

# ZEYTİN YAPRAĞININ (*OLEA EUROPAEA L.*) KURUMA KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ

## DRYING KINETICS OF OLIVE LEAVES (*Olea europaea L.*)

Zafer ERBAY<sup>1\*</sup>, Filiz İÇİER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Geliş Tarihi: 07.11.2007

**ÖZET:** Zeytin yaprakları (*Olea europaea L.*), içeriğinde bol miktarda bulunan fenolik maddeler sayesinde son yıllarda önemi artan bir üründür. Zeytin yaprakları, gıda, ilaç, kozmetik gibi farklı sanayilerde kullanılabilen bir ürün olmasına ve ülkemizde bol bulunmasına karşın değerlendirilememekte ve konu ile ilgili araştırmalar ise sınırlı kalmaktadır. Zeytin yapraklarının işlenmesinde kritik işlem kurutmadır, ancak zeytin yapraklarının kuruma kinetiği bilinmemektedir. Bu çalışmada, zeytin yapraklarının kuruma davranışlarının deneysel olarak tanımlanması amacıyla yapraklar tepsili kurutucuda kurutulmuştur. İnce tabaka prensibine dayanan 11 ayrı yarı-teorik modelle, kurutmada elde edilen deneysel sonuçların uygunluğu doğrusal olmayan regresyon analizi uygulanarak karşılaştırılmış, modellerin katsayıları hesaplanmıştır. Daha sonra ise deneysel sonuçlarla en iyi uyum gösteren modelin katsayıları hava hızını değişken alacak şekilde doğrusal olmayan regresyon analizi uygulanarak yeniden düzenlenmiştir. Buna göre 50 °C sıcaklık ve 0,5-1,5 m/s hava hızı aralığında zeytin yaprağının kuruma davranışlarıyla, Modifiye Henderson ve Pabis modelinin  $r = 0,99960$  ve  $\chi^2 = 6,81 \times 10^{-5}$  değerlerinde iyi uyum gösterdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler :** Zeytin yaprağı, oleuropein, kurutma, ince tabaka, matematiksel modelleme, doğrusal olmayan regresyon

**ABSTRACT:** Recently, interest on olive leaves (*Olea europaea L.*) has been increased because the leaves are a rich source of phenolic compounds. Although olive leaves can be used in food, medicine and drug industries, their use and research on this matter is limited. The critical process in olive leaf treatment is drying and the drying behaviours of olive leaves are not known. In this study, olive leaves were dried in a tray drier to determine the drying behaviours of olive leaves. Eleven of semi-theoretical thin layer drying curve models were used to model the drying behaviours of olive leaves and non-linear regression analysis were performed to obtain the model that gives the best fit to the experimental data. After calculating the coefficients of the models, the effect of air velocity to the coefficients of models were determined at 50 °C with non-linear regression analysis. The primary criterion for selecting the best equation to describe the drying curve equation is correlation coefficient ( $r$ ). In addition to  $r$ , the reduced chi-square ( $\chi^2$ ) was used to determine the best fit. According to regression analysis, the best model describing the thin layer drying characteristics of olive leaves at 50 °C and air velocity interval of 0.5 and 1.5 m/s was Modified Henderson and Pabis model with  $r = 0.99960$  and  $\chi^2 = 6,81 \times 10^{-5}$ .

**Keywords :** Olive leaves, oleuropein, drying, thin layer, mathematical modelling, non-linear regression

## GİRİŞ

Zeytin ağacının yüzyıllarca yaşayabilme özelliği olup, yaprakları geçmişte ateşli rahatsızlıklara ve sıtma gibi salgın hastalıklara karşı halk tarafından tedavi amaçlı kullanılmıştır (1-3). Ayrıca, Akdeniz insanında kalp-damar rahatsızlıklarının ve kanserin göreceli azlığının araştırmacıların dikkatini çektiği ve Akdeniz diyetinin bunun sebebi olabileceğinin düşünülerek konu ile ilgili çeşitli araştırmaların yapıldığı bilinmektedir. Bununla bağlantılı olarak, zeytin meyvesi ve yapraklarının içeriği üzerine yapılan araştırmalar, özellikle zeytin yaprağındaki fe-

\*E-posta : zafererbay@yahoo.com

nolik madde içeriğinin çok yüksek olduğunu göstermiştir. Zeytin yaprağının içeriğinde en yoğun olarak bulunan fenolik madde oleuropein ile parçalanma ürünü olan hidroksitirosoldür (1, 3). Bu iki fenolik bileşiğin, yapısı ve özellikle yüksek antioksidan kapasitesi sayesinde kalp krizleri, ritim bozuklukları, damar tıkanıklıkları, kanser, hipertansiyon, diyabet ve hipoglisemiye karşı etkileri gösterilmiş, antimikrobiyal özelliklerinin yüksekliği dolayısıyla başta AIDS olmak üzere pek çok viral kaynaklı hastalığa karşı kullanımı araştırılmaya başlanmıştır (4-10).

