

# DEREOTUNUN KURUMA KARAKTERİSTİKLERİNİN İNCELENMESİ

## A STUDY ON DRYING CHARACTERISTICS OF DILL

Nurcan TUĞRUL, İbrahim DOYMAZ, Mehmet PALA

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa-İstanbul

**ÖZET:** Bu çalışmada, kabin ve mikrodalga kurutucularla yapılan kurutma işleminin dereotu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Her iki kurutucuda denemelerinin sonucunda; sıcaklık artışının kurutma işlemini hızlandırdığı görülmüş ve mikrodalga kurutucuda kurutma işleminin çok daha kısa sürede gerçekleştiği saptanmıştır. Kurutulmuş ürünlerde ürün kalitesini belirleyen önemli kriterlerden biri de renktir. Kabin ve mikrodalga kurutucularda yüksek sıcaklıklarda (<70°C) çalışmanın, parlaklık ve renk kalitesinin korunması açısından avantajlı olduğu tespit edilmiştir.

**ABSTRACT:** In this study, it was investigated the effects of drying process on dill by using cabinet and microwave dryers. Drying experiments carried out in cabinet and microwave dryers showed that drying rate was accelerated by the temperature increasing and it was understood drying in microwave dryer was carried out at very short time. The color is one of the important quality parameters in determining of dehydrated product. The advantage of working at high temperatures (<70°C) were determined as the lightness and the color quality can be reserved.

### GİRİŞ

Gıdaların uzun süre bozulmadan korunmaları için değişik saklama yöntemleri uygulanmaktadır. İlk çağlardan beri uygulanmakta olan en eski muhafaza yöntemi olan kurutma, gıda maddelerinin içerdikleri suyun büyük bir bölümünün kontrollü koşullarda ısı uygulayarak buharlaştırma ile uzaklaştırma işlemidir.

Ülkemizde, doğal kurutma denilen yöntemle, yani güneşte kurutulan sebze ve meyveler oldukça çok çeşitlidir. Ancak doğada kuruma, güneş ısıyla gerçekleşmekte olduğundan, kurumanın her yerde ve her zaman bu yolla sağlanması olanaksızdır. Ayrıca açıkta kurutulan ürünlerde toz, toprak, kuş ve diğer hayvanların etkisi altında bulunmaktadır. Doğrudan güneş altında kurutulan ürünlerde kirlilik ve hijyen sorunu da ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ısıtılmış hava ile çalışan kurutuculardan yararlanmak kaçınılmaz görülmektedir (DOYMAZ ve PALA, 2000).

Gerek ekolojik şartları ve gerekse coğrafi konumu nedeniyle Türkiye, önemli bir sebze ve meyve üretim potansiyeline sahiptir. Ülkemizde her cins üzüm, incir, erik, kayısı, zerdali, dut, vişne, kiraz, elma, armut, sert kabuklu meyvelerden ceviz, badem, fındık, sebzelerden bamyacı, patlıcan, biber, fasulye, kabak, hemen her çeşit tat ve koku veren maydanoz, dereotu, nane, kekik, defne, ıhlamur gibi bitkiler ve tüm tahıllar, baklagiller, pirinç ve mısır güneşte kurutulularak saklanmaktadır (EVRANUZ ve ark., 1984; TEYMUR, 1999).

Dereotu, parçalı ve yeşil yapraklı, kokulu bir otsu bitkidir. Bahçelerde çeşni bitkisi olarak yetiştirilir. Taze yaprakları yemeklere koku ve tat vermek için kullanılır. Dereotu kurutmaya yönelik literatürde geçen bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

POPESCU ve ark. (1972), patates, havuç, maydanoz, dereotu, yabanhavucu, kereviz ve pancarı 3 aşamalı bir kurutmaya tabi tutmuşlardır. Sıcak hava ile kısmi ön kurutma (%30-50 nem içeriği sağlanıncaya kadar) yapılır, daha sonra nem dengesi sağlanır ve nem içeriği %5-7 oluncaya kadar sıcak hava ile son kurutma yapılır.

HUOPALAHTI ve ark. (1985), dereotunun uçucu bileşikleri üzerindeki sıcak havalı ve dondurarak kurutmanın etkilerini incelemişlerdir.

Meyveler, sebzeler ve baharatlar düşük sıcaklıkta (24-26°C) ve minimum enerji ile kurutulmaya tabi tutulduğunda, bu ürünlerin tat ve aroma kayıpları minimum düzeyde olmaktadır. Ürünler bozunmaya karşı dayanıklı olup uzun bir raf ömürleri vardır. Bu yöntem özellikle ıspanak, maydanoz, dereotu, pırasa için uygundur (KAKIS, 1987).

