



**GIDA SANAYİNDE SOYANIN KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Fatihah AZZAHRA



T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GIDA SANAYİNDE SOYANIN KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Fatimah AZZAHRA

Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2016

TEZ ONAYI

Fatimah AZZAHRA tarafından hazırlanan ‘‘Gıda Sanayiinde Soyanın Kullanım Olanaklarının Araştırılması’’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU

İmza 

Başkan : Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Gıda Bilimi Ana Bilim Dalı

İmza 

Asil

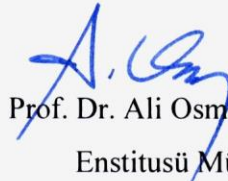
Üye : Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Gıda Teknolojisi Ana Bilim Dalı

İmza 

Üye : Doç. Dr. Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU
Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi
Gıda Teknoloji Programı

İmza 

Yukardaki sonucu onaylarım


Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitüsü Müdürü
15/08/2016

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünün bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.



15/8/2016

İmza

Fatimah AZZAHRA

ÖZET

Yüksek Lisans

GIDA SANAYİNDE SOYANIN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Fatimah AZZAHRA

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU

Soya fasulyesi, Baklagiller familyasına ait besleyici, zengin protein içeriğine sahip, ucuz bir gıdadır. Günümüzde Asya'dan Avrupa'ya, Amerika'ya ve dünya'ya yayılan önemli bir fonksiyonel gıdadır. Gıda sanayinde soya yağı, soya unu, soya izolatu ve farklı fermente ürün çeşitleri bulunmaktadır. Önemli bir protein kaynağı olarak sağlıklı ürün üretiminde yararlanılmaktadır.

Bu tezin amacı, soyanın özelliklerinin tanıtılması, soya fasulye ürünlerinin sağlık üzerine yararlarının ortaya konması, başta Asya'da bulunan ürünler olmak üzere farklı fermente ve fermente olmayan ürünlerin anlatılması, yeni ürünlerin tanıtılması, gıda endüstrisinde soya fasulyesinin kullanım olanaklarının sunulmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Soya fasulyesi, fermentasyon, soya ürünleri, tempe, fonksiyonel gıda.

2016, viii + 77 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

RESEARCH OF THE POSSIBILITIES USING OF SOY IN THE FOOD INDUSTRY

Fatimah AZZAHRA

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOGLU

Soybean with its affordable price, high content of soy protein, isoflavones, omega-3-fatty acid and dietary fiber are counted as potential functional food ingredient. Last decade, soybean is easily founded widely from Asia to Europe, America or even over the world and is counted as one of important legume. Different food products based on soy composition spreads on market—soy oil, soy flour, soy isolate, various fermented foods. By numerous food methods, soybean is manufactured into kind of healthy foods and its derivate.

The objectives of this thesis were to determine the soybean nutritious facts and its functionality for health effects; to describe various soybean products either fermented or non-fermented foods which is classified mostly as functional foods; to examine the novel food from soybean and its probability to be manufactured in food industries.

Key Words: Soybean, fermentation, soy products, tempe, functional food.

2016, viii + 77 pages

ÖNSÖZ

Uzak olan geldiğim ülkemden, Türkiye’de yaşadığım sürece tempe ve tofu gibi soya fasulye ürünlerini çok özlemiştim. Fonksiyonel gıda sayılan soya ürünleri Türkiye’de pek fazla bulunmamaktadır. Bu tez soya ve ürünlerinin kullanım olanaklarını sunmayı amaçlanmıştır.

Yüksek lisans tezimin tüm aşamalarında, çalışmalarımı yürütmemdeki her türlü katkılarından, desteklerinden, doğru yönlendirmelerinden, büyük emeklerden dolayı değerli danışman hocam Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU’ya yürekten teşekkür ederim.

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Muhendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR ve tüm hocalarıma lisanüstü eğitimimi destekleyen, ilim veren teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisan eğitimim sırasında bursiyeri olmaktan gurur duyduğum Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı (YTB) Türkiye Bursları destekleri için teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında anlayışları ve destekleri ile sürekli yanımda olarak bana güç veren Arş. Gör. Gökçen GÜLGÖR ve Hecar MERAL’e ayrıca teşekkür ederim. Son dönemde Merve ATAŞ ve Yasemin KÜÇÜKATA ile geçirdiğimiz vakit ve beni yalnız bırakmadığınız için teşekkür ederim. Özellikle Endonezyalı kardeşime Dina ve Hanifatul RAHMA’ya da teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve tüm hayatım boyunca sonsuz destek veren, Jakarta’da ve Jeparada oturan büyük aileme en derin teşekkürlerimi sunarım. Tezimin bilim dünyasına yararlı olmasını diliyorum.

Fatimah AZZAHRA

15/08/2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. SOYA'NIN DÜNYA'DAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ ÜRETİM MİKTARLARI .	4
3. SOYA'NIN MORFOLOJİSİ	12
4. BESLENMEDEKİ ÖNEMİ.....	16
4.1. Soya Proteini.....	18
4.2. Soya Yağı.....	21
4.3. Soya Karbonhidratları.....	23
4.4. İz Mineraller	25
4.5. İzoflavonlar	26
5. SOYA ÜRÜNLERİNİN SAĞLIĞA YARARLARI.....	28
6. SOYANIN KULLANIM ŞEKLİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	33
7. SOYA ÜRÜNLERİ.....	35
7.1. Gıda Katkı Maddesi olarak Soyanın Kullanımı.....	35
7.2. Fermente Soya Ürünleri.....	35
7.2.1. Soya Sosu.....	35
7.2.2. Tempe	39
7.2.3. Miso	45
7.2.4. Natto.....	46
7.2.5. Tofu.....	49
7.3. Soya Fasulyesinin Diğer Kullanım Olanakları	53
7.3.1. Hayvan Besleme	53
7.3.2. Fırınlamada Soya Malzemeleri	54
7.3.3. Soya Sütü	55
7.3.4. Soya Sütü Tozu	58
7.3.5. Soya Yoğurdu	59

7.3.6. Soya Peyniri	61
8. TÜKETİCİ SAĞLIĞI AÇISINDAN UYULMASI ZORUNLU ŞARTLAR	63
9. SONUÇ	65
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	76



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

A	Alfa
B	Beta
Γ	Gamma
μ	Mikro
Δ	Delta

Kısaltmalar

DKB	Diyastolik Kan Basıncı
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	Gıda ve İlaç Dairesi
KLA	Konjuge Linoleik Asit
LAB	Laktik Asit Bakteri
PCR	Polymerase Chain Reaction/ polimeraz zincir reaksiyonu
RDA	Recommended Dietary Allowance/ Önerilen Besin Tüketimi
PDA	Patates Dekstroz Agar
PDCAAS	Protein digestibility-corrected amino acid score/ Düzeltilmiş protein sindirebilirliği amino asit puanı
SED	Hemaglutinasyon Önleyici Faaliyet
SKB	Sistolik Kan Basıncı
SPI	Soya Protein İzolatı
SST	Soya Sütü Tozu
SU	Soya Unu
TG	Trigliserit
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	Birleşmiş Milletler Tarım Bakanlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1	Türkiye’de illere göre soya fasulyesi, ekim alanları, ve verim değerleri	7
Şekil 2.2	Türkiye’de soya fasulyesi ekim alanlarının illere göre dağılım	7
Şekil 2.3	1983-2014 Türkiye’de soya verimi	9
Şekil 3.1	Tipik soya fasulyesinin morfolojik özellikleri. Hipokotil tohum kabuğu ile örtülmüştür	12
Şekil 5.1	Soya izoflavon aglikon ve glukosid yapısı	28
Şekil 5.2	Ön pişirme süresi ile dövülerek kabuğu çıkartılmış soya tohumları soya suyunda dayalı izoflavon konsantrasyonlarının evrimi	29
Şekil 6.1	Soya fasulyesinin çeşitli grünlere işlenmesi süreçlerinin akım şeması	34
Şekil 7.1	Soya sosu üretim şeması	38
Şekil 7.2	Koikuchi, usukuchi, ve tamari soya sosu üretim şeması	38
Şekil 7.3	Tempe starter üretimi	43
Şekil 7.4	Tempe üretim işlemi	44
Şekil 7.5	Natto üretim akış diyagramı	48
Şekil 7.6	Tofuyo üretim akış diyagramı	50

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa	
Çizelge 2.1	1988-2010 Türkiye’de soya fasulye verimi	8
Çizelge 2.2	Türkiye soya fasulyesi ve soya yağı ithalatı	10
Çizelge 2.3	Dünya soya fasulyesi ithalatı	11
Çizelge 3.1	Soya’nın fizikokimyasal özellikleri	14
Çizelge 4.1	Bazı önemli gıda baklagillerin en yakın bileşimi	17
Çizelge 4.2	Soya fasulyesine ait besin öğeler	18
Çizelge 4.3	Değişiklik soyalı ürünlerde soya proteinlerinin sindirebilirliği	19
Çizelge 4.4	Yetişkin kişilerde soya protein ve diğer protein ürünlerinin sindirebilirliğin karşılaştırılması	20
Çizelge 4.5	Soya kabuklarının lif içeriği	23
Çizelge 4.6	İnsanda flatus üzerine soya ürünleri etkisi	25
Çizelge 5.1	Baklagillerde bulunan biyoaktif bileşenler ve sağlık üzerine yararları	31
Çizelge 7.1	Japonya’daki soya sos tiplerinin bileşimi	35
Çizelge 7.2	Soya fasulyesi ve tempe besin değeri	42
Çizelge 7.3	Miso çeşitleri	46
Çizelge 7.4	Çiğ soya fasulyesinin ve natto’nun beslenme içeriği kıyaslaması	49
Çizelge 7.5	Kırmızı koji tarafından hazırlanan tofuyo’daki serbest amino asit oranları	52
Çizelge 7.6	Soya ürünleri son uygulamalar	54
Çizelge 7.7	Soya sütü ve inek sütü kıyaslaması	55
Çizelge 7.8	Soya sütü, inek sütü, ve anne sütünün besin içerikleri	57
Çizelge 7.9	Soya peyniri ve kasarlı peynirli ile besin içerikleri	62
Çizelge 8.1	Soya fasulyesi koruma ürünleri kalıntı limitleri	63

1. GİRİŞ

Sağlıklı beslenmenin önem kazandığı günümüzde baklagillerin gün geçtikçe tüketimi ve bu gıda grubuyla yapılan yeni gıdaların üretimi artmaktadır. Birçok hastalık için koruyucu ve önleyici etkisi olan bu ürünler konusunda yapılan çalışmalar artmaktadır. Serbest radikallerin neden oldukları oksidatif hasar, metabolizma üzerinde mutajenik, kanserojenik ve yaşlanma gibi sonuçlar doğurmaktadır. Bu doğrultuda, bu olumsuzlukları yavaşlatmak veya durdurmak amacıyla antioksidan içerikli besinlerin tüketilmesi önem kazanmaktadır. Birçok sağlık kuruluşu, tüketiciyi sağlıklı beslenmeye yönlendirmekte ve doğal antioksidanlar, sentetik antioksidanlara nazaran daha çok tercih edilmektedir.

Baklagiller, değerli besin karakteristiği (yüksek protein, sindirilebilen veya sindirilemeyen karbonhidratlar, polifenoller) ve düşük maliyeti nedeniyle tüketici tarafından tercih edilmektedir. Tohumlarda bulunan dirençli nişasta, lif gibi sindirilemeyen lifler nedeniyle tokluk kan şekerini yavaş arttırdığını gösteren bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte, sağlık üzerine olumlu etkileri olan, doğal antioksidan ve biyoaktif karbonhidratlar gibi fitokimyasalları da bünyesinde barındırmaktadır.

Baklagiller, *Leguminosae* ailesinin üyeleridir (Zhou ve ark. 2013). Mükemmel bir protein kaynağı olup, diyet lifi, nişasta, mikro besinler ve flavonoidler, izoflavonlar, fenolik asitler, lignanlar, doğal antioksidan gibi biyoaktif bileşikler içerirler (Fardet 2010, Jiang ve ark. 2013, Fidrianny ve ark. 2014).

Soya fasulyesi, Uzak Doğu'da diyetin önemli bileşenidir (Fehily 2003). İnsan sağlığına bilimsel olarak kanıtlanmış yararları, gerekse 400'den fazla endüstriyel ürün yapımında kullanılması soyayı tarımsal ürünler arasında önemli bir yere getirmektedir (Öner 2006). Çin'de, *mau dou*, Japonya'da, *edamame* olarak bilinir (Liu 2004b). Çinliler soya için; Harika Bitki, Kutsal Bitki, Tanrı Bitkisi, Üreyen Altın, Sarı Mücevher ve Doğu'nun Kemiksiz Et gibi isimler vermişlerdir. Asya'da, öncelikle tofu, soya sütü ve fermente ürünler gibi geleneksel gıdaların üretiminde soya fasulyesi kullanılır, ancak Batılı ülkeler ise rafine soya proteinini tüketmektedirler (Riaz 2006). 1999 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) soya proteinini sağlık açısından onayladıktan sonra, yaygın olarak kullanılmaya başlamış ve soya unu, ekmek ve diğer tahıl ürünleri yapmak için kullanılan

soya proteini, et ürünleri ve çorbalar; soya yağı—hem iç pişirme için hem de gıda endüstrisinde kullanılan bitkisel yağ, soya lesitini bir çok gıdada emülsiyon yapıcı olarak kullanılan ve soya sütü, inek sütünden yani veganlara alternatif protein kaynağı olmaktadır. Soya, laktoz ya da inek sütü proteinini tolere edemeyen bebekler için formülleri amacıyla değerlendirilmektedir. (Fehily 2003, Riaz 2006, Osundahunsi 2007). Soya proteini %90'dan fazla sindirebilir. Et, yumurta ve inek sütünde bulunan proteinler ile karşılaştırıldığında sindirebilirliği hemen hemen aynıdır (Messina ve Messina 1993).