Gıdalarda renk, koku, tat değişimleri ile toksik bileşiklerin oluşumunda ve bunlardan kaynaklı kalite kaybında, gıdalardaki yağ, karbonhidrat ve proteinlerin oksijenle tepkimeye girmesi, yani oksidasyonu çok önemli bir sorundur. Gıda sanayinde gıdaların işlenmesinden pazarlanmasına kadar her aşamada bu sorunla mücadele edilmekte ve bu mücadelede antioksidan katkıları önemli bir araç olmaktadır. Maliyetlerinin ucuzluğu ile ön plana çıkmış olan BHT, BHA gibi sentetik antioksidanların kanserojen etkisine dönük şüphelerin bulunmasıyla, doğal kaynaklardan antioksidan eldesi son yıllarda giderek önem kazanmıştır (11). Zeytin yaprağının içeriğindeki antioksidan madde yoğunluğu gıda sanayi açısından da ilgi uyandırmaktadır.

Zeytin yaprağının hem gıda hammaddesi olarak değerlendirilebilmesi, hem içeriğindeki maddelerin ekstrakte edilebilmesi, hem de depolanabilmesi için kurutulması gerekmektedir. Kurutma enerjisinin yoğun kullanıldığı bir işlem olması itibarıyla işlem koşulları özel olarak önem taşıyan, aynı zamanda eşzamanlı ısı ve kütle transferini barındırmasından ötürü karmaşık bir mekanizmaya sahip olan bir işlemdir. Dolayısıyla kurutmada modellenme çalışmaları özel olarak önemlidir.

Zeytin yaprağı gibi ürünlerin kurutulması sıklıkla ince tabaka kurutma şeklinde yapılmaktadır ve yaprağı değerlendirilen nane, maydanoz, siyah çay, defne yaprağı gibi pek çok ürünün farklı yöntemlerle ince tabaka kurutulmasının modellenmesi yapılmış olmasına karşın (12-17) zeytin yaprağı ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İnce tabaka kurutmada kuruma kinetiğini tanımlayan modeller temel olarak 3 kategoride sınıflandırılır: teorik, yarı teorik, ampirik (17,18). En iyi bilinen teorik model Fick tarafından ortaya konulan difüzyonun ikinci kanunudur. Teorik modeller hem kurutmanın karakterini açıklaması, hem de her çalışma koşulunda uygulanabilir olması yanında; hem modellenmesinin zorluğu, hem de ürün geometrisine, kütle difüzyon hızına ve iletkenliğine ilişkin kabulleri içermesinden dolayı bazı sorunları da içerdiği göz önüne alınmalıdır (19). Yarı teorik modeller ise, yine Fick'in ikinci kanununu temel alarak deneysel sonuçlardan model oluşumunu sağlamaktadır (20). Ancak kuruma karakterine ilişkin bazı sonuçları ortaya koymasına karşın, deneysel çalışma aralığında geçerlilik taşımaktadırlar (21). Deneysel modeller ise, tamamen deneysel sonuçlardan yola çıktığından ötürü, hem sadece yapılan deneysel çalışma aralığında geçerlidir, hem de kurutma işleminin karakterine dair bir açıklama getirmemektedir (22).

Dünyada zeytin ağaçlarının %98'inden fazlası Akdeniz bölgesi ülkelerinde bulunmakta ve 8 milyon hektardan fazla alan kaplamaktadır (3,23). Bununla birlikte zeytin yaprağı henüz endüstriyel açıdan değerlendirilememekte, sadece yan ürün olarak (hayvan yemi) kullanılmaktadır. Dünyada zeytin ağacı sayısı açısından en zengin ülkelerden birisi olan ülkemizin, zeytin yapraklarını değerlendirmesi durumunda ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlanmış olacaktır. Zeytin yaprağının bu önemine karşın, literatürde zeytin yaprağının kuruma kinetiği üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, sıcak hava ile ince tabaka kurutma prensibine dayanarak, sabit sıcaklıkta ve farklı hava hızlarında zeytin yaprağının kurutulması, 11 farklı yarı-teorik model deneyerek modellenmiş ve hava hızının kuruma üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir.