PAEAEKKOENEN ve ark. (1989), havada ve dondurarak kurutulmuş dereotunun sorpsiyon izotermi ve renk kalitesi üzerinde ambalajlamanın, depolama sıcaklığının ve depolama süresinin etkilerini incelemişlerdir.

MALMSTEN ve ark. (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, dereotu, fesleğen, mercanköşk otu gibi şifalı bitkiler üzerinde kurutma yönteminin etkileri, mikrobiyolojik yükü, paketlenme çeşidi ve depolama koşullarının etkilerini incelemişlerdir.

Bu çalışmada, kabin ve mikrodalga kurutucularla dereotunun kurutulması ve kurutma sonucunda kuruma hızı ve süresi, son ürünün rengi ve kurutma işleminin ürün üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Kurutma deneylerinde, semt pazarlarından taze alınmış ve ayıklanmış dereotu kullanılmıştır. Dereotlarının kurutma denemeleri APV & PASILAC firması yapımı kabin kurutucuda ve İ.T.Ü. KOSGEB Teknoloji Geliştirme Merkezi'ne bulunan, MAKİMSAN firması yapımı mikrodalgalı kurutucuda gerçekleştirilmiştir. Örneklerin kurumadde miktarlarının belirlenmesinde AOAC, 920.151 (ANONYMOUS, 1990) yöntemi uygulanmıştır. Renk ölçümleri Hunter Lab Color D 25 D2P modeli ile yapılmıştır.

### 2.1. Kurutma Denemeleri

Kurutma deneylerinde taze alınıp ayıklanmış dereotu kullanılmıştır. Denemelerden önce yapılan kuru madde analizleri sonucunda, dereotlarının %12.3-18.5 arasında kuru madde içerdiği belirlenmiştir. Her kurutma deneyinde 200 g taze dereotu kullanılmıştır.

Dereotların kabin kurutucuda yaklaşık %6-6.4, mikrodalgalı kurutucuda ise %4.7-7.3 nem içeriğine kadar kurutulmuşlardır. Kurutma deneyleri her iki sistemde de 40, 45, 50, 55, 60 ve 70°C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Kabin kurutucuda ağırlık kaybı değerleri, kurutucuya monte edilen yük hücresinden gönderilen sinyallerin ortalaması alınarak kaydedilmiştir. Mikrodalga kurutucuda ise ürün ağırlıkları ancak işlem sonunda ölçülebilmştir. Kurutmadan sonra dereotları soğumaya bırakılmıştır. Soğutulduktan sonra ürünler cam kavanozlara konularak oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Şekil 1'de dereotunun kurutma akış diyagramı gösterilmektedir.

## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 3.1. Dereotu Kurutma İşlemi ile Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Kurutma öncesi uygulanan ısı şoku ve haşlama gibi ısı işlemleri, sebzelerde bulunan enzimlerin inaktive edilmesi gerekli olmaktadır. Böylece, kurutulan sebzelerde olumsuz kalite değişimleri önlenmektedir. Bu ısısal işlemlerin kaliteye etkilerini incelemek amacıyla, kurutma öncesi dereotlarına ısı şoku ve haşlama uygulanarak kurutma yapılmıştır. Ancak, bu uygulamadan iyi sonuç alınmamış, kurutma öncesi uygulanan ısı işlemleri, dereotlarında renk değişimine neden olmuş ve beklenen kaliteye ulaşamamıştır.



Şekil 1. Dereotunun kurutma akış diyagramı

Kabin ve mikrodalga kurutucularda değişik sıcaklıklarda gerçekleştirilmiş olan dereotu kurutma denemelerinin kuruma süreleri ile, taze ve kuru üründeki nem içerik değerleri incelendiğinde, her iki kurutma sisteminde de, sıcaklık yükseldikçe kuruma süresinin azaldığı görülmektedir (Çizelge 1). Mikrodalga kurutucuda yapılan denemeler, her sıcaklıkta aynı örnekle gerçekleştirildiğinden taze üründeki nem miktarları tüm denemeler için aynıdır.

Kabin kurutucuda yapılan denemelerde, belirli zaman aralıklarında ağırlık ölçümleri yapılabileceğinden, denemeler sonucunda elde edilen verilerden yararlanarak dereotunun nem içeriğinin kuruma süresi ile değişimini gösteren kuruma eğrileri Şekil 2'de gösterilmektedir. Mikrodalga kurutucuda yapılan denemelerde ise, ağırlık ölçümleri yalnızca denemelerin başlangıcında ve sonunda alınabildiğinden, bunların kuruma eğrileri çizilememiştir.

Mikrodalga kurutucuda yapılan denemeler, kabin kurutucuda yapılan denemelere göre daha kısa sürede gerçekleşmekte olup, bu sonuç büyük oranda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Örneğin, 70°C ve 60°C sıcaklıklarda, mikrodalga ve kabin kurutucularda gerçekleştirilen kurutma denemelerini karşılaştırırsak, mikrodalga kurutucuda kurutma süresinin kabin kurutucuya oranla, 70°C'de %780, 60°C'de ise %967 kısa olduğu görülmektedir.

### 3.2 Renk analizi

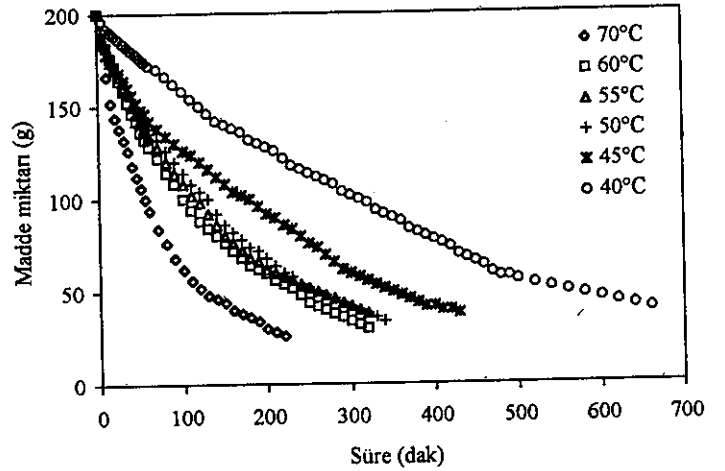
Gıdalarda en önemli kalite kriterlerinden biri de renktir. Çizelge 2'de kabin ve mikrodalga kurutucularda, değişik hava sıcaklıklarında kurutulmuş olan dereotlarında yapılan renk analiz sonuçları verilmiştir (TEYMUR, 1999). Burada "L" parlaklığı, "-a" yeşilliği, "+b" sarılığı ifade eder.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, kabin kurutucuda kurutulmuş olan ürünlerde genel olarak sıcaklık yükseldikçe yeşil renk kaybı azalmakta fakat sararma artmaktadır. Yani sıcaklık yükseldikçe, yeşillik/sarılık (-a/b) oranı azalmakta, parlaklık (L) değeri de artmaktadır. Ancak, 70°C'de kurutulmuş olan ürünlerin renk analiz sonuçları bu genellemeye uymamaktadır. Kurutma denemeleri sırasında uygulanmış olan en yüksek sıcaklık olmasına rağmen bu sıcaklıkta kurutulmuş olan ürünlerin renk ölçümleri sonunda en düşük L ve en yüksek -a/b oranı elde edilmiştir. Böylelikle, 70°C sıcaklıkta gerçekleştirilen kurutma işleminin kuru ürünün renk kalitesini olumsuz etkilediği anlaşılmaktadır. Genellikle istenen yüksek L ve düşük -a/b oranıdır. Bu durumda kurutma kabiniinde yüksek sıcaklıklarda (<70°C) çalışmak hem parlaklığın korunması hem de renk kalitesi açısından avantajlıdır.

Çizelge 1. Gerçekleştirilen Dereotu Kurutma Denemelerine Ait Kuruma Süreleri, Taze ve Kuru Üründeki Nem Miktarları (TEYMUR, 1999)

T (°C)	Kabin kurutucuda			Mikrodalga kurutucuda		
	Kurutma Süresi (dak)	Nem (%) Taze	Nem (%) Kuru	Kurutma Süresi (dak)	Nem (%) Taze	Nem (%) Kuru
70	220	87.66	6.41	25	83.94	6.26
60	320	85.72	6.40	30	83.94	6.61
55	320	81.98	6.42	35	83.94	5.84
50	340	83.30	6.45	40	83.94	4.68
45	430	82.40	6.44	45	83.94	7.33
40	660	81.52	6.46	80	83.94	7.00

denemelerde ise, ağırlık ölçümleri yalnızca denemelerin



Şekil 2. Değişik hava sıcaklıklarında kurutulmuş dereotunun kuruma eğrileri

Mikrodalga kurutucuda tıpkı kabin kurutucuda olduğu gibi sıcaklık yükseldikçe yeşillik kaybı ve sararma artmakta, -a/b oranı azalmakta, parlaklık, yani L değeri ise artmaktadır. Ancak mikrodalga kurutucuda da, 70°C'de yapılmış olan deneylerin sonuçları genellemeye uymamaktadır. Bu da 70°C sıcaklığın dereotu kurutma işlemi için yüksek olduğunu bir kez daha

göstermektedir. Bu durumda, genellikle istenilen yüksek L ve düşük -a/b olduğuna göre, mikrodalga kurutucuda da yüksek sıcaklıklarda (<70°C) kurutma yapılırsa, hem parlak hem de renk kalitesi yüksek ürün elde edilmiş olur.

Sonuç olarak, her iki kurutucuda yüksek sıcaklıklarda (<70°C) çalışmak hem parlaklığın, hem de renk kalitesinin korunması açısından avantajlıdır. Ancak, kabin kurutucuda kurutulmuş olan ürünlerle mikrodalga kurutucuda kurutulmuş olan ürünleri kıyaslırsak, genel olarak, kabin kurutucuda kurutulmuş olan ürünlerin L, -a ve -a/b değerlerinin daha düşük, +b değerlerinin daha yüksek olduğunu görürüz. Yani, mikrodalga kurutucuda kurutulmuş olan ürünler daha parlaktır, ancak bunlarda yeşil renk kaybı fazla, sararma ise daha azdır.

### 3.3 Korelasyon katsayılarının hesaplanması

Nem içeriği ile kuruma süresi arasında bir ilişki kurabilmek amacıyla, kurutma denemelerinden elde edilen verilerden yararlanılarak, teorik olan Page ve Exponential denklemleri uygulanmış (Çizelge 3) ve korelasyon katsayıları ( $r^2$ ) hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, Page denklemi uygulanarak bulunan  $r^2$  değerleri, Exponential denklemi uygulanarak bulunan değerlerden daha yüksektir. Ancak bu fark çok fazla değildir. Teorik modeller ile elde edilen değerlerle deneysel sonuçlarda uyum göstermektedir. 70°C hava sıcaklığında kurutulan dereotuna ait deneysel değerler ile teorik Page ve Exponential denklemlerden hesaplanan değerlerden faydalanarak nem içeriğinin kuruma süresi ile değişimi Şekil 3'de verilmektedir.

## 4. SONUÇLAR

1. Gerek kabin kurutucuda, gerekse mikrodalga kurutucuda gerçekleştirilmiş olan denemelerde, kurutma sıcaklığı yükseldikçe kuruma süresinin azaldığı görülmektedir. Dereotların, kabin kurutucuya oranla mikrodalga kurutucuda çok daha kısa sürede kurudukları tespit edilmiştir.

2) Gıdaların üretimi ve ticaretinde önemli bir kalite kriteri olan renk analizleri sonucunda, hem kabin kurutucuda hem de mikrodalga kurutucuda yüksek sıcaklıklarda çalışmanın

Çizelge 2. Kabin ve Mikrodalgalı Kurutucuda Kurutulmuş Dereotların Renk Analiz Sonuçları

T (°C)	Kabin kurutucuda				Mikrodalga kurutucuda			
	L	-a	+b	-a/b	L	-a	+b	-a/b
70	29.00	-3.35	9.99	-0.33	29.86	4.72	9.45	-0.49
60	33.36	-4.91	12.02	-0.41	33.78	5.98	11.14	-0.54
55	32.10	-4.65	11.42	-0.41	32.64	3.97	10.15	-0.39
50	31.73	-3.51	9.56	-0.37	30.48	1.64	9.81	-0.17
45	30.65	-3.14	8.46	-0.37	34.22	1.53	11.1	-0.14
40	29.42	-3.14	9.52	-0.33	29.94	0.82	8.92	-0.09

Çizelge 3. Kuruma Eğrilerini Kestirimi İçin Uygulanan Ampirik Denklemler

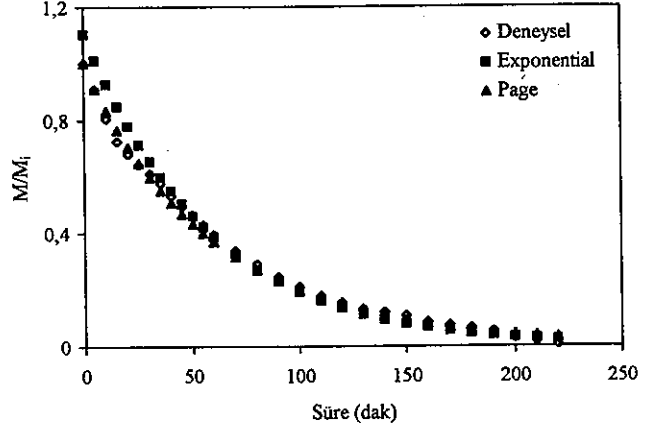
Model	Matematiksel model	Kaynak
Exponential equation	$M/M_i a \exp(-bt)$	Diamante ve ark., 1993 Pangavhane ve ark., 1999
Page equation	$M/M_i \exp(-kt^n)$	Doymaz ve ark., 2000

Çizelge 4. Matematiksel Modeller Kullanılarak Hesaplanmış Korelasyon Katsayıları

T (°C)	Kabin kurutucuda	
	$r^2$ (Page)	$r^2$ (Exp.)
70	0.987	0.950
60	0.985	0.927
55	0.978	0.948
50	0.985	0.972
45	0.953	0.927
40	0.975	0.927

(<70°C), parlaklık ve renk kalitesinin korunması açısından avantajlı olduğu tespit edilmiştir.

3. Kabin kurutucuda, belirli zaman aralıklarında ağırlık ölçümleri yapılabildiğinden, deneysel verilerden yararlanarak nem içeriği ile kuruma süresi arasında bir ilişki kurulabilmektedir. Bu amaçla, bütün denemeler için Page ve Exponential denklemleri uygulanarak korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Sonuçta, Page denkleminin  $r^2$  değerleri Exponential denklemin  $r^2$  değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Teorik modeller ile elde edilen değerler ile deneysel sonuçlar uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.



Şekil 3. 70°C hava sıcaklığında kurutulan dereotunun nem içeriğinin kuruma süresi ile değişimi

### SEMBOLLER

- a : Sabit (1/dak)
- c : Ampirik sabit
- M : Ortalama nem değeri (g su/g kuru madde)
- M<sub>i</sub> : Başlangıç nem miktarı (g su/g kuru madde)
- $r^2$  : Korelasyon katsayısı
- t : Süre (dak)
- T : Kurutma sıcaklığı (°C)
- x : Sabit (dak<sup>-n</sup>)
- n : Sabit (boyutsuz)

### KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, K. Heldrich (Ed), Vol. 15, 1298.
- DIAMANTE, L.M., MUNRO, P.A., 1993. Mathematical Modelling of Thin Layer Solar Drying of Sweet Potato Slices, Solar Energy, 51 (4): 271-276.
- DOYMAZ, İ., PALA, M., 2000. Kahramanmaraş Kırmızı Biberinin Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi, IV. Kimya Mühendisliği Kongresi, Avcılar, İstanbul, TA45.
- DOYMAZ, İ., TUĞRUL, N., PALA, M., 2000. Investigation on Drying Characteristics of Parsley and Dill, Food 2000-Blacksea and Central Asian Symposium on Food Technology, Ankara, 76.
- EVRAUZ, Ö., EVRAUZ, Ç., TUĞAL, V., ÖZİL, E., 1984. Kuru ve Kurutulmuş Tarım Ürünlerinin Türk Ekonomisi İçindeki Yeri ve Güneşte Kurutma Uygulamalarının İrdelenmesi, TÜBİTAK-MAM, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü.
- HUOPALAHTI, R., KESALAHTI, E., LINKO, R., 1985. Effect of hot air and freeze Drying on the Volatile Compounds of Dill", Journal of Agricultural Science in Finland, 57 (2), 133-138.
- KAKIS, F.J., 1987. Food Dehydrated Process, United States Patent, US 4707 370.
- MALMSTEN, T., PAEAEKKOENEN, K., HYVOENEN, L., 1991. Packaging and Storage Effects on microbiological Quality of Dried Herbs, Journal of Food Science, 56(3), 873-875.
- PAEAEKKOENEN, K., MALMSTEN T., HYVOENEN, L., 1989 Effects of2 Drying Method, Packaging Storage Temperature and Time on the Quality of Dill (Anethum graveolens L.), Journal of Food Science, 54 (6), 1485-1487.
- PANGAVHANE, D.R., SAWHNEY, R.L., SARSAVADIA, P.N., 1999. Effect of Various Dipping Pretreatment on Drying Kinetics of Thompson Seedless Grapes, Journal of Food Engineering, 39, 211-216.
- POPESCU, C., MARINESCU, I., FLUERARU, M., IONESCU, R., NOVACEANU, M., CRETU, O., TAPANGEA, A., 1972. Manufacture of Dehydrated Vegetables with Improved Rehydration Properties, For Use in Soup Concentrates, Lucrari de Cercetare, 10, 103-117.
- TEYMUR, N., 1999. Maydanoz ve Dereotunun Kurutulması ve Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi İstanbul.