Ancak, baklagiller, anti-besin olarak adlandırılan doğal tripsin inhibitörleri (TI), lektinler veya fitik asit gibi sindirim sistemine ve besin emilimine negatif etki edebilecek maddeler de içermektedirler. Soya'da sindirilemez oligosakaritler (flatul faktörü), fasulye kokusu, nahoş tat ve pişirme zorluğu olduğundan tüketimi sınırlamaktadır. Bu durumda, işleme yöntemlerini değiştirerek ve/veya soya fasulyesinin başlangıçta mevcut olan istenmeyen bileşiklerini azaltarak bu olumsuzlar giderilmektedir (Onuorah ve ark. 2007, Osundahunsi ve ark. 2007, Jiang ve ark. 2013).

İstenmeyen bileşenlerin uzaklaştırılması ya da azaltılması proses koşulları ile sağlanabilmektedir. Soya fasulyesinin yararlığı anlaşıldıktan sonra ıslatma, pişirme, kızartma, kabuk soyma, çimlendirme, fermentasyon, çeşitli kimyasal ve enzim ilavesi, ekstrüzyon pişirme gibi çok geniş bir işleme tekniği uygulanmaktadır (Osundahunsi ve ark. 2007, Alonso ve ark. 2010).

Soyanın fonksiyonel özellikleri nedeniyle gıdanın lezzetini geliştirmek, hamur koşullarını desteklemek, emülgatör, beyazlık sağlamak, nemi tutmak, doku geliştirmek, yağları bağlamak ve daha uzun süre ürün tazeliği korunmak özellikleri amacıyla kullanılmaktadır (Weingartner ve Owen 2009). Amerika Birleşik Devletleri Soya Kurulu kararına göre, Amerikalıların %30'u soyalı gıda ve içecekler en az ayda bir kez veya daha fazla tüketmekte, halkın %82'si sağlık için yararlı olarak değerlendirilmektedir (Anonim 2006).

Gerek beslenme, gerek sanayi hammaddesi olarak önemli bir yere sahip olan soya fasulyesi, dünyadaki öneminin her geçen gün artmasına karşın, Türkiye'de sulamaya bağlı olarak uygun yetiştirme ortam koşullarını bulabilmesine karşın yeterli ilgiyi bulamamıştır (Nazlıcan 2003). Ancak, bu bitkinin ekim alanlarının, üretim ve veriminin

geliştirilebilmesi için öncelikle, Türkiye'deki mevcut durumun ve bitkinin ortam koşullarının ortaya konularak, potansiyel soya yetiştirilebilecek alanlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu tezin amacı soyanın önemini ve soya ürünlerinin üretim koşullarını tanıtmak, tüketimini özendirir.



2. SOYANIN DÜNYA'DAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ ÜRETİM MİKTARI

Taksonomik olarak, soya fasulyesi *Leguminosae* familyasına dahil, alt familyası *Papilionoideae* olan, *Glysin* türlerinin ve *Glycine max (L)* cinsinin bir üyesidir (Facino 2012). *Glisin Wild.* iki cinse ayrılır: Glisin ve Soja. Alt cinsi *Soja Moench F.J. Herm,* *Glycine max (L.) Merr* ekili soya fasulyesini içermektedir (Shurtleff ve Aoyagi 2008). Soya, Çin dışında da Dünyanın tropik ve ılıman bölgelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Onuorah ve ark. 2007).

Soya, *Glycine max (L.) Merr.*, hayvan ve insan beslenmesinde protein ve bitkisel yağ kaynağı olarak önemli bir üründür (Stacey ve ark. 2004). Soya, baklagil familyası içinde ekonomik açıdan en önemli üyesidir. Soya bitkisinin yüksekliği 0.2-2m'ye kadar farklı olabilir. Tohum zarfı, sapı ve yaprağı kahverengi veya gri tüy ile örtülmektedir. Yaprakları trifoliolate (üç yaprak şeklinde), bir yaprak içinde üç veya dört yaprakçıktan oluşmakta olup, yaprakçık genellikle 6-15cm'lik uzunluğu ve 2-7cm'lik genişliğe sahiptir. Doğal bir biçimde, soya yaprakları tohumlar olgunlaşmadan dökülmektedirler (Shurtleff ve Aoyagi 2008).

Meyvelerin tüylü bir zarfı olup, her zarfın 3-8cm uzunluğu ve genelde zarf içinde 2-4 tane tohum bulunur. Soya çeşitli boyutlarda olan dış kabuğu siyah, kahverengi, mavi, sarı, yeşil renklerde düz veya benekli olabilmektedir. Olgun halde iken, dış kabuğu sert, su geçirmez, ve kotiledon hipokotil yapısı ile hasara karşı koruyucu özelliğe sahiptir (Onuorah ve ark. 2007, Shurtleff ve Aoyagi 2008). Soyanın tatlı ve lezzetli bir tadı vardır ve suda haşlama işlemiyle veya kavrulmuş olarak çerez olarak yenilmektedir. Taze soya fasulyesi, salatalara karıştırılabilir, tavada veya karışık sebzeler ile kombine edilebilir (Liu 2004b).

Soya Uzak Doğu ülkelerinde Japon, Çin, Endonezya, Malezya gibi ülkelerde temel gıda maddesi olarak bilinir, buralardan dünya'ya yaygınlaşmış ve milyonlarca insan tarafından tüketilmektedir (McCue ve Kalidas 2006). Tarihsel ve coğrafik bilgilere göre, soya 5000 yıl öncesinde Kuzey Çin'de keşfedilmiş olup, yüzyıllardır Asya halkının en önemli gıdası haline gelmiştir (Liu 2004a). Soya fasulyesi Çin'de Mançurya kökenli olarak bilinmektedir. Mançurya'da soya fasulyesi esas olarak yağ ve kek üretiminde kullanılır; aynı zamanda erişte gibi gıdaların bileşimine girmektedir (Shurtleff ve Aoyagi 2008).

Soya fasulyesini, Çinliler soya sütü, soya filizi, soya ezmesi, ve soya sosu vb gibi birçok lezzetli ve besleyici ürüne dönüştürmüşlerdir. Avrupa’da ve Amerika’da, 18. yüzyılda Asya’dan göç edenler soya fasulyesinden çeşitli gıdalar üretmişlerdir ve özellikle vejetaryenler için Tennesse ve Kaliforniya’da tofu satılmaktadır. Ayrıca, ikinci dünya savaşında yeterli et olmadığı için soya ürünleri iyi bir protein kaynağı olmuştur. Amerika’da 1950’lü yıllardan bu yana üretim artarak devam etmektedir (Liu 2004a, Riaz 2006). 1954’lü yıllara kadar soya fasulyesi üretiminde Çin, dünyada lider konumda iken, bu tarihten itibaren ABD lider konumuna gelmiştir. Soya tohumları Asya ülkelerinde Japon, Çin, Endonezya, Malezya gibi ülkelerde temel gıda maddesi olarak bilinmekte, dünya’da yaygınlaşıp milyonlarca kişi tarafından tüketilmektedir (McCue ve Kalidas 2006).

Soya fasulyesi çiğ olarak tüketilmemektedir. Soyada bulunan tripsin inhibitörleri, kramp ve ilişkili rahatsızlıklara yol açabildiği için mide de sindirim faaliyetlerini zorlaştırdığı bildirilmektedir (McCue ve Kalidas 2006). Baklagillerde, tripsin ve erepsin enzimlerinin etkilerini inhibe eden bir faktör bulunmaktadır. Bu faktöre genelde “anti-besinsel faktör” ve özel olarak da “antitriptik faktör” adı verilmektedir. Bu faktör tek midelilerde proteinden yararlanma oranını düşürmektedir. Zira proteinleri bağırsak düzeyinde parçalayan tripsin enziminin etkisini ve işlevini engellemektedir (Ertaş 2010). Yüksek yağ içeriği nedeniyle soya fasulyesi yüksek doyumluk değerine sahiptir. İçerdikleri oligosakkaritler nedeniyle hassas bireylerde bağırsak ağrılarına neden olur, ancak karışık diyetler bu sorun azaltılabilir (Reinhold 2000).

Arıtılmış soya yağı küspesi batı ülkelerinde ana ürün olarak değerlendirilmektedir. Uzak Doğu ülkelerinde de durum aynıdır, ancak bazı soya ürünleri fermente ya da fermente edilmeden de tüketilmektedir (Reinhold 2000). Genellikle soya, çeşitli kültürel ya da geleneksel gıda olarak fermente edilmekte, bazen de maş fasulyesi ve Alfafa filizleri gibi salata yapmak için kullanılmaktadır. Japonya’da ise, soyadan et proteinleri yerine geçebilen tofu üretilmektedir. Endonezya’da soyadan tempe üretilmektedir. Tempe ise *Rhizopus* türlerinden bir küf yardımıyla fermente edilerek yapılmaktadır. Tempe de protein zenginliği bakımından tofuya benzer; günlük et protein ihtiyacını karşılayabilmektedir (McCue ve Kalidas 2006).

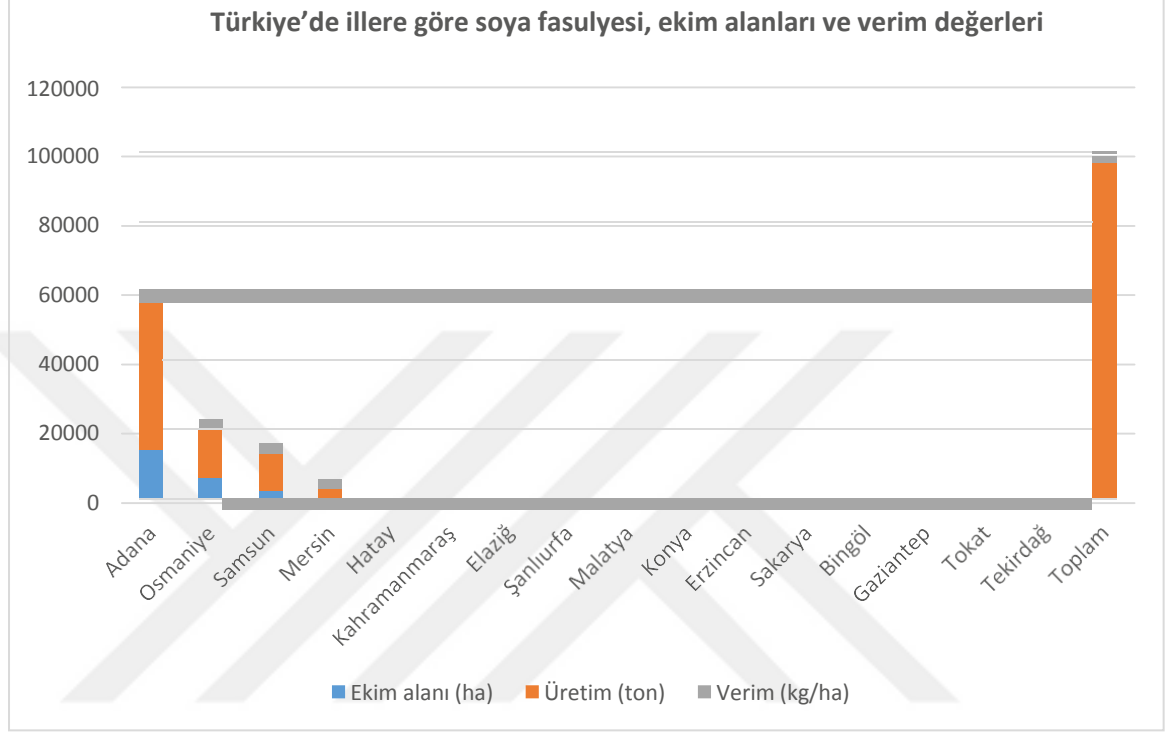
Son on yılda Japonya'da tüketilen soya miktar yaklaşık 5 milyon ton olmuştur. 2000 yılındaki gıda üretiminde kullanılan toplam soya miktarı 1.01 milyon ton rakamına ulaşmıştır. Japonya yerli gıda tüketimi veya gıda üretimi için %80'den fazla soyayı diğer ülkelerden ithal edilmiştir. 2013 yılında ise, Japonya'da 199.000 milyon ton soya üretim bulunmaktadır. Bu rakam, 2000 yılındaki 122.000 milyon tona kadar ulaşan soya üretiminden çok daha fazladır (Anonim 2013a,b, Hosoi ve Kiuchi 2008).

