

## **Buzdolabı Sıcaklığında Kurutmanın Balık Kalitesine Etkisinin Model Sistemde Belirlenmesi**

Aydın Kılıç

Niğde Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölüm, Niğde  
aydin@nigde.edu.tr

### **Özet**

Bu çalışmada, buzdolabı sıcaklığında balığın kuruma karakteristikleri tek tabakalı siklon tipi kurutucuda deneysel olarak araştırılmıştır. Laboratuvar tipi tek tabakalı siklon tipi bir kurutucu kullanılarak alabalık, 4, 10, 15 ve 20 °C olmak üzere değişik sıcaklıklarda ve yüksek hava hızında ( $\pm 7$  m/s) kurutulmuştur. Tüm örnekleri için düşük sıcaklıkta kurutmanın kuruma süresini uzattığı görülse de düşük kuruma sıcaklığı'nın kalite üzerine olumlu etkileri belirlenmiştir. Kurutulmuş balık kalitesi, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), tiobarbutirik asit (TBA), toplam mesofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam maya ve küf (TMK) değerleri analiz edilerek ortaya konmuştur. Büzülme değerleri belirlenmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

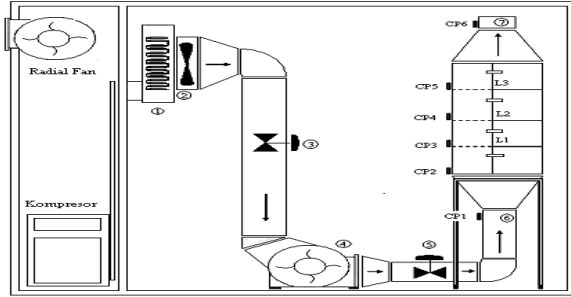
**Anahtar Kelimeler:** Kurutma, Kurutucu, Gıda kurutma, Balık kurutma, Soğuk kurutma

### **Giriş**

Kurutma işlemi gıda muhafazasında kullanılan çok eski ve yaygın bir yöntemdir. (1,2,3). Kapalı kurutma sistemlerinde ısı işlemler açısından yüksek sıcaklık kısa zaman (HTST) veya düşük sıcaklık uzun zamanda (LTLT) yapılan kurutma işlemlerinde meydana gelen istenmedik değişiklikler, proseslerde uygulanan metotların optimizasyonu ile minimize edilebilir (4,5). Sıcak kurutma ve açıkta kurutma prosesinde özellikle antioksidanların dekompozisyonu önemli bir kalite kaybıdır. Meydana gelen bu kalite kayıpları, düşük sıcaklıkta kurutma işlemi ile ortadan kaldırılabilir (6,7,4,8,9). Kurutma prosesi sırasında meydana gelebilecek kalite kayıplarını minimuma indirmeyi hedefleyen soğuk hava kurutma tekniğinin (Low temperature high velocity= LTHV) daha önce yapılan kurutma proseslerinde uygulanmadığı yapılan literatür çalışmalarından anlaşılmaktadır. LTHV metodun özellikle yarı kurutulmuş çabuk bozulabilir gıdalarda uygulanabilirliğinin belirlenmesi bu çalışmanın temel hedefini oluşturmuştur.

### **Materyal ve Yöntem**

Ham madde olarak kullanılan kültür alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) özel bir firmadan temin edilmiştir. Kurutma prosesi öncesi temizlenerek tartımları alınan örneklerde ortalama balık ağırlığı 300 g kondisyon faktörü ise  $1.33 \pm 0.024$  olarak belirlenmiştir. Fiziksel ölçümleri yapılan örnekler son üründe yaklaşık %2 tuz oranı elde edilecek şekilde 4°C'de tuza yatırılmıştır. Şekil 1. kurutma düzeneğinin şematik çizilmiş halini göstermektedir.



Şekil 1. Tek tabakalı siklon tipi soğuk hava kurutucu sistem: 1. Evaporatör, 2. Fan, 3. Soğuk hava hız düzenleyici valf, 4. Radyal Fan, 5. Rüzgar hızı düzenleyici valf, 6. Soğuk hava girişi, 7. Soğuk hava çıkışı. CP: Kontrol noktası, L: Tepsi.