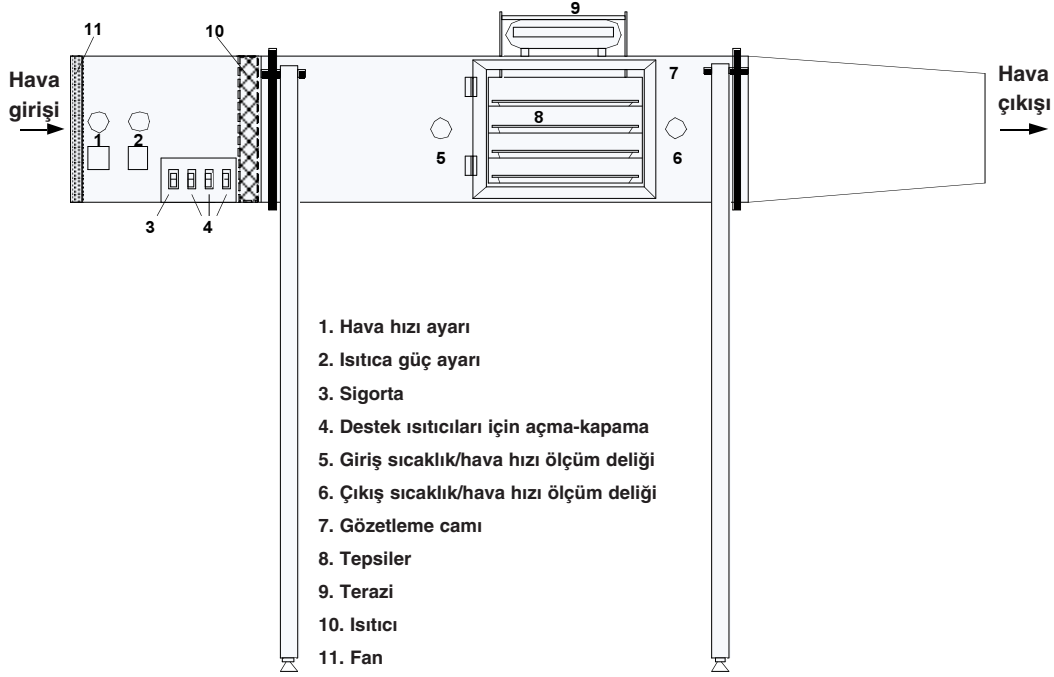
## MATERYAL VE YÖNTEM

### Deneysel Prosedür ve Ölçümler

Zeytin yaprakları (*Olea europaea* L.) Ege Üniversitesi yerleşkesinde bulunan Memecik tipi ağaçlardan toplanmıştır. Toplanan yapraklar suyla yıkandıktan sonra filtre kâğıdı üzerine alınarak yüzeylerindeki suyun bir bölümü uzaklaştırılmıştır. Hasattan sonra yapraklar en fazla 24 saat içinde kurutulmuşlardır.

Zeytin yaprakları Şekil 1’de şematik olarak gösterilen laboratuvar tipi tepsili kurutucuda (Armfield UOP8, İngiltere) kurutulmuştur. Kurutulacak zeytin yaprakları, üst üste gelmeyecek şekilde tepsilere ince tabaka şeklinde yerleştirilmiş ve 50 °C sıcaklıkta 0,5 – 1,0 – 1,5 m/s hava hızlarında kurutulmuştur. Kurutma işlemi zeytin yaprakları sabit ağırlığa gelinceye kadar sürdürülmüştür. Hava hızı, sıcaklık ile görel nem ölçümleri için çok fonksiyonlu ölçüm cihazı (Testo 400, Almanya) kullanılmıştır. Ağırlık kayıpları, kurutucu içine yerleştirilen analitik terazi (Scaltec SBA 61, Almanya) ile izlenerek belirlenmiştir.

Örneklerin nem içeriği, vakumlu etüvde gravimetrik olarak belirlenmiştir (24).



Şekil 1. Tepsili kurutucu deneysel düzeneğinin şematik gösterimi

### Kuruma Kinetiğinin İncelenmesi

Biyolojik materyaller azalan hız periyodunda kurduğunda, kuruma işleminin temel mekanizmasının sıvı ve/veya gaz difüzyonu olduğu kabul edilir ve bu mekanizma Fick’in difüzyon modeliyle açıklanır. Buna göre bu çalışmada kütle nem içeriğindeki değişim “nem oranı” kavramı ile (MR) açıklanmıştır. MR değerinin hesaplanmasında aşağıda verilen 1 No’lu eşitlik kullanılmıştır:

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_i - M_e} \quad (1)$$

Burada:

MR : Fraksiyonel nem oranı,

$M_i$  : Başlangıç nem içeriği,

$M_e$  : Denge nem içeriği,

$M_t$  : t anındaki ürünün nem içeriğidir.