Brezilya, Arjantin ve Paraguay birleşmesinden, 2012/13 (139.5 milyon ton) ve 2013/14 (148.9 milyon ton) sezonlarında soya üretiminde üretim rekoru belirlenmiştir. Bu Güney Amerika'nın üç şehrinin soya üretimi rakamı, Çin'deki toplam soya üretimi rakamının ancak yarısına kadar ulaşmıştır (O'Brien 2015).

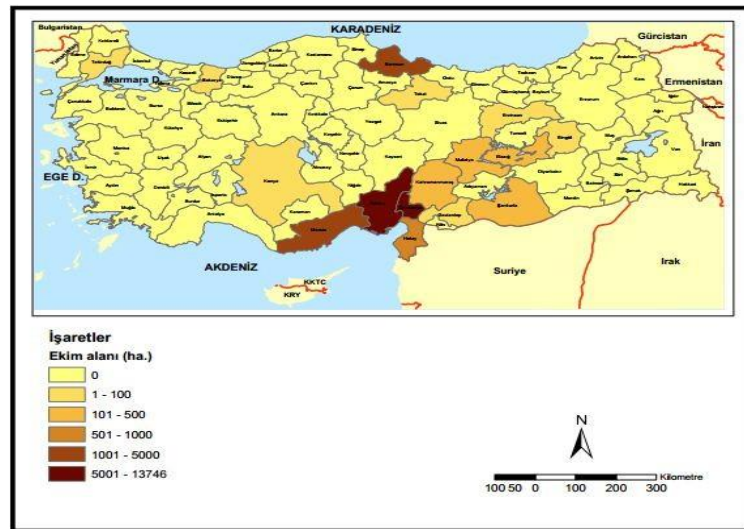
1931 yılında Türkiye'de ilk soya yetiştiren kişinin Dr. Drahorad olduğunu bilinmektedir. Fakat diğer kaynak 1909 yılında Türkiye'de soya ürünlerinin var olduğunu bildirmiştir (Shurtleff ve Aoyagi 2008). 1930'lu yıllarda Karadeniz bölgesi soya üretimine başlamıştır. Bu üretiminden 10-12 bin tona kadar soya elde edilmiştir. Diğer yanında da, 1980 yıllarına kadar Karadeniz'in orta ve doğu kısımda bulunan Samsun ve Ordu şehrinde soya yetiştirme ve üretme faaliyetleri geniş bir şekilde gerçekleşmiştir (Öner 2006). Bu dönemden 1973 yılına kadar muhtemelen Türkiye, Orta Doğu ülkelerinden en çok soya üreten ülke olmuştur. 1963 yılındaki Türkiye'nin soya üretimi 6.000 ton olmuştur ve 1972 yılında da 13.000 tona kadar yükselmiştir. Sonra yavaş yavaş 1979 yılında 3.000 tona kadar azalmış, ancak 1981 senesinde 30.000 tona kadar tekrar yükselmiştir. FAO yıllık üretim raporuna göre Türkiye'nin soya üretim zirvesi ise, 2.429 kg/ha rakamıyla 1974 yılında olmuştur. Bu rakam ile Türkiye, Orta Doğu'nun en büyük soya üretici olmuştur. Soya üretimi 1981 yılından 1987 yılına kadar sürekli artış içindedir. Ancak, takip eden yıllarda önemli ölçüde azaldığını görülmektedir. Son yıllarındaki soya üretiminin rakamı değişken olduğunu görülmektedir, 50-60 bin ton arasındadır. Soya, büyük bir ölçüde bitkisel yağ ve hayvan yemi üretiminde kullanılmaktadır (Shurtleff ve Aoyagi 2007, Anonim 2014a). Soya yağı (%76) sağlık için, zeytin yağdan (%87) sonra en çok tüketilen yağdır (Anonim 2006).

Yerel verilere göre, Türkiye'de soyayı ana ürün olarak üreten bölgeler Trakya, Marmara, Karadeniz ve Akdeniz'dir. Ege bölgesi, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz ise soyayı ikinci ürün olarak üretmektedir. Bunun yanında, %91 oranında soya Adana,

Osmaniye, Hatay, Mersin, Kahraman Maraş illeri başta olmak üzere Akdeniz bölgesinde yetiştirilmektedir (Şekil 2.1 ve şekil 2.2) (Öner 2006). Soya, kendine özgü iklim bölgelerine dayalı birçok farklı özellikleri ile dünyanın pek çok yerinde başarıyla yetiştirilir.



Şekil 2.1. Türkiye’de illere göre soya fasulyesi, ekim alanları ve verim değerleri (Bayar ve Yılmaz 2002)



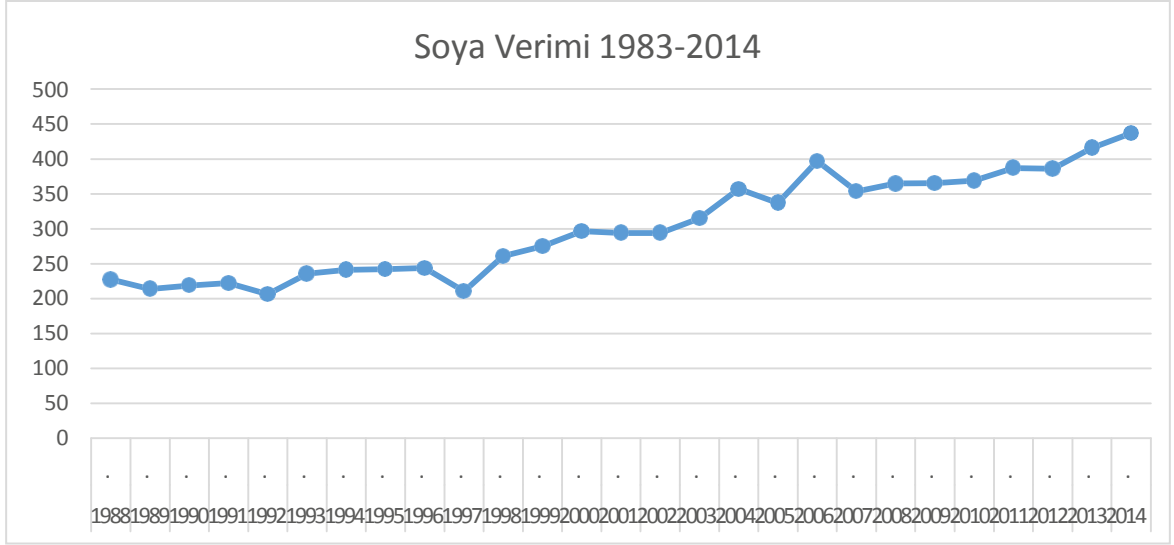
Şekil 2.2 Türkiye’de soya fasulyesi ekim alanlarının illere göre dağılımı (Bayar ve Yılmaz 2002)

Türkiye'de, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na göre, 1988-2014 soya üretimi yavaş yavaş gelişmektedir. Soya üretiminin azalışında alım yapan kuruluşların depolama ve finansman gibi sorunları, uygulanan dış ticaret politikaları, üretim potansiyellerine ve üreticilerin mısır ve diğer ürünlere yönelmeleri gibi sebepler etkili olmuştur. Bu yönelimde, soyanın fiyat olarak mısıra göre karşılıklı değeri etkili olmuştur. Soyanın Türkiye'deki yurtiçi piyasa fiyatları ile dünya piyasa fiyatları kıyaslandığında yurtiçi piyasa fiyatlarının genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir (Güler 2013).

Türkiye'de soya fasulyesi ve soya yağı ihracatı önemli miktarlarda olmayıp, ithalat soya fasulyesi, soya yağı ve küspesi olarak 110-170 milyon dolar arasında gerçekleşmektedir (Yosmaoğlu 2002, Öner 2006). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na göre, Türkiye'de 1988-2014 yılların arasında soya üretimi yavaş bir şekilde gelişmektedir. 2012'de, Türkiye 138.878 hektar'dan yalnızca 437 kg/hektar soya üretebilmiştir (Çizelge 2.1 ve şekil 2.2) (Güler 2013).

Çizelge 2.1. 1988-2010 Türkiye'de soya fasulye verimi (Anonim 2014a)

Yıl	Verim (ton)	Verim (Kg / Dekar)	Yıl	Verim (ton)	Verim (Kg / Dekar)
1988	150 000	227	2000	44 500	297
1989	161 000	214	2001	50 000	294
1990	162 000	219	2002	75 000	294
1991	110 000	222	2003	85 000	315
1992	95 000	207	2004	50 000	357
1993	63 000	236	2005	29 000	337
1994	70 000	241	2006	47 300	397
1995	75 000	242	2007	30 666	354
1996	50 000	244	2008	34 461	365
1997	40 000	211	2009	38 442	365
1998	60 000	261	2010	86 540	369
1999	66 000	275			



Şekil 2.3. 1983-2014 Türkiye’de soya verimi (Anonim 2014a)

Son yıllarda, Türkiye’yi tarım ülkesi olarak kabul edilmesine rağmen birçok ithal edilmiş tarımsal ürünleri kolayca yerel pazarlarda ve marketlerde bulunabilmektedir. Gıda sanayinde, Türkiye’deki tüketilmiş olan soyadan elde edilen soya yağı –soya fasulyesi ile sağlığa bağlanan yeni algı ve anlayış, soya tüketim oranını yükseltmiştir. Bu biyodizel olarak kullanılma özelliklerinden dolayıdır. Artık Türkiye’de soya yağı bir alternatif olarak görülmektedir. Aynı zamanda bitkisel yağların yerine geçebilen bir ürün olarak sayılmaktadır. Zira hammadde yetersizliği nedeniyle ham veya rafine edilmiş bitkisel yağ üretimi, yurt dışından hammadde ithalatına dayanarak sürdürülmektedir (Çizelge 2.2) (Bayar ve Yılmaz 2004).

Çizelge 2.2. Türkiye soya fasulyesi ve soya yağı ithalatı (Anonim, 2013b)

Yıllar	Soya Fasulyesi		Soya Yağı	
	Miktar (Ton)	Değer (bin dolar)	Miktar (Ton)	Değer (bin dolar)
2000	386.706	82.937	158.415	61.244
2001	321.252	67.386	154.578	56.213
2002	612.497	139.614	174.892	71.738
2003	831.454	226.525	133.601	72.801
2004	681.964	226.828	75.399	47.608
2005	1.129.091	328.533	190.998	105.484
2006	1.016.907	264.797	213.205	120.708
2007	1.230.908	409.656	50.799	37.372
2009	973.574	429.299	10.178	10.480
2010	1.756.064	742.420	9.696	7.339
2011	1.297.770	678.498	2.458	3.349
2012	1.098.553	624.152	234	907

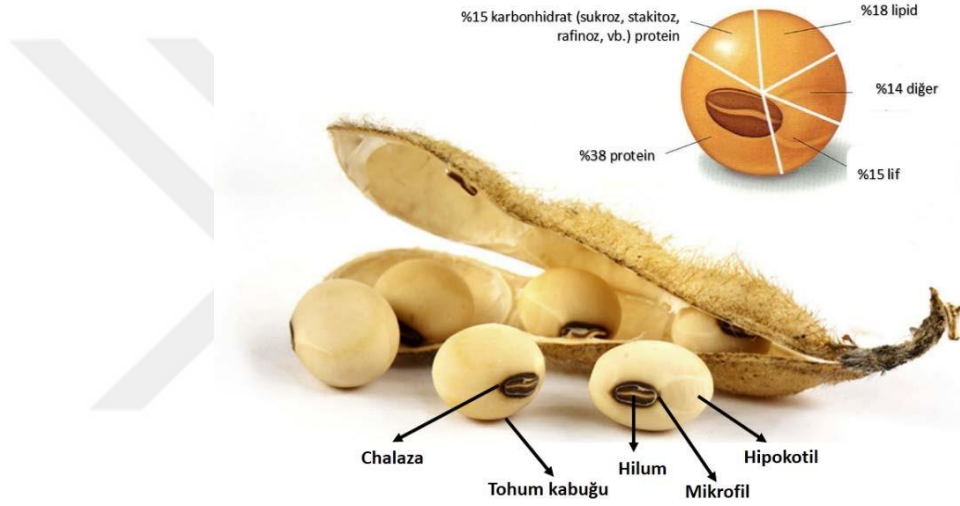
Ayrıca, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin 2005'deki verilerine göre 1.154.504 ton soya fasulyesi, 511.920 ton soya küspesi ve hayvanların beslenmesi kullanılmaktadır. Bu durum, incelendiğinde soya fasulyesine gereksinimin artacağını tahmin edilmektedir (Çizelge 2.3). Endonezya, Güneydoğu Asya'da olan ülke, yıllık yaklaşık 2.5-3 milyon tona kadar üretim ulaşmaktadır (Suwarno ve ark. 2014).

