

## Turna Balığı (*Esox lucius* L., 1758) Etinin Bazı Emülsiyon Özelliklerine Farklı Konsantrasyonlarda Tuz ve Fosfat Kullanımının Etkisi

\*Aydın Yapar, Seçil Atay

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli 20017, Türkiye  
\*E mail: ayapar@pamukkale.edu.tr

**Abstract:** *Effect of the different levels of salt and phosphate on some emulsion attributes of the northern pike fish (*Esox lucius* L., 1758) flesh.* In this present study, the effect of salt (NaCl) (0.0, 1.0, and 2.0%) and phosphate ( $K_2HPO_4$ ) (0.00, 0.25, 0.50%) solutions at various concentration on the emulsion properties of Northern pike fish flesh was studied in a model system. Protein, fat, ash, dry matter contents of Northern pike flesh (pH 6.7) were 16.83, 2.41, 0.82, and 20.16%, respectively. pH values of slurries containing fish flesh, salt and phosphate solutions ranged from 6.58 to 7.30. Emulsions prepared with various slurries had pH values ranging from 6.81 to 7.87. The emulsion or slurry pH values significantly increased with the use of phosphate solution ( $p < 0.01$ ). On the other hand, the effect of salt was insignificant ( $p > 0.01$ ), even though the use of salt concentration decreased pH values of either slurry or emulsion. Emulsion capacity (EC) of Northern pike fish varied from 230.74 to 274.44 mL oil/g protein. The use of phosphate solution significantly increased EC ( $p < 0.01$ ). However, the effect of salt concentration on EC was insignificant ( $p > 0.01$ ). Emulsion stability (ES) was between 66.00 and 78.97%. The increase in phosphate concentration or the presence of salt in emulsion increased ES values ( $p < 0.01$ ); however, salt concentration had an insignificant effect on ES ( $p > 0.01$ ). Emulsion viscosity (EV) values ranged from 1800 to 4600 mPa.s. While all phosphate treatments increased EV values significantly ( $p < 0.01$ ), the effect of salt was statistically insignificant ( $p > 0.01$ ). In conclusion, Northern pike fish is suitable for emulsion type of food products as far as its emulsion properties are concerned. Moreover, the combination of salt and phosphate solutions with fish flesh may be helpful for further improvement of its emulsion properties.

**Key Words:** Northern pike, emulsion properties, emulsion capacity, emulsion stability, emulsion viscosity.

**Özet:** Bu çalışmada, turna balığı etinin bazı emülsiyon özelliklerine farklı konsantrasyonlarda tuz (NaCl) (% 0.0, % 1.0, % 2.0) ve fosfat ( $K_2HPO_4$ ) (%0.0, %0.25, %0.50) çözeltilerinin etkisi model sistemde incelendi. Turna balığı etinin protein oranı (%16.83), yağ oranı (%2.41), kül oranı (%0.82), kurumadde oranı (%20.16) ve pH değerleri (6.70) belirlendi. Balık eti ile tuz ve fosfat çözeltileri karışımlarından oluşturulan homojenizatların (slurry) pH değerleri 6.58-7.30 arasında değişti. Her bir slurry'dan hazırlanan emülsiyonların pH değerleri 6.81-7.87 arasında belirlendi. Burada, hem slurry hem de emülsiyon pH değerleri kullanılan fosfatın etkisiyle önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde yükseldi. Diğer taraftan tuz, pH değerleri üzerine azaltıcı etki gösterdi, ancak bu etki önemsiz ( $p > 0.01$ ) oldu. Turna balığı etinin emülsiyon kapasitesi (EK) 230.74-274.44 ml yağ/g protein arasında değişti. Burada, fosfat kullanımı EK değerlerini belirgin olarak ( $p < 0.01$ ) olarak yükseltti. Ancak tuz ilavesi EK değerlerini artırmakla beraber, bu değişim önemsiz ( $p > 0.01$ ) oldu. Emülsiyon stabilitesi (ES) %66.00-78.97 arasında belirlendi. Burada hem tuz hem de fosfat konsantrasyonundaki artış ES değerini yükseltirken ( $p < 0.01$ ), tuz'un birbirini takip eden konsantrasyonları arasında anlamlı bir değişim olmadı ( $p > 0.01$ ). Emülsiyon viskozitesi (EV) değerleri 1800-4600 mPa.s arasında değişti. Tüm uygulamalarda ilave edilen fosfat EV değerini önemli ( $p < 0.01$ ) oranda artırırken, tuzun EV'ni artırıcı etkisi istatistik olarak önemsiz ( $p > 0.01$ ) oldu. Sonuç olarak, turna balığı etinin emülsiyon tipi ürünlerin üretiminde, diğer birçok et çeşidine göre emülsiyon özellikleri bakımından elverişli olduğu belirlendi. Bununla beraber, teknolojik olarak emülsiyon özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla, hem tuz hem de fosfat kullanımının faydalı olacağı tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Turna balığı, emülsiyon özellikleri, emülsiyon kapasitesi, emülsiyon stabilitesi, emülsiyon viskozitesi.

### Giriş

Et ürünleri içerisinde emülsiyon teknolojisi uygulanarak elde edilen sosis, salam gibi ürünlerin üretiminde sığır, domuz, manda, kanatlı, koyun etleri ve yan ürünleri kullanılmaktadır. Bazı ülkelerde çeşitli balıklardan ve vejetaryenlerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere yalnız sebze un ve nişastalarından da sosis ve salam gibi ürünler üretilmektedir (Gökalp ve diğ. 1999).

