıkta D vitaminine dönüşmektedir. D vitamini miktarı *Morchella*'da % 12.5 mg, *Cantharellus*'ta % 8.3 mg ve *Boletus*'ta % 8.3 mg'dır. Folik asit yetersizliğinden meydana gelen makrositik anemi tedavisinde mantar iyi bir diyet olarak önerilmektedir. Kansızlığı büyük ölçüde ortadan kaldırarak, kandaki şekeri ayarlayıcı özelliği sahiptir. Ayrıca karaciğer ve böbrek rahatsızlığı olanlara tavsiye edilmektedir. İçinde ürik asit yok denecek kadar az olmasından, gut hastalığı olan insanlarda öncelikli protein kaynağıdır. Mide rahatsızlığı olan kişilerde, mantar sindiriminin güç olduğu, intestinal trehalazumun yokluğuyla trehalosenin hidrolize olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Anonim 2014j).

Son yıllarda normal beslenmenin dışında, mantardan yapılan diğer bazı mamul ürünler piyasada görülmektedir. Japonya'da benzin istasyonlarında otobüs, kamyon ve taksi sürücülerinin yorgunluklarını giderici olarak *Shii-Take* mantarından yapılan Shii-ta-cola içecekleri tavsiye edilmektedir. Bu kolanın tadı oldukça yabancı olmakla birlikte, serinletici ve dinlendirici bir etkisi bulunmaktadır. Taiwan'da barlarda, *Tremella fuciformis* mantarından elde edilen şekerli su, içine kiraz ve ananas parçacıkları karıştırılarak, sıcak servis yapılmaktadır. Son yıllarda da ülkemizde mantarlardan reçel ve tatlı yapılmaya başlanmıştır. Bütün ülkelerde mantar, beslenmenin her öğününde çeşitli kullanım biçimleri ile yer almaya başlamıştır. İşte tüm bu özelliklerinden dolayı mantar dünya ülkelerinin hepsinde severek yenen ve çeşitli yemeklere garnitür olarak giren bir sebze türü olmuştur. En fazla mantar tüketen ulusların başında Belçikalılar, İngilizler ve Danimarkalılar gelmektedir. Bu uluslarda kişi başına yılda tüketilen taze mantar miktarı sırasıyla 1.125 kg, 1.012 kg ve 0.925 kg'dır. Orta derecede mantar tüketen uluslar ise 0.512 kg kişi/yıl değeriyle Hollandalılar, 0.487 kg kişi/yıl ile Almanlar 0.470 kg kişi/yıl ile İtalyanlar ve 0.350 kg kişi/yıl ile İrlandalılar izlemektedir. Ülkemizde ise kişi başına düşen mantar miktarı eskiden miligram seviyesinde iken, son yıllarda 400 g'a kadar çıkmıştır (Anonim 2014b).

Öztürk ve Çopur'un 2008 yılındaki çalışmasında son yıllarda dünya genelinde tıbbi mantar yetiştiriciliği (ki bunlar *Lentinus edodes*, *Grifolia frondosa*, *Tremella fuciformis* *Schizophyllum commune*, *Trametes versicolor*, *Inonotus obliquus*, ve *Flammulina velutipes*) hızla artmaktadır. Bu mantarlar kanser tedavisinde etkili, bağışıklık sistemini güçlendirmekte ve AIDS tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca mantarların organik olarak kolayca yetiştirilebilmesi mantarın önemini artırmaktadır. Beslenme yönünde; düşük kalori içermesinin yanı sıra, esansiyel aminoasitler, karbonhidratlar, lifler, önemli vitaminler ve mineraller bakımından zengin bir içeriğe sahiptir. Mantarlar aynı zamanda doğu ülkelerinde

yüzyıllardır ilaç olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda ise bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve sağlığı koruduğu ispatlanmıştır.

Tıbbi özellikleri için analiz edilen *Ganoderma lucidum* (Reishi), *Lentinus edodes* (Shiitake), *Grifola frondosa* (Maitake), *Agaricus blazei* (Hime matsutake), *Cordyceps militaris* (Tırtıl mantarı), *Pleurotus ostreatus* (Kayın mantarı), ve *Hericium erinaceous* (Aslan yelesi) mantar türlerinin polisakkaritler, diyet lifi, oligosakkaritler, peptidler ve proteinler, alkoller ve fenoller, çinko, bakır, iyot, selenyum ve demir gibi mineral maddeler, vitaminler, aminoasitler başta olmak üzere birçok aktif bileşeni içerdiği tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin bağışıklık sistemini güçlendirdiği, anti-kanserojen ve kolesterol düşürücü özelliğe sahip olduğu ve hepatite karşı koruyucu ajan olarak görev yaptıkları belirlenmiştir. Günümüzde de birçok mantar türü antibiyotik, antikanser, antiviral, antitümör özellikleri nedeniyle tıbbi amaçlı olarak kullanılmaktadır (Öztürk ve Çopur 2009).

Bu çalışmada kullanılan Çadır mantarı Malatya ilinin Arguvan ilçesi Atma Bölgesi içerisinde yer alan Yoncalı Köyü Çakmak yaylasından toplanmıştır. Mayıs-Haziran ayları arasında kendiliğinden yetişen bu mantar yöre insanı için bir geçim kaynağı olmaktadır. Köylüler tarafından toplanan bu mantarlar 2013 yılı içerisinde taze olarak kilosu 30-35 TL arasında piyasada satılmıştır. Arguvan ilçesinin Malatya merkeze olan uzaklığı 66 km'dir. Yüzölçümü 1037 km² olan Arguvan ilçesinin, doğusunda Elazığ iline bağlı Baskil ilçesi ve Malatya'nın Arapkir ilçesi, kuzeyinde Arapkir ile Sivas İline bağlı Divriği ilçesi, batısında Hekimhan ilçesi ve güneyinde Yazıhan ilçesi ile çevrilidir. Yüzey şekilleri açısından genellikle engebeli olup, ilçenin kuzeyi dağlık arazi, güneyi ise kuzeye göre düz ova özelliği göstermektedir. Bölgenin en yüksek dağı Arapkir ile Arguvan arasındaki Gözdağı'dır. İlçenin doğu sınırının bir kısmından geçen Fırat nehri dışında büyük akarsu bulunmamaktadır. Dere ve çay niteliğinde olan Şotik Çayı, Bemere Deresi, Uludere, Avşar Çayı, Morhamam Deresi, Çavuş Çayı ve Söğütlü Çayı ilçenin akarsularıdır. Bu su yataklarının da debisi düzensizdir. İlçenin rakımı 1150 metre olup, iklim bakımından kışları çok karlı ve soğuk, yazları kurak ve sıcaktır. İlçenin en çok yağışları İlkbahar'da görölmektedir. Malatya iline ait iklimsel veriler çizelge 1.3'de verilmiştir (Anonim 2014g). Toprak düzeyi genellikle çıplaktır. Ancak, kuzey ve kuzeybatısında bozuk baltalık ve orman vasfını yitirmiş meşe örtüsü mevcuttur. Arguvan-Arapgir-Divriği sınırları arasında Sarıçiçek, Göçer ve Çakmak yaylaları vardır. Doğu Anadolu Bölgesi'ne özgü karasal bir iklim tipinin hüküm sürdüğu Arguvan'da bitki örtüsü olarak Kuzeybatı bölümünde 15.795 hektar orman ve fundalık alan bulunmaktadır. Arguvan yöresi tarih ve arkeolojik bakımdan tam olarak incelenmemiş olmakla birlikte büyük ve eski bir kültüre sahip olduğu bilinmektedir.

Yoncalı Köyü (Birik Köyü) Malatya merkeze 106 km, Arguvan'a 34 km ile en uzak köylerinden biridir. Köyün rakımı 1340 m olup mantarların toplandığı Çakmak Yaylası'nın koordinatları ise 38° 15' 0" D, 39° 1' 0" K'dır. Coğrafi konumu dağlar, dereler ve yaylalarla tanımlanan ve kendisi de bir dağın eteğinde kurulu olan köyün doğusunda Suceyin, batısında Şotik, kuzeyinde Arhut, güneyinde ise Aşağı Konak ve Göldağı bulunmaktadır. Çakmak yaylasıyla birlikte geniş bir araziye hükmeden Yoncalı Köyü'nün sınırları Divriği'ye kadar dayanmaktadır. Köy, yörede sahip olduğu doğal güzellikleri ve tarihi eserleriyle ilgi çekmektedir. Soyu tükenme tehlikesi olan birçok hayvan ve bitki köy topraklarında halen yaşamaktadır. Bunlara dağ geyiği, ayı, keklik, kartal, leylek, şahin ve kardelen örnek verilebilir (Anonim 2014d, e, f).

Çalışmanın yapıldığı Adıyaman, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan illerimizden biridir. Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7.2 saat) ve ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olarak tespit edilmiştir. Bölgeler bazında bakıldığında en fazla güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Adıyaman ilinin de içinde bulunduğu Güney Doğu Anadolu olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı Çizelge 1.4'de verilmiştir (Anonim 2011).

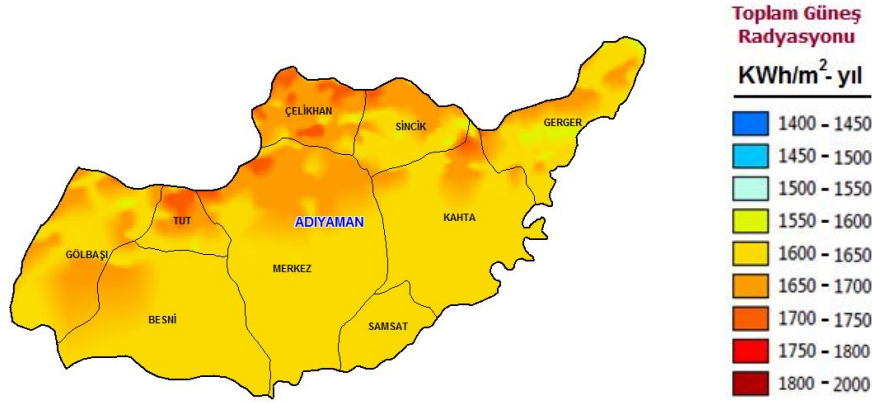
Çizelge 1.3. Malatya iline ait meteorolojik veriler (Anonim 2014g)

Değerler	Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (°C)		0.0	1.8	7.1	13.0	18.0	23.3	27.5	27.0	22.4	15.3	7.4	2.1
Ort. en yüksek sıcaklık (°C)		3.5	5.9	12.1	18.5	23.9	29.6	34.1	33.8	29.3	21.5	12.2	5.6
Ort. en düşük sıcaklık (°C)		-2.9	-1.8	2.5	7.6	11.8	16.3	20.2	19.9	15.6	9.9	3.5	-0.7
Ort. güneşlenme süresi (saat)		3.3	4.2	5.4	7.1	9.3	11.4	12.3	11.5	9.6	7.2	5.1	3.2
Ort. yağışlı gün sayısı		10.5	11.2	11.4	12.1	10.7	5.3	1.0	1.0	2.2	7.2	9.4	10.8
Aylık top. yağış miktarı ort. (kg/m ²)		35.3	36.0	49.9	59.4	45.8	18.1	2.3	1.8	6.4	38.0	41.4	38.3

Çizelge 1.4. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı (Anonim 2011)

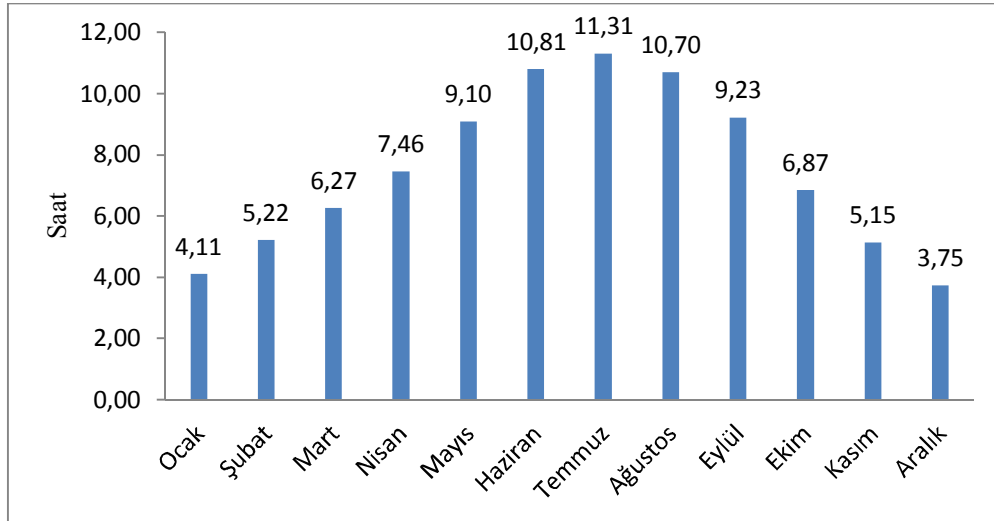
Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² -yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/yıl)
G. Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Adıyaman il merkezi 37°45' kuzey enlemiyle 38°16' doğu boylamında yer almaktadır. Denizden yüksekliği 672 m olan Adıyaman ilinde iklim, Adıyaman'ı doğudan batıya doğru bölen Anti Torosların kuzeyinde kalan dağlık bölgenin iklimi ile güneyinde kalan bölgenin iklimi birbirinden farklılık göstermektedir. Güneyi, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı; kuzeyi, yazları kurak ve serin, kışları yağışlı ve soğuktur. Doğu Anadolu ile Akdeniz Bölgeleri arasında köprü konumunda olan ilin iklimi, bu özelliği dolayısıyla bölgedeki diğer illerden farklıdır. Ayrıca Atatürk Baraj Gölü alanının oluşmasından sonra, ilin ikliminde bir yumuşama ve nem oranında bir artış görülmüştür. İlde hakim rüzgarlar kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönündedir (Anonim 2013c). Adıyaman ilinin Güneş enerjisi potansiyel atlası Şekil 1.2'de (Anonim 2014h), Adıyaman iline ait aylara ait güneşlenme süreleri Çizelge 1.5'de (Anonim 2014h) ve son 10 yılın Adıyaman meteorolojik veriler ise Çizelge 1.6'da verilmiştir (Anonim 2013d).



Şekil 1.2. Adiyaman ilinin Güneş enerjisi potansiyel atlası (Anonim 2014h).

Çizelge 1.5. Adiyaman ilinin Güneşlenme Süreleri (Saat) (Anonim 2014h)



Bu çalışmada; *Pleurotus eryngii* (çaşır mantarı)'ye 5 farklı kurutma yöntemi (Güneşte sergide kurutma, güneşte açıkta kurutma, güneşte gölgede kurutma, sıcak havalı kabin tipi kurutucuda kurutma ve mikrodalga ile kurutma) uygulanmıştır. Farklı kurutma yöntemleri uygulanarak, kurutma yöntemleri arasındaki farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Örnekler üzerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler (nem içeriği, renk, rehidrasyon oranı, toplam azot ve toplam protein miktarı, bazı mineraller, toplam fenolik madde, toplam kül ve toplam karbon) yapılarak kurutma uygulamaları arasındaki fark belirlenmiştir.

Çizelge 1.6. Adıyaman ilinin son 10 yılına ait meteorolojik verileri (Anonim 2013d)

Aylar	Sıcaklık			Ortalama					Rüzgar Yönü
	Ort	En Yüksek	En Düşük	Nisbi Nem	Açık Gün Sayısı	Kapalı Gün Sayısı	Yağış Miktarı	Yağışlı Gün Sayısı	
Ocak	3.9	19.9	-14.6	65	5.6	12.3	170.8	12.7	K-KD
Şubat	5.8	21.7	-8.5	63	4.7	10.4	116.3	10.9	K-KD
Mart	9.8	24.7	-6	59	5.8	8.8	111.3	10.7	K
Nisan	14.7	30	-2	54	4.7	4.5	82.9	9.9	K
Mayıs	20.2	36	6	44	8.8	2	51.4	7.9	K
Haziran	26.3	40	10.6	29	18.8	0.1	5.9	1.6	K
Temmuz	30.6	44	16.7	25	27.6	—	1.5	0.4	K
Ağustos	30.1	43,5	16.3	26	27.3	—	0.8	0.2	K
Eylül	25.4	40	10.2	31	21.4	0.2	3.8	0.9	K
Ekim	15.8	35	2.2	44	12.8	2.2	30.6	4.6	K
Kasım	11.8	28.2	-3.2	56	10.2	5.3	76.7	7.8	KD
Aralık	6.2	20.8	-6.4	66	7.6	10.7	146.1	11.3	KD
Ort.	16.7	32.0	1.8	46.8	12.9	5.7	66.5	6.6	

1.2. Kurutma ile ilgili genel bilgiler

Tarım ürünlerinden meyve ve sebzeler yılın belirli dönemlerinde elde edilmektedir. Bu dönemde yoğun olarak üretilen bu ürünlerin bir kısmı taze olarak tüketilmekte, büyük bir kısmı ise farklı şekillerde muhafaza edilerek tüketicilere sunulmaktadır. İçerdikleri yüksek orandaki su ve bazı organik maddeler, mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalara neden olmaktadır. Ülkemizde meyve ve sebze üretiminin artmasıyla ürün özelliklerinin korunması ve kolaylıkla depolanabilmesi için çeşitli işlemler yapılmaktadır. Bu şekilde hasat sonrası

oluşan kalite kayıpları azaltılmakta ve insanların tüketimine yeterli miktarda ve yüksek kalitede ürün sunulabilmektedir.

Gıdalarda bozulma, kalitesinde hafif bir azalmadan başlayarak, tüketilmesine olanak bulunmayan bir nitelik kazanmasına kadar olan değişimleri ifade eder. Gıdalarda bozulma mikrobiyolojik, enzimatik, kimyasal ve fiziksel nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bozulma nedeni ne olursa olsun bozulmuş ürünün rengi, aroması, beslenme değeri, yapısı ve bileşenleri değişmektedir. Dünya nüfusun artması ve buna paralel olarak da gıda tüketiminin artması sonucunda ürün özelliklerinin korunması ve depolanabilmesi için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler, dondurmak, ısı işlem uygulamak, kurularak muhafaza etmek veya çeşitli ürünlere işlemektir.

Gıdaların kurutulularak dayandırılma yöntemi insanın doğadan öğrendiği ve bu yüzden ilk çağlardan beri uygulanmakta olan en eski muhafaza yöntemidir. Bu yöntem, doğada çoğu zaman kendi kendine gerçekleşmektedir. Örneğin tahıllar, baklagiller kendi halinde kuruyarak dayanıklı hale gelmektedir. Doğada kuruma güneş ısısından yararlanıldığından kurumanın her yerde ve her zaman bu yolla sağlanması mümkün değildir. Kuruma genelde ya güneş ısısından yararlanılarak ya da başka kaynaklardan yararlanılarak elde edilen ısı yardımıyla gerçekleştirilmektedir. “*Drying*” sözcüğü güneşte kurutmayı tanımlarken, “*Dehydration*” sözcüğü diğer yollarla kurutmayı tanımlamaktadır.

Kurutma; nemli materyal ile çevresi arasında geçen karmaşık bir nem alıp verme işidir. Bu işlem sırasında materyalin nemi, çevresindeki katı veya akışkan fazdaki ortama geçer. Kurutma işlemlerinde çevre ortamı olarak genellikle hava kullanılır. Bu nedenle kurutma, nemli materyal ile hava arasındaki bir ilişki olarak ele alınabilir. Tarım ürünleri genellikle ya çevre havasıyla doğrudan ya da bu havanın ısıtılmasıyla elde edilen sıcak hava yardımıyla kurutulurlar.

Kurutmanın tarihine bakıldığında, bu işlemin ilk kez 18. Yüzyılda başladığı, kurutulan gıdanın da sebze olduğu görülmektedir. Daha sonra kurutmacılığın savaşlarla birlikte büyük gelişme gösterdiği bildirilmektedir. Örneğin, 1854-1856 tarihleri arasında yapılan Crimea savaşında süvarilerin, ülkelerinden gönderilen kurutulmuş sebzeler ile beslenme gereksinimlerini karşıladıkları, I. Dünya Savaşında ise yaklaşık 4500 ton kurutulmuş sebzelerin ABD’den savaş alanlarına gemilerle gönderildiği bildirilmektedir. ABD’de meyve kurutmacılığının 1800’lü yılların sonu ve 1900’lu yılların başında çok önemli bir sıçrama göstermiş olduğu bilinmekte ve daha sonra doğal güneş kurutmacılığının yerini giderek yapay kurutma sistemlerinin aldığı görülmektedir. II. Dünya Savaşından önceki dönemlerde valsli ve püskürtmeli kurutucular kullanılmış ve bu sistemlerde en çok kurutulan ürünler süt ve

yumurta olmuştur. Kurutmacılığın tanınması ve yaygınlaşmasında askeri amaçlı kullanımın büyük rolü olmuştur (Saldamlı ve Saldamlı 2004).

Kurutma yoluyla ürünlerin dayanıklılığının arttırılmasının amacı, mikrobiyolojik ya da enzimatik aktivitenin durdurulması ya da sınırlandırılmasıdır. Diğer bir deyimle, ürünün bozulma olgusunu önlemekle beraber, onun renk, aroma ve fiziksel yapısına ait duyu niteliklerin korunması amaçlanmaktadır (Güzel ve ark. 1996).

Ürünlerin dayanma sürelerini arttırmak için bünyelerindeki nemin azaltılması, depolama süresini uzatmak amacıyla uygulanan bilinen en eski yöntemlerden birisidir. Tarım ürünlerinin çeşitliliği ve her birinin kendine özgü özelliklerinin olması, hepsi için geçerli bir kurutma tekniğinin geliştirilmesini olanaksız kılmaktadır. Ürünün sahip olduğu niteliklerden en az kayıpla saklanmasını sağlayacak başarılı bir kurutma uygulamasının yapılabilmesi için ürüne bağlı özelliklerin yanı sıra kurutma ile ilgili teorik ve pratik bilgilerin de iyi bilinmesi gerekmektedir (Demir ve Günhan 2002).

Güneş altında açık havada yapılan kurutma, tarımsal ürünlerin nem içeriklerini azaltmada ve depolama periyodu içerisinde meydana gelebilecek bozulmaların önüne geçmede kullanılan en bilinen yöntemdir. Fakat ürünlerin yağmurdan, rüzgardan, toz-toprakdan, böceklerden, kemirgenlerden ve diğer hayvanlardan korunamayışı, kalitelerini ciddi ölçülerde azaltmakta ve ürünleri tüketilemez hale getirmektedir. Kurutulmuş ürünlerde meydana gelen kalite kayıpları da uluslararası pazarda önemli ekonomik kayıplar yaratmaktadır (Yaldız ve ark. 2001, Lahsasni ve ark. 2004, Saçılık ve ark. 2006). Kurutma yöntemleri arasında en ekonomik yöntem olmasına rağmen bahsedilen olumsuz yönleri sebebiyle güneşte kurutmanın yanında, birçok ürünün diğer yöntemlerle kurutulma yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler içinde, meyve ve sebzelerin kurutulmalarında en çok kullanılan yöntemlerden biri sıcak hava ile kurutmadır. Bu yöntem ile kurutmada, besin bileşenlerinde ve aromatik bileşenlerde meydana gelen kayıpların yanı sıra, fiziksel olarak da sertleşme, büzüşme, renk değişimi gibi değişimler meydana gelebilmektedir. Sıcak hava ile kurutmada meyve ve sebzelerin kurutulmaları sırasında hava akımının en yaygın olarak uygulandığı kurutucular tünel ve kabin tipi kurutuculardır.

Yapımlarının kolaylığı ve maliyetlerinin azlığı nedeniyle bu tip kurutucular tercih nedeni olmaktadır. Bu tip kurutucularda uygulanan yüksek ısı kurutma yönteminde havanın ısıtılması, indirekt ısıtıcı ünitelerle sağlanır. Kurutma sırasında, sıcak hava kurutulacak ürünle direkt olarak temas halindedir. Kurutulma işlemi sonunda ürünün üzerine doğal koşullardaki serin hava verilerek, ürün depolanmadan önce soğutulur. Bu soğutma işleminin

bir zaman süreci içerisinde yapılması gerekir. Aksi halde hızlı bir soğutma, özellikle taneli bitkilerde tane çatlamasına neden olabilir (Ülger 1986).

1.3. Kurutma yöntemleri ve kurutucular

Genel olarak tarımsal ürünlerin kurutulması; doğal kurutma ve yapay kurutma yöntemleri olmak üzere temel iki gruba ayrılmaktadır.

1.3.1. Doğal kurutma

Doğal kurutma (tabii kurutma veya güneşte kurutma olarak da adlandırılır) güneş enerjisinden yararlanılan bir yöntem olup, ilk çağlardan günümüze kadar uygulanan geleneksel bir yöntemdir. Güneş ısısından yararlanılarak ürünün yapısındaki su oranının azaltılması için uygulanan basit yöntem "doğal (güneşte) kurutma" denir (Soysal 2004). Sebze ve meyvelerin kurutulmasında genelde güneş ısısından yararlanılarak kurutma gerçekleştirilmektedir. Ancak mevsimsel kurutmanın sağlanabilmesi için iklim koşullarının çok uygun olduğu yörelerde üretim, yüksek enerji maliyeti gerektirmeden güneş enerjisinden yararlanarak daha yüksek kalitede yapılabilmektedir (Meier 1985). Yurdumuzun çeşitli bölgeleri güneşte kurutma uygulamasına son derece elverişli olup, bu yöntemle ülkemizde yaygın olarak kayısı, fındık, antep fıstığı, yer fıstığı, kırmızı biber ve domates gibi tarımsal ürünler kurutulmaktadır.

Güneş ısısından yararlanılarak çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları şöyle sıralanabilir;

-Bu yöntemlerin başında güneşte sergide kurutma gelmektedir. Bu yöntem, zemin üzerine veya zemine serilmiş örtü malzemesinin üzerine kurutulacak ürün serilerek ve geniş bir alan kullanılarak yapılan kurutmadır.

-Bir diğer doğal kurutma yöntemi, kurutulacak ürüne zeminden gelebilecek toz, böcek vb. istenmeyen durumları yok edebilmek için kurutulacak ürünleri masa şeklinde geliştirilen kurutucular üzerine serilerek kurutmadır.

- Güneş ısısının zararlı ışınlarından korumak için masa üzerine gölgelendirme yapılarak kurutmanın gerçekleştirildiği gölgede kurutma yöntemleri de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca güneş ısısından yararlanılarak kabin tipi kurutucular, raflı kurutucular ve sera tipi kurutucular geliştirilmiştir. Bu tip kurutucular özellikle küçük işletmeler için önem kazanmıştır (Anonim 2013e).

Güneş ışınlarından faydalanılarak yapılan doğal kurutmada, kurutma koşulları kontrol edilememekte ve gece-gündüz sıcaklık farklılıkları çok olduğundan kurutma koşulları günden güne farklılık göstermektedir. Kurutma hızının yavaş olması, işçilik ihtiyacının fazla olması, geniş alana ihtiyaç duyulması, özellikle meyvelerde, güneş enerjisinden yararlanarak yapılan kurutmada toz, toprak, yağmur ve sergi yerlerinde dolaşan çeşitli böcek ve diğer canlıların verdikleri zararlardan dolayı ürün kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Sergide kurutulan bazı ürünlere ait veriler çizelge 1.7’de verilmiştir.

1.3.2. Yapay kurutma

Yapay kurutmada temel esas dışarıdan alınan havanın bir ısıtıcı yardımıyla ısıtıldıktan sonra kurutulacak ürüne temas ettirilmesi ile yapılan kurutma işlemidir. Kontrollü şartlar altında yapılan yapay kurutma ile doğal koşullarda yapılan kurutmanın tüm olumsuz yönleri ortadan kaldırılmıştır. Yapay kurutmanın avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- Ürün kapalı sistemler içinde kurutulduğundan kalitesi daha iyi korunur,
- Kurutma sırasında hijyenik koşullar sağlanabilir,
- Daha fazla ürünü daha kısa sürede kurutmak mümkündür,
- Kurutma sırasında ürün kaybı azdır,
- Daha temiz ve kalitede ürün alınabilmektedir,
- Yapay kurutma ile vitamin kayıpları en aza inmektedir,
- Kurutma süresi kontrol edilmekte ve büyük oranda kısalmaktadır. Doğal koşullarda 1-2 hafta süren kurutma, kurutucularda 20-24 saate inebilmektedir (Winkler 1962).

Çizelge 1.7. Güneşte sergide kurutulan meyvelerin bazı özellikleri (Anonim 2013e)

Meyve Türü	Verim (%)	Son Üründe Su oranı (%)	Kurutma süresi (gün)
Çekirdeksiz üzüm	25-28	12-15	8-10
Kayısı	20-30	15-20	5-6
Erik	25-30	16-19	7
Elma	11-12	3-5	15-18

Yapay kurutma yöntemleri genel olarak;

- Sıcak hava ile kurutma yöntemi
- Soğutarak kurutma yöntemi
- Vakumla kurutma yöntemi
- Kimyasal maddelerin yardımı ile kurutma yöntemi olmak üzere 4 ana gruba ayrılmaktadır.

Bu yöntemlere uygun olacak çeşitli kurutucular tasarlanmıştır. Bu kurutucular; Kabin tipi kurutucular, Tünel tipi kurutucular, Konveyör tipi kurutucular, Akışkan yatak kurutucular ve diğer kurutucular olmak üzere farklı kurutucular geliştirilmiştir (Yağcıoğlu 1999, Cemeroğlu 2004 ve 2011).

Tarım ürünlerinin kurutulmaları sırasında kullanılan kurutucular, ürünün özelliklerine uygun olmanın yanı sıra, kurutma işleminden beklenen özellikleri de sağlayacak nitelikte olmak zorundadır. Bu nedenle birbirinden önemli farklar gösteren çok çeşitli tiplerde kurutucular geliştirilmiştir. Tarım ürünlerinin kurutulması için, bu işleme gerek duyulan ilk günlerden günümüze kadar geçen süre içinde, güneş ışınlarının altına sermekten, dielektrik kurutma tekniklerine kadar geliştirilmiş birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en fazla uygulanan temel yöntemler “konveksiyon kurutma”, “kontakt kurutma” ve “radyasyon kurutma”dır. Bu yöntemlerden yararlanılarak çeşitli kurutucular tasarlanmıştır. Kurutmada çok farklı şekilde sınıflandırma yapmak mümkün olmasına rağmen genelde;

- ✓ Isı geçiş şekline göre;
 - Isı iletimli (Kondüksiyon)
 - Isı taşınımı (Konveksiyon)
 - Isı ısıtmalı (Radyasyon)

Isı geçişine doğrudan etkili olmaları nedeniyle bu sınıflandırmaya Vakum kurutucular, Dondurarak kurutma yapan kurutucular, Mikrodalga ile kurutma ve Dielektrik yöntemle kurutma yapan kurutucular da katılabilmektedir.