Çizelge 2.3. Dünya soya fasulyesi ithalatı (bin ton) (USDA, 2015)

Ülkeler	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Çin	37,816	41,098	50,338	52,338	59,231	63,000		
AB	15,129	13,213	12,674	12,474	11,810	11,300	72	33
Meksika	3,614	3,327	3,523	3,498	3,400	3,350		
Japonya	4,014	3,396	3,401	2,917	2,759	2,750		
Tayvan	2,148	2,216	2,469	2,454	2,285	2,300		
Endonezya	1,147	1,393	1,620	1,898	1,922	2,000		
Tayland	1,753	1,510	1,660	2,139	1,906	1,950		
Mısır	1,061	1,575	1,638	1,644	1,600	1,550		
Türkiye	1,277	1,076	1,648	1,351	1,057	1,200		
Diğer	10,312	8,587	7,867	8,082	7,107	7,110		
Dünya Toplamı	78,271	77,391	86,838	88,796	93,077	96,510		

3. SOYA MORFOLOJİSİ

Büyüklikleri farklılık gösteren soya fasulyesi tanelerinin şekli küreseldir (Monari 1987). Büyüklik, gelişme şartları ile varyeteye bağlı olarak değişmektedir. Soyanın en dış tabakası, tohum kabuğu veya testa olarak adlandırılmaktadır. Tohum kabuğu bitkinin dışı organı olan tohum zarında yer almaktadır. Tohum kabuğunun belirgin kısımları şekil 3.1 gibi belirtilmiş: tanenin kavuza bağlandığı kısım olan hilum; germ'in embriyo aksına büyüyerek eriştiği noktadaki açıklık olan mikrofil; hilum'un sonunda mikrofi'e zıt yönde bulunan küçük bir oluk şeklinde olan chalaza'dır (Şekil 3.1) (Reinhold 2000).



Şekil 3.1. Tipik soya fasulyesinin morfolojik özellikleri. Hipokotil tohum kabuğu ile örtülmüştür (Reinhold 2000).

Tohum kabuğunun rengi önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. ABD'de soyanın sınıflandırılması renge göre yapılmaktadır ve renk olarak sarı, yeşil, kahverengi ve siyah kullanılmaktadır. Soya fasulyeleri klorofilden dolayı olgunlaşmanın başlangıcında yeşil renklidir. Tane olgunlaştıkça, klorofil kaybolmakta ve flavonoid pigmentler dominant hale geçmektedir. Bazı çeşitlerde ise klorofil bulunur ve bu taneler yeşil tohum kabuğuna sahiptir. Soya tam olgunluğa erişmeden hasat edilmediği sürece, kotiledonlar değişmeyen hafif sarı renge sahip olurlar. Bu durumda, klorofil yağ rafinasyonunda problem olur ve bu durum özel ağartma işlemleri gerektirir (Reinhold 2000).

Çoğu zaman hilum, tohum kabuğunun rengiden farklı bir renge sahiptir. Çeşitlerin en belirgin özelliği renktir. Bazı ülkelerde göze hoş görünmesini sağlamak amacıyla siyah soya fasulyeleri beyaz pirinçle karıştırılarak pişirilir. Fasulyenin gelişmesi veya depolanması sırasında fungal mikroorganizmalar tohum kabuğunun morumsu renk almasına neden olabilmektedir (Reinhold 2000).

Tohum kabuğu, soyanın %9'unu oluşturmaktadır. Tohum kabuğu çoğunlukla selüloz yapıdaki materyallerden oluşmaktadır ve %9 oranında da protein içermektedir. Çok az miktarda ise yağ bulundurmaktadır. Yani, kabuklar soyanın ekstraktöre gitmesinden önce veya fermente işlemi gerçekleşmeden uzaklaştırılmaktadır. Bazı hayvan besleme amaçlı uygulamalarda yağ; küspeye iz miktarda geri ilave edilmektedir (Reinhold 2000).

Tohum kabuğu kotiledonlara çok sıkı bir şekilde bağlanmıştır ve tohum kabuğunun zarar görmemiş kuru soyadan uzaklaştırılması güçtür. Ancak soya parçalanırsa, tohum kabuğu genellikle serbest hale geçer, bu durum ise aspiratör ile uzaklaştırılabilir. Ayrıca, fasulyeler suda ıslatılırsa, suyu absorbe eden tohum kabuğu kolaylıkla birbirine sürtmeyle ayrılabilir. Soya fasulyeleri 5⁰C'deki suda ıslatıldıklarında, çeşide bağlı olarak bazıları suyu absorbe etmeyecektir; buna "sert soya" denilmektedir. Eğer soya yüksek derecelerde (80-100⁰C) ısıtılırsa, sert soyalar bile suyu absorbe edebilir. Sert soyalar kolay çimlenmeyeceği için soya ürünlerinin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Tripsin inhibitörlerini veya lipoksigenaz enzimini inaktif hale getirmek amacıyla ıslatılmış soyaların ısı ile muamale edilmesi yaygın bir işlemdir. Eğer ıslatılmış soyalar suyu emmezlerse, ısı muamelesi kuru kalan proteinleri inaktif hale getirmek için yeterli olmaz. Aktif tripsin inhibitörüne veya lipoksigenaz enzimine sahip soyadan yapılan ürünlerin besleyici değeri veya aroması iyi olmayabilir (Reinhold 2000). Eğer soya protein inhibitörleri iyi pişirilmeden tüketilirse, protein sindirilemeyecektir ve büyüme inhibisyonu, pankreatik hipertrofisi ve hiperplazisi gibi olacaktır (Huang 2000).

Soyanın su emmesi veya su emmeye direnç gösterme kabiliyeti tohum kabuğu ile ilgilidir. Büyüme mevsiminde, tohum olgunlaştıkça iklim koşulları sert tohumların üretimini tetikleyebilir (Mullin ve Xu 2001). Sert soyadan, tohum kabuğunun uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığı, kotiledonun suyu iyi bir şekilde emmesine bağlıdır. Bazı kaynaklar su emen kısmın mikrofil olduğunu veya emilmemenin mikrofil yokluğundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Sert soyalar etanol veya metanole

birakıldığında, dış yüzeyin modifiye edilmesiyle su geçişine elverişli olurlar (Çizelge 3.1) (Acuña ve ark 2012). Kompleks karbonhidratların analizinden alınan sonuçlar, su emiş oranı etkileyen en önemli bileşen tohum kabuğudur. Özellikle içerdiği ksilan, hemiselüloz içeriği farkın kaynağı olduğunu göstermektedir (Mullin ve Xu 2001).

Çizelge. 3.1. Soya'nın fizikokimyasal özellikleri (Acuña ve ark. 2012)

Parametreler	Soya Fasulyesi
Tahıl ağırlığı (g)	0.17±0.02 ^b
Yoğunluk (g.mL ⁻¹)	0.97±0.06 ^b
Hidrasyon kapasitesi (g.tohum ⁻¹)	0.20±0.01 ^b
Hidrasyon indeksi	1.19±0.04 ^b
Şişme kapasitesi (mL.tohum ⁻¹)	0.22±0.01 ^b
Şişme indeksi	1.09±0.06 ^b
Nem (%)	12.42±0.04 ^b
Ortalama içinde farklı üst indisi ile ardından önemli farklılıklar p<0.05 gösterir.	

Genel olarak, sert fasulyeler küçüktür ve su emmesi olgunlaşma esnasında gelişme faktörlerine bağlıdır. Örneğin, olgunlaşma esnasında sıcak ve kurak (susuz) şartlar sert soyanın meydana gelmesine sebep olur (Reinhold 2000).

Soya fasulyeleri, dikotiledon sınıfına girerler yani bunlar iki kotiledona sahiptirler. Kotiledonlar genç fidenin ilk yaprak çifti olur ve fotosentezden önce fidenin büyüüp gelişmesi için gerekli olan enerji ve karbon bileşiklerini ihtiva ederler. Fidenin besleme ihtiyacını karşılayan bu maddeler soyanın önemli unsurlardır. İki kotiledon tohum kabuğu tarafından bir arada muhafaza edilir. Tohum kabuğu uzaklaştırıldığında, kotiledonlar birbirlerinden ve germden kolayca ayrılırlar. Hasat esnasında soyada meydana gelen zararlardan en önemlisi kırık fasulyelerdir. Bu durum, kotiledonun ayrışmasını sağlar ve açığa çıkan yağın bozulmasına sebep olur. Bozulma nedeni gerçekte bilinmemekle birlikte, gum ve fosfolipid fraksiyonunun yağ kısmından ayrışmasını zorlaştırır (Reinhold 2000).

Protein kütleleri soya fasulyesinin toplam proteinlerinin yaklaşık %60-70'ini içerir. Lipit kütleleri protein kütleleri membranına yapışık durumdadır. Protein kütlelerinin özelliği, küre şeklinde organel içermeleridir. Bu organellerin fitik asit içerdiği bilinmektedir. Kotiledon hücre yapısı bozularak protein kütleleri açığa çıkarıldığında fitik asit hala çözeltideki proteinlere bağlı kalır. Protein kütleleri kolay kırılabilir. Eğer zarar görmemiş hücreler kırılmadan ısıtılırsa, dağılım meydana gelmez. Kaynar suda 3-5 dakika bekletilmiş soyaları ısıtmak, protein kütlelerinin tamiri için yeterlidir ve böylece hücre yıkımına dayanabilirler (Reinhold 2000).

Kotiledon hücrelerinin ikinci önemli bileşeni lipid kütleleridir. Bu yapılar pek çok araştırmacılar tarafından siferozom olarak adlandırılırlar ve bunlar çoğu bitkilerin dokusunda bulunur, ancak konsantrasyonları soya hücrelerine göre azdır. Sferozom terimi, lipid içeren organeller hariç stolojik kesitler için dahi kullanılmaktadır. Lipid kütleleri soyanın stolojik özelliğidir (Reinhold 2000).

Nişasta taneleri büyüme devresinde soya çekirdeğinde fazlaca bulunur ancak olgunlaşma esnasında kaybolurlar veya incelemiş oldukları çeşitlerin yaklaşık %0.5 nişastanın mevcut olduğunu bilinmektedir. Ancak bu nişastanın homojen bir şekilde dağılmadığını belirlenmiştir. Soyada nişasta taneleri küçüktür (1-7 mm) (Reinhold 2000).

Soya kotiledon hücrelerinin diğer bir önemli organı hücre duvarıdır. Hücre duvarı, selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşmuştur. Hücre içi materyal pektindir. Tüketimden önce soya yumuşak değildir. Çoğu fasulyeler önemli derecede nişasta içerirler ve pişirme esnasında nişastanın jelatinizasyonu tanenin yumuşamasına neden olan ana faktördür. Ancak, soya fasulyeleri, yeterli miktarda nişasta içermediğinden, pişirme sonucunda çok yumuşamaz. Soyanın yumuşamasını sağlayan faktör pektindir. Pişirme esnasında soyanın yumuşamasını hızlandırmada ortamdaki kalsiyumu bağlamak için fosfat ve diğer tuzların ilave ederek faydalı olabilir. Kalsiyumun bağlanması pektinin dağılmasını ve soyanın selülozik yapısının yumuşamasını sağlamaktadır (Reinhold 2000).

Kotiledon ve çekirdek kabuğuna ilave olarak soya çekirdeğinin üçünü kısmı germ/hipokotildir. Bu kısmın çimlenmesi ile yeni bir soya bitkisi meydana gelir. Genel

olarak germ tam yağlı kotiledondan yaklaşık olarak %10 az yağ ve %10 fazla çözünmez karbonhidrat içerir (Reinhold 2000).



4. BESLENMEDEKİ ÖNEMİ

Artrit, amfizem ve ateroskleroz gibi birçok hastalığın serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarla ilgili mutajenik, kanserojenik ve yaşlanma etkileri vardır (Lin ve Chou 2009). Son zamanlarda yapılan araştırmalar, yüksek antioksidan seviyeli gıdaların tüketimi sonucu oluşan olumsuz etkileri (serbest radikalleri/FR) önlenmesi veya azaltılmasının önemli olduğunu belirtmektedir. Sağlık kuruluşlarının önerdiği doğal antioksidanların sentetik antioksidanlardan daha sağlıklı olduğu ve tüketiciler tarafından daha fazla tercih edildiği belirtilmektedir (Liu ve ark. 2005).

Soya fasulyesi çok miktarda besin maddesi içermektedir (Çizelge 4.1). Diğer bitki bazlı gıdalar ile karşılaştığında soya, daha yüksek miktarda izoflavon (bioaktif bir maddedir) içermektedir. Bunun yanında sağlık üzerinde yararlı etkilere sahip olan fenolik bileşik olarak kabul edilen bazı anti-besin gruplarını içermektedir (Yan ve Spitznagel 2009, Fehly 2003, Dajanta ve ark. 2013).