Gerçek et emülsiyonlarında, temel emülsifayr madde tuzlu suda çözünebilir myofibriller proteinler ile suda çözünebilir sarkoplazmik proteinlerdir. (Gökalp ve diğ. 1990, 1999). Stabil bir emülsiyon oluşumunda emülsifayr olarak görev yapan bu proteinlerin başlıca fonksiyonu, yağ ile su

arasındaki yüzey gerilimini azaltmaktır (Haque ve Kinsella 1988, Nieuwenhuyzen ve Szuhaç 1998, Knipe 2004a). Ancak, bu tip emülsiyonlarda emülsiyonun fonksiyonel özellikleri mevcut et proteinlerinin miktarı, protein fraksiyonlarının birbirine oranı, konformasyonu, proteinin fonksiyonel grupları ve fiziko-kimyasal özellikler tarafından şekillenmektedir (Haq ve diğ. 1973).

Et emülsiyonlarının özelliklerini belirlemede, emülsiyon kapasitesi, emülsiyon stabilitesi, emülsiyon viskozitesi, emülsiyon jel kuvveti gibi parametrelere bakılmaktadır. Bu parametreler üzerine değişik araştırmalar yapılmıştır (Swift ve diğ. 1961, Carpenter ve Saffle 1964, Kato ve diğ. 1985, Haque ve Kinsella 1989, Karakaya 1990, Zorba 1990, Zorba ve diğ. 1993a, 1993b).

İyi bir et emülsiyonunun oluşmasında et proteinleri ve özellikleri çok önemli olmakla birlikte; emülsiyon pH'sı, iyonik şiddet, sıcaklık, karıştırma hızı, yağ çeşidi ve kullanılan katkı maddeleri gibi faktörler de etkilidir (Webb ve diğ. 1970, Haque ve Kinsella 1989, Karakaya 1990, Zorba 1990). Bazı araştırmalarda, model sistemler kullanılarak bu parametreler incelenmiştir (Carpenter ve Saffle 1964, Kolakowski ve diğ. 1977, Kato ve diğ. 1985, Gökalp ve diğ. 1990, Karakaya 1990, Zorba 1990).

Et emülsiyonlarının hazırlanmasında tuz ve fosfat kullanımı önemli avantajlar sağlamaktadır. Çünkü fosfatlar pH ve protein çözünürlüğü, tuz ise iyonik şiddet ve su tutma kapasitesi üzerine etkili olmaktadır. Ayrıca, tuz ve fosfatın birlikte kullanımı synerjistik etki göstermektedir (Paterson ve diğ. 1988, Knipe 2004b, Çakmakçı ve Çelik 1995).

Model sistemlerde et emülsiyonlarının özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar daha çok kasaplık hayvan etleriyle ilgilidir. Balık etlerinin emülsiyon özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bazı çalışmalar da (Rekhina ve diğ. 1974, Kolakowski ve diğ. 1977, Motohiro ve Sugiura 1980, Kim ve diğ. 1985, Hall ve Ahmad 1994, Huidobro ve diğ. 1997, Venugopal 1997, Altaga 1999, Namulema ve diğ. 1999, Sarma ve diğ. 1999, Sarma ve diğ. 2000, Mathew ve Shamasundar 2002, Capillas ve diğ. 2003) mevcuttur.

Balıklar ihtiva ettikleri besin öğeleri nedeniyle dengeli beslenmenin hemen hemen bütün gereklerini sağlayan bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Varlık ve diğ. 2004). Ancak, Rustad (2003), balık ve diğer su ürünlerinin verimli bir şekilde değerlendirilemediğini, bu nedenle su ürünlerinin insan beslenmesindeki payını arttırmak ve ekonomik kazancı yükseltmek için, bu ürünlerin katma değeri artırılmış işlenmiş ürünlere dönüştürülmesi gerektiğini bildirmektedir.

Balık etinden tat, koku ve aromasını değiştirerek üretilen balık sosisi, salamı, balık gevrekleri, balık cipsleri, balık krakerleri, köfte ve burger gibi ürünlerin birçok ülkede büyük oranda kabul gördüğü ifade edilmektedir (Göğüş ve Kolsarıcı 1992, Kolsarıcı ve Ensoy 1996).

Bu çalışmada, balık sosisi ve salamı gibi emülsiyon tipi balık ürünlerinin hazırlanması için hammadde olarak kullanılacak turna balığı etinin emülsiyon özelliklerine, ilave edilen tuz ve fosfatın etkisi model sistemde belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak Denizli ili Çivril ilçesi Işıklı Gölü'nden avlanan turna balıkları (*Esox lucius* L., 1758) kullanıldı. Balıklar avlanmayı takiben en kısa sürede soğuk ortamda laboratuara ulaştırıldı. Balıklar musluk suyu ile yıkandıktan sonra baş, iç organ, deri ve kemiksi yapılarından arındırıldı. Elde edilen balık etleri 3mm delik çapına sahip kıyma makinesinden geçirilerek kıyma haline getirildi. Kıyma haline getirilen turna balığı etinin, üç farklı ( %0.00, %0.25, %0.50 ) fosfat ( $K_2HPO_4$ ) ve üç farklı (%0.0, %1.0 ve %2.0) tuz (NaCl) konsantrasyonuna sahip çözeltileri kullanılarak, rafine mısır yağı ile oluşturdukları emülsiyonların özellikleri belirlendi. Her denemenin

başlangıcında materyalin genel kompozisyonu, et pH'sı ve "balık eti + çözeltili" (slurry) pH'sı tespit edildi. Balık etinin protein (Nx6.25), yağ, kül ve kuru madde oranları AOAC (1990)'e göre belirlendi. pH değeri Yamanaka (1989)'a göre, 10 g örneğin 50 ml saf su ile Waring blenderda (Waring Commercial Laboratory Blender - Waring Products Division U.S.A.) 1 dakika homojenize edildikten sonra dijital pH metrenin (WTW pH 330 / SET-1) elektrodu homojenizata daldırılarak ölçüldü. Slurry pH'sının belirlenmesi için, 25 g kıyma haline getirilmiş örnek 100 ml tuz-fosfat karışımı çözeltili ile yüksek hızda 3 dakika süreyle karıştırıldı ve dijital pH metrenin elektrodu bu karışıma daldırılmak suretiyle ölçüm yapıldı.