Kurutucu sistem 60 cm  $\phi$ 'lı çelik telden yapılmış ve göz açıklığı 1 cm olan elekli üç raf sistemi ile düzenlenmiştir. Balık kuruma performansları ve ürün kalitesinin belirlenmesinde 4, 10, 15, 20°C sıcaklık değerleri uygulanmıştır. Tüm denemelerde sabit rüzgar hızı ile çalışılmış ve raf girişinde ortalama rüzgar hızı 7 m/s olarak belirlenmiştir. Balık filetolarını ağırlık kontrolleri ise  $t=0$  ( $M_0$ ), kuruma sırasında ( $M_t$ ) ve  $t=t$  ( $M_c$ ) anında hassas terazi ile her yarım saatte kaydedilmiştir. Elde edilen ölçümlerden, filetolarda ağırlık kaybının değişimi, nem oranı ve büzülme oranları belirlenmiştir. Boyutsuz kütle kaybı, nem kaybı ve büzülme oranı (SR) aşağıdaki eşitliklere göre belirlenmiştir;

#### **Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler**

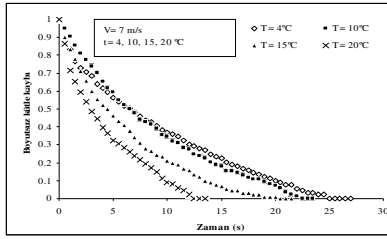
pH Tayin, Kuru Madde Miktarı, Protein miktarı, Yağ miktarı, Kül miktarı, Tuz Miktarı, tiobarbuturik asit (TBA) Testi Vural ve Öztan (10)'a göre, Toplam uçucu bazik azot tayini (TVB-N) Varlık vd. (11)'e göre belirlenmiştir.  $a_w$  değeri Berhimpon vd. (1990)'a göre belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler, Gürgün ve Halkman (12)'e göre belirlenmiştir. İstatistik analiz: SPSS 11.5 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

#### **Bulgular ve Tartışma**

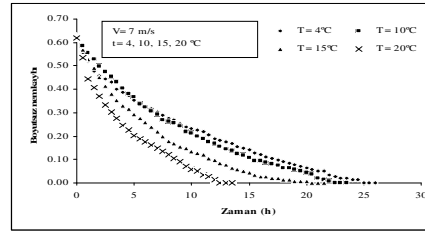
Düşük sıcaklıkta yapılan kurutma işlemi yavaş gerçekleşeceği için, denemelerde yüksek hava hızı (Low-Temperature-High-Velocity (LTHV)). LTHV metodun kuruma performansı ve balık kalitesine etkisinin deneysel olarak belirlenmesi çalışmanın asıl hedefini oluşturmuştur. Bu hedefler doğrultusunda, üründe kurutma sırasında meydana gelen kütle kayıpları (boyutsuz kütle kaybı), kuruma hızı, büzülme oran ve kuruma sonrası kurumuş ürünün kalite parametreleri incelenmiştir. Boyutsuz kütle kayıplarının 4, 10, 15, 20°C'de yapılan kurutmalarda zamana karşı değişimi Şekil 2. de görülmektedir.

Beklendiği gibi kütle kayıpları sıcaklıkla doğru orantılı artmıştır. Yaş ağırlık esasına göre hammaddenin, ortalama % 71 nem miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Nem miktarları ise, 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda ve 7 m/s soğuk hava akımı ile kurutulan ürün için sırası ile %27, %27, % 26, %27 olarak belirlenmiştir. Kuruma işlemi başlangıcında 200 g olarak belirlenen örnek

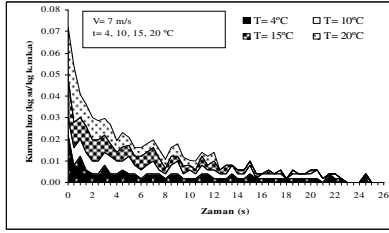
ağırlıkları kuruma işlemi sonucunda 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda kurutulan ürünler için sırası ile 111, 112, 110, 112 g olarak tespit edilmiştir. 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda kurutulan balık filetoları sırası ile 27.0, 23.5, 21.5, ve 13.5 saatte denge bağıl nemine ulaşmışlardır. Grafikte beklendiği gibi sıcaklık düşüşüne paralel olarak kuruma süresi artmış olsa da özellikle 4, 10, 15 °C sıcaklıklarda kurutulan üründe kurutma süresi büyük bir fark göstermemiştir. 4, 10, 15, 20 °C sıcaklıklarda kurutulan ürünün belirlenen boyutsuz nem kayıplarının zamana bağlı olarak değişimi Şekil 3.'de grafik olarak gösterilmektedir.