Soya fasulyesi tohumunda özellikle protein ve yağın yüksek düzeyde birikimi benzersizdir, tipik bir soya fasulyesi tohumu ağırlık itibarıyla en az %40 protein, %35 karbonhidrat, % 20 yağ ve yaklaşık %5 kül içermektedir (Reinhold 2000, Stacey ve ark. 2004, Maruyama ve ark. 2006). Soya tohumunun yağlı olması baklagiller arasında önemli bir özelliğe sahiptir. Soya çoğu bitki proteinlerinin aksine, tüm temel amino asitleri içermekte olup günlük protein ihtiyacını karşılamaktadır (Çizelge 4.2) (Barrett 2006).

Ülkeler ekonomik yönden geliştikçe doğu ülkelerinde olduğu gibi soya proteinleri ile hayvanları besleme yoluna gidilmektedir. Soya, artan nüfus için önemli bir protein kaynağı olarak verebilir. Soya proteinleri, mükemmel fizyolojik özelliklere sahip olup ucuz ve büyük miktarlarda üretilebilmektedir (Maruyama ve ark. 2006, Zang ve ark. 2005). Birleşmiş Milletler (UN) Gıda Tarım Örgütü (FAO) 2003 verilerine göre çoğu Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde soya fasulyesi günde en az 1g tüketilmesine rağmen alt popülasyonlar, vejetaryenler, Asyalı göçmenler ve bebekler günde 1g dan fazla tüketmektedirler. Diğer taraftan, Japonlar'ın günlük soya proteininin tüketim ortalaması 8.7g, Koreliler'in 6.2-9.6g, Endonezyalılar'ın 7.4g ve Çinliler'in 3.4g'dır (Barrett 2006).

Soya fasulyelerinin besin kalitesi, sadece besin içeriği ve fizyolojik kullanılabilirliği bakımından değil aynı zamanda kabul edilebilirlik ve besin değeri üzerinde olumsuz etkiye sahip olabileceği ve türevsel bileşiklerin varlığı açısından da değerlendirilmektedir. Bu istenmeyen unsurların araştırılması soyanın genel besin kalitesinin değerlendirilmesinden daha ileri çalışmalar gerektirmektedir. Bunun dışında çocukların soya içeren gıdalarla beslenmesi önemlidir.

Tripsin inhibitörleri gibi istenmeyen unsurlar bazı soya ürünlerinin işleme aşamalarından biri olan nemli ısıtmayı büyük ölçüde inaktif hale getirilebilmektedir. Böylece, pişirilmiş soya veya ürünleri, karışık öğünün bir parçası olarak tüketildiği zaman çığ soyada istenmeyen potansiyel unsurların bulunması pratik olarak fazla önem taşımaz (Reinhold 2000).

Çizelge. 4.1. Bazı önemli gıda baklagillerin en yakın bileşimi (Zhou ve ark. 2013)

Besin	Soya Fasulyesi	Nohut	Fıstık	Bezelye	Mercimek	Fasulye
Su (g)	8.54	11.53	6.50	11.27	10.40	11.02
Protein (g)	36.49	9.30	25.80	24.55	25.80	21.60
Toplam lipid (g)	19.94	6.04	49.54	1.16	1.06	1.42
Kül (g)	4.87	2.48	2.33	2.65	2.67	3.60
Karbonhidrat, farklılardan (g)	30.16	60.65	16.13	60.37	60.08	62.36
Lif, toplam diyet (g)	9.30	17.40	8.50	25.50	30.50	15.20
Demir (mg)	277	105	92	55	56	123
Kalsiyum (mg)	15.70	6.24	4.58	4.43	7.54	5.02
Magnezyum (mg)	280	115	168	115	122	171
Fosfor (mg)	704	366	376	366	451	352
Potasyum (mg)	1797	875	705	981	955	1483
Sodyum (mg)	2	24	18	15	6	5
Çinko (mg)	4.89	3.43	3.27	3.01	4.78	3.65
Bakır (mg)	1.66	0.85	1.14	0.87	0.52	0.84
Manganez (mg)	2.52	2.20	1.93	1.39	1.33	1.06
Selenyum (mg)	17.80	8.20	7.20	1.60	8.30	3.20
Besin değerleri 100g yenilebilir kısmı başına bulunmaktadır.						

Soya bulunan besin öğeleri çizelge 4.2 ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Soya fasulyesine ait besin öğeleri (Liu 2004a)

Bileşen	Miktar Aralığı (tipik değeri)	Bileşen	Miktar Aralığı (tipik değeri)
Protein (%)	30-50	Kül (%)	4.61-5.94 (5.0)
Amino asitler (%)		Karbonhidratlar (%)	26-38 (34)
Alanin	1.49-1.87 (1.69)	Sakaroz	2.5-8.2 (5.5)
Arginin	2.45-3.49 (2.90)	Rafinoz	0.1-0.9 (0.9)
Aspartik asit	3.87-4.98 (4.48)	Staçiyoz	1.4-4.1 (3.5)
Glutamik asit	6.10-8.72 (7.26)	Vitaminler(µg)	
Glisin	1.88-2.02 (1.69)	Tiamin	6.26-6.85
Sistein	0.56-0.66 (0.60)	Riboflavin	0.92-1.19
Prolin	1.88-2.61 (2.02)	α-tokoferol	10.9-28.4
Serin	1.81-2.32 (2.07)	τ-tokoferol	150-190
Histidin	0.89-1.08 (1.04)	γ-tokoferol	24.6-72.5
İzolözin	2.16-2.12 (1.76)	Yağ (%)	12-30 (20)
	2.71-3.20 (3.03)	Yağ asidi kompozisyonu	(toplam yağın %)
Lisin	2.35-2.86 (2.58)	Palmitik asit	4-23(11)
Metionin	0.49-0.66 (0.54)	Stearik asit	3-30 (4)
Fenilalanin	1.70-2.08 (1.95)	Oleik asit	25-85 (25)
Treonin	1.33-1.79 (1.58)	Linoleik asit	25-60 (53)
Triptofan	0.47-0.54 (0.49)	Linolenik asit	1-15 (7)
Tirozin	1.12-1.62 (1.43)	İzoflavonlar (%)	0.1-0.4 (2.5)
Valin	1.52-2.24 (1.83)	Saponinler (%)	0.1-0.3
Fitosteroller (mg/g)	0.3-0.6	Fitik asit (%)	1.0-1.5 (1.1)
Tripsin inhibitörleri (mg/g)	16.7-27.2 (22.3)	Lektin (hemaglutinin ünitesi/mg protein)	1.2-6.0 (3.0)
		Lunasin (% yağsız un)	0.33-0.95 (0.65)

4.1 . Soya Proteinini

Soyanın yapısı diğer tahıl taneleri ve fasulyelerde olduğu gibi yumuşamaya karşı dirençlidir dolayısıyla bütün fasulyenin sindirebilirliği düşüktür (Boyacıoğlu 2007). Buharla muamele edilmiş ve kızartılmış fasulyelerin protein sindirebilirliği soya pıhtısı ve soya sütünden daha düşük olduğu bilinmektedir. Soya pulpu bu iki grup arasında bir sindirebilirlik değerine sahiptir. Diğer bir deyişle soya proteininin sindirilebilirliği

yalnızca ısı muamelesi olduğunda düşük değerdedir, ıslatılma, öğütme ve sıcak su ekstraksiyonu gibi işlemlerin ardından uygulanan ısı muamelesi sindirilebilirliği önemli ölçüde artırmaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge. 4.3. Değişiklik soyalı ürünlerde soya proteinlerinin sindirebilirliği (Reinhold 2000)

Soya Ürünü	Sindirilebilirlik (%)
Buharla muamele edilmiş soya	65.3
Kızartılmış soya	65.3
Soya pıhtısı	92.7
Soya sütü filmi	92.6
Soya pulbu	78.7

Gıda proteinleri spesifik besin kalitesini etkileyen, lezzet, güvenlik, ekonomik, verimlilik, gıda malzemesi gibi fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklere sahiptir. Besin kalitesi belirlenmek amacıyla soyanın protein özellikleri tespit edilmiştir. Soya zengin aminoasit çeşitleriyle birlikte esansiyel amino asitlere sahiptir. Ancak, soya proteinin aminoasit içeriğinin yanında kükürt eksikliği olduğu bilinmektedir. Soya proteininin besin kalitesini yükseltmek amacıyla kükürt ilavesi gerekmektedir. Besin kalitesinin yüksek olması protein sindirilebilirliğini etkilemektedir. Diğer taraftan, lezzet ve tat gibi duyuşsal özelliklerin (kıvamı ve sertlik) belirlenmesine de dahil olmaktadır. Genellikle, hayvansal protein bitkisel proteinden daha yüksek lezzet sunmaktadır (Maruyama ve ark, 2006). Protein sindirilebilirliği düzeltilmiş aminoasit puanı kullanma yöntemi (PDCAAS) ile ölçülmekte olup soya protein ürünleri genellikle 0.95-1.00 arasında yüksek değere sahiptir (Anonim 2015c).

Soya proteinin sindirilebilirliği, ürününün çeşidine bağılı olarak değişmektedir. Yetişkinlerde soya ve hayvansal ürünlerin protein sindirilebilirliğinin karşılaştırılması Çizelge 4.4'te verilmiştir. Protein konsantre ve izolatlarının soya unlarından daha yüksek sindirilebilirliğe sahip olduğu bilinmektedir (Reinhold 2000).

Çizelge. 4.4. Yetişkin kişilerde soya protein ve diğer protein ürünlerinin sindirebilirliğinin karşılaştırılması (Anonim 2015c)

Protein Kaynağı	Sindirilebilirlik	
	Apparent	Gerçek
Tam yağlı soya unu	70	75-92
Yağsız ve ekstrude soya unu	69-79	84-90
Soya Protein İzolatı	81-82	93-97
Soya Protein (lif)	83-88	101-107
Bütün Yumurta	73-86	93-100
Süt	69-77	90-98
Et	73-82	91-99
Kazein	71-78	94-97

Jelleşme, emülsifikasyon, köpükleşme ve su absorpsyonu gibi fizikokimyasal özellikler soya proteinin yapısal özellikleri anlamına gelmektedir. Sahip olduğu bu fizikokimyasal özelliklerinden dolayı soyadan çeşitli yöresel yemekleri üretilebilmektedir (örneğin, tofu, v.b). Soya proteini, sosis ve sucuk gibi gıdalarda bileşime giren madde olarak rol oynamaktadır (Maruyama ve ark. 2006).

Soya proteinden fizyolojik özellikleri nedeniyle insan sağlığını korumak amacıyla faydalanılabilir. Bilimsel olarak, günlük 6g soya proteini tüketildiğinde insan kolesterol serum seviyesini azaltabileceği ifade edilmektedir. Son zamanlarda, soya fasulyesi proteinleri, insanlarda serum trigliserit seviyesini de indirebilmektedir. Soya proteinleri, lipit metabolizmasını iyileştirme yeteneğine sahiptir. Soya kolon kanseri, prostat kanseri, rahim ağzı kanseri, baş ve boyun kanseri riskini azaltma yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir. Lunasin olarak adlandırılan soya peptidi izole edilmiş ve antimitotik etkinliğe sahip olduğu gösterilmiştir (Maruyama ve ark. 2006). Antimitotik, kanser tedavisinde, tümör hücreleri ve malign tümörlere karşı etki göstermekte olup bir antikanserojendir (Van Vuuren ve ark. 2015). Lunasin, kimyasal yoldan önleyici bir madde olarak olabilmektedir. Bazı soya fasulye proteinleri, fizyolojik ve biyolojik aktiviteleri genelde yüksek, ancak besin kalitesi ve soya proteinlerinin fizikokimyasal fonksiyonları hayvansal proteinler edilenlerden daha zayıftır (Maruyama ve ark. 2006).

Soya fasulyesi depolama proteinleri içerirler. Globulin, tuzda çözünebilen protein, birincil depolama proteinlerdir. Globulinler, sedimentasyon katsayılarına göre, iki tip

olarak sınıflandırılır; β -konglisinin (7S) ve glisin (11S). Glisin, daha basit bir protein ise de β -konglisinin glikoprotein türüdür. Glisin hidrofilik asitler bakımından zengindir. Bu nedenle, glisin ve silmeler hidrofil ve glisin hidrofobluğu arasındaki dengeyi değiştirebilir (Maruyama ve ark. 2006).

Soya proteinlerinin fiziksel ve kimyasal fonksiyonlarını çözünürlük, hidrofobiklik derecesi ve hidrofilisite belirlemektedir. Bunların dağılımı ve dengesi, yapısal stabilite, denatürasyon altında hidrofobik bölgelerinin etkilenmesi ve aynı ve farklı moleküler türler arasındaki etkileşimler de fizikokimyasal çalışmasını etkilemektedir (Maruyama ve ark. 2006).

4.2 Soya Yağı

Soya yağı besleyici değeri ve kalori içeriği esansiyel yağ asitleri ile yağda çözülen vitaminlerden oluşmaktadır. Farelerle yapılan çalışmalarda, soya yağı %98.5 oranında sindirilebiliğe sahiptir (Reinhold 2000). Bundan dolayı, soya yağı Batı Avrupa ve Japonya'ya oranla Amerika Birleşik Devletlerinde daha değerli bir kalori kaynağı olarak kullanılmaktadır (Anonim 2015a).

