

Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması

H. Kocabıyık

B. S. Demirtürk

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü ÇANAKKALE

Nane yapraklarının infrared enerji ile kurutulmasında nanenin kuruma karakteristikleri, kuruma süresi, kuruma hızı incelenmiş ve özgül enerji tüketimi ile kurutulmuş nane yapraklarının renk özellikleri araştırılmıştır. Denemeler 1080 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda dört farklı hava hızında (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 m/s) gerçekleştirilmiştir. Bütün kuruma koşullarında kuruma süresi 64 -180 dk arasında değişmiştir. Kuruma hızı hava hızının azalmasıyla artış göstermiştir. Özgül enerji tüketimi tüm kuruma koşulları için 37.04 ile 106.58 MJ/kg-buharlaşan su arasında değişmiştir. Kuru nanenin renk özellikleri işlem değişkenlerinden etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuruma eğrisi, kuruma hızı, özgül enerji tüketimi, renk değişimi

Infrared Radiation Drying of Mint Leaves

The effects of air velocity on the drying characteristics, drying time and drying rate of mint leaves were investigated at infrared drying. Specific energy consumption and color properties of dried mint leaves were examined. Experiments were conducted using four levels of air velocity (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 m/s) at 1080 W/m² of infrared radiation density. The drying time ranged from 64 to 180 minutes for all the drying conditions. The drying rate increased with decreasing of air velocity. The specific energy consumption values varied between 37.04 and 106.58 MJ/kg-evaporated water for all the drying conditions. Colour parameters were found to be affected by process variables.

Key Words : Drying curve, drying rate, specific energy consumption, color change

Giriş

Nane (*Mentha spicata L.*) içerdiği eterik yağlar ve özellikle menthol ve tanen bakımından tıbbi bitkiler sınıfında yaprağı yenen bir sebzedir. Ülkemizde yemeklerde, salatalarda, turşularda taze ve kuru olarak bol miktarda değerlendirilen nane aynı zamanda çay olarak da kullanılmaktadır. Değişik gıda sanayinde ve parfüm, içki, çiklet ve ilaç sanayinde de yaygın kullanımıyla birlikte anseptik özelliklerinden dolayı çeşitli hastalıkların tedavisinde de geniş çaplı kullanılmaktadır (Anonim, 2008; Özbek ve Dadalı, 2007). Akdeniz iklim kuşağında yaygın şekilde yetiştirilmekte (Doymaz, 2006; Özbek ve Dadalı, 2007) olan nane ülkemizde bütün bölgelerde küçük çaplı yetiştiricilik

şeklinde yapılmasına karşılık Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde ticari olarak üretimi gerçekleştirilmektedir. Ülkemizin nane üretimi 2006 yılı verilerine göre 9591 ton civarındadır (TUİK, 2006).

Taze ve kuru olarak tüketilen nane yaprakları taze olarak uzun süre fiziksel, kimyasal ve besin özelliklerini kaybetmeden kalamazlar. Bu nedenle özellikle gerek baharat olarak, gerekse gıda ve diğer sanayi dallarında kullanılacak olan naneye kurutma işlemi uygulanmaktadır. Geleneksel olarak biçimden sonra sürgünler açık havada gölgede 20-25 °C'de 1-2 hafta süreyle kurutulmaktadır (Anonim, 2008).

Meyve ve sebzelerin kurutulması, en eski muhafaza yöntemi olarak bilinmekte ve birçok ülkede ve ülkemizin birçok bölgesinde güneş altı açık havada yapılmakta, meyve ve sebzelerin cinsine göre farklı süreçlerde tamamlanmaktadır. Bu klasik yöntem bazı temel dezavantajları beraberinde getirmektedir. Bu dezavantajlar; kurutma alanına serilmiş olan ürünlerin tekdüze olarak kurutulmaması, kurutma için geniş alanlara ihtiyaç duyulması, alanın kontrol zorluğu, uzun kurutma süresi, yüksek işçilik girdileri, iklimsel olumsuzlukları, alanın ve ürünün çevresel kirlenmelerden korunamaması olarak sıralanabilir bunlara ek olarak güneş ışınlarının farklı dalga boylarında olması kurutulmuş ürünün kimyasal yapısını, rengini ve gıda hijyenini değiştirmektedir (Öztek ve Ark., 1999, Doymaz ve Pala, 2002, Ertekin ve Yıldız, 2004).