- ✓ Çalışma koşullarına göre;
 - Sürekli çalışan
 - Kesintili çalışan kurutucular
- ✓ Kurutulacak ürünün akış şekline göre
 - Durgun tabakalı kurutucular
 - Hareketli tabakalı kurutucular ve
 - Pnömatik kurutucular olarak sınıflandırılabilir.

1.3.3. Doğal ve yapay kurutmanın karşılaştırılması

Meyve ve sebzeler veya genel olarak çeşitli gıdalar, "güneşte" veya "yapay" kurutucularda kurutulabilmektedir. Ancak güneşte kurutma çoğu zaman hem olanaklı değildir hem de doğru olmayabilir. Ayrıca her yer, her bölge, güneşte kurutma uygulanmasına elverişli olmayabilir. Elverişli bir bölgede dahi kurutma, o sıradaki iklim koşullarına son derece bağlıdır. Aynı şekilde güneşte kurutmada hijyenik koşulları kontrol etmek olanaklı bulunmamakta ve kurutulan ürün açık alanda, çeşitli böcek, kuş ve benzer zararlıların hücumuna uğramakta ayrıca ürün kirlenmektedir. Bunun gibi, güneşte kurutulan meyvelerde solunumun bir süre devam etmesi ve hatta çoğu kez hafif bir fermantasyon belirmesi nedeniyle, madde kayıpları oluşmakta ve sonuçta randıman, yapay kurutmaya göre biraz daha düşmektedir (Cemeroğlu ve ark. 2003).

Ancak, güneşte kurutulmuş bazı meyvelerin renginin yapay yolla kurutululardan daha iyi olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni, güneşte kurutmada, tam olgunlaşmamış bazı meyvelerde kurutma başlangıcında olgunlaşmanın devam ederek ürün renginde de bir gelişme oluşmasıdır. Bütün bunlara ek olarak güneşte kurutma uygulamasında, 20 dönümlük bir tarım alanı için yaklaşık 1 dönümlük bir kurutma alanı ayrılarak, buranın tarım dışında bırakılma zorunluluğu, başka bir olumsuzluktur (Tekeli 1964).

Yapay kurutmada, güneşte kurutmanın birçok sakıncaları ortadan kaldırılmış olup daha iyi kalitede ürün alınabilmektedir. Özellikle yapay yolla kurutulmuş sebzelerin pişme özellikleri daha üstündür. Bu üstünlüklerine karşın şüphesiz yapay kurutma; gerek kuruluş yatırımı ve gerekse işletme masrafları açısından güneşte kurutmaya göre daha maliyetlidir (Cemeroğlu ve ark. 2003). Buna ilişkin Ayan'ın 2010 yılında çalışmasında yapay kurutma ile doğal kurutmanın karşılaştırılması Çizelge 1.8'de verilmiştir.

1.4. Kurutma sistemleri

Kurutulacak maddedeki suyun uzaklaştırılması amacıyla gerekli ısının taşınma yöntemlerine göre konveksiyon kurutma, kontakt kurutma, radyasyon kurutma, dielektrik kurutma, donmalı kurutma ve ozmotik kurutma olmak üzere farklı kurutma sistemleri söz konusudur.

Çizelge 1.8. Yapay ve doğal kurutmanın karşılaştırılması (Ayan, 2010)

Yapay Kurutma	Doğal Kurutma
Son ürün nemi %6-7'lere düşer.	Son ürün nemi %13-18'lere düşer.
Kısa süreli bir metottur.	Uzun süreli bir metottur.
Az alan gerektirir.	Geniş alan gerektirir.
Mikrobiyolojik açıdan daha hijyeniktir.	Mikrobiyolojik açıdan hijyenik değildir.
Daha kaliteli ürün elde edilir.	Daha az kaliteli ürün elde edilir.
Kontrollü kurutma işlemi gerçekleştirilir.	Kontrolsüz kurutma işlemi gerçekleştirilir.
Ürünler radyasyona maruz kalmaz.	Ürünler radyasyona maruz kalır.
Ürün randımanı yüksektir.	Ürün randımanı düşüktür.
Daha pahalı bir yöntemdir.	Daha ucuz bir yöntemdir.

1.4.1. Konvektif kurutma

Sıcak hava kurutma tekniği olarak ta bilinen bu yöntemde genelde suyun buharlaşması için gerekli ısı, kurutucu ortamdan yaş materyale konveksiyon yoluyla iletilir. Isı, bir gaz tarafından genelde ısınan hava tarafından taşınmaktadır. Sıcak hava, kurutulan ürün tabakasının içinden, üzerinden ve arasından geçirilir. Bu yöntemin ısıl etkinliği kontakt kurutmaya göre daha düşüktür. Konveksiyonla kurutma işleminde, kurumayı etkileyen faktörlerden birisi kurutma havasının hızıdır. Buharlaşan nem, ürün etrafında suya doymuş ince bir sınır tabaka oluşturur. Söz konusu doymuş tabakanın kısmi buhar basınç değeri yüksek olduğundan, bu durum kurumayı engelleyici bir etki yaratır. Havanın hızı, üründen buharlaşan nemin ortamdaki uzaklaşma hızını belirlediğinden önemlidir. Hava hızının kuruma üzerine etkisi, belli bir hava hızı değerine kadar görülmektedir. Bu değerden sonra kuruma üzerine ek bir etki yapmamaktadır. Ayrıca hava hızı, sabit hızla kuruma evresinde, başka bir söyleyişle kurutmanın ilk aşamalarında daha etkilidir. Azalan hızla kuruma evresinde kuruma hızı, nemin materyalin içinden yüzeye difüzyonla taşınma hızıyla sınırlandırıldığından, bu aşamalarda hava hızının etkisi, sıcaklığa göre daha düşüktür. Uygulamada tünel kurutucu,

akışkan yataklı kurutucu ve püskürtmeli kurutucular olmak üzere çeşitleri değişik uygulamaları vardır (Cemeroğlu 2011 ve Yağcıoğlu 1999).

1.4.2. Kontakt kurutma

Kurutma için gerekli ısı enerjisi, kurutulacak materyale, ısıtılmış yüzeylerden kondüksiyon yoluyla iletilir. Kurutulan ürüne iletilen ısı, sıcak yüzeye değen yaş materyalin ısıl kondüktivitesine ve sıcak yüzeyin ısı iletim katsayısına bağlıdır. Kurutulacak madde hareketsiz kalırken yada hareket ederken bu sırada temas ettiği yüzeyden maddeye ısı taşınır. Uygulamada silindirik-valsli kurutucular bu gruba girmektedir.

1.4.3. Radyasyon ile kurutma

Işınım ile kurutma olarak ta adlandırılan bu yöntemde; Kurutma için gerekli ısı enerjisi yaş materyale, elektromanyetik tayfın kırmızı ötesi bölgesinde yer alan ışınlarla iletilir. Bu ışınlar, içinden geçtikleri ortamı ısıtmaz, kendilerini absorbe eden cisimleri ısıtırlar. Kurutulacak materyale ısı, herhangi bir maddi taşıyıcıya gerek duyulmadan sistemdeki radyasyon kaynağı ile ulaştırılmaktadır. Mikrodalga, dielektrik, infrared gibi elektromanyetik enerji türlerinden yararlanılmaktadır (Cemeroğlu 2011, Güzel ve ark. 1996, Yağcıoğlu 1999).

1.4.4. Dielektrik kurutma

Kurutulacak materyal içerisindeki su moleküllerini polarize ederek hızla hareketlenmelerini sağlayıp, buna bağlı olarak ortaya çıkan moleküller sürtünmeyle ısının ortaya çıkmasıdır. Bu ışınımın etkileyeceği derinlik, dalga boyu, ürünün dielektrik sabitine ve kayıp faktörlere bağlı olmaktadır (Yağcıoğlu 1999).

1.4.5. Mikrodalga kurutucular

Mikrodalgalar, elektromanyetik spektrumun bir parçası olup görünür ışık ile radyo dalgaları arasında yer almaktadır. Kapalı bir ortama yerleştirilen ürün, içindeki su moleküllerini titreterek, ısıyı sürtünme sonucu oluşturması nedeniyle, tüm ürün ısıtılmaktadır. Mikrodalga fırınlar 300 MHz ile 300 GHz frekans bandı aralığında ve 1 nm ile 1m arasında değişim gösteren dalga boyları arasında çalışmaktadır. Mikrodalga fırında ürünün konulduğu yalıtılmış bir ortam, güç kaynağı, elektriği mikrodalgaya çeviren magneton tüpü bulunmaktadır.

1.4.6. Donmalı kurutma

Liyofilizasyon veya freze-drying olarak ta adlandırılan donmalı kurutma; ürün içerisinde nemin önce hızla dondurulması, daha sonra süblimasyon yoluyla buharlaştırılması esasına dayanmaktadır. Daha çok dondurarak kurutma yöntemi, farmakolojik ürünler, serumlar, bakteri kültürleri, meyve suları, sebze, kahve ve çay özlerinin elde edilmesinde, et ve süt üretiminde uygulanabilir (Güngör ve Özbalta 1997, Yağcıoğlu 1999).

1.4.7. Ozmotik kurutma

Meyve ve sebze dilimleri gibi gıdaların hipertonik bir çözelti içinde bekletilmesiyle su oranının düşürülmesi uygulamasına “ozmotik kurutma” denir. Burada suyun uzaklaştırılmasında buharlaşma değil ozmoz olayı rol oynamaktadır (Cemeroğlu 2004). Ozmotik yolla nem azaltma işlemi sonunda ürünlerin nemi %25-50 düzeyine kadar indirilmektedir. Bu değerlerden anlaşılacağı gibi ozmotik kurutma, kurutmadan çok nem azaltma (dehidrasyon) işlemidir (Yağcıoğlu 1999).

1.5. Kuruma hızına etki eden faktörler

Kurutma hızı, doğrudan doğruya ısı ve kütle transferine etki eden faktörler tarafından kontrol edilir. Bu faktörlerin en önemlileri, havanın sıcaklık ve nem ile kurutucudaki hızı, kurutulacak materyale maksimum yüzey alanı kazandıracak geometrik düzenleme (parça iriliği, şekli, yığın kalınlığı vd.) gibi fiziksel faktörlerle, kurutulan materyalin başta bileşimi olmak üzere kendine özgü diğer niteliklerdir (Cemeroğlu ve ark. 2003).

Ürünün kendine özgü nitelikleri kuruma boyunca değişiklikler gösterir. Bu hususta ürünün kimyasal bileşimi özellikle önem taşır. Özellikle meyve ve sebzeler hücrelerden oluşmuş doğal dokulardır. Bunlarda su, hem hücre içerisinde hem de hücreler arasında bulunur. Hücreler arasındaki suyun uzaklaştırılması daha kolaydır. Hücre ölürse hücre zarı geçirgenlik kazanır dolayısıyla hücre içerisindeki suyun uzaklaşması kolaylaşır. Eğer doku haşlanmışsa geçirgenlik çok hızlanır bu nedenle haşlanmış ürünlerin kuruması daha hızlıdır. Kuruma hızı parçacıkların yüzey alanı ile doğru, kalınlıklarıyla ters orantılıdır. Bu nedenle kurutulacak materyal parçacıkları ne kadar küçükse; yüzey alanı o kadar fazla ve kalınlığı da o kadar az olacağından kuruma hızına olumlu etki etmektedir. Kuruma hızına etki eden faktörlerden biride kullanılan sıcak havanın kuru ve ıslak termometre dereceleri arasındaki farktır. Kuru ve ıslak hava arasındaki fark arttıkça kuruma hızı da artmaktadır. Bir diğer faktör ise kurutucudaki hava hızıdır. Hava hızı arttıkça kuruma hızı da artmaktadır. Ancak

hava hızı 300 mdak⁻¹ den daha fazla olduğunda, kuruma hızı üzerine herhangi bir etkisinin görülmediği saptanmıştır (Cemeroğlu 2011).

1.6. Kurutma sırasında ürün kalitesine etki eden etmenler

1.6.1. Kurutma sıcaklığı

Gıdaların bünyesinde bulunan su ile ilgilidir. Katı gıdaların bünyesinde serbest su bulunduğu sürece sıcaklığı fazla yükselmez ve çevresinden ısı alır. Su buharlaştıkça yüzey soğur. Su sıvı halden gaz haline geçerken çevreden sürekli ısı almaktadır.

1.6.2. Kurutma süresi

Yüksek sıcaklıkta kısa sürede kurutmak doğrudur. Kurutma süresi ürünün cins ve miktarına göre değişiklik gösterir. Önemli olan kısa sürede kurutmayı gerçekleştirmektir.

1.6.3. Kurutma % nem oranı

Kurutulan ürünün nem oranı %10 civarında olmalıdır. Nem miktarı, verilen miktarın altında veya üstünde olmamalıdır. Nem oranı %10'un altında olduğu zaman kullanım sırasında su çekme özelliği değişir ve sert bir yapı oluşturur. Bu oran %10'un üstünde olduğu zaman ise depolama süresi kısalarak mikroorganizmaların üremesi söz konusudur.

1.6.4. Rehidrasyon

Ürünün kullanılması sırasında verilen su ile eski haline dönüşebilme düzeyidir. Yani kurutulmuş bir ürün, suda bekletilince taze halde içerdiği kadar su alarak eski haline ve şekline dönüşürse mükemmel nitelikte olduğu kabul edilir.

Rehidrasyon yeteneği sadece parça halinde kurutulmuş ürünlerde değil, aynı zamanda sıvı halde kurutulup toz haline getirilen meyve tozu, domates tozu ve süt tozu gibi ürünler için de geçerlidir. Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belli koşullarda ıslatılması sonucunda kazandığı su miktarı ile ölçülür. Ancak rehidrasyon sırasındaki koşullar, özellikle suyun sıcaklığı ve süresi, rehidrasyon yeteneği üzerinde son derece etkilidir. Kurutma endüstrisi için önemli bir ölçüttür. Kurutulmuş ürünün kalitesini doğrudan etkiler (Anonim 2007).

1.7. Kurutmayı etkileyen faktörler

Kurutmayı etkileyen faktörleri incelerken, kurutma ortamındaki hava ile ilgili olarak havanın sıcaklığı, bağıl nemi, havanın hareket hızı ve hareket yönü dikkate alınmalıdır.

Malzeme ile ilgili olarak malzemenin nem miktarı (başlangıç ve sonuç nemleri), kurutma esnasında istif şekli, malzeme kalınlığı, buharlaşma yüzeyi genişliği, kurutma ekipmanı ile ilgili olarak yapı malzemesinin türü ve özgül ısı, kurutma cihazının ısı yalıtma durumu, kapasitesi ve boyutları, kurutma metodu, çevre iklimi şeklinde belirtmek mümkündür.

1.8. Kurutmada meydana gelen başlıca değişimler

Kuru gıdalarda mikrobiyolojik kalite, renk, aroma, besin değeri, fiziksel görünüm, kütle yoğunluğu ve tekrar su alma özelliği gibi bazı kalite unsurları önem kazanmıştır. Kurutmanın, kurutma koşulları ve sistemlerinin yanlış seçilmesi ve uygulanması durumunda bazı olumsuz yönleri de ortaya çıkabilmektedir. Bu olumsuz yönler; ürünlerdeki fiziksel değişimler, kimyasal değişimler ve diğer değişimler olarak gruplandırılabilir (Cemeroğlu ve ark. 2003).

1.8.1. Fiziksel değişimler

- Bölgesel kuru madde birikimi: Bu değişim doğrudan doğruya kuru madde hareketine bağlıdır. Suyun dokudaki gözenekler içindeki hareketi, doğrudan bir sıvı hareketi şeklinde, su buharı şeklinde veya bireysel serbest su molekülleri şeklinde olmak üzere farklı tiplerde olabilmektedir. Eğer suyun hareketi kurumanın başlangıç aşamalarında olduğu gibi bir sıvı hareketi şeklindeyse, su içerisinde çözülmüş maddeler de beraberinde taşınır. Böylece alt tabakalardaki kuru madde su ile yüzeye kadar taşınır ve su uzaklaşıp gidince, yüzeyde bir kuru madde yığılımı görülür. Ancak bu yolla yüzeyde kuru madde konsantrasyonu artınca, iç kısımlarda düşmüş konsantrasyonu dengelemek amacıyla bu defa yüzeyden içeriye doğru bir kuru madde akımı belirir. Bu da, suyun yüzeye sıvı hareketi şeklinde ulaştığı dönemde gerçekleşebilir. Kurutmada uygulanan koşullara göre, kuru maddenin tanımlanan bu hareketlerinden biri egemen olabilir ve bunun sonucu olarak yüzeyde veya merkezde aşırı bir kuru madde birikimi belirebilir (Cemeroğlu ve ark. 2003).

- Kabuk bağlama: Kurumanın ilk aşamasında yüksek sıcaklık uygulamasından kaynaklanır. Böylece yüzeyde hızla oluşan kuru tabaka büzüşme sonucu alt tabakalara baskı yapar. Ancak alt tabakalar henüz o kadar ıslaktır ki, üstten yapılan basınca direnç gösterir. Bu durumda ise, kuruma sonucu büzüşme olanağı bulamayan üst tabaka gerilip sert bir kabuk haline dönüşür. Oluşan sert kabuk, kurumanın ileri aşamalarında, alt tabakalar kuruyup buruşsa dahi bir daha göçmez fakat alt tabakalardan ayrılarak sert bir tabaka olarak yapısını korur. Kabuk bağlama ile birlikte kuruma hızı birden bire düşer (Cemeroğlu ve ark. 2003).

- Kitle yoğunluğunda değişimler: Gıda maddeleri genelde elastik özellik gösteren materyallerdir. Kusursuz elastik nitelikte bir maddeden su uzaklaşınca, büzüşme miktarı ile kaybedilen su arasında doğrusal bir ilişki olur. Ancak gıdalar her ne kadar elastik özellikteyse de, kusursuz bir elastikiyet taşımadıklarından kurutulan gıdalarda büzüşme ile su kaybı arasında doğrusal bir ilişki görülemez. Her ürün, kurutmada uygulanan koşullara bağlı olarak kendine özgü bir buruşma niteliği gösterir. Buna göre kurutulan materyalin hacmi az veya çok azalarak kurutulmuş ürünün kitle yoğunluğu değişir (Cemeroğlu ve ark. 2003).

- Kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon yeteneği: Fiziksel bir olay olmasına rağmen, bunun kurutma sırasında azalması, materyaldeki kimyasal, fiziko-kimyasal ve fiziksel değişimlerle ilgilidir. Kurutma koşullarına bağlı olarak buruşma ve parçalanma sonucu, hücreler ve dokunun kapiller yapısının bozulması, rehidrasyonu olumsuz yönde etkileyen fiziksel faktörlerdir (Cemeroğlu ve ark. 2003).

1.8.2. Kimyasal ve diğer değişimler

Bu değişiklikler kendisini, kurutulmuş ürünün veya rehidre edilmiş ürünün renginde, lezzetinde, taktüründe, viskozitesinde, besleme değeri ve depolama stabilitesinde gösterir. Her kurutulan üründe daima ortaya çıkan en önemli olumsuzluk rengin esmerleşmesidir. Renk esmerleşmesi kurutmadan önce, kurutma sırasında veya depolama süresince oluşmaktadır. Bu olumsuzluk, enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu oluşabilmektedir. Sıcaklık dereceleri arttıkça ve tepkimeye giren öğelerin ortamdaki konsantrasyonları yükseldikçe esmerleşme tepkimeleri hızlanmaktadır. % 2 nemin altında esmerleşme tepkimesi olmaz. Buna karşın % 15-20 nem arasında Maillard tepkimesi adı verilen renk esmerleşmesi en hızlı şekilde oluşur (Cemeroğlu ve ark. 2003). Depolamada her 10 °C sıcaklık artışının, esmerleşme tepkime hızının (ürünün su oranına bağlı olarak) 6-8 misli artışına bağlı olduğu saptanmıştır (Saldamlı ve Saldamlı 2004).

Diğer taraftan kurutma işleminde ürünün mikroflorası da değişmektedir. Güneşte kurutma sırasında, koşullar doğaya bağlı olduğundan ve hijyenik kurallara tam olarak uyulmadığından mikroorganizmaların sayısı kurutma boyunca artarak kurutma süresince faaliyet göstermeye devam ederler. Bu sorunları önlemenin kesin yolu, mikrobiyolojik açıdan sağlıklı hammadde kullanılması, hammaddenin hazırlanma ve kurutulmasında hijyenik koşullara uyulmasıdır (Cemeroğlu 2007).

Gıdaların dayanıklılığı üzerinde en etkili faktörlerden birisi gıdadaki su miktarıdır. Ürünün yapısındaki suyu aldığı oranda dayanıklılığı artmaktadır. Ancak, dehidrasyon sonucu yapıda kalan su her gıdada farklı orandadır ve dayanıklılık süreleri de farklıdır. Bu olay yapıdaki “su aktivitesi” ile açıklanabilmektedir (Saldamlı ve Saldamlı 2004). Su aktivite değeri, kurutma sonucunda gıdalardaki önemli değişimlerden birisidir. Kurutma ile birlikte su aktivite değerlerinin düşmesiyle gıdaların dayanım süreleri artmaktadır. Gıdaların su aktivitesi, gıdanın içerdiği suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanır ve gıdanın içinde bulunduğu ortamın denge halinde ölçülen bağıl neminden hesaplanır (Durmuş ve Evranuz 2005).

1.9. Kurutma öncesi başlıca ön işlemler

Meyve ve sebzeler genel olarak dondurularak, ısı işlem görerek veya kurutulularak muhafaza edilmekte veya çeşitli ürünlere işlenmektedir. Sebze ve meyveler kurutulmadan önce bazı ön işlemlerden geçmesi gerekir. Ön işlem, sebze ve meyvelerin kurutulmadan önce içlerindeki nemin daha hızlı alınması, renklerin, tatların, besin değerlerinin korunması, üzerlerindeki olası mikrobik aktivitelerin engellenmesi ve daha hijyenik olmasının sağlanması, standartlara uygun şekil ile boyut özelliklerinin elde edilmesi için yapılan fiziksel ve kimyasal işlemlerin bütünüdür. Kurutulacak sebzelere uygulanacak ön işlemler aşağıda verilmiştir:

- ✓ Yıkama,
- ✓ Ayıklama,
- ✓ Kabuk Soyma,
- ✓ Doğrama,
- ✓ Çekirdek çıkarma,
- ✓ Haşlama.

1.10. Meyve kurutulması

Bazı meyveler kurutmadan önce ön işlemlerden geçirilmektedir. Elma kurutmasında hafif bir haşlama, erik ve üzümde bir alkali çözeltisi içerisine daldırma, elma, kayısı, şeftali gibi birçok çekirdekli meyvelerde çekirdek çıkartma ve kükürtleme işlemi yapılmaktadır.

Ülkemizde çok çeşitli tarımsal üretim yapılmaktadır. Üretilen bu ürünlerden bazıları kurutulularak iç ve dış pazarda piyasaya sunulmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumunun (TUİK) kurutulmuş bazı meyvelere ait ihracat verileri Çizelge 1.9.’da verilmiştir (Anonim 2014i).

1.11. Sebze kurutulması

Ülkemizde yazlık sebzelerin çoğu geleneksel olarak güneş altında ya da gölge ve hava akımı olan yerlere serilerek veya asılarak kurutulmaktadır. Bu tür doğal ortamlarda yapılan kurutma uzun sürdüğünden, kurutulan ürün çevredeki kirletici etkenlerden etkilenmekte ve besin değerlerinde de önemli ölçüde kayıplara neden olmaktadır. Özellikle güneş altına serilerek yapılan kurutmada ortaya çıkan A ve C vitamini kayıpları, özel kurutucularda yapılan hızlı kurutmaya oranla önemli ölçüde fazladır. Kurutulacak sebzeler kurutulmadan önce ayıklama, yıkama, kabuk soyma, doğrama ve bazı ürünlerde haşlama gibi işlemlerden geçirilir. Sebzelerde kurutmada en önemli sorunlardan birisi üründe meydana gelen renk değişmesidir. Kurutulmuş sebzelerde esmerleşme görülmektedir. Ülkemizde kırmızı ve dolmalık biber başta olmak üzere, domates, patlıcan, kabak, yeşil taze fasulye, havuç, mantar gibi birçok sebzeler kurutulmaktadır (Yağcıoğlu 1999). 2009-2013 yılları arasında kurutulmuş

Çizelge 1.9. Bazı kurutulmuş meyvelerin ihracat verileri (Miktar-Dolar) (Anonim 2014i).

	Kayısı		Erik		Elma		Armut	
	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)
2009	101.244.151	278.879.978	617.351	927.712	2.017.702	3.360.121	78.624	203.609
2010	92.687.148	350.597.345	558.922	776.215	3.001.592	4.792.301	98.787	220.972
2011	90.320.923	360.906.561	306.220	748.521	2.634.570	4.666.472	160.289	344.210
2012	101.549.819	296.503.953	343.418	886.392	2.566.709	5.084.710	189.968	494.254
2013	112.428.506	314.133.650	586.092	1.591.893	3.418.458	7.392.643	229.786	665.805

bazı sebzelerin ihracat rakamları ise Çizelge 1.10'dae verilmiştir. Türkiye'de son yıllarda kurutulmuş sebzelerin başta ABD ve Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere birçok ülkeye ihracatı yapılmaktadır. Kurutulmuş sebzeler, hazır çorbalar, soslar, hazır yemekler, bebek mamaları, çeşitli et, balık ve su ürünleri gibi çok farklı ürünlerde kullanım alanları bulmaktadır. Sebzeler; bütün, dilimlenmiş, toz, granül ve parçalanmış olarak çeşitli formlarda kurutulmaktadır (Aytaç, 2008).

Çizelge 1.10. Kurutulmuş bazı sebzelerin ihracat verileri (Anonim, 2014i)

Yıl	Domates		Patlıcan		Kabak		Pırasa	
	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)
2009	16.405.478	55.780.638	95.225	677.376	36.095	336.656	163.402	240.551
2010	15.539.489	57.061.328	58.996	680.521	19.364	125.141	5.874	46.057
2011	14.739.048	65.010.988	46.072	581.072	15.216	80.398	9.352	117.689
2012	15.283.146	62.720.736	47.473	703.663	451.687	573.795	7.720	10.543
2013	17.552.832	69.122.879	36.621	603.613	85.540	355.260	577	11.553

1.12. Mantar kurutulması

Dünyada yaygın olarak üretilen mantar türlerinin miktarları ve toplam üretimdeki oranları Çizelge 1.11’de verilmiştir. Dünya mantar üretimine bakıldığında son 40 yılda (1960-2005) sürekli artış göstermiştir (Öztürk ve Çopur2008). Türkiye’de de Dünya’da olduğu gibi en fazla yetiştirilen ve satışa sunulan mantar türünün *Agaricus bisporus* olduğu bilinmektedir. *Agaricus bisporus* türü ABD ve Avrupa’da, *Pleurotus spp.* ve *Lentinus edodes* türleri ise, uzakdoğu ülkelerinde yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir (Öztürk ve Çopur 2008).

Mantarların kurutulduktan sonra güvenli bir şekilde ve kalitelerinde değişme olmadan saklanabilmeleri için belirli bir nem değerine kadar kurutulmaları gerekmektedir. Mantarlara dondurulmadan, konserveye işlenmeden veya kurutulmadan önce farklı prosesler uygulanmakta ve birçok bileşenin miktarı haşlama sürecinde değişebilmektedir. Mantarları işlemeyen önce yıkama, suda bekletme ve haşlama gibi bazı ön işlem uygulamaları sırasında bileşimindeki suda çözünebilen kuru maddeler kaybolabilmektedir (Coşkuner 1997).

Boztok ve Erkip 2002 yılında yaptıkları çalışmada, kurutulmuş farklı mantar türlerinin içerdiği besin değerlerine ilişkin veriler Çizelge 1.12’de gösterilmiştir. Ülkemizde en fazla kurutulan *Agaricus* cinsi mantarlar ve diğer mantarlara ait 2009-2013 yılları arası miktar ve ihracat rakamları çizelge 1.13’de verilmiştir.

Çizelge 1.11. Dünya Kültür Mantarı Üretiminin Türlere Göre Oransal Dağılımı (Öztürk ve Çopur 2008)

Tür	Üretim (1000 Ton)	Toplam Üretim Yüzdesi (%)
<i>Agaricus bisporus</i>	1424	37.8
<i>Pleurotus spp.</i>	909	24.2
<i>Auricularia spp.</i>	400	10.6
<i>Lentinus edodes</i> (Shiitake)	393	10.4
<i>Volvariella volvacea</i>	207	5.5
<i>Flammulina velutipes</i>	143	3.8
<i>Tremella fuciformis</i>	105	2.8
<i>Hericium erinaceus</i>	90	2.4
<i>Pholita nameko</i>	53	1.4
<i>Hypsizigus marmoreus</i>	22	0.6
<i>Grifolia frondosa</i> (Maitake)	7	0.2
Diğerleri	10	0.3
Toplam	3763	100.0

Çizelge 1.12. Kurutulmuş Farklı Mantar Türlerinin İçerdiği Besin Değerleri (Boztok ve Erkip 2002).

Mantar Türü	Protein (%KM)	Karbonhidrat (%KM)	Yağ (%KM)	Lif (%KM)	Enerji (Kcal/100g)
<i>Agaricus bisporus</i>	23.9-34.8	51.3-62.5	1.7-8.3	8-10.4	328-381
<i>Lentinula edodes</i>	13.4-17.5	67.5-78	4.9-8	7.3-8	387-392
<i>Pleurotus ostreatus</i>	10.5-30.4	57.6-81.8	1.6-2.1	7.5-8.7	345-367

Çizelge 1.13. Bazı mantarlara ait kurutulan miktar ve ihracat gelirleri (Anonim 2014i)

Yıl	<i>Agaricus</i> cinsi mantarlar		Diğer mantar ve domalanlar	
	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)	Miktar (kg)	İhracat (Dolar)
2009	12.442	1.970.445	42.103	2.496.352
2010	11.710	1.917.495	22.310	1.074.567
2011	14.481	2.739.527	21.645	2.824.239
2012	3.126	732.127	4.880	791.473
2013	16.454	4.871.207	13.503	1.572.411

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Farklı ürünlerle ilgili kurutma çalışmaları

Aktaş ve ark., (2004)'ı yaptıkları çalışmada, fındık kurutulmasında güneş enerjili kurutma sistemlerinin uygulanabilirliğini inceleyerek, enerji maliyeti düşük, sıcaklık, ağırlık ve nem kontrollü güneş enerjili bir fındık kurutma fırını tasarlamışlardır.