EK'nin belirlenmesi; Ockerman (1985)'in belirttiği, Zorba ve diğ. (1993b) tarafından modifiye edilen model sistem kullanılarak saptandı. EK'nin belirlenmesinde son nokta tayini, Webb ve diğ. (1970) tarafından geliştirilen metoda göre, elektrik iletkenliği ölçen bir Ohm-metre (Bew BE-360 TR Bultiester) yardımıyla yapıldı. Ayrıca kullanılan ohm-metrenin uçları grafik çizebilen bir yazıcıya (Perkin Elmer Model 056) bağlanarak emülsiyon oluşumu ve emülsiyonun kırıldığı nokta grafikten takip edildi. Emülsiyon kapasitesinin belirlenmesi için kıyma haline getirilmiş örnekten 25 g alınarak üzerine 100 ml tuz-fosfat karışımı çözeltili ilave edildi. Waring blender jarında 3 dakika yüksek hızda parçalama ile bir homojenizat oluşturuldu. Elde edilen homojenizatın 12.5 g'ı başka bir Waring blender jarına aktarılarak üzerine  $4 \pm 2$  °C'de 37.5 ml tuz-fosfat karışımı çözeltili ilave edildi. Bu karışım yavaş devirde 15 sn karıştırıldı ve üzerine 50 ml rafine mısır yağı ilave edildi. Özel olarak hazırlanan elektrot düzeneği blender jarına daldırıp ohm-metre ile yazıcı bağlantıları yapıldı. Sirkülasyonlu su banyosu (Poly Science Model 9005) vasıtası ile sıcaklığı  $8 \pm 1$  °C'ye ayarlanmış rafine mısır yağı 1 ml/sn akış hızıyla ilave edilirken aynı zamanda hızlı devirde emülsifikasyon işlemine başlandı. Yağ ilavesi sırasında emülsiyon viskozitesi yükselmeye başladı ve viskozite belli bir değere ulaştıktan sonra bir müddet aynı kaldı. Grafikte ani bir değişimin gözlemlendiği ve sistemin iki faza ayrıldığı kırılma noktasında yağ ilavesi durduruldu. Başlangıçta ilave edilen yağ miktarı ve emülsifikasyon işlemi sırasında ilave edilen yağ miktarı hesaplanarak, harcanan toplam yağ miktarı tespit edildi. Emülsiyon kapasitesi 1 g proteinin emülsifiye ettiği ml yağ olarak hesaplandı.

ES tayini; Gökalp ve diğ. (1995) belirttiği metoda göre yapıldı. Burada emülsiyon kapasitesi için uygulanan işlemler tekrar edilerek, emülsiyon kırılmayacak şekilde harcanan toplam rafine mısır yağı miktarı 80 ml'de sabitlendi. Oluşan emülsiyondan selüloz nitrat tüpler içine 20 g tartıldı ve tüpler su banyosunda 80 °C'de 30 dakika bekletildi. Isıl işlemden sonra tüpler soğutma sistemli santrifüje (Hettich universal 30 RF) yerleştirilip 1500 rpm'de 15 dakika santrifüj edildi. Santrifüj işleminden sonra, tüpler mezür üzerine huni yardımıyla ters çevrilerek yerleştirildi. 12 saat bekletildikten sonra ısıl işlemden geçmiş emülsiyondan ayrılan su ve yağ miktarları saptanarak hesaplama yapıldı.

Emülsiyon akışkanlığının bir ölçüsü olan emülsiyon viskozitesi (EV), Lopez de Ogaro ve diğ. (1986)'nin belirttikleri metoda göre yapıldı. Burada stabilite tayini için hazırlanmış ve

ısı işlem görmemiş emülsiyondan 20-25 g kadar kısmı selüloz nitrat test tüplerine aktarılıp, Brookfield RVDV-II+ model viskozimetrenin 7 nolu başlığı kullanılarak 10 rpm kayma hızındaki viskozite değeri 1 dakika içinde mPa.s cinsinden ölçüldü.

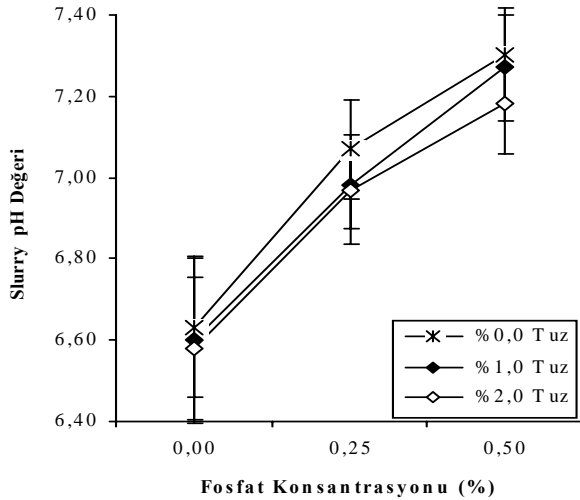
Emülsiyon pH'sının belirlenmesinde; emülsiyon stabilitesinin tespiti için oluşturulan emülsiyona dijital pH metrenin cam elektrodu doğrudan daldırılmak suretiyle ölçüm yapıldı. Tüm denemelerde ilave edilen ilk yağ miktarı, sıcaklık, akış hızı ve mikser devri aynı tutuldu. Emülsiyon oluşturmada kullanılan rafine mısır yağı piyasadan satın alındı. Yağ, çalışma süresince özelliklerinde değişiklik olmaması için kapalı durumda buzdolabında bekletildi. Analizlerde analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanıldı. Denemeler iki tekerrürlü ve üçer paralelli olarak yürütüldü.

Araştırmada elde edilen veriler, deneme planına uygun olarak hazırlanan tablolar halinde MINITAB for Windows Release 13® paket programında varyans analizine tabi tutuldu. Her bir uygulamadaki ortalamaların karşılaştırılması için Tukey testi kullanıldı.

## Bulgular

Turna balığı etinin başlangıçtaki genel bileşimi, ortalama %16.83 protein, %2.41 yağ, %0.82 kül, %20.16 kuru madde ve başlangıç pH değeri ise 6.70 olarak tespit edildi.

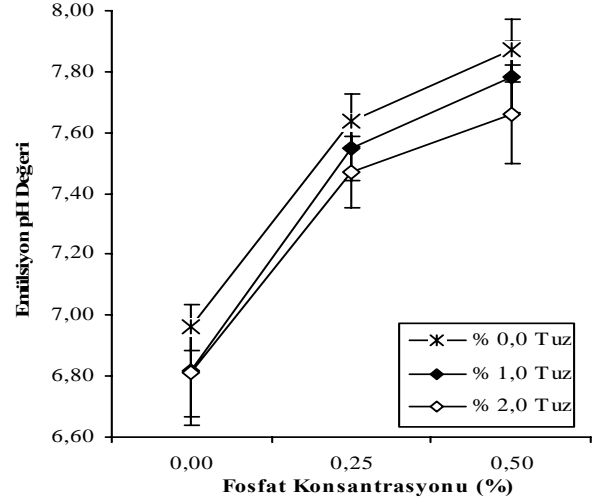
Turna balığı etinden hazırlanan slurry'lerin pH değeri, tuz kullanılmayan grupta başlangıçta ortalama 6.63 iken, fosfat konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak 7.30'a yükseldi. Benzer şekilde, %1.0 tuz çözeltisi içeren grupta 6.60'tan 7.27'ye, %2.0 tuz çözeltisi uygulandığında da 6.58'den 7.18'e yükseldi. Buna göre, en düşük değer %2.0 tuz ve %0.00 fosfat interaksyonunda (6.58), en yüksek değer ise %0.0 tuz ve %0.50 fosfat interaksyonunda (7.30) tespit edildi (Şekil 1).



Şekil 1. Turna balığı eti slurry pH'ının tuz x fosfat interaksyonuna göre değişimi.

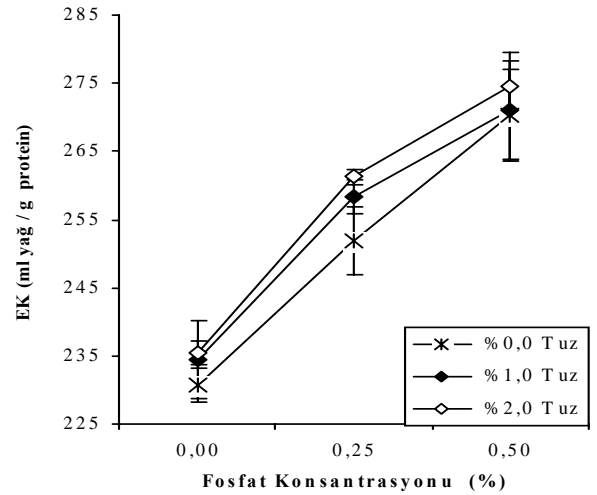
Turna balığı etinden hazırlanan emülsiyonun pH değeri, tuz uygulanmayan grupta 6.96-7.87 arasında belirlendi. Benzer şekilde, %1.0 tuz içeren grupta 6.82 den 7.78'e, %2.0 tuz içeren

grupta ise 6.81 den 7.66'ya yükseldi. (Şekil 2). Şekil 2'de görüldüğü gibi, en düşük değer %2.0 tuz ve %0.00 fosfat interaksyonunda (6.81), en yüksek değer ise %0.0 tuz ve %0.50 fosfat interaksyonunda (7.87) tespit edildi.



Şekil 2. Turna balığı eti emülsiyon pH'sının tuz x fosfat interaksyonuna göre değişimi.

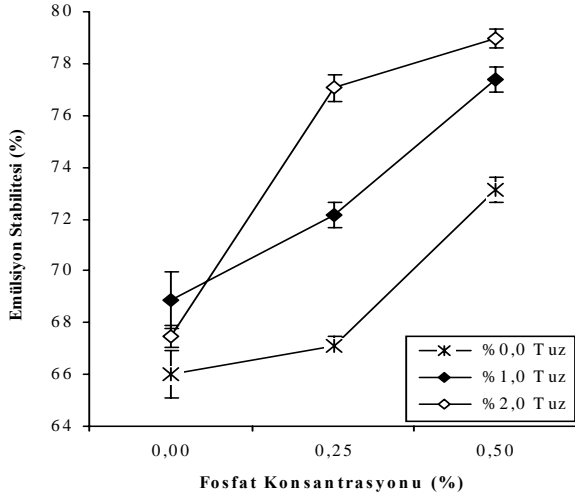
Turna balığı etinin EK değeri, tuz uygulanmayan grupta 230,74-270,26 ml yağ/ g protein, %1.0 tuz uygulanan grupta 234,45-271,12 ml yağ/ g protein ve %2.0 tuz uygulanan grupta ise 235.41-274.44 ml yağ/ g protein arasında değişti. Buna göre, en düşük EK değeri tuz ve fosfat kullanılmayan uygulamada (230.74 ml yağ/g protein), En yüksek ise %2.0 tuz ve %0.50 fosfat interaksyonunda (274.44 ml yağ/ g protein) belirlendi (Şekil 3).