Nem içerikleri, kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan ve literatürde ince tabaka kurutmasındaki kuruma eğrilerini açıklayan modeller Çizelge 1’de verilmiştir. Bu modellerin deneysel kuruma eğrileriyle uyumu istatistik paket programı (SPSS ver.13, 2004) kullanılarak doğrusal olmayan regresyon analizi ile belirlenmiş ve temel uyum değeri olarak korelasyon sabitinin ( $r$ ) 1’e yakın olması dikkate alınmıştır. Aynı zamanda azaltılmış  $\chi^2$  değerleri de hesaplanarak bu değerlerin düşüklüğü uyumun ikincil göstergesi olarak kabul edilmiştir.  $\chi^2$  değeri aşağıda verilen 2 No’lu eşitliğe göre hesaplanmıştır:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (MR_{deneysel,i} - MR_{beklenen,i})^2}{N - n} \quad (2)$$

Burada,  $MR_{deneysel,i}$  değeri i.deneysel gözlemlerde ölçülen değer,  $MR_{beklenen,i}$  değeri modeldeki i.gözlemlerde beklenen değer,  $N$  gözlem sayısı ve  $n$  kullanılan modeldeki katsayı adedidir.

**Çizelge 1. Bu çalışmada kullanılan ince tabaka kuruma eğrisi modelleri**

Model Adı	Model
Newton (25)	$MR = \exp(-kt)$
Page (26)	$MR = \exp(-kt^n)$
Modifiye Page (27)	$MR = \exp[-(kt)^n]$
Henderson & Pabis (28)	$MR = a \exp(-kt)$
Logaritmik (29)	$MR = a \exp(-kt) + c$
Çift Terimli (Two-Term) (30)	$MR = a \exp(-k_0t) + b \exp(-k_1t)$
Üstel Çift Terimli (Two-term exponential) (31)	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kat)$
Difüzyon Yaklaşımı (Diffusion approach) (32)	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kbt)$
Modifiye Henderson ve Pabis (33)	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-gt) + c \exp(-ht)$
Verma ve ark. (34)	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-gt)$
Midilli-Küçük (35)	$MR = a \exp(-kt^n) + bt$

Biyolojik materyallerin kurutulmasının modellenmesinde regresyon ve korelasyon analizleri oldukça faydalı araçlardır. Bu çalışmada da, doğrusal olmayan regresyon analizi ile model katsayıları belirlenmiş ve korelasyon analizi ile uygulanan model ile deneysel sonuçların uyumu tespit edilmiştir. Daha sonra ise, en iyi uyum gösteren modelden elde edilen sabitlere hava hızının etkisi belirlenerek son model ortaya konulmuştur.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Nem içeriği  $40 \pm 2$  (yaş ağırlık bazında, wb) olan zeytin yaprakları,  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ’de 0,5 - 1,0 - 1,5 m/s hava hızlarında ortamlarla kütle transferi sona erinceye kadar, yani sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Son ürünün nem içeriği  $5 \pm 2$  (yaş ağırlık bazında, wb) olarak saptanmıştır. Daha sonra ürünün nem içerikleri, “fraksiyonel nem oranı, MR” değerine dönüştürülerek modelleme hesaplamalarında bu dönüşüm değerleri kullanılmıştır.

$50 \text{ }^\circ\text{C}$  ve 1,0 m/s kurutma koşullarında elde edilen deneysel veriler, doğrusal olmayan regresyon analizi ile Çizelge 1’de verilen ince tabaka kuruma modellerine uygulanmıştır. Bu analizin sonucunda elde edilen model uyum sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Buna göre tüm modellerin oldukça iyi uyum vermesine karşın, en iyi uyum veren iki modelin, en yüksek  $r$  ile en düşük  $\chi^2$  değerlerini veren “Modifiye Henderson ve Pabis” ile “Two term (Çift Terimli)” modelleri olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, kurutma süresi boyunca deneysel boyutsuz nem içeriği değerlerinin azalışının, tüm hava hızlarında “Modifiye Henderson ve Pabis” ve “Çift Terimli”

modelleri ile oldukça iyi uyum gösterdiği saptanmıştır (Şekil 2) ve seçilen bu iki model için 50 °C’de farklı hava hızlarındaki korelasyon katsayıları Çizelge 3a’da verilmiştir. En iyi uyum değerlerine sahip modelin “Modifiye Henderson ve Pabis” modeli olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, NaHSO<sub>3</sub> ile ön işleme tabi tutulmuş kayısılarda ve ön işlem uygulanmış üzüm ile eriklerin ince tabaka kurutulmasının modellenmesinde bu modelin deneysel sonuçlarla en iyi uyum verdiği literatürde belirtilmiştir (36).