Aktaş ve ark. (2012)'ı 10 kg kapasiteli bir termal güneş enerjili kurutucuda domates kurutma çalışmasında kollektör verimini %49.33 olarak bildirmişlerdir. Ürün kurutmasını farklı sıcaklıklarda ve ortalama 0.2m/s hava hızında 6-8.5 saat arasında gerçekleştirmişlerdir.

Akpınar ve Biçer (2003), kabağın kuruma davranışını siklon tipi bir kurutucuda deneysel olarak inceledikleri çalışmada 60, 70 ve 80°C'lik üç değişik hava giriş sıcaklıkları kullanılırken, seçilen kurutma havası hızları 1.0 ve 1.5m/s dir. Araştırmacılar deneysel sonuçlardan elde ettikleri kuruma hızı-nem içeriği değişimi eğrilerini lineer olmayan regresyon analiz kullanarak matematiksel olarak modellemişlerdir.

Alibaş (2012a), asma yapraklarını mikrodalganın 3 farklı yoğunluğunda yaptığı kurutma işlemi çalışmasında, kurutulan asma yaprakları ile taze asma yapraklarının renk ve askorbik asit değerlerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak taze ürüne en yakın renk ve askorbik asit değerinin 15 W/g güç yoğunluğundaki mikrodalga kurutma sırasında elde edildiğini bildirmiştir.

Alibaş (2012b) yaptığı çalışmada enginar (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) dilimlerini yaş baza göre nem seviyesi %9.52 oluncaya kadar 50, 75 ve 100°C sıcaklıktaki ve 1 m s⁻¹ hıza sahip hava akımıyla kurutmuştur. Kurutma işlemlerinin 50°C'de 300 dakika, 75°C'de 210 dakika ve 100°C'de ise 130 dakika sürdüğünü belirtmiştir.

Alibaş Özkan ve Işık (2001) yaptıkları çalışmada, mikrodalga ışınlarla domatesin kurutulmasındaki kurutma parametrelerini incelemişler ve denemeler sonucunda diğer kurutma yöntemlerine göre oldukça kısa sürede kurutulduğu, renk, koku ve tat gibi özelliklerin kaybolmadığını ayrıca morfolojik açıdan herhangi bir değişime uğramadığını bildirmişlerdir.

Kabak çekirdeğinin doğal koşullarda kurutma olanaklarını inceleyen Baran ve Ülger (2006), beton zemin, polietilen ve oda koşullarında yürüttükleri çalışmada, birinci gün sırasıyla %76, %74 ve %23 kuruma gerçekleşmiş, ikinci gün %87, %88, %58 kurumanın gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Depolama için gerekli olan ideal neme, beton ve polietilen zeminde ikinci günde 32 saatte ulaşırken, oda koşullarında beşinci günde 104 saatte ulaşılmıştır.

Ben-Mobrouk ve ark. (1990)'ı hava ısıtılmalı, fanlı laboratuvar tipi kurutucuda, tarımsal ürünlerin ince tabakalı formda kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada, tarımsal ürünlerin, hava bağıl nemi, hava sıcaklığı ve hava hızı gibi hava akış parametrelerinin değişik değerleri için, kurutmanın karakteristik eğrilerini belirlemişlerdir.

Bennamoun ve Belhamri (2003), Soğan ile yaptıkları kurutma çalışmasında, kurutma boyunca bir ısıtıcının kullanılmadığı, tarımsal ürünler için basit, etkili ve pahalı olmayan güneş enerjili bir kurutucu sistemi üzerinde çalışmışlardır. Toplayıcı yüzeyin, hava sıcaklığının ve ürünün özelliklerinin kurumaya etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Bulut ve Durmaz (2006)'ın yapmış oldukları çalışmada havalı bir güneş kolektörünün verimini Şanlıurfa şartlarında incelemişlerdir. Tasarladıkları havalı güneş kolektörünün ortalama ısı veriminin %53, ayrıca kolektöre giriş ve çıkış havası arasındaki ortalama sıcaklık farkının 20 °C olduğunu bildirmişlerdir.

Coleman ve ark. (1978), yaptıkları araştırmada yeşil biberi, klasik sıcak havalı ve doğrudan güneş ışınımı olan kurutucularla kurularak C vitamini düzeyini araştırmışlardır. Sıcak havalı kurutucularda kurutulan biberlerde C vitamini düzeyinin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Doğantan ve Tuncer (1989) yaptıkları çalışmada kontrollü şartlar altında, laboratuvar tipi bir kurutucuda, kırmızı biberin kuruma karakteristiklerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda, Kahramanmaraş kırmızı biberi için kurutma havası sıcaklığının en fazla 60°C olması gerektiği, 65°C hava sıcaklığında ise biberde yanma olacağını belirlemişlerdir. Ayrıca optimum hava akım hızının 0.5m/s olması gerektiği ve kurutmadan önce biberlerin yarılması halinde kurutma zamanının azalacağı vurgulanmıştır.

Doymaz (2004), havucun kuruma kinetiğine kurutma havası sıcaklığı, hız ve örnek kalınlığının etkisi incelenmiştir. Denemelerde ısıtıcı, fan, hava filtresi ve elektronik kontrol düzeninden oluşan dolap tipi kurutucu kullanılmıştır. Havuçlar 1x1x1 cm ve 2x2x2 cm'lik küpler halinde doğranarak, bu küpler 5 dakika 100°C de haşlanma, daha sonra 5 dakika 15°C de soğutulmuştur. Kurutma denemeleri için 200g ve ilk nem içeriği %87.5 (y.b.) olan örnekler tek tabaka halinde kurutucuya yerleştirilmiştir. Denemeler boyunca örneklerin ağırlıkları 0.5-1 saatlik zaman aralıklarında tartılmıştır. Çalışma sıcaklığı 50, 60, 65 ve 70°C olarak belirlenmiştir. Deneme %6 (yb) nem içeriğine kadar devam ettirilmiştir. Kurutma havası sıcaklığı ve hız artırıldığında nem difüzyonun da arttığı saptanmıştır.

Doymaz (2005a), çalışmasında incirin güneşe sererek kurutulmasını incelemiştir. Çalışmada 5.42cm çapında ve yaklaşık 50.2g ağırlığındaki örnekler kullanılmıştır. Kurutmada yaklaşık 300g örnek tek tabaka halinde tepsiye yerleştirilerek kurutma gerçekleştirilmiştir.

Denemeler 35 ve 47°C sıcaklıkta yapılmıştır. İncirin kuruma davranışını açıklamak için yedi farklı model kullanılmış ve bunlardan Verma ve ark. modelinin deneme verilerine uygun olduğu saptanmıştır.

Doymaz (2005b), kurutma havasının sıcaklığının bamyanın kuruma karakteristiğine etkisini incelemiştir. Denemelerde yaklaşık 100 g ortalama nem içeriği %89.53 (yb) olan bamyalar, tek tabaka halinde 50, 60 ve 70°C sıcaklık ve 1.0m/s hava hızında kurutulmuştur. Kurutma havasının sıcaklığı yükseldikçe kuruma hızı artmış, kuruma süresi azalmıştır.

Elustondo ve ark. (1996), yaptıkları bu çalışmada çapları 55-70 mm arasında değişen beyaz soğanları 50, 60, 70 ve 80°C sıcaklık, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.0m/s hava hızı ve %10, %15 ve %20 bağıl nem koşullarında kurutarak bu parametrelerin kurumaya etkilerini incelemiştir. Kurutma havası sıcaklığının artması ile kurutma için gerekli süre azaltılmış ve kurumanın başlangıcında yüksek sıcaklıklarda kuruma hızının fazla, kuruma işleminin ilerlemesi ile kuruma hızının azaldığı, ayrıca kurutma havası hızının ve havanın mutlak neminin artması ile kurutma işlemi daha kısa sürede tamamlandığını bildirmişlerdir.

Ertekin ve ark. (2001), bu çalışmada incirin kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi ve kuruma davranışlarının modellenmesi üzerine çalışmışlardır. Kurutucu ile kurutma havasının sıcaklığı, hız ve oransal nemi istenilen seviyede sabit tutulmuş, ürün ağırlığındaki değişim kuruma işlemi süresinde bilgisayar yardımıyla kaydedilmiştir. Kurutma havası sıcaklığı 40, 50, 60, 70 ve 80°C, oransal nemi %15, 30, 45 ve hava hızı 1.0m/s olarak düzenlenmiştir. Bu parametrelerin kuruma karakteristikleri ve kuruma süresine etkileri belirlenmiştir. Bunun yanında azalan kuruma hızı evresinde meydana gelen ürün nemindeki değişimi açıklamak için Newton ve Page modelleri karşılaştırılmış, kurutma havası parametrelerinin bu modellerde bulunan katsayılara etkileri incelenmiştir.

Ertekin ve Yıldız (2004), bu çalışmada bir laboratuvar kurutucusunda patlıcanın kuruma süresinin belirli bir anındaki nem içeriğini belirlemek amacıyla Newton, Page, Geliştirilmiş Page, Henderson ve Pabis, Logaritmik, iki Terimli, iki Terimli Ekspansiyel, Wang ve Singh, Thompson, Difüzyon Yaklaşım, Geliştirilmiş Henderson ve Pabis ve Verma ve ark. modelleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Page modelinin patlıcanın kuruma davranışını diğerlerinden daha iyi açıkladığı belirlenmiştir. En düşük istatistiksel veriler Page modeli ile çalışma koşullarına ait özellik ve n katsayıları ile elde edilmiştir. Modelleme yeterliliği de 0.9964 ile 0.9999 arasında değişmiştir.

Ekechukwu ve Norton'nun (1999) ve Bingöl (2010), çalışmalarında güneş enerjili kurutma sistemlerindeki çeşitli tasarımlar incelenmiş, güneş enerjili kurutucuların sınıflandırılmasında sistematik bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Güneş enerjili kurutucuları Pasif

ya da doğal sirkülasyonlu güneş enerjisi kurutucular, aktif ya da cebri konveksiyon güneş enerjili kurutucular olarak iki genel grupta toplamışlardır. Pasif güneş enerjili kurutma sisteminde mahsul yerinde kurutulmaktadır. Ürün toprağa, hasıra ya da çimento zemine yayılır veya yatay ya da dikey raflara konularak güneş enerjisi ve doğal hava akımları ile kurutulduğunu bildirmişlerdir.

Ergüneş ve Özgöz (1995), sera içinde ve dış ortamda fasulye, biber ve soğanın kuruma karakteristiklerini belirlemeye çalışmışlardır. Denemelerde fasulye ve biberler bütün ve kıyılmış halde, soğan ise sadece kıyılarak kurutulmuşlardır. Sonuç olarak, sera içerisinde ve kıyılarak kurutulan ürünlerin kuruma sürelerinin normal olarak kurutulan ürünlere göre daha kısa olduğu belirlenmiştir. Her ürün için ayrı ayrı kuruma sabiti değerleri hesaplanmış ve exponential modelin daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Heybeli ve Ertekin (2007)'de elma dilimlerinin sanayi tipi prototip raflı bir kurutucuda kuruma karakteristiklerini incelemişler. Çalışmalarında kuruma havası sıcaklığının değişimi ile ürünün kuruma süresi, kuruma hızı, hacim ağırlığı, hacimsel büzülme, yeniden su alma, renk ve duyu özelliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak kurutma havası sıcaklığının artışı ile ürünün kuruma süresinin kısaldığı ve ürünün kuruma hızının arttığını bildirmişlerdir.

Güner (1991), yaptığı çalışmada raf tipi güneşli meyve kurutucu kullanarak kayısı kurutmada farklı hava debisi değerlerinde, kayısının kuruma zamanı, kuruma hızı ve kuruma için ihtiyaç olan hava ve sıcaklık değerlerini belirlemeye çalışmıştır. Deneyler sonucunda; kuruma zamanının hava sıcaklığı arttıkça azaldığını, hava debisi arttıkça kütle transferinin arttığını ve kuruma zamanının azaldığını, kuruma hızının arttığını, raflı kurutucularda güneş ışınımından çok hava akımının özelliklerinin etkili olduğunu bulmuştur.

Güzel ve ark., (1996), göre mikrodalganın ürün içindeki su moleküllerini titreterek ısıyı sürtünme sonucu oluşturması nedeniyle, tüm ürün ısıtılmaktadır. Isı enerjisi ürüne dış bir kaynaktan verilmediğini, Magnetron adı verilen mikrodalga üreten jeneratör yardımı ile ürüne bir magnetik alan yaratarak ürünün ısıtıldığını bildirmişlerdir.

Hollick (1999), farklı gıda ürünlerinin kurutulmasında havayı ısıtmak için büyük ölçüde enerjiye ihtiyaç olduğu ve kurutma işleminde güneş enerjisinden yararlanma imkanı olduğunun avantajlı olduğunu belirtmiştir. Ticari kurutmanın, çiftçiler tarafından pratikte uygulanan güneş altında doğal ortamda yapılan kurutmadan farklı olduğunu belirtmiştir.

Tuncer'in (1990), araştırmasında sebzelerin yüksek frekanslı mikrodalga manyetik alanının etkisine konulunca, ürünün gösterdiği davranış ve uğradığı değişikliklerin belirlenmesini ve en uygun kurutma yönteminin deneysel olarak bulunmasını amaçlamıştır. Araştırma sonuçlarına göre; mikrodalga alanına konulan pırasa, kırmızı ve yeşilbiber,

patlıcan, soğan ve patatesin uygun mikrodalga güç kademesi seçilerek, mikrodalga ile sebzelerin reaksiyona girmesini önleyen düzenlemelerle hiç bir kalite kaybı olmaksızın, konveksiyonlu kurutmaya kıyasla, 1/5-1/12 arasında değişen daha kısa sürede kurutmanın mümkün olabileceğini belirlemiştir.

Karaaslan ve Tuncer (2004)'in yapmış oldukları derlemede mikrodalga fırınının çalışma prensibini açıklamış ve mikrodalga enerjisinin 300MHz-300GHz aralığında frekansa sahip iyonize olmamış elektromagnetik dalgalarla çalışan ayrıca ısıtma, pişirme, kurutma gibi uygulamalarda kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Kachru ve Singh (1994), ön muameleye tutulmuş yeşil fasulyelerin farklı kurutma hava sıcaklığı ve hava hızlarında kurutma karakteristiklerini incelemişlerdir. Kurutma hava sıcaklıkları olarak 20 ve 55°C, hava hızı ise 0.8m/s saptamışlardır. Sonuçta, yeşil fasulyelerin kurutma öncesi ön muameleye tutulmasının, kurutma zamanının önemli oranda kısalttığını ve ön muameleye tutulmuş fasulyelerin nem içeriğini %55 den %10 a indirmek için ortalama 6 saat süre gerektiğini göstermiştir.

Kemer (1996), Starking elma çeşidinin; kurutma havası hızı ve elmanın dilimleme şeklinin, kuruma hızı ve nem değişimine etkisini incelemiştir. Elmalar aksel ve meridyenel olarak 3-5mm kalınlığında dilimlenmiştir. Laboratuvar tipi kurutucu kullanmış ve kurutucudaki fan 800devir/dak ve 1200devir/dak hızlarına ayarlanarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Denemeler sonucunda elmanın aksel veya meridyenel şekilde dilimlenmesi kuruma hızını ve nem içeriğini önemli derecede etkilemediği belirlenmiştir. Sabit hızla kuruma evresinde 1200devir/dak fan hızıyla yapılan kurutmada nem içeriği hızla düşerken, azalan hızla kuruma evresinde 800devir/dak fan hızıyla yapılan denemenin nem içeriğindeki değişimin diğerinden daha hızlı olduğu saptamıştır.

Kocabıyık ve Demirtürk (2008)'deki araştırmalarında nane yapraklarını infrared enerjisi ile kurumuşlardır. Kuruma esnasında nanenin kuruma karakteristikleri, kuruma süreleri, kuruma hızı incelenmiş ve özgül enerji tüketimleri ile renk özellikleri incelenmiştir. Dört farklı hava hızı ve 1080W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda kuruma süresinin 64-180 dakika arasında değiştiğini ve özgül enerji tüketimleri 34.04 ve 106.58MJ/kg-buharlaşan su arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Koç ve ark., (2004) çalışmalarında kırmızı biber kurutmada Güneş enerjili bir kurutucunun performansını incelemişlerdir. Kurutma havasının kurutma odasına giriş hızının 1.25m/s ve her bir biberi 8 eşit parçaya bölerek çalışmışlardır. Kollektör veriminin %45 sistemin kurutma verimini ise %31 olarak bulmuşlardır.

Koyuncu (2002) yapmış olduğu çalışmasında dört özdeş düz yüzeyli hava ısıtıcı kolektörlerin eğim açısı yönünden verimlerini karşılaştırmış. Eğim açılarını 25°, 30° 35° ve 40° de denemiş. Denemeler sırasında maksimum radyasyon, kolektör yüzeylerine gelen güneş radyasyonu, gerekli yüzeylerin sıcaklıkları, giriş ve çıkış havasının sıcaklıkları, dış hava sıcaklığı ve nemi, ayrıca hava hızını ölçerek maksimum ve minimum kolektör verimini hesaplamıştır. Sonuç olarak 25° ve 40° eğim açlarına sahip kolektör maksimum ve minimum verim değerlerini sırasıyla %40.32 ve %35.95 olarak bildirmiştir.

Koyuncu (2006), Sera tipi tarımsal ürünlerin kurutma performansının geliştirilmesi üzerine bir araştırmasında, düşük sıcaklıkta doğal sirkülasyonlu sera tipi kurutmaların, kırsal yerlerde kullanmak en cazip seçenek olarak belirtmişlerdir. Tarım ürünlerinin kurutulması için doğal sirkülasyonlu sera kurutucuların kullanımı, açık havada kurutmaya göre 2...5 kat daha verimli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kurutma performansını artırmak için siyah kaplamalı güneş radyasyonu emici yüzey ve baca kullanılması verim ve kalite açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmasında kullanılan kurutucunun basit yapılı, kullanımı kolay, bakım gerektirmeyen sera tipi kurutucular olduğunu belirtmişlerdir.

Koyuncu ve ark., (2010), ısıtma ve pişirmede kullanılan bir mikrodalga fırınının verimi üzerine yapmış oldukları çalışmada; mikrodalga fırınının veriminin %38-50 arasında değiştiği ve mikrodalga fırının üzerinde bulunan güç kademelerinin gerçek güç tüketimi arasında bir ilişkinin olmadığını tespit etmişlerdir

Koyuncu ve ark., (2006), kocayemiş (*Arbutus unedo L.*) meyvesinin 2 farklı genotipinde (57 *Ayancık 01* ve 57 *Ayancık 51*) yapmış oldukları sıcak hava kurutucusunda ki çalışmada, kuruma için minimum enerji gereksinimi sırasıyla 27.34 kWh/kg ve 25.28kWh/kg, kurutma sıcaklığını 80°C olarak belirtmişlerdir.

Koyuncu ve ark., (2007), Kırmızı alıç (*Crataegus monogyna Jacq.*) ve sarı alıç (*Crataegus aronia Bosc.*) meyvesini sıcak hava kurutucusunda kurutmuşlardır. Farklı hava hızı ve sıcaklık değerleri kullanılarak yaptıkları çalışmada en uygun sıcaklık ve hava hızını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda sarı alıç ve kırmızı alıç'ın enerji tüketimleri sırasıyla 42.80kWh/kg ve 27.68kWh/kg ve en uygun kurutma sıcaklığını 70°C olarak belirtmişlerdir

Koyuncu ve ark., (2012), Tere bitkisinin yapraklarını mikrodalga ile 3 farklı güç kaynağında kurutmuşlardır. Kuruma süresi, enerji gereksinimi ve yapraklarda oluşan renk değişimlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; Mikrodalğanın en uygun güç seviyesinin 350W ve enerji gereksiniminin 11.77kWh/kg olduğunu belirtmişlerdir

Koyuncu ve Pınar (2001)'de yapmış oldukları çalışmada kırmızı biberin kurutulması için doğal akışlı güneşli bir kurutucu tasarlamışlar. 1 kg ürün için gerekli kuruma süresinin

3.5 saatten 1.28 saate düşürüldüğünü belirtmişlerdir. Bu kurutucu, kuruma süresince çevre koşullarının ürün üzerindeki olumsuz etkilerini son derece azaltmakta ve kaliteyi yükselttiğini belirlemişlerdir. Özellikle aile işletmelerinin yoğunlukta olduğu yörelerde tasarlanan kurutucun özellikleri bakımından ucuz olması, yapımının kolay ve özel bir bilgi ve beceri gerektirmemesi ve kullanımın kolay ve bakıma ihtiyaç duyulmaması gibi nedenlerle yaygınlaştırılmasını bildirmişlerdir.

Koyuncu ve Sessiz'in (2002) araştırmasında sera tipi bir güneşli kurutucu ile bir elek platform ve bir tahta platform tipindeki kurutucularda çarliston biber kurutması yapmışlardır. Denemeler sonucunda sera tipi kurutucunun açık havada kurutmada kullanılan kurutuculara oranla ürünü 3-4 kat daha hızlı kuruttuğu ve termal verimin %15 civarında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca elek ve tahta platformlar arasında önemli bir farkın olmadığını, ikisinin de yaklaşık aynı kurutma etkinliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Lin ve ark. (1998), Taze fasulyenin kurutulmasına uygulanan ön işlemin ve kurutma havası sıcaklığın etkilerinin belirlendiği çalışmalarında, hiçbir ön işleme tabi tutmadan, 100°C sıcaklıkta 15 saniye süreyle 40g/l lik NaOH çözeltisine daldırma, bir dakika 85°C sıcaklıktaki saf suda haşlama ve bir dakika süreyle buharda haşlama ön işlemlerini uygulamışlardır. Sonuçlara göre su veya buharda haşlama yöntemi birbirine çok yakın ve en kısa kurutma süresi bu ön işlemlerde gerçekleştiğini görmüşler ve kurutma havası sıcaklığının kurutma süresine etkili önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuşlardır.

Madamba ve ark. (1996), yapmış oldukları çalışmada kurutma havası sıcaklığı 50-90°C, bağıl nemi % 8-24, hava hızı 0.5-1.0m/s ve dilim kalınlığı 2-4 mm arasında değiştirilerek sarımsağın kurutma karakteristiklerini belirlemişlerdir. Sonuçlar özellikle düşük sınırlardaki bağıl nem değerlerinde, sıcaklık ve dilim kalınlığı kurutma için önemli faktörler olduğunu ve hava hızının kuruma hızına önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Mutlu ve Ergüneş (2008)'in yapmış oldukları çalışmada domatesi güneş enerjili raflı bir kurutucuda kurutma koşullarını belirlemeye çalışmışlardır. Kurutulan üründe kuruma zamanı, yüzde ağırlık kaybı ve ürün kalitesi açısından değerlendirmişlerdir. Birinci denemelerinde en alttaki rafta kurutulan domatesin 120 saatte, ikinci denemelerinde 168 saatte kurduğunu bulmuşlardır.

Mwithiga ve Olwal (2005), çalışmalarında konvektif kurutucuda 1.0m/s hava hızında kurutulan lahananın kuruma kinetiğine, örnek kalınlığı ve hava sıcaklığının etkisini incelemişlerdir. Denemede kullanılan kurutucu kurutma odası, 1.5kW'lık elektrikli ısıtıcı ve fanndan oluşmaktadır. Kurutma için gerekli olan lahana yaprakları yaklaşık 3 mm'lik ince dilimler halinde doğranmıştır. Denemelerde 30, 40, 50, ve 60°C hava sıcaklıkları ve 10, 20,

30, 40 ve 50 mm kalınlıklar kullanılmıştır. 10 mm tabaka kalınlığında kurutulanan lahana yapraklarının kurutma sıcaklı arttıka kuruma süresinin azaldığı tespit edilmiştir. Tabaka kalınlığının artması ise kuruma süresini arttırmıştır.

Olgun ve Rzayev (2000), yaptıkları çalışmada güneş enerjisi ile kabinet tipi, dolap tipi ve çadır tipi üç farklı sistemde fındığın kurutulmasını deneysel olarak incelemişlerdir. Kurutulmuş olan fındıklardan alınan numuneler görüntü ve tat analizine de tabi tutulduğunda ürünlerde herhangi bir bozulmaya rastlamamışlardır.

Özbalta ve ark. (2012) alışmalarında aile tipi bir güneşli kurutucu kullanılarak üzüm ve domates kurutmuşlardır. Üzüm meyvesinin 4.5 günde kuruduğunu domateste hava şartlarından dolayı istenilen sonuca ulaşamadığını bildirmişlerdir.

Pangavhane ve ark.. (2002), yaptıkları çalışmada tarımsal ürünlerin makine ile kurutulmasının bir enerji tüketimi olduğunu belirtmişlerdir. Fosil yakıtların azalması ve yüksek maliyetleri nedeniyle kurutma işleminde güneş enerjisi kaynaklarının kullanımına büyük önem verildiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla, kurutucu ünitesi ve hava ısıtmalı güneş kurutucusu sistemi geliştirmişlerdir.

Polatçı ve Tarhan'ın, (2007), yaptıkları çalışmasında Maydanoz (*Petroselinum crispum*) bitkisinin kuruma süresi ve kalitesine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 60°C için 20 saat, 45°C için 32 saat olarak kurutma gerçekleşmiştir. Çalışmada renk ve C vitamini değerlerine de bakıldığını belirtmişlerdir.

Sarsavadia ve ark. (1999), yapmış oldukları çalışmada, soğanlar elle soyup elektrikli dilimleme makinesi ile dilimlemişler ve kurutma havası sıcaklığı, bağıl nemi ve hızının, ayrıca dilim kalınlığının soğanın kuruma karakteristiklerine ve kalite kriterlerine etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, kurutma havası sıcaklığının 65 °C'nin üzerine çıkması kalitede azalmaya neden olmaktadır. Kurutma havası hızının hem kuruma davranışına hem de kaliteye önemli etkisi yoktur. Hava hızının 0.5m/s'nin üzerinde olması, kurutma süresi ve renkte etkili olmadığından enerji tasarrufu açısından bu değerin üzerine çıkmamışlardır. Bununla beraber 0.1m/s'nin altındaki hava hızları kurutma süresinin önemli düzeyde etkiler. Yeniden su alma kapasitesi 75°C sıcaklıkta 25°C sıcaklıktakinden daha hızlıdır, ancak alınan su miktarında bir değışme yoktur. Kuru soğanlar ilk nem içeriklerinin yaklaşık %90'na ulaşırlar. Kalite açısından 60°C en uygun sıcaklıktır. 2 ve 4 mm'lik dilim kalınlığı kalite kriterleri açısından en uygun değerlerdir

Simal ve ark. (1996), çalışmalarında taze fasulyenin kurutulmasında uygulanan ön işlemin (100°C sıcaklıkta 15 saniye süreyle 40g/l lik NaOH daldırma, 1 dakika 85°C sıcaklıktaki saf suda haşlama, 1 dakika süreyle buharda haşlama) ve kurutma havası

sıcaklığının etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, su ve buharda haşlama yönteminin birbirine çok yakın olduğu ve en kısa kurutma süresinin bu ön işlemlerde gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Sittiphang ve ark. (1989), kabuklu ve kabuksuz soya fasulyeleri ile fındıkların kurutma karakteristikleri üzerine farklı kurutma havası sıcaklığı ve hava hızlarının etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonuçları, kurutma hava sıcaklığı artışının, hava hızı artışından daha fazla kurutma hızını artırdığını göstermiştir. 0.18m/s hava hızında, fındıkların kuruma zamanı, 40°C kurutma hava sıcaklığında 17 saat iken, bu süre 60°C kurutma havası sıcaklığında 9 saate kadar inmiştir.

Şahin ve ark. (2010) çalışmalarında farklı kurutma yöntemleri kullanarak domates kurtulmasındaki bazı besin bileşenlerine etkisini incelemişlerdir. Sıcak havalı kabin tipi kurutma, vakumlu kurutma, dondurarak kurutma ve güneşte kurutma yöntemlerini uygulamışlardır. Besin bileşenlerinden vitamin C, likopen, sodyum (Na) ve potasyum (K) içeriğindeki değişimlerinin dondurarak kurutma yönteminde en iyi sonuca ulaştıklarını belirlemişlerdir. Başlangıç nemimin %94.73'den %9.33-11.11 aralığına kadar düştüğünü bildirmişlerdir.

Tarhan ve ark., (2005), günümüzde ticari olarak kullanılan kurutucuların hiçbirinin en ekonomik ve en kaliteli kurutma işlemini bir arada sağlayamadığını ifade etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, güneş enerjili kurutuculardan beklenen başarı kriterleri ve kurutulmuş ürün kalitesi ile ilgili faktörleri açıklanmışlardır.

Tırıs ve ark., (1994), yaptıkları çalışmada iki ayrı tip güneşli kurutucuda ve açık sergide, çeşitli tarımsal ürünleri (sivri biber, fasulye, bamya, şeftali) aynı anda kurutarak bu ürünlerin kuruma eğrilerini karşılaştırmışlardır.

Tuncer (1990), Çeşitli sebzelerin mikrodalga ile kurutulması üzerine bir çalışma yapmış ve araştırmalar sonucunda, mikrodalga alanına verilen kırmızı ve yeşil biber, pırasa, patlıcan, soğan ve patatesin uygun mikrodalga güç kademesi seçilerek ve mikrodalga ile sebzelerin reaksiyona girmesini önleyen düzenlemelerle hiçbir kalite kaybı olmaksızın, konveksiyonlu kurutmaya kıyasla, 1/5 ile 1/12 arasında değişen daha kısa sürede kurutmanın mümkün olabileceği saptanmıştır.