Şekil 3. Turna balığı eti EK değerinin tuz x fosfat interaksyonuna göre değişimi.

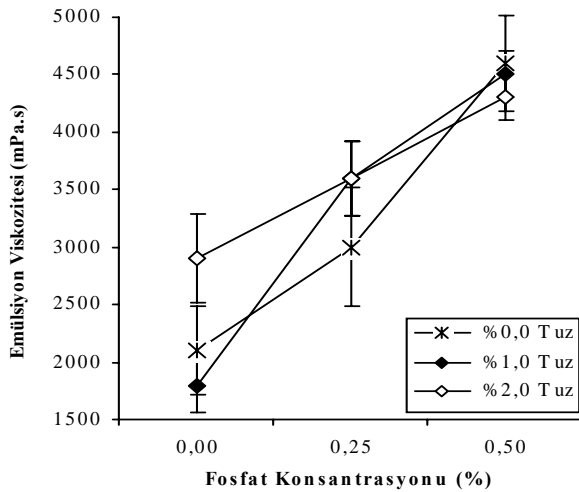
ES, emülsiyondan ayrılmadan kalan su ve yağ miktarının bir göstergesidir (Gökalp ve diğ. 1999). Tuz kullanılmayan grupta ES değeri % 66.00'dan %73.13'e , %1.0'lik tuz uygulanan grupta % 68.88'den %77.38'e, %2.0 tuz uygulanan grupta ise %67.44'ten %78.97'ye yükseldi. Burada en yüksek

ES değeri %2.0 tuz ve %0.50 fosfat interaksiyonunda (%78.97), en düşük ES değeri %0.0 tuz ve %0.00 fosfat interaksiyonunda (%66.00) belirlendi (Şekil 4).



Şekil 4. Turna balığı eti ES'nin tuz x fosfat interaksiyonuna göre değişimi.

Viskozite, akışkanın molekülleri arasındaki çekim kuvveti olarak tanımlanırken, bir başka deyişle akışkanın akıcılığa karşı gösterdiği dirençtir. Turna balığı etinin EV değeri, tuz kullanılmayan grupta 2100 - 4600 mPa.s, %1.0'lik tuz çözeltisi uygulanan grupta, 1800 - 4500 mPa.s'ye ve %2'lik tuz çözeltisi uygulanan grupta 2900 - 4300 mPa.s'ye arasında belirlendi. Bu sonuçlara göre, en düşük EV değeri %1.0 tuz ve %0.00 fosfat interaksiyonunda (1800 mPa.s), en yüksek EV değeri %0.0 tuz ve %0.50 fosfat interaksiyonunda (4600 mPa.s) belirlendi (Şekil 5).



Şekil 5. Turna balığı eti EV'nin tuz x fosfat interaksiyonuna göre değişimi.

## Tartışma ve Sonuç

Her üç tuz çözeltisi ile hazırlanan slurry'lerde, fosfat uygulaması pH'yı arttırmakla ( $p < 0.01$ ) beraber, %0.25'lik ve

%0.50'lik fosfat konsantrasyonları arasında önemli bir farkın olmadığı ( $p > 0.01$ ) belirlendi. Diğer taraftan tuz konsantrasyonunun artışı az da olsa slurry pH değerini azaltıcı etki gösterdi. Ancak bu etki, istatistik olarak önemli değildi ( $p > 0.01$ ). Çalışmada kullanılan  $K_2HPO_4$  bazik özellikte bir fosfat bileşimidir. Dolayısıyla ilave edildikleri ortamın pH'sını yükseltmektedir (Çakmakçı ve Çelik 1995, Knipe 2004a, 2004b). Bayrak (1997) yaptığı çalışmada benzer durumu ifade etmektedir. Fosfat konsantrasyonunun artışına bağlı olarak meydana gelen slurry pH değerlerinin artışı,  $K_2HPO_4$ 'ın bazik özelliğiyle ilişkilidir.

Emülsiyon pH değerleri, tuz uygulanmayan grupta, ilave edilen fosfatın etkisiyle önemli ( $p < 0.01$ ) derecede artarken, tuz konsantrasyonu %1.0 ve %2.0 olan gruplarda, fosfat uygulaması başlangıç değerine göre emülsiyon pH değerini önemli ( $p < 0.01$ ) derecede yükseltti. Ancak bu iki tuz grubunda, fosfatın iki konsantrasyonu (%0.25 ve %0.50) arasındaki değişim önemsiz ( $p > 0.01$ ) oldu. Diğer taraftan, tuz konsantrasyonundaki artış emülsiyon pH değerini nispeten azaltmakla beraber, bu değişim istatistiksel anlamda önemsiz ( $p > 0.01$ ) oldu. Karakaya (1990) ve Kaya (1997) çalışmalarında artan fosfat konsantrasyonuna göre emülsiyon pH'sının yükseldiğini tespit ederlerken, Karakaya (1990) emülsiyon pH'sındaki artışın, bazik karakterli  $K_2HPO_4$ 'den, ilave edilen yağdan, emülsiyon sırasında uygulanan işlemlerin kimyasal yapı üzerindeki etkilerinden kaynaklanabileceğini belirtmektedir. Artan fosfat konsantrasyonuna bağlı olarak emülsiyon pH'sında gözlenen artış söz konusu çalışmalardaki bilgilere uygunluk göstermektedir.

Tüm gruplarda ilave edilen fosfat miktarı EK değerini önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde arttırdı. Diğer taraftan ilave edilen tuz EK değerini yükseltti, ancak bu etki istatistik olarak önemli değildi ( $p > 0.01$ ). Yapılan çalışmalarda et proteinlerinin su tutma ve emülsiyon kapasitesi üzerine tuz ve fosfatların olumlu etkilerinin olduğu bildirilmektedir. Çünkü, tuz myofibriler proteinlerin çözülmesine ve sarkoplazmik proteinlerin kıvrımlarının açılmasına yardımcı olmaktadır. Fosfatlar ise et pH'sını izoelektrik noktadan uzaklaştırmakta, böylece su tutma ve emülsiyon kapasitesini arttırmaktadır (Knipe 2004a, Çakmakçı ve Çelik 1995, Gökalp ve diğ. 1999, Paterson ve diğ. 1988, Knipe 2004b). Elde edilen sonuçlara göre, turna balığı etinin en yüksek EK değeri %2.0 tuz ve %0.50 fosfat interaksiyonunda (274.44 ml yağ/ g protein) tespit edildi. Buna göre, bulgular yukarıda bahsedilen literatür bilgileriyle uyum göstermektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda, değişik tür ve organ etlerinin farklı konsantrasyonlardaki tuz ve fosfat ile oluşturdukları emülsiyonlar (Zorba 1990, Karakaya 1990, Kaya 1997, Bayrak 1997) ile bazı su ürünlerinin (Mathew ve Shamasudar 2002, Capillas ve diğ. 2003, Sarma ve diğ. 1999) EK değerleri, bu çalışmada belirlenen en yüksek EK değeri ile farklılıklar göstermektedir. EK değerlerindeki bu farklılıklar, Haq ve diğ. (1973)'ün belirttikleri gibi, her bir et çeşidi, protein fraksiyonlarının birine oranı, konformasyonu, proteinin fonksiyonel grupları ve fiziko-kimyasal özelliklerinden kaynaklanabilir. Bu çalışmada belirlenen EK değerinin,

özellikle tavuk eti ve keçi etinden (Kaya 1997, Bayrak 1997) yüksek olması, bazı koşullarda da sığır ve koyun etlerinin değerlerine yakın olması, turna balığı etinin emülsiyon tipi ürünlerin hazırlanmasında kolaylıkla kullanılabileceğini göstermektedir.

ES değeri, tuz uygulanmayan grup içinde %0.50 fosfat içeren uygulamanın diğer iki uygulamadan belirgin derecede ( $p<0.01$ ) daha yüksek oldu. Ancak, fosfat uygulanmayan ve %0.25'lik fosfat çözeltisi uygulanan grubun ES'leri arasında belirgin bir fark ortaya çıkmadı ( $p>0.01$ ). Diğer iki tuz grubunda tüm fosfat uygulamaları ES'ni önemli ( $p<0.01$ ) düzeyde artırdı. Tuzun ES üzerindeki etkisine bakıldığında, %2.0 tuz içeren grubun ES değeri, tuz uygulanmayan gruba göre önemli ( $p<0.01$ ) düzeyde yüksek iken, birbirini takip eden tuz konsantrasyonları arasında değişimin önemli olmadığı ( $p>0.01$ ) görüldü.

Et emülsiyonlarında fosfat kullanımı emülsiyona daha homojen bir yapı kazandırmakta, yağların daha iyi emülsifiye edilmesine yardımcı olmakta ve stabilite oranının yükseltmektedir (Çakmakçı ve Çelik 1995). Bu çalışmada, fosfat kullanımı tüm tuz gruplarında ES değerleri üzerine olumlu etki gösterdi ve en yüksek ES değerine %2.0 tuz ve %0.50 fosfat interaksyonunda ( % 78.97 ) ulaşıldı. Bu nedenle bulgular ilgili literatür bilgiye uygunluk göstermektedir.

Turna balığı etinin en yüksek ES değeri, daha önce yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında; sığır, koyun ve sığır kalp etlerinden (Zorba 1990, Karakaya 1990) düşük; tavuk eti, sığır baş eti, tavuk göğüs eti, tavuk but eti ve keçi etlerinden (Bayrak 1997, Kaya 1997, Karakaya 1990) yüksek; sığır kalp eti (Karakaya 1990) ile benzer bulundu. Buradaki farklılıkların temel nedeni, şüphesiz başta et çeşidi ve protein kompozisyonundaki farklılıklardır. Genel olarak, turna balığı etinin ES değerinin bir çok et çeşidine göre yüksek olması, stabil emülsiyon oluşturma bakımından avantaj olarak kabul edilebilir.

EV değeri, her bir tuz grubunda artan fosfat konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak önemli ( $p<0.01$ ) derecede yükseldi. Buna karşılık, uygulanan tuz konsantrasyonları arasında EV değeri bakımından fark olmadığı ( $p>0.01$ ) belirlendi. Fosfat kullanımının, balık etlerinden hazırlanmış karışımların su tutma kapasitesi ve protein çözünürlüğünü artırdığı ve tekstürel özellikleri geliştirdiği, çiğ balık jeline ilave edilen fosfatların son ürün tekstürünün gelişiminde etkili olduğu ifade edilmektedir (Kim ve diğ. 1985). Bu çalışmada da fosfat kullanımı EV'ni belirgin olarak yükseltti (Şekil 5). Daha önce yapılan benzer çalışmalarda EV değerleri, keçi etinde 6425-6613 cP arasında (Bayrak 1997); sığır etinde 5600 cP (Zorba 1990), sığır etinde 6800 cP, koyun etinde 6500 cP, tavuk etinde 6675 cP, sığır kalp etinde 5950 cP, sığır baş etinde 8050 cP ve sığır karaciğerinde 1950 cP (Karakaya 1990) olarak belirlenmiştir. Capillas ve diğ. (2003) mürekkep balığı et ekstraktının viskozitesinin hiç bir örnekte 2500 cP'ye ulaşmadığını, ahtapot etinde 3000 – 6000 cP arasında değiştiğini bildirmektedir. Buna göre, elde edilen sonuçlar diğer çalışmalardaki değerler ile hem benzerlik hem de farklılık göstermektedir. Bunun

