

# Farklı Sıcaklık ve Tuz Uygulanarak Kurutulan Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) larda Kurumanın Fonksiyonel İfadesi

Aydın YAPAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Rize Su Ürünleri Fakültesi, 53100 Rize - TÜRKİYE

Muammer ERDÖL

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Trabzon - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 15.06.1998

**Özet :** Bu çalışmada dört farklı sıcaklık ve üç farklı tuz konsantrasyonu uygulanarak kurutulan alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) filetlarının kuruma fonksiyonları % nem- süre ilişkisine bağlı olarak incelenmiştir. Kurutma işlemi mekanik bir kurutucuda yapılmıştır. Kurumanın tespiti için % 25 nem düzeyi esas alınmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre kuruma süresi 35°C sıcaklıkta tuz uygulanmayan grupta 53 saat, % 5 tuz uygulanan grupta 73 saat ve %10 tuz uygulanan grupta 105 saat olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde 45°C 'de tuzlanmamış grupta 28 saat, %5 tuz uygulanan grupta 41 saat ve %10 tuz uygulanan grupta 41 saat; 55°C'de tuzlanmamış grupta 14 saat, % 5 tuz uygulanan tuz uygulanan grupta 18 saat, ve %10 tuz uygulanan grupta 24 saat; 65°C'de tuzlanmamış grupta 11 saat, % 5 tuz uygulanan grupta 16 saat ve % 10 tuz uygulanan grupta 19 saat olarak tespit edilmiştir.

Kurumanın matematiksel bir fonksiyon olarak ifadesi için % nem ve kuruma süresi arasındaki ilişki , uygulanan sıcaklık ve tuza bağlı olarak incelenmiş ve elde edilen grafiklerin logaritmik bir fonksiyon olduğu tespit edilmiştir. Bu fonksiyonlar ile % nem ve kuruma süresi arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak artan sıcaklık değeri ile kuruma süresinin kısaldığı, ancak tuz konsantrasyonunun artması ile kurumanın yavaşladığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler :** Balık, Kurutma, Kuruma fonksiyonu

## The Functional Expression of Drying on Dried Trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) By Using Different Temperature and Salt Concentration

**Abstract :** In this study, drying functions depend on temperature- time on dried trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) filets by using four different temperatures and three different salt concentrations were investigated. 25% moisture for drying were accepted . For drying process was used a mechanical dryer.

According to the results, drying times were 35 h. on unsalted group , 73 h. on 5% salt group and 105 h. on 10% salt group at 35 °C; 28 h. on unsalted group, 41 h. on 5% salt group, 41 h. on 10% salt group at 45 °C ; 14 h. on unsalted group , 18 h. on 5% salt group, 24 h. on 10% salt group at 55 °C ; 11 h. on unsalted group, 16 h. on 5% salt group, 19 h. on 10% salt group at 65 °C.

The relationship between moisture % and time for the functional expression of drying were investigated depend on temperature and salt concentration. On the drawing graphics between moisture % and time Per temperature – salt concentration were observed to be a logarithmic function. However, the relationship between moisture and time were highly significant . A decrease in drying time of increasing temperature were done. On the other hand increasing salt concentrations was decrease to drying time.

**Key Words :** Fish, Drying, Drying function

## Giriş

Gıda maddelerinin muhafazasında bilinen en eski metodlardan birisi de kurutmadır (1,2,3,4,5 ).

Kurutma; gıda maddesinin içerdiği nemin, kontrollü koşullarda buharlaştırılması işlemidir. Bu işlemin en önemli amacı, dayanma süreleri kısa olan ürünlerin dayanma sürelerini artırmaktır (6). Zira kurutmada, ortamdaki suyun uzaklaştırılması ile su aktivitesinin

düşürülmesi, böylece mikroorganizma ve enzimlerin faaliyetlerinin engellenmesi sözkonusudur (1,7). Nem oranı belirli bir oranın altına düşürülmüş olan gıda maddeleri, normal atmosfer koşullarında kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmalara karşı daha dayanıklıdır (6). Bundan dolayı gıda maddesi su bakımından mikroorganizmalar için elverişsiz duruma getirilirse, diğer tüm faktörler yeterli olsabiler mikroorganizmalar faaliyet gösteremezler (3).