Soya %18-24 oranında bulunan lipitlerinden %90'nı nötral lipitler, %7'sini fosfolipidler, %3 glikolipitler oluşturur. Yağ asitleri %15 doymuş ve %80 doymamıştır (Penalvo ve ark. 2004). Soya fasulyesi yağ asitlerini içeriği yaklaşık %50'sini linoleik asit olarak bulunmaktadır. Buna ek olarak, soya fasulyesinin yağı %8'a kadar alfa-linolenik asit, omega-3 olup kalp hastalığı riskini düşürmekte olan yağ asidi içermektedir (Penalvo ve ark. 2004, Raja ve ark. 2014, Anonim 2015b).

Linoleik asit (sis 9, cis 12-oktadekadienoik asit) önemli ve temel bir yağ asididir. Konjuge linoleik asid (KLA) aslında oktadekadienoik asid'in geometrik ve pozisyonel izomerlerin bir karışımıdır. Konjuge linoleik asit (KLA) antikanserojen ve antiaterojenik faaliyetleri, immün destekleyici ve büyümeyi geliştirici ve vücudun yağ oranını azaltmak için katabolik yeteneği etkilerinin azaltılması da dahil olmak üzere çeşitli fonksiyonel özelliklere sahiptir (Whigham ve ark. 2007, Stanimirovic ve ark. 2012). Mikrobiyal KLA üretimi laktik asit bakterileri tarafından linoleik asit izomeraz enzim

kullanılarak gerçekleştirilir (Panghyova ve ark. 2006, Stanimirovic ve ark. 2012, Nieuwenhove ve ark. 2012, Darani ve ark. 2014, Kuhl ve Lindner 2016).

İnsan vücudu linoleik asidi araşidonik aside (C20:4 n-6) dönüştürme yeteneğine sahip ise de daha kısa zincir olan asitlere de—linolenik asit Eikosapentaen asitlere (C20:5 n-3) ve dokosaheksanoik asitlere (C22:6 n-3) de dönüştürebilir (Penalvo ve ark. 2004).

Kandaki kolesterol ve doymuş lipid miktarını diyetle belli bir dereceye kadar kontrol etmek mümkündür. Doymamış yağ ve kolesterol oranı düşük diyetleri yemek faydalıdır. Üstelik doymamış yağ asitlerince zengin gıda yemek, kan kolesterol seviyesini düşürebilir. Diyetlerde soya yağının bulunması atherosclerosis sorununu azaltacağına inanılmaktadır (Reinhold 2000).

Linoleik ve linolenik asit, insanlar için esansiyel yağ asididir ve soya yağı bu iki yağ asidi bünyesinde bulundurur, hatta bunlar kısmen hidrojenize olmuş soya yağında yaklaşık olarak %25 linoleik ve %3 linolenik asit olarak bulunmaktadır. Herhangi bir katı veya sıvı yağ, yağda çözünen vitaminleri taşıma görevi de üstlenir. Soya yağının Amerika Birleşiklerindeki tüketim oranı ile yüksek Önerilen Besin Tüketimi (RDA)'nın yarısını karşılayacak şekilde yaklaşık 5 mg/g α -tokoferol'den sağlamaktadır. Diğer tokoferoller, E vitamini aktivitesine sahip olabilir ve böylece soya yağı E vitamini bakımından RDA'in yarısından fazlasını karşılayabilir (Reinhold 2000). Soya yağı iyi bir E vitamini kaynağıdır. Soya α -tokoferol, β -tokoferol, γ -tokoferol ve δ -tokoferol dört farklı izomerik biçimlerde E vitamini içerir. Sırasıyla, 10.9-28.4, 150-191, and 24.6-72.5 μ g/g alfa-tokoferol, γ -tokoferol ve δ -tokoferol mevcuttur. E vitamininin antioksidan özelliği, kalp hastalığı, felç, senilite, diyabet ve kanser gibi dejeneratif hastalıklarının önlenmesine yardımcı olur. Aynı zamanda, genç bir cilt görünümüne kavuşturduğu ve bunu korumayı başardığını rapor edilmiştir (Samala 2008). Soya yağı A vitamininin provitamini olan β -karoteni içerir ancak özellikle ağartmadan sonra bu miktarlar azalır, bu nedenler soya yağı iyi bir A vitamini kaynağı değildir (Reinhold 2000).

4.3 Soya Karbonhidratları

Soya, az miktarda nişasta ve heksoz içerir. Sindirim zorluğundan dolayı soya polisakkaritlerinin insanlar tarafından kullanılmadığı düşünülmektedir. Kendisi sindirilmeyen ham lif, diğer besin maddelerinin sindirilmesini de önemli ölçüde azaltır.

Son yıllarda, öğündeki diyetlerde kullanılan lifin faydalı etkileri çok fazla kanıt toplamıştır. Partikül hacmi, yoğunluk, hidrasyon kapasitesi ve iyon değiştirme kapasitesi öğün lifinin önemli fiziksel özellikleridir. Bu özellikler gıdaların hem reolojisi hem de fizyolojik rolü açısından önemlidir. İnsanlar için lifin önemli bir faydası midenin su tutma kapasitesini artırmasıdır. Hacim artışı ve midenin yumuşaması su tutma kapasitesi ile doğru orantılıdır. İşkembe hacminin artışı, yumuşak ve azalan transit zamanı, divertiküler, hemorroid ve muhtemelen diğer ince bağırsak hastalıklarını azaltmaktadır (Reinhold 2000).

Soya fasulyesi kabuğu kurumadde üzerinden %87 diyet lifi, %40-53 selüloz, %14-33 ham semiselüloz ve %1-3 ham lignin içermektedir (Erdman ve Weingartner 2006). Kabuksuz soya unu %6.2 deterjan lifi, 55.7 asit deterjan lifi, %4.6 ham selüloz, %0.5 ham hemiseselüloz ve %1.3 lignin içermektedir. Deterjan lifi (*neutral detergent fiber/NDF*) genelde lignin, ham selüloz ve selüloz içermekte ancak pektin içermez. Soya protein konsantreleri biraz daha fazla diyet lifi içerirler. Pratik olarak soya protein izolatu lif içermez (Çizelge 4.5) (Reinhold 2000).

Çizelge.4.5. Soya kabuklarının lif içeriği (Reinhold 2000)

Lif Çeşidi	İçerik (% kurumadde üzerinden)
• Toplam ham lifi	36-47
• Toplam diyet lifi	87-88
• Asit deterjan lifi	35-50
• Bufferlı asit deterjan lifi	54
• Deterjan lifi	49-67
• İn-vitro lifi	70
• Ham selüloz	41-53
• Ham semiselüloz	14-33
• Ham lignin	0.7-1.3

Diğer tahıl kepek partikülleri, uzun pul şeklinde ayrılmalarına karşın soya kabukları homojen flake oluşturmaya daha meyillidir. Böylece, tüm ürünler aynı elekten geçmesine rağmen hacimleri farklıdır ve soya kabuklarından hazırlanan diyet lifi tahıllardan elde edilen liflere oranla daha düşük yoğunluğa ve daha yüksek hidrasyon kapasitesine sahiptir. Lifin hidrasyon kapasitesi, içerdiği uronik asit konsantrasyonu ile ilişkilidir. Soya kabuğundaki nispeten yüksek uronik asit konsantrasyonu, onun oldukça yüksek katyon değiştirme kapasitesine sahip olması ile açıklanmaktadır. Bu yüksek katyon değiştirme kapasitesi, fazla miktarda lif tüketildiğinde minerallerin biyokullanılabilirliğini azaltabileceği düşünülmektedir (Reinhold 2000).

İnsan ince bağırsağında α -galaktosidaz enziminin olmaması soyadaki rafinoz ve staçiyoz gibi galaktozid içeren oligosakkaritler sindirilemezler. Bununla birlikte, bu şekerin kalın bağırsakta mikroorganizmalar tarafından fermentasyona uğratılması sonucu CO₂ ve H₂ üretilir. Ondan dolayı flatusa sebep oluşur (Reinhold 2000). Tripsin inhibitörleri, hemaglutininler, lipoksijenaz gibi soyanın bazı anti-besleme faktörleri ısıya duyarlıdır. Fitik asit (kalsiyum durumu ile müdahale olan), rafinoz ve stakiyoz dahil (genellikle soya ürünlerinin yenmesi üzerine yaşanan gaz ve rahatsızlık hissi için nedensel faktörleri) oligosakkaritler etkili şekilde ısıyı işleyerek imha edilmez (Onuorah ve ark. 2007).

Tam yağlı ve yağsız soya ununun her ikisinde flatus artışına neden olmaktadır. Protein izolatu ve yüksek molekül ağırlıklı polisakkaritler bazal diyete oranla daha fazla flatus aktivitesi göstermezler (Çizelge 4.6). Flatus, bağırsakta sindirilmeyen oligosakaritlerin midede gaz ve rahatsızlığa neden olabileceğini ifade edilir. Protein konsantresi üretmek amacıyla soya ununun %80'lik etanolla ekstraksiyonu flatus etkisini azaltır. Çoğu oligosakkaritleri bünyesinde taşıyan alkol ekstraktları ve soya serumu kuru maddeleri önemli ölçüde flatusa sebep olurlar (Reinhold 2000).

Çizelge.4.6. İnsanda flatus üzerine soya ürünleri etkisi (Reinhold 2000).

Ürün	Günlük Alım (g)	Flatus Hacmi (cm ³ /hr)	
		Ortalama	Sınır
Tam yağlı soya unu	146	30	0-75
Yağsız soya unu	146	71	0-290
Soya protein konsantresi	146	36	0-98
Soya proteinatı	146	2	0-20
Suda çözünmeyen kısım	146	13	0-30
Peynir altı suyu kurumaddeleri	48	300	-
Etanolde ekstrakte %80	27	240	220-260
Bazal diyet	146	13	0-28

4.4 . İz Mineraller

Soya proteinlerinin iz elementlerin kullanılabilirliğini etkilediğine dair ilk veriler çinko ihtiyacı alanında yapılan çalışmalarla ortaya çıkmıştır. Genelde, çinko hayvansal ürünlerde, bitkisel proteinlere oranla daha fazla bulunmaktadır. Soyanın çinko içeriği, mineral içeriğinin %50-60'ı civarında olduğu bilinmektedir. Fitat sadece çinkoyu bağlamakla kalmayıp, aynı zamanda onun absorbe edilmesini azaltmaktadır. Böylece, kalsiyum, çinko ve fitat çözülmeye çok dayanıklı bir kompleks oluşturur (Reinhold 2000).

Diğer faktörlerle birlikte çinkonun biyo-kullanabilirliği öğünde kalsiyum konsantrasyonu ve kelat ajanlarının bulunmasına bağlıdır. Bu nedenle biyo-kullanılabilirliğinin kesin bir değerini ortaya koymak olanaklı değildir (Reinhold 2000). Ayrıca soya fasulyesi potasyum (1087-1830 mg/100g), kalsiyum (59.5-222 mg/100g), magnezyum (72.2-310 mg/100g), fosfor (129-710 mg/100g) kaynağıdır (Nazlıcan 2003).

Demirin iz miktarı insanların dengeli beslenmesi bakımından önemlidir. Ancak demirin biyo-kullanabilirliği konusunda birçok faktör vardır. Örneğin, hem demir/hem olmayan demire göre daha fazla kullanılmaktadır. Yetişkinlerce heme olmayan demirin absorpsiyonu hayvansal protein tüketimi ile artırılabilir ancak bitki proteini ile genelde bu etki gerçekleşmez. Çoğu araştırmacılar mineral biyo-kullanabilirliğinin düşük olmasında soyanın önemli bir role sahip olduğuna inanmalarına rağmen, soya proteinin

minerallerinin biyo-kullanabilirliğini mutlaka artırma yönünde çalışmaktadırlar (Reinhold 2000).

4.5 İzoflavonlar

Serbest radikaller ve antioksidan bileşikler arasındaki dengenin bozulması ile reaktif oksijen veya reaktif nitrojen türleri olan serbest radikallerin yüksek reaktif formları oksitleme işlemi zincir reaksiyonu, DNA, yağ, karbonhidrat ve protein gibi makromoleküllere zarar verir. Bu durum dejeneratif hastalıklara neden olabilir. Antioksidanların serbest radikallerin zararlı etkilerinin bloke edilmesine için ihtiyaç vardır. Oksidasyonu önlemek için ve/veya inhibe oksidatif bozulmayı inhibe yeteneği olan bileşenlere antioksidan aktivitesi olarak adlandırılır (Tirzitis ve Bartosz 2010, Carocho ve Ferreira 2013, Boudjou ve ark. 2013). Baklagil taneleri özellikle polifenoller ve doğal antioksidanlar bakımından zengin kaynaklarıdır. Baklagil taneleri tohum kabuğu (çiğit), sayısız türde fenolik madde içeren insan metabolizmasında oksidatif hasara karşı önemli bir koruyucu rol oynamaktadır (Vadivel ve ark. 2012, Boudjou ve ark. 2013).