nedeni, emülsiyon oluşumunda kullanılan et çeşitlerinin farklı olması, viskozite belirlenmesinde seçilen viskozimetre başlığı ve rotor hızının farklı olması olabilir. Diğer taraftan, Karakaya (1990) EV'nin ette bulunan bağ dokusu miktarıyla doğru orantılı olarak yükseldiğini bildirmektedir. Balık etinde bulunan bağ doku miktarı diğer kasaplık hayvan etlerine göre oldukça azdır (Göğüş ve Kolsarıcı 1992, Sikorski ve diğ. 2000, Gökoğlu 2002). Bu faktör dikkate alındığında, balık eti örneklerinden elde edilen EV değerlerinin diğer kasaplık hayvan etlerinden daha düşük çıkması beklenen bir sonuçtur.

Sonuç olarak, turna balığı etinin birçok et çeşidinde olduğu gibi emülsiyon tipi ürünlerin hazırlanmasında hammadde olarak kullanımı mümkün olabileceği, uygulanan tuz ve özellikle fosfatın, emülsiyon özellikleri üzerine olumlu etki yapacağı söylenebilir.

#### Kaynakça

- Altaga, G. 1999. Evaluation of Freeze -Dried Surimi from Tilapia and Fat Sleeper as Emulsifiers. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 2(4), 210-214
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15 th Edition. Heldrich, K.(Ed) Association of Analytical Chemists. Arlington, Virginia USA.1289p.
- Bayrak, R. 1997. Evaluation of the effect of oil temperature,  $K_2HPO_4$  and NaCl on various goat meat emulsion parameters (in Turkish). MSc. Thesis, Selçuk University, Institute of Natural and Applied Sciences, 56 p., Konya.
- Cakmakci, S. and I. Celik. 1995. Food Additives (in Turkish). Ataturk University, Agric. Fac. Pub. No:164, 249p., Erzurum.
- Capillas, C. R., A. Moral, J. Morales, and P. Montero. 2003. Viscosity and Emulsifying Capacity in Pota and Octopus Muscle During Frozen Storage. *J. Sci., Food, Agric.*, 83, 1168 – 1175.
- Carpenter, J. A. and R. L. Saffie. 1964. A Simple Method of Estimating the Emulsifying Capacity of Various Sausage Meats. *J. Food Sci.*, 29, 774 - 781.
- Gogus, A.K. and N. Kolsarici. 1992. Seafood technology (in Turkish). Ankara University, Agric. Fac. Pub. No:1243, 261p., Ankara.
- Gökalp, H. Y., H. Yetim, N. Selçuk, and Ö. Zorba. 1990. Meat emulsions and assessment of meat emulsions in model systems (in Turkish). *Gıda* 15 (1),21-27.
- Gökalp, H.Y., M. Kaya, Y. Tülek and Ö. Zorba. 1995. Quality control of meat products and laboratory guide (in Turkish). Ataturk University, Agric. Fac. Pub. No:751, 268p., Erzurum.
- Gökalp, H.Y., M. Kaya and Ö. Zorba. 1999. Meat products processing engineering (in Turkish). Ataturk University, Agric. Fac. Pub. No:786, 561p., Erzurum.
- Gokoglu, N. 2002. Seafood processing technology (in Turkish). Su Vakfı Pub. 157p., Istanbul.
- Hall, G. M., and N.H. Ahmad. 1994. Functional Properties of Fish Protein Hydrolysates. Chapter 9 Fish Processing Technology. Edit.Hall, G.M. Black Academic & Professional Published in North America by VCH Publishers, Inc., New York.309p.
- Haq, A., N.B. Webb, J.K. Whitfield, A.J. Howell, ve B.C. Barbour. 1973. Measurement of Sausage Emulsion Stability by Electrical Resistance. *J. Food Sci.*, 38, 1124- 1127.
- Haque, Z. and J.E. Kinsella. 1988. Emulsifying Properties of Food Proteins: Bovine Serum Albumin. *J. Food Sci.*, 53 (2), 416 – 420.
- Haque, Z. and J.E. Kinsella. 1989. Emulsifying Properties of Food Proteins: Development of a Standardized Emulsification Method. *J. Food Sci.*, 54, 39 - 44
- Huidobro, A., P. Montero, and A.J. Borderias. 1997. Emulsifying Properties of an Ultrafiltered Protein from Minced Fish Wash Water. *Food Chemistry* 61(3),339 – 343.
- Karakaya, M. 1990. Assessment of the attributes of meat emulsion of various species with oil and fat in a model system. (in Turkish). ). PhD. Thesis, Ataturk University, Institute of Natural and Applied Sciences, 60 p., Erzurum

