

## Surimi Teknolojisi

Şükran Çaklı<sup>1</sup>, Hünkar Avni Duyar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, 35100 Bornova-İzmir, Türkiye.

<sup>2</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Van, Türkiye.

**Abstract : Surimi Technology.** Since the early 1940s, surimi technology and those products based on this technology have been developed in the Far East, the USA, the European Countries. Unfortunately food production based on surimi technology does not exist in our country. These factors are responsible for the development of surimi technology in the Far East, USA and Europe .The possibility of using non-economic and less-profitable species as a raw material. If frozen, surimi will have a long shelf live as well as keeping its high protein content. There are wide variety of products output when different technologies used and varies materials are added .Surimi is a Japanese general term. Most species used in this production are *Therogro cholocogrammaotör* and *Uronophcis chussotör*. Its production involves the removal of fat, blood and smelly parts from minced fish meat and washed in cold water over and over to increase its miyofibre protein concentration. After this process the characteristic taste of fish is caused by aminoacids, ribonucleic acids, organic bases, glucose and organic acids is completely removed. In this study, a flow chart for surimi production ,its microbiological properties during production, application of HACCP in the production of surimi(such as using fat and dark fish meat) formulations for making it tasty and quality control analysis of surimi and surimi based product.

**Key Words:** Surimi, technology, additives, quality, Alasca pollac

**Özet:** 1940'lı yılların başlarından beri surimi teknolojisi ve bu teknolojiye dayanan ürünlerin geliştirilmesi Uzak Doğu, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkelerinde devam etmektedir. Türkiye'de ise henüz bu teknolojiye dayanan gıda üretimi mevcut değildir. Uzak Doğu, Amerika ve Avrupa ülkelerinde ekonomik olmayan ve az ekonomik olan türlerin hammadde olarak başarılı bir şekilde kullanılabilmesi; dondurulmuş suriminin uzun raf ömrüne ve oldukça yüksek fonksiyonel protein içeriğine sahip olması; çeşitli teknolojik işlemler ve katkı maddelerinin ilavesiyle surimi ve surimiye dayalı ürünlerin üretilebilmesi gibi faktörler surimi teknolojisini geliştirmiş ve sağlamıştır. Surimi, japonca genel bir terimdir. Balık kas proteininin yağ konsantrasyonu surimi olarak tanımlanmaktadır. Üretimde en çok kullanılan türler Alaska mezgiti (*Therogro cholocogrammaotör*) ve kırmızı berlam (*Uronophcis chussotör*) balığıdır. Surimi imalatı; yağ, kan ve kokulu maddeler gibi istenmeyen maddelerin kırılmış balık etinden çıkarılması ve miyofibriller proteinin konsantrasyonunu artırmak için kırılmış balık etinin soğutulmuş su ile tekrar tekrar yıkanmasıdır. Bu işlemler sonucunda aminoasitlere, ribonükleotidlere, organik bazlara, şekerlere ve organik asitlere dayanan karakteristik balık tadı hemen hemen tamamıyla ortadan kaldırılır. Bu çalışma içerisinde, surimi üretim akış şeması, surimi üretiminde göz önünde bulundurulması gereken mikrobiyolojik kriterler, HACCP kavramının surimi imalatına uygulanması, surimi imalatında işleme yenilikleri (yağlı ve koyu etli balıklardan surimi imalatı, konsantre ekstraların imalatı, tatlandırma formülasyonları), surimi ve surimiye dayalı ürünlerin kalite kontrol analizleri verilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Surimi, teknoloji, katkı maddeleri, kalite, Alaska pollac

### Giriş

Kırılmış balık etinin su ile yıkandıktan

sonra suyunun süzülmesi, şeker ve polifosfat ile tamamen karıştırılması ve dondurulması ile oluşan ürün "dondurul-

muş surimi" olarak bilinir. Gerekli işlem aşamalarından geçirilmiş yaygın kullanımı kabul edilen kıyılmış balık eti anlamına gelen Japonca bir kelimedir. Dondurulmuş surimi daha çok Alaska mezgiti'nden (*Therogro cholocogrammatör*) yapılır. En çok Japonya'da geniş kullanımı olan balık jeli ürünleri kamaboko, nerisehin, chikuwa, hanpen, kanibo, kanikame, naruto, satsuma-age, shio-surimi şeklindedir.

"Kamaboko" genellikle balık jeli ürünlerini temsil eden Japonca bir kelimedir. Kamaboko türleri; boru biçiminde ızgarada pişirilmiş "chikuwa", kızgın yağda kızartılmış "satsumage" ve diğerleridir. Yengeç tadındaki ürünler kani (crab) kamaboko diye adlandırılır. Balık sosisleride genellikle surimi içerir.

Kamabokonun ilk görünüşüne ait dökümanlar 1115 yılına aittir. Daha sonra, 1528'de kamoboko üretim yöntemi bir yemek kitabında açıklanmıştır. Kamaboko ürünlerinin ticari şekli 19.yy da az yakalanan balıkların kullanılmasıyla küçük miktarlarda başladıysa da modern kamaboko endüstrisinin gelişmesine temel teşkil etmiştir. Trol balıkçılığının gelişimi ile balık yakalama miktarı artmıştır. Ham materyalin artışının sağlanması ile kamaboko üretimi 1910' larda 1000 ton dan 1940 yılında 185.000 tona yükselmiştir. Bu 30 yıl boyunca kamaboko fabrikaları sayısında büyümüştür.

Kamaboko teknolojisi bu zamanda ekseriyetle el deneyimine bağlı bir sanattır. Bununla birlikte bazı laboratuvarlar surimi teknolojisi üzerine çalışmaya başladılar. Kamabokonun teknolojik olarak gelişmesi 1945 yılına kadar devam etmiştir (Lanier ve Lee., 1992)

1960'lardan önce özellikle Hokkaido adasını çevreleyen sularda 300.000 ton Alaska mezgiti yakalanıyordu. Bu balığın değeri havyarı ile sınırlıydı ve bunu zenginler tüketiyordu. Havyarı çıkarıldıktan sonra kalan balık atıklarının

ortadan kaldırılması Alaska mezgiti endüstrisi için bir sorun olmuştu. Nishiya (1959), suriminin dondurulmuş halde depolama sırasında kas proteinlerinin stabilitesinin tekniğini keşfettiler. Kıyılmış balıkta suda çözünmüş bileşiklerin yıkılarak giderilmesi ve şeker bileşikleri, polifosfat gibi krioprotektanların eklenmesi ile fonksiyonel özelliklerin dondurulması ve donmuş olarak depolanması yöntemi geliştirildi. Aynı zamanda diğer bir donmuş surimi çeşidi ise Ikeuchi ve Simidu (1963) tarafından keşfedilmiştir. Bu araştırmacılar surimiye % 2 tuz ve %10 şeker eklemişler ve "tuz eklenmiş surimi" olarak adlandırmışlardır.

Surimiden yapılan ürünlerin büyümesine paralel olarak kamaboko endüstrisinin yapısı da büyümüştür. Kamaboko fabrikaları geniş alanlara yayılmış ve yeni imal teknikleri ile donatılmıştır. Kamaboko üretimi 1954'te 268.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Kamaboko ve balık sosisinin toplam üretimi 1960'da 509.000 tondan 1973'de 1.187.000 tona yükselmiştir (Lanier ve Lee, 1992).

Surimi ve surimi kaynaklı ürünlerin Japonya'da yüzyıllardan beri üretim ve tüketimi olsa da Avrupa ve Amerika ülkelerinde surimi kaynaklı ürünlerin üretim ve tüketimi çok yakın zamanlarda başlamıştır. Avrupa'da Hollanda, Fransa, İtalya ve Belçika'da yoğun üretimleri yapılmaktadır.

