

# BESLENMEDE YENİ YAKLAŞIMLAR : SOYA SÜTÜ VE ÜRÜNLERİ

**Oğuz GÜRSOY\*, Ramazan GÖKÇE\*, Özer KINIK\*\***

\*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

\*\*Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir

Geliş Tarihi : 26.01.1999

## ÖZET

Protein bakımından oldukça zengin bir ürün olan soya fasulyesinin kullanım alanları hızla artmaktadır. Bu kullanım alanlarından biri de soyanın, soya sütü ve mamulleri şeklinde üretim ve tüketimidir. Uzakdoğu ülkelerinde yıllardan beri tüketilen bu ürünler son yıllarda diğer ülkelerde de tanınmaya başlamış ve sağlığına özen gösteren bilinçli tüketicilerin ilgisini çekmiştir. Ekonomik olduğu kadar diyetetik ve terapatik açıdan da bir takım avantajlara sahip bu ürünler ülkemizde yeteri kadar tanınmamaktadır. Bu derlemede, soya sütü, soya yoğurdu ve soya peynirinin genel özellikleri, terapatik ve diyetetik etkileri ile üretim teknolojileri hakkında genel bilgiler verilmektedir.

**Anahtar Kelimeler** : Soya sütü, Soya yoğurdu, Soya peyniri

## NEW APPROACHES IN NUTRITION: SOYMILK AND SOYMILK PRODUCTS

### ABSTRACT

Soybean, a protein rich product has an acceleration of increasing uses in different products. One of the usage of soybean is production and consumption as soymilk and soymilk products. These products, consumed in Far East for a long time, are introduced into the other countries in recent years and health conscious people are interested in them. These products, which have economic and as well as dietetic and therapeutic benefits, are not enough known in our country. In this review, general specifications, therapeutic and dietetic effects and production processes of soymilk, soy yogurt and soy cheese were discussed.

**Key Words** : Soymilk, Soy yogurt, Soy cheese

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artmasına karşın doğal kaynakların sınırlı olması kaynakların en ekonomik bir şekilde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle günümüzde çalışmalar hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarının geliştirilmesi ile yenilerinin araştırılmasına yönelmiş bulunmaktadır. Bu açıdan "soya fasulyesi" (Glycine max L. merrill)" nin soya sütü ve mamulleri şeklinde işlenerek insan beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılması son yıllarda üzerinde oldukça çok çalışılan konulardan biridir (Chen, 1987; Kınık Ve Akbulut, 1991; Akbulut ve Kınık, 1994; Golbitz, 1997).

Son yıllarda, soya fasulyesi ürünleri, yüksek kaliteli proteinlerin ekonomik kaynağı olmaları bakımından dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde üzerinde önemle durulan bir ürün haline gelmiştir. Bu kapsamda soya sütü ve ürünlerine (soya sütü, soya yoğurdu, tofu vs.) olan ilgi de artmıştır (Kuntz et all., 1978; Smith, 1997; Hurşit ve Temiz, 1998).

Anayurdu muhtemelen Çin, Mançurya, Vietnam ve Kore gibi Doğu Asya ülkeleri olan "soya" dünyanın en eski tarım bitkilerinden birisidir. Geleneksel olarak uzak doğu ülkelerinde yıllardan beri gıda maddesi olarak kullanılmakta ve büyük ölçüde halkın protein ihtiyacını karşılamaktadır. Avrupa ve

Amerika'da ise 19. yüzyıla kadar hayvan yemi olarak kullanılan soyanın insan gıdası olarak diyetlerde kullanılması 1950'li yıllardan sonra yaygınlaşmıştır.

Bir kültür bitkisi olan soya, Leguminosae takımının papilionotea familyasındadır. Kazık köklü bir bitkidir. Köklerinde havanın azotunu toprağa bağlayan azoto bakterilerinin yerleştiği nodoziteler mevcuttur. Tohumları yuvarlak veya uzunca olup yeşil, sarı, kahverengi ve siyahtır. Kısa gün bitkisi olup yetiştirme tarzı fasulye ile aynıdır (Güney, 1985; Bozkurt, 1988).

## 2. SOYA SÜTÜ

En önemli soya ürünlerinden biri olan soya sütü , soya fasulyesinden su ekstraksiyonu yolu ile elde edilen ve besleyici nitelikleri üstün olan bir gıda maddesidir. Soya sütü Uzakdoğu'da özellikle Çin'de yıllardır bilinmektedir (Ötleş, 1998). Genellikle evlerde üretilmekle beraber, küçük çaplı işletmelerde de üretiminin yapıldığı bildirilmektedir. Soya sütü; sade, aromalı, kondanse ve rekonstitüe soya sütü

olmak üzere değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır. Aromalı soya sütü çeşitleri (Kakaolu, kahveli, çikolatalı, çilek aromalı, kayısı aromalı vb.) Hong Kong, Tayvan ve Japonya'da marketlerde ticari olarak farklı isimlerle satılmaktadır (Chen, 1981; Wang, 1986a; Matsuura et al., 1989; Kınık ve Akbulut, 1991).

Soya sütüne gıda ve beslenme uzmanlarının büyük ilgisi, bitki proteinleri içerisinde en iyi oranlanmış aminoasit yapısına sahip olması dolayısıyla, inek ve insan sütüne alternatif nitelikte olmasından kaynaklanmaktadır. Zira 0-7 yaş grubundaki bir çocuğun günlük alması gerekli esansiyel aminoasitler yarım litre soya sütü tüketimi ile karşılanabilmektedir. FAO/WHO tarafından insan tüketimi için proteinlerin sahip olması gereken esansiyel aminoasitler belirlenmiştir. Tablo 1'de ideal standard protein ile soya ve inek sütü proteinlerinin içerdikleri esansiyel aminoasit miktarları verilmiştir. Buradan da soya sütünün lizin ve methionin+sistin aminoasitleri hariç ideal standard protein için gerekli aminoasitlere sahip olduğu söylenebilir (Anon., 1984).