- Kato, A., T. Fujishige, N. Matsudomi, and K. Kobayashi. 1985. Determination of Emulsifying Properties of Some Proteins by Conductivity Measurements. *J. Food Sci.*, 50, 56 – 62.
- Kaya, S. 1997. Properties of emulsions prepared with various old layer carcass meats and different salt and phosphate levels after cold storage (in Turkish). MSc. Thesis, Pamukkale University, Institute of Natural and Applied Sciences, 37 p., Denizli.
- Kim, D.S., Y. M. Kim, I.H. Kim, and B.J. Lee. 1985. Effects of Phosphate Complex on the Functional Properties of Fish Meat Paste. *Korean J. of Food Sci. and Tech* 17(4) 253-257.
- Knipe, C. L. 2004a. Meat Emulsions. (<http://www.ag.ohio-state.edu/meatsci/archive/meatemulsions.htm>.)
- Knipe, C. L. 2004b. Phosphates as Meat Emulsion Stabilizers. (<http://www.ag.ohio-state.edu/meatsci/archive/phoschap.html>.)
- Kolakowski, E., K. Lachowicz, and Z. Szybowicz. 1977. Studies on Fish Sausage Technology. I. Optimal Conditions for Comminuting Process. *Nahrung*, 21(7), 583-589.
- Kolsarıcı, N. and Ü.Ensoy. 1996. Surimi technology (in Turkish). *Gıda* 21 (6), 389-401.
- Lopez de Ogaro, M.D., F. Bercovich, A.M.R. Pilasof, and G. Bartholomia. 1986. Denaturation of Soybean Proteins Related to Functionality and Performance in a Meat System. *J. Food Tech.*, 21, 279.
- Mathew, S. and B.A. Shamasundar. 2002. Effect of Ice Storage on the Functional Properties of Proteins from Shark (*Scoliodon laticaudus*) Meat. *Nahrung / Food* 46 (4), 220-226.
- Motohiro, T. and S. Sugiura. 1980. Utilization of Soy Proteins in Fish Gel Products. V. Emulsifying Properties of a Mixture of Minced Fish Meat and Isolated Soy Proteins. *Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* 31 (3), 252-258.
- Namulema, A., J.H. Muyonga, and A.N. Kaya. 1999. Quality Deterioration in Frozen Nile Perch (*Lates niloticus*) Stored at -13 and - 27 oC. *Food Res. Int.*, 32, 151-156.
- Nieuwenhuyzen, W. V. and B.F. Szuhaaj. 1998. Effects of Lecithins and Proteins on the Stability of Emulsions. *Fett / Lipid* (7), 282 - 291.
- Ockerman, H. W. 1985. Quality Control of Post mortem Muscle Tissue, (Vol.1) The Ohio State University, Department of Anim. Sci. Columbus, OH., U.S.A.
- Paterson, B.C., F.C. Parrish Jr., and M.H. Stromer. 1988. Effects of Salt and Pyrophosphate on the Physical and Chemical Properties of Beef Muscle. *J. Food Sci.*, 53, 1258 - 1265
- Rekhina, N.I., V.G. Budina, and Z.V. Baral. 1974. Use of Phosphates In Manufacture of Fish Sausages. *Trudy-Vsesoyuznogo-Nauchno-Issledovatel'skogo-Instituta-Morskogo-Rybnogo-Khozyaistva-I-Okeanografii*, 95, 54-58.
- Rustad, T. 2003. Utilisation of Marine by-Products. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* [http://ejeafche.uvigo.es/2\(4\)2003/010242003.pdf](http://ejeafche.uvigo.es/2(4)2003/010242003.pdf).
- Sarma, J., L.N. Srikar, and R.G. Vidyasagar. 1999. Effect of Ice Storage on the Functional Properties of Pink Perch and Oil Sardine Meat. *J. Food, Sci., Agric.*, 79, 169-172.
- Sarma, J., R.G. Vidyasagar, and L.N. Srikar. 2000. Effect of Frozen Storage on Lipids and Functional Properties of Proteins of Dressed Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*). *Food Res. Int.*, 33, 815 – 820.
- Sikorski, Z.E., A. Kolakowska, and B.S. Pan. 2000. The Nutritive Composition of the Major Groups of Marine Food Organisms. *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*. Edited. Sikorski, Z. E., Ph. D., D.Sc. Chapter 3 CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.
- Swift, C.E., C. Locker, and A.J. Fryar. 1961. Comminuted Meat Emulsions– The Capacity of Meat for Emulsifying Fat. *Food Tech.*, 15, 468 – 473.
- Varlık, C., N.Erkan, Ö. Özden, S. Mol, and T. Baygar. 2004. Seafood processing technology (in Turkish). Istanbul Uni. Pub.No:4465 Fisheries Fac. No:7, 491p., Istanbul.
- Venugopal, V. 1997. Functionality and Potential Applications of Thermostable Water Dispersions of Fish Meat. *Food Sci., Tech.*, 8, 271 – 276.
- Webb, N.B., J. Ivey, H.B. Craig, V.A. Jones, and R.J. Monroe. 1970. The Measurement of Emulsifying Capacity by Electrical Resistance. *J. Food Sci.*, 35, 501 – 1366.
- Yamanaka, H., 1989. Changes in Polyamines and Aminoacids in Scallop Adductor Muscle During Storage. *J. Food Sci.*, 54 (5), 1133 – 1135.
- Zorba, Ö. 1990. Assessing the effect of oil temperature, phosphate, and salt levels on various emulsion properties of fresh and frozen beef in a model system (in Turkish). MSc. Thesis, Ataturk Uni., Institute of Natural and Applied Sciences, 74 p., Erzurum.
- Zorba, Ö., H.Y. Gökalp, H. Yetim, and H.W. Ockerman. 1993a. Salt Phosphate and Oil Temperature Effects on Emulsion Capacity of Fresh or Frozen Meat and Sheep Tail Fat. *J. Food Sci.*, 58 (3), 492- 496.
- Zorba, Ö., H.Y. Gökalp, H. Yetim, and H.W. Ockerman. 1993b. Model System Evaluations of the Effects of Different Levels of K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, NaCl and Oil Temperature on Emulsion Stability and Viscosity of Fresh or Frozen Turkish Style Meat Emulsions. *Meat Sci.*, 34, 145 – 161.