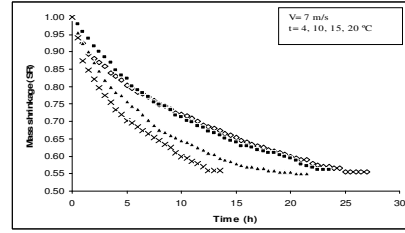
Şekil 2. 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda boyutsuz kütle kaybının zamanın fonksiyonu olarak değişimi.



Şekil 3. 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda boyutsuz nem kaybının zamanın fonksiyonu olarak değişimi



Şekil 4. 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda kuruma hızının zamanın fonksiyonu olarak değişimi



Şekil 5. 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda kütle büzülme oranlarının zamanın fonksiyonu olarak değişimi

Şekil 4. farklı sıcaklıklarda kurutulan ürünlerde kuruma hızlarını zamanın bir fonksiyonu olarak ortaya koymaktadır. Gruplar arasında kuruma hızı çeşitlilik gösterse de aradaki farklar ortamdaki RH değerinin düşürülmesi ile tölere edilebilir. Diğer 4 ve 10°C sıcaklıkta kurutulan ürünlerin büzülme oranlarının birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir. Kurutulmuş üründe belirlenen büzülme oranları ortalama %56 olarak belirlenmiştir. Çizelge 1 hammadde ve 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda kurutulan balığa ait bazı kalite değerlerini göstermektedir. Yapılan analizler, soğuk kurutulan üründe kalitenin daha iyi olduğunu ortaya koymuştur.  $a_w$  değerleri kurutulmuş ürün için maksimum limitin daha altındadır.

*Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N)*; TVB-N değeri bozulma derecesini gösteren en önemli kalite parametrelerinden birisidir. TVB-N değerleri Çizelge 2. de verilmiştir. Kurutulmuş üründe belirlenen bu değerler arasında fark önemlidir

## Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum

( $p<0,05$ ). *Thiobarbituric asit (TBARS)*, balığın besin renk ve tekstürel kalitesini doğrudan etkiler (13). Bhuiyan vd. (14) işleme sırasında TBARS değerinin önemli ölçüde yükseldiğini belirtmektedir. Elde edilen sonuçlara göre 4°C de kurutulan üründe TBARS değeri düşük çıkmıştır ( $p<0,05$ ). Serbest yağ asitlerindeki sonuçlar da bu görüşü desteklemektedir. Toplam mesofilik bakteri (TMAB), toplam maya ve küf (TMK) ve toplam psikrofilik bakteri yükü (TPAB) değerleri Çizelge 2. de verilmiştir. Lyhs vd. (15)'nin yaptıkları çalışmada elde edilen değerleri destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. LTHV metodun buzdolabı sıcaklığında uygulaması kuruma performansı ve büzülme karakteristiği açısından iyi sonuçlar vermiştir. Mikrobiyolojik ve kimyasal kalite özellikleri açısından +4°C'de kurutma prosesi en iyi sonucu vermiştir.  $a_w$  değeri kritik değer olan 0.85'in altına düşmüştür. Yarı kurutulmuş ürünlerde uygulanabilecek bu metod, uygulandığı takdirde kurutma sırasında meydana gelebilecek kalite kayıplarını önemli ölçüde ortadan kaldırılabılır. Diğer yandan tüm gıda ürünlerinde özellikle ürünlerin ön kurutma prosesinde mikrobiyolojik ve enzimatik faaliyetlerin minimuma indiği kritik  $a_w$  değerinin altına düşürülmesi için de LTHV metod uygulanabilir.

Çizelge 1. Ham materyal ve 4, 10, 15, 20°C sıcaklıklarda kurutulan balığa ait bazı kalite değerleri

Analiz	Grup				
	Taze balık (F)	Kuruma ±4°C	Kuruma±10°C	Kuruma±15°C	Kuruma±20°C
TVB-N(mg/100g)	15.07±0.22a	17.23±0.02ab	18.26±0.58b	19.00±0.19c	19.01±0.13c
TBARS (mg MA/kg)	0.34±0.19a	0.42±0.18a	0.73±0.08ab	1.04±0.05b	1.01±0.13b
FFA	0.21±0.04a	1.2±0.1a	1.4±0.3ab	1.4±0.4ab	2.2±0.7b
TPC (log kob/g)	2.3±0.13a	2.3±0.17a	2.6±0.01ab	2.2±0.15a	2.8±0.17b
TVC (log kob/g)	2.0±0.11a	2.2±0.11a	2.6±0.13ab	2.9±0.11b	3.2±0.08c
TYM (log kob/g)	2.1±0.06a	2.6±0.04b	2.5±0.04ab	3.2±0.14c	3.4±0.16c
Salt (%)	0.10±0.02	3.55±0.02	3.51±0.10	3.38±0.14	3.38±0.23
$a_w$	0.99±0.07	0.80±0.08	0.81±0.06	0.80±0.08	0.81±0.08

a-d aynı satırda farklı harfler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ ), FFA: Free fatty acid. ± iki tekrarı ortalaması (n=10)

## Kaynaklar

- Bala, B. K., Mondol, M. R. A., 2001. Experimental investigation on solar drying of fish. *Drying Tech.*, 19(2).
- Akpınar, E., Midilli, A., Bicer, Y., 2003. Single layer drying behaviour of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modeling. *Energy Conversion and Management* 44 1689–1705.
- Cemeroğlu B., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Tekn. Derneği, Yayın no:6, Böl: 9, Ankara, 1986.
- Lewicki, P. P. 2006. Design of hot air drying for better foods. *Trends in Food Science & Tech.*, 17, 153–163.
- Mayor, L., Sereno, A.M. 2004. Modelling shrinkage during convective drying: *J. Food Eng.*, 61, 373.
- de la Fuente-Blanco, S., Riera-Franco de Sarabia, E., Acosta-Aparicio, Blanco-Blanco, V.M., A., Gallego-Jua'rez, J.A., 2006. Food drying process by power ultrasound. *Ultrasonics*, 44 e,523–e527.
- Kosuke Nagaya, Ying Li, Zhehong Jin, Masahiro Fukumuro, Yoshinori Ando a, Atsutoshi Akaishi, 2006. Low-temperature desiccant-based food drying system with airflow. *J. Food Eng.* 75 71–77.
- Van Loey, A.M., Smout, C., Indrawati, and Hendrickx, M.E., 2005. Kinetic data for biochemical and microbiological processes during thermal processing. in *Engineering Properties of Foods*, 3<sup>rd</sup> ed., M.A. Rao, S.S.H. Rizvi, and A.K. Datta, Eds., CRC Taylor & Francis, Boca Raton, FL, chap 13, pp. 611–643.
- Eikevik, T.M., Strummen, I., Alves-Filho, O., Hemmingsen, A.K.T., 2005. Effect of operating conditions on atmospheric freeze dried cod fish. IADIC 2005 - 3<sup>rd</sup> inter- American drying conference, Paper XIII-3, 33.
- Vural, H., Öztan, A., 1996. Et Ürünleri Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniv. Müh. Fak. No: 36.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol. *Gıda Tekn. Der.*, 7, s:22-24.
- Gürün, V., Halkman, K., 1988. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. *Gıda Teknoloji Derneği*, No: 7. ANKARA.
- Ólafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., 1997. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Sci. and Tech.*, 8, 258–265.
- Bhuiyan, A. K. M. A., Ratnayaka, W. M. N. and Ackman, R. G., 1986. Stability of lipids and polyunsaturated fatty acids during smoking Atlantic mackerel. *J. American Oil Chem. Society*, 63 (3) 324.
- Lyhs, U., Lahtinen, J., Fredriksson, M., Hyttia, E., Elfing, K., & Korkeala, H., 2001. Microbiological quality and shelf life of vacuum-packaged "gravad" stored at 3 and 8°C. *Int. J. Food Microbiology*, 70, 221–230.
- Dincer, I., Hussain, M.M., Sahin, A.Z., Yilbas, B.S., 2002. Development of a new moisture transfer (Bi-Re) correlation for food drying applications. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 45, 1749–1755.
- Midilli A., Olgun H., Ayhan T., 1999. Experimental Studies of Mushroom. *Int. J. Energy Res.*, 23, 1143.