

Muzun Farklı Kurutma Şartlarındaki Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Tansu KARA¹, Fikret DEMİR²

¹Ziraat Yüksek Mühendisi

²SÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Konya
fdemir@selcuk.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 09.05.2012

Accepted (Kabul Tarihi): 29.06.2012

Özet: Bu çalışmada, muzun farklı kurutma havası sıcaklığı ve ön işlem şartlarında gösterecekleri kurutma karakteristikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Denemelerde hava sıcaklığı olarak 60° C, 70°C ve 80°C, hava hızı olarak 2.0 m/s alınmıştır. Muz örnekleri, kurutma öncesi ön işlem olarak 6 mm ve 9 mm kalınlığında dilimlendikten sonra kurutulmuşlardır. Elde edilen verilerden yararlanılarak istatistiki değerlendirmeler yapılmıştır. Denemeler sonucunda, hava sıcaklığının ve kurutma öncesi uygulanan ön işlemin muzun kuruma hızı üzerine etkisi belirlenmiştir. Muz örneklerine ait kuruma sabiti (k) değerleri, 6 mm kalınlığındaki muz örneklerinde 1,0571....1,6632 arasında, 9 mm kalınlığındaki muz örneklerinde ise 0,7420.... 1,4129 arasında bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Muz, hava sıcaklığı, hava hızı, ön işlem, kuruma hızı, kuruma sabiti

The Determination of Drying Characteristics of Banana at Different Drying Conditions

Abstract: In this study the drying characteristics of banana for different air temperature and pretreatments were determined. In the trials, air temperatures as 60 °C, 70 °C, 80 °C and air velocities as 2.0 m/s were taken. Banana samples that cut at thickness 6 mm, 9 mm and were dried. Statistical evaluations were done from data which taken trials. In the trials result, the effects on banana drying velocity of air temperature and applied pretreatment were determined. Drying coefficient (k) values for samples of banana were found 1,0571.....1,6632, 6 mm; 0,7420.....1,4129, 9 mm respectively.

Key words: Banana, air temperature, air velocity, pretreatment, drying velocity, drying coefficient

GİRİŞ

Sebze ve meyvelerin yaş olarak tüketilmesinin yanısıra, kurutularak farklı amaçlar için kullanımı, saklama koşullarının daha kolay olması ve ekonomik kazanç nedeniyle tercih edilmekte ve uygulanmaktadır. Ülkemizde tarımsal ürünlerin önemli bir kısmı saklanmak ve depolanmak durumundadır. Kurutulmuş meyve, sebze ve baharat çeşitleri dış satımımızın büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Ertekin ve Yaldız 2001).

Ülkemiz iklim koşullarının uygun olması nedeniyle, her çeşit meyve ve sebzenin kurutulması

işlemi büyük çapta doğal koşullar altında güneşe sererek yapılmaktadır. Ekonomik açıdan ürünlerin bu

şekilde kurutulması sonucu kalite ve değer kaybı gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Ayrıca doğal kurutma işlemi sırasında çevresel zararlılara karşı da önlem alınamamaktadır. Bunlar da kurutma tesis ve sistemlerinin gerekliliğine ve artırılmasına bir işaret olmaktadır.

Bu çalışmada, muzun farklı kurutma koşullarındaki (kurutma havası sıcaklığı: 60 °C, 70°C ve 80 °C; kurutma havası hava hızı: 2.0 m/s ve dilim kalınlığı: 6 ve 9 mm) kuruma davranışı bir laboratuvar kurutucusunda yapılan denemeler ile incelenmiş ve kuruma periyodunun herhangi bir t anında ürünün nem içeriğinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kurutma Materyali ve Laboratuar Kurutucusu

Araştırmada Anamur çeşidi muz kullanılmıştır. Muz meyvesinin bazı fiziksel özellikleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 1. Muz meyvesine ait bazı fiziksel özellikler

Meyvenin Cinsi: Anamur Muzu	Soyulmamış	Soyulmuş
Ortalama Uzunluk (mm)	122,40 ± 0.6	119.40 ± 1.39
Ortalama Kalınlık (mm)	33.40 ± 0.6	27.20 ± 0.63
Ortalama Yükseklik (mm)	30.60 ± 0.52	25.70 ± 0.84
Ortalama Meyve Ağırlığı (g)	97.20 ± 2.96	70.01 ± 5.45
Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm)	3,56 ± 0.06	
Ortalama Kabuk Ağırlığı (g)	32,91 ± 0.61	

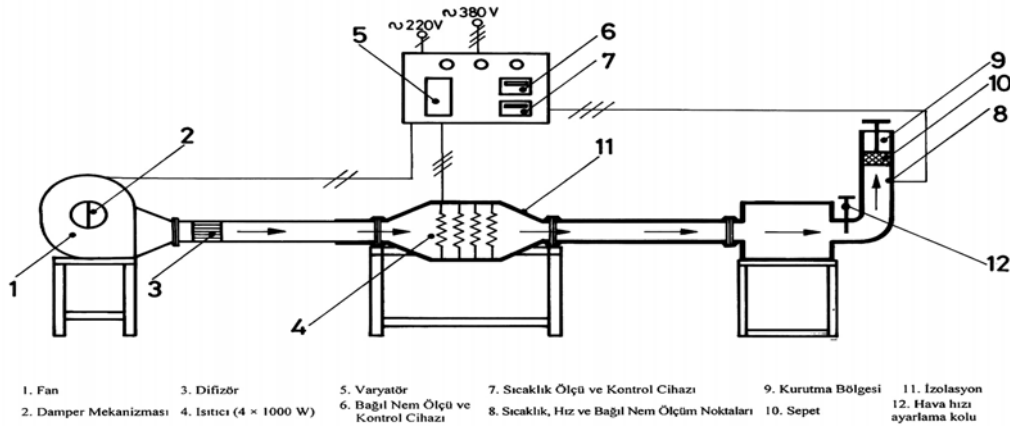
Kurutma çalışmaları Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümünde imal edilen bir laboratuar kurutucusu ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 1. de kurutucuya ait şematik resim görülmektedir.

Kurutucu, kurutma havasını sağlayan fan ve hava debisi ayar düzeni, kurutma havası sıcaklığını düzenleyen elektriksiz ısıtıcıların ve sıcaklık kontrol ünitesinin bulunduğu kısım ile kurutma bölümü olmak üzere 3 ana ünitelerden oluşmaktadır. Kurutma için gerekli fanın debisi, elektrik motoru devir kontrol ünitesi ile fanın devir sayısı kademesiz ayarlanmak suretiyle istenilen değerlerde tutulmuştur. Hava kanalı içerisinde yer alan ısıtıcılar sayesinde ise hava istenilen kuru termometre sıcaklığına kadar ısıtılabilir.

Isıtıcı bölümünü oluşturan 4x1000 Watt gücündeki devre elemanları birbirlerinden bağımsız olarak devreye girebilmektedir. Bu elemanlardan birisinin devresine seri olarak bağlanan direnç, sıcaklık kontrol ünitesi sayesinde, sıcaklık değişimine bağlı olarak devreye girip çıkmakta ve ayarlanan sıcaklığın deneme süresince sabit değerde kalması sağlanabilmektedir. Deneme düzeninin son kısmını ise, deneme materyali ürünlerin kurutulduğu kurutma bölümü oluşturmaktadır. Kurutma bölümünün alt kısmında sıcak havanın giriş yaptığı 3 kanallı bir hava bölmesi yer almaktadır. Bu üç kanal sayesinde, aynı anda üç örneğin kurutulması gerçekleştirilebilmektedir.