En iyi uyum değerlerine sahip “Modifiye Henderson ve Pabis” modelinin farklı kurutma hızlarındaki katsayıları doğrusal olmayan regresyon analizi ile saptanmıştır (Çizelge 3b).

**Çizelge 2. T= 50 °C, v = 1,0 m/s’de elde edilen deneysel sonuçların doğrusal olmayan regresyon analizi ile modellere uyumunun incelenmesi**

Model Adı	r	$\chi^2$
Newton	0,997920	6,85 x 10 <sup>-4</sup>
Page	0,998616	2,78 x 10 <sup>-4</sup>
Modifiye Page	0,998616	2,78 x 10 <sup>-4</sup>
Henderson ve Pabis	0,997279	6,27 x 10 <sup>-4</sup>
Logaritmik	0,999515	8,63 x 10 <sup>-5</sup>
Çift Terimli	0,999715	5,23 x 10 <sup>-5</sup>
Üstel Çift Terimli	0,998764	2,54 x 10 <sup>-4</sup>
Difüzyon Yaklaşımı	0,999706	5,48 x 10 <sup>-4</sup>
Modifiye Henderson ve Pabis	0,999802	3,87 x 10 <sup>-5</sup>
Verma ve ark.	0,999706	5,47 x 10 <sup>-5</sup>
Midilli-Küçük	0,999590	7,53 x 10 <sup>-5</sup>

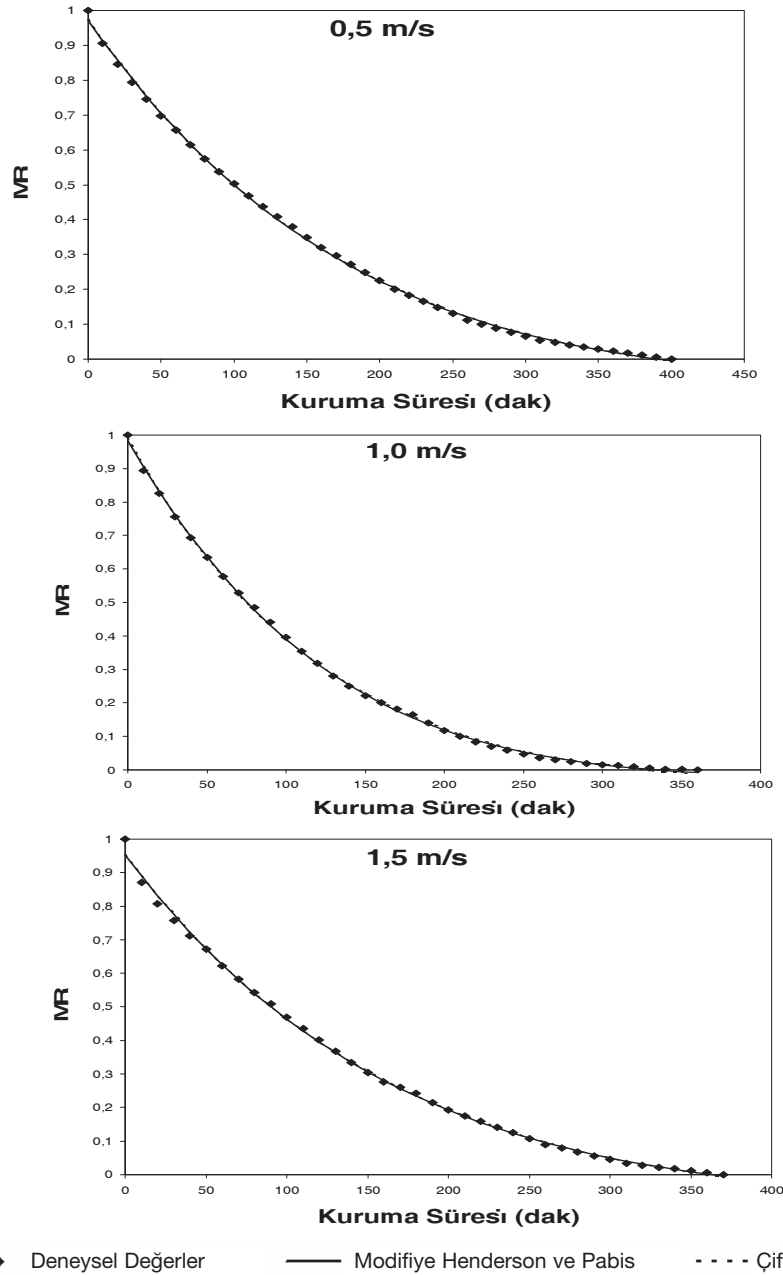
**Çizelge 3.**

**a. T= 50 °C’de, farklı hava hızlarında “Modifiye Henderson ve Pabis” ile “Çift Terimli” modellerinin deneysel değerlerle uyumunun kıyaslanması**