Tablo 1. İdeal Standard Protein ile Soya Sütü ve İnek Sütü Proteinlerinin Esansiyel Aminoasit Kompozisyonu (g/100g protein) (Anon., 1984)

Esansiyel Aminoasit	İdeal Standard Protein (FAO/WHO)	Soya Sütü Proteini	İnek Sütü Proteini
İzolösin	4,0	5,3	6,3
Lösin	7,0	8,8	10,0
Lisin	5,5	3,5	8,1
Methionin+sistin	3,5	2,5	3,5
Fenilalanin+tirosin	6,0	8,0	10,3
Threonin	4,0	4,5	4,9
Valin	5,0	5,0	6,9
TOPLAM	36,0	38,9	51,4

Soya sütünün sahip olduğu fasulyemsi aroma nedeniyle batılı ülkelerde ürüne karşı bir ilgisizlik söz konusudur. Bununla ilgili olarak, fasulyemsi aromanın elimine edilmesi amacıyla bir çok çalışma yapılmaktadır (Cheng et al., 1990; Kınık, 1992). Fasulyemsi aromanın giderilmesi amacıyla, sıcak parçalama, haşlama, soya sütü üretiminde yağı alınmış soya unu ve protein izolatu kullanma, vakumla deodorizasyon, aroma maddesi kullanımı, düşük konsantrasyonlu alkali çözeltilerde ıslatma, kabuk soyma ve elde edilen soya sütünün yüksek derecelerde ısı işleme tabi tutulması gibi işlemlerin en etkili yöntemler olduğu bildirilmektedir (Kınık, 1992). Bu çalışmaların olumlu sonuçları da soya sütü ve ürünlerine olan ilgiyi arttırmaktadır.

Soya sütü ve ürünlerinin diyetetik ve terapötik amaçlı kullanımı konusunda yapılan çeşitli çalışmalarda da olumlu sonuçlar alınmıştır.

Zira soya sütü laktoz içermemesi, inek sütü gibi alerjik reaksiyonlara sebep olmaması, yüksek besleyici niteliği, kolesterol içermemesi ve hatta serum kolesterol seviyesini düşürmesi gibi özellikleri ile bu amaca çok uygun bir gıda maddesidir. Konu ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada soya proteinlerinin ve soya fasulyesinin bileşimindeki bazı maddelerin kalp hastalıklarını önleyici birçok etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu etkiler; LDL kolesterol seviyesini önemli ölçüde azaltma, HDL kolesterol seviyesini artırma, soya yapısındaki isoflavinlerin antioksidant özelliği ile LDL oksidasyonunu önlemesi ve aynı bileşiklerin kan damarı fonksiyonları üzerindeki olumlu etkileri olarak bildirilmektedir. Tüm bunların yanı sıra protein içeriğinin yüksek, aminoasit kompozisyonunun ideal olması, yüksek mineral madde ve B vitamini ihtiva etmesi ve depolanmasının oldukça kolay ve ucuz olması da

ürünün cazibesini arttırmaktadır (Chen, 1983; Hitchins et al., 1987; Smith, 1997).

Soya sütü, inek ve anne sütlerinin bileşim unsurları karşılaştırmalı olarak Tablo 2' de verilmektedir (Chen, 1983).

Tablo 2. Soya, İnek ve Anne Sütlerinin Kompozisyonu (100g'da)

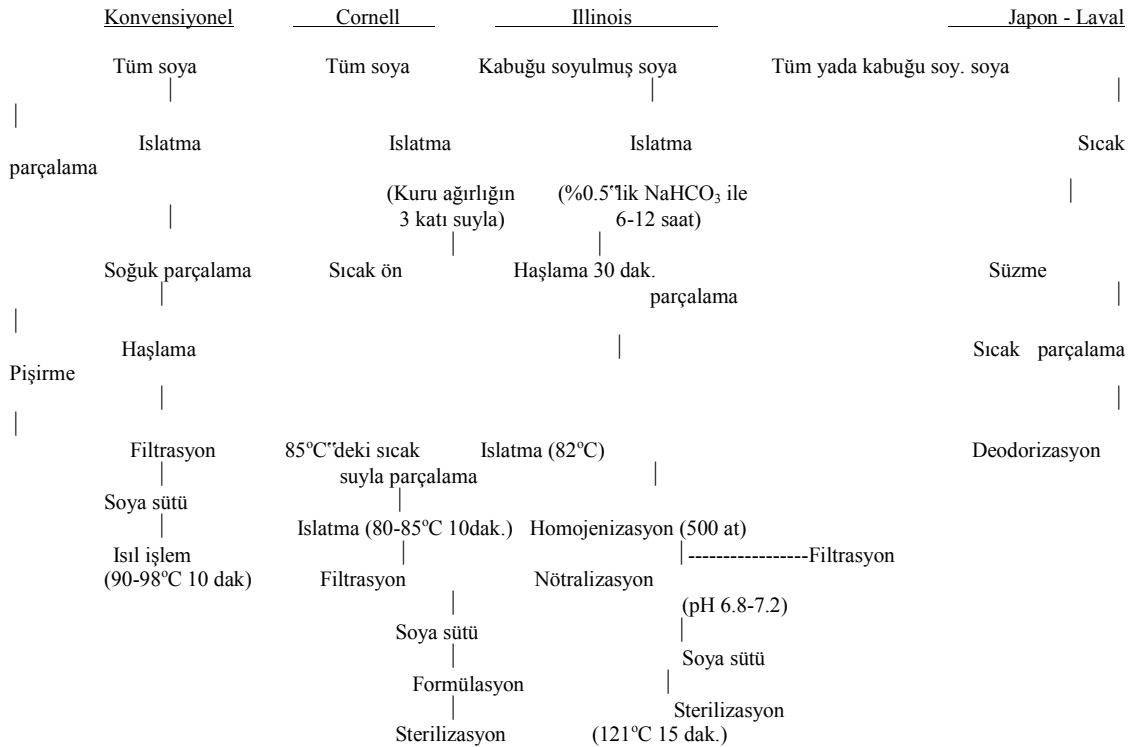
Bileşen	Soya Sütü	İnek Sütü	Anne Sütü
Su (g)	88,60	88,60	88,60
Protein (g)	4,40	2,90	1,40
Kalori (kcal)	52,00	59,00	62,00
Yağ (g)	2,50	3,30	3,10
Karbonhidrat (g)	3,80	4,50	7,20
Kül (g)	0,62	0,70	0,20
Kalsiyum (mg)	18,50	100,00	35,00
Sodyum (mg)	2,50	36,00	15,00
Fosfor (mg)	60,30	90,00	25,00
Demir (mg)	1,50	0,10	0,20
Tiamin (mg)	0,04	0,04	0,02
Riboflavin (mg)	0,02	0,15	0,03
Niasin (mg)	0,62	0,20	0,20

Soya sütünün biyolojik değeri 79 ve sindirilebilirliği ise %91'dir. Aynı değerler insan sütü için sırasıyla 100 ve %90'dır. Bu özelliği itibarıyla soya sütü değerli bir besin maddesidir (Kınık ve Akbulut, 1991).

Hoş aromalı ve yüksek verimli soya sütü üretimi için en önemli aşama uygun soya varyetelerinin seçimidir. Bu amaçla taze, beyaz hilum, yüksek oranda protein içeren, büyük taneli soya fasulyesi

variyetelerinin kullanımı önerilmektedir (Chen, 1981, 1983; Kınık, 1992). Seçilen soya taneleri daha sonra ağırlıklarının 3 katı oranındaki suda yazın (20°C'de) 8-10 saat, kışın (10°C'de) 14-20 saat süre ile ıslatılmaktadır. ıslatma sonrası süzülen soya fasulyeleri 85-90°C'de yaklaşık 15 dakika ısıtma işlemine tabi tutulmaktadır. ıslatma ve ısıtma işlemlerinde sodyum bikarbonat, sodyum sitrat gibi alkali çözeltilerin kullanımı ile elde edilecek üründe fasulyemsi aromanın azaltılmasının, ısıtma süresinin kısaltılmasının, beslenmeyi önleyici faktörlerin ortadan kaldırılmasının ve ekstrakte edilebilir katı madde oranının artırılmasının mümkün olduğu bildirilmektedir (Wang, 1986a; Kınık, 1992). ıslatma işleminden sonra süzülen soya fasulyesi soya:su oranı 1:8 olacak şekilde 50-60°C'deki su ile hızlı devirli bir mikserde sıcak parçalama işlemine tabi tutulmakta ve filtre edilmektedir. Filtrasyondan sonra soya sütü ve posa (Okara) ayrılmaktadır (Okara birtakım Uzakdoğu ülkelerinde gıda olarak kullanılmaktadır). Bu şekilde elde edilen soya sütü ayrıca 6.8-7.2 pH'ya getirilmekte ve 120°C'de 10 dakikalık ısıtma işlemine tabi sterilize edilmektedir (Nelson et al., 1976; Anon., 1984; Chen, 1987; Wang, 1987; Kınık ve Akbulut, 1991).

Soya sütü üretiminde bugün en çok kullanılan üretim yöntemleri aşağıda Şekil 1'de verilmektedir (Kınık, 1992).



(121°C 15 dak.)

## Şekil 1. Dünyada en çok kullanılan soya sütü üretim yöntemleri

Soya fasulyesinin bileşiminde soya sütünün tüketimini kısıtlayıcı bir takım faktörler bulunmaktadır. Bunlar; lipaz enzim aktivitesinin sebep olduğu belirgin fasulyemsi tat ve koku, arzu edilmeyen aromaya sebep olan daidzein ve genistein isimli isoflavin bileşikler, soya sütünün karbonhidrat yapısı, protein emilimini kısıtlayan tripsin inhibitörleri ve fitik asit ile tuzlarıdır. İlgili faktörlerin eliminasyonu için ısıtım işlemi uygulanması, isoflavin bileşiklerinin inaktive edilmesi için glukano delta laktan kullanımı, sütün fermente edilmesi, ultrafiltrasyon, enzim ile muamele gibi çeşitli önlemlerin alınması gerekmektedir (Wang, 1986a; Kınık, 1992; Kınık ve Akbulut, 1994).