Kurutma işlemi sırasında aynı anda birçok fiziksel, kimyasal, mekanik, biyokimyasal ve mikrobiyolojik olaylar meydana gelmekte ve bu olaylar son ürünün kalite özelliklerini etkilemektedir (6)

Balıkların muhafazasında en eski metodlardan birisi de tuzlayarak veya tuzlamaksızın kurutmadır (8). Balıkların kurutulmasında uygulanan ilk yöntemler askıda sergileyerek, güneşte, rüzgarda ve odun ateşi üzerinde kurutma şeklinde olup, uzun yıllar insanlar tarafından kullanılmıştır. Ancak bu yöntemler ile kuruma yavaş seyretmekte ve tam kuruma için birkaç hafta beklemek gerekmektedir. Ayrıca bu metodlarda kurutma yerinin iklimi, kurutulacak balıkların büyük ve küçük oluşu da kurumayı etkilemektedir (9).

Balıkların kurutulmasında geleneksel yöntemlerin yanında, kontrollü mekanik kurutucularda kurutma, vakumla kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri de kullanılmaktadır (9,10).

Balıkların kurutulmasıyla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış, ancak bunların çoğunluğu güneşte kurutma yöntemi ve kalite parametreleriyle ilgilidir (11,12,13,14). Diğer bazı çalışmalarda ise mekanik kurutucular ve bunların etkileri araştırılmıştır (15,16,17).

Balıkların kurutulması sırasında kullanılan kontrollü mekanik kurutucularda 35-70°C arasındaki sıcaklıkların uygun olduğu, 70°C üzerindeki sıcaklıklarda protein denaturasyonu meydana gelmesi nedeniyle, protein kalitesinin düştüğü bildirilmektedir (18).

Kurutma işlemi sırasında gözlenen değişimler örnekte bulunan nem miktarına, sıcaklığa ve örneğin hangi nem seviyesinde, hangi sıcaklıkta ve ne kadar süre kaldığına bağlıdır. Bu nedenle ürünün nem miktarı; sıcaklık-süre ilişkisi, kullanılan kurutucu tipine göre de değiştiğinden, proses kinetiğini kontrol eden faktörlerin etki derecelerinin ölçülmesi, en uygun kurutucu tipinin seçimine de yardımcı olur. Bunun yanında proses kinetiğinin incelendiği çalışmalarda temel yaklaşım hammadde, kurutucu ve kuru ürünün özelliklerinin belirlenerek kuruma modelinin çıkarılmasıdır (6).

Bu çalışmada ülkemizde yaygın olmayan bir balık ürünü olan kurutulmuş balık üretiminde dört farklı sıcaklıkta (35, 45, 55 ve 65°C) ve üç farklı (%0, %5, %10) tuz konsantrasyonu uygulanarak, mekanik bir kurutucu kullanılarak kurutulan alabalık (*O. mykiss*)'larda sıcaklık-süre ilişkisine bağlı olarak meydana gelen kurumanın, matematiksel bir fonksiyon olarak ifadesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Materyal olarak kullanılan alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) yöredeki özel bir işletmeden, ağırlıkları 180-200 g arasında olan bireylerden temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerin baş, iç organları, deri ve kemiksi yapıları ayrılarak fletoları çıkarılmıştır. Ağırlıkları 45-50 g arasında olan fletolar üç gruba ayrılarak, 1. grup tuzlanmamış, 2. grup %5, 3. grup %10 oranında kuru tuzlama (et ağırlığına göre) metoduna göre tuzlanmıştır (12 saat). Her örnek grubu kendi içinde 4 ayrı kısma ayrılarak 35, 45, 55 ve 65 °C deki sıcaklıklarda, mekanik bir kurutucuda, ızgaralar üzerinde ve nem oranı %25'e düşünceye kadar kurutulmuşlardır. Kurumanın tespiti amacıyla, nem tayini birer saat aralıklarla Varlık ve ark. (19)'nın belirttiği yöntemle yapılmıştır.