Denemeler

Denemelerde kullanılan muz örneklerinin seçiminde deneme sonuçlarının güvenilirliği bakımından aynı boyuta sahip olan örnekleri seçilmiştir. Muz örnekleri, kurutma bölümüne tek tabaka halinde yerleştirilerek kabuğu soyularak kurutulmuşlardır (Cemeroğlu ve Acar, 1986; Hendley, 1996). Kurutma havası sıcaklığı olarak 60, 70 ve 80 °C, hava hızı olarak ise 2.0 m/s seçilmiştir (Mahapatra ve ark. 1990, Yağcıoğlu 1996). Hava kanallarının kurutma hacmi kesitlerinde, hava kanallarında hız ölçümü ile ilgili standartlarda (Anonymous 1962) belirtildiği şekilde, kanal kesit alanlarının belirli noktalarındaki hava hızları elektronik hava hızı ölçme cihazıyla ölçülmüş ve kanal kesitinin belirli noktalarındaki hız değişimi incelenmiştir. Kurutma öncesi uygulanan ön işlemin kuruma hızına olan etkisini belirleyebilmek için deneme materyali muz örnekleri kurutma öncesi dilimleme işlemine tabii tutulmuşlardır. Bu amaçla kurutulacak ürünler mekanik kesiciler yardımıyla 6 mm ve 9 mm kalınlıklarında kesildikten sonra denemeye alınmışlardır.



Şekil 1. Deneme düzeninin şematik görünüşü

Ürünlerin son nem içerikleri, ürünün kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Yağcıoğlu 1999). Hava hızı, testo-term marka elektronik hava hızı ölçme cihazı ile ± 0.1 m/s, kurutma havası sıcaklığı, kurutma bölgesinin hemen altına yerleştirilen sıcaklık ölçüm ve kontrol cihazları ile ± 1 °C ve belli t anlarındaki ağırlık kayıpları ise elektronik terazi ile 0.01 gr doğrulukla ölçülmüştür

Deneyel kuruma sabitlerinin belirlenmesi

Deneme materyali ürüne ait kuruma sabiti (k) değerlerinin hesaplanmasında aşağıda verilen kurutma denkleminin yararlanılmıştır. Yarı teorik modeller içinde en yaygın kullanım alanı bulan 1 no'lu eşitlik logaritmik kurutma denklemi olarak bilinmektedir (Yağcıoğlu, 1999).

$$\frac{N_t - N_d}{N_0 - N_d} = \exp(-kt) \dots\dots\dots(1)$$

Eşitlikte; N_0 başlangıç nemini, N_t herhangi bir t anındaki nem miktarını, N_d denge nemini, k kuruma sabitini, t ise kuruma zamanını ifade etmektedir.

Denemeler sırasında yapılan ölçümlerden elde edilen N_0 , N_t ve N_d değerleri kullanılarak, farklı t anları için STATİSTİCA istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda farklı sıcaklık ve dilimleme uygulamaları için ürünlere ait ayrı ayrı kuruma sabiti (k) değerleri hesaplanmıştır.

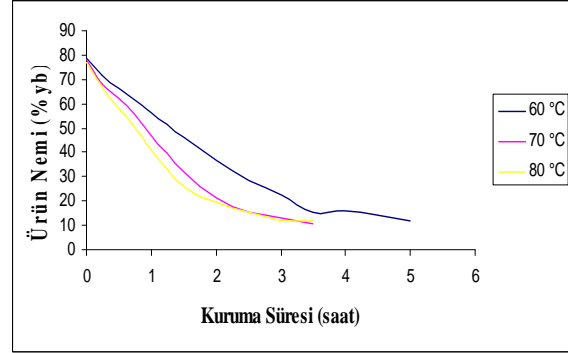
ARAŞTIRMA BULGULARI

Kurutma Hava sıcaklığının Kuruma Süresine etkisi

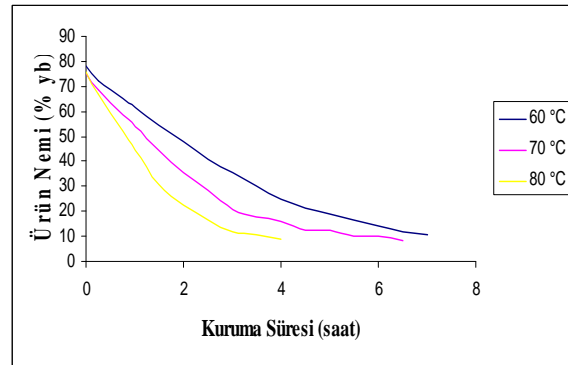
Şekil 2 ve 3 te görüleceği üzere kurutmada kullanılan hava sıcaklığının artışı, kurutma öncesi dilimlenmiş muz örneklerinin tümünün kuruma hızı üzerinde gözle görülebilir bir artışa neden olmakta ve örneklerin kuruma süreleri kurutma havası sıcaklığına paralel olarak azalma göstermektedir. Kurutma havasındaki sıcaklık artışının materyallerin kuruma hızları üzerindeki bu etkisini, sıcaklık artışının doğal bir sonucu olarak kurutma havası bağımlı neminin azalmasına bağlayabiliriz (Ergüneş 1990).

Ayrıca muz örneklerinin kurutulması sonucu elde edilen ortalama % ağırlık azalması değerlerinin kurutma havası sıcaklıkları için yapılan varyans analizi

sonuçlarına göre sıcaklıklar arasındaki fark her iki dilim kalınlığında da %1 seviyesinde önemli bulunmuştur(Çizelge 2 ve 3).



Şekil 2. 2.0 m/s hava hızında kurutulan 6 mm kalınlığındaki muz örneklerinin kurutma havası sıcaklığına bağlı olarak gösterdikleri (%) nem değişimi



Şekil 3. 2.0 m/s hava hızında kurutulan 9 mm kalınlığındaki muz örneklerinin kurutma havası sıcaklığına bağlı olarak gösterdikleri (%) nem değişimi

Çizelge 2. 6 mm kalınlığındaki muz örneklerinde ortalama % ağırlık azalması değerleriyle kurutma havası sıcaklıklarına yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Sıcaklık (T)	2	264,2	132,1	902,74**
Hava Sıcaklığı	T_{60}	T_{70}	T_{80}	
Ağırlık Azalması (%)	47,172 _c	51,377 _b	53,721 _a	

**0,01seviyesinde önemli

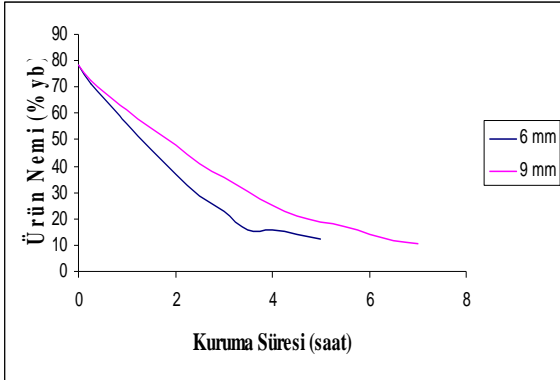
Çizelge 3. 9 mm kalınlığındaki muz örneklerinde ortalama % ağırlık azalması değerleriyle kurutma havası sıcaklıklarına yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Sıcaklık (T)	2	485,3	242,7	2279,61**
Hava Sıcaklığı	T ₆₀	T ₇₀	T ₈₀	
Ağırlık Azalması (%)	41,575 _c	43,648 _b	50,191 _a	

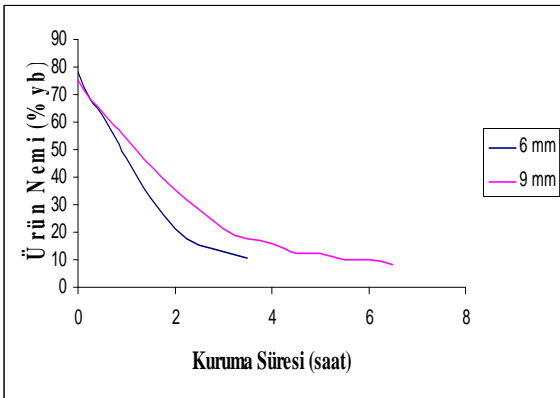
**0,01seviyesinde önemli

Dilimleme Kalınlığının Kuruma Süresine Etkisi

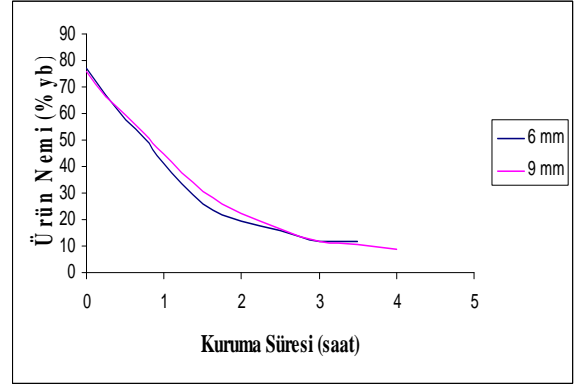
2.0 m/s hava hızı değerinde ve farklı hava sıcaklığı şartlarında, iki farklı kalınlığa sahip muz örneklerinin zamana bağlı olarak göstermiş oldukları % nem değişimi değerleri Şekil 4, 5 ve 6 da görülmektedir.



Şekil 4. 60 °C sıcaklıkta 2.0 m/s hava hızında kurutulan farklı kalınlıklardaki muz örneklerinin gösterdikleri (% nem değişimi)



Şekil 5. 70 °C sıcaklıkta 2.0 m/s hava hızında kurutulan farklı kalınlıklardaki muz örneklerinin gösterdikleri (% nem değişimi)



Şekil 6. 80 °C sıcaklıkta 2.0 m/s hava hızında kurutulan farklı kalınlıklardaki muz örneklerinin gösterdikleri (% nem değişimi)

Tüm deneme şartlarında muzlara kurutma öncesi uygulanan dilimleme işleminin kuruma süresini kısalttığı görülmektedir (Toğrul ve ark.2005). Örneğin Şekil 5'de görüldüğü gibi 2.0 m/s hava hızı ve 70 °C kurutma havası sıcaklığında, 6 mm kalınlığındaki örneklerde %15 neme ulaşabilmek için gerekli süre 2.5 saat iken, 9 mm kalınlığındaki örneklerde 4.5 saattir. Ayrıca muz örneklerinin kurutulması sonucu elde edilen ortalama % ağırlık azalması değerlerinin kurutma öncesi uygulanan ön işlem (6 ve 9 mm) için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre dilim kalınlıkları arasındaki fark %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. 6 mm ve 9 mm kalınlığındaki muz örneklerinde ortalama % ağırlık azalması değerleriyle ön işlem değerlerine yapılan varyans analizi ve duncan testi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Ön İşlem	1	562,6	562,6	4988,68**
Ön İşlem	6 mm		9 mm	
Ağırlık Azalması (%)	50,729 _a		45,138 _b	

**0,01seviyesinde önemli

Kuruma Sabiti Değerleri

Materyalden, kuruma koşullarına bağlı olarak meydana gelen % nem azalması veya Alınabilir Nem Oranı (ANO)'nın kuruma zamanına bağlı olarak

gösterdiği eğilimin belirlenmesi, deneme koşullarına benzer ortamlarda aynı materyalin belirli zamanlarda ulaşabileceği nemi ya da istenilen nem değerine ulaşması için gerekli zamanı belirlemede yardımcı olacaktır. Ancak bunun belirlenmesi için nem değişim eğrilerine ait eğimlerin bilinmesi gereklidir. Bu eğim değerleri, birim zaman içinde nem ya da ANO değerindeki değişme eğilimini belirlemek ve bu nedenle de kuruma sabiti olarak tanımlanmaktadır (Yağcıoğlu 1981).

Deneme materyali muz örneklerinin kurutulmasında, her iki evreyi (sabit + azalan) kapsayacak şekilde ortak bir kuruma sabiti (k) değeri elde etmek için 1 no'lu eşitlikte yer alan genel logaritmik kurutma denklemi, farklı boyuttaki örneklerin tüm kuruma periyodu için uygulanmış ve deneysel değerlere yapılan regresyon analizi sonucunda farklı kurutma koşullarında deneme materyali muz örnekleri için elde edilen kuruma sabiti k değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Kuruma sabiti değerleri genel olarak incelenecek olursa, bu değerlerin sıcaklık artışına ve ürün kalınlığındaki azalmaya bağlı olarak arttıkları görülmektedir. En yüksek kuruma sabiti k değeri 1.6632 ile 80 °C sıcaklık ve 6 mm kalınlığındaki muz örneklerinde görülmüştür. En düşük kuruma sabiti k değeri 0.7420 ise 60 °C sıcaklık ve 9 mm kalınlığındaki muz örneklerinde görülmüştür. Ayrıca Alınabilir Nem Oranı – Kuruma Zamanı ilişkisini veren denklemlere ait korelasyon katsayıları r incelenecek olursa çoğunlukla % 99'un üzerinde olduğu görülmektedir. Burada ele

alınan regresyon modellerinin deneysel sonuçlarla iyi bir uyum gösterdiği anlaşılmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma sonuçlarını şu başlıklar altında özetleyebiliriz:

Kurutmada kullanılan kurutma havası sıcaklığı arttıkça farklı kalınlıktaki muz örneklerinde, uzaklaşan nem miktarı artmakta ve bunun sonucu olarak kuruma süresi kısalmaktadır. Kurutma havasındaki sıcaklık artışının materyallerin kuruma hızları üzerindeki bu etkisini, sıcaklık artışının doğal bir sonucu olarak kurutma havası bağıl neminin azalmasına bağlayabiliriz (Ergüneş 1990).

Muz örneklerinin kurutma öncesi dilimlenmesi, kuruma hızına büyük oranda etki etmektedir. Başka bir ifadeyle muz örneklerinin kalınlığın artmasıyla kuruma hızının azaldığı görülmüştür. (Toğrul ve ark.2005)

Deneme örneklerinin tümünde kuruma sabiti değerleri hava sıcaklığı artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Ergüneş (1990) üzüm için yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Kuruma sabiti değerleri örneklerdeki kalınlığın azalmasıyla birlikte kuruma hızının artmasına bağlı olarak daha büyük değerler göstermiştir.

Muz örneklerine ait kuruma sabiti (k) değerleri, farklı sıcaklıklarda, 6 mm kalınlığındaki örneklerde 1.0571 ile 1.6632 arasında; 9 mm kalınlığındaki örneklerde ise 0.7420 ile 1.4129 arasında bulunmuştur.

Çizelge 5. Farklı kuruma koşullarında muz örneklerinin sabit + azalan hızla kuruma evrelerine ait alınabilir nem oranı (y) – kuruma süresi (t) ilişkisini belirleyen regresyon denklemleri

Ürün	Hava Hızı (m/s)	Model	60 °C		70 °C		80 °C	
			k	r	k	r	k	r
6 mm	2 m/s	ANO=exp(-kt)	1.0571525	0.99063	1.5078263	0.99243	1.6632608	0.99243
9 mm			0.742026	0.98514	0.9462783	0.99175	1.4129669	0.99491

k: kuruma Sabiti, r: Korelasyon katsayısı

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonymous, 1962. A. M. C. A. Standart Test Code for Air Moving Devices Air Moving and Conditioning Association Inc. Park Ridge, Illinois, USA
- Cemeroğlu,B.,Acar,J.,1986.Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi.Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6,Ankara.
- Ergüneş, G., 1990. Çekirdeksiz Üzümün Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir.
- Ertekin,C.ve Yıldız,O.,2001.Patlıcan Kurutmada Kurumanın Çeşitli Modellerle Açıklanması.Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı;399-403.Şanlıurfa
- Hendley,A.J.,1996.Drying Foods.<http://www.che.nmsu.edu>
- Mahapatra, A.K., Imre, L., 1990. Role Of Solar Agricultural Drying İn Developing Countries. Int. Journal Of Ambient Energy, Vol. 11, No. 4
- Toğrul, H., Toğrul İ., İspir A., 2005. İnfrared Kurutucuda Muzun Kuruma Kinetiğinin İncelenmesi. III. Tarımsal Ürünleri Kurutma Çalıştayı, Antalya
- Yağcıoğlu, A., 1981. Tavuk Gübresinin Değişik Hava Koşullarında Kuruma Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma, Yayınlanmamış Doçentlik Tezi, Bornova-İzmir.
- Yağcıoğlu, A., 1996. Ürün İşleme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 517, İzmir
- Yağcıoğlu,A.,1999. Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:536, Bornova, İzmir.