### 3. SOYA YOĞURDU

Soya sütü, içme sütü olarak kullanılmasının yanısıra fermente ve fermente olmayan çeşitli süt mamullerinin üretiminde de kullanılabilir. Bu ürünlerin başında da yoğurt gelmektedir. Ancak soya sütünün kimyasal kompozisyonunun normal süttten farklı olması geleneksel yoğurt üretimini kısıtlamaktadır. Geleneksel yöntemle üretilen yoğurtlarda da yapı, kıvam ve aroma kusurları görülmektedir. Soya sütünde asit oluşumunu kısıtlayan faktör, soya fasulyesindeki %5 sakkaroz, %1.1 rafinoz, %3.8 stakioz gibi oligosakkaritler ile araban ve arabinogalaktan gibi hemiselulozdan oluşan karbonhidrat yapısıdır (Kınık, 1992). Bu sakıncaları ortadan kaldırmak amacıyla fermentasyonda kullanılan bakteri kültürü ve suşlarının özenle seçilmesi gerekmektedir. Bunun yanında soya sütünün inek veya diğer hayvan sütlerine belli oranlarda katılarak çeşitli ürünlere işlenmesi yöntemi de oldukça kabul gören diğer bir yöntemdir. Gerek soya sütünün çeşitli bakteri kültürleri ile fermente edilmesi, gerekse belli oranlarda inek ve diğer hayvan sütleri ile karışımları halinde fermente ürünlere işlenmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda, çeşitli katkı maddeleri ve bakteri kültürleri kullanılarak üretilen yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, duyuşsal özellikleri incelenmiş ve ürünlerin kabul edilebilirliklerinin artırılması için bunları takip eden çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan bir çalışmada, soya yoğurdu üretiminde, %1 sakkaroz içeren, % 10, % 20 ve % 30 oranında yağsız süt katkılı soya sütü kullanılmış ve sütler *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus acidophilus* kültürleri ile fermente edilmiştir. Çalışma sonunda yoğurtlardaki fasulyemsi aromanın

yağsız süt oranı arttıkça azaldığı ancak, %20'den sonraki yağsız süt ilavesinin tekstürel yapıyı zayıflattığı tespit edilmiştir. Bu da göz önüne alınarak soya sütüne %20 yağsız süt ilave edilerek yapılan ürünün en iyi kabul edilebilir ürün olduğu bildirilmiştir (Chopra et al., 1982). Fasulyemsi aromanın baskılanması amacıyla yapılan başka bir çalışmada, % 25 fruktoz, % 25 evapore süt ve % 25 yağsız süt tozu ilavesi ile zenginleştirilen soya sütlerinden elde edilen yoğurtlarda fasulyemsi aromanın önemli derecede baskılandığı ve yapılan duyuşsal değerlendirme sonucu en düşük panel puanlarını %25 fruktoz ilaveli sütlerden üretilen yoğurtların aldığı bulunmuştur. Ayrıca % 25 fruktoz katkılı yoğurtların viskozite açısından da diğer yoğurtlardan önemli derecede düşük puanlar aldığı belirlenmiştir (Buono et al., 1990).

Soya yoğurtlarında karşılaşılan kıvam zayıflığı ve yetersiz asitlik gelişiminin engellenmesi amacıyla yapılan çalışmalardan birinde, %0.15 kalsiyum asetat, %0.5 jelatin ve laktöz (% 0 veya % 2) ilaveli soya sütü *Lactobacillus casei* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan karışık bakteri kültürü ile fermente edilmiş ve elde edilen yoğurt benzeri ürün ticari set yoğurtla karşılaştırılmıştır. „Sogurt“ diye adlandırılan yoğurt benzeri ürünün fasulyemsi ve kuru üzüm aromalı, ağız buruşturucu ve kumlu bir yapıya sahip olduğu; %2 laktöz ilave edilen soya yoğurdunun ise diğer yoğurtlara nazaran daha acı olduğu tespit edilmiştir. Laktöz ilaveli ve ilavesiz soya yoğurtlarının ilave edilen jelatinden dolayı yoğurttan daha katı kıvamlı olduğu bulunmuş ve bu ürünlerin geleneksel yoğurt aromasından yoksun olduğu bildirilmiştir. Ayrıca laktöz ilaveli soya yoğurdunun daha beyaz olduğu ve yüksek asitliğin beyaz renk pigmentlerini yoğunlaştırdığı da bildirilmektedir (Cheng et al., 1990).

Soya yoğurdu üretiminde, soya sütünden fenolik bileşenlerin ve istenmeyen fasulyemsi aromanın uzaklaştırılması için aktif karbonla muamele işleminin denendiği bir çalışmada, aktif karbonla işlem görmüş soya sütüne %3-5 peynir altı suyu protein konsantratu ve yağsız süt tozu ilave edilerek soya sütü bazlı yoğurt üretilmiştir. Aktif karbonla muamele işleminin soya sütünden fenolik bileşenlerin ve istenmeyen fasulyemsi aromanın uzaklaştırılmasında etkisiz olduğu bulunmuştur. Soya sütüne peynir altı suyu protein konsantratu ilavesinin ise aroma üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüş, ancak tüm soya yoğurtlarında yapı ve tekstürün kontrol grubuna göre zayıf olduğu bildirilmiştir (Lee et al., 1990).

Soya yoğurdunun raf ömrünün belirlenmesi amacıyla yapılan başka bir çalışmada; soya sütü tozu, kalsiyum sülfat ve su ile hazırlanan soya sütü 5 dakika homojenize edilmiş ve 95 °C'de 5 dakika ısıtılma tabi tutulmuştur. Soğuma sırasında % 0.5 jelatin, % 3.5 yağsız süt tozu ve % 10 şeker katılarak 1:2 oranında *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* ile 41 °C'de 4-5 saat fermentasyona tabi tutularak yoğurt benzeri bir ürün elde edilmiştir. Son ürün % 0.06 gıda boyası ile renklendirilmiş ve % 0.01 oranında çilek aroması ile aromalandırılarak 5 ve 15 °C'lerde muhafaza edilmiştir. 5°C'de depolanan soya yoğurtlarında ortalama depolama ömrü 4 hafta, 15°C'de depolananlarda da yaklaşık 2 hafta bulunmuştur (Vargas et al., 1989).

Görüldüğü gibi soya sütü ve fermente soya ürünlerinde en belirgin tat bozukluğu fasulyemsi aromadır. Fasulyemsi aromanın elimine edilmesi veya baskılanması amacıyla %3-5 sakkaroz ilavesi, peyniraltı suyu katkısı, sitrik asit ve sodyum sitrat ilavesi ve soya sütü mamullerinin meyve aromalı olarak üretilmesiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Soya sütü mamullerinin üretiminde çilek, limon, mandalina, ahududu, portakal ve muz aromaları en çok ilgiyi çeken aromalardır. Konu ile ilgili olarak Kınık ve Akbulut (1994a), inek sütüne %70 veya daha fazla soya sütü ilave ederek ürettikleri soya yoğurtlarında limon ve çilek aromaları kullanmışlardır. Aynı yoğurt örneklerinde yapı ve kıvam kusurlarının giderilmesi amacıyla stabilizatör olarak jelatin kullanılmış aroma ve jelatin ilavesinin yoğurtların duyuşal özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Yapılan duyuşal analizlerde limon ve çilek aromalı soya yoğurt örneklerinin oldukça beğeni topladığı tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada artan soya sütü miktarı ile birlikte, protein miktarı ve sertlik değerinde azalma, buna karşın sinerezde artma tespit edilmiştir. Bu durum, soya sütünün bileşimi ve protein yapısıyla ilişkili bulunmakta ve ilgili kusurların jelatin gibi stabilizatör madde kullanımı ile azaltılabileceği bildirilmektedir.

Soya sütünden elde edilen soya yoğurtu düşük kalsiyum içeriği sebebiyle normal yoğurttan daha

düşük besleyici niteliğe sahiptir. Bundan dolayı son yıllarda kalsiyumla zenginleştirilmiş soya yoğurtu üretimi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Soya sütünün kalsiyumla zenginleştirilmesi normal süttten oldukça farklı olmaktadır. Çünkü, soya proteinleri kalsiyuma duyarlıdır ve kalsiyum ile çökelebilmektedirler. Ancak uygun pıhtılaştırma önleyicilerle (potasyum sitrat gibi) kalsiyumla zenginleştirilmiş soya sütünde proteinlerin stabilitesi geliştirilebilmektedir. Konu ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada 190mg/100g kalsiyum içeren kalsiyumla zenginleştirilmiş soya sütü yoğurtu üretilmiş ve ürünün tekstürel ve mikroyapısal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda kalsiyumla zenginleştirilmiş soya yoğurtu, normal soya sütü yoğurtu ve ticari normal yoğurtla karşılaştırılmış ve bu yoğurtlardan daha iyi jel mukavemeti gösterdiği, normal soya sütü yoğurdunun ise sert ve kırılğan bir jel yapısına sahip olduğu görülmüştür. Bununla beraber kalsiyum ilavesinin yoğurtların mikroyapılarında önemli sayılabilecek bir etkisinin olmadığı da bildirilmektedir (Yazıcı et al., 1997).

#### 4. TOFU VE ÜRETİMİNDE SOYA SÜTÜ KULLANILAN BAZI PEYNİRLER

Soya sütünden üretilen mamullerden biri olan soya peyniri veya yaygın adı ile tofu ; soya fasulyesinden su ekstraksiyonu ile hazırlanan soya sütünün kalsiyum sülfat, magnezyum sülfat ve glukano delta lakton gibi koagulantlarla çöktürülmesi ve bu çöktürülmenin torbalarda süzülmesi ile elde edilen beyaz kremimsi renkte, yumuşak ve düzgün yapıda bir peynirdir. Tofunun özellikle Hindistan, Çin, Japonya gibi Uzakdoğu ülkelerinde popüler bir gıda olarak tüketimi yaygındır (Wang, 1986a; Kınık ve Akbulut, 1994b; Ötleş; 1998).

Tofu içerdiği protein miktarına göre sınıflandırılmaktadır. Tofunun kimyasal kompozisyonu (%) ve sınıflandırılması Tablo 3'de verilmiştir.

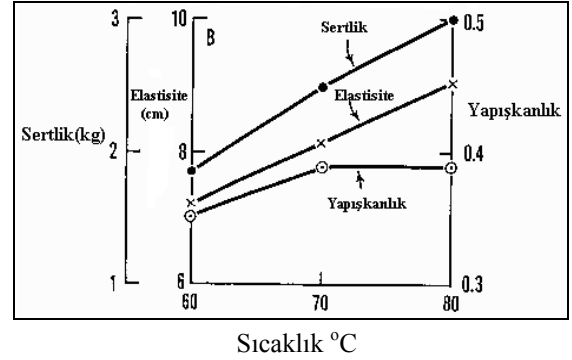
Tablo 3. Tofunun Kimyasal Kompozisyonu (%) ve Sınıflandırılması (Ötleş, 1998)

Tofu Sınıfları	Nem	Kuru Madde	Yağ	Protein	Karbonhidrat	Kül
Yumuşak tofu	88,0	12,0	3,5	6,0	1,9	0,6
Orta sert tofu	84,9	15,1	4,3	7,8	2,3	0,7
Sert tofu	79,3	20,7	5,3	10,6	2,9	1,9
İpek tofu	88,4	11,6	3,2	5,5	1,7	1,2
Türk tofusu	78,6	21,4	4,9	12,1	2,4	2,0

Tofu üretiminde kullanılacak olan soya sütüne uygulanan ısı işlem, sadece protein denatürasyonu ile pıhtı oluşum özelliği için değil, bunun yanı sıra besin değerini geliştirmek ve istenmeyen aromayı azaltmak için de gereklidir. Tofu tüketiminde genel olarak son ürüne ısı işlem uygulanmamaktadır. Bu yüzden soya sütündeki antibesinsel faktörlerin (tripsin inhibitörü ve hemaglutinin faktörü) yapıları bozulmamaktadır. Antibesinsel faktörlerin bozunması, sindirilebilirlik ve aminoasit kompozisyonunun maksimum besleyici özelliğini gösterebilmesi için soya sütünün mutlaka 10-15 dakika kaynatılması gerektiği belirtilmektedir (Wang, 1986a).

Tofu'nun üretim verimi ve tekstürü üzerine en etkili basamak koagulyondur. Ancak, soya fasulyesi proteinlerinin iyonik bağlanmaları ve koagulyon olayları arasındaki ilişki tam olarak bilinmemektedir. Konu ile ilgili en popüler teori şu şekildedir: Doğal soya protein moleküllerinin ısı işlem sırasında yapıları bozunmaktadır. Bunun sonucunda, serbest SH grupları, disülfid bağları ve hidrofobik gruplar açığa çıkmakta ve bu solüsyonda proteinler çözünabilir fazda kalmaktadır. Kurutma ve dondurarak konsantre etme veya moleküler yüklerin nötralizasyonu, açığa çıkan gruplar biraraya gelerek dönüşümsüz agregasyon oluşturmaktadır. İntermoleküler polimerizasyondan sorumlu bağlar, sülfidril-disülfid değişim reaksiyonları ve aynı zamanda hidrofobik aminoasit kalıntıları arasındaki interaksiyonlar sonucu oluşan disülfid bağlarıdır. Aynı teoride tofu üretimindeki dönüşümsüz koagulyona, ilave edilen  $Ca^{++}$  veya  $Mg^{++}$  iyonlarının, negatif yüklü asidik aminoasit kalıntıları ve açığa çıkan protein moleküllerinin sülfid grupları ile iyonik bağ oluşturması sonucu azalan moleküler yüklerin sebep olduğu bildirilmektedir (Wang, 1986a, b).

Tofu üretiminde son pıhtının verimi ve tekstürü üzerinde koagulyon sıcaklığının etkisi, 60-80°C arasındaki sıcaklıklarda 0.02M  $CaCl_2$  ile elde edilen pıhtılarda incelenmiştir. Pıhtı ağırlığının ve nem içeriğinin sıcaklık arttıkça azaldığı görülmüştür. Yine sıcaklık artışıyla pıhtının sertliğinin ve elastisitesinin arttığı Şekil 2'de görülmektedir. Bununla beraber, pıhtının kaynaşabilme özelliği üzerinde koagulyon sıcaklığının çok düşük bir etkisinin olduğu görülmüştür (Wang, 1986a).



Şekil 2. Tofunun kalitesi üzerine sıcaklığın etkisi (Wang, 1986a)

Tofu üretiminde geleneksel olarak sert pıhtı, soya sütü içine koagulantın fazla karıştırılmaksızın dökülmesi ile elde edilir. Çünkü güçlü karıştırma sadece sert pıhtı oluşumuna sebep olmamakta, pıhtıda hava boşlukları da meydana getirmektedir. Ekstra karıştırma işlemi sertliği önemli derecede arttırmakta, pıhtı brüt ağırlığını ve pıhtıdaki nem içeriğini ise azaltmaktadır. Karıştırma hızı ve tofu hacmi arasındaki ilişki konusunda yapılan bir çalışmada, karıştırma hızı arttıkça tofu hacminin azaldığı bulunmuştur. Tofu üretiminde karıştırma işleminin bazı kriterler üzerine etkisi Tablo 4'te görülmektedir (Wang, 1986a).

Tablo 4. Tofu Üretiminde Karıştırma İşleminin Etkisi\*

Koagulant	Kaba Ağırlık (g)		Nem İçeriği (%)		Sertlik (kg)	
	A	B	A	B	A	B
$CaSO_4$	170	153	87,1	85,6	0,80	0,97
$CaCl_2$	120	105	81,1	78,8	3,12	4,21

\*: A. Koagulant ve soya sütünün birbirleri içine karıştırılmaksızın dökülmesi  
B. Koagulant ilavesinden sonra ekstra karıştırma işlemi uygulanması

Uzakdoğu'da tofu genellikle çabuk bozulduğu için günlük olarak üretilip tüketilmektedir. ABD'de ve Avrupa'da ise tüketiciye ulaşmaya kadar soğuk zincir içinde 1-2 hafta kalabilmektedir. Tofu'nun raf ömrünün arttırılması için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalara göre soğukta depolamanın dışında tuzlu salamurada bekletme ve tütsüleme ile raf ömrünün uzatılabileceği

bildirilmektedir. Tofu, ülkemizde birkaç küçük işletmede ve daha çok hazır yemek ve hamburger gibi fast-food ürünlerinde kullanılmak üzere üretilmektedir (Kınık, 1992; Ötleş, 1998).

Son yıllarda batı ülkelerinde sağlık ve beslenmelerine özen gösteren bilinçli tüketiciler soya peynirinin diyetlerine ilavesini arttırmışlardır.

Bu açıdan araştırmacılar yeni ürün geliştirme veya çeşitli geleneksel peynirlerde soya sütünün kullanımı ile ilgili araştırmalara yönelmişlerdir.

Konu ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada , bölgesel yumuşak bir peynir çeşidi olan Karış peyniri üretiminde manda sütü ve %20 soya sütü kullanılmış ve 8 hafta depolama boyunca bazı duyuşal ve kimyasal özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. Üretilen soya sütü katkı peynirin veriminin kontrol grubuna göre daha düşük, asitliğinin ise daha yüksek ve tuzlu olduğu bulunmuştur. Bunun yanında olgunlaşma indeksi olarak kabul edilen toplam uçucu yağ asitleri ve çözünebilir nitrojen değerlerinin her iki peynirde de benzer düzeyde olduğu bildirilmiştir.

Ras ve Cheddar peyniri üretiminde soya sütünün kullanılabilirliği ile ilgili yapılan bir çalışmada , inek, manda ve manda sütüne 9:1'den 7:3'e kadar değişen oranlarda soya sütü ilavesi ile Ras ve Cheddar peyniri üretilmiştir. Çalışmada, olgunlaşma süresince, kullanılan soya sütü oranı arttıkça, nem, asidite ve protein parçalanma oranının arttığı bulunmuştur. %10 ve %20 soya sütü ilavesinin peynir üretim aşamaları ve son ürün üzerinde önemli bir etki yapmadığı buna karşın %30 soya sütü ilavesinin yüksek nemli pıhtı oluşumuna, %40 soya sütü ilavesinin ise zayıf yapı, yüksek nem ve peyniraltı suyu ile kazein ve yağın aşırı kaybına yol açtığı saptanmıştır. Ayrıca çalışmada, Ras ve Cheddar peyniri yapımında manda sütüne %20 soya sütü ilavesinin peynir özelliklerini geliştirdiği sonucuna varılmıştır (El-Safty and Mehanna, 1977).

Yine bölgesel bir peynir çeşidi olan Domiati peyniri üretiminde, soya fasulyesinden peyniraltı suyu kullanarak ekstrakte edilen ve %5 yağsız süt tozu ilave edilmiş soya sütü ile aromalandırıcı olarak yeşil sivri biber kullanılmıştır. Elde edilen 6 farklı tip peynirde ortalama toplam kuru madde, toplam nitrojen ve tuz miktarları sırasıyla %31.63, %3.437, %7.426 olarak bulunmuş, peynir üretiminde soya fasulyesi kullanımının maliyeti %50 düşürdüğü bildirilmiştir (El Gazzar and Elhami, 1979).

Soya sütü geleneksel peynirlerin yanısıra peynir benzeri ürünlerin üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, yağsız soya sütüne dışarıdan karbon kaynağı ilave edilmeksizin *Streptococcus lactis* YUFE L-4 ile 37°C'de 4 saat fermente edilen soya sütüne 50°C'de 0.0125M MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O ve 0.0375M CaCl<sub>2</sub> ilave edilerek 30 dakikalık koagülasyon sonucu peynir benzeri bir ürün üretilmiştir. 6 hafta olgunlaştırmadan sonra ortalama nem miktarı %62-63 olarak bulunmuş, ürünün duyuşal olarak kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmanın sonucunda soya sütüne

katılan *Aspergillus saitoi* proteazının, *Mucor spp.* kaynaklı rennin enzimine göre daha etkin olduğu bildirilmiştir (Yu et al., 1978).

Yapılan bir çalışmada; soya, inek ve soya:inek sütü karışımlarından farklı formülasyonlarda 6 çeşit peynir benzeri ürün elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan peynir altı suyu tozunun ürüne beklenen peynir aromasını vermediği görülmüştür. Soya sütü ve inek sütü karışımlarından elde edilen peynirlerin sarımsı bir renge sahip olan soya sütü peynirine oranla daha beyaz olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, artan inek sütü miktarı ile birlikte ürünlerin duyuşal niteliklerinde de bir gelişme olduğu bildirilmiştir (Ögel, 1987).

Yine başka bir çalışmada, inek sütüne %40, %60 ve %80 oranında soya sütü ilave edilerek üretilen tofu benzeri peynirler yumurta, zeytin, domates ve biber salçası, salatalık turşusu, baharatlar gibi çeşni ve aroma verici maddelerin katımı ile aromalandırılmış, depolama döneminde meydana gelen bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. Çalışmada soya sütü miktarı arttıkça kuru madde, protein, yağ ve pH değerlerinin azaldığı, asiditenin ise arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, soya sütü ve soya sütü içeren sütlerden (%40, %60, %80) üretilen tofu ve benzeri ürünlere ilave edilen çeşni verici maddelerin etkisiyle, sade olarak hazırlanan ürünlere göre duyuşal özelliklerde dikkati çekecek ölçüde gelişmeler kaydedilmiştir. Elde edilen bütün ürünlerin kesilebilirlikten ziyade sürülebilir krem peyniri kıvamında olduğu da bildirilmektedir (Kınık ve Akbulut, 1994b).

## 5. SONUÇ

Bir tarım ve hayvancılık ülkesi olan Türkiye'nin, 65 milyona ulaşan nüfusunu besleyebilmesi, tarımsal ihracatını arttırabilmesi ve ekonomik zorluklar çekmemesi için sahip olduğu kaynakların yanısıra yeni gıda kaynaklarını da devreye sokması gerekmektedir. Oldukça ekonomik ve yüksek kaliteli protein kaynağı olan soya sütü ve ürünleri bu kapsamda ulusal süt endüstrimiz açısından önemli alternatiflerdir. Ülkemizde yeni tanınmaya başlayan soya sütü ve ürünlerinin yapılacak kapsamlı çalışmalarla sanayiye, üreticiye ve tüketicilere tanıtılması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

Abou El-Ella, W. M., Farahat, S. E., Rabie, A. M., Hofi, A. A., El-Shibiny, S. 1977. The Use of Soy

Milk in Manufacture of Skim Milk Karish Cheese. *Milchwissenschaft*, 32(4): 215-216.

Anonmyous, 1984. Soymilk in Brief. A Case That Makes Sense. STS Soya Technology Systems Ltd. 11 Dhoby Ghaut 11-06 Cathay Building Singapore, 0922.

Bouno, M. A., Setser, C., Erickson, L. E., Fung, Y. C. 1990. Soymilk Yogurt: Sensory Evaluation and Chemical Measurement. *J. Food Sci.* 55: 528-531.

Bozkurt, S. 1988. "Soya Tarımı ve Sorunlar (I)" **Soya Sempozyumu** 8 Kasım 1988 Adana.

Chen, S. 1981. Nutrition & Production of Soymilk. *Food Industries*, 13(4): 5-14.

Chen, S. 1984. Soymilk. A Drink From the Great Earth. First European Soyfood Work Shop. 27-28 September 1984, Amsterdam.

Chen, S. 1987. Soymilk Without Beany Flavor. *Food Manufacture* 3(2): 31-32.

Cheng, Y. J., Thompson, L. D., Brittin, H. C. 1990. Sogurt; A Yogurt-Like Soybean Product: Development and Properties, 55 (4): 1178-1179.

Chopra, C. S., Mital, B. K., Singh, S. 1984. Preparation of a Yogurt-Like Product From Soybeans. *J. Food Sci. and Technol.* 21: 81-84.

El-Gazzar, H., Elhami, M. 1979. Soy Cheese Spread. *J. Agriculture Research Tanta Univ.* 5(1): 106-113.

El-Safty, M. S., Mehanna, N. 1977. Studies on the Use of Soymilk in Ras and Cheddar Cheeses Making. *Egyptian J. Dairy Sci.* 5: 55-63.

Golbitz, P. 1997. "Shopping For Soyfoods" **Second Annual Soyfoods Symposium Proceedings**, 11-12 November 1997, Kentucky.

Güney, E. 1985. Soya Ürünleri ve Üretim Teknolojisi. Seminer. Ege Üniv. Zir. Fak. Tarım Ür. Tek. Böl., Bornova, İzmir.

Hitchins, A. D., Mcdonough, F.E., Wong, N. P. 1987. Comparison of The Effects of Corn-Soy-Milk and Corn-Soy-Yogurt Dietary Formulations on Growth and Salmonella Infection Resistance of Rats. *Nutrition Reports International* 35 (3): 567-574.

Hurşit, A. K., Temiz, H. 1998. "Süt ve Soya Sütü Karışımının Pıhtılaşma Özellikleri" **Gaziantep Gıda Mühendisliği Kongresi** 16-18 Eylül 1998, Gaziantep, Bildiriler Kitabı 317-322.

Kınık, Ö. 1992. Bazı Süt Mamullerinin Üretiminde Soya Sütünden Yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Süt Tek. A. B. D., Bornova, İzmir.

Kınık, Ö., Akbulut, N. 1991. Soya Sütünün Farklı Yöntemlerle Elde Edilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Zir. Fak. Derg.* 28 (2-3): 121-128.

Kınık, Ö., Akbulut, N. 1994a. Aromalı Yoğurt Üretiminde Soya Sütünden Yararlanma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *Ege Üniv. Zir. Fak. Derg.* 31(2-3): 131-138.

Kınık, Ö., Akbulut, N. 1994b. Tofu Benzeri Peynir



Çeşitlerinin Üretiminde Soya Sütünden Yararlanma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniv. Zir. Fak. Derg. 31(2-3): 123-130.

Kuntz, D. A., Nelson, A. İ., Steinberg, M. P., Wei, L. S. 1978. Control of Chalkiness in Soymilk. J. Food Sci. 43: 1279-1283.

Lee, S-Y., Morr, C. V., Seo, A. 1990. Comparison of Milk-Based and Soymilk-Based Yogurt. J. Food Sci. 55 (2): 532-536.

Matsuura, M., Obata, A., Fukushima, D. 1989. Objectionable Flavor of Soy Milk Developed During The Soaking of Soybeans and its Control. J. Food Sci. 54 (3): 602-605.

Nelson, A. I., Steinberg, M. P., Wei, L. S. 1976. Illinois Process For Preparation of Soymilk. J. Food Sci. 42: 57-61.

Ögel, Z. B. 1987. Production of a Feta Cheese-like Product From Soybeans. A Master's Thesis. In Food Engineering Middle East University, Ankara.

Ötleş, S. 1998. Tofu'nun Bileşimi ve Önemi. Gıda ve Teknol. 3(1): 86-90.

Smith, B. 1997. "Soyfoods Protect From Heart Disease" **Second Annual Soyfoods Symposium Proceedings**. 11-12 November 1997. Kentucky.

Vargas, L. H. M., Reddy, K. V., Da Silva, R. S. F., 1989. Shelf-Life Studies on Soy-Whey Yogurt: A Combined Sensory, Chemical and Microbiological Approach. Lebensm.- Wiss. u. - Technol., 22: 133-137.

Wang, H. L., 1986a. Production of Soymilk and Tofu. French Soy Food Industry. March 12-15, Paris, France.

Wang, H. L. 1986b. Uses of Soybeans as Foods in the West With Emphasis on Tofu and Tempeh. In Plant Proteins: Applications, Biological Effects and Chemistry. ACS Symposium Series No: 312, Washington, DC.

Wang, H. L. 1987. Tofu and Soybean Milk Production. J. European Soy Foods Association 1(1): 9-17.

Yazıcı, F., Alvarez, V. B., Hansen, P. M. T. 1997. Fermentation And Properties of Calcium-Fortified Soy Milk Yogurt. J. of Food Sci. 62(3): 457-461.

Yu, J-H., Shin, W-C., Pyun, Y-R., Yang, R. 1978. Preparation of Cheese-Like Product Using Soybean Milk. Korean J. Food Sci. and Technol. 10(2): 231-236.