Kurumanın matematiksel bir fonksiyon olarak ifadesi için Excell 5.0 bilgisayar programı, istatistik analizler için Püskülcü ve İkiz (20)'e göre varyans analizi metodu kullanılmıştır. İstatistik hesaplamalarda Quattro Pro for Windows paket programı kullanılmıştır. Tüm analizler ikişer paralelli olarak yürütülmüştür.

## Bulgular

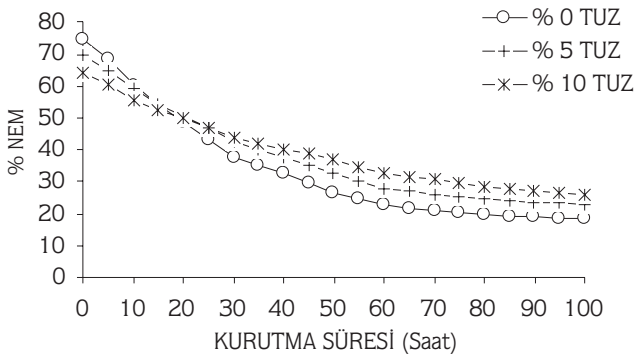
Başlangıçta tuzlanmamış örneklerde %74.26 olan nem miktarı, %5 tuz uygulanan grupta %68.35, %10 tuz uygulanan grupta ise %63.55 olarak tespit edilmiştir. Her üç grupta sıcaklığa ve zamana bağlı olarak değişen oranlarda kuruma meydana gelmiştir. Başlangıçta hedef olarak tespit edilen %25 nem düzeyine ulaşıncaya kadar geçen süreler 35°C 'de tuzlanmamış grupta 53 saat, %5 tuz uygulanan grupta 73 saat, %10 tuz uygulanan grupta ise 105 saat olarak belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

45°C'de bu süreler tuzlanmamış grupta 28 saat, %5 tuz uygulanan grupta 41 saat ve %10 tuz uygulanan grupta 41 saat, 55°C'de tuzlanmamış grupta 14 saat, %5 tuz uygulanan grupta 18 saat ve %10 tuz uygulanan grupta 24 saat, 65°C'de ise tuzlanmamış grupta 11 saat, %5 tuz uygulanan grupta 16 saat ve %10 tuz uygulanan grupta 19 saat olarak tespit edilmiştir (Tablo 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4).

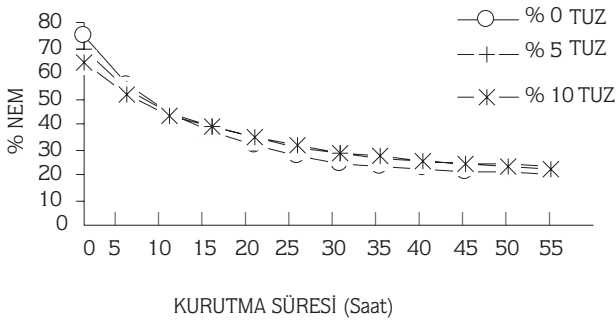
Diğer taraftan her 10°C'lik artış ile 3 grupta da sıcaklık artışına bağlı olarak azalan zaman periyotları tespit edilmiştir. Buna göre tuzlanmamış örneklerde 35-45°C arasında süre olarak %47.16, 45-55°C arasında %50.00 ve 55-65°C arasında da %21.42'lik bir azalma

Tablo 1. Üç farklı tuz konsantrasyonu ve dört farklı sıcaklık uygulanarak kurutulan alabalık (*O. mykiss*)larda kuruma süreleri ve sıcaklığa bağlı azalmalar

Sıcaklık	Tuz Konsantrasyonu					
	% 0 Tuz		% 5 Tuz		% 10 Tuz	
	Kuruma Süresi (Saat)	Kuruma Süresindeki Azalma (%)	Kuruma Süresi (Saat)	Kuruma Süresindeki Azalma (%)	Kuruma Süresi (Saat)	Kuruma Süresindeki Azalma (%)
35°C	53		73		105	
35-45°C		47.16		43.83		60.95
45°C	28		41		41	
45-55°C		50.00		56.09		41.46
55°C	14		18		24	
55-65°C		21.42		11.11		20.83
65°C	11		16		19	