**Tablo 1.** Dünya surimi üretimi (De' Franssu, 1992), (1000 ton)

| Ülkeler      | 1988 | 1990 | 1992 |
|--------------|------|------|------|
| Japonya      | 287  | 235  | 200  |
| Amerika      | 57   | 160  | 180  |
| Kore         | 50   | 60   | 60   |
| Tayland      | 20   | 25   | 25   |
| Yeni Zelanda | 28   | 20   | 25   |
| Rusya        | 15   | 15   | 30   |
| Diğerleri    | 10   | 15   | 30   |
| TOPLAM       | 467  | 530  | 540  |

Batının surimi yapım işine girişi nispeten yeni bir olaydır. Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Avustralya' da surimi ve surimiye dayanan ürünler için ortaya çıkan pazar ve bu bölgelerin surimi üretimine uygun balık türlerini kontrol altında bulduklarını anlamaları, yalnızca mevcut surimi teknolojisine önemli miktarda yatırım yapılmasına yol açmakla kalmamış aynı zamanda yeniliklerin ortaya çıkmasını da sağlamıştır. Bu sektörde üretimde en büyük payı Malezya, Kore, Singapur ve Japon firmaları almaktadır. Asya bu tür ülkeler için büyük bir potansiyeldir. Avrupa pazarında son 5-6 yıldır bu ürünler görülmektedir. Malezya ve Koreli firmalar kıyasıya rekabet içerisinde. Surimi üretiminde en çok kullanılan balık Alaska mezgiti (*Therogro cholco-grammaotör*) ve kırmızı berlam (*Uronophcis chussotör*) balığıdır. Pasifik mezgiti (*Merluccius vulgaris*) surimi ürünleri için istenilen kriterlerin çoğunu karşılamaktadır. Pasifik mezgiti bol av vermesi ve pazarı olmaması nedeniyle surimi için caziptir. Araştırmacılar mavi tilapia (*Aerochromis oereus*)' nında surimi üretimin de kullanılabileceğini belirtmekle beraber yaygın kullanımı şimdilik yoktur. Türkiye denizlerinde bol av veren sardalya (*Sardinella pilchardusotör*) balığının surimi üretiminde kullanılabileceği belirtilmektedir (Lanier ve Lee,1992). Türkiye' de avlanan mezgit, tavuk ve kirlangıç gibi balıklar surimi üretiminde kullanılabilseler de bu balıklar bol av vermemektedir. Türkiye' de surimi ve surimiye dayalı ürün teknolojisi henüz mevcut değildir. Ancak gelişen su ürünleri işleme teknolojisi sektörü içinde işletmelerin yeni teknolojileri uygulama çabalarının olduğu görülmektedir (Yetim ve Aras, 1994). Dünya literatürleri incelendiğinde ise surimi ve surimiye dayalı ürün teknolojisi konusunda pek çok çalışmanın olduğu görülmektedir. (Lee 1977, Lee ve Kim

1986, Chen 1987, Chung ve Lee 1990, Schubring 1995)

**İmalat Teknolojisi:** Surimiye dayalı jel ürünleri, şu anda az kullanılmakta olan balık türleri için en uygun gıda uygulamasını temsil etmektedir. Bunun nedeni teoride, her balığın türüne, şekline, boyuna ve hatta bazı durumlarda tazeliğine bakılmaksızın surimi üretimi için kullanılmasıdır.

Her balık türü surimi yapımı için uygundur. İdeal olanı balıkların iyi jel-formasyonları olmasıdır. Böylece ideal esnek doku,tat ve beyaz görünüş elde edilebilir. Hamur haline gelmiş ürünlerdeki kalite; parlaklık, tat ve esnek doku ile değerlendirilir. Endüstriyel olarak çiğ balık materyali hem bol bulunmalı hem de fiyatı düşük olmalıdır.

Surimi yapımı prensip olarak her balık için aynıdır. Fakat bazı balıklarda farklılık gösterebilir. Hammadde olan balığın yapım prosesine girmeden önce düşük sıcaklık yada yarı-donmuş şartlarda tutulması gerekmektedir. Donmuş balıklar kullanılacaksa balıklar oda sıcaklığında yada suda çözülmelidir. Hızlı çözülme için havadan daha iyi ısı iletkeni olan suda, donmuş balıklar çözülebilir. Mikrodalgalarda hızlı çözündürme için kullanılmaktadır. Çözünmüş balık hemen kullanılmalıdır.

Alaska mezgitini dondurmak yerine en iyisi balık yakalandıktan hemen sonra işleme tabi tutulmasıdır, fakat bu her zaman mümkün olmayabilir. Bu nedenle balık yakalandıktan hemen sonra buzlu suda bekletilmelidir. Taze ve çözündürülmüş balıklarda, baş ve iç organların balıktan hemen uzaklaştırılması gerekir. Bunlar surimi kalitesini bozar. Baş ve iç organları ayıklanan balık çok iyi yıkanmalıdır. Böylece geri kalan kan, iç organlar, pullar vb. uzaklaştırılmış olur. Yıkama makinaları naylon fırçalarla ve metal ağlarla donanmış olmalıdır. Böylece pullar ve diğer artık maddelerin

uzaklaştırılması kolay olur. Yıkama işlemi buzlu suda yapılmalıdır. Etlerin ayrılması el ile parçalanarak veya fileto şeklinde olur. Bu işlem; döner, tırtılı ve stamp (bastırarak) tip makinalarda da yapılabilir. Kemik ve deri ayrılır. Kıyılmış balık soğuk su ile defalarca yıkanır. Yıkama tankları karıştırıcı ve vakum pompa ile donatılmalıdır. Surimi imalatında yıkama, en önemli basamaklardan biridir. Jel-formasyon kabiliyetini artırır. Kıyılmış balığın yıkanması ile sağlanan faydalar; suriminin elastikiyetini artırarak yağ, deri, kan gibi artıkların uzaklaşmasını sağlamak, balık yeteri kadar taze değilse kötü kokuların uzaklaşmasını sağlamak, surimi dondurulacağı zamanki dondurmada kaynaklanan zarara dayanıklılığı artırmaktır. Yıkamanın dezavantajı ise; suda çözünür proteinler ve aromanın kaybolmasına neden olmasıdır. Yıkamadan sonra et dokularından su uzaklaştırılmalıdır. Etteki su miktarı % 85'e kadar düşürülmelidir. Suyun alınması preslerde ve santrifüjlerde yapılır. Suyu uzaklaştırılan et, et parçalayıcı sisteme verilir ve parçalanmış

ürün elde edilir. Parçalanmış olan ürün daha sonra süzülmalıdır. Parçalama ve süzmeden sonra parçalanmış eti daha düzgün hale getirmek ve ilave edilen maddelere daha düzgün yapı kazandırmak, daha iyi karıştırmak için et, bir havana gönderilir. Öğütme ve karıştırma surimi prosesinin en önemli iki aşamasıdır ve üç basamak halinde yapılır. Birincisi; balık etinin katkı konulmadan öğütülmesidir. Bu basamak et hücrelerini öldürür. Böylece proteinlerin denatürasyonu ikinci adımda eklenen tuz ile daha da kolaylaşır. Öğütmenin etkisi morina gruplarına ve dokuları katılmış balıklara daha çok etkilidir. Bu işlem çabuk yapılmalıdır aksi takdirde jel-formasyon kabiliyeti azalmaktadır. İkinci basamakta tuz eklenir. Yoğrulmuş ürünün elastikiyeti düşer. Üçüncü basamakta ise surimi hamuruna şeker, nişasta ve aroma vericiler katılır. Jelatin değerini yükselten KBrO ve CaCl<sub>2</sub> bu basamağın sonunda eklenmelidir. Son ürün surimi yada parçalanmış balık hamurudur. Dondurulacaksa bloklar halinde derin dondurucularda tutulur.