Toğrul ve ark., (2005b), dört farklı kalınlıkta kestikleri muz dilimlerini infrared kurutucuda 50, 60, 70 ve 80 0C sıcaklık değerlerinde kurutarak muz dilimlerinin kuruma kinetiğini incelemişlerdir. Deneysel verilerden hareketle zamanla nem içeriğindeki değişim, nem içeriği ile kuruma hızının değişimi belirlenmiştir. Araştırmacılar sonuçta, artan kurutma

havası sıcaklık ile hem kuruma hızının hem de difüzyon katsayısını arttırdığını, muz dilim kalınlığının artmasıyla da kuruma hızının azaldığını tespit etmişlerdir

Ültanır (1972), levha tipi deney modeli güneş enerjili kurutucuyla çeşitli meyve ve sebzeler yanında biber de kurutmuştur. Bu kurutucuda, hava dolaşımı doğal konveksiyonla ve küçük bir elektrikli vantilatörle sağlanmıştır. Kurutucu genel olarak, bir güneş toplayıcısı ile kurutma odasından meydana gelmiştir. Araştırmacı, biberlerin kurutma öncesi doğranması ve haşlanmasının kurutma süresini kısalttığını bildirmiştir.

Yağcıoğlu ve ark., (1999), yaptıkları çalışmada farklı kurutma koşullarında defne yaprağının kurutma karakteristiklerini incelemişlerdir. Güneşte kurutma metodunda uygun olmayan hava koşulları ile karşılaştırıldığında, kayıpların meydana geldiğini ve uzun kuruma zamanı gibi avantajsız durumların ortaya çıktığını görmüşlerdir. Kontrollü koşullarla kurutmanın geleneksel kurutmaya göre birçok problemi ortadan kaldırdığı gözlemişlerdir.

Yıldız ve ark., (2000), bu çalışmada, sultani çekirdeksiz üzümün ince tabaka halinde güneş enerjili kurutucular ile kurutulması modellenmiştir. Güneş enerjili kurutucu, güneş enerjili hava ısıtıcı ve kurutma odasından meydana gelmektedir. Kurutma havası, güneş enerjili hava ısıtıcı yardımıyla ısıtılmış ve kurutma odasında bulunan rafın üzerindeki ürünün içerisinden geçirilerek kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemine kurutma havası hızının etkisini belirlemek amacıyla hava hızı, fanın giriş ağzında bulunan klape yardımıyla 0.5, 1.0, 1.5 m/s olacak şekilde ayarlanmıştır. Kurutma havası sıcaklığının etkisi ise, denemelerin farklı zamanlarda tekrarlanması ile belirlenmiştir. Dış ortam ve kurutucuya giriş hava sıcaklığı ve bağıl nemi ile güneş ışınım değerleri ölçülmüştür.

Yıldız (2013), çalışmasında güneş enerjili tarımsal ve diğer ürünlerin kurutulmasında kullanılan hava akışkanlı güneş kolektörlerini incelemiş ve kolektör tipine, tutucu levha şekline bağlı olarak değişen kurutucuların verimini 0.20-0.82 arasında olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kolektör verimini etkileyen parametreleri; giren hava sıcaklığı, güneş ışınım şiddeti, çevre sıcaklığı, kolektör eğimi, kütleli debi, yutucu levha geometrisi ve kolektör akış tipi gibi birçok faktöre bağlı olduğunu bildirmiştir.

Yıldız (2001), yapmış olduğu çalışmada havuç ve pırasanın kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi ve kuruma süresinin belirli bir anında ürünün nem içeriğinin saptanması için mevcut kuruma modellerinin uygulanabilirliğinin araştırılmasını amaçlamışlardır. Bu ürünler 30, 40, 50, 60 ve 70°C kurutma havası sıcaklıklarında ve 0.5, 1.0 ve 1.5m/s kurutma havası hızlarında kurutularak kurutma süreleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler Newton, Page, Geliştirilmiş Page, Henderson ve Pabis, Logaritmik, iki Terimli, iki Terimli Eksponansiyal, Wang ve Singh, Thompson, Difüzyon Yaklaşım, Verma ve ark.,

Geliştirilmi Henderson ve Pabis matematiksel modellerine uygulayarak en uygun modeli belirlemiştirlerdir.

2. 2. Mantar kurutma ile ilgili çalışmalar

Çelen (2004)'in çalışmasında, mantarların % 5 nem içeriğine kadar kurutulması ve kurutma sıcaklığının 65°C'yi geçmemesi gerektiği ifade edilmiştir Ayrıca kurutmanın son aşamalarına doğru kurutulan üründe kalan nemi uzaklaştırmak için daha fazla enerji gerektiği ve bu yüzden güvenli nem içeriğinin tespit edilmesinin enerji tasarrufu açısından çok önemli olduğu bildirilmiştir

Keçebaş (2007)'in araştırmasında, renk, insanın renk görüşüne karşılık olan değişkenlerle ifade edilebilmektedir. Bu tip değişkenleri kullanan bir sistem; parlaklık, yeşillik-kırmızılık ve mavilik-sarılık eksenlerini ifade eden L, a ve b değerleri ile CIE-Lab sistemidir. CIE-Lab sistemi meyve ve sebzelerin rengi ile depolama ve işleme esnasındaki değişimlerini değerlendirmek için çok yönlü ve güvenilir bir renk ölçüm yöntemi olarak sık sık kullanılmaktadır

Funebo ve Ohlsson (1998), çalışmalarında mantar ve elmanın mikrodalga+ısıtılmış hava kombinasyonu kullanarak kuruma parametrelerini belirlemiştirlerdir. Kuruma parametreleri olarak hacim ağırlığı, yeniden su alma kapasitesi, kuruma hızı ve renk değerleri baz alınmıştır. Denemelerde, *Agaricus Bisporus* mantar çeşidi ve *Golden Delicious* elma çeşidi kullanılmıştır. Elma ve mantarlar 5 mm'lik kalınlıklarda dilimlenmiş, yeniden su alma denemeleri elma 50°C, mantar 95°C sıcaklığındaki damıtılmış suda 1, 2, 5, 10, 20 ve 40 dakikalık sürelerde bekletilerek belirlenmiştir. Yeniden su alma işleminde mantarın 5 dakika, elma dilimlerinin 20 dakikada denge durumuna geldiği saptanmıştır. Elma ve mantar dilimlerinin kurutulmasında ısıtılmış hava+mikrodalga kombinasyonu ile kuruma hızının azaldığı belirlenmiştir.

Kotwaliwale (2007), çalışmasında, *Pleuratus* spp. Tepsili kurutucuda 50, 55, 60 ve 70°C' sıcak havayla kurutularak dokusal (sertlik, yapışma, esneklik ve çiğnenebilirlik) ve optik (spektral yüzey yansıma) özellikleri incelenmiştir. Kurutmada önce haşlama ve kükürtleme işlemlerinin etkileri de araştırılmıştır. Yapışıklık ve yaylanma başlangıçta arttığı, kurutmanın son aşamasında azalma görüldüğü, kuruma sırasında; sertliği ve mantar çiğnenebilirliğinde artma görülmüştür. Yüksek sıcaklıkta kurutulan mantarın sertliği yüksek çıktığı bildirilmiştir. Yapışkanlık yüksek kurutma sıcaklığına bağlı olarak azaldığı ve kurutma sırasında sarılık indeksi artarken beyazlık indeksinin azaldığı, kurutma sıcaklığının

mantarlardaki beyazlık indeksiyle ters orantılı olduğu belirlenmiş, haşlamayla bozulan beyaz rengin korunmasında kükürtlemeden yararlanabileceği bildirilmiştir.

Krokida ve ark. (2003), çalışmalarında patates, havuç, biber, sarımsak, mantar, soğan, pırasa, bezelye, mısır, kereviz, kabak ve domates gibi sebzelerin kurutulmasında, kurutma havasının sıcaklığı, hava hızı, bağıl nem ile örnek büyüklüğünün etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda hava sıcaklığının kurutma sırasında örnek üzerinde etkisinin oldukça yüksek olduğu ve diğer parametrelerin etkisinin de sıcaklığın etkisi kadar önemli olduğu bildirmiştir.

Nehru ve ark. (1995), çalışmalarında günlük 2.5 kg kurutma kapasiteli bir güneşli mantar kurutucuda *pleurotus Florida* mantarlarına, %0.5 potasyum metabisülfad (15 dakika), %0.5 sodyum benzota (15 dakika), Buhara tutma ve sonra su ile soğutma (3 dakika) gibi ön işlemler uygulayarak kuruma zamanlarını tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, mantarların nem içeriğini %92.6'dan %10'a indirmek için gerekli kurutma zamanı ortalama 5.5-6.5 saat olarak tespit edilmiştir. Ayrıca en iyi damak tadı kalitesi ise, 15 dakika %0.5'lik potasyum metabisülfad çözeltisine bandırılmış mantarlarda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Pal ve Chakraverty (1997), 45, 50 ve 60°C kurutma havası sıcaklığı ve 0.9 ve 1.6 m/s hava hızı koşullarında ön işlemin mantarın kuruma karakteristiklerine ve bunların kaliteye etkilerini belirlemişlerdir. Ön işlem olarak yıkanan ve sınıflandırılan örnekleri 3 dakika buharda haşlama ve ardından %5'lik sodyum metabisülfid ve %0.5'lik sitrik asit solüsyonuna 5 dakika daldırarak ön işlem uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, ürünün nem alma oranının ön işlem uygulanmayan örneklerde diğerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yeniden su alma işleminden sonraki mantarların yapı ve görünüşlerinin, ön işlem görmeyen mantarlarda daha iyi, buna karşın ön işlem uygulanan örneklerin renk ve tatlarının daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Pappas ve ark. (1999), Elma, avakado, mantar, armut ve çilek gibi ürünlerde mikrodalga kurutma yöntemi ve vakum kurutma yöntemi uygulayarak rehidrasyon özellikleri, kurutma şartları, mikrodalga enerjisi, vakum basıncı ve numune geometrisi etkisi incelenmiştir. Denemelerde 25, 36 ve 54mm çapındaki mantarlar kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, kurutmada 425W güç seviyesinde kurutmada örnek büyüklüğünün küçülmesi ile kurutma süresinde azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Yeniden su alma kapasitesi ise mikrodalga kurutma yönteminde geleneksel kurutmaya göre daha yüksek bulunmuş ve sürenin artması ürünün su alma oranının belirli seviyeye kadar arttırmış ve daha sonra değişmediği gözlenmiştir.

Toğrul ve ark. (2005a), yaptıkları çalışmada, 0.5, 1.0 ve 1.5 cm kalınlığında küp şeklinde kesilmiş mantarların kuruma davranışlarını infrared kurutucuda 50, 60 ve 80°C kurutma havası sıcaklığı değerlerinde incelemişlerdir. Sıcaklığın 50°C'den 80°C'ye çıkarılmasıyla 0.5, 1.0 ve 1.5cm dilim kalınlıklarının kuruma süresinde sırasıyla 170, 140, 104 dakikalık azalma olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca mantar kalınlığının difüzyon katsayısına etkisini araştırmışlar ve sonuçta sıcaklık ve dilim kalınlıktaki artışın difüzyon katsayısı artışına sebep olduğunu belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Adıyaman Üniversitesi bünyesinde yapılmıştır. Mantarların kül fırınında yakılması ve analizlere hazırlanması ve analiz yapılması Adıyaman Üniversitesi Kahta Meslek Yüksekokulu Laboratuvarlarında; Kurutma işlemleri Adıyaman Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma 2013-2014 yılları arasında yürütülmüştür.

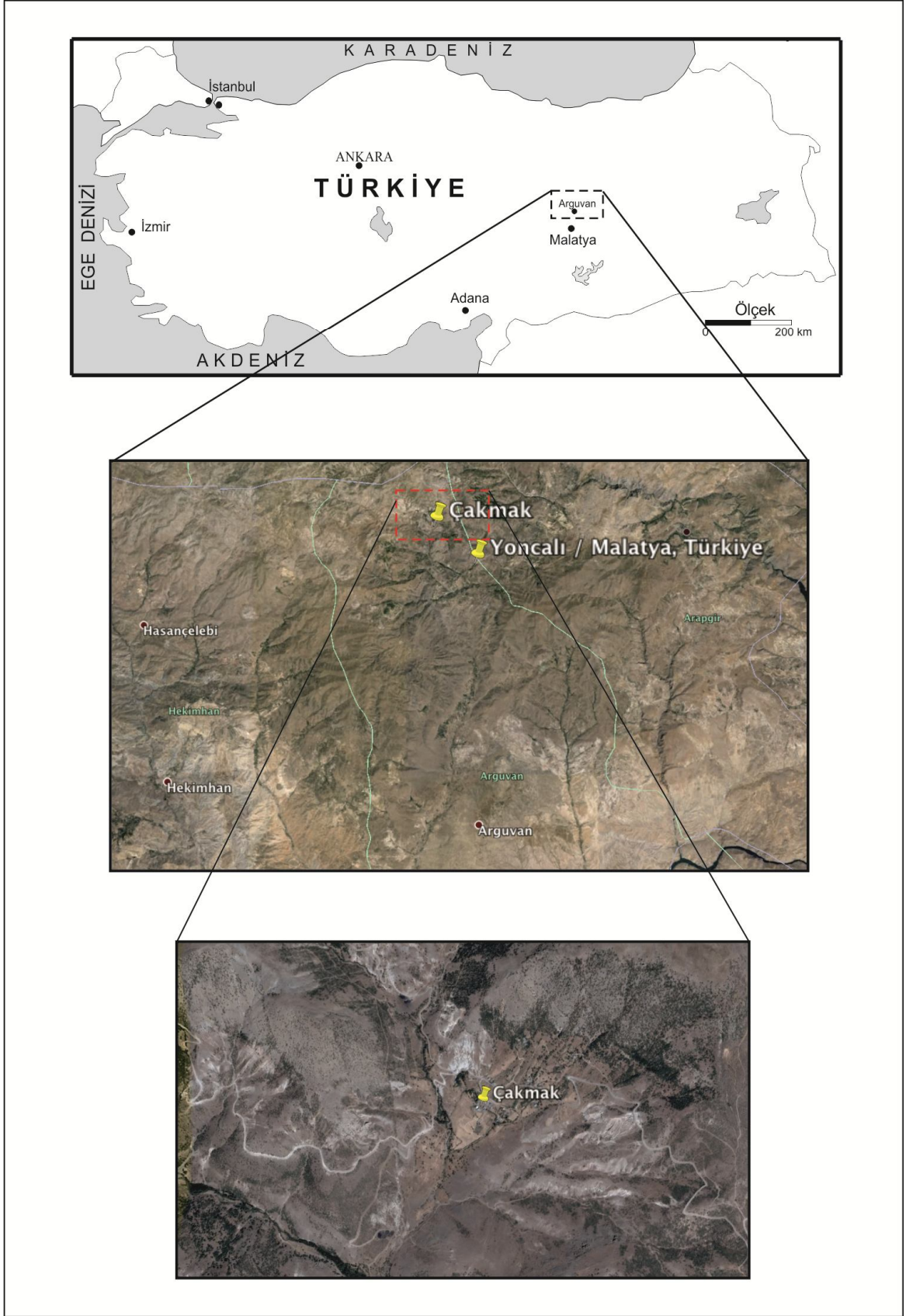
3.1. Materyal

3.1.1. Deneme materyali ve toplandığı bölge

Denemede, Malatya-Arguvan yöresinde yetişen ve halk arasında Çaşır Mantarı olarak bilinen *Pleurotus Eryngii* mantarı kullanılmıştır. Çaşır olarak bilinen çok yıllık *Prangos aviculare* L.'nin ölü dokularında yetiştiğinden "Çarçur" veya "Çakşır otu" denilmektedir. Çaşır mantarının toplandığı Malatya-Arguvan ilçesi Atma Bölgesi Çakmak Yaylası Şekil 3.1.'de uydu görüntüsü Şekil 3.2.'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Çaşır mantarının toplandığı Malatya-Arguvan ilçesi Atma Bölgesi Çakmak Yaylası.



Şekil 3.2. Çaşır mantarının toplandığı Malatya-Arguvan ilçesi Atma Bölgesi Çakmak Yaylası uydu görüntüsü.

3.1.2. Kurutma işlemlerinde kullanılan sistemler

3.1.2.1. Sergide kurutma işleminde kullanılan çerçeveler

Geleneksel kurutma yöntemlerinden olan ve günümüzde yaygın olarak kullanılan sergide kurutma yönteminde, Malatya yöresinde kayısı kurutmada kullanılan mavi naylon branda sergi malzemesi kullanılmıştır. 350x500 mm uzunluğunda çitalardan oluşturulan çerçeve üzerine brandaları sabitlenmiş ve beton zemine konmuştur. Mantarlar naylon branda üzerine tek sıra olacak şekilde yerleştirilmiştir. Güneşte sergide kurutma işlemi şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.4. Güneşte sergide kurutma.

3.1.2.2. Güneşte açıkta kurutma işleminde kullanılan çerçeveler

Güneşte açıkta kurutma işleminde, kurutma materyaline yerden gelecek toz, toprak, böcek, kemirgen gibi zararlılardan en az şekilde etkilenmesi amacıyla kurutma masaları oluşturulmuştur. Kurutma masası 800x1000 mm ebatlarında ve yerden 800 mm yükseklikte olacak şekilde köşebent demirinden imal edilmiştir. İmal edilen masa üzerine 350x500 mm uzunluğunda çitalardan oluşturulan çerçeveler yerleştirilmiştir. Oluşturulan çerçeveye delikli naylon elekler sabitlenerek kurutma işlemine geçilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Güneşte açıkta kurutma ve denemelerde kullanılan masalar.

3.1.2.3. Gölgede kurutma işleminde kullanılan masalar

Güneşte gölgede kurutma işleminde, Kurutma materyaline yerden gelecek toz, toprak, böcek, kemirgen gibi zararlılardan ve güneş ışınlarından en az şekilde etkilenmesi amacıyla kurutma masaları oluşturulmuştur. Kurutma masası 800x1000mm ebatlarında ve yerden 800 mm yükseklikte olacak şekilde köşebent demirinden imal edilmiştir. İmal edilen masa üzerine 350x500 mm uzunluğunda çitalardan oluşturulan çerçeveler yerleştirilmiştir. Oluşturulan çerçeveye delikli naylon elekler sabitlenerek kurutma işlemine geçilmiştir. Hazırlanan bu düzeneğin üzeri şekil 3.6’da görüldüğü gibi yarıçapı 400mm olan yarım daire şeklinde mavi naylon branda ile kapatılarak mantarların üzerinde gölgeleme sağlanmıştır.



Şekil 3.6. Güneşte gölgede kurutma ve denemelerde kullanılan masalar.

3.1.2.4. Sıcak havalı kabin tipi kurutucu

Sıcak havalı kabin tipi kurutucu genel olarak 4 kısımdan oluşmaktadır.

Birinci ve ikinci kısım: Kabinin birinci ve ikinci kısmında; ülkemizde yaygın olarak kullanılan düz yüzeyli güneş kolektörleri kullanılmıştır. Kolektörler üst üste gelecek şekilde dizayn edilmiştir. En, boy ve derinlik ölçüleri sırasıyla 1940x940x80mm ebatlarında ve kalınlığı 0.50 mm olan galvaniz sacdan imal edilmiş olan iki adet düz yüzeyli kolektörler kullanılmıştır. Birinci kısmı; üst üste bulunan düz yüzeyli kolektörlerin üst kısmını oluşturmaktadır. Üst kısımda bulunan düz yüzeyli kolektörün bütün yüzeyleri tamamen kapalı olup üst yüzeyde 4 mm normal cam kullanılmıştır. Cam ile emici yüzey arası boşluk 76 mm olup, emici yüzey siyah kolektör boyası ile boyanmıştır. İkinci kısmı oluşturan alt kısımdaki düz yüzeyli kolektör kasası aynı ebatlarda olup cam ve absorban yüzey kullanılmadan, hava giriş ve çıkış ağızlarının olduğu kısımdır. Kasanın üst çıkış kanalı tamamen açık olup 4. kısım ile birleştirilmesi amacıyla 500x940x80mm ölçülerinde aynı malzemeden bir kanal yapılmıştır (Şekil 3.7). Kolektörün alt giriş kısmı giriş havasının homojen dağılım göstermesi açısından alt yüzeye 25 mm çapında 7 adet delik açılmıştır (Şekil 3.8).

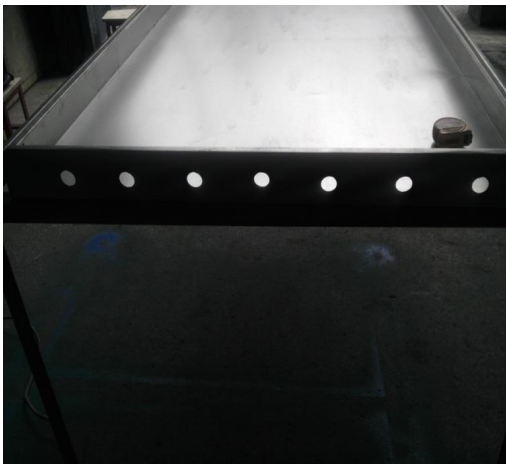
Alt kolektör kasesinin ön yüzeyinde bulunan 7 adet delik önüne, uzunluğu 1000 mm ve yarıçapı 35 mm olan yarım daire şeklindeki galvaniz sacdan imal edilmiş, bir ucu kapalı, bir ucu ve deliklere bakan yüzeyi açık olacak şekilde bir boru kaynak edilmiştir. Oluşturulan

borunun açık ucuna 3. kısımda yer alan fan sabitlenmiştir. Alt kolektör ve üst kolektör kasaları arasında izolasyon malzemesi kullanılmamıştır.

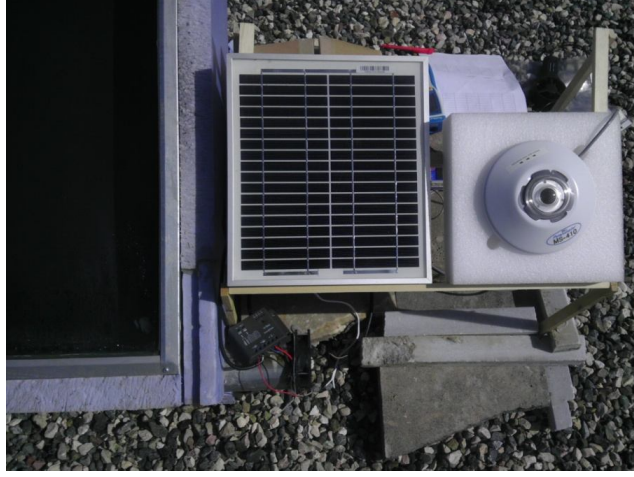
Üçüncü kısım: Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun 3. kısım; alt kolektör altında bulunan 70 mm çapındaki boru girişinde bir fan ve bu fanı çalıştıracak güneş pili ile akımı düzenleyen regülatörden oluşmaktadır. Güneş pili ve güneş radyasyon intensitesi ölçümünde kullanılan piranometre kolektör yüzeyine paralel olacak şekilde monte edilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.7. Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun 2. kısım ile 4. kısmın birleşme kanalı.



Şekil 3.8. Alt kolektör kasasının ön yüzeyine açılan hava giriş delikleri.



Şekil 3.9. Kollektör giriş ağzına monte edilen fan, güneş pili, regülatör ve piranometre.

Dördüncü kısım: Kabinin 4. kısmını kurutulacak ürünlerin konulacağı bölüm oluşturmaktadır. Bu kısım alt tabanı 1000x940x100 mm ölçülerinde, alt tabanı ve 3 yan yüzeyi kapalı, bir yüzeyi açık olan (940 mm uzunluğundaki kısa kenar) ve açık olan yüzeyin kolektör kasası ile birleştirilen kısımdan oluşmaktadır. Oluşturulan kasa yüzeylerine 65°'lik açı verilerek piramit şekli elde edilmiştir.

Bu piramitin 3 yüzeyi kapalı, bir yüzeyi ise açılıp kapanabilen bir kapak ve üst kısmında ise 100x100 mm ebatlarında kare biçiminde sıcak hava çıkış ağzından oluşturulmuştur (Şekil 3.10.a,b).

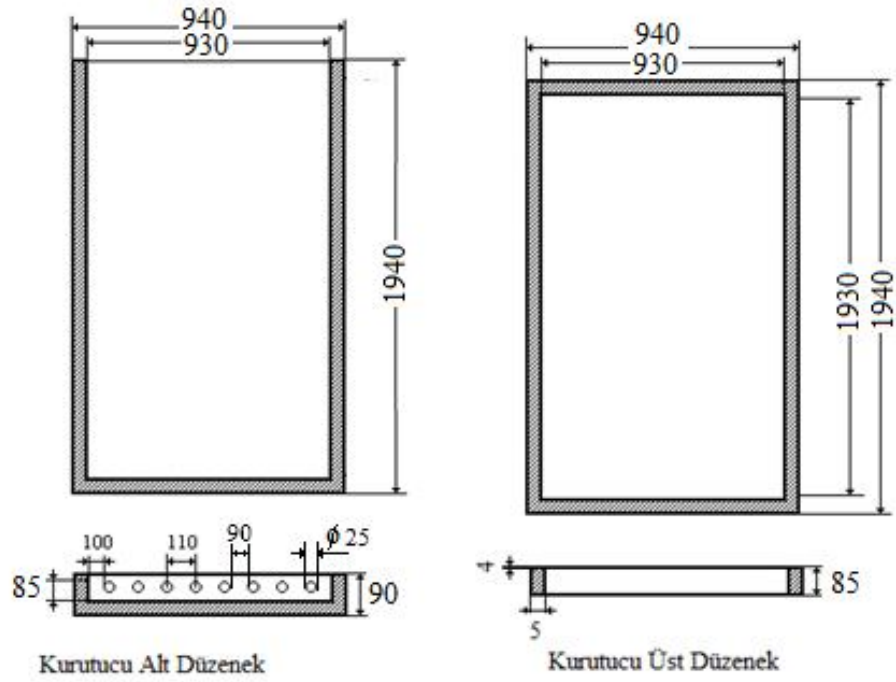


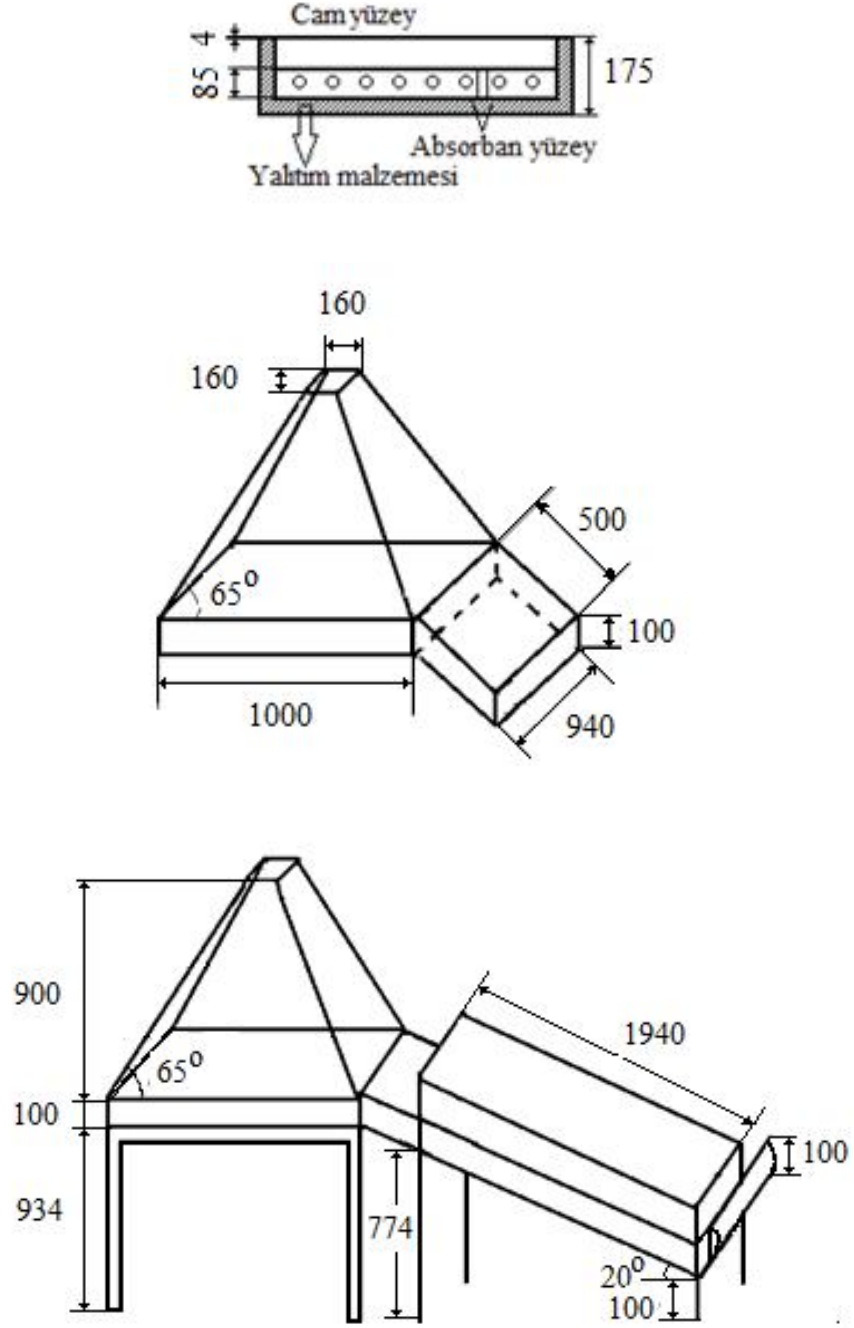
Şekil 3.10.a. Ürünün kurutulduğu 4.kısımın üretim aşamaları.



Şekil 3.10.b. Sıcak havalı kabin tipi kurutucu

Tasarlanan ve imal edilen Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun teknik çizimleri şekil 3.11’de verilmiştir.





Şekil 3.11. Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun teknik çizimleri (mm).

3.1.2.5. Mikrodalga kurutucu

Mikrodalga ile yapılan kurutma denemeleri, Bosch Firması tarafından yapılan HMT72G450 model bir mikrodalga fırın kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fırın 230V, 50Hz koşullarında çalışabilmektedir. Denemelerde kullanılan mikrodalga fırının şekli 3.12’de verilmiştir.