Şekil 1. 35°C'de kurutulan örneklerin zamana bağlı % nem miktarları



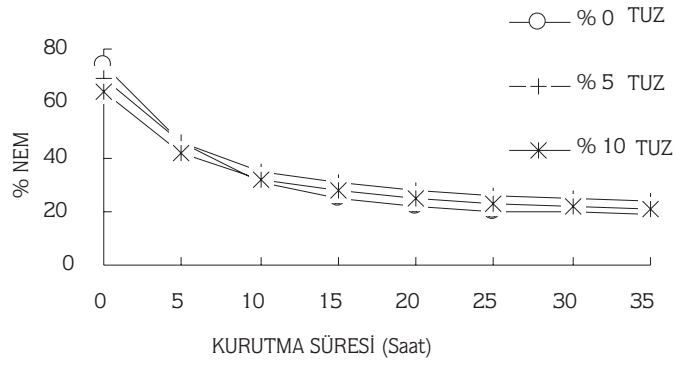
Şekil 2. 45 °C'de kurutulan örneklerin zamana bağlı % nem miktarları

tespit edilmiştir. Bu değerler %5 tuz uygulanan grupta 35-45°C arasında %43.38, 45-55°C arasında %56.09, 55-65°C arasında %11.11 ve %10 tuz uygulanan grupta ise 35-45°C arasında %60.95, 45-55°C arasında %41.46, 55-65°C arasında da %20.83 olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

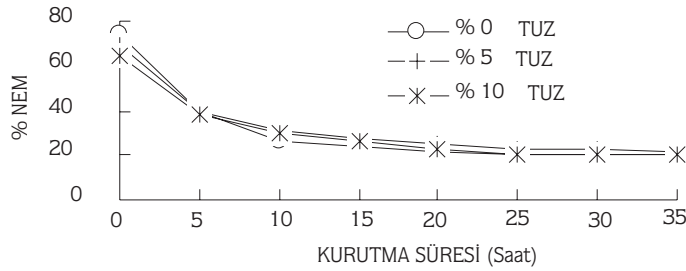
Uygulanan tuza bağlı olarak dört sıcaklık değerinde gözlemlenen nem miktarları zamana bağlı olarak bir grafik haline dönüştürüldüğünde, elde edilen eğrilerin en uygun ifadelerinin logaritmik bir fonksiyon eğrisi olduğu

görülmüştür. Buna göre her sıcaklık değerinde ve uygulanan tuz'a bağlı olarak kurutma süresiyle % nem arasındaki ilişkiler Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de görülmektedir.

Bununla beraber elde edilen eğrilerin matematiksel fonksiyon haline dönüştürülen ifadeleri ve regresyon katsayıları Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre tüm gruplarda uygulanan sıcaklık ve tuza bağlı olarak % nem ve süre arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 55 °C'de kurutulan örneklerin zamana bağlı % nem miktarları



Şekil 4. 65 °C'de kurutulan örneklerin zamana bağlı % nem miktarları

Tablo 2. Üç farklı tuz konsantrasyonu ve dört farklı sıcaklık uygulanarak kurutulan alabalık (*O. mykiss*) larıda kurumanın logaritmik fonksiyonları ve  $r^2$  değerleri

Sıcaklık	Tuz Konsantrasyonu		
	% 0 Tuz	% 5 Tuz	% 10 Tuz
35°C	$y = -17.208 \ln(x) + 96.328$ $r^2 = 0.9509$	$y = -14.189 \ln(x) + 88.320$ $r^2 = 0.9372$	$y = -11.203 \ln(x) + 79.449$ $r^2 = 0.9291$
45°C	$y = -15.716 \ln(x) + 80.568$ $r^2 = 0.9802$	$y = -13.149 \ln(x) + 74.493$ $r^2 = 0.9865$	$y = -12.024 \ln(x) + 70.536$ $r^2 = 0.9863$
55°C	$y = -16.928 \ln(x) + 75.025$ $r^2 = 0.9640$	$y = -13.320 \ln(x) + 68.408$ $r^2 = 0.9791$	$y = -12.925 \ln(x) + 64.366$ $r^2 = 0.9807$
65°C	$y = -14.336 \ln(x) + 66.268$ $r^2 = 0.9215$	$y = -12.356 \ln(x) + 62.646$ $r^2 = 0.9615$	$y = -12.513 \ln(x) + 61.347$ $r^2 = 0.9716$

y=% Nem , X=Zaman (Saat)

## Tartışma

Uygulanan sıcaklığa bağlı olarak her üç grupta artan sıcaklık değerleri kuruma süresini kısaltmıştır. Nitekim tuz uygulanmayan grupta hedeflenen nem düzeyine ulaşmaya kadar geçen süre 35°C'de 53 saat iken herbir sıcaklık değerinde azalarak 65°C'de 11 saat'e düşmüştür. Aynı şekilde %5 tuz uygulanan grupta geçen süre 35°C'de 73 saat'ten 65°C'de 16 saat'e ve %10 tuz uygulanan grupta 35°C'de 105 saat'ten 65°C'de 19 saat'e düşmüştür (Tablo 1). Bununla beraber her üç grupta sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen nem azalmaları istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Diğer taraftan her sıcaklık grubunda uygulanan tuz'a bağlı

değişmeler 35°C'de istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) iken, 45, 55 ve 65°C'de bu fark önemsiz ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur.

Doğal olarak sıcaklık artışının kuruma süresini kısaltacağı şüphesizdir. Ancak sıcaklık artışı ile kuruma süresi arasındaki ilişki doğrusal değil giderek azalan bir görünüm arz etmektedir. Çünkü gıdalardaki suyun büyük bir kısmı serbest su halindedir ve üründeki su azaldıkça geriye kalan suyu bağlayan güç artmaktadır. Bu da serbest suyun buharlaşmasının bittiği yerde birim zamanda uzaklaşan su miktarının azalmasına neden olmasıyla açıklanabilir (21). Diğer taraftan Saldamlı ve Saldamlı (21) tarafından ifade edilen ürünün kurumasına

paralel olarak meydana gelen dış kısımdaki kabuklaşmanın da, ilerleyen zamanda kurumayı yavaşlatmasıyla da ilişkili olduğu söylenebilir.

Elde edilen verilere göre artan tuza bağlı olarak kurumanın yavaşladığı tespit edilmiştir. Nitekim 35°C'de tuz uygulanmayan grupta %25 nem düzeyine ulaşıncaya kadar geçen süre 53 saat iken, %5 tuz uygulanan grupta bu süre 73 saat, %10 tuz uygulanan grupta ise 105 saattir. 45°C'de bu değerler sırasıyla 28, 41 ve 41, 55°C'de 14, 18 ve 24, 65°C'de 11,16 ve 19 saattir. Burada 45°C sıcaklıkta %5 ve %10 tuz uygulanan gruplarda hedeflenen nem düzeyine ulaşmak için gereken

süre eşit bulunmuştur. Artan tuz konsantrasyonunun kurumayı yavaşlatması, tuz'un su tutma (higroskopik) özelliği ile açıklanabilir ( 7,22,23).

Sonuç olarak bu tür ürünlerin üretimi sırasında sıcaklık artışının kuruma süresini kısalttığını, ancak aynı sıcaklık değerinde tuz uygulamasının kuruma süresini uzattığını söyleyebiliriz. Elde edilen logaritmik fonksiyonlar ile herhangi bir sıcaklıkta ve herhangi bir zamandaki % nem miktarı hesaplanabilir. Bu fonksiyonların materyalin ve kurutucunun özellikleri ile uygulanan tuz ve sıcaklığa bağlı olarak değişebileceği de unutulmamalıdır.