İzoflavonlar, flavonoidlerin bir alt sınıfıdır. Flavonoid bileşenlerinin temel yapısal özelliği bir heterosiklik piran C halkasının içinden bağlanmış 2 benzen halkası (A ve B) olan flavon çekirdeğidir. Benzolhidrokarbon B halkasının pozisyon flavonoidler (2- pozisyon) ve izoflavonoidlerin (3- pozisyon) içerisine flavonoid'in sınıf bölünmesi için bir temel oluşmaktadır. Soya fasulyesi birincil izoflavon genistein (4',5,7-trihidroksiizoflavon) ve daidzein (4',7-dihydroxyisoflavone) ve ilgili β -glikositler, genistein ve daidzin (şekerler, A halkasının 7 konumunda bağlı olduğu) olan bilinmektedir (Messina 1999). Onlar da kateşin, epikateşin, epikateşin galat, epigallokateşin, epigallokateşin gallat sağlamaktadır (Lee 2004).

Son zamanlarda, özellikle izoflavonların fitoaleksinlerine dönüşmesi ve çeşitli stres ve/veya fermentasyon koşullarında farklı biyolojik aktivitelere (yüksek antioksidan antiöstrojenik, ve anti-bakteriyel (*Erwinia carotovora*, *Escherichia coli*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Sinorhizobium fredii*), anti-mantar (*Fusarium solani*, *Phakospora pachyrhizi*, *Diaporthe phaseolorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia*

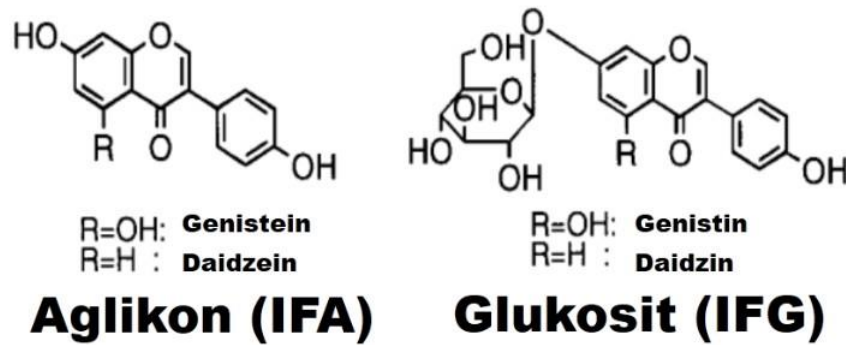
sclerotiorum, *Phytophthora sojae*, *Cercospora sojina*, *Phialophora gregata*, and *Rhizoctonia solani*), antiproliferatif potansiyel (anti-tümör ya da anti-kanser--B16 melanoma hücreleri, LNCaP prostat kanser hücreleri ve BG-1 yumurtalık kanseri hücrelerine dahil olmak üzere), anti-estrogenik (α - ve β -östrojen reseptörler) anti-inflamatuar, insülin duyarlılığı artırıcı ve zayıflama) sahip olan göstermiş olduğu kanıtlamıştır (Ng ve ark. 2011, Shin ve Lee 2013, Liu ve ark. 2014).



5. SOYA ÜRÜNLERİNİN SAĞLIĞA YARARLARI

Soya fasulyesi ve ürünlerinin insan sağlığı ile bağlantılı olduğu ifade edilmektedir. Sadece geleneksel gıdalar şeklinde değil, aynı zamanda soya bazlı ürünlerin fonksiyonel gıdaların kaynağı olduğu ileri sürülmektedir (Yalçın 2014). Soya fasulyesi, vücudumuzun gereksinim duyduğu protein bakımından en zengin gıda maddelerinden biridir. 453 gramlık soya ununda 31 yumurtanın, 6 büyük şişe sütün veya 900 gramlık kemiksiz etin ihtivâ ettiği kadar protein bulunduğu laboratuvar deneyleriyle tespit edilmiştir (Öner 2006).

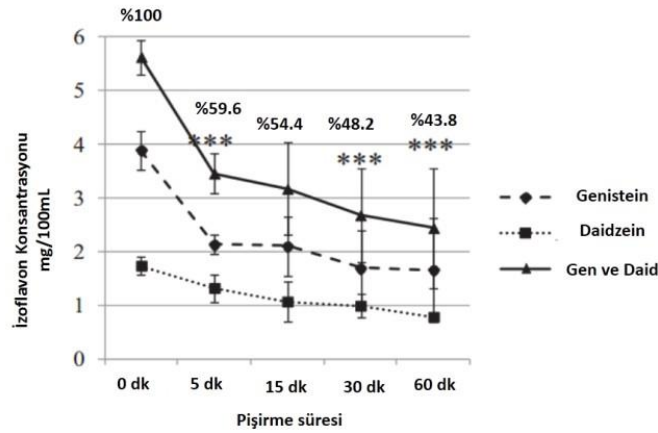
Tıbbi araştırmalar soya ürünlerinin kolesterolü düşürme, kanseri önleme, damar sağlığını koruma, kemiklerin mineral yoğunluğunu koruma ve menopoz semptomlarını hafifletme gibi sağlığa yararlı birçok etkisinin olduğunu ortaya çıkarmıştır (Messina 1999, Liu 2004a, Babu ve ark. 2009). Yüksek protein ve metabolik içeriği nedeniyle, soya fulyesi antioksidan kaynağı sayılabilmektedir. Bu tohumlar yüksek izoflavon miktarı ile zayıf östrojenik potansiyeli olan kadınlara menopoz veya osteroporoz şikayetleri olan bireylere yararlı olduğu ileri sürülmektedir. İzoflavonlar zayıf östrojenik özelliklere sahip ve genistein adıyla izoflavon sinyal transdüksyonunu etkiler (Messina 1999). Özellikle genistein, tümör hücresi kanser proliferasyonunu tedavisinde ve önlenmesinde en etkili izoflavon olduğunu bildirilmektedir (Şekil 5.1) (İzumi ve ark. 2000).



Şekil 5.1. Soya izoflavon aglikon ve glukosit yapısı (İzumi ve ark. 2000)

Soya ürünleri ve izoflavonlarının, kanser ve osteroporoz önlenmesi/tedavisinde potansiyel rolü bulunmaktadır. Daidzein ve genistein soya fasulyesinde bulunan iki primer izoflavondur. Bu bileşikler meme, akciğer, kolon, rektum, mide ve prostat dahil sayısız kanser tipine yakalanma riskini azaltabilir. Asya ülkelerindeki meme kanseri ölüm oranları düşük olması soya ürünlerinden alınan izoflavonların varsayılan antiöstrojenik etkileri ile meme kanser riskini azalttığına inanılmaktadır. İzoflavonun zayıf östrojenik etkileri; soya izoflavon arasındaki kimyasal benzerlik madde ve ipriflavon (sentetik izoflavon) gibi izoflavonlar osteropoz riskini azaltabildiği, menopoz sonrası kadınlarda kemik mineral yoğunluğu artırmak için soya yemeye yöneltme çabaları ile sağlanmaya çalışılmaktadır (Messina 1999). Hiç soya tüketmeyen toplumlarla, düzenli soya ürünleri tüketenler karşılaştırıldığında da meme kanseri olan kadınlarda nüks etme oranının %32 daha düşük olduğu, %29 oranında da ölüm riskinin azaldığı ileri sürülmektedir (Xo ve ark. 2009). Amerikan Klinik Besleme Dergisi'nde (AJCN) yayımlanan bazı çalışmalarda, soya ürünlerinin artan alımı, prostat kanseri riskinde %26 azalma ile sonuç göstermiş, özellikle tofu ve soya sütü tüketimiyle %30 azaldığı bildirilmektedir (Yan ve Spitznagel 2009).

İsoflavonların yanı sıra, antikanserojenik aktiviteye sahip soya fasulyesinde bir dizi fitokimyasallar vardır; fitosteroller, fitatlar, saponinler, proteaz inhibitörleri ve fenolik asitler gibi çeşitli fitokimyasal içermektedir. Ancak bu hipotezin kanıtlamaya gereksinimi bulunmaktadır (Messina 1999, Xiao 2008).



Şekil. 5.2. Ön pişirme süresi ile dövülerek kabuğu çıkartılmış soya tohumları soya suyunda dayalı izoflavon konsantrasyonlarının evrimi (Omoruyi ve ark. 2013)

Ön pişirme yapılan soyalardaki izoflavon içeriğine ait verilen şekil 5.2’de verilmiştir. Sonuçta belirtildiği gibi şekil 5.2’de ön pişirme işlemi daha uzun süre yapılırsa ortaya çıkan soya suyu daha düşük izoflavon içebilmektedir (Omoruyi ve ark. 2013). Soya, yüksek kaliteli proteine sahip olması nedeniyle kilo kontrolünde de yararlanılmaktadır. Soya proteini aynı zamanda arjinin, potansiyel bir damar genişletici ve nitrik oksit ön maddesi yönünden zengin olduğundan dolayı, kan basıncını düşürdüğü ileri sürülmektedir. Soya izoflavon grubu Sistolik Kan Basıncı SKB (-2.5 mmHg; 95% CL: -5.35, 0.34) ve Diyastolik Kan Basıncı (DKB) (-1.5; 95% CI; -3.09, 0.17) azalttığı bildirilmektedir. Hipertansif durumuna göre plaka oluşumu gerçekleşeceğinden, kan basıncı hipertansif katılımcılar arasında önemli azalmalara neden olduğu saptanmıştır (Gobert 2008, Miller ve Juraschek 2012).

Soyanın beta-konglisinin β -oksidasyon ile beslenme, TG serum seviyeleri düşürmek amacıyla β -oksidasyon, yağ asitleri sintaz bastırılması ve/veya artmış fekal TG atılımı ve aynı zamanda serum glukoz ve insulin seviyelerini azaltmıştır. Bu sonuçların belirlediği gibi ateroskleroz için risk faktörü olarak kabul edilen hipertrigliseridemi, hiperinsülinemi, ve hiperglisemi önlenmesi için soya beta-konglisinin bir potansiyel olarak yararlı diyet protein kaynağı olabileceğini düşündürmektedir (Xiao 2008, Moriyama ve ark. 2004, Ascencio ve ark. 2004).

Soya ürünleri insanlarda LDL oksidasyonunu azaltmada etkin bulunmuştur. Diyetle et yerine, soya proteini tüketilmesiyle LDL-kolesterol düzeylerinin dolayısıyla da koroner kalp hastalığı gelişme riskinin azaldığına işaret eden kuvvetli bilimsel kanıtlar bulunmaktadır. Soyada bulunan izoflavonoidler bağırsaklarda zayıf etkili östrojenler üreterek kolesterol düzeylerini düşürmektedir (Çizelge 5.1) (Tuso ve ark. 2013, Anonim 2015a). Serbest radikal oluşumunu önlemek için kullanılan C ve E vitaminleri antioksidan kapasitesine sahip olduğundan flavonoidlerin daha güçlü etkileri bulunmaktadır (Yakubu ve ark. 2013).

Çizelge. 5.1. Baklagillerde bulunan biyoaktif bileşenler ve sağlık üzerine yararları (Fardet 2010, Pratibha ve ark. 2004, Chien 2010, Mumford ve ark. 2015)

Hastaları	Biyolojik Olarak Aktif Bileşikler
Vücut ağırlığı düzenlenmesi ve obezite	Çözünmeyen lifler, fruktanlar, dirençli nişasta, Zn, Ca, tokotrienoller, fenolik asitler, flavanoidler, kolin, p-aminobenzoik asit
Kalp-damar hastalığı (CVD) ve kalp sağlığı	α -linolenik asit, metionin, oligosakaritler, çözünür lif, dirençli nişasta, fitik asit, Mg, Mn, Cu, Se, K, tiamin, riboflavin, nikotinik asit, piridoksin, folatlar, tokoferoller, tokotrienoller, filokinon, β -karoten, lutein, zeaksantin, fenolik asitler, flavonoidler, lignanların fitosteroller, betain, kolin, inozitoller, polikozanol, p-aminobenzoik asit, γ -orizanol, avenanthramides, saponinler
Tip 2 diyabet	Çözünür lif, dirençli nişasta, fitik asit, Mg, Zn, Se, K, Ca, tokoferoller, tokotrienoller, fenolik asit, flavonoidler, betain, inozitoller, fitosteroller, γ -orizanol, saponinler.
Kanser	α -linolenik asit, oligosakaritler, çözünür lif, çözünmez lif, dirençli nişasta, lignin, fitik asit, Zn, Mn, Cu, Se, P, Ca, riboflavin, nikotinik asit, piridoksin, folatlar, tokoferoller, tokotrienoller, β -karoten, β -kriptoksantin, fenolik asitler, flavonoidler, lignanların alkylresorcinols, betain, kolin, inozitoller, fitosteroller, melatonin, p-aminobenzoik asit, saponinler
Bağırsak Sağlığı	α -linolenik asit, oligosakaritler, çözünür lif, çözünmez lif, dirençli nişasta, riboflavin, pantotenik asit, fenolik asitler, polikozanol, γ -orizanol
Akıl/ Beyin/ Sinir Sistemi Sağlığı ve Nörodejeneratif Hastalıkları	α -linolenik asit, metionin, oligosakaritler, Fe, Mg, Zn, Cu, P, Ca, Na, K, tiamin, riboflavin, nikotinik asit, pantotenik asit, piridoksin, biyotin, folatlar, tokotrienoller, fenolik asitler, kolin, inozitoller, polikozanol, melatonin, γ -orizanol, saponinler
İskelet Sağlığı (yani kemik, tendon,	α Linolenik asit, Fe, Mg, Zn, Cu, P, Ca, K, nikotinik asit, tokotrienoller, filokinon, β -

kıkırdak, kollajen, artikülasyon ve dişler)	kriptoksantin, flavonoidler, lignanlar, p-aminobenzoik asit
Antioksidan koruma (Artan Oksidatif Stresin İlgili Olarak Hastalıkları Gelişimi)	Azaltılmış glutation, metionin, sistein, ligninler, fitik asit, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Se, tiamin, riboflavin, tokoferoller, tokotrienoller, β -karoten, lutein, zeaksantin, β -kriptoksantin, fenolik asitler, flavonoidler, lignanlar , alkylresorcinols, betain, kolin, polikozanol, melatonin, γ -orizanol, avenanthramides, saponinler