|   |  |
|---|--|
| HAM MATERYAL<br>BAŞ VE BARSAKLARIN ALINMASI | buzlu suda yıkama ve soğutma<br>Buzlu suda yıkama  |
| ET KEMİK AYRIMI<br>KIYILMIŞ ET<br>YIKAMA    | sırasıyla %0.2 ve %0.3 tuz ilave edilerek<br>buzlu suda iki kez iyice yıkama<br>i) suyun direne edilmesi<br>ii) fazla suyun kıyılmış etten uzaklaştırılması  |
| SUYUN UZAKLAŞTIRILMASI                      |  |
| YIKANMIŞ ET<br>SÜZME<br>KARIŞTIRMA          | yıkanmış et %3-5 şeker ve %0.2 polifosfat ile<br>karıştırılır<br>10 kg'lık standart ticari polietilen<br>ambalajlarla paketleme<br>-30 <sup>o</sup> 'de<br>Karton kutulara konur ve -18-20°C'de<br>muhafaza edilir |
| PAKETLEME                                   |  |
| HIZLI DONDURMA<br>DONDURULMUŞ SURİMİ        |  |

Şekil 1. Surimi üretim şeması

**Yağlı ve Koyu Etli Balık Türlerinden Surimi Üretimi:** Japonya'da son yıllarda sardalya ve Pasifik uskumrusundan iyi kalitede surimi üretmek için önemli bir çaba gösterilmiştir. Çünkü Alaska mezgiti kaynağına ulaşmak ABD'nin 200 millik balık koruma alanı ile sınırlandırılmıştır. Aynı şekilde, dünya çapında balık unu için baskı altına alınmış fiyatlar "sanayii balık" türleri için daha yüksek değerli kullanımların geliştirilmesi üzerine yeni bir vurgu yerleştirilmiştir. ABD'de Atlantik ve Meksika Körfezi'nin bir cins Ringa balığı (Menhaden) surimi üretimi için potansiyel bir kaynak olarak incelenmiştir. Aynı şekilde, Kuzey Atlantik Kefali ve benzeri türler Kanada ve Norveçli gruplar tarafından surimi araştırma projeleri için hedef olarak alınmıştır.

Bu yeni çalışmalar, surimi imalatında birçok yeni teknolojik gelişmeyle sonuçlanmış olup yağlı koyu etli türlerin, ilk önceleri sanıldığından daha kaliteli surimi üretmek için kullanılabilirliğini göstermiştir (Ishikawa, 1978., Shimizu ve diğ.1981., Roussel ve Cheftel, 1990).

Kırmızı etli balıklardan yapılan koyu renkli surimi düşük bir ticari değere sahiptir. Çünkü uygun olduğu gıda uygulamaları sınırlıdır. Balığın tazeliği denaturasyon nedeniyle bozulduğundan dolayı daha az çözünür hale gelmelerine rağmen, açık renkli etteki demir proteinleri surimi imalatı sırasında kolaylıkla süzdürülebilir. Bununla birlikte koyu ette, demir pigmentleri çok daha zor çıkarılır, çünkü kas yapısı beyaz etten çok daha sert ve sıkıdır. Dolayısıyla çıkarılması gereken çok daha fazla pigment vardır. Koyu etli balıklardan elde edilen etin genellikle zayıf olan jel oluşturma kabiliyetine katkıda bulunması muhtemel önemli bir faktörde söz konusu etin düşük son pH'ıdır. Sardalya ya da uskumrunun et pH'ı ölüm sonrası hızla yaklaşık olarak 5.8'e düşer. Bunun nedeni koyu etli türlerde ölüm anında etteki daha büyük

glikojen rezervlerinden kaynaklanan daha yüksek laktik asit konsantrasyonudur. Koyu etli balıklar genellikle pelajiktir ve uzun süreli göç yüzüşlerine dayanabilmek için yüksek glikojen rezervleri muhafaza etmek zorundadır. Etin pH'ının 6-8 in dışında olması halinde ise esnek jeller oluşturulamaz.

Koyu renkli balık etinin jel oluşturma kabiliyetinin zayıf olmasına neden olan ikinci bir faktör de daha yüksek sarkoplazmik protein muhtevasıdır. Sardalya ve Pasifik uskumrusu gibi koyu etli türlerden elde edilen kırmızı et beyaz etin ihtiva ettiği miyofibriler proteinin yalnızca % 60-70 kadarını ihtiva eder. Yağlı balıklarda surimi üretimi beyaz etli balıklardaki surimi üretim şekline benzer. Bununla birlikte, koyu etli türlerin jel oluşturma kabiliyetini arttırmak için geliştirilen bir işlem olan "Alkalin salin süzdürmesi" metodu bildirilmiştir (Shimizu, 1965). Bu işlem, kıyılmış balık etini ara sıra karıştırmak sureti ile 15-20 dk. kadar yaklaşık olarak 4 hacim soğuk tuz solüsyonu (iyonik kuvveti 0.05 ve son pH'sı 6.8-7.3 dizisinde olan %0.2 NaHCO<sub>3</sub> içerisinde %0.15 NaCl) içerisinde tutulmasını gerektirir. Malzeme kaptan boşaltılır ve eleklerden geçirilerek suyu alınır. Gerekirse suda yada % 0.2-0.3 NaCl'de bir yada iki defa daha süzdürülebilir. Bütün süzdürme işlemi sırasında sıcaklık 10°C'nin altında tutulur (Shimizu ve diğ.1979).

Son yıllarda Japonya da geliştirilmekte olan yeni bir işleme yöntemi, koyu etli yağlı balık türlerinden elde edilen suriminin rengini açmayı, tadını ve jel oluşturma kabiliyetini artırmayı başardıklarını bildirmektedirler (Tokanaga ve Nishioka, 1988). Yeni geliştirilen bu sistem konvansiyonel surimi işlemeden 3 şekilde ayrılır; birincisi, et süzdürmeden hemen önce vakumlu bir homojenizatör ile miyofibril seviyesinde (1-2 cm kalınlıkta) çok küçük parçalara ayrılır. Bu

işlem "mikronizasyon" diye adlandırılmıştır. Partikül azaltılması, yağın ve proteinlerin oksitlenmesinin azaltılması için yaklaşık olarak 10 mmHg'lık bir büyük vakum altında et partikülleri süzdürme ortamında asılı olduğu halde gerçekleştirilir. Çok ince partikül boyu, suda çözünen maddelerin çabuk uzaklaştırılması ile yağların kolay ayırımına olanak sağlar. Bununla birlikte konvansiyonel eleme bu gibi küçük parçacıkları tutmayacağından dolayı, süzdürmenin tamamlanmasını takiben proteinin yeniden kazanılması için bir dekantör santrifüjü yada mikro elek ekipmanı kullanılmaktadır.

Bu işlem için ikinci önemli fark noktası, süzdürme ortamı olarak bir NaCl ve NaHCO<sub>3</sub> (sırası ile % 0.05-0.1 ve %0.1) karışımının kullanılmasıdır. NaHCO<sub>3</sub> ticari işlemdeki gibi, miyofibriller proteininin denaturasyonunda kaçınmak için sardalye etinin pH'sinin düzenlenmesi amacı ile kullanılır. NaCl ise aktomyosinin, myosin ve aktin olarak

ayrıştırılmasının sağlanması ve bu suretle jel oluşturma kabiliyetinin artırılması için ilave edilir. Bu yeni işlemi diğerlerinden ayıran üçüncü özellik ise süzdürme yöntemidir. "Vakumlu süzdürme" diye adlandırılan yöntem ile surimide artan renk, tat ve koku çıkarımı ve yağ muhtevasının azaltılması sağlanabilir.

#### Surimi Teknolojisinde Kullanılan Formülasyonlar (Katkı Maddeleri):

Surimi birincil olarak miyofibriller kas protein konsantresidir; tuz, su ve sıcaklık tarafından çözündürülmüştür. Bu jel, surimi hidrojelinin devamlı matrixiyle şekillenmiştir. Suriminin miyofibriller proteinleri jel matrixiyle şekillenmiştir. Suriminin miyofibriller proteinlerinden jel matrixinin oluşumu, eklenen katkı maddeleri ve miyofibriller proteinler arasındaki interaksiyonlar, pH, zaman/sıcaklık ilişkisi, ve miyofibriller protein konsantrasyonunun içeriği gibi bir çok faktöre bağlıdır (Lanier, 1990., Lee, 1990).

**Tablo 2.** Devamlı jel matrixinin oluşumu için kullanılan katkı maddeleri

| <u>Nişasta</u> | <u>Kas haricindeki proteinler</u> | <u>Hidrokolloidler (Gumlar)</u> | <u>Selüloz(Toz)</u> |
|----------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------|
|                | Yumurta akı                       | Karragenin                      |                     |
|                | İzole edilmiş soya proteini       | Alginat                         |                     |
|                | Buğday gluteni                    | Metil selüloz                   |                     |
|                | Süt protein konsantresi           | Jelatin                         |                     |
|                | Plazma protein                    |                                 |                     |
|                | Nişasta protein sistemleri        |                                 |                     |

**Nişasta:** Surimi ve surimiye dayalı ürünlerde geniş bir kullanım alanı olan maddedir. Nişastanın jel kuvveti üzerine etkisi, donma ve çözünme stabilitesi ve fiyatı, nişasta tipinin seçimini etkileyen faktörlerdir. Belirli bir jel oluşturma etkisine sahip nişastalar; buğday, mısır (%50-75 amilopektin) ve patates nişastasıdır. Kullanılan nişastanın düzeyi %5-8 arasında değişebilir. Maximum jel

kuvvetini belirlemek için gereken optimum düzey nişastanın tipine göre değişir. Aşırı düzeyde nişasta eklendiğinde (surimi ağırlığının %8'den fazla) kısa bir elastikiyet ve sertlikle birlikte bazen peynir gibi yapışkan bir ürün elde edilir. Aynı zamanda yapı devamlı katı kalır (Chen, 1987). Nişastanın jel kuvvetini etkileyen faktörler; nem, pişirme sıcaklığı ve diğer katkı madde-

lerinin varlığı olarak sayılabilir. Nem düzeyinin %75-81 arasındaki düzeylerde olduğunda nişastanın jel kuvvetine etkisinin dikkat çekici bir şekilde azaldığı Lee ve Kim (1986) tarafından bildirilmiştir.

**Yumurta akı:** Yumurta akı surimi ağırlığının %3-10 düzeylerinde (kuru formunda %3'den daha az) hem kuru formda, hem de dondurulmuş materyalde ve analog üründe en çok kullanılan katkı maddesidir. Dondurulmuş materyalde kullanıldığında yumurta akı % 6'lık düzeyde jel kuvvetini artırır (Chen, 1987) ve jelin daha parlak ve beyaz bir görünüm almasını sağlar. Yumurta akının jel kuvvetine etkisi, düşük sıcaklıklarda (0-40°C) yarı pişirme uygulandığı zaman daha önemli olur (Okada, 1964). Buna karşın yüksek sıcaklık ve uzun pişirmede yumurta akı tadını kaybeder.

**İzole edilmiş soya proteini (SPI):** İzole edilmiş soya proteini iyi su ve yağ tutma kabiliyetinden dolayı, et endüstrisinde yaygın kullanılmaktadır ve pişirilince jelleşme kabiliyetine sahiptir. Ürünlerde yüksek miktarlarda kullanıldığı zaman ürünün beyaz renginin kaybolmasına ve kremimsi bir renk almasına neden olur. Bu SPI'nın emülsiyon olması için hidrate (Hydrating) olurken yağ ile karıştırılır. Yağ damlacıklarının ışık seçme (yayma) özelliğinden dolayı ürün daha beyaz görülür (Westeryl ve Diğ., 1980).

**Mısır gluteni:** Genellikle şekillenen ürünün jel kuvvetini azaltır. Formülasyonda %6 nişasta kullanıldığında optimum katılması gereken düzey %2 olarak belirlenmiştir. %5 'ten daha aşırı düzeylerde ise, ürün daha koyu bir renk almakta ve bir buğdaygil tadı kazanmaktadır.

**Süt protein konsantresi:** Surimi teknolojisinde bir dolgu maddesi olarak kullanılmıştır (Bugarella ve Diğ. 1985). Üründe su bağlayıcı veya jelleşmeye

yardımcı bir madde olarak kullanılabilir. Kazein ve kesilmiş süt suyundaki protein izolatu ve laktoalbumin süt protein konsantreleridir. Diğer süt protein haricindeki proteinlerle karşılaştırıldığında bu süt proteinlerinin hepsinin surimi jel mukavemetini düşürdüğü tesbit edilmiştir (Chung ve Lee 1990).

**Nişasta protein sistemleri:** Surimi formülasyonlarına %10 düzeylerinde çeşitli kombinasyonlarda hem nişasta hem de yumurta albümini eklenebilir.

## HİDROKOLLOİDLER

Zamklar jelleştirme etkisi ve koyulaştırma yaptığı için suda dağılabilen ve çözülebilen polimerik materyallerin bir grubudur. Çünkü doğal yapıları kolloidaldir ve hidrokolloidler olarak tanınırlar. Nişasta bir hidrokolloiddir fakat zamk degildir. Koyulaştırılması ve jelleştirilmesi zamkın türüne pH, sıcaklık, hidrasyon tekniği ve iyonik kuvvete ve simerjistik unsurların varlığına bağlı olarak degildir.

**Karragenen:** Karrogenen kırmızı deniz yosunlarından elde edilir ve mevcut kappa (K), lota (L) ve lamda (X) olarak üç tipi vardır. K ve L karrogeninler sıcaklığa dönüşümlü jel oluşturma kabiliyetine sahip iken X karragenen böyle bir özelliği yoktur. Karragenin % 0.1-0.5'e kadar analog formülasyonunda kullanılabilir (Bullens ve Diğ. 1990).

**Alginat:** Alginat kahverengi deniz yosunlarından elde edilir. Alginatın fonksiyonel özelliği, özellikle kalsiyum gibi polivalent katyonlarla birlikte reaksiyon vermesi ve sıcaklıkla dönüşümsüz bir jel oluşturmastır. Alginat özellikle fabrika ürünlerinin çeşitli varyetelerinin hazırlanması için kullanılabilir (Clark 1980).

**Metil Selüloz:** Metil selüloz, odun özünden alınan selülozun kimyasal modifikasyonu tarafından üretilir. Surimiye dayalı ürünlerde kuvvetli bir jel oluşturma amacı ile kullanılır.

**Jelatin:** Jelatin, hayvanların kemik, deri ve konnektif doku proteinlerinin başlıca unsuru olan kollogenin doğal yapısı bozulmuş, suda çözünen proteindir. Jelatin vücut sıcaklığına yakın sıcaklıklarda çözünen, termodinamik olarak dönüşümlü bir jel oluşturur. Bu özelli-

ğinden dolayı jelatin içeren surimi jeli yumuşak bir yapı kazanır.

**Selüloz (Toz):** Selüloz, -1,4 glukosidik bağlarla bağlı bir biopolimerdir ve besinler için toz formunda mevcuttur. Selülozun büyük yüzey alanı ve polimerik yapısından dolayı, suyun büyük bir miktarını absorbe etme kabiliyetine sahiptir.

Nişasta ve proteinden farklı olarak, selüloz herhangi bir sıcaklık değişimine uğramazlar (Yoon ve Lee, 1990).

**Tablo 3.** Diğer katkı maddeleri (Lanier ve Lee., 1992)

| Tatlandırıcılar                       | Renklendiriciler                                    | Diğer maddeler |
|---------------------------------------|---|----------------|
| Nükleotidler                          | Annato ağacı ekstraktı ( <i>Bixa orellana</i> )     | Emülsiyonlar   |
| Monosodyum Glutamat (MSG)             | Kanthaxanthin                                       | Kalsiyum karb. |
| Hidrolyze edilmiş bitkisel proteinler | Kaktüs odunu ( <i>Coccus cacti</i> )                | Şeker ve sorb. |
| Glisin ve Alanin                      | Alkol ekstraktı                                     | Fosfat         |
| Mirin (Pirinç şarabı)                 | Biber   |                |
|                                       | Monascus grubu ( <i>Monascus anka vepurpureus</i> ) |                |
|                                       | Karamel   |                |

**Konsantre Ekstrelerin Üretimi:** Surimi imalatında, yağ, kan ve kokulu maddeler gibi istenmeyen maddelerin kıyılmış balık etinden çıkarılması ve miyofibriler proteinin konsantrasyonunu arttırmak için kıyılmış balık eti soğutulmuş su ile yıkanır. Bununla birlikte sürekli karıştırma suretiyle tekrar tekrar yıkamalar süresince, aminoasitlere, ribonükleotidlere, organik bazlara, şekerlere ve organik asitlere dayanan karakteristik balık tadı hemen hemen tamamıyla ortadan kaldırılır. Buna ilaveten, krioprotektan olarak şeker ve sorbitol ilavesiyle surimi tatlı hale getirilir. Surimiye dayanan ürünlerin tatlandırılması esas işlemdir. Japonya'da bu genellikle monosodyum glutamat (MSG) veya ribonükleotidler gibi tat arttırıcı maddeler ile birleştirilmiş balık ve kabuklu deniz ürünü ekstraktları ile

hazırlanmış tatlandırıcılar kullanmak suretiyle gerçekleştirilir. Son yıllarda bu tür konsantre ekstraktların yıllık üretimini kabaca 3000 ton rutubetsiz ürün olarak tahmin edilmektedir. Bunun üçte ikisi balık, özellikle ton balığı ekstresi ve kalanı da kabuklu deniz ürünü ekstresidir (Lanier ve Lee, 1992).

Konsantre ekstraktların hazırlanması için yeterli miktarda pahalı olmayan balık ve kabuklu deniz ürünü hammaddesi mevcuttur. Ekonomik nedenlerle, değerli balık ve kabuklu deniz ürünleri ekstraktların hazırlanmasında nadiren kullanılır. Haşlanmış ve haşlanmış-kurutulmuş ürünlerin imalatındaki haşlama işleminden elde edilen pişirme suyu ve konserve ürünlerin imalatındaki buharlaştırma işleminden elde edilen konsantre su gibi yan ürünler sıcak suda çözünen maddeler bakımından zengindir.



Çürütücü maddelerin ekstreleri bozmasından kaçınmak için, balık ve kabuklu deniz ürünü hammaddelerinin tazeliğinin korunması gereklidir. Balık konusunda, ekstrenin hazırlanması için yalnızca et kullanılır; baş ve iç organlar istenmeyen tat ve kokuya neden olacaktır. Bozulmayı önlemek için, sıcak su ekstresinin kullanılacağı kadar bir depolama tankında 80-90°C' de saklanması gerekir.

**Konsantre Yengeç Eti Ekstreleri:** Surimiye dayanan ürünlere tek başına yada tat artırıcı maddeler ile birlikte ilave edilecek kullanılan yengeç tadı genellikle sıcak suda çözünen ekstrelerle dayanır. Tat çıkarımı için yenebilen yengeçlerden herhangi bir türü kullanılabilmesine rağmen, kar yengeci, kral yengeç, Alaska kral yengeci ve taş yengeci, pişirilmiş veya konserve ürünlerin işlenmesi için kullanılan esas türlerdir.

Pişirme genellikle 85-95°C'de su ya da buhar ile yapılır. Pişirme suyu bir yengeç tadı ekstresi ihtiva eder ve konsantre ekstrelerin imalatı için kullanılır. İlk aşamada, yağların ve ham partiküllerin çıkarılması için yaklaşık olarak 10.000 rpm'da silindir tip bir santrifüj makinesiyle santrifüjlenir. Yüksek bir sıcaklıkta (70-90°C) santrifüjleme en etkili sonuçları verir. Son ekstre, bir buharlaştırma makinası ile %25-40 oranındaki rutubet muhtevasına kadar konsantre edilir ya da bazen püskürtme ile kurutulur ve granül hale getirilir. Bu şekilde elde edilen konsantre ekstre, tek başına yada tat artırıcı maddeler ile birlikte surimiye dayanan ürünlerin tatlandırılmasında kullanılır.

**Konsantre Balık Eti Ekstreleri:** Konsantre balık eti ekstreleri, yengeç tadı ekstreleri ile hemen hemen aynı şekilde imal edilir. Bununla birlikte sıcak balık eti ekstresi, kollajenden elde edilen ve oda sıcaklığında jelleşme nedeni ile konsant-

rasyon sırasında yavaş yavaş yapışkan hale gelebilen büyük miktarda jelatin ihtiva eder.

**Tarak Ekstresi:** Bir tarak ekstresi hazırlamak için hammadde;bütün kabuklu deniz ürününün ilk haşlanması ile adüktör etlerinin ikinci haşlanması birleştirilmiş pişirme suyudur. Bu haşlamalar, Çin'de konvensiyonel hazırlama biçimi olan, haşlanmış kurutulmuş tarak adüktör etinin ("hotatekai-bashira") imalatında önemli bir aşamadır. Sıcak su ekstresi doğrudan doğruya bir ürün halinde yoğunlaştırıldığı zaman, iki problem ortaya çıkar: Bunlar aşırı kahverengi renk oluşumu ve aşırı tuz varlığıdır.

**Yengeç Ekstresi:** Surimiye dayalı yengeç eti analogları dünya çapında popüler bir ürün olmuştur. Son zamanlarda yengeç ekstrelerine büyük bir talep vardır. Konsantre yengeç etleri için hammadde, yengecin bütününün etinin alınmasından önceki pişirme suyudur. Bununla birlikte, bu pişirme suyunun aşırı miktarda tuz ihtiva etmesi problem oluşturur. Etlerin çıkarılmasını kolaylaştırmak için pişirme ortamı olarak deniz suyu kullanılır. Et ile birlikte kabuğunda haşlanması iyi bir yengeç tadı ile sonuçlanır.

**Surimi İmalatı Sırasında Mikrobiyal Kirlenme ve Gelişme:** Surimi, krioprotektanlar (soğuk koruyucu maddeler) ile stabilize edilmiş, kıyılmış ve yıkanmış balık etidir. Hem insanlar hem de makinalar tarafından gerçekleştirilen yoğun işleme nedeniyle, surimi imalatı sırasında mikrobiyal kirlenme ve gelişme olasılığı vardır. Suriminin toplam aerobik canlı sayımları gram başına  $1.6 \times 10^6$  ile  $8.3 \times 10^6$  arasında değişir (Eliot, 1987). Genelde gemide üretilen surimide kıyıda üretilen surimiye nazaran daha az mikrobiyal kirlenme vardır. Gemiler daha çok taze balıkları aldıkları için bu şaşırtıcı değildir. Bayat balıktan yapılan surimi

gram başına  $10^6$  gibi yüksek bir mikrobiyal yük içerir. Eliot (1987) tarafından incelenen bir surimi örneğinin kompozisyonu %22 *Pseudomonas*, %14 *Acinetobacter*, %10 *Moraxella*, %10 *Vibrio* ve *Aeromonas*, %9 *Flavobacterium*, %8 *Arthrobacter* ve *Carynebacterium*, %15 *Serratia*, *Proteus* ve *Enterobacter* ihtiva eden bir mikrobiyal flora gösterdiği bildirilmiştir. İncelenen suriminin mikrobiyal yükünün; gelişmenin yanısıra işleme sırasındaki kirlenmeden meydana gelebileceği bildirilmiştir. Matches (1987), surimi ve surimiye dayalı ürünlerin mikrobiyolojisini incelemiş ve dondurulmuş surimide bulunan bakterilerin çoğunun, ısı ile pastörizasyonu içeren analog imalat sırasında hareketsiz hale geldiğini bildirmişlerdir. Analog ürünlerde bulunabilecek mikroorganizmaların, nişasta, sorbitol, yumurta akı, lesitin vb. katkı maddelerinden gelebileceği ve ısıya karşı dayanıklı bakteriler olabileceği belirtilmiştir. Surimideki krioprotektanlar, miyofibriller proteinin jel oluşturma kabiliyetini korumak için kullanılır. Krioprotektanların mikroorganizmalar üzerinde ilave bir koruyucu etki sergileyip sergilemedikleri belli değildir. Ön bilgilerle, *Esherichia spp* üzerinde koruyucu bir etki gösterdiği fakat *Vibrio spp* üzerinde göstermediği bildirilmiştir (Ingram ve Potter, 1987). Matches ve diğ. (1987) tarafından ayrıca surimiden yapılan yengeç bacağı analoglarının *Staphylococcus aureus* türü, *Yersinia enterocolitica* türü, *Aeromonas hydrophila* türü ve en sık rastlanan üç *Salmonella* türünün karışımı gibi potansiyel patojenler için mükemmel bir gelişme ortamı olduğu belirtilmiştir.

Taze olması ve gerektiği şekilde soğutulması halinde balıklar, gram başına  $10-10^4$  dizisinde bir mikrobiyal yük içerir. Bir balığın başı kesildiği, iç organlarının çıkarıldığı, fileto haline getirildiği ve derisi yüzüldüğünde her aşamada aldığı

yıkama derecesi oldukça kritiktir. Mikrobiyal kirlenmeler genellikle yüzeydedir ve yıkanarak atılabilirler. Bu şekilde atılmamaları halinde, bundan sonra gelen kıyma aşaması, organizmaları kıyma içerisine dağıtacaktır. Daha sonra kıyma bir rasyon tankına yerleştirilir ve asitlendirilir ya da direkt olarak yıkama ve su giderme işlemleri başlar. Bu işlemler sırasında mikrobiyal sayımda çok az değişiklikler bildirilmiştir. Kıymanın kafesine yerleşen mikroorganizmaların sürekli yıkama ile yerlerinden atılmasının çok zor olduğu bildirilmiştir. Kıymayı işleyen makinaların herhangi biri ya da bu işi yapan şahıs, ürünü kirlitebilir. Makina ne kadar karmaşıkta temizlemenin de o kadar zor olduğu görülmektedir. Surimi imalatında birçok makina kombinasyonu kullanılmaktadır. Surimi, mikroorganizmalar için iyi bir gelişme ortamıdır. Bu nedenle, surimi imalatı ve bundan sonraki tüketime hazır ürün imalatı sırasında mikrobiyal kirlenme ve gelişmenin azaltılmasına dikkat edilmelidir. Surimide bulunan mikroorganizmaların kökeni ham balıklardır. İşleyici insanlar ve temiz olmayan ekipman, mikroorganizmaların ikincil kaynakları olarak gösterilebilir. Balık eti henüz bütüncen tamamen yıkamanın mikrobiyal yükün en fazla yok edileceği durum olduğu görülmektedir. Bu nedenle fileto kıyılmadan önce mümkün olduğu kadar iyi şekilde yıkanmalıdır. Surimi imalatı sırasında mikrobiyal gelişmeye izin verilmemelidir. Bütün kör noktalar ile ürün askılarından kaçınılmalı ve mümkünse dehidratör ve karıştırma kabı soğutulmalıdır.

**Haccp (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları) Kavramının Surimi İmalatına Uygulanması:** Tehlike analizi ve kritik kontrol noktaları (HACCP) kavramı ilk olarak 1971 yılında Denver, Colorado' da yapılan Ulusal Gıda Maddeleri Koruma Konferansında ortaya atılmıştır. Ulusal Araştırma Konseyi, gıda

ve gıdaların içerisinde bulunan maddelerin mikrobiyolojik kıstaslarının rolüne kritik olarak bakmış ve HACCP sisteminin gıda kaynakların korunmasında en iyi yaklaşım olduğunu öne sürmüştür (NRC, 1985).

HACCP'nin asıl unsurları risk değerlendirmesi ve kritik noktaların kontrolüdür. Gerçek ya da algılanan tehlike rasyonel şekilde belirlenir ve risk derecesi tahmin edilmelidir. Bundan sonra belirli gıda işleme aşamalarındaki kritik kontrol noktaları belirlenmeli ve gerekli izleme ve kontrol etme mekanizmaları önerilmelidir. Kritik Kontrol Noktası (CCP), işleme aşamalarında etkili bir şekilde kontrol edilmemesinin kabul edilemeyecek bir sağlık riski ile sonuçlanabileceği bir nokta olarak tanımlanır (Lee, 1977). Tanımından da anlaşılacağı üzere, HACCP önleyici bir yaklaşımdır. Tehlikeyi belirlemek ve bu tehlikeyi bir sorun haline gelmeden önce ortadan kaldırmak yada bundan kaçınmak suretiyle sanayii, artık onu kaynağında kontrol edebilmektedir. Bu hali hazırda meydana gelen zararı düzeltmekten daha ucuzdur.

Surimi imalatı standartlaştırılmış olmaktan uzaktır. Bir surimi hattı genellikle hem yerli hemde yabancı imalatçılar tarafından imal edilen makinelerin emsalsiz bir bileşenidir. Bazıları soğutulur, bazıları ise soğutulamaz. Dizayn sınırlılıkları nedeniyle bazı makineler temizlenmesi hemen hemen olanaksız olan kör noktalara sahiptir.

Surimi teknolojisinde belirlenen bir tehlike de; balıkların tahliye sırasındaki olası kirlenmesidir. İskele civarında balıklar genellikle kirli olan deniz suyu ile temas edebilir. Balıklar iskelede ne kadar uzun süre kalırsa, su kıyısında yaşayan deniz kuşları tarafından kirletilme olasılığı da o kadar fazla olur. Bu tehlikeden korunmak için, balıklar yakalanır yakalanmaz bekletilmeden işleme fabrikalarına getirilmelidir. Mikrobiyo-

lojik yükün azaltılması konusundaki kritik bir aşamada fileto yıkama aşamasıdır. Tel ağı taşıyıcı bir bant üzerinde nakledilirken her iki taraftan üzerine basınçlı su fişkırtılan filetolar en yoğun yıkamaya burada tabi tutulur.

Surimi işleme hattında vidalı presli dehidratörü de mikrobiyal gelişme için olası bir yer olarak belirlenmiştir. Krioprotektanların uygun ilavesi ve suriminin uygun ambalajlanması ile derhal dondurulması, kritik olarak dogabilecek diğer önemli kontrol aşamalarıdır. Bu sonuçlar Lanier ve Lee (1992) tarafından surimi işleme hattında edindikleri deneyimler sonucunda aktarılmıştır. Farklı surimi hatları için tamamen farklı kritik kontrol noktaları setleri mevcut olabilir.

#### **Surimi ve Surimiye Dayalı Ürünlerin Kalite Kontrol Analizleri:**

Surimi öncelikle Japonya, Kanada ve Amerika'da uygulanan değişik su ürünlerinden yararlanılarak tüketiciye sunulan yeni ürün teknolojisi. Surimi imalatında yağ, kan ve kokulu bileşikler gibi istenmeyen maddelerin, kıyılmış balık etinden çıkartılması ve miyofibriller proteinin konsantrasyonunu arttırmak için kıyılmış balık eti soğutulmuş su ile yıkanır. Bununla birlikte sürekli karıştırmak suretiyle tekrar tekrar amino asitlere, ribonükleotidlere, organik bazlara, şekerlere ve organik asitlere dayanan karakteristik balık tadı hemen hemen ortadan kaldırılır. Buna ilaveten krioprotektan olarak şeker ve sorbitol ilavesiyle surimi tatlı hale getirilir. Surimi ve surimiye dayalı ürünlerin kalite kontrol analizleri şunlardır.

Amino asit içeriği  
Katlama testi  
Duyusal analiz  
Kıyılmış etin renk ölçümü Tristimulus kolorimetre ile  
Surimi Jel'in tekstür profil analizi

rhetometer ile  
Kimyasal kompozisyon analizi (Nem,  
Yağ, Kül, Protein)  
Proteinin eriyebilirliği  
Su tutma kapasitesi  
Ekstraktardaki inorganik iyonların tesbiti  
iyon spesifik elektrotları ile  
Çözünür kollegen tespiti

**Geliştirilecek Ürün ya da Yöntemin  
Hangi Standartlara Uygun Olacağı:**  
Surimi ve surimiye dayanan ürünler  
teknolojisi hakkında değişik standartlar  
mevcuttur. Suriminin kalitesi genellikle  
jel mukavemeti ve rengini takip eden şu  
faktörlerle belirlenir:

- Balık türleri
- Balığın tazeliği
- İşleme metodu ve kontrol
- Nem içeriği
- Dondurma ve depolama sıcaklığı  
kontrolü
- Kullanım ve dağıtım koşulları

Dondurulmuş surimi, kullanılan balık  
türü, imal yeri ve tarihi, nem içeriği gibi  
asgari bilgiyi kapsamalıdır. Dondurulmuş  
surimi için standart sınıflandırma sistemi  
olmadığından potansiyel kullanıcılar,  
dondurulmuş suriminin bir bölümü için  
kalite testi yapabilirler. Bu kapsamda jel  
mukavemetini ölçme ve organoleptik  
uygunluk vb. katlama ve dış kesiciliği  
testleri küçük bir örnekte anlatılabilmek-  
tedir.

**Örnek hazırlama:** Dondurulmuş surimi  
örneği, ezilip hamur örneği içinde %2.5  
tuz ve %30 soğutulmuş su ile 30 dk.  
bekletilerek hazırlanır. Hamur 25-30 mm  
kalınlıkta polivinilidenklorid kaplama ile  
kaplanır ve 20 dk. 90°C ısıtılmış su  
banyosunu takiben 20 dk. 40°C'lik sabit  
su banyosunda bırakılır. 25-30 mm  
boyundaki örnekler jel mukavemeti

ölçümleri için 4.5 mm kalınlıktaki  
parçalar katlama ve dış kesiciliği  
testlerinde kullanılır.

**Jel Mukavemeti Ölçümü:** Ürün için  
elastikiyet veya esneklik fiziksel bir  
ifadedir. Hedef test olsada, verilen  
organoleptik test sonuçları ile birlikte  
kullanılmalıdır. Jel mukavemeti ölçümü  
için muhtelif yöntemler vardır. Örneğin  
Japonya'da balık jeli ürünlerinde  
laboratuvar çalışmaları Fudoh rheometri  
altında incelenir ve jel mukavemeti  
sonuçlarını penetrasyon metodu anlatılır.  
5-10 mm kalınlıkta, 10 cm uzunluktaki  
çubuk küre şekli vermek için silindir ile  
içeri alınır ve örneğin dış yüzü  
penetrasyona kadar sıkıştırılır. Jel  
mukavemeti ölçen diğer bir ekipman  
parçası Shimidzu tensiometer' dir.  
Örneğin elastikiyetini ölçmedeki birimi  
gr/cm<sup>2</sup> olarak ifade edilir.

**Organoleptik Değerlendirme:** Organo-  
leptik testler son ürün elastikiyetinin  
uygun ve hızlı değerlendirilmesini sağlar.  
Bu testler yetiştirilmiş personel tarafından  
yapılır.

**Katlama testi:** 4-5 mm kalınlığında, 5  
parça hazır örnek alınır. Her biri yarım  
kıvrılmış ve her birinde yırtılma ve  
kıvrılma yoktur. Sınıflama şunları takip  
eder:

**Dış kesiciliği testi:** Kıvrırma testi  
örneklerine benzer şekilde esneklik  
değerlendirilerek dış kesiciliği testinde  
kullanılabilir. Test parçası üst ve alttaki  
tecrübeli yetmiş elemanlar tarafından  
insisorlar arasındayken dayanıklılık için  
sınıflandırma, subjektif değerlendirme  
verilir. Ürünlerde ticari sınıflandırmada  
dış kesiciliği için uygun sınıflandırma 5-6  
olmalıdır.

Kıvrıldığında deneme örneğinin durumu

|   | DERECE |
|---|--------|
| Çeyreğe kıvrıldığında beş örneğin hiçbirinde kıvrılma yok   | AA     |
| Çeyreğe kıvrıldığında beş örnekten birinde önemsiz yırtılma | A      |
| Yarıya kıvrıldığında beş örnekten birinde önemsiz yırtılma  | B      |
| Yarıya kıvrıldığında kırılma                                | C      |
| Yarıya kıvrıldığında tamamen ikiye ayrılma                  | D      |

\* En iyi ticari ürünün kıvrılma derecesi AA olmalıdır.

| DERECE | SINIF                       |
|--------|-----------------------------|
| 10     | Son derece sağlam           |
| 9      | Çok sağlam elastikiyet      |
| 8      | Sağlam elastikiyet          |
| 7      | Oldukca sağlam elastikiyet  |
| 6      | Uygun elastikiyet           |
| 5      | Uygun hafif elastikiyet     |
| 4      | Zayıf elastikiyet           |
| 3      | Oldukca zayıf elastikiyet   |
| 2      | Çok zayıf elastikiyet       |
| 1      | Zayıf doku, elastikiyet yok |

**Beyazlık belirleme:** Ürünlerde beyazlık sık sık kalite kriteri olarak kullanılır. Bu özellikle balık köfteleri ve balık keklerinde kullanılır. Ürünler için ham materyal olarak genellikle beyaz etli balıklar kullanıldığı halde, beyazlık ürünlerde balığın tazeliği, artık maddelerin uzaklaştırılması ayıklanması gibi diğer faktörlere de bağlıdır. Beyazlık Whitense meter kullanılarak değerlendirilir ve % beyazlık olarak ifade edilir ve % 93 saf beyazlıktaki standart beyazlıkla karşılaştırılır.

**Surimi Teknolojisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Durumu:** 1940'lı yılların başlarından beri surimi teknolojisi ve bu teknolojiye dayanan ürünlerin geliştirilmesi Japonya'da, Singapur'da, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkelerinde devam etmektedir. Ülkemizde ise henüz bu teknolojiye dayanan gıda üretimi mevcut değildir. Bu amaçla Türkiye'de

surimi ve surimiye dayalı yeni ürünlerin geliştirilmesi, üretim yönteminin saptanarak tekniğin geliştirilmeye çalışılması ana hedeflerimizden birini oluşturmalıdır. Avrupa ülkelerinde ve Amerika'da, aşağıda sıraladığımız faktörler suriminin gelişimini sağlamıştır.

1- Ekonomik olmayan ve az ekonomik olan türler hammadde olarak başarılı bir şekilde kullanılabilir.

2- Dondurulmuş surimi uzun raf ömrüne ve oldukça yüksek foksijenel protein içeriğine sahiptir.

3- Surimiye dayalı ürünlerin üretilerek, kalite standartlarının yükseltilmesi, çeşitli teknolojik işlemler ve katkı maddelerinin uygulanmasıyla elde edilir.

Japonlar surimi teknolojisini birkaç yüzyıldan beri geliştirmiştir. Endüstrinin gelişimi aşağıdaki şıklarla desteklenmiştir:

a-Hammaddenin sağlanmasıdaki artış

b- Yeni ürünlerin gelişmesi

c-Yeni pazarlama teknolojisinin gelişmesi

d-Ürünlerin korunması ve pazarlanmasında yeni tekniklerin gelişimi

Beklenen muhtemel faydaların sağlanabilirliği yanında surimiye işlenecek balıkların ürün randımanı ve kalitesi yönünden detaylıca araştırılması gerekmektedir. Teknolojik araştırmalar yanında ekonomik analizlerinde gerçekleştirilerek, ülkemiz su ürünleri işleme sektörünün gelişimi ve kaynaklarımızın israf edilmeden daha iyi değerlendirilmesi yönünden ileri adımlar atılmalıdır.

**Kaynakça**

Bulsens, C.W., Lanto, M.G., Lee, C.M., Modliszewski, J.J., 1990. The function of carrageenanbased stabilizers to improve quality in fabricated seafood products. In Advances in Fisheries Technology and Biotechnology for Increased Profitability (M. Voigt and R. Botta,eds), Technomic

- Pub.Co.,Inc., Lancaster, Pennsylvania, Chap. 3, pp 313-324.
- Burgarella, J.C., Lanier, T.C., Hamann, D.D., Wu, M.C. 1985. Gel strength development during heating of surimi in combination with egg white or whey protein concentrate. *J. Food Sci. So:* 1595-1597
- Chen, J. S.1987. Optimization in the formulation of surimi-based extruded products. M.S.thesis University of Rhode Island, Kingston, Rhode Island.
- Chung, K. H., Lee, C.M. 1990. Effect of water binding and dispersion pattern of ingredients an the textural properties of surimi gel.presented at the Annual Meeting at Institute of Food Technologists. Anaheim. California.
- Clark, R., 1980. Hydrocolloid applications in fabricated mince fish products.In 3rd National Techniced Seminar on Mechanical Recovery and Utilization of Fish Fles (Martin, R.E. ed). National Fisheries Institute, Washington. D.C., pp 284-298.
- De Franssu, L., 1992. The world surimi industry-Prospects for Europe. Globefish Research Programme, Vol.18, FAO, Rom, Italy.
- Eliot, E.L. 1987. Microbiological quality of Alaska pollack surimi, In *SeaFood Quality Determination* (D.E Kramer and J. Liston,eds.), Elsevier, Amsterdam, pp.269-281
- Ikeuchi, T., Simidu,W., 1963. Study on cold storage of brayed fish meat for material of kamaboko, *Bull. Japan.Soc.Sci.F.sh.*, 29:157-160, 155-156.
- Ingram, S.C., Potter, N.N.1987. Microbial growth in surimi and mince made from Atlantic pollock.*J.Food Prot.*,50.312-315
- Ishikawa, S.,1978. Fish jelly product (kamaboko) and frozen minced meat (frozen surimi) made of sardine influence of the temperature during manufacturing process on the jelly strength of kamaboko. *Bulletin of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.* 94, 37-44.
- Lanier, T.C. 1990. Interactions of muscle and nonmuscle proteins effecting heat-set gel rheology, In *Macromolecular Interactions and Food Colloid Stabiliti.* (N.Parris and R.A.Barford,eds.), ACS Symposium Series pp.268-284.
- Lanier,T.C.,Lee,M.C.,1992.Surimi Technology.Markel Dekker,Inc.New York.Basel.Hong Kong.
- Lee, J.S. 1977.Hazard analysis and critical control point applications to the seafood industry,Oregon State Univ.,ORESU,H-77-001,Corvalis.OR.
- Lee, C.M., Kim, J.M. 1986. The relationship of komposite charecteristics to rheological, properties of surimi gel. In *Food Engineering and Process Applications* (Le Maguer, M. and Jelen, P. eds.), ElsevierApplied Science Pub-,Ltd-,Essex, England, vol.1, pp. 63-79
- Lee, C.M.1990. Factors affectine physical properties of fish protein (surimi) gel. In *S0eafood Biochemistry Composition and Quality* (G. Flick, R. Martin and R. Ory. ed.). Technomic Pub.,Co.,Inc.,Lancaster,Pennsylvania.
- Matches, J.R., Raghaubeer, E., Yoon, I.H., Martin, R.E. 1987. Microbiology of surimi-based products, In *SeaFood Quality Determination* (D.E Kramer and J. Liston,eds.), Elsevier, Amsterdam, pp.373-387
- National Research Council. 1985. An Evaluation of the Role of Microbiological Criteria for Foods and Food Ingredients.Nat. Acad. Press,Washington,DC.
- Nishiya, K.,1961. Method to prevent protein denaturation of moist fish flesh. *Jap. Patent No. 306,857.*
- Okada, M. 1964. Effect of washing on the Jelly foormine ability of fish meat. *Bull.Jap.Soc.Sci.Fish:*30:255
- Roussel, H., Cheftec, J.C. 1990. Mechanisms of selation of sardine proteins. Influence of thermal processing and of various addivites onthe texture and protein solubility of kamaboka gels. *International journal of Food Science and Technology.* 25, 260-280.
- Schubring, R., 1995. Surimi und daraus hergestellte Erzeugnisse- Technologische Aspekte. *Inf. Fischwirtsch.* 42(4).
- Shimizu, Y., 1965. Manufacturing meyhod of leached meat. *Japanese Patent.* Showa 40-21224.
- Shimizu, Y., Machida,R.,Kawasaki.M., Kaguri,A, 1979. Characteristics in gel forming property of abundant dark-fleshed

- fish general Report of the studies, Fisheries Agency, Japan, pp 93-102.
- Shimizu, Y., Machida, R., Takenamis, S., 1981. Species variations in the gel forming characteristics of fish meat paste. Bulletin of the Lapanese Society of Scientific Fisheries, 47, 95-104.
- Tokunaga,T., Nishioka,F., 1988. Surimi production from fatty japanese sardines, Proc.Inte. Conf. Fatty Fish Utilization. Upgrading from Feed to Food, Raleigh NC,UNC Sea Grant Publ, 88-04, p.143.
- United States Department Of Health, Education And Welfare. 1972. Prof. of 1971 National Conference on Food Prot., Gov. Print. Office, Washington . DC.
- Westerly, D.B., Decker, C. D And Holt, S. K. 1980. Gelling proteins In Third Nat. Tech. Seminar of Mechanical Recovery and Utulization of Fish Flesh R.E Martin (ed.), National Fisheries Enst. Washington, D.C. pp.324-347
- Yetim, H., Aras, M.1995. Ülkemiz Su Ürünlerinin Değerlendirilmesi Açısından Surimi Teknolojisi. II. Doğu Anadolu Su Ürünleri Sempozyumu. Erzurum.
- Yoon, K.S., Lee, C.M., 1990. Effect of powdered cellulose on the texture and freeze-thaw stability of surimi-based shellfish analog products. J.Food Sci. 55: 87-91