Fırının başlıca parçaları mikrodalga enerjisini sağlayan magneton, ısıtıcı, döner tabla motoru ve cam tablası, yüksek gerilim trafosu, fan motoru, kontrol ayar düğmesi, paslanmaz dış gövde, kapak camı ile fırın termostatı, fırın lambası ve magneton termostatıdır. Kullanılan mikrodalga fırın 90, 180, 360, 600 ve 800 W olmak üzere toplam 5 ayrı kademede çalışabilmektedir. Mikrodalga fırınının ön kapak manuel olarak elle kumanda edilmekte ve kapağın açılması durumunda sistem otomatik olarak durmaktadır. Mikrodalga fırınının içerisinde bulunan döner tabla 245 mm çapındadır.

Mikrodalga ile mantar kurutmada 180W, 360W, 600W ve 800W güç kademelerinde, her deneme 3 tekerrürlü tekrar edilmiştir. Denemeler sırasında mikrodalga fırınının içerisinde bulunan döner tablanın darası sıfırlanarak hassas terazide 500g mantar örnekleri konulmuş ve her 5 dakikada bir ağırlıkları ölçülmüştür. Ürün sabit ağırlığa gelinceye kadar tartım işlemi devam edilmiştir. Tartım aralarında ürün kendi içerisinde karıştırılarak homojen bir kurutma sağlanmıştır. Mikrodalga fırına ait ve hesaplamalarda kullanılacak veriler çizelge 3.2 de verilmiştir.



Şekil 3.12. Denemelerde kullanılan mikrodalga fırın.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan mikrodalga fırınının bazı özellikleri

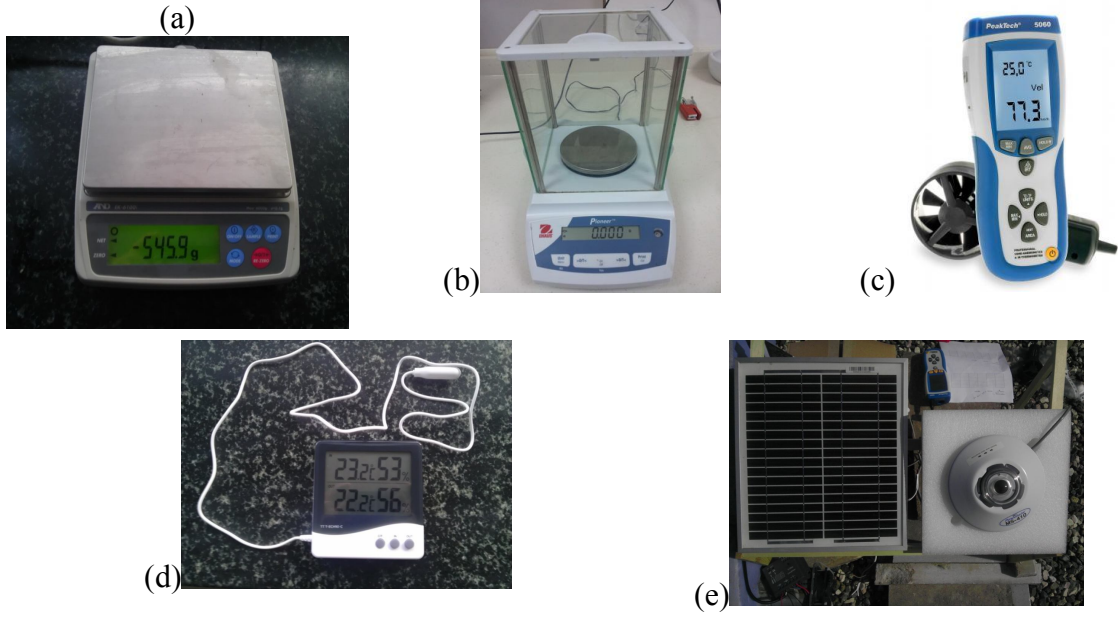
Max verim	800W	Frekans	50 Hz
Grill fonksiyonu	1000W	Piştirme bölümü yüksekliği	194 mm
Akım	10 A	Piştirme bölümü genişliği	290 mm
Gerilim	203 V	Piştirme bölümü derinliği	274 mm

Çizelge 3.2. Mikrodalga fırınına ait ölçülen değerler

Değerler/Güç Kademeleri	180 W	360 W	600W	800 W
Gerilim (~V)	220	220	220	220
Fan ve lambanın çektiği akım (A)	0.17	0.17	0.17	0.17
Magnetonun ve tabla motorunun çektiği akım (A)	5.34	5.29	5.06	4.90
Magnetonun, tabla motorunun, fan ve lambanın çektiği toplam akım (A)	5.51	5.46	5.23	5.07
Fan ve lambanın güç tüketimi (W)	37.4	37.4	37.4	37.4
Magnetonun ve tabla motorunun güç tüketimi (W)	1174.8	1163.8	1113.2	1078
Magnetonun, tabla motorunun, fan ve lambanın toplam güç tüketimi (W)	1212.2	1201.2	1150.6	1115.4
Fan ve lambanın devrede kalma süresi (s)	24	21,3	18,5	15
Magnetonun, tabla motorunun, fan ve lambanın devrede kalma süresi (s)	5.9	8.7	11.5	16.1
Bir çalışma periyodunun süresi (s)	29.9	30.0	30.0	31.1

3.1.2.6. Denemelerde kullanılan ölçüm aletleri

Tüm kurutma çalışmalarında ürün ağırlık değişimlerinin saptanması amacıyla 0.01 g hassasiyetinde AND EK 6100İ model elektronik terazi (Şekil 3.13 a,b), hava hızını ölçmede -10...+60°C aralığında 0.4-30m/s aralığında ölçüm yapabilen PeakTech 5060 Model anemometre kullanılmıştır (Şekil 3.13 c). Kurutma ortamlarında sıcaklık ve nem tespitleri için TT Technic TH 06OH model iç ve dış ortam sıcaklık ve nem ölçerden yararlanılmıştır, TT Technic TH 06OH modeli iç ortam -10...+60 °C, dış ortam 0...50 °C aralığında sıcaklık ölçümü yapabilmekte ve 10...900 % rH nem ölçüm aralığında çalışabilmektedir (Şekil 3.13 d). Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun ilgili hesaplamalarında kullanılan güneş radyasyon intensitesi ölçümü için EKO MS 402 model piranometre kullanılmıştır (Şekil 3.13 e).



Şekil 3.13. a, b: Hassas terazileri, c; Anemometre, d; İç ve dış ortam sıcaklık-nem ölçer, e; Güneş pili ve piranometre

Kuru madde tayinlerinde Şekil 14’de görülen etüv kullanılmıştır.



Şekil 3.14. Kuru madde tayininde kullanılan etüv

Renk ölçümleri özellikle homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan Konica Minalto CR-140 Renk Ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Renk ölçüm cihazı.

Denemelerde kullanılan diğer ölçüm cihazlarıyla ilgili resimler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.16. Denemelerde kullanılan öğütücüler.



Şekil 3.17. Denemelerde kullanılan hassas terazi ve kül fırını.



Şekil 3.18. Öğütülmüş mantarların tartımında kullanılan hassas terazi.



Şekil 3.19. Azot tayininde kullanılan VELP Scientifica UDK 120 cihazı.



Şekil 3.20. Makro ve mikro elementlerinin belirlenmesinde kullanılan atomik absorpsiyon spektrometre cihazı.



Şekil 3.21. Toplam fenolik bileşiklerin belirlenmesinde kullanılan cihazlar.



Şekil 3.22. Rehidrasyon oranı tayininin belirlenmesinde kullanılan cihaz ve ekipmanlar.

3.2. Yöntem

3.2.1. Mantarların toplanması

Denemede kullanılan Çaşır Mantarı (*Pleurotus Eryngii*) Malatya-Arguvan bölgesinin dağlık kesimi olan Atma bölgesinin florasından temin edilmiştir. Araştırmada kullanılacak mantarlar elle toplanarak (hasat edilerek) araç içi buzdolaplarında muhafaza edilmiş ve zaman kaybı olmadan denemelerin yürütüleceği Adıyaman Üniversitesi bünyesinde bulunan Merkez Laboratuvarına getirilmiştir. Mantarlar Çakmak yaylası olarak bilinen bölgede 23-25 Mayıs tarihlerinde toplanmıştır. Çaşır mantarına ait çekilmiş fotoğraflar Şekil 3.23.a,b’de verilmiştir.

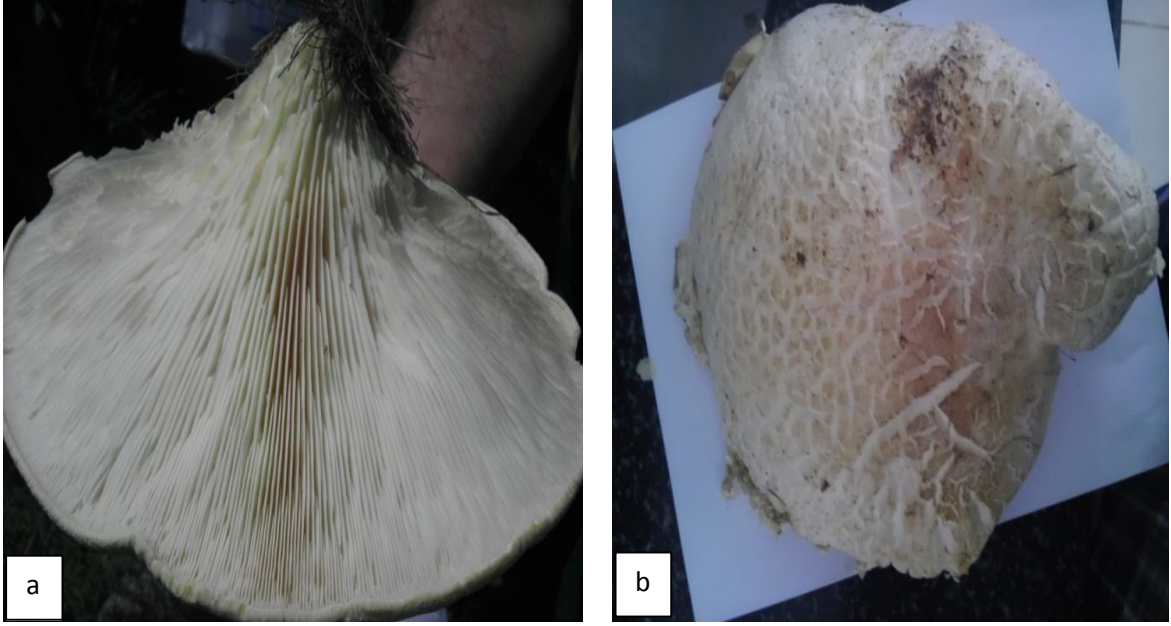


Şekil 3.23. a; Çaşır mantarının çaşır bitkisiyle görünüşü b;Çaşır mantarının toplanması.

3.2.2. Ön işlem

Kurutma işlemine geçilmeden önce mantarların şapka ve kök kısmı birbirinden ayrılıp ön işlemlerden geçirilmiştir. Ön işlem olarak; mantarların şapka kısımları, çer, çöp, toprak kalıntısı gibi atıklardan temizlenmiştir. Ortalama 15 cm ve üstü mantarlar kurutma için ayrılmıştır. Temizlenen mantarlar eşit büyüklükte parçalara ayrılarak karıştırılmış ve homojen bir hale getirilmiştir. Kurutmaya geçilmeden önce örnekler tekrar gözden geçirilerek, ezilmiş ve zedelenmiş örnekler ayıklanmıştır. Örneklerden 3'er tekerrür olacak şekilde 500'er g alınarak kurutma düzeneklerine konmak üzere hazır bekletilmişlerdir. Temizlenen ve kurutmaya hazır mantarlar parçalanmadan önce kumpas yardımıyla en, boy ve yükseklikleri ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda mantarların eni 16.4-34.0cm, boyu 18.3-24.0cm ve yüksekliği 14.9-30.1cm olarak ölçülmüştür.

Hasat edilmiş çaşır mantarının ön ve arka yüzeylerinin görüntüleri Şekil 3.24 a ve b'de verilmiştir.



Şekil 3.24.a: Çaçır mantarının lamellerinin görüntüsü, b: Çaçır mantarının arka yüz görüntüsü.

3.2.2. Kurutma Yöntemleri

Çaçır mantarının kurutulması amacıyla 5 ayrı kurutma yöntemi kullanılmıştır.

1. Güneşte sergide kurutma (GSK)
2. Güneşte açıkta kurutma (GAK)
3. Güneşte gölgede kurutma (GGK)
4. Sıcak havalı kabin tipi kurutucuda kurutma (KTK)
5. Mikrodalga fırında kurutma (MDK)

Kurutma çalışmaları Adıyaman Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı bahçesinde Mayıs ayının 26-27-28. günlerinde yapılmıştır. Mikrodalga fırınında yapılan kurutma çalışmaları Araştırma Laboratuvarı bünyesindeki deney odasında yapılmıştır. Denemeler sırasında ortalama hava sıcaklığı 28.2°C, ortalama rüzgar hızı 0.88 m/s olarak ölçülmüştür. Kurutma başlangıcında taze mantarlarda ve kurutulmuş mantarlarda renk değişimlerini belirlemek için renk ölçümleri yapılmıştır.

Mikrodalga kurutma yöntemi dışında tüm kurutma yöntemlerinde, başlangıçta 500 g mantar kullanılarak, ürün sabit ağırlığa gelinceye kadar her 30 dakikada bir 0.01g

hassasiyetindeki hassas terazide tartımlar yapılmıştır. Denemeler 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Mikrodalga kurutma yönteminde ölçümler 5'er dakika aralıklarla, ürün denge nemine ulaşmaya kadar yapılmıştır.

3.2.2.1. Sıcak havalı kabin kurutucunun yerleşimi

Sıcak havalı kabin kurutucunun eğim açısı, denemelerin yapıldığı günler dikkate alınarak, aşağıdaki eşitliklerden yararlanılarak hesaplanmıştır (Ekechukwu and Norton 1999, Koyuncu 2002).

$$\beta = \phi - \delta \quad (1)$$

Burada;

β : Kollektörün eğim açısı

ϕ : Yörenin enlem derecesi

δ : Deklinasyon açısı

$$\delta = 23.45 \sin \left[\frac{360}{365} (n - 81) \right] \quad (2)$$

Burada;

n : Ölçüm yapılan tarihin 1 Ocaktan itibaren gün sayısı (1 Ocak tarihinde n=1'dir)

3.2.2.2. Sıcak havalı kabin kurutucunun veriminin hesaplanması

Sıcak havalı kabin kurutucunun kurutma esnasında elde edilen yararlı ısı enerjisi ve sistemin verimi ise aşağıdaki bağıntılar kullanılarak elde edilmiştir (Duffie and Beckman 1991, Hachemi 1997, Tiwari et al. 1991, Ahmed-Zaid et al. 1999, Riffat et al. 2000).

Yararlı ısı enerjisi,

$$Q_u = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (3)$$

Burada;

Q_u : Yararlı ısı enerjisi (W)

\dot{m} : Kütlesel hava debisi (kg/s)

ΔT : Havanın giriş ve çıkıştaki sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$)

Havanın kütleli akış debisi aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır;

$$\dot{m} = A \cdot v \cdot \rho \quad (4)$$

Burada;

A : Kollektörün yüzey alanı (m²)

v : Hava çıkış hızı (m/s)

ρ : Havanın yoğunluğu (kg/m³)

Sistemin verimi aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır;

$$\eta = \frac{Q_u}{G_T \cdot A} \quad (5)$$

Burada;

G_T : Kollektör yüzeyine gelen güneş ışınım şiddeti (W/m²)

3.2.2.3. Mikrodalga fırında kurutmada tüketilen gücün ve kurutma veriminin hesaplanması

Kurutma işlemi için harcanan güç aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir;

$$P_k = \frac{m_s \cdot c_v}{t} \quad (6)$$

Burada;

P_k : Kurutma işlemi için harcanan güç (W)

m_s : Kurutulacak üründen uzaklaştırılacak su kütlesi (kg)

c_v : Suyun buharlaşma gizli ısı (J/kg)

t : Kurutma süresi (s)

Mikrodalga fırının kurutma verimi aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır (McConnell 1974);

$$\eta_k = \frac{P_k}{P_{md}} \times 100 \quad (7)$$

Burada;

P_k : Kurutma işlemi için harcanan güç (W)

P_{md} : Mikrodalga fırının gücü (W)

3.3. En uygun kurutma modelinin saptanması

Mantarın kurutulması için en uygun kurutma modelinin saptanması amacıyla yaygın kullanılan 3 kurutma modeli değerlendirilmiştir. Bu modeller Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Değerlendirilen kurutma modelleri

Model no	Model Adı	Model	Referans
1	Newton	$MR = \exp(-kt)$	Mujumdar, 1995
2	Page	$MR = \exp(-kt^n)$	Rajkumar et al., 2007
3	Henderson and Pabis	$MR = a \exp(-kt)$	Zhang and Litchfield, 1991

Çizelge 3.3’de MR nem oranı, t kuruma zamanı, k , n , a ise kuruma parametreleri olarak tanımlanmıştır.

Nem oranı deneysel olarak aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmaktadır (Saçılık ve ark., 2006);

$$MR_{exp} = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \quad (8)$$

Burada;

M_t : Ürünün belirli bir t zamanındaki nem içeriği

M_e : Ürünün denge nem içeriği

M_0 : Ürünün başlangıçtaki nem içeriği

Denge nem içeriği başlangıçtaki nem içeriğine göre çok düşük bir değer olduğundan nem oranı genel olarak aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$MR_{exp} = \frac{M_t}{M_0} \quad (9)$$

Deneysel olarak bulunan nem oranları ve kurutma zamanlarından yararlanarak izelge 3.3'de belirtilen modeller içinde, kurutma yöntemlerine en uygun olan model saptanmaya çalışılmıştır.

3.3. Kuruma hızının saptanması

Belirli bir Δt zaman aralığında örnekten uzaklaşan nem miktarını göstermek üzere kuruma hızı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Bayhan 2011);

$$v_{kh} = \frac{(m_{n-1} - m_n)}{\Delta t} \quad (10)$$

Burada;

v_{kh} : rn kuruma hızı (g/d)

M_{n-1} : lm zaman aralığının başlangıcındaki nem miktarı (g)

M_n : lm zaman aralığının sonundaki nem miktarı (g)

ΔT : lm zaman aralığı (d)

3.4. Yapılan gözlem ve analizler

3.4.1. Nem tayini

Mantarlar ağırlıkları ortalama 20'çer g olacak şekilde petri kaplarına konularak 105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar tartılmış ve kurutulmuş ağırlıkları 0.01 g hassasiyetinde hassas terazide tartılmıştır. Kuru madde tayininde Nüve marka EN 120 nkbatr model etüv kullanılmıştır (şekil 3.14.).

Ürün nemi; başlangıç ve çıkış kütlelerinden gidilerek kuru baza göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Bayhan 2011).

$$X_{KB} = \frac{m_{SU}}{m_{KM}} = \frac{m_T - m_{KM}}{m_{KM}} \quad (11)$$

Burada;

X_{KB} : Kuru baza göre ürün nem içeriği

m_{SU} : Üründeki su miktarı (g)

m_{KM} : Üründeki kuru madde miktarı (g)

m_T : Ürünün toplam ağırlığı ($m_{SU}+m_{KM}$, g)

Üründen uzaklaştırılan toplam su miktarı ise aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır;

$$m_{SU} = m_T - m_{KM} \quad (12)$$

3.4.2. Renk tayini

Ölçümlerde cihazın renk skalası (Şekil 3.15) menüsünde CIE $L^*a^*b^*$ olarak tanımlanmış olan ve kurutulmuş tarımsal ürünlerin renk ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan renk skalası seçilerek bu skalaya ilişkin L^* , a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir. CIE $L^*a^*b^*$ renk koordinat sisteminde L^* değeri renk parlaklığını göstermekte olup değeri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Renk koordinatları olan a^* ve b^* değerleri ise belirli bir ölçüm aralığına sahip olmayıp, a^* değeri kırmızı-yeşillik, bu değer pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda yeşil rengi ifade ederken, b^* değeri sarılık mavilik, pozitif olduğunda sarı, negatif olduğunda ise mavi rengi göstermektedir (Anonim 1996a, 1996b).

$$\Delta L^* = L^*_{\text{örnek}} - L^*_{\text{standart}} \quad (14)$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{örnek}} - a^*_{\text{standart}} \quad (15)$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{örnek}} - b^*_{\text{standart}} \quad (16)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (17)$$

3.4.3. Kül tayini

Kurutulmuş mantar örnekleri şekil 3.16'da görülen öğütücülerde öğütülerek, öğütülmüş mantar örnekleri 0.200'er gram tartılarak porselen krozelere 3 tekerrürlü olacak şekilde konulmuştur. Protherm marka kül fırında (Şekil 3.18) mantar örnekleri $525\pm 25^{\circ}\text{C}$ 'de 6.5 saat yakılmıştır. Yakılan örnekler 0.001 g hassasiyetteki hassas terazide tartılarak (Şekil 3.19) örneklerin kül miktarı % olarak hesaplanmıştır.

3.4.4. Karbon Hesaplaması

100'den kül miktarı çıkarılarak elde edilen organik maddenin, % 50' si karbon olarak hesaplanmıştır (Gerrits, 1985; Cormican ve Staunton, 1991).

3.4.5. Azot ve protein tayini

Kurutulmuş ve öğütülmüş mantar örneklerinde azot miktarı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiş, elde edilen miktarlar 6.25 katsayısı ile çarpılarak protein miktarları hesaplanmıştır (Kacar 1972). Azot tayininde kullanılan cihazlar şekil 3.19'da görülmektedir.

3.4.6. Örneklerin mineral madde içeriklerinin belirlenmesi

Kurutulmuş mantar örnekleri öğütücülerde öğütülmüş, N, P ve diğer elementler için 0.2g kuru mantar örneği alınmıştır. Öğütülmüş mantar örneklerinden 0.2g alınmış ve kuru yakma yöntemine göre 550°C 'de 5.5 saat kül fırınında yakıldıktan sonra üzerine 1/3'lük HCl çözeltisinden 2 ml konulmuş ve örnek 20 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Örnekten fosfor kaplarına 0.5 ml alınmış 10 ml'ye tamamlanmış 882 nm'de spektrofotometrede, N Khjeldal yöntemi ile; K, flame spektrofotometrede, mikro elementler atomik absorpsiyon spektrofotometrede belirlenmiştir (Lott ve ark.1956). Alınan örneklerde Ca ve Na analizleri de yapılmıştır. Analizler sırasında yapılan işlemler ve kullanılan aletler şekil 3.17, şekil 3.18, ve şekil 3.20 ve şekil 3.25'de görülmektedir.



Şekil 3.25. Makro ve mikro elementlerinin belirlenmesine yönelik laboratuvar çalışmaları.

3.4.7. Rehidrasyon oranı tayini

Kurutulmuş mantar örneklerinden 3'er gram alınarak sıcaklığı 80°C'ye ayarlanmış distile su içerisinde 3, 9 ve 15'er dakika süreyle bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin ağırlık artışı ölçülmüştür. Örnekler tartılmadan önce, 60 sn'lik bir süre için su yüzeyinde bir süzgeçte tutulmuştur. Her rehidrasyon deneyi 3'er defa tekrarlanmış olup tekerrürlerin ortalamaları alınmıştır. Mantarların 3. 9. ve 15. dakikalardaki rehidrasyon oranı aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (Jambark ve ark.2007). (Şekil 3.22)

$$RO = \frac{A}{B} = A:B \quad (18)$$

Burada;

RO: Rehidrasyon Oranı

3.4.8. Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde miktarının tayini Slinkard ve Singleton (1977) ve Chandler ve Dodds (1983)'a göre yapılmıştır. 50 mg mantar 2.5 mL etanol içerisinde homojenize edilmiş ve homojenize edilen örnekler örnekler 25°C' de 24 saat çalkalamalı su banyosunda çalkalanmıştır. Daha sonra örnekler süzülerek santrifüj edilmiştir. Örneklerin üzerine 1 mL süpernatant, üzerine 1 mL etanol, 5 mL distile su ve 1 mL folin reaktifi eklenerek çalkalanmıştır. 3 dakika sonra elde edilen karışım üzerine 3 mL %2'lik Na₂CO₃ eklenmiş ve 2 saat boyunca aralıklı olarak karanlıkta çalkalanmıştır. Daha sonra örnekler 760 nm'de absorbans değerleri okunarak, standart gallik asit eşdeğerliğine bağlı olarak miktarları

hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde tayininde kullanılan alet ve ekipmanlar şekil 3.21 'de görülmektedir.

3.4.9. Fosfor Analizi

Fosfor belirlenmesinde Molibdofosforik mavi renk esasına göre yapılmıştır. Buna göre öğütülmüş mantar örnekleri 0.200 g porselen klozelerde tartılarak kül fırınında 550°C'de 5-5.5 saat yakılmıştır. Yanan örneklerin üzerine 2 ml 1/3'lük HCl asit çözeltisi ve 18 ml saf su eklenerek mavi bant filtre kağıdından süzdürülmüştür. Süzüklerden 1 ml alınarak saf su ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra üzerine hazırlanan boyama çözeltisinden 2 ml eklenerek mavi rengin oluşması için 15 dakika beklenmiştir. Hazırlanan süzükler spektrofotometrede mavi renk esasına göre okunmuştur (Olsen ve Watanable, 1952).

3.5. Sonuçların değerlendirilmesi

Kurutma yöntemlerinde elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Yapılan tek yönlü varyans analizlerinde (ANOVA) önem testleri %1 ve %5 düzeyinde Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Kuruma modellerinin araştırılmasında STASTICA paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

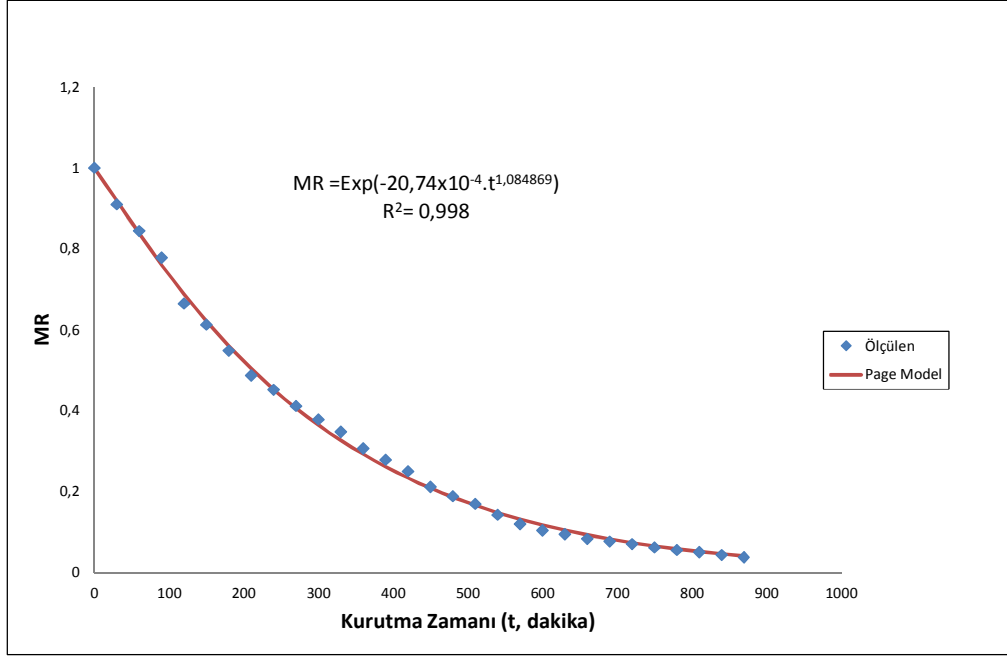
4.1. En uygun kurutma modelleri

Kurutma yöntemleri için yapılan model tahminlerinde elde edilen parametreler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

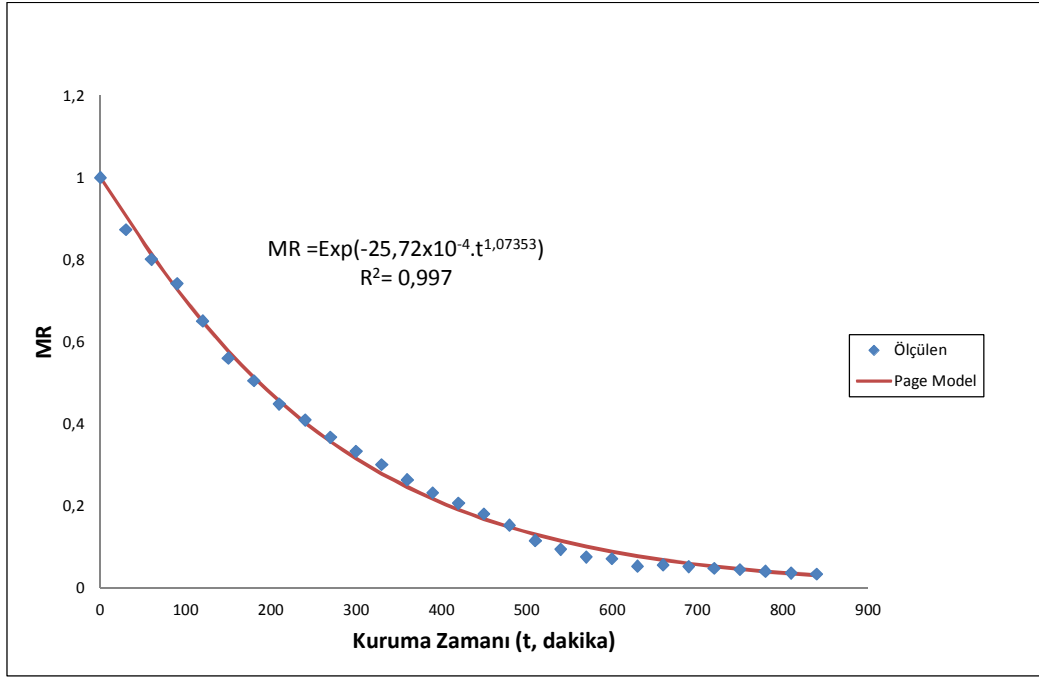
Çizelge 4.1. Kurutma modellerinin hesaplanan parametreleri

Kurutma Yöntemi	Parametreler		
	Newton	Page	Henderson and Pabis
Sergide Kurutma	k= 0.0341 R ² =0.996	k=20.74x10 ⁻⁴ ; n=1.0849 R ² =0.998	k=0.00350; a=1.0267 R ² =0.994
Açıkta Kurutma	k= 0.0385 R ² =0.996	k=25.72x10 ⁻⁴ ; n=1.0735 R ² =0.997	k=0.00391; a=1.0141 R ² =0.996
Gölgede Kurutma	k= 0.0298 R ² =0.980	k=57.6x10 ⁻⁴ ; n=1.2759 R ² =0.998	k=0.00323; a=1.0842 R ² =0.998
Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucuda Kurutma	k= 0.0355 R ² =0.993	k=35.7x10 ⁻⁴ ; n=1.0276 R ² =0.994	k=0.00357; a=1.0018 R ² =0.993
Mikrodalga 800 W	k= 0.0379 R ² =0.899	k=18.83x10 ⁻⁴ ; n=1.9236 R ² =0.997	k=0.04296; a=1.1257 R ² =0.924
Mikrodalga 600 W	k= 0.0293 R ² =0.895	k=10.97x10 ⁻⁴ ; n=1.9345 R ² =0.998	k=0.03379; a=1.1414 R ² =0.924
Mikrodalga 360 W	k= 0.0210 R ² =0.894	k=12.20x10 ⁻⁴ ; n=1.7527 R ² =0.993	k=0.02432; a=1.1359 R ² =0.941
Mikrodalga 180 W	k= 0.0115 R ² =0.920	k=6.35x10 ⁻⁴ ; n=1.6582 R ² =0.992	k=0.01342; a=1.1445 R ² =0.951

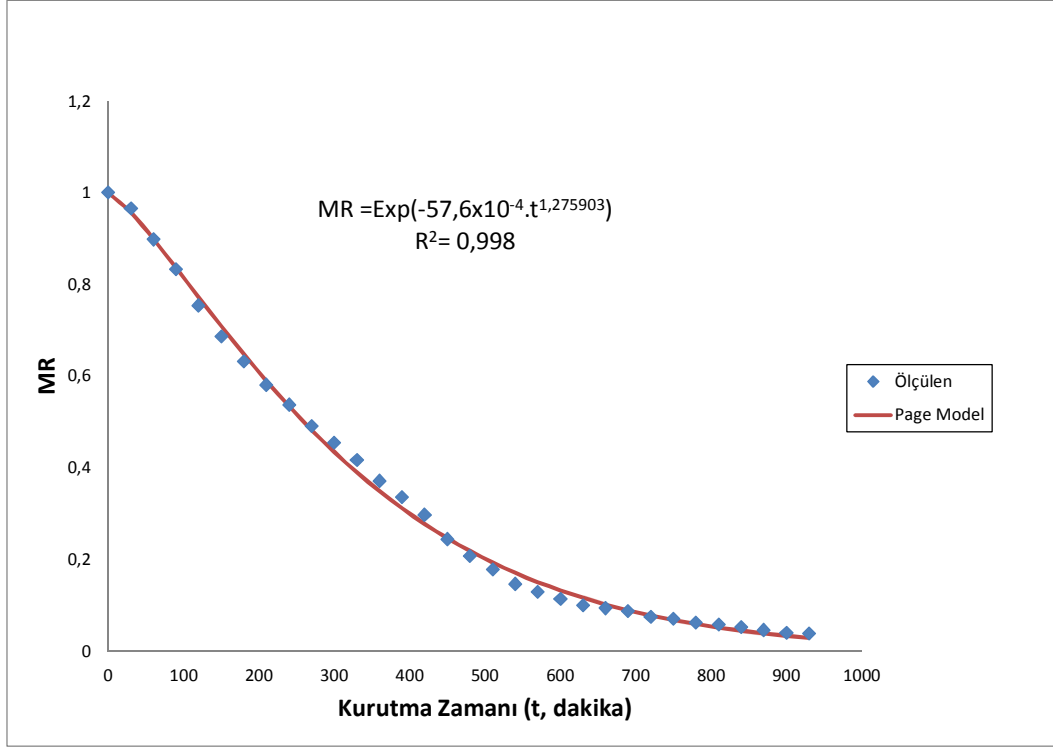
Korelasyon katsayıları dikkate alındığında Page kurutma modelindeki korelasyon katsayılarının diğer iki kurutma modeline göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1). Çadır mantarının kurutulmasında bu modelin rahatlıkla kullanılabileceğini söylemek mümkündür. Kurutma yöntemlerinde ölçülen nem oranları ve Page modeli ile elde edilen eğrilerin grafikleri aşağıda sırasıyla verilmiştir.



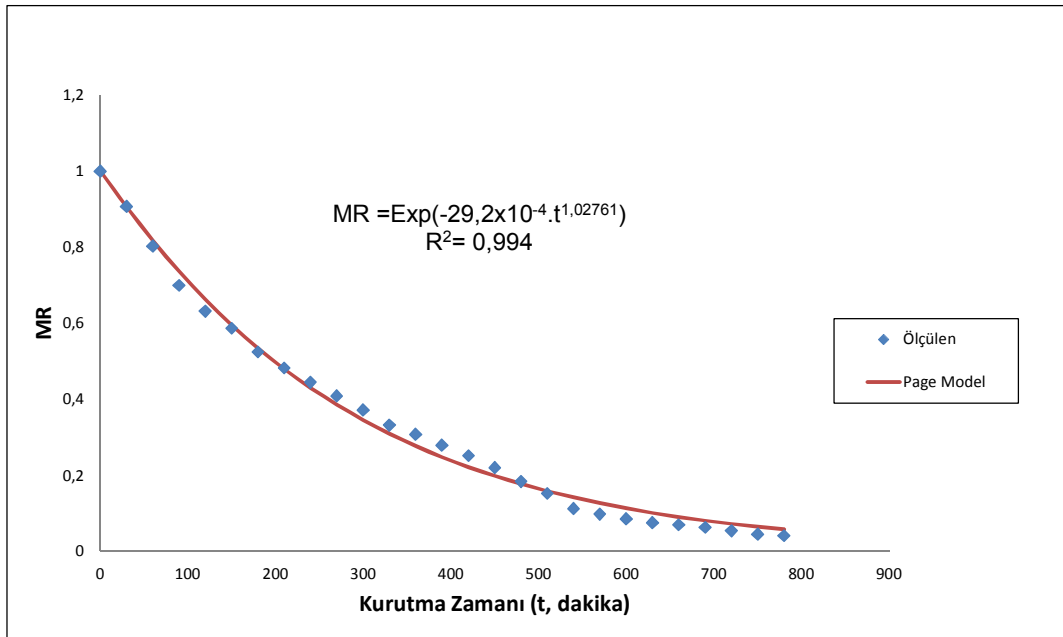
Şekil 4.1. Sergide kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları



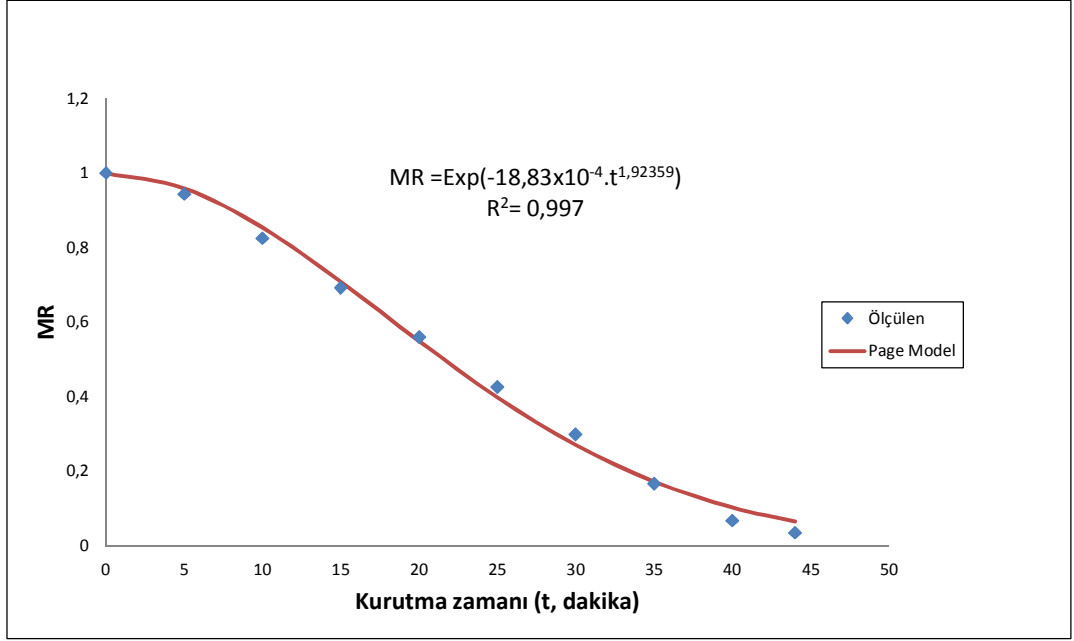
Şekil 4.2. Açıkta kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları



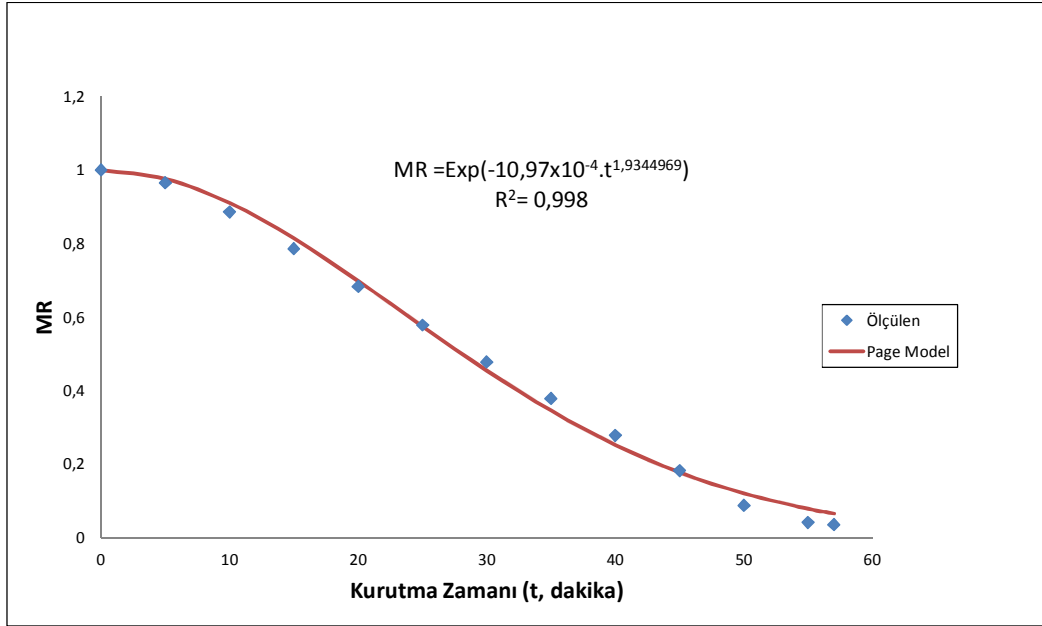
Şekil 4.3. Gölgede kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları



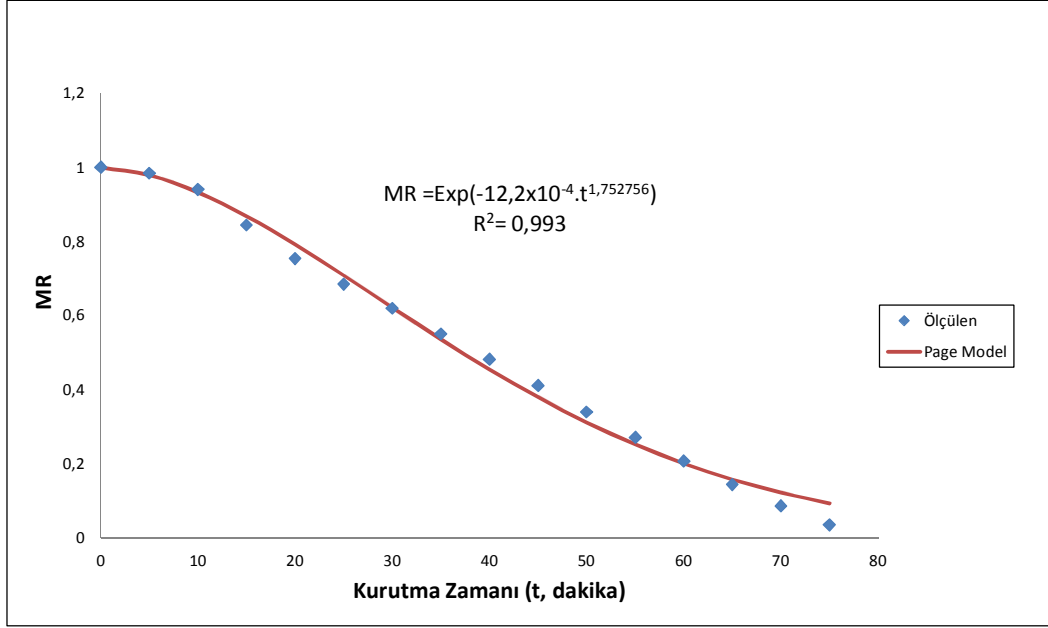
Şekil 4.4. Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucuda kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları



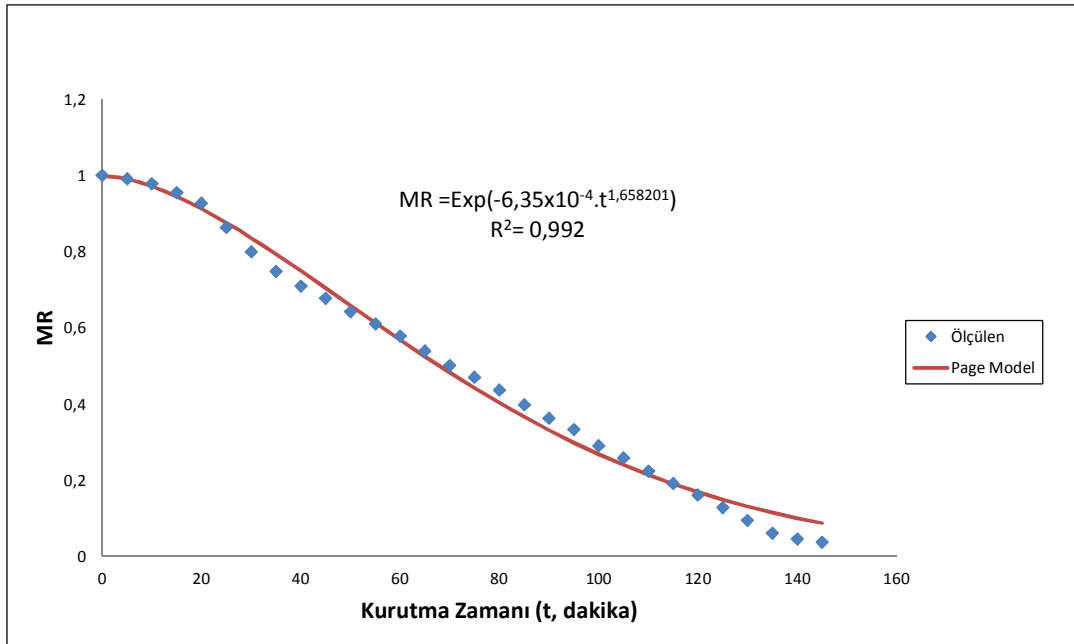
Şekil 4.5. Mikrodalga fırında 800 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları



Şekil 4.6. Mikrodalga fırında 600 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları



Şekil 4.7. Mikrodalga fırında 360 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları



Şekil 4.8. Mikrodalga fırında 180 W kurutmada beklenen ve ölçülen nem oranları

4.2. Kuruma süreleri ve üründen uzaklaştırılan su miktarları

Uygulanan kurutma yöntemlerinde kurutma süreleri, üründen uzaklaştırılan nem miktarları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Görüldüğü gibi mikrodalga kurutma yöntemleriyle diğer yöntemler arasında kurutma süreleri bakımından belirgin bir fark vardır. En uzun kurutma

süresi gölgede kurutma yönteminde (930 dakika), en kısa kurutma süresi mikrodalga fırında 800 W güç uygulanan yöntemde (43 dakika) olmuştur.

Çizelge 4.2. Kurutma süreleri ve uzaklaştırılan nem miktarları

KURUTMA YÖNTEMİ	Başlangıç Ağırlığı (g)	Son Ağırlık (g)	Uzaklaşan Su Miktarı (g)	Kurutma Süresi (dak)
Sergide Kurutma	500	56,9	443,1	870
Açıkta Kurutma	500	55,8	444,2	840
Gölgede Kurutma	500	57,7	442,3	930
Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucuda Kurutma	500	60,2	439,8	780
Mikrodalga 800 W	500	56,1	443,9	43
Mikrodalga 600 W	500	55,9	444,1	57
Mikrodalga 360 W	500	56,1	443,9	75
Mikrodalga 180 W	500	56,8	443,2	145

Kuruma süreleri sonunda üründe kalan kuru madde miktarları dikkate alınarak yöntemler arasında önemli farklılık olup olmadığı tek yönlü ANOVA testiyle kontrol edilmiştir. Analiz sonuçlarının VAT tablosu Çizelge 4.3’de verilmiştir.

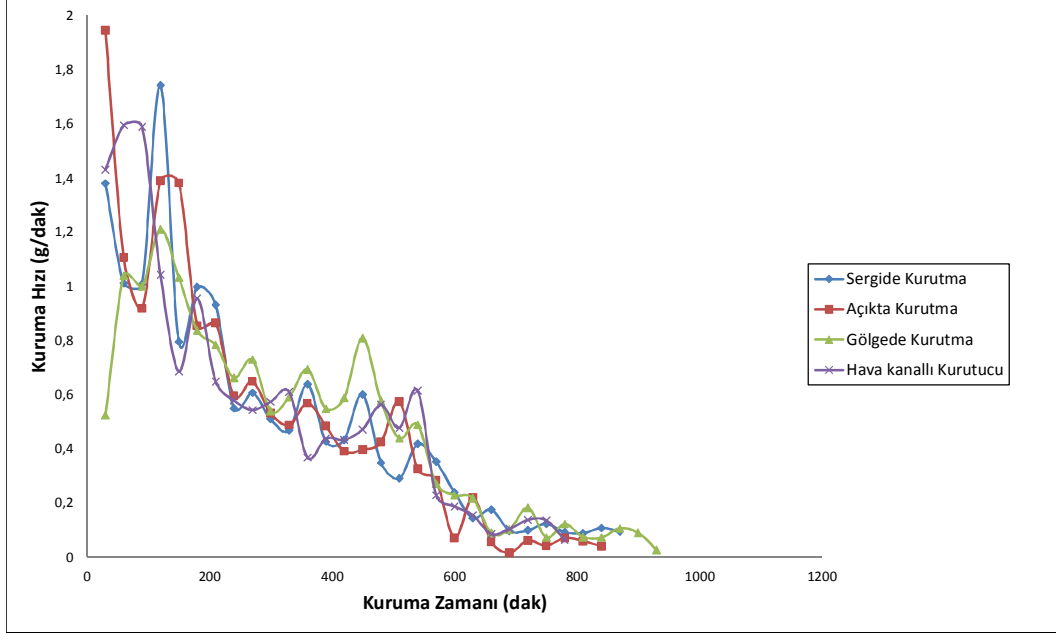
Çizelge 4.3. Kurutma sonrası kalan kuru madde miktarlarının varyans analiz tablosu

KAYNAK	KT	SD	KO	F	P
Gruplar arası	31,976	7	4,568	2,419	,068
Gruplar içi	30,213	16	1,888		
Toplam	62,190	23			

Çizelge 4.3’te görüldüğü gibi kurutma sonrasında üründe kalan kuru madde miktarları açısından kurutma yöntemleri arasında %5 önem seviyesinde önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak, yapılan çoklu karşılaştırmada, açıkta kurutma ile hava kanallı kurutucu ile yapılan kurutma yöntemi; gölgede kurutma ile mikrodalga fırında 180W güçte kurutma yöntemi; Hava kanallı kurutucu ile sergide kurutma ve gölgede kurutma hariç diğer yöntemler arasında, $P < 0.05$ seviyesinde, kalan kuru madde içeriği açısından, istatistiki olarak önemli fark olduğu gözlenmiştir.

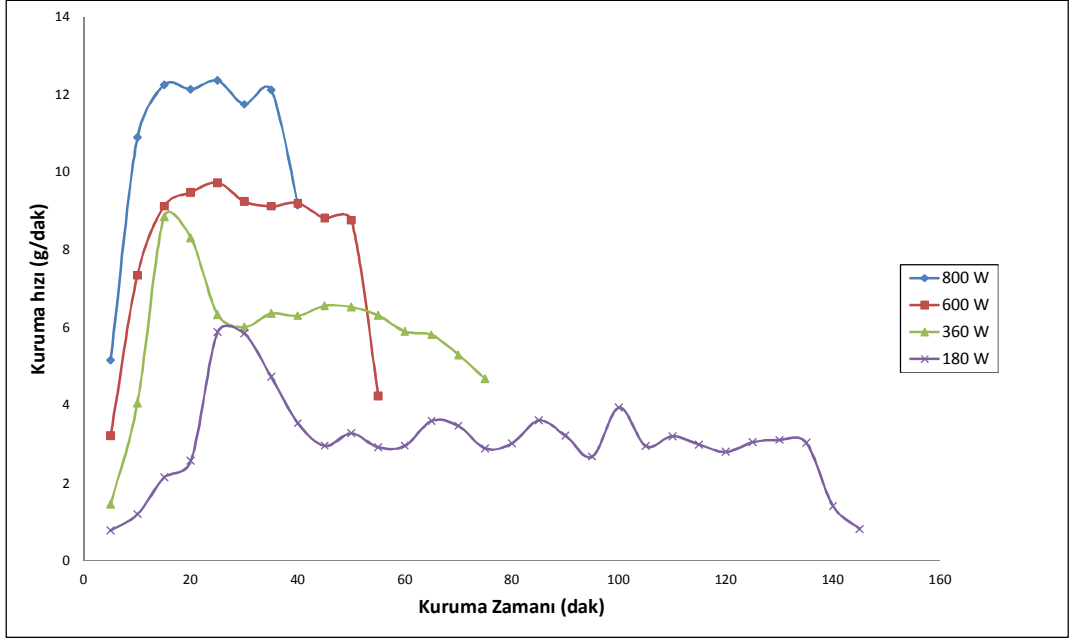
4.3. Kuruma hızları

Kuruma hızları güneşte ve mikrodalga fırında kurutma yöntemleri olarak ayrı grafikler halinde verilmiştir.



Şekil 4.9. Güneşte kurutma yöntemlerinin kuruma hızları

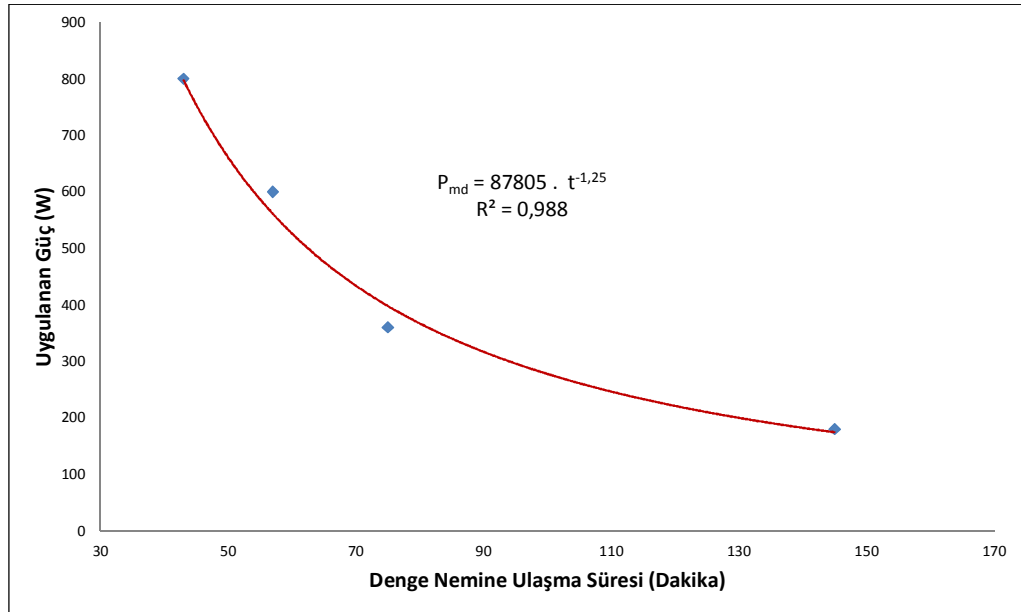
Dışarıda yapılan kurutma işlemlerinde ilk 200 dakikalık süre içinde kuruma hızları farklılık gösterirken, 200 dakikadan sonra tüm yöntemlerde kuruma hızlarının birbirine yakın değerlerde seyrettiği görülmektedir (Şekil 4.9). Gölgede kurutma yönteminde, diğer yöntemlere göre kuruma başlangıcındaki aşamalarda daha düşük bir kuruma hızı, açıkta kurutma yönteminde ise daha yüksek bir kuruma hızı olmuştur. Açıkta kurutmada, ilk 100 dakika içinde kuruma hızındaki azalma daha fazla olmuştur.



Şekil 4.10. Mikrodalga kurutma yöntemlerinin kuruma hızları

Mikrodalga kurutma yöntemlerinde denge nemine ulaşma süreleri, uygulanan güç ile ters orantılı bir değişim göstermiştir. 180 W kurutma gücünde 40. dakikadan sonra kuruma hızında önemli bir değişim olmadığı görülmektedir (Şekil 4.10).

Mikrodalga kurutma yöntemlerinde uygulanan kurutma gücü ile denge nemine ulaşma süreleri arasındaki ilişkinin grafiği Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Mikrodalga kurutma yönteminde uygulanan güç ve denge nemine ulaşma süreleri arasındaki ilişki

Uygulanan güç ile denge nemine ulaşma süreleri arasındaki ilişkinin en uygun modeli araştırılmış ve en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2=0.988$) üssel ilişkide bulunmuştur (Şekil 4.11). Mantarın mikrodalga ile kurutulmasında uygulanan güç ile toplam kuruma süresinin tahmin edilmesinde, bu model rahatlıkla kullanılabilir.

4.4. Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun verimi

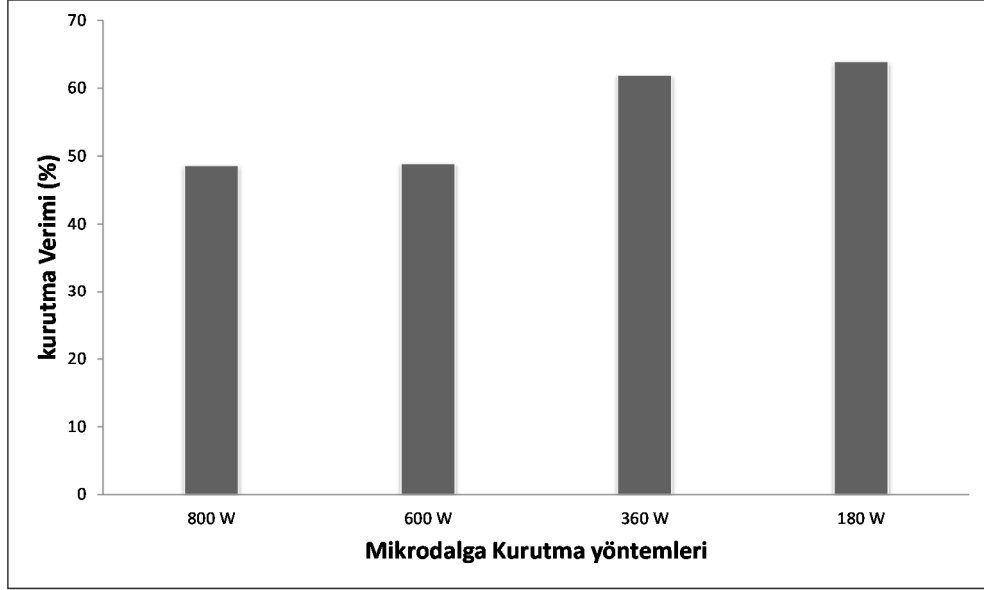
Sıcak havalı kabin tipi kurutucuda ölçülen ortalama hava çıkış hızı 2.12m/s, ortalama dış hava sıcaklığı 28.2°C ve kurutucu kabini ortalama sıcaklığı 52.1°C, güneş ışınım şiddeti ortalama 858.25W/m² olarak ölçülmüştür. 3, 4, 5, 6 no'lu eşitlikler kullanılarak Sıcak havalı kabin tipi kurutucunun verimi %12.55 olarak hesaplanmıştır.

4.5. Mikrodalga ile kurutmada kurutma verimleri

Mikrodalga kurutma yöntemlerinde kurutma için harcanan güç ve kurutma verimleri, 6 ve 7 no'lu eşitlikler kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 4.4'te verilmiştir. Uygulanan güç azaldıkça, kuruma süresinin artmasına rağmen, verimin de arttığı görülmektedir. En yüksek kurutma verimi, en düşük uygulama gücü olan 180 W değerinde elde edilmiştir (%63.9). Bu durumda mikrodalga kurutma uygulamalarında gücün mümkün olduğunca düşük düzeyde tutulmasını önermek mümkündür.

Çizelge 4.4. Mikrodalga kurutma yöntemlerinde kurutma verimleri

Uygulanan Güç (P_{md}) (W)	Kurutma İşleminde Harcanan Güç (P_k) (W)	Kurutma Verimi (%)
800	388.4	48.6
600	293.1	48.9
360	222.7	61.9
180	115.0	63.9



Şekil 4.12. Mikrodalga kurutma yöntemlerinin kurutma verimleri

4.6. Renk Analiz Sonuçları

Yaş mantarlarda ve kurutulmuş mantarlarda renk ölçümleri yapılmış ve yaş mantarda varyans analiz sonuçları çizelge 4.5’de, Kurutulmuş mantarlarda varyans analiz sonuçları çizelge 4.6’da ve renk ölçüm sonuçları ise çizelge 4.7’de verilmiştir.

Yapılan renk ölçümlerinde L (parlaklık), a (kırmızılık-yeşillik) ve b (sarılık-mavilik) değerlerini ifade etmektedir. Yapılan istatistiki değerlendirmede kurutma yöntemlerinin renk özelliklerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Yaş mantarda L a b değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Taze Mantar		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
L	Gruplar Arası	59,13	7	8,45	0,99	0,47
	Grup İçi	136,96	16	8,56		
	Toplam	196,09	23			
a	Gruplar Arası	8,16	7	1,17	1,51	0,23
	Grup İçi	12,36	16	0,77		
	Toplam	20,51	23			
b	Gruplar Arası	15,15	7	2,16	1,61	0,20
	Grup İçi	21,50	16	1,34		
	Toplam	36,64	23			

Çizelge 4.6. Kurutulmuş mantarlarda L a b değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kurutulmuş Mantar		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
L	Gruplar Arası	4285,71	7	612,24	61,62	0,000
	Grup İçi	158,97	16	9,94		
	Toplam	4444,68	23			
a	Gruplar Arası	172,50	7	24,64	29,47	0,000
	Grup İçi	13,40	16	0,84		
	Toplam	185,90	23			
b	Gruplar Arası	76,35	7	10,91	3,69	0,014
	Grup İçi	47,30	16	2,96		
	Toplam	123,65	23			

Parlaklık (L) değerleri incelendiğinde, Güneşte Açıkta, Güneşte Sergide, Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucuda ve Güneşte Gölgede Kurutma aynı grupta; Mikrodalga 180W, 360W, 600W ve 800W ayrı bir grupta yer almışlardır. Parlaklık değerleri açısından mikrodalga kurutma ve diğer yöntemler arasında önemli fark vardır. Dışarıda güneş ışınlarından yararlanarak uygulanan kurutma yöntemlerinde, kurutulan mantarlar daha parlak ve doğal görünüme sahiptirler. Mikrodalga kurutmada 800 W ve 180 W güç uygulanarak yapılan kurutma işlemlerinde parlaklık (L) değerleri açısından önemli fark olduğu görülmüştür. Uygulanan güç azaldıkça parlaklık değeri artmaktadır. 800 W güç uygulanan kurutma yöntemi diğer güç gruplarından önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Genel olarak Mikrodalga kurutma uygulamalarında parlaklık açısından olumsuz sonuçlar alınsa da, özellikle 800 W güç uygulaması ile yapılan kurutma işlemi bu açıdan önerilmemelidir.

Kırmızı-yeşil ton (a) değerlerine bakıldığında Mikrodalga uygulama ve güneşten yararlanarak yapılan kurutma yöntemlerinin arasında önemli fark olduğu görülmektedir.

Sarılık-mavilik değerleri (b) değerleri mikrodalga 800 W ve 600 W uygulamalarında diğer yöntemlerden daha ayrı bir grup oluşturmuştur.

Genel olarak renk özellikleri açısından güneş enerjisinden yararlanarak yapılan kurutma ve mikrodalga dalga kurutma yöntemleri arasında belirgin bir fark olduğu, doğal kurutma yöntemlerinin daha olumlu sonuçlar sağladığını söylemek mümkündür.

Çizelge 4.7. Yaş mantarlarda ve kurutulmuş mantarlarda renk ölçüm sonuçları

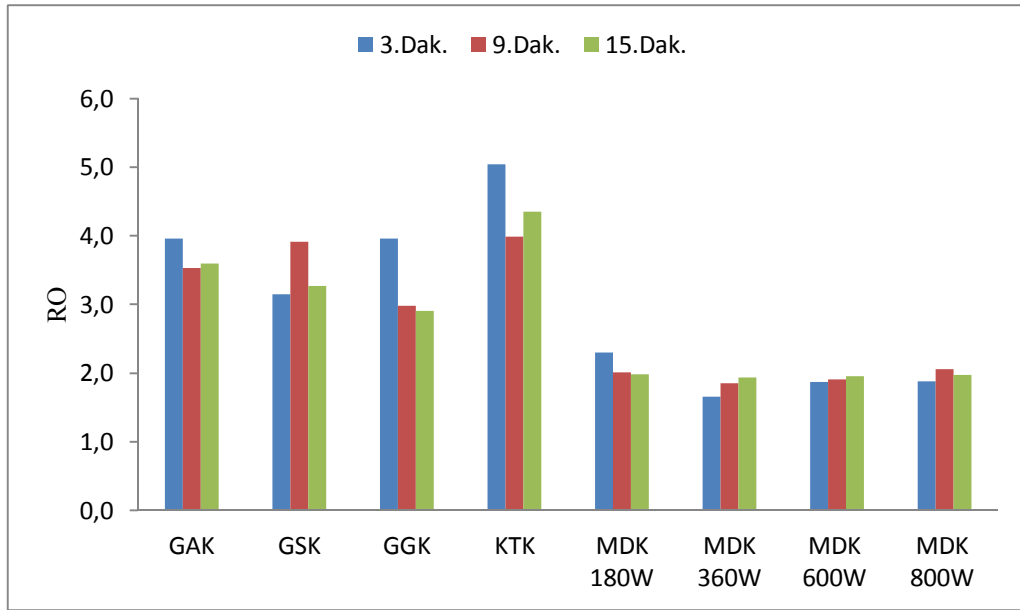
Yöntemler	Renk Ölçüm Değerleri (L a b)					
	Taze mantar örneklerinde			Kuru mantar örneklerinde		
	L	a	b	L	a	b
Güneşte Açıkta Kurutma	69.04	4.76	24.87	62.47 ^a	3.82 ^b	19.51 ^{abc}
Güneşte Sergide Kurutma	70.79	5.24	25.11	59.97 ^a	4.51 ^b	20.35 ^{ab}
Güneşte Gölgede Kurutma	63.49	6.39	27.32	57.04 ^a	4.50 ^b	20.43 ^{ab}
Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucu	69.90	5.53	25.46	59.85 ^a	3.90 ^b	22.19 ^a
Mikrodalga 180W	70.18	6.16	24.64	37.21 ^b	9.24 ^a	18.79 ^{bc}
Mikrodalga 360W	69.35	6.16	25.02	35.06 ^{bc}	8.56 ^a	18.66 ^{bc}
Mikrodalga 600W	70.59	4.86	25.84	31.75 ^{bc}	10.22 ^a	16.90 ^c
Mikrodalga 800W	69.67	5.31	25.14	30.12 ^c	9.80 ^a	16.40 ^c

4.7. Rehidrasyon Oranı Sonuçları

Kurutma yöntemlerinin rehidrasyon oranlarına etkisi Çizelge 4.8. ve Şekil 4.13.'de verilmiştir. Çizelge 4.8. ve Şekil 4.13. incelendiğinde 3, 9 ve 15 dakika sonunda Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucuda kurutulan örnekler sırasıyla 5.05, 3.99 ve 4.36 oranları ile en yüksek değeri alırken; en düşük değerler ise 1.66, 1.86 ve 1.94 oranları ile Mikrodalga 360W güç kademesinde kurutulan örneklerde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında; Güneşte Açıkta Kurutmada, Güneşte Sergide Kurutmada, Güneşte Gölgede Kurutmada ve Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucuda kurutulan mantarların kurutma sırasında uğradığı dokusal zararlanmanın mikrodalgada kurutulan örneklere oranla daha az olduğu ve böylece buna bağlı olarak rehidrasyon oranlarının yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Rehidrasyon; Ürünün kullanılması sırasında verilen su ile eski haline dönüşebilme düzeyidir. Yani kurutulmuş bir ürün, suda bekletilince taze halde içerdiği kadar su alarak eski haline ve şekline dönüşürse mükemmel nitelikte olduğu kabul edilir. Bu nedenle yapılan bu çalışmada rehidrasyon oranı yüksek olan yöntemler kurutma açısından tercih edilebilir yöntemler olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 4.8. Kurutma yöntemlerinin rehidrasyon oranlarına etkisi

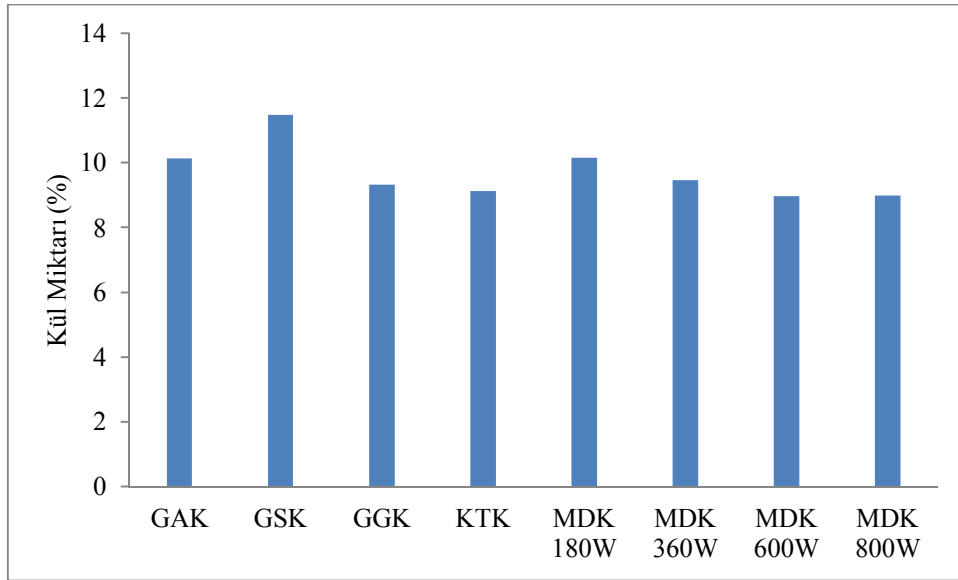
Kurutma Yöntemleri	RO3	RO9	RO15
Güneşte Açıkta Kurutma	2,63 ^b	2,74 ^b	2,74 ^{ab}
Güneşte Sergide Kurutma	1,80 ^c	2,64 ^b	2,63 ^b
Güneşte Gölgede Kurutma	3,49 ^a	3,01 ^{ab}	2,86 ^{ab}
Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucu	3,71 ^a	3,21 ^a	3,25 ^a
Mikrodalga 180W	1,19 ^{de}	0,94 ^e	1,19 ^c
Mikrodalga 360W	0,81 ^e	1,01 ^e	1,63 ^c
Mikrodalga 600W	2,11 ^{b^c}	1,99 ^c	2,45 ^b
Mikrodalga 800W	1,55 ^{cd}	1,50 ^b	1,68 ^c



Şekil 4.13. Kuruma yöntemlerinin Rehidrasyon oranları

4.8. Kül Miktarı Sonuçları

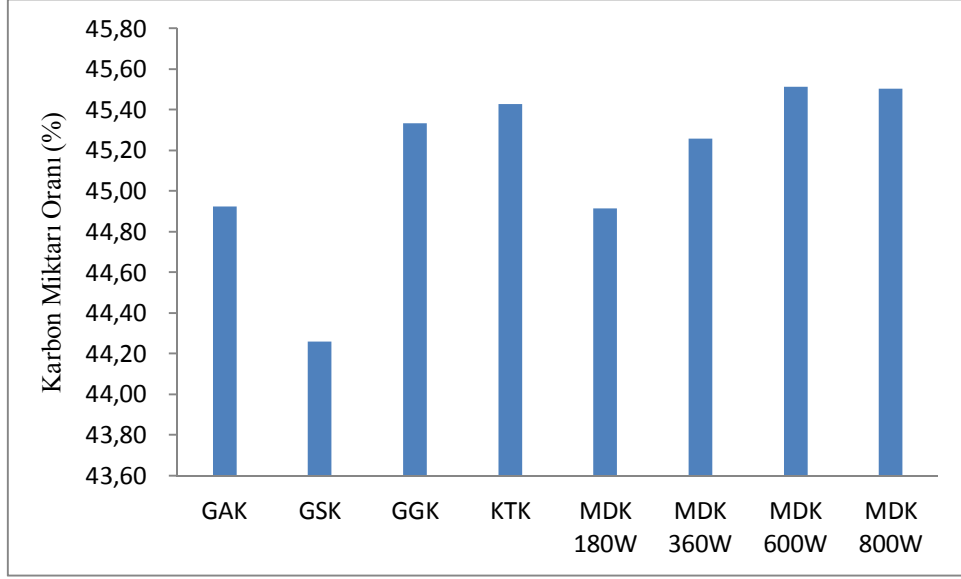
Örneklerin kül miktarı yüzdeler olarak hesaplama sonuçlarına göre Güneşte Sergide Kurutmada yöntemi %11.48 ile en yüksek değer iken, Mikrodalga ile kurutmada 600 W gücünde yapılan kurutmada en düşük kül miktarı %8.97 olarak bulunmuştur. Kuruma yöntemlerinin Kül miktarı % oranları şekil 4.14.'de verilmiştir. Burada mikrodalgada kurutulan mantarların kül miktarının düşük çıkması öğütme ve analize bekleme sırasında nem alımının çok az olmasına bağlanabilir. Akyüz ve Kırbağ (2010) yaptıkları çalışmada, yenen yabani ve kültür mantarında kül miktarını %6.0-%13.7 arasında bulmuşlardır. Çalışmada bulduğumuz bu değer Akyüz ve Kırbağ'ın yaptığı çalışma ile uyumluluk göstermektedir.



Şekil 4.14. Kuruma yöntemlerinin Kül miktarı % oranları

4.9. Karbon Miktarı Sonuçları

Karbon miktarları kurutma yöntemlerine göre değişimi şekil 4.15'de verilmiştir. Şekil 4.15. incelendiğinde karbon miktarının 44.20 ile 45.60 arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.15. Farklı yöntemlerle kurutulmuş mantarların karbon miktarları

4.10. Azot ve Protein Miktarı

Farklı yöntemlerle kurutulmuş mantarların azot ve protein % miktarlarına bakıldığında yöntemler arasında istatistiksel anlamda bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). En düşük azot (N) ve en düşük Protein oranı sırasıyla % 4.60 ve 28.75 ile Mikrodalga 180W'da bulunmuştur. En yüksek azot ve protein miktarı ise sırasıyla %5.46 ve 34.13 ile Mikrodalga 360W'da bulunmuştur. Farklı mantar türleriyle yapılan araştırmalarda; Lelley (1974)'e göre *Pleurotus ostreatus* türünde protein içeriği kuru ağırlık üzerinden % 23.9, Güler ve Ağaoğlu (1995)'na göre % 28.13±0.88, Küçükumuzlu ve Pekşen (2005)'e göre % 18.86, Daba (2008)'ya göre % 24.5, Mattila ve ark. (2002)'na göre 1.97 g/100g (yaş ağırlık) olarak bulunmuştur. Aynı mantar türünde yapılan başka çalışmalarda ise protein miktarının Jwanny ve ark. (1995)'na göre % 20.83-27.44; Mendez ve ark. (2005)'na göre % 30.31-31.37; Yıldız ve ark. (1998)'na göre % 23.5-34.6, Akyüz (2010)'e göre % 27.8±0.3-41.6±0.2 arasında değiştiği belirtilmiştir. Bizim çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.9. Kurutma yöntemlerinin azot ve protein miktarları

Yöntemler	N(%)	Protein (%)
Güneşte Açıkta Kurutma	5.25 ^a	32.81 ^a
Güneşte Sergide Kurutma	4.74 ^a	29.63 ^a
Güneşte Gölgede Kurutma	4.97 ^a	31,06 ^a
Sıcak Havalı Kabin Tipi Kurutucu	5.06 ^a	31.63 ^a
Mikrodalga 180W	4.60 ^a	28.75 ^a
Mikrodalga 360W	5.46 ^a	34.13 ^a
Mikrodalga 600W	4.83 ^a	30.19 ^a
Mikrodalga 800W	5.11 ^a	31.94 ^a

Farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05)

4.11. Mineral Madde Miktarı

Kurutulmuş mantar örneklerinin makro ve mikro element miktarları içerikleri Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Çizelge 4.10. incelendiğinde farklı yöntemlerle kurutulan mantar örneklerinde K, Na, Ca, Mg, P ve Fe miktarları görülmektedir. K miktarına bakıldığında, Mikrodalga 360W'da 9.74 mg/gr ile en düşük değeri alırken, Gölgede kurtulan mantarlarda bu değer 10.14 mg/gr ile en yüksek olmuştur. Farklı yöntemlerle kurutulan mantar örneklerinin Na miktarına bakıldığında ise; açıkta kurutmada 0.498 mg/gr en yüksek değer alırken, Mikrodalga 600W'da bu değer 0.240 mg/gr olarak ölçülmüştür. Ca elementinde en düşük değer Mikrodalga 360W'da 0.81 mg/g olarak ölçülürken bu değer sergide ve gölgede kurutulan mantarlarda 1.66 mg/g olarak belirlenmiştir. Örneklerin Mg içerikleri de yöntemler arasında farklılıklar göstermiştir. En düşük değer 1.31 mg/g ile Açıkta kurutulan mantarlara elde edilirken, en yüksek değer 1.61 mg/g ile sergide kurutmada belirlenmiştir. Fosfor içeriklerine bakıldığında ise, Mikrodalga 800W'da kurutulan mantarların içerikleri 0.936 mg/g ile en düşük değeri alırken Mikrodalga 180W'da 1.485 mg/g ile en yüksek değeri almıştır. Örneklerin Fe içeriklerine bakıldığında, sergide kurutulan örnekler 4.62 mg/g ile en yüksek değeri alırken, Mikrodalga 600W'da 1.24 mg/g ile en düşük değeri almıştır. Sergide

kurutmada Fe içeriğinin diğer yöntemlere göre çok yüksek çıkmasının nedeni kurutma sırasında bulaşmaların olmuş olabileceği şeklinde açıklanabilir. Kurutma yöntemleri farklı olsa da mineral madde içerikleri açısından çok kayıp yaşanmadığı görülmektedir. Elde edilen değerler Akyüz ve Kırbağ (2010)'ın yenen yabani ve kültür mantarlarının besin içeriklerinde belirtilen değerlerle uyum göstermektedir. Yine yapılan başka bir çalışmada, *Pleurotus* türlerinde mineral madde miktarları Ragunathan ve Swaminathan (2003)'a göre, 0.64-2.10 mg/g Ca, 6.1-12.7 mg/g Fe, 10.3-33.2 mg/g K, 9.40-18.9 mg/g Mg, 0.78-1.15 mg/g Na, 118-220 mg/g P olarak bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonucu da bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. Yapılan çalışmalarda mantar içeriklerinin genellikle birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni mantarların türü, yetiştirme dönemi ve özellikle yetiştirildiği ortam olabilir.

Akyüz ve Kırbağ (2010)'ın çalışmalarında çeşitli tarımsal atıklar üzerinde yetiştirilen *P. eryngii* var. *eryngii*'de; K, Ca, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Cr, Cd, Co, Ni ve Pb konsantrasyonlarını araştırılmışlar. Mineral element içeriği: 11.0-18.9 mg/g K, 0.35-1.03 mg/g Ca, 0.16-0.88 mg/g Na, 602.4-1524.5 mg/kg Fe, 44.7-102.7 mg/kg Zn, 17.7-37.5 mg/kg Mn ve 12.6-36.0 mg/kg Cu olarak belirlemişler. Element düzeylerinin değişken olduğu, miktarları tespit edilen yedi element arasında, en yüksek 11.0-18.9 mg/g ile potasyum, en düşük 12.6-36.0 mg/kg ile bakır'da saptanmış, ayrıca, tüm deneme gruplarında ise; Cr, Cd, Co, Ni ve Pb gibi ağır metaller gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Coşkuner (1997)'in yaptığı çalışmada ise, *A. bisporus* mantarının konserveye işlenmesi sırasında haşlama işleminden dolayı Mn, Cu, Zn, ve Fe elementlerinde sırasıyla % 45, % 3.9, % 23.5 ve % 35.3 oranında azalma olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı yöntemlerle kurutulmuş Çaçır mantarının mineral madde miktarları

	K	Na	Ca	Mg	P	Fe
GAK	10,09 ^{ab}	0,50 ^a	1,36 ^{abc}	1,31 ^a	1,19 ^b	2,86 ^b
GSK	9,96 ^{abc}	0,33 ^{ab}	1,66 ^{ab}	1,61 ^a	1,18 ^b	4,62 ^a
GGK	10,14 ^a	0,35 ^{ab}	1,66 ^{ab}	1,40 ^a	1,39 ^{ab}	2,97 ^b
KTK	10,10 ^{ab}	0,33 ^{ab}	1,49 ^{abc}	1,55 ^a	1,36 ^{ab}	2,15 ^{bc}
MDK 180W	9,65 ^d	0,25 ^b	1,92 ^a	1,45 ^a	1,49 ^a	2,72 ^b
MDK 360W	9,74 ^{cd}	0,26 ^b	0,81 ^a	1,57 ^a	1,16 ^b	2,15 ^{bc}
MDK 600W	9,89 ^{abcd}	0,24 ^b	1,02 ^{bc}	1,64 ^a	1,29 ^{ab}	1,24 ^c
MDK 800W	9,83 ^{abc}	0,33 ^{ab}	1,29 ^{abc}	1,44 ^a	0,94 ^c	2,14 ^{bc}

Farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05)

4.12. Toplam Fenolik Madde

Analiz sonuçlarında toplam fenolik madde konsantrasyonu gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek Mikrodalga fırını 180W güç kademesinde ölçülmüştür. Toplam fenolik madde analiz sonuçları çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde Mikrodalga fırınında yapılan Çaçır mantarının kurutmasında toplam fenolik madde miktarları, Güneş enerjili kurutma sistemlerine göre yüksek çıktığı görülmektedir. Mikrodalga fırınında yapılan kurutma sonucuna göre Mikrodalga 180W> Mikrodalga 360W> Mikrodalga 800W> Mikrodalga 600W sıralaması görülmektedir. Güneş enerjili kurutma sistemlerinde Çaçır mantarının kurutmasında toplam fenolik madde miktarları konsantrasyonu sırayla G. Sergide Kurutma> S. H. Kabin Tipi Kurutucu >G. Açıkta Kurutma> G. Gölgede Kurutma gelmektedir.

Çizelge 4.11. Toplam fenolik madde analiz sonuçları

Yöntemler	Toplam Fenolik Bileşikler ($\mu\text{g}/\text{mg}$)
Kontrol (Taze mantar)	0,12d
GAK	0,25cd
GSK	0,28bc
GGK	0,27cd
KTK	0,33bc
MDK 180W	0,67a
MDK 360W	0,36bc
MDK 600W	0,43b
MDK 800W	0,41bc

Farklı harfler ortalamaların istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir ($P<0.05$)

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

5.1. Sonuç

- 1- Bu çalışmada kullanılan farklı kurutma yöntemleri enerji tüketimi ve kurutulan ürünün kalite özellikleri araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda özellikle mikrodalga fırınında farklı güç kademelerinde (180W, 360W, 600W, 800W) kurutulan mantar örneklerinin, bu çalışmada kullanılan diğer kurutma yöntemlerine göre renk özelliği açısından tercih edilemeyeceği sonucuna varılmıştır.
- 2- Çalışma sonucunda güneş enerjisinden yararlanarak yapılan kurutmanın, mantarın doğal yapısının bozulmadan korunmasına daha fazla yardımcı olduğu görülmektedir. Özellikle sıcak havalı kabin tipi kurutma yönteminde, mantarların daha kısa sürede kurduğu ve güneş enerjisinden yararlanma oranının yaklaşık %12.55 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Buna dayanarak, mantar kurutma ünitelerinde bu sistemin daha yararlı olabileceği, aynı zamanda mantar kurutması sırasında havanın fazla neminden kaynaklanan kararmaların ortadan kalkabileceği, çevresel tozlanmanın ve kirlenmenin engellenebileceği ve hatta kurutma sırasında oluşabilecek hayvansal kaynaklı zararların önlenebileceği sonucuna varılabilir.
- 3- Bu çalışmada mantarların kurutma yöntemlerinden Mikrodalgada kurutma yönteminin şu aşamada kullanılmasının mantarda özellikle renk açısından uygun olmadığı anlaşılmıştır. Kuruma sırasında mantarlarda meydana gelen yanmalar mantarın dokusal yapısını ve kalitesini bozduğu görülmüştür. Özellikle renk ve rehidrasyon oranlarında alınan sonuçlar, bu kurutma yönteminin uygun olmayacağı sonucuna varılmıştır.
- 4- Tarımsal ürünlerin kurutulmasında kurutma yöntemleri belirlenirken ürünün fiziksel özellikleri ve renk açısından kayıpların minimum düzeyde olmasına dikkat edilmelidir.

- 5- Kurutma yöntemlerinin nem içeriğinin zamana göre değişim grafikleri incelendiğinde güneşte açıkta, güneşte gölgede ve sıcak havalı kabin tipi kurucuda 6 saatten sonra yavaşladığı görülmektedir. Mikrodalga fırınında ise 800 W güç kademesinde 40. Dakikadan sonra yavaşladığı görülmektedir.
- 6- Kurutma yöntemlerinin kuruma hızının zamana göre değişim grafikleri incelendiğinde güneşte açıkta kuruma yöntemi hariç sıcaklığın artması sonucunda kurumanın ilk hızı yüksek çıkmaktadır. Kuruma gerçekleştikçe kuruma hızının süresindeki azalma açıkça görülmektedir. Güneşte sergide, güneşte gölgede ve sıcak havalı kabin tipi kurutucuda grafiklerden de anlaşılacağı gibi yaklaşık 60. dakikadan sonra kuruma hızında artış görülmektedir. Mikrodalga fırınında ise bu değer ilk 20 dakika arasında değişmektedir.
- 7- Kuruma hızının nem içeriğine göre değişim grafikleri incelendiğinde, kuruma olayının kuruma hızının azalmasıyla gerçekleştiği görülmektedir. Yürütülen denemelerde sabit bir kuruma hızının gerçekleşmediği anlaşılmaktadır.
- 8- Korelasyon katsayıları dikkate alındığında Caşır mantarının kurutulmasında Page kurutma modelinin rahatlıkla kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

5.2. Öneriler

- 1- Çalışmanın sonucuna bakıldığında, *P.erygnii* mantar türünün kurutulmasında mikrodalga kurutma yönteminin, özellikle mantarın renk kaybına yol açtığı ve rehidrasyon oranını düşürdüğü göz önüne alınarak tercih edilmemesi gerekmektedir.
- 2- Mikrodalga kurutma yönteminde kurutma için harcanan güç ve kurutma verimleri arasındaki ilişki sonucunda, uygulanan güç azaldıkça, kuruma süresinin artmasına rağmen, verimin arttığı görülmüştür. Bu nedenle mikrodalga kurutma uygulanacaksa, gücün mümkün olduğunca düşük düzeyde tutulması önerilebilir.

- 3- Kurutma yöntemlerinden güneşte açıkta, güneşte sergide, güneşte gölgede ve sıcak havalı kabin tipi kurutucuda doğal renginin daha iyi korunduğu için tercih edilmelidir.
- 4- Yöre halkının mantar toplama ve pazarlama bilincinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle kurutulmuş doğal mantarlarının dış pazara satışı desteklenerek, orman köylülerinin ekonomik kazancı arttırılabilir.
- 5- Malatya bölgesinde çadır mantarı yetiştiriciliğine uygun olan alanlarda gerekli çalışmalar ve projeler yapılarak, üretiminin ve tüketiminin artırılması yönüne gidilmelidir.
- 6- Ticari mantar kurutma işletmelerinde, çevresel zararların daha az etkilenmesi ve güneş enerjisini daha verimli kullanması nedeniyle sıcak havalı kabin tipi kurutma yönteminin tercih edilmesi önerilebilir.
- 7- Küçük ölçekli işletmelerde ve aile tipi işletmelerde ise sıcak havalı kabin tipi kurutma yönteminin yanında, güneşte sergide kurutma, güneşte açıkta kurutma, güneşte gölgede kurutma yöntemleri rahatlıkla kullanılabilir.
- 8- Mantarların kurutmasında mikrodalga kurutma yönteminin bizim kullandığımız şekliyle uygun olmadığı görülmüştür. Burada kuruma sırasında mantarlarda bulunan suyun yoğun olması, haşlamayla birlikte mantar renginin siyahlaşmasına neden olmaktadır. Bu yöntemin kullanılması isteniyorsa mutlaka, kuruma sırasında ortam neminin mantarlardan uzaklaştırılması gerekmektedir. Böyle bir düzenek kurularak, mikrodalga yöntemiyle mantar kurutma çalışmaları denenmelidir.
- 9- Doğa mantarlarında yenilebilir mantarlar korunması ve değerlendirilmesi önemlidir. Bu nedenle Arguvan bölgesinde doğadan toplanan mantarların tür bazında teşhis çalışmaları yapılmalıdır. Özellikle çadır mantarı ve diğer mantarlar hakkında Yöre insanına bilgilendirecek toplantılar yapılarak önemi anlatılmalıdır.

- 10- Doğadan mantar toplayıcılarına dönem dönem bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır..
Yenilebilir mantarların da hangi dönemlerde ve hangi büyüklükte toplanması gerektiği anlatılmalıdır. Böylece mantar gen kaynaklarının korunmasına ve yok olmamasına da katkı sağlanmış olur.
- 11- Yöre halkının mantar toplama ve pazarlama bilincinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle kurutulmuş doğal mantarlarının dış pazara satışı desteklenerek, orman köylülerinin ekonomik kazancı arttırabilir.
- 12- Mantarda üretimin artırılması, üretim alanlarının genişletilmesi, üretici sayısının artması ve yetiştirme koşullarının iyileştirilmesi ile birim alandan alınan verimin yükselmesine bağlıdır. Bu da mantarcılığın iyi bir şekilde tanıtımı, ülke genelinde yaygınlaştırılması ve işletmelerin alt yapılarının iyileştirilmesiyle sağlanabilir. Bu amaçla gerekli kredi imkânları sağlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Ahmed-zaid A, Messaoudi H, Abenne A, Le Ray M, Desmons JY, Abed B. (1999). Experimental study of thermal performance improvement of a solar air flat plate collector through the use of obstacles: application for the drying of 'yellow onion Int. J. of Energy Res., 23, 1083-1099.
- Ak EE, Gezer T, ve Taşkın T. (2008). Ege Bölgesinde Edilen Bazı Doğal Makro Mantarlar, Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi, 15-17 Ekim Kocaeli.
- Akpınar EK, Biçer Y. (2003). Siklon Tipi Bir Kurutucuda Kabağın Kuruma Davranışının İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16 (1), 159-169.
- Aktaş M, Ceylan İ, Doğan H. (2004). Güneş Enerjili Kurutma Sistemlerinin Fındık Kurutulmasına Uygulanabilirliği. Teknoloji Dergisi, 7 (4), 557-564.
- Aktaş M, Şevik S, Doğan H, Öztürk M. (2012). Fotovoltaik ve Termal Güneş Enerjili Sürekli Bir Kurutucuda Domates Kurutulması. Tarım bilimleri dergisi, 18, 287-298
- Akyüz M, ve Kırbağ S. (2007). Ülkemizde Sebze ve Meyvelerin Yanısıra Alternatif Besin Kaynağı: Yabani Mantar (*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8 (1), 26-36
- Akyüz M. ve Kırbağ S. (2010). Element Contents of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *eryngii* Grown on Some Various Agro- Wastes, Ekoloji 19, 74, 10-14
- Alan R, Padem H. (1990). Çadır Mantarının (*Pleurotos eryngii*) Besin Değeri Üzerine Bir Araştırma, Gıda 15 (2) 105-109
- Alibaş İ. (2012a). Asma Yapracağının (*Vitis vinifera* L.) Mikrodalga Enerjisiyle Kurutulması ve Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24 Nisan,
- Alibaş İ. (2012b). Sıcak Havayla Kurutulan Enginar (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) Dilimlerinin Kuruma Eğrilerinin Tanımlanmasında Yeni Bir Modelin Geliştirilmesi ve Mevcut Modellerle Kıyaslanması, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2012, Cilt 26, Sayı 1, 49-61.
- Alibaş Ö. İ, Işık E. (2001). Domatesin Mikrodalga Işınlarla Kurutulmasındaki Kurutma Parametreleri, Tarımsal Mekanizasyon, 20. Ulusal Kongresi. 13-15 Eylül Şanlıurfa.
- Anonim (1996a). CIE L*a*b* Color Scale. Applications Note-Insight on Color, HenterLab. July 1-15, 8 (7), 1-4.
- Anonim (1996b). Hunter L*a*b* Color Scale. Applications Note-Insight on Color, HunterLab. August 1-15, 8(9), 1-4.
- Anonim (2007) Gıda Teknolojisi, Sebzeleri Kurutma, MEGEP, Ankara (Erişim_Tarihi 08.08.2011)
- Anonim (2011). <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=gunes&bn=233&hn=&nm=384&id=40695> (Erişim Tarihi 08.08.2011)
- Anonim (2013a). <http://erkek.net.tr/mantar-uretimi/kultur-mantari-uretimi/> (Erişim tarihi 08.11.2013)
- Anonim (2013b), <http://web.ogm.gov.tr/BilgiServisleri/mantar/mnedir.htm> (Erişim Tarihi 10.12.2013)
- Anonim (2013c) <http://www.adiyaman.gov.tr/AdiyamanIlimiz.aspx?GrupId=15> (Erişim Tarihi 08.08.2013)

- Anonim (2013d) Adıyaman Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü (Erişim Tarihi 08.08.2013)
- Anonim (2014a). FAOSTATİSTİC, <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (Erişim tarihi 01.05.2014)
- Anonim (2014b), <http://volkanderinbay.com/tarimnet/mantar.asp?konuno=4> (Erişim Tarihi 05.01.2014)
- Anonim (2014c), <http://www.bahcesel.net/forumsel/genel-ve-ozel-sebzecilik-profdratila-gunay/19014-mantar-beslenme-ve-insan-sagligi-bakimindan/> (Erişim Tarihi 06.01.2014)
- Anonim (2014d). http://www.arguvan.gov.tr/mahalle_koy.aspx, (Erişim Tarihi 06.03.2014)
- Anonim (2014e). http://www.yoncali.org/viewpage.php?page_id=6, (Erişim Tarihi 06.03.2014)
- Anonim (2014f). <http://www.yerelnet.org.tr/koyler/koy.php?koyid=253578> (Erişim Tarihi 06.03.2014)
- Anonim (2014g). <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=Malatya>
- Anonim (2014h) http://www.naturelenerji.com.tr/Gunes_Enerjisi_Potansiyeli_Atlasi_GES.aspx?SehirID=2 (Erişim Tarihi 15.02.2014)
- Anonim (2013e). http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/meyveleri_kurutma.pdf, (Erişim Tarihi 16.12.2013)
- Anonim (2014i). Bitkisel Üretim Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi 01.05.2014)
- Anonim (2014j) <http://www.gidacilar.net/meyve-sebze-ozel-bilgiler/mantarin-insan-beslenmesindeki-onemi-1507.html> Erişim tarihi 15.03.2014
- Ayan B. (2010). Güneşte ve Yapay Kurutucuda Kurutulmuş Domates (*Lycopersitum esculentum*) Üretimi ve Proses Sırasındaki Değişimlerin Belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi
- Aytaç G. K. (2008). Kurutulmuş Sebzeler, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, <http://www.tgdf.org.tr/turkce/tgdfraporlari/igmkurutulmussebzeler.Pdf>, Erişim Tarihi: 16.12.2012.
- Bano Z, Rajaratham S, and Shashi Rekha M. N. (1992). Mushroom as The Unconventional Single Cell Protein for a Conventional Consumption. *Indian Food Parker*, 46(5), 20-31.
- Baran F. M, ve Ülger P. (2006). Kabak Çekirdeğinin Doğal Koşullarda Kurutulma Olanaklarının Belirlenmesi, *Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi 6-8 Eylül Çanakkale*.
- Bayhan (HA. 2011). Kabin Tipi Bir Kurutucuda Kurutma Sürecini Etkileyen Parametrelerin Deneysel Olarak İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ben-Mabrouk, S., Azzous, S., Belghith, A., 1990. Development of Drying of Agricultural Products. *Proceedings of The 1 st World Renewable Energy Congress*, 958-963, Oxford, Pergamon.

- Bennamoun L, Belhamri A, (2003). Design and Simulation of a Solar Dryer Agriculture Products. Journal of Food Engineering, 59, 259-266.
- Bingöl G. (2010). Gıda İşlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel İlkeleri Kısaltılmış Doktora Tezi ISO Yayın No: 2010/4 ISBN: 978-9944-60-582-3, İstanbul.
- Breene W. M. (1990). Nutritional and Medicinal Value of Specialty Mushrooms. J. Food Protection. Vol. 53 (10), 883-894
- Bodek P, Ozdin L. and Galbavy S. (1998). Dose and Time Dependent Hypocholesterlemic Effect of Oyster Mushroom (*Pleurotus osteratus*) in rats. Nutrition, 14: 282-286.
- Boztok K, Erkip N. (2002). Meşe Mantarının (*Lentinula edodes*) Ağaç Kütükleri Üzerinde Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, İzmir. 39(1):149- 155
- Bulut H. ve Durmaz F. A. (2006). Bir Havalı Güneş Kolektörünün Tasarımı, İmalatı ve Deneysel Analizi, 1. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 21-23 Haziran Eskişehir
- Cemeroğlu B, Karadeniz F, Özkan M. (2003). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 28. Ankara,
- Cemeroğlu B., (2004). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. 2. Cilt, 2. Baskı, Başkent Klışe Matbaacılık, Ankara
- Cemeroğlu B. (2007). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No. 34, Ankara.
- Cemeroğlu B. (2011). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 2.Cilt, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic.Lmt.Şti. Yayın No: 191
- Chandler SF. Dodds JH. (1983). The Effect of Phosphate, Nitrogen and Sucrose on the Production of Phenolics and Solasidine in Callus Cultures of Solanum Lacinitum. Plant Cell Rep 2: 205–208.
- Colemon RL. Charles J. Wagner JR. Bryan WL. Berry RE. (1978). Preliminary Evaluations of Sulfite Preatreatments For Sun-Dried and Hot-Dried. Peppers. Proc. Fla. State Hort. Soc. 91: 146-148.
- Cormican T. Staunton L. (1991). Factors in Mushroom (*Agaricus bisporus*) Compost Productivity. Science and Cultivation of Edible Fungi, Maher (ed.), Balkema, Rotterdam. ISBN 90 5410 021 4., 221-224 s.
- Coşkun Y. (1997). Mantar (*Agaricus bisporus*) Konservesi Üretiminde Çeşitli Ön İşlemlerin Bazı Element Miktarının Değişimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Mersin Üniversitesi, Mersin, s. 1-78.
- Çelen S. (2004).Sabit Hava Akış Hızında Mantarın Kurutulmasına Hava Sıcaklığı Ve Malzeme Kalınlığının Etkisi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Tekirdağ, s.1-59.
- Daba AS. and Ezorenye OU. (2003). Anti-cancer Effect of Polysaccharides Isolated from Higher Basidiomycetes Mushrooms. African Journal of Biotechnology, 2 (12): 672-678.
- Demir V. Günhan T. (2002). Tarım Ürünlerinin Kuruma Karakteristik Değerlerinin Belirlenmesi. Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği Çalıştayı,17-31, İzmir.
- Demirci Ö. (2010). Avrupa Ülkelerinde ve Türkiye’de Mantar Sektörü ve İlgili Düzenlemeler, T.C Ankara Üniversitesi Avrupa Toplulukları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Orman Genel Müdürlüğü Ankara

- Doğantan ZS. ve Tuncer K. (1989). Kahramanmaraş Kırmızı Biberinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Saptanarak Doğal Koşullarda ve Plastik Örtü Altı Güneş Toplayıcılarıyla Kurutulması Üzerine Bir Araştırma, Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Fakültesi Dergisi, 1-18, Adana.
- Doymaz I. (2004). Convective Air Drying Characteristics of Thin Layer Carrots. Journal of Food Eng. 61: 359-364.
- Doymaz I. (2005a). Sun Drying of Figs: An Experimental Study. Journal of Food Eng. 71: 403-407.
- Doymaz I. (2005b). Drying Characteristics and Kinetics of Okra. Journal of Food Eng. 69; 275-279
- Duffie JA. Beckman WA. (1991). Solar engineering of thermal processes. John Wiley and Sons Inc., New York
- Durmuş E, Evranuz EO. (2005). Su Aktivitesi Ölçmek İçin Basit Bir İsopiestik Yöntem: Gliserin Referans Maddesi Kullanarak Su Aktivitesi Ölçümü. III. Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği Çalıştayı, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 116-120, Antalya
- Ekechukwu OV. Norton B. (1999). Review of Solar-Energy Drying Systems II: an Overview of Solar Drying Technology, Energy Conversion and Management., Vol: 40, Issue: 6 Pages: 615-655.
- Elustondo MP. Pelegrina AH. Urbicain MJ. (1996). A Model For The Dehydration Rate of Onions. J. of Food Engng. 29: 375-386.
- Ergün ME. Soylu MK. Uçar M. (2008). Mantar İşletmelerinin Sosyo Ekonomik Yapısı. Türkiye 8.Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi. Kocaeli, 15-17 Ekim, Sayfa 9-14.
- Ergüneş G. Özgöz E. (1995). Bazı Sebzelerin Sera İçinde Kuruma Karakteristikleri. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı 461-470, Bursa
- Erkel Eİ. (2008). *Agaricus bisporus* (Large) Sing. Yetiştiriciliğinde Farklı Yataklardan Alınan Torfların Verim ve Erkenciliğe Etkileri. Türkiye 8.Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi. Kocaeli, 15-17 Ekim, Sayfa 41-48
- Ertekin C. Yıldız O. Möhlbauer W. (2001). İncirin Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Kuruma Davranışının Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 405 411, Şanlıurfa
- Ertekin C. ve Yıldız O. (2004). Drying of Eggplant and Selection of A Suitable Thin Layer Drying Model. Journal of Food Engineering, 63, 349-359
- Funebo T. Ohlsson T. (1998). Microwave-Assisted Air Dehydration of Apple and Mushroom, Journal of Food Eng., 63,349-359.
- Gerrits JPG. (1985). Developments in Composting in the Netherlands. Mushr.J., 146: 45-53.
- Güler M. Ağaoglu, S. (1995). Kayın Mantarının (*Pleurotus spp.*) Örtü Altı Yetiştiriciliğinde Değişik Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Faktörlerine Etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çukurova Üniversitesi, 3-6 Ekim, Adana.
- Güner M. (1991). Kurutmanın Bilimsel Temelleri, Kurutma Modelleri ve Güneşli Kurutucular. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1205, Derlemeler: 48, Ankara.

- Güngör A. Özbalta N. (1997). Endüstriyel Kurutma Sistemleri. III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bild. Kitabı, II.Cilt, MMO Yayın No:203/2, 737s.
- Güzel E. Ülger P. Kayışoğlu B. (1996). Ürün İşleme ve Değerlendirme Tekniği. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın no:145, Ders Kitapları, Yayın No:47, Adana
- Hachemi A. (1997). Thermal Heat Performance Enhancement by İnteraction Between the Radiation and Convection in Solar air Heaters. Renewable Energy 12, 419-433.
- Heybeli N. Ertekin C. (2007). Elma Dilimlerinin İnce Tabakalar Halinde Kuruma Karakteristiği, Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi 5-7 Eylül Kahramanmaraş
- Hobbs, C. (1995). Medicinal Mushrooms: An exploration of Traditional, Healing and Culture. Santa Cruz, CA., Botanica Pres.
- Hollick JC. (1999). Commercial Scale Solar Drying. Renewable Energy, 16, 714- 719.
- Jambrak AR, Mason TJ. Panıwnyk L. Lelas V. (2007). Accelerated Drying of Button Mushrooms, Brussels Sprouts and Cauliflower by Applying Power Ultrasound and Its Rehydration Properties. Journal of Food Engineering 81, p. 88-97.
- Jwanny E W. Rashad M M. and Abdu H M. (1995). Solid State Fermentation of Agricultural wastes into Food through Pleurotus Cultivation. Applied Biochemistry and Biotechnology, 50: 71- 78.
- Kacar B. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:453. Ankara.
- Kalyoncu F. Kalmış E. Atmaca AM. (2009). *Pleurotus eryngii* (DC.) Gillet Makrofungusunda Farklı Hibrid Bireylerin Spawn Sarma Sürelerinin Belirlenmesi, C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 5.1. 39
- Karaaslan S. ve Tunçer İK. (2004). Tarımsal Ürünlerin Mikrodalga ile Kurutulması., 22. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi 08-10 Eylül, Aydın.
- Keçebaş T. (2007). Farklı Haşlama Uygulamalar ile Saklamanın Kurutulmuş Brokolinin Renk ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri. Y.Lisans Tezi (yayınlanmamış), Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, s. 1-76.
- Kachru R. Singh K. (1994). Drying Characteristics of Pretreated Gren Gram (*Phaseolus Aureus*) Drying 1994. Proceedings of the 9th nternational Drying Symposium, Vol. B, 1093-1104, Australia.
- Kemer, M., 1996. Elmanın Kuruma Özelliklerinin Araştırılması. S.D.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Koç AB. Toy M. Hayoğlu İ. Vardin H. (2004). Kırmızı Biber Kurutmada Kullanılan Güneş Enerjili Bir Kurutucu Performansı, HR. Ü. Z. F., Dergisi, 8 (2), 57-65
- Kocabıyık H. Demirtürk BS. (2008), Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonu ile Kurutulması, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 5 (3)
- Kotwalıwale N, Bakane P. Verma A. (2007). Changes in Texturel and Optical Properties of Oyster Mushroom During Hot Air Drying. Journal of Food Engineering.78, p.1207-1211.
- Koyuncu T. (2002). Eğim Açılarının Düz Yüzeyle Hava Isıtıcı Güneş Kolektörlerinin Verimleri Üzerine Etkileri, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 17(3), 33-42,

- Koyuncu T. (2006). An Investigation on the Performance Improvement of Greenhouse-type Agricultural Dryers, *Renewable Energy*, Volume 31, Issue 7, June, Pages 1055–1071.
- Koyuncu T. Lüle F. Pınar Y. (2010). Isıtma ve Pişirmede Yaygın Olarak Kullanılan Bir Mikrodalga Fırının Veriminin Belirlenmesi, *Tarımsal Mekanizasyon* 26. Ulusal Kongresi, 388-392, Hatay.
- Koyuncu T. Pınar Y. Lule F. (2007). Convective Drying Characteristics of Azarole Red (*Crataegus monogyna Jacq.*) and Yellow (*Crataegus aronia Bosc.*) Fruits, *Journal of Food Engineering*, 78, 1471-1475.
- Koyuncu T. Lule F. Engin K E. (2012). Convective and Microwave Drying Characteristics of Garden Cress Leaves (*Lepidium sativum L.*), *International Conference of Agricultural Engineering CIGR-Ageng-2012*, 8-12 July, Valencia, Spain.
- Koyuncu T. Sessiz A. (2002). Güneş Enerjili Kurucular Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi* 17 (2), 53-60
- Koyuncu T. Pınar Y. (2001). Kırmızı Biber İçin Bir Güneşli Kurutucu Tasarımı, *Tarımsal Mekanizasyon* 20, Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül Şanlıurfa,
- Koyuncu T. Lule F. Demirsoy H. Demirsoy L. (2006). Drying Kinetics of Two Types Strawberry Tree Fruits (*Arbutus unedo L.*) in a Paralel Air Flow Type Dryer, *Int. Food & Health Innovation Conference (IFHIC 2006)*, 25-27 October, Malmö. Sweden.
- Krokida MK. KarathanosV. Maroulis ZB. Marinos-Kouris D. (2003). Drying Kinetics of Some Vegetables. *Journal of Food Engineering Research*, 50:391-403
- Küçükumuzlu B. Pekşen A. (2005). Yetiştirme Ortamı Ağırlıklarının *Pleurotus* Mantar Türlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Omü Zir. Fak. Dergisi*, 20 (3):64-71.
- Lahtasni S. Kouhila M. Mahrouz M. Idlimam A. Jamali A. (2004). Thin layer convective solar drying and mathematical modeling of prickly pear peel (*Opuntia Ficus Indica*). *Energy*, 29: 211-224.
- Lelley J. (1974). Studies on the *Pleurotus ostreatus* Effect of the pH Value and a Fungicide Treatment on Mycelial Development and Formation of Fruiting Body, *Champignon*, 9 (13): 155.
- Lin TM. Durance TD. Scaman CH. (1998). Characterization of Vacuum Microwave, Air and Freze Dried Carrot Slices. *Food Research International*, 31 (2): 11-117.
- Lott WL. Gallo JP. Medaff JC. (1956). Leaf Analysis Technic in Coffee Research. *Ibec. Research Institute II*. :21-24.
- Mat A. (1997). Türkiye’de Mantar Zehirlenmeleri Zehirli Mantarlar, Tübitak başvuru kitapları, ISBN:975-403-103-7, Ankara.
- Madamba PS., Driscoll RH., Buckle KA., (1996). The Thin-Layer Drying Characteristics of Garlic Slices. *J. of Food Engng.* 29:75-97.
- Mattila P. Salo-Väänänen P. Könkö K. Aro H. Jalava T. (2002). Basic Composition and Amino Acid Contents of Mushrooms Cultivated in Finland. *J. Agric. Food Chem.* 50, p.6419-6422.
- McConnell D.R. (1974). Energy Consumption: A Comparison Between the Microwave Oven and the Conventional Electric Range, *Journal of Microwave Power*, 9(4), 341-347

- Meier RW. (1985). Fruit and Vegetable Processing, Vegetable Dehydration. Food. 23-25.62
- Mendez AL. Sandoval Castro CA. Belmar Casso R. Capetillo Leal CM. (2005). Effect of Substrate and Harvest on 184 the Amino Acid Profile of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Journal of Food Composition and Analysis, 12 (5): 447-450.
- Mutlu A. Ergüneş G. (2008). Tokat'ta Güneş Enerjili Raflı Kurutucu ile Domatesin Kurutma Koşullarının Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 1 (1): 61-68,
- Mwithiga G. Olwal JO. (2005). The Drying Kinetics of Kale in A Convective Hot Air Dryer, J.Of Food Sci. 71:373-378
- Nehru C. Kumar V. Maheswari C. Gathandapani L. (1995). Solar Drying Characteristics of Oyster Mushroom. Mushroom-Research. 4: 1, 27-30, İndia.
- Olgun H. Rzayev P. (2000). Fındığın Üç Farklı Sistemde Güneş Enerjisi ile Kurutulması. Tr. J. Engin. Environ. Sci., 24, 1-14.
- Olsen SR. Watanable FS. (1952). A Method to Determine a Phophorus Adsorption Maximum for Solis as Measured by the Langmuir isotherm. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 21:144-149
- Özbalta N. Güngör A. Gürlek G. (2012). Aile Tipi Bir Güneşli Kurutucunun Geliştirilmesi, Erişim Web: <http://www.emo.org.tr/ekler/...> (erişim Tarihi 15.11.2013)
- Öztürk A. Çopur ÖÜ. (2008). Mantar Bileşenlerinin Teröpatik Etkileri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma. Bahçe Dergisi 37 (2): 11-17.Yalova.
- Öztürk A. Çopur ÖÜ. (2009). Mantar Bileşenlerinin Teröpatik Etkileri. Bahçe Dergisi 38 (1): 19-24.
- Pal US. Chacraverty A. (1997). Thin-layer Convection-drying of Mushrooms. Energy Conversion and Management, 38 (2): 107-113.
- Pangavhane DR. Sawhney RL. Sarsavadia PN. (2002). Design, Development and Performance Testing of a New Natural Convection Solar Dryer. Energy, 27,579-590.
- Pappas C. Tsami E. Marinou-Kouris D. (1999). The Effect of Process Contidions on The Drying Kinetics and Rhydration Characteristics of Some Microwave-vacuum Dehydrated. Fruits Drying technology, 17 (1-2): 157-174.
- Polatçı H. Tarhan S. (2007). Doğrudan Değmeli Kurutucunun Maydanoz (*petroselinum crispum*) Bitkisinin Kuruma Süresine ve Kalitesine Etkisi., Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi. 5-6 Eylül Kahramanmaraş.
- Ragunathan R. Swaminathan K. (2003). Nutritional Status of *Pleurotus* spp. Grown on Various Agro-Wastes. Food Chemistry, 80: 371-375.
- Rama V. John PJ. (2000). Effects of Methods of Drying and Pretreatments on Quality of Dehydrated Mushroom. Indian Food Packer, 54(5), 59-64.
- Ramírez-Anguiano AC. Santoyo S. Reglero G. Soler-Rivas C. (2007). Radical Scavenging Activities, Endogenous Oxidative Enzymes And Total Phenols in Edible Mushrooms Commonly Consumed in Europe. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87:2272–2278.
- Riffat SB. Doherty PS. Abdel Aziz EI. (2000). Performance Testing of Different Types of Liquid Flat Plate Collectors. Int. J. Energy 24, 1203-1215

- Saçılık K. Keskin R. Eliçin AK. (2006). Mathematical Modelling of Solar Tunnel Drying of Thin Layer Organic Tomato. *Journal of Food Engineering*, 73: 231-238.
- Saldamlı İ. Saldamlı E. (2004). Gıda Endüstrisi Makineleri. Savaş Yayınları, 547 s. Ankara.
- Sánchez C. (2010). Cultivation of *Pleurotus Ostreatus* and Other Edible Mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol*, 85:1321-1337.
- Sarıkürkçü C. Karşlı DS. Solak MH. Harmandar M. (2004). Muğla Yöresi Yenilebilir Mantar Ekstraktlarının Antioksidant Aktivitelerinin Belirlenmesi. Türkiye 8. Gıda Kongresi. 26-28 Mayıs. Bursa. s. 57.
- Sarsavadia P. Sawhney R. Pangavhane D R. Singh S P. (1999). Drying Behaviour of Brined Onion Slices. *Journal Food Engineering*, 40, 219-226.
- Slinkard K, Singleton V L. (1977). Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Viticult* 28: 49-55.
- Singh AK. Sharma HK. Kumar P. Singh B. (1999). Physicochemical Change in White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) at Different Drying Temperatures Mushroom Research, 8(2), 27-30
- Simal S. Mulet A. Tarrazo J. Rossello C. (1996). Drying Model For Gren Peas. *Food Chemistry*, 5 (2): 121-128.
- Sitiphong N. Therdoon P. Klongpanich W. S Ratanapanta T. (1989). Drying Characteristics of Soybean and Groundnut. *Grain Postharvest Systems. Proceedings of the Tenth ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology*. 137-147, Thailand.
- Solak MH. Allı H. Işıloğlu M. Kalmış E. (2008). Kilis Yöresinde Yetişen Bazı Yenen Mantarlar, Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi, 15-17 Ekim Kocaeli,
- Soylu K. Soylu Hİ. Zülkadir A. Erdoğan S. Uysal E. (2008). Çıntar (*Lactarius deliciosus*) Ektomikorizal Mantarının Misel Gelişine Farklı Ortamların Etkisinin İncelenmesi, Kimyasal ve Besin İçeriğinin Belirlenmesi. Türkiye 8.Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi. Kocaeli, 15-17 Ekim, s. 101-113.
- Soysal Y. 2004. Microwave Drying Characteristic of Parsley. *Biosystems Engineering*, 89:(2)167-173
- Şahin HF. Ülger P. Aktaş T. Orak H. (2010). Farklı Kurutma Tekniklerinin Domateste (*Lycopersicon esculentum*) Bazı Besin Bileşenlerine Etkisi, 26.Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 22-23 Eylül, Hatay,
- Tarhan S. Ergüneş G. Tekelioğlu O. (2005). Tarımsal Ürünler için Güneş Enerjili Kurutucuların Tasarım ve İşletme Esasları. Yeni ve Yenilebilir Enerji Kaynakları/Enerji Yönetimi Sempozyumu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: E/2005/371, Kayseri, 51-58.
- Tekeli ST. (1964). Ziraat Sanatları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Tiris C. Özbalta N. Tiris M. Dincer I. (1994). Experimental Testing of A New Solar Dryer. *Int. J. of Energy Research*, 18, 483-490.
- Tiwari RC. Kumar A. Gupta SK. Sootha G. D. (1991). Thermal Performance of Flat-Plate Solar collectors Manufactured in India. *Energy Conversion and Management* 31, 309-313
- Toğrul H. Toğrul İ. İspir A. (2005a). Mantarların İnce Tabaka Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi. III. Tarımsal Ürünleri Kurutma Çalıştayı, Antalya.

- Toğrul H. Toğrul İ. İspir A. (2005b). İnfrared Kurutucuda Muzun Kuruma Kinetiğinin İncelenmesi. III. Tarımsal Ürünleri Kurutma Çalıştayı, Antalya
- Tuncer KT. (1990). Kurutmada Yeni Teknolojiler. Yüksek Frekanslı Mikrodalgayla Sebze Kurutma Üzerine Bir Araştırma. 4. Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 472-480, Adana.
- Türkmen Ö. Paksoy M. Seymen M. (2008). Değişen Humik Asit Dozlarının Kültür Mantarlarında {*Agaricus bisporus(Lange) Sing*} Verim ve Bazı Karpaför özelliklerine etkisi, Türkiye VIII. Yemeklik Mantar Kongresi, 15-17 Ekim Kocaeli,
- Vattem DA. Shetty K. (2003). Ellagic Acid Production and Phenolic Antioxidant Activity in Cranberry Pomace (*Vaccinium macrocarpon*) Mediated by *Lentinus edodes* Using a Solid-State System. *Process Biochemistry*, (39) 367-379.
- Ülger P. (1986). Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları. TZD Kurumu Yayınları, No. 37, 196 s. Ankara.
- Ültanır MÖ. (1972). Preheated Circulation Solar Dryer. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Yayınları. 45, Ankara.
- Yağcıoğlu A. (1999). Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. EÜZF Yayınlar, No: 536.
- Yaldız O. Ertekin C. Uzun Hİ. (2001). Methemathical Modeling of thin Layer Solar Drying of Sultana Grapes. *Energy*, 26: 457-465.
- Yaldız O. (2001). Havuç ve Pırasa Kurutulmasında Kurutma Havası Özelliklerinin Kuruma Karakteristiklerine Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 412 417 Şanlıurfa.
- Yaldız O. Ertekin C. Uzun Hİ. (2000). Çekirdeksiz Üzümün Güneş Enerjili Kurutucular ile Kurutulması Üzerine bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, 338-344, Erzurum.
- Yıldız A. Karakaplan M. Aydın F. (1998). Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex Fr.) Kum var. *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr. Et Maubl.: Cultivation, Proximate Composition, Organic and Mineral Composition of Carpophores. *Food Chemistry*, 61 (1-2): 127-130.
- Yıldız A. (2013). Gıda Kurutma Sistemlerinde Kullanılan Havalı Güneş Enerjisi Toplayıcıları. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan 2013 İzmir
- Winkler AJ. (1962). *General Viticulture*. University of California Pres 1962, USA.
- Mujumdar As. (1995). *Handbook of Industrial Drying*. New York: Marcel Dekker, New York, 1-40.
- Rajkumar P, Kulanthaisami S, Raghavan GSV, Gariepy Y, Orsat V. (2007). Drying kinetics of tomato slices in vacuum assisted solar and open sun drying methods. *Drying Technology* 25: 1349-1357.
- Zhang Q, Litchfield JB. (1991). An optimisation of intermittent corn drying in a laboratory scale thin layer dryer. *Drying Technology* 9: 383-395

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Malatya’da doğdu. İlköğretim ve Lise öğrenimini Malatya’da tamamladıktan sonra, 1994 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü’ne kayıt yaptırdı. 1995 yılında kaydını dondurarak Almanya’da 1 yıl süreyle Almanca Dili eğitimi gördü. 1996 yılında Darmstadt kentinde “Technische Hochschule” Üniversitesine kayıt yaptırarak Studien Kolleg’de 1,5 yıl hazırlık sınıfı okudu. 1998 yılında Türkiye’ye dönüş yaparak Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümündeki eğitimine devam etti ve 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Mart 2004’de Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü’ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Bu Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı’nda 2005 yılında Yüksek Lisans öğrenimine yeniden başladı. “Su Isıtmada Kullanılabilecek Yeni Tip Düz Yüzeyle Güneş Kolektörlerinin Tasarımı, Yapımı ve Denenmeleri" adlı yüksek lisansını tamamlayarak 2007 yılında mezun oldu. Ağustos 2007’de 317.Kısa Dönem olarak Hakkari/Şemdinli’de askerlik hizmetini tamamladı. 2007-2008 Eğitim-Öğretim yılı güz döneminde OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim dalında Doktora eğitimine başladı. Halen doktora eğitimi Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başladığı doktora eğitimine Sayın Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU danışmanlığında sürdürmektedir. 15 Ekim 2010 tarihinde Adıyaman Üniversitesine Öğretim Görevlisi olarak atandı. Kahta Meslek Yüksek Okulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümünde çalışmalarına devam etmektedir. Tarımsal Mekanizasyon, Tarımda Enerji Kullanımı ve Tarımsal Ürünlerin Kurutulması ile ilgili ulusal ve uluslararası birçok yayını bulunmaktadır. İyi düzeyde pratik ve gramer Almanca bilgisine sahiptir. Evli ve üç çocuk babasıdır.