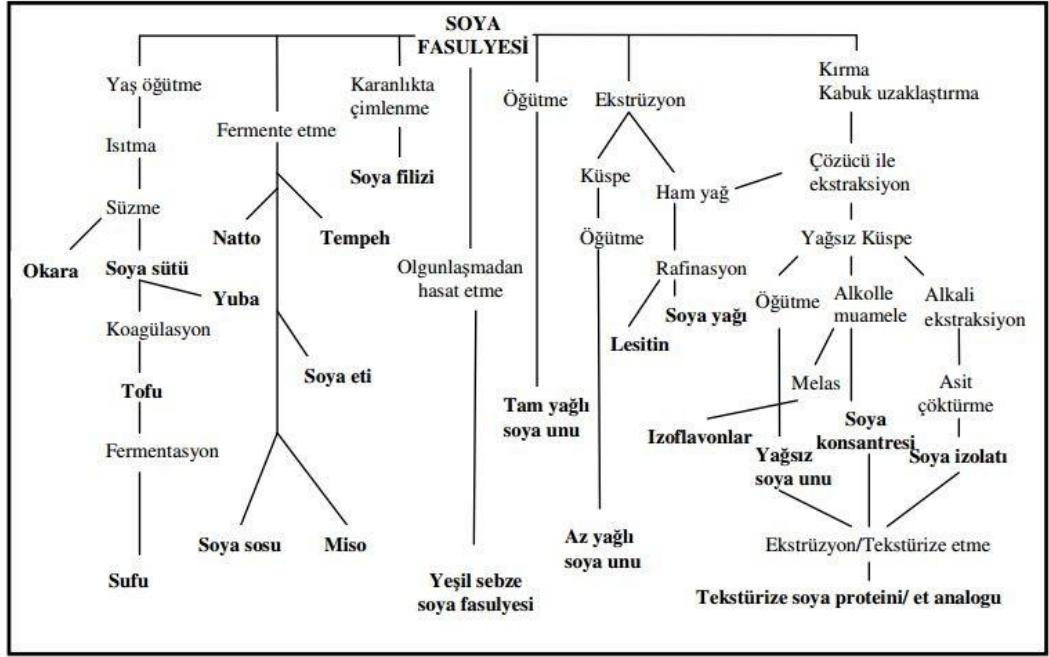
ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) günde 25g soya proteini tüketerek doymuş yağ ve kolesterol düşürmede olan yararlı nedeniyle diyetin bir parçası olmasını önermektedir (Xiao 2008).

6. SOYANIN KULLANIM ŞEKLİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Soya fasulyesi ısıtılmış bile olsa da doğrudan tüketilemezler. Genelde geleneksel olarak fermente gıda halinde tüketilir veya gıda maddeleri (fermente olmadan) bileşimine dahil edilmektedir (Snyder ve Wilson 2003).

Soya işleme teknolojisinde, geleneksel Uzak Doğu ürünlerinin yanında son olarak kokusu giderilmiş ve hidrojenize olmuş sıvı yağ, lesitin, un, protein ve konsantreleri, protein izolatları ve tekstürlü gıdaların üretimini mümkün hale getirmiştir. Uzak doğuda (Asya ülkelerinde) soya fasulyesinden (*Glycine max*) elde edilen en önemli fermente bitkisel ürünler; soya sosu, tempe, miso, natto (birincil ürün), ve sufu/tofu'dur (ikincil ürün) olarak tanımlanır (Shurtleff ve Aoyagi 2008).

Soya; içermekte olduğu yüksek kaliteli protein, diyet lifi ve izoflavonlar açısından zengin olmasının yanında, kolesterol ve doymuş yağ içermemesi gibi nedenlerden ötürü de tercih sebebi olmuştur (Descheemaeker ve Debruyne 2001, Liu 2004a). Soyanın insan sağlığına faydalı etkileri nedeniyle, gıda formülasyonlarına çeşitli şekillerde ilave edilmesi üzere birçok araştırmaya konu olmuştur. "Çok kullanımlı mucize bitki" olarak da adlandırılan soya fasulyesi, başlıca 3 ana ürün çeşidi olarak kullanılmaktadır: yağ ürünleri (gliserol, rafine soya yağı, soya lesitini), tam soya ürünleri (soya, soya filizi, soya sütü, soya unu, tofu vb.) ve soya protein ürünleri (soya unu, soya proteini konsantresi ve izolatları) (Şekil 6.1) (Endres 2001, Liu 2004a, Boyacıoğlu 2007).



Şekil. 6.1. Soya fasulyesinin çeşitli grünlere işlenmesi süreçlerinin akım şeması (Liu 2004a)

Gıda teknolojisi alanında soya, protein reçetelerine dahil edilmektedir. Yaşam biçimlerini değiştirme ve müşterilerin değişen ihtiyaçlarını tatmin edebiliir ürünler talep edilmektedir. Bu taleplere soyalı gıdalar cevap verebilmektedir.

Soya proteinleri, soya protein köftesi, sosis, köfte, bazı vejetaryen gıdalar, güveç gibi gıda maddelerinin üretiminde yararlanılmaktadır. Ayrıca, soya protein konsantresi et sistemi, unlu mamuller ve başka çeşitli ürünler de kullanılmaktadır. Soya protein izolatu besin takviyesi olarak genelde süt ürünleri, et sistemleri, bebek fomülleri, besleyici içecekler, krem çorbalar, soslar ve birçok atıştırma malzemeleri de dahil olmak üzere yüksek proteinli gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Weingarther ve Owen 2009).

7. SOYA ÜRÜNLERİ

7.1 Gıda Katkı Maddesi olarak Soyanın Kullanımı

Soya fasulyesi, fermente ve geleneksel ürünler olan miso ve diğer çeşniler ile üretildikten sonra ve besin içeriğini zenginleştirmek için çeşitli gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Japon'da miso veya Endonezya'da adlandırılan tauco, genelde çorba içine ilave edilerek lezzetli tat oluşturur. Soyanın lesitin içeriği kasıtlı olarak doğal bir gıda katkı maddesi olarak farklı gıdalarda kullanılabilir. Lesitinler, özellikle soya fasulyesi, bitkilerde doğal olarak bulunan maddelerdir (Taylor ve Baumert 2013).

7.2 Fermente Soya Ürünleri

7.2.1 Soya Sosu

Soya sosu, muhtemelen insanlığın kullandığı ilk çeşnilerden biri olduğu tahmin edilmektedir. Diğer fermente gıdalar gibi başlangıçta gıda bozulmasını önlemek ve gıda korumak için kullanıldığı düşünülmektedir. Soya sosu Japonya'da Shoyu (Sasaki ve Nunomura 2003) ve Çin'de Jiang-Yiu olarak bilinmektedir. Özellikle Çin ve Doğu Asya'da baharat amaçlı kullanılmaktadır. Soya sosu Çin'de en popüler çeşnilerden biri olarak kabul edilmiştir (Huang 2000, Zheng ve ark 2006). Gıda ve Tarım Örgütü tarafından belirtilen soya sosu, resmi tespiti, kendine özgü bir aroması ve tadı ile etli koyu kahverengi tuzlu bir sıvıdır (Anonim 2015c). Soya sosları beş tipleri aşağıda açıklanan Japon hükümeti tarafından Çizelge 7.1'de belirtilmiştir.

Çizelge. 7.1. Japonya'daki soya sos tiplerinin bileşimi (Bamforth 2005)

Çeşitleri	Spesifik Gravite (Baume)	Alkol (%ABV)	Toplam Azot (g/100 mL)	indirgen şeker (g/100 mL)	Renk
Koikuchi	22.5	2.2	1.55	3.8	Koyu kahverengi
Saishikomi	26.9	Iz	2.39	7.5	Koyu kahverengi
Shiro	26.9	Iz	0.5	20.2	Sarı/Taba rengi
Tamari	29.9	0.1	2.55	5.3	Koyu kahverengi
Usukuchi	22.8	0.6	1.17	5.5	Açık kahverengi

Koikuchi hemen hemen eşit miktarlarda soya fasulyesi ve buğday tanelerinin bir karışımdan yapılır ve koyu kırmızımsı kahverengi bir renk, güçlü ve hoş bir aroması ile karakterize edilir. Düşük tuzlu koikuchi-shoyu de benzer lezzetli bir tada sahiptir (Sasaki ve Nunomura 2003, Fukushima 2004).

Saishikomi-shoyu ve shiro-shoyu Japonya'da özel endüstriyel kullanımlar için üretilmektedir. Kojinin yapımında ise buğday ve soya fasulyesi eşit miktarlarda karıştırılır. Bu soya sosu tipinin hem aroması hem de tadı dolgundur. Son ürün açık sarı renkte olup, amino asit içeriği çok düşük olduğunu belirlenmiştir (Fukushima 2004).

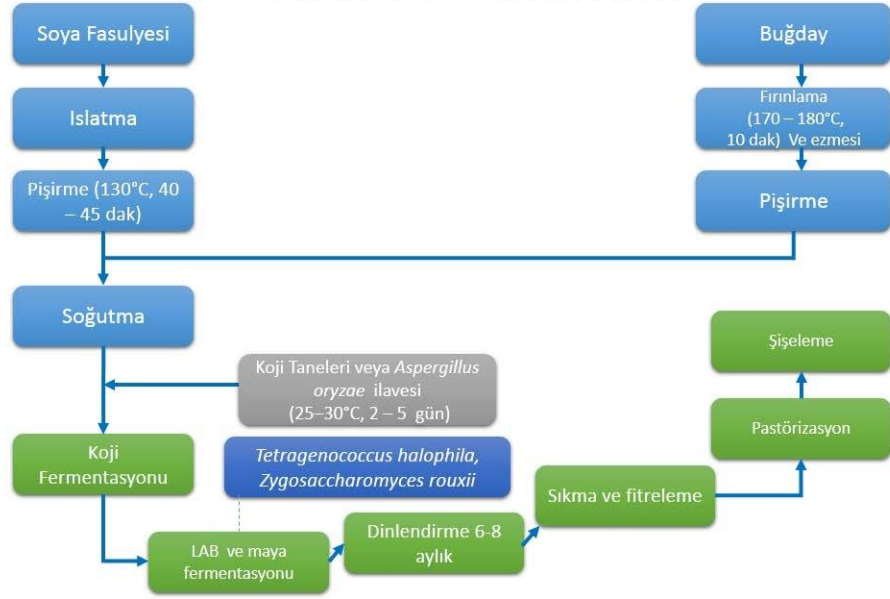
Usukuichi, koikuchi'den daha açık kahverengi bir renge sahiptir ve daha hafif kokusu ile karakterize edilir. Usukuichi özellikle pişirme sırasında ürünün özgün rengini ve tadını muhafaza etmektedir. Genellikle, Japonya'nın Batı bölgelerde Usukuichi shoyu ile tüketilen birçok gıda ve yemek bulunmaktadır (Sasaki ve Nunomura 2003, Fukushima 2004). Koikuchi-shoyu'nun soya ve buğday oranı arasında bir fark yoktur ancak renk koyulaşmadan fermentasyon işlemi durdurulmaktadır (Fukushima 2004).

Tamari, amino asit içeriği yüksek bir üründür. Koyu kahverengi bir renk ve farklı bir lezzete sahiptir. Tamari, 10:1-2 soya fasulye oranıyla ve az miktar buğday ile yapılmaktadır. Genelde, çiğ balık ('sasimi'-Japonca) ve ızgara yılan balığı ('kabayaki'-Japonca) gibi çeşitli Japon tipik yemekleri, özellikle Nagoya'da Japonya'nın bir bölge etrafında tamari bir yemek veya daldırma sos olarak tüketilmektedir. Japon tipi shoyu'nun özelliklerinden biri, soya fasulyesi ve hammadde olarak buğday karışımının hemen hemen eşit miktarlarda kullanılmasıdır. Ayