

Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın Sıcak Tütsülenmesi Sonrasındaki Kimyasal Kompozisyon Oranlarındaki Değişimleri

Deniz Ayas

Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yenişehir Kampüsü, 33169, Mersin, Türkiye
E mail: ayasdeniz@hotmail.com

Abstract: *The differences in whole body chemical composition of the rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), black sea pilchard (Engraulis encrasicolus) and sardine (Sardina pilchardus) following hot smoking.* In this study, the whole body chemical compositions of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), black sea pilchard (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) were investigated on fresh weight and dry matter basis before and after hot smoking. For before and after hot smoking analysis 30 fishes from all species were used. In the sampling fishes were chosen similar in weight and the weight range was 220 to 265 g for rainbow trout, 61 to 66 g for sardine, 35 to 41 g for black sea pilchard which were obtained in January 2004. It was found that hot smoking had significant effect on the chemical composition of the fish regardless of species. It was also observed that the differences in whole body chemical composition of fish before and after hot smoking were mostly due to the reduction in moisture levels during hot smoking. Although the real differences could only be expressed on dry matter basis, it was found that the crude protein levels were decreased while crude lipid and ash levels were increased in all the fish species investigated. It was also demonstrated that the crude lipid levels were inversely whereas crude protein levels were linearly correlated to moisture levels in samples. On dry matter basis, the highest crude protein (77.55%) was obtained in sardine whilst the highest crude lipid level was obtained in rainbow trout (7.02%) on fresh weight basis. In respect to crude lipid level, it was decided that the rainbow trout was the most suitable species for hot smoking among 3 fish species. The crude lipid level of black sea pilchard was measured as 4.72% and considered to be a suitable species for hot smoking. Sardine, is not considered a suitable species for hot smoking due to its low level of crude lipid and advised to be consumed after deep frying.

Key Words: Black Sea Pilchard, Sardine, The Rainbow Trout, Hot Smoking, The Chemical Composition.

Özet: Bu çalışmada gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve sardalya (*Sardina pilchardus*)'nın sıcak tütsüleme öncesi ve sonrası kimyasal kompozisyonları yaş ve kuru ağırlık üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırma materyali olarak tütsü öncesi ve sonrası analizlerde her tür için toplam 30 balık kullanılmıştır. Örneklemede balıkların benzer büyüklükler de olmasına dikkat edilmiş, gökkuşluğu alabalıkları 220-265 g, sardalyalar 61-66 g, hamsiler 35-41 g aralığındaki bireyleri analizler için Ocak 2004 de seçilmiştir. Araştırma sonucunda sıcak tütsülemenin balıkların kimyasal kompozisyon oranlarında önemli farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Yaş örnekler üzerindeki değişimlerin büyük oranda sıcak tütsüleme işlemlerindeki su azalmasına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Tütsüleme gerçek değişim oranları kuru madde üzerinden belirlenmiş; her üç balık türü için, ham protein oranı azalırken, ham yağ ve ham kül oranının arttığı tespit edilmiştir. Örneklerde su ve ham yağ oranının ters orantılı, su ile ham protein oranlarının ise doğru orantılı olarak değiştiği saptanmıştır. En yüksek protein oranı kuru madde üzerinden %77.55 oranıyla sardalyada gerçekleşirken, en yüksek yağ oranı taze örnekte %7.02 oranıyla gökkuşluğu alabalığında saptanmıştır. Üç tür içerisinde ham yağ oranı dikkate alınarak gökkuşluğu alabalığının, tütsüleme için en uygun materyali oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Hamsinin ham yağ oranı %4.72 olarak tespit edilmiş, hamsininde tütsülenerek tüketilebileceği kanısına varılmıştır. Sardalyanın ham yağ oranı yönünden sıcak tütsüleme için uygun materyal olmadığı, yağda kızartılarak tüketiminin uygun olacağı önerisi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hamsi, Sardalya, Gökkuşluğu alabalığı, Sıcak Tütsüleme, Kimyasal Kompozisyon.

Giriş

Su ürünleri, kolayca bozulduğundan daha fazla raf ömrü kazandırmak, farklı tada sahip olmasını sağlamak böylece tüketimin çeşidini ve miktarını artırmak amacıyla işlenmektedir. Su ürünleri işleme teknolojilerinde işlenecek materyalin kimyasal kompozisyonunu bilmek, uygun bir işleme yönteminin belirlenmesi için önemlidir. İşleme teknolojilerinde kimyasal kompozisyon çalışmaları çoğunlukla yeni türlerin işleme yönteminin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bunun yanında mevsimsel kimyasal kompozisyon çalışmaları ile işlenecek olan türün hangi mevsimde işlenmesinin uygun

olacağı da belirlenebilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda bir çok türün kimyasal kompozisyonu belirlenmiştir. Gökkuşluğu alabalığının ham protein değeri %20.7, ham yağ değeri %6.8 ve sardalyanın ham protein değeri %17.7, ham yağ değeri %2.8 olarak verilmiştir (Regenstein ve Regenstein, 1991). Diğer bir çalışmada, gökkuşluğu alabalığı kimyasal kompozisyonu, su %70-79, yağ %1.2-10.8, protein %18.8-19.1 ve kül %1.8 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada hamsinin kimyasal kompozisyonu su %75, ham yağ %3.0, ham protein %20.0 ve ham kül %1.3 olarak verilirken; sardalyanın su %60-80, ham yağ %0.4-0.2, ham protein %16.0-19.0, ham kül %1.2 olarak belirtilmiştir

(Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Başka bir çalışmada ise, gökkuşuğu alabalığının kimyasal kompozisyonları, %74.86 su, %16.45 protein, %4.46 yağ ve %1.80 kül olarak verilmiştir (Ünlüsayın ve ark., 2001).

Su ürünlerinin insan beslenmesindeki önemi ve buna bağlı olarak tüketiminin yaygınlaştırılma zorunluluğu göz önüne alındığında tütüleme ve yeni tütülenecek türlerin belirlenmesi çalışmalarının önemi bir kez daha öne çıkmaktadır. Tütüleme işlemlerinde balık etinin uğradığı değişimlerin tespit edilmesinin hem insan sağlığı hem de ürünün besin içeriğinin belirlenmesi yönünden önemli olduğu genel kabul görmektedir. Sıcak tütüleme işleme yönteminde işlenecek materyalin yağ oranının yüksek olması ürünün kalitesini de olumlu yönde etkilemektedir. Balığın tütülenerek işlenmesinde kimyasal kompozisyon oranlarında büyük değişimler ortaya çıktığı daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir. *Carassius auratus* (L. 1758)'un tütüleme öncesi ve sonrası yağ örnek üzerinden yapılan analizlerinde erkek ve dişi balıklarda su oranı sıcak tütülenmiş örneklerde azalırken, ham yağ, ham kül, ham protein ve karbonhidrat içeriklerinde artış olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar tarafından, ham yağ oranındaki artışın nedeni ise, balıklarda % su oranı ile % ham yağ oranı arasında ters orantı olduğundan dolayı, tütüleme işleminde su oranının azalmasına bağlı olarak yağ miktarının da arttığı şeklinde bildirilmiştir (Ünlüsayın ve ark., 2003). Diğer bir çalışmada proteinin tütüleme işleminde azalmasının nedeni olarak çözünebilir proteinler, küçük peptidler ve serbest amino asitlerin pişirme suyuyla kaybolmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Opstvedt, 1988). Benzer bir çalışmada tütüleme sonrasında total protein miktarlarında düşüşün meydana geldiği, bu düşüş, düşük moleküler ağırlıktaki çözünebilir proteinlerin ve amino asitlerin (alanin, glisin, lösin, valin, ve glutamik asit) varlığına bağlanmıştır. Ek olarak tütüleme işleminin proteinlerin termal parçalanmasına neden olabileceği de bildirilmiştir (Ünlüsayın ve ark., 2001).

Bu çalışma ile hedeflenen ise belirlenen türlerin tütüleme için uygun olup olmadığı yanında, tütülenme sonucunda besin bileşenlerinde ne gibi değişimler olduğunun belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali olarak tütü öncesi ve sonrası analizlerde her tür için toplam 30 balık kullanılmıştır. Örneklemede balıkların benzer büyüklükler de olmasına dikkat edilmiş, gökkuşuğu alabalıklarının 220-265 g, sardalyaların 61-66 gr, hamsilerin 35-41 g aralığındaki bireyleri analizler için ocak 2004 de seçilmiştir. Her tür için 15'er adet örnek baş ve iç organ temizliği yapıldıktan sonra filetolanarak homojenize edilmiştir. Benzer şekilde tütüleme içinde aynı işlemler yapılarak 15'er fileto hazırlanmış daha sonra sıcak tütüleme metoduyla tütülenmiştir. Tütüleme işlemi öncesinde filetolar 15 dakika kuru tuzda bekletilmiş, daha sonra sulu suyuyla yüzey tuzlarından arındırılmış ve sızdırılarak kurutulmuştur. Tütüleme işleminde ise filetolar raflara yerleştirilmeden önce fırın 70-80 °C'ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklıkta filetolar pişme

işlemi gerçekleşene kadar (yaklaşık 1,5 saat) tutulmuştur. Pişirme gerçekleştikten sonra filetolar, meşe ağacının ince testere talaşı kullanılarak 2 saat süreyle 50-60 °C'de tütülenmiştir. Tütülenmiş filetolarda homojenize edilerek ham protein, ham yağ, su, ham kül analizleri yapılmıştır. Matematiksel hesaplamalarla kuru maddedeki besin bileşen oranları saptanmıştır. Kjeldahl yöntemine göre ham protein (AOAC, 1995), Soxhlet yöntemine göre ham yağ (James, 1995) analizleri yapılmıştır. Kuru madde analizi (AOAC, 1995) ise etüvde, 104 C° de 4 saat kurutma sonucu, ham kül analizi yakma fırınında, 550 C° de gri kül oluşuncaya kadar (5 saat) yakılarak sağlanmıştır (AOAC, 1995). Araştırmanın analizlerinden elde edilen veriler SPSS 10.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Ham protein, ham yağ, su ve ham kül analizleri için T-testi uygulanmıştır.

Bulgular

Sardalya, gökkuşuğu alabalığı ve hamsinin tütüleme öncesi ve sonrası kimyasal kompozisyonları belirlenmiş ve türler arasında besin kompozisyon oranları yönünden önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Her üç türün yağ ağırlık üzerinden tütü öncesi protein, yağ ve kül oranlarının tütü sonrası oranlardan düşük olduğu belirlenmiştir. Kuru madde üzerinden ise üç türün tütü öncesi protein oranlarının tütü sonrasına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tütüleme işlemlerinde bir miktar protein kaybolmuştur. Her üç türün taze ağırlık üzerinden tütüleme işlemi sırasında yağ oranlarında ise küçük bir artış belirlenirken, kül oranlarında yüksek bir artış meydana gelmiştir. Araştırılan örnekler içinde en yüksek protein değeri kuru madde üzerinden sardalya da belirlenirken (%77.55), hamsinin de yakın bir protein oranına (%74.66) sahip olduğu saptanmıştır. Taze örneklerde en yüksek ham yağ oranı (%7.02) gökkuşuğu alabalığında belirlenmiştir. Taze örnekte ham yağ miktarı en düşük olan sardalya da (%3.89), en yüksek su oranı tespit edilmiştir (%75.50). Taze örneklerde en yüksek ham kül oranı (%1.54), en yüksek ham yağ oranı (%7.02) belirlenen gökkuşuğu alabalığında saptanmıştır. Örneklerin ham protein oranının su oranıyla paralel, ham yağ oranının ise su oranıyla ters orantılı, ham kül oranıyla paralel değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1).

Tartışma ve Sonuç

Sardalyanın ham protein (%19.00) ve ham yağ (%3.89) oranlarının, Regenstein ve Regenstein (1991) tarafından yapılan çalışmadaki ham protein (%17.7) ve ham yağ (%2.8) oranları ile benzerlik taşıdığı saptanmıştır. Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999) tarafından belirtilen ham protein (%16.0-19.0) oranı benzerken, ham yağ (%0.4-0.2) oranının farklı olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmacıların belirttiği su (%60-80) ve kül (%1.2) oranlarının sardalyanın su (%75.50) ve kül (%1.20) oranlarıyla benzeştiği görülmüştür (Tablo 1).

Gökkuşuğu alabalığının ham protein (%19.23) ve ham yağ (%7.02) oranlarının, Regenstein ve Regenstein (1991) tarafından yapılan çalışmadaki ham protein (%20.7) ve ham

yağ (%6.8) oranları ile benzerlik taşıdığı görülmüştür. Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999) tarafından belirtilen ham protein (%18.8-19.1), ham yağ (%1.2-10.8), ham kül (%1.8) ve su (%70-79) oranlarının çalışmadaki ham protein (%19.23), ham yağ (%7.02), ham kül (%1.54) ve su (%72.06) oranları ile

örtüştüğü belirlenmiştir. Ünlüsayın ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada belirtilen ham protein (%16.45), ham yağ (%4.46), ham kül (%1.8) ve su (%74.86) oranlarının, çalışmadaki oranlarla küçük farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Sardalya, Gökkuşluğu Alabalığı ve Hamsinin Sıcak Tütsüleme Öncesi ve Sonrası Kimyasal Kompozisyon Oranları (%).

	Sardalya		Gökkuşluğu Alabalığı		Hamsi	
	Taze	Füme	Taze	Füme	Taze	Füme
Ham Protein	19.00±0.21 ^a *77.55	28.43±0.29 ^b *72.34	19.23±0.36 ^a *68.83	29.27±0.17 ^b *63.16	19.56±0.52 ^a *74.66	30.76±0.19 ^b *69.23
Ham Yağ	3.89±0.21 ^a *15.88	6.40±0.12 ^b 16.29	7.02±0.21 ^a *25.13	12.17±0.20 ^b *26.26	4.72±0.26 ^a *18.02	8.29±0.20 ^b *18.66
Su	75.50±0.17 ^a	60.70±0.30 ^b	72.06±0.51 ^a	53.66±0.25 ^b	73.80±0.69 ^a	55.57±0.33 ^b
Ham Kül	1.20±0.08 ^a *4.90	4.21±0.19 ^b *10.71	1.54±0.06 ^a *5.51	4.70±0.15 ^b *10.14	1.39±0.06 ^a *5.31	4.40±0.18 ^b *9.90
Toplam	99.59 *98.33	99.54 *99.34	99.85 *99.47	99.80 *99.56	99.47 *97.99	99.02 *97.79

Ortalamalar ± standart hata n=6; *Kuru ağırlık üzerinden belirlenen oranlar; Her balık türünde aynı satırdaki farklı harflerle belirtilen ortalamalar istatistik açıdan farklıdır. (p<0.05)

Hamsinin ham protein (%19.56), ham yağ (%4.72), ham kül (%1.39) ve su (%73.80) oranlarının, Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999) tarafından belirtilen ham protein (%20.0), ham yağ (%3.0), ham kül (%1.3) ve su (%75) oranları ile genel olarak benzediği, % ham yağ oranının ise farklı olduğu görülmüştür (Tablo 1).

Çalışmada belirlenen her üç türe ait kimyasal kompozisyon oranları ile daha önceki yapılan çalışmalar arasında genel olarak benzerlik bulunduğu belirlenmiştir. Kimyasal kompozisyon oranlarının beslenme, yaş, cinsiyet, üreme dönemi, sıcaklık gibi bir çok biyolojik ve ekolojik faktör tarafından etkilendiği göz önüne alınarak, kimyasal kompozisyon oranlarındaki küçük farklılıkların bu faktörlerden kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmiştir.

Protein oranı yüksek olan hamsi ve sardalya da su oranı yüksek belirlenirken, yağ oranı yüksek olan gökkuşluğu alabalığında su oranı diğer türlere göre daha düşük olduğu belirlenmiş, buradan incelenen balıklarda protein oranının su miktarı ile doğru, suyun ise yağ miktarı ile ters orantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 1.'de görüldüğü gibi hamsi, sardalya ve gökkuşluğu alabalığının tütsülen filetoalarının su kaybetmesinden dolayı kuru madde miktarında bir artış, buna bağlı olarak da % ham protein, % ham yağ ve % ham kül oranlarında da taze filetolara göre yüksek değerler bulunmuştur. *Carassius auratus* (L. 1758)'un tütsüleme öncesi ve sonrası yağ örnek üzerinden yapılan analizlerinde erkek ve dişi balıklarda su oranı sıcak tütsülenmiş örneklerde azalırken, ham yağ, ham kül, ham protein ve karbonhidrat içeriklerinde artış olduğu saptanmıştır (Ünlüsayın ve ark., 2003).

Yağ örnek üzerinden yapılan analizlerde taze örnekler göre tütsülenmiş örneklerin protein oranındaki artış, tütsüleme yapılırken ısıtma, pişirme ve tuzlama işlemi ile balık karkasının su kaybetmesi ve çok az bir kısmı ise mekanik işlemlere bağlı su azalmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Taze ve tütsülenmiş örneklerin kuru madde üzerinden ham protein miktarları karşılaştırıldığında ise, tütsülenmiş örneklerin ham

protein miktarında azalma, ham yağ ve ham kül miktarında ise artışın olduğu tespit edilmiştir. Ham protein oranlarındaki bu azalma çözünebilir proteinler, küçük peptidler ve serbest amino asitlerin pişirme suyuyla kaybolmasından kaynaklanmıştır. Opstvedt (1988) tarafından yapılan çalışmada proteinin tütsüleme işleminde azalmasının nedeni olarak çözünebilir proteinler, küçük peptidler ve serbest amino asitlerin pişirme suyuyla kaybolmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Benzer bir çalışmada tütsüleme sonrasında total protein miktarlarında düşüşün meydana geldiği, bu düşüş, düşük moleküler ağırlıktaki çözünebilir proteinlerin ve amino asitlerin (alanin, glisin, lösin, valin, ve glutamik asit) varlığına bağlanmıştır. Ek olarak tütsüleme işleminin proteinlerin termal parçalanmasına neden olabileceği de bildirilmiştir (Ünlüsayın ve ark, 2001).

Tütsülenmiş örneklerde taze örneklere göre su miktarındaki büyük oranda düşüşün nedeni, tütsüleme işlemi sırasındaki pişirme işlemlerinde kaybolan su ile tuzlama işleminde tuzun su çekici özelliğinden kaynaklı kaybolan su olduğu saptanmış, çok az oranda ise mekanik işlemlerden kaynaklı su miktarında bir azalma olduğu düşünülmektedir. Yağ örnek üzerinden yapılan analizlerdeki ham yağ miktarındaki büyük orandaki göreceli artışın nedeni, tütsüleme işlemi sırasındaki pişirme işlemlerinde su oranının düşmesinden kaynaklanmıştır. Kuru maddedeki değerlerindeki gerçek küçük artışın ise, duman materyalinin yapısında bulunan yağ yapısındaki bileşiklerden meydana geldiği düşünülmektedir. Ünlüsayın ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada tütsüleme sonunda ham yağ oranındaki artışın nedeni, balıklarda % su oranı ile % ham yağ oranı arasında ters orantıdan kaynaklandığı, tütsüleme işleminde su oranının azalmasına bağlı olarak yağ miktarının da arttığı şeklinde bildirilmiştir.

Yağ örnek üzerinden yapılan analizlerde tütsülenmiş örneklerin taze örneklere göre ham kül miktarındaki büyük oranda artışın nedeni, tütsüleme işlemi sırasındaki pişirme işleminde filetolardaki su oranının düşmesi ve balık

filetolarının tuzlama işlemi sırasında çıkan su yerine geçen tuzdan kaynaklanmıştır. Kuru örneklerdeki artışında balıkların tütsülenmesi işleminde tuzlama safhasında balığın karkasına tuz almasından ve ısı etkisi ile balık karkasının su oranının azalması nedeni ile gerçekleşmiştir. Steiner-asiedu ve ark. (1991), tarafından da % ham yağ ve % ham kül oranlarının farklı geleneksel pişirme teknikleriyle (yağda kızartma, sıcak tütsüleme ve haşlama) arttığı ve bu geleneksel pişirme teknikleri uygulanan tüm örneklerde yüksek ham kül oranlarının bulunduğu bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada (Bilgin ve ark. 2001) da, balığın tütsülenmesinin ham kül miktarında artış meydana getirdiği ve bu artışın balığın tuzlanması sırasında karkasa giren tuz miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir.

Araştırma materyali olarak seçilen türlerden sardalyanın az yağlı, gökkuşacağı alabalığı ve hamsinin yağlı balıklar olduğu değerlendirilmiştir. Tütsülenecek materyalin yağ oranının tütsüleme için temel bir kriter olduğu düşünüldüğünde, sardalyanın sıcak tütsüleme için uygun bir materyal olmadığı, gökkuşacağı alabalığı ve hamsinin ise tütsülenerek değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

- AOAC, 1995. Official methods of analysis of AOAC International, Arlington, VA.
- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M. ve Gülyavuz, H., 2001. Utilization of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) according to different processing methods and determination of chemical components (in Turkish), Turk J Vet Anim Sci., 25: 309- 312.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999. Su ürünleri işleme teknolojisi, Ankara, Şahin Matbaası.
- James, C. S. 1995. Analytical chemistry of foods, New York, Chapman and Hall.
- Opstvedt, J., 1988. Influence on protein quality, s. 23-39, J. R. Burt (ed), Fish smoking and drying, England, Elsevier Science Publisher.
- Regenstein, J. M. and Regenstein, C. E., 1991. Introduction to fish technology, New York, Van Nostrand Reinhold.
- Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K. ve Lie, Ø., 1991. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins, Food Chemistry, 40: 309-321.
- Ünlüsayın, M., Bilgin, Ş. ve İzci, L., 2003. The determination of flesh productivity, chemical components and shelf life of Goldfish (*Carassius auratus* L. 1758) at +4 °C after hot smoking (in Turkish), Eğridir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 8: 62-70.
- Ünlüsayın, M., Kaleli, S. ve Gülyavuz, H., 2001. The determination of flesh productivity and protein components of some fish species after hot smoking, Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 661-664.