Meyve ve sebzelerin işlenmesinde kurutma önemli aynı zamanda kalite ve enerji ihtiyacı açısından hassas bir süreçtir. Bu nedenle nane kurutmada yeni kurutma yöntemleri araştırılmaktadır. Konveksiyonel havalı kurutucuda (Park ve Ark., 2002), sıcak hava ile ince tabaka halinde (Doymaz, 2006), mikrodalga kurutucuda ince tabaka halinde (Özbek ve Dadalı, 2007) nane yapraklarının kurutma kinetikleri belirlenmiş ve değişik kuruma modelleri incelenmiştir. Bazı üstünlüklerinden (kurutma süresi, enerji kullanım etkinliği, kullanım ve ayar kolaylığı gibi) dolayı infrared ısı kaynaklarının kurutma amacıyla kullanılabileceği bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Strumillo ve Kudra, 1986; Lewis, 1996; Fasina, 2003; Hebbar ve Ark., 2004).

Bu çalışmada, infrared kurutma tekniğinin nane kurutmada kullanılan diğer kurutma yöntemlerine (açık alan, sıcak hava konveksiyonel, mikrodalga vb) alternatif bir kurutma olabileceğinin ispatlanması ve infrared kurutma yönteminin nenenin renk özellikleri, kuruma süresi, özgül enerji tüketimi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Kurutma için seçilen bu ürünler bölgesel bir marketten alınarak deneme zamanına kadar +4 C 'de muhafaza edilmiştir. Kurutma denemesi başlamadan önce deneme için alınan örnek

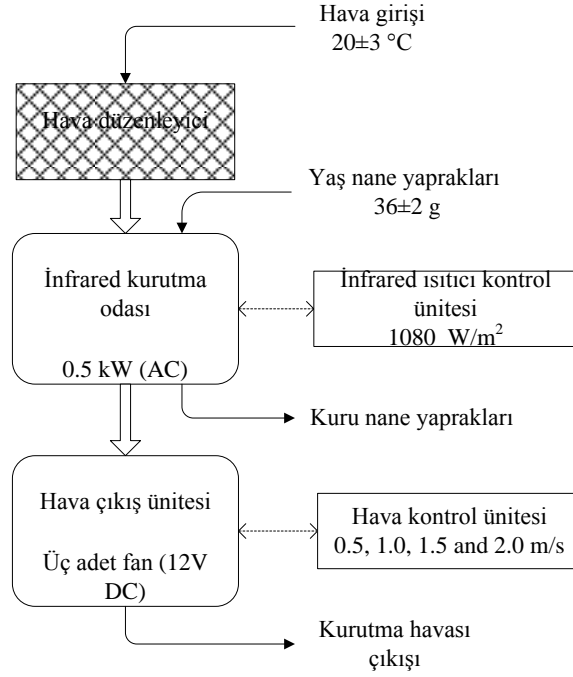
naneler laboratuvar ortamına alınmış ve ortam sıcaklığına ulaşmasının sağlanması için 2-3 saat bekletilmiştir. Ortam koşullarına ulaşan nane örneklerinden 50 g alınmış ve kurutma öncesi nem içeriği 105 °C de 24 h bekletilerek belirlenmiştir (Özbek ve Dadalı, 2007). Nane yapraklarının ilk nem içeriği 6.69 g su/g kuru madde olarak tespit edilmiştir. Kurutma denemesi için laboratuvar ortamına alınan ve ortam sıcaklığına ulaşan nanelerin yaprakları koparılarak 36±2 g nane yaprağı kurutma denemesi için ayrılmıştır. Kurutma için ayrılan nane yapraklarından rastgele 10 tane yaprak renk ölçümleri için seçilmiştir.

Bu çalışmada Kocabıyık ve Tezer (2008) tarafından geliştirilen infrared enerji ile çalışan kurutma düzeneği kullanılmıştır. Kurutma kabini 500 x 300 x 500 mm boyutlarında ve 2 mm et kalınlığındadır ve iç kısmı ışık yansıtıcı alüminyum folyo ile kaplanmıştır. İnfrared ısı kaynağı olarak 250 W gücünde 2 adet infrared lamba kurutma yüzeyine 20 cm aralıkta kabin tavanına montaj yapılmıştır. Lambalardan farklı infrared güç değerleri elde etmek için lamba enerji besleme hattına bir voltaj değiştirici bağlanmıştır. Üründen buharlaştırılan neman uzaklaştırılması için üç adet doğru akımla çalışan fan kullanılmıştır. Fanların sağlamış olduğu hava akımının hızı bir adet doğru akım adaptörü ile değiştirilerek istenilen hava hızı ayarlanmaktadır. Hava hızının kontrolü için SILVA marka Alba Windwatch Model hava hızı ölçer kullanılmıştır. Nane yapraklarının infrared kurutucu ile kurutulmasında işlem akışı Şekil 1'de görülmektedir.

Kurutma sırasında örnekler için taşıma platformu olarak tel ızgaradan yapılmış bir adet kurutma tepsisi (400x250 mm) kullanılmıştır. Kurutma tepsisi, kurutma sırasında örneğin kütle kaybının belirlenmesi için dijital bir terazi üzerine yerleştirilmiştir. Kurutma sırasında örnekte meydana gelen ağırlık değişiminin kaydedilmesi için Balint (Presica Instruments AG) bilgisayar programı kullanılmıştır.

Denemeler 1080 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda ve 0.5, 1, 1.5 ve 2 m/s hava hızında gerçekleştirilmiştir. Tüm denemelerde giriş hava sıcaklığı ortalama 20±3 °C olarak tespit edilmiş ve giriş havasında herhangi bir ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Her denemeden önce kurutma koşullarının sağlanması amacıyla

kurutucu 10 dakika boşta çalıştırılmıştır. Kurutma denemesi için hazırlanan nane yaprakları tekdüze bir şekilde kurutma tepsisine yerleştirilmiş ve kurutma işlemi başlatılmıştır.



Şekil 1. İnfrared kurutmada işlem akışı

Figure 1. Flow diagram in infrared drying

Kurutma süresi; örneklerin ilk nem içeriğinden (6.69 g su/ g kuru madde) son nem içeriğine (0.16 g su/ g kuru madde) kadar ulaşıncaya kadar geçen süre olarak tarif edilmiştir. Kuruma hızı birim zamanda nane uzaklaştırılan su miktarı olarak belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Kavak-Akpınar ve Ark., 2003).

$$DR = \frac{W_{t+dt} - W_t}{dt} \quad (1)$$

Burada;

DR : Kuruma hızı (g / dk)

W_{t+dt} : t+dt zamanındaki nem içeriği (g su / g kuru madde)

W_t : t zamanındaki nem içeriği (g su / g kuru madde)

Özgül enerji tüketimi örneklerin kurutulması sırasında, örneklerden birim miktarda suyu uzaklaştırmak için gerekli enerji miktarı olarak tarif edilmiş, MJ/kg olarak ifade edilmiştir ve aşağıdaki eşitlikte hesaplanmıştır (Das ve Ark. 2004; Wang ve Sheng, 2006; Varith ve Ark.,2007).

$$E_s = \frac{E_T}{W_r} \quad (2)$$

Burada;

E_s : Özgül enerji tüketimi (MJ/kg),

E_T : Toplam enerji (MJ),

W_r : Örnekten uzaklaştırılan suyun kütlesi (kg)

Kurutma öncesi ve sonrası örneklerin renk ölçümleri Minolta CR-200 Chroma Meter (Minolta Co., Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Örneklerin hazırlık öncesi

seçilen 10 adet nane yaprağının kurutma öncesi ve kurutma sonrasında kaba şekilde öğütülmüş kuru nane parçalarının L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bu renk değerlerinden yararlanılarak örneklerin toplam renk değişimi (ΔE), Kroma (C), hue açısı ve R (a/b) değerleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_f - L_d)^2 + (a_f - a_d)^2 + (b_f - b_d)^2} \quad (3)$$

Burada;

f ve d : sırasıyla, kurutma öncesi ve sonrası değerleri ifade etmektedir.

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4)$$

$$\text{Hue açısı} = \arctan(b/a) \quad (5)$$

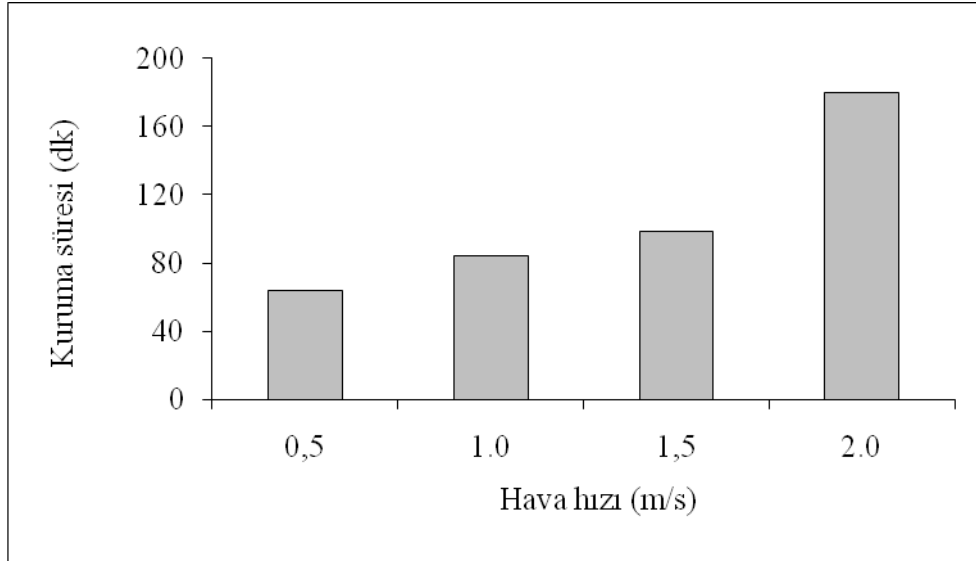
$$R = a/l \quad (6)$$

Kurutma öncesi nanenin renk parametrelerinin ortalama değerleri $L=44.01$, $a^*=-15.86$, $b^*=21.495$, $C=26.724$, Hue açısı=-53.327 ve $R(a/b)=-0,746$ olarak tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

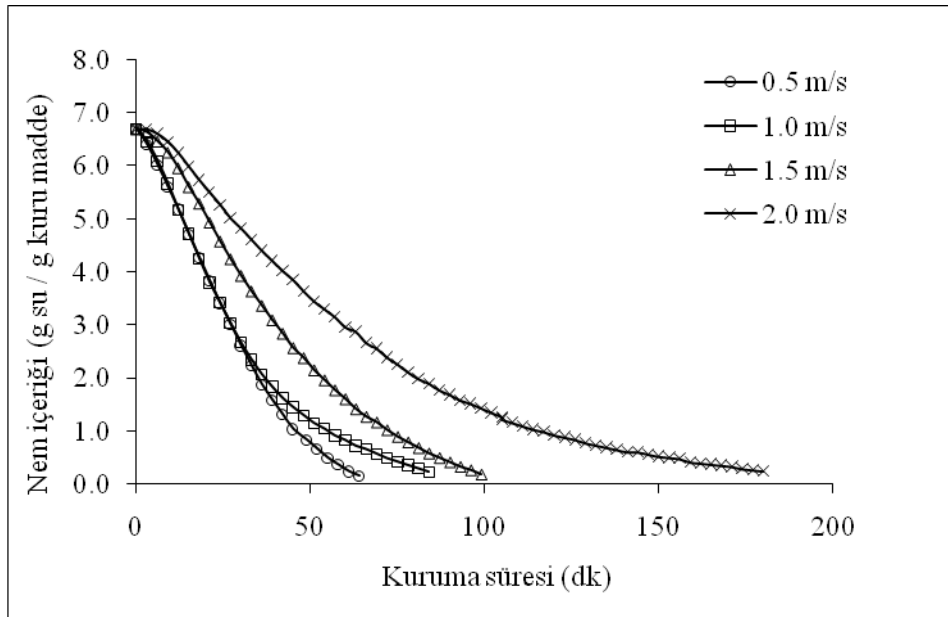
1080 W/m^2 infrared radyasyon yoğunluğunda hava hızının değişimi kuruma süresini etkilemiş, hava hızının artmasıyla nane

yapraklarının kuruma süresi artmıştır (Şekil 2 ve Şekil 3). En uzun kurutma süresi 2 m/s hava hızında 180 dk en kısa kurutma süresi ise 0.5 m/s hava hızında yaklaşık 64 dk olarak elde edilmiştir. Hava hızının artmasıyla kurutma ortamındaki nane yapraklarının yüzeyine temas eden hava miktarı artmış ve kurutma ortamındaki örneklerde bir yüzey soğumaya neden olmuş ve böylece kurutma süresinin artmasına sebep olmuştur. Sharma ve Ark. (2005) soğan dilimlerinin infrared enerji ile kurutulmasında hava hızının artışıyla soğan dilimleri üzerinde yüzey soğumanın olduğunu ve bu nedenle kuruma süresinin uzadığını belirtmişlerdir. Bir kabin kurutucuda 35, 45, 55 ve 60 °C sıcaklıklarındaki kurutma havalarıyla nane yapraklarının kurutulmasında kuruma sürelerinin sırasıyla 600, 285, 180 ve 105 dk olduğu bulunmuştur (Doymaz, 2006). Kurutma sırasında kuruma hızının ürünün nem içeriği ile değişimi Şekil 4'de görülmektedir. Hava hızının farklı değerleri ile gerçekleştirilen bütün kurutma denemelerinde nane yapraklarının kuruma hızı, kurumanın başlangıcında kısa süreli bir artış göstermesine rağmen daha sonra azalan bir eğilim göstermektedir. Sabit hızda bir kuruma eğilimi meydana gelmemiştir. Aynı nem içeriği seviyesinde hava hızının artmasıyla kuruma hızı azalma göstermiştir. Kuruma süresini etkileyen hava hızının artmasıyla meydana gelen yüzey soğuma, birim zamanda üründen buharlaşan nem miktarını da etkilemiş ve hava hızının artmasıyla daha düşük kuruma hızları meydana gelmiştir.



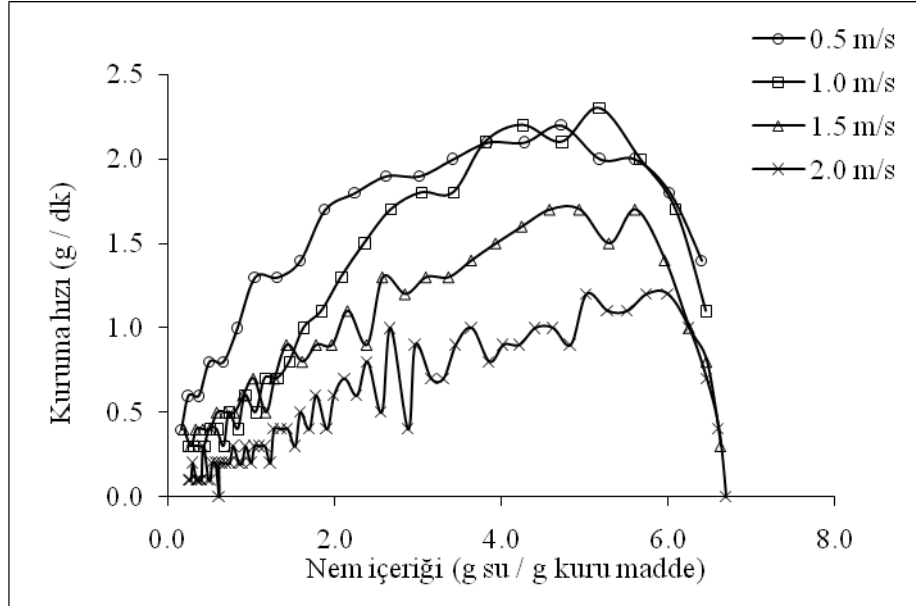
Şekil 2. Hava hızı ile kuruma süresinin değişimi

Figure 2. Changes in drying times with air velocity



Şekil 3. Kuruma süresiyle nem içeriği değişimi

Figure 3. Changes in moisture content with drying times



Şekil 4. Nem içeriğiyle kuruma hızının değişimi

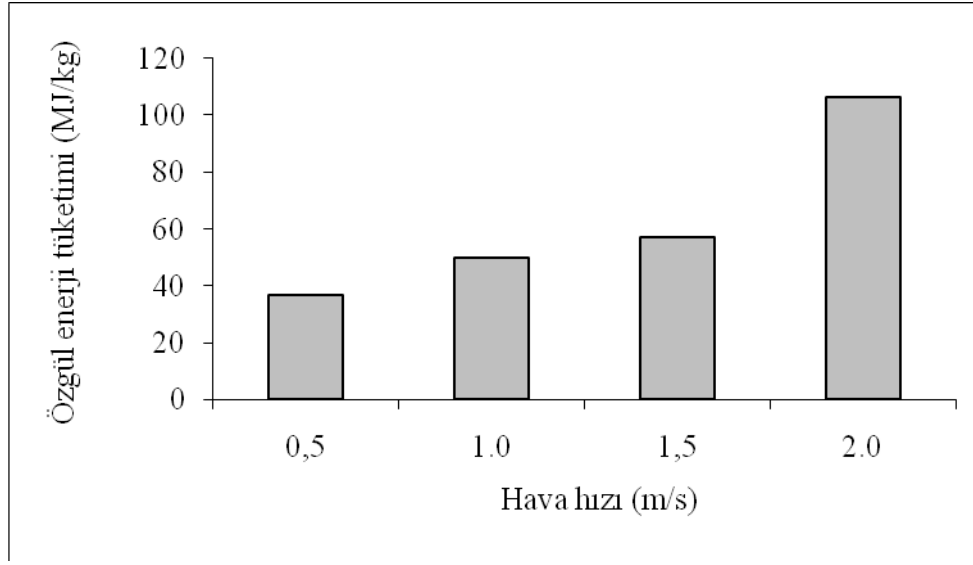
Figure 4. Changes in drying times with moisture content

Hava hızının değişimi ile özgül enerji tüketiminde meydana gelen değişim Şekil 5’de görülmektedir. Kuruma süresine paralellik göstererek hava hızı arttıkça nane yapraklarından birim miktardaki suyu uzaklaştırmak için tüketilen özgül enerji miktarı artış göstermiştir. 1080 W/m^2 infrared radyasyon yoğunluğunda en fazla özgül enerji tüketimi 2.0 m/s hava hızında 106.58 MJ/kg , en düşük enerji tüketimi ise 0.5 m/s hava hızının kullanıldığı kurutma denemesinde 37.04 MJ/kg olarak elde edilmiştir. Gıda ve tarımsal ürünlerin kalite parametrelerinden birisi de renk parametreleridir. Çok fazla renk değişimleri ürün kalitesini etkileyerek pazarlamayı olumsuz şekilde etkilemektedir. 1080 W/m^2 infrared radyasyon yoğunluğu ile değişik hava hızlarındaki ($0.5, 1.0, 1.5, 2.0 \text{ m/s}$) kurutma

koşullarında kurutulan nane yapraklarının L^* (parlaklık), a^* (kırmızı/yeşil), b^* (sarı/mavi) renk değerleri Çizelge 1’ de verilmiştir.

Farklı hızlarda kurutulan nane parçalarının L^* , a^* ve $R(a/b)$ değerleri hava hızının artmasıyla artış göstermesine karşın Hue açısı değeri azalan bir eğilim göstermiştir. Farklı hızlarda kurutulmuş nanenin L^* , a^* ve b^* değerlerinin kurutma öncesi değerlerinden düşük olduğu görülmüş yani, tüm kuruma koşullarında kurutulan nane yaprakları daha koyu bir parlaklık, yeşil tonda artış ve sarılık tonunda azalmış bir renge sahip olmuşlardır.

Kurutulmuş nane yapraklarında en fazla toplam renk değişimi (ΔE) 1.5 m/s hava hızında 23.740 , en düşük renk değişimi ise 2.0 m/s hava hızında 12.34 olarak elde edilmiştir.



Şekil 5. Hava hızıyla özgül enerji tüketiminin değişimi

Figure 5. Changes in specific energy with air velocity

Çizelge 1. Nane yapraklarının kuruma sonrası renk değerleri

Hava hızı (m/s)	L*	a*	b*	Kroma	Hue açısı	R(a/b)	ΔE
0.5	33.080 ^{ns}	-2.028 ^a	10.285 ^{ns}	10.498 ^b	-78.785 ^b	-0.199 ^a	14.540
1.0	34.483 ^{ns}	-2.939 ^{ab}	12.521 ^{ns}	12.972 ^a	-78.035 ^b	-0.216 ^a	19.090
1.5	35.159 ^{ns}	-4.096 ^b	12.836 ^{ns}	13.499 ^a	-72.470 ^{ab}	-0.317 ^{ab}	23.740
2.0	35.924 ^{ns}	-4.679 ^b	12.436 ^{ns}	13.371 ^a	-69.779 ^a	-0.373 ^b	15.768

Sonuç

Nane yapraklarının 1080 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda kuruma eğrileri ve kuruma hızı üzerine hava hızının etkileri değerlendirilmiş ve kuruma zamanı, özgül enerji tüketimi, bazı renk parametreleri (L*, a*, b*, ΔE, C ve hue açısı) üzerine hava hızının etkilerinin araştırıldığı denemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Hava hızının artmasıyla kurutma ortamındaki nanenin yüzeyine temas eden hava miktarı artmış ve nanenin yüzeyinde soğumaya neden olmuş ve böylece kurutma süresinin artmasına sebep olmuştur. Ürün kurutma süresi değerleri 2 m/s hava hızında 180 dk, 0.5 m/s hava hızında yaklaşık 64 dk değerleri arasında

değişmiştir. Hava hızının farklı değerleri altındaki bütün kurutma denemelerinde nanenin kuruma hızı, kurumanın başlangıcında kısa süreli bir artış göstermesine rağmen daha sonra azalan bir eğilim göstermiştir. Sabit hızda bir kuruma eğilimi meydana gelmemiştir. Hava hızı arttıkça tüketilen özgül enerji miktarının arttığı görülmüştür. 1080 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda en fazla özgül enerji tüketimi 2.0 m/s hava hızında 106.58 MJ/kg olarak en düşük enerji tüketimi ise 0.5 m/s hava hızının kullanıldığı kurutma denemesinde 37.04 MJ/kg olarak saptanmıştır. Kurutulmuş nane yapraklarında en fazla toplam renk değişimi (ΔE) 1.5 m/s hava hızında 23.740, en düşük

renk değişimi ise 0.5 m/s hava hızında 14.540 olarak elde edilmiştir. Nanein kuruma öncesi ve sonrasında yapılan renk ölçümlerinde, renk değerleri arasında farklılıklar olduğu saptanmıştır. Nane yapraklarının infrared enerji ile kurutulmasında diğer kalite özelliklerinin (besin değeri, kimyasal yapısı vb) incelenmesi faydalı olacaktır.

Kaynaklar

- Anonim 2008. Nane Yetiştiriciliği. <http://www.volkanderinbay.net/tarimnet/nane.asp?konuno=0>
- Das, I., S.K. Das ve S. Bal, 2004. Specific energy and quality aspects of infrared (IR) dried parboiled rice. *Journal of Food Engineering*, 62: 9-14.
- Doymaz, İ. 2006. Thin-layer drying behaviour of mint leaves. *Journal of Food Engineering*, 74: 370-375
- Doymaz, İ. ve M. Pala, 2002. Hot- air drying characteristics of red pepper. *Journal of Food Engineering*, 55: 331-335
- Ertekin, C. ve O. Yaldiz, 2004. Drying eggplant and selection of suitable thin layer drying model. *Journal of Food Engineering*, 63: 349-359.
- Fasina, O. 2003. Infrared heating of food and agricultural materials. ASAE Paper No.036219 St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Hebbar, H., K.H. Vishwanathan ve M.N. Ramesh, 2004. Development of combined infrared and hot air dryer for vegetables *Journal of Food Engineering*, 65: 557-563
- Kavak-Akpınar, E., Y. Biçer ve A. Midilli, 2003. Modeling and experimental study on drying of apple slices in a convective cyclone dryer. *Journal of Food Process Engineering*, 26: 515-541.
- Kocabıyık, H ve D. Tezer, 2008. Drying of carrot slices using infrared radiation. *International Journal of Food Science and Technology*. doi:10.1111/j.1365-2621.2008.01767.x
- Lewis, M.J. 1996. *Physical Properties of Food and Food Processing Systems*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Özbek, B ve G. Dadalı, 2007. Thin-layer drying characteristics and modelling of mint leaves undergoing microwave treatment. *Journal of Food Engineering*, 83: 541-549.
- Öztekin, S., A. Bastencilik ve Y. Soysal, 1999. Crop drying programme in Turkey. *Renewable Energy*, 16: 789-794.
- Park, K. J., Z. Vohnikova ve F.P.R. Brod, 2002. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L). *Journal of Food Engineering*, 51: 193-199.
- Sharma, G.P., R.C. Verma ve P.B. Pathare, 2005. Thin-layer infrared radiation drying of onion slices. *Journal of Food Engineering*, 67: 361-366.
- Strumillo, C ve F.T. Kudra, 1986. *Drying: Principles, Applications and Design*, Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- TUİK, 2006. Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?ista_b_id=61
- Varith, J., P. Dijkanarakkul, A. Acharyavırıya ve S. Acharyavırıya, 2007. Combined microwave-hot air drying of peeled logan. *Journal of Food Engineering*, 81: 459-468.
- Wang, J. ve K. Sheng, 2006. Far infrared and microwave drying of peach. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 39:247-255.