Model Adı	Hava hızı	r	$\chi^2$
Çift Terimli	0,5 m/s	0,999666	6,06 x 10 <sup>-5</sup>
	1,0 m/s	0,999715	5,23 x 10 <sup>-5</sup>
	1,5 m/s	0,999257	1,38 x 10 <sup>-4</sup>
Modifiye Henderson ve Pabis	0,5 m/s	0,999678	6,06 x 10 <sup>-5</sup>
	1,0 m/s	0,999802	3,87 x 10 <sup>-5</sup>
	1,5 m/s	0,999285	1,30 x 10 <sup>-4</sup>

**b. “Modifiye Henderson ve Pabis” modelinin 50 °C ve farklı hava hızlarında doğrusal olmayan regresyon analizi ile tespit edilen katsayıları**

Hava hızı	a	k	b	g	c	h
0,5 m/s	1264,63012	8,24 x 10 <sup>-5</sup>	-123,67194	8,62 x 10 <sup>-5</sup>	-1139,9865	8,21 x 10 <sup>-5</sup>
1,0 m/s	1290,77934	1,45 x 10 <sup>-4</sup>	-166,69067	1,40 x 10 <sup>-4</sup>	-1123,1050	1,46 x 10 <sup>-4</sup>
1,5 m/s	1268,11245	6,68 x 10 <sup>-5</sup>	-118,77578	6,62 x 10 <sup>-5</sup>	-1148,3845	6,68 x 10 <sup>-5</sup>



Şekil 2. Farklı hava hızlarında, 50 °C sıcaklıkta yapılan denemelerin sonuçları ile “Modifiye Henderson ve Pabis” ve “Çift Terimli” modellerinin uyumunun grafiksel gösterimi

Hava hızının uygulanan modele etkisini saptamak amacıyla “Modifiye Henderson ve Pabis” modelinin katsayıları hava hızını değişken alacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Sabit sıcaklıkta farklı hava hızlarında elde edilen kuruma eğrileri incelendiğinde, model katsayılarının hava hızına ( $v$ ) bağlı değişiminin 2. dereceden polinomial fonksiyona uygun olduğu belirlenmiş ve buna göre aşağıda verilen 3-8 No’lu eşitliklerle hesaplanmıştır:

$$a = -97,63222 \times v^2 + 198,74677 \times v + 1189,66479 \quad (3)$$

$$k = -2,816 \times 10^{-4} \times v^2 + 5,476 \times 10^{-4} \times v - 1,21 \times 10^{-4} \quad (4)$$

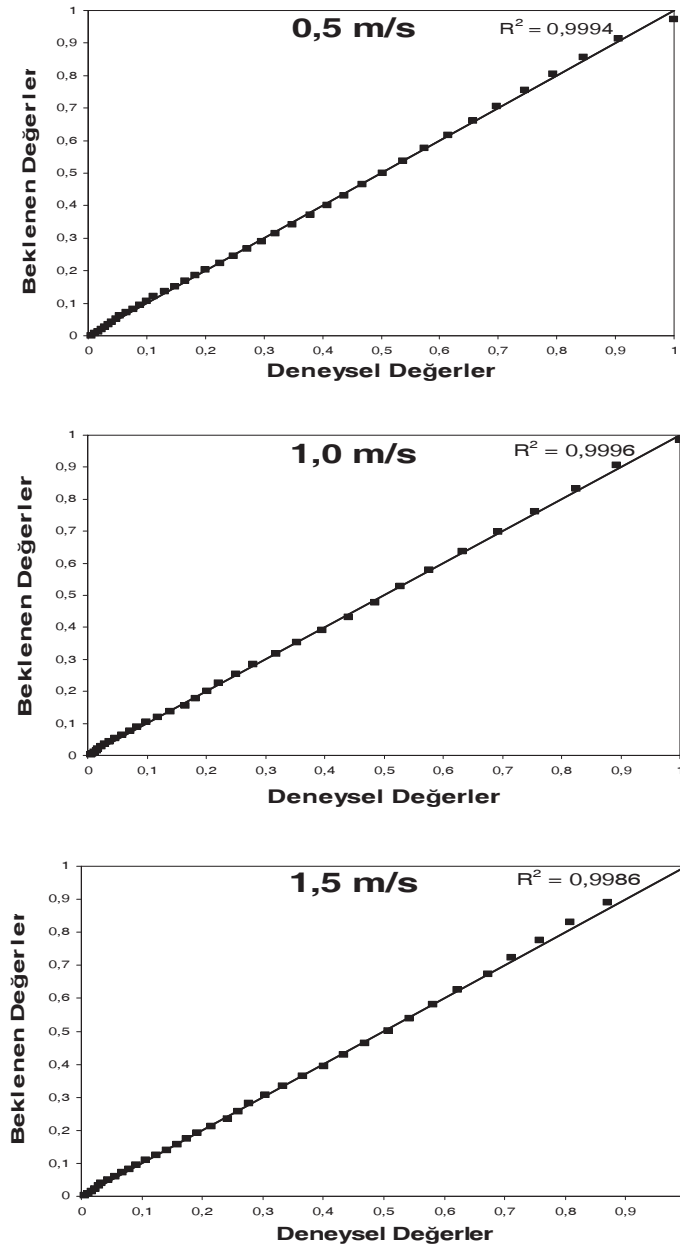
$$b = 181,86724 \times v^2 - 358,83832 \times v + 10,28041 \quad (5)$$

$$g = -3,306 \times 10^{-4} \times v^2 + 6,114 \times 10^{-4} \times v - 1,678 \times 10^{-4} \quad (6)$$

$$c = -84,322 \times v^2 + 160,246 \times v - 1199,029 \quad (7)$$

$$h = -2,862 \times 10^{-4} \times v^2 + 5,571 \times 10^{-4} \times v - 1,249 \times 10^{-4} \quad (8)$$

DeneySEL yolla elde edilen veriler ile hava hızının da değışken olarak modele dahil edilmesiyle, kurutma işleminde "beklenen değerler" hesaplanmış ve bu verilen Şekil 3'te verilen grafiklerde gösterilmiştir. Buna göre türetilen son modelle, zeytin yaprağında kurutmanın herhangi bir anındaki nem içeriğinin  $r = 0,99960$  ve  $\chi^2 = 6,81 \times 10^{-5}$  düzeyinde bir kesinlikle öngörülebildiği belirlenmiştir.



Şekil 3. DeneySEL sonuçlarla, hava hızına bağlı katsayılar dikkate alınarak türetilmiş matematiksel modelden elde edilen değerlerin kıyaslanması

Bu çalışmada, zeytin yapraklarının kuruma eğrileri 50 °C'de 0.5-1.5 m/s hava hızlarında belirlenmiş ve en hızlı kurumanın 1.0 m/s hava hızında gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Hava hızını arttırmanın kurumayı hızlandırıcı bir katkı sağlamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu kurutma koşullarında zeytin yapraklarının kuruma davranışlarını en yüksek doğrulukla açıklayan modelin "Modifiye Henderson ve Pabis" modeli olduğu da belirlenmiştir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Müdürlüğü tarafından desteklenmiş olup (Proje No: 2007/MÜH/30), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü "Zeytin yaprağının sıcak hava ile kurutulmasının modellenmesi, optimizasyonu ve ekserji analizi" başlıklı Yüksek Lisans tezi kapsamındaki çalışma sonuçlarının bir bölümünü içermektedir.