## Kaynaklar

1. Aydın, A.: Kurutma Yöntemi İle Et Muhafazası. Et Endüstrisi Derg. 1976; X, (58), 3-6.
2. Coşkun, M.: Pastırmanın Serüveni. Et ve Balık Kurumu Derg. 1990; 62, 19-20.
3. Cemeröglü, B. , Acar, J. :Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No:6, Ankara, 1986.
4. Tarr, H.L.A.: Nutritional Value of Fish Muscle and Problems Associated With Its Preservation. Canadian Inst. Food Tech. Jour. 1969; 2 ,(1), 42-45.
5. Uzunkuşak, A.:Gıda Maddelerinin Muhafazasında Tuz ve Şeker. Et ve Balık End. Derg. 1972; VI, (33), 19-24.
6. Evrenuz, Ö.: Gıda Maddelerinin Kurutulması Sırasında Kuruma Kinetiğini Kontrol Eden Faktörler ve Kalite Üzerine Etkileri. Gıda, 1988; 13 ,(1), 51-58.
7. Ertaş, A.H.: Balıkların Soğutma - Dondurma ve Salamura Metodları ile Muhafazası. Gıda, 1978; 3, (6), 237-246.
8. Kuriyan, G.K.: Fish Preservation. In Symposium on Processing Industry in India. 1975:19-22
9. Göğüş, A.K., Kolsancı, N. :Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üni. Zir. Fak. Yay. 1243, Ders Kit. 358. Ankara.1992.
10. Tarr, H.L.A. :New Horizons in Food Preservation. Canadian Food Industries, Part I. 1959; 1-7.
11. Balogun, A.M.:Effect of Sundraving on The Proximate Composition And Lipid Charesteristics of Two Freshwater Clupeids. Food Chem. 1988; 27,(1), 1-11.
12. Anad, S.P., Dhawan, R.M. :Preliminary Study on Use of Marine-Cum- Form Product Solar Dryer for Fish Drying.Research and Industry,India. 1986; 31, (4),361-365.
13. Chen, R.H., Perng , J.S., Weih , Y.C., Tsai , K.H., Wang, T.T.: Effect of Lipid Content and Dry Temperature - Time on Quality, Drying Rate and Energy Consumption in Fish Drying. In Proceedings of the Third International Drying Symposium. Vol:2, 1982; 266-280.
14. Hafez, H.N., Ashour , F.M., El-Soodany , R.M. , El-Tanahy, H.H. : Studies on Preserving Boltfish by Sun -Drying. Proceedings of the 6 th International Congress of Food Sci. and Tech. 1983; 1, 78.
15. Ismail, N., Wootton, M.: Salting and Drying of Nemadactylus macropterus Fillets in The Laboratory. FAO Fisheries Report, No:317. 1981; 302-305.
16. Wootton, M., Ismail, N. : The Influence of Processing Conditions on the Properties of Dried Nemadactylus macropterus Fillets. Jou. of The Sci. of Food and Agri. 1981; 37, (4), 399-408.
17. Magnussen, D.M.:Heat Pump Drying of Blue Whiting. Refrigeration Sci. and Tech.. 1981; 1981-4, 207-216.
18. Opstvedt , J: Influence and Smoking on Protein Quality. Fish Smoking and Drying , The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish. Edit. J.R. Burt. Chapter 2. Elsevier Applied Sci., London and New York, 1988.
19. Varlık, C., Uğur, M. , Gökoğlu , N., Gün, H.: Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Tek. Der. Yay. No:17, İstanbul. 1993.
20. Püskülcü, H., İkiz, F.: İstatistiğe Giriş. 2. Baskı, Ege Üni. Müh. Fak. Kit. Yay. No:1, Ege Üni. Basımevi, Bornova-İzmir, 1986.
21. Saldamlı, İ., Saldamlı, E. :Gıda Endüstrisi Makinaları. Önder Matbaası, Ankara, 1990.
22. Ürküt, Y.Z.; Yurdagel, Ü.: Tuzla Konserve Edilen Sardalya Balıklarının Niteliklerinde Meydana Gelen Değişmeler Üzerine Araştırma. Su Ür.Derg. 1985; 2, (7-8) : 77-90.
23. Tunalı, Ş.: Balıkları Tuzlama Metodları ve Tekniği. Su Ür. Derg. 1984; 1, (4): 38-45.