### KAYNAKLAR

1. Benavente-Garcia O, Castillo J, Lorente J, Ortuno A, Del Rio JA. 2000. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food Chemistry*, 68:457-462.
2. Silva S, Gomes L, Leitao F, Coelho AV, Vilas Boas L. 2006. Phenolic compounds and antioxidant activity of *Olea europaea* L. fruits and leaves. *International Food Science and Technology*, 12:385-396.
3. Bouaziz M, Sayadi S. 2005. Isolation and evaluation of antioxidants from leaves of a Tunisian cultivar olive tree. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107:497-504.
4. Samuelsson G. 1951. The blood pressure lowering factor in leaves of *Olea europaea*. *Farmaceutisk Revy*, 15:229-239.
5. Juven B, Henys Y. 1972. Studies on the mechanism of the antimicrobial action of oleuropein. *Journal of Applied Bacteriology*, 35:559-567.
6. Markin D, Duek L, Berdicevsky I. 2002. In vitro antimicrobial activity of olive leaves. *Mycoses*, 46:132-136.
7. Micol V, Caturla N, Perez-Fons L, Mas V, Perez L, Estepa A. 2005. The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic septicaemia rhabdovirus (VHSV). *Antiviral Research*, 66:129-136.
8. Singh, I, Mok, M, Christensen, AM, Turner, AH, Hawley, JA. The effects of polyphenols in olive leaves on platelet function. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, (*baskıda*)
9. Lee-Huang S, Zhang L, Lin Huang P, Chang YT, Huang PL. 2003. Anti-HIV activity of olive leaf extract (OLE) and modulation of host cell gene expression by HIV-1infection and OLE treatment. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 307:1029–1037.
10. Ranalli A, Contento S, Lucera L, Di Febo M, Marchegiani D, Di Fonzo V. 2006. Factors Affecting the Contents of Iridoid Oleuropein in Olive Leaves (*Olea europaea* L.). *Journal of Agricultural and. Food Chemistry*, 54:434-440.
11. Farag RS, El-baroty GS, Basuny AM. 2003. Safety evaluation of olive phenolic compounds as natural antioxidants. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54:159-174.
12. Akpınar EK. 2006. Mathematical modelling of thin layer drying process under open sun of aromatic plants. *Journal of Food Engineering*, 77:864-870.
13. Doymaz İ. 2006. Thin-layer drying behaviour of mint leaves. *Journal of Food Engineering*, 74:370-375.
14. Özbek B, Dadalı G. 2007. Thin-layer drying characteristics and modelling of mint leaves undergoing microwave treatment. *Journal of Food Engineering*, 83:541-549.
15. Akpınar EK, Bicer Y, Cetinkaya F. 2006. Modelling of thin layer drying of parsley leaves in a convective dryer and under open sun. *Journal of Food Engineering*, 75:308-315.
16. Gunhan T, Demir V, Hancıoğlu E, Hepbaslı A. 2005. Mathematical modelling of drying of bay leaves. *Energy Conversion and Management*, 46:1667-1679.
17. Panchariya PC, Popovic D, Sharma AL. (2002). Thin-layer modelling of black tea drying process. *Journal of Food Engineering*, 52:349-357.
18. Midilli A, Kucuk H, Yapar ZA. 2002. New model for single-layer drying. *Drying Technology*, 20: 1503-1513.
19. Fortes M, Okos MR. 1981. Non-equilibrium thermodynamics approach to heat and mass transfer in corn kernels. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 22:761-769.



20. Parry JL. 1985. Mathematical modelling and computer simulation of heat and mass transfer in agricultural grain drying. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 54:339-352.
21. Akpınar EK. 2006. Determination of suitable thin layer drying curve model for some vegetables and fruits. *Journal of Food Engineering*, 73:75-84.
22. Özdemir M, Devres YO. 1999. The thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. *Journal of Food Engineering*, 42:225-233.
23. Delgado-Pertinez M, Gomez-Cabrera A, Garrido A. 2000. Predicting the nutritive value of the olive leaf (*Olea europaea*): digestibility and chemical composition and in vitro studies. *Animal Feed Science and Technology*, 87:187-201.
24. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*, 14<sup>th</sup> Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
25. Mujumdar AS. 1987. *Handbook of industrial drying*. New York, Marcel Dekker.
26. Diamante LM, Munro PA. 1993. Mathematical modelling of the thin layer solar drying of sweet potato slices. *Solar Energy*, 51:271-276.
27. White GM, Bridges TC, Loewer OJ, Ross IJ. 1978. Seed coat damage in thin layer drying of soybeans as affected by drying conditions. ASAE paper no. 3052.
28. Zhang Q., Litchfield JB. 1991. An optimization of intermittent corn drying in a laboratory scale thin layer dryer. *Drying Technology*, 9:383-395.
29. Yagcioglu A, Degirmencioglu A, Cagatay F. 1999. Drying characteristics of laurel leaves under different conditions. *Proceedings of the 7th international congress on agricultural mechanization and energy, ICAME'99*, pp.565-569, Adana, Turkey.
30. Henderson SM. 1974. Progress in developing the thin layer drying equation. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 17:1167-1172.
31. Sharaf-Eldeen YI, Blaisdell JL, Hamdy MY. 1980. A model for ear corn drying. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 23:1261-1271.
32. Yaldız O, Ertekin C. 2001. Thin layer solar drying of some vegetables. *Drying Technology*, 19:583-596.
33. Karathanos VT. 1999. Determination of water content of dried fruits by drying kinetics. *Journal of Food Engineering*, 39:337-344.
34. Verma LR, Bucklin RA, Ednan JB, Wratten FT. 1985. Effects of drying air parameters on rice drying models. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 28:296-301.
35. Midilli A, Kucuk H, Yapar ZA. 2002. New model for single-layer drying. *Drying Technology*, 20(7):1503-1513.
36. Toğrul İT, Pehlivan D. 2004. Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process. *Journal of Food Engineering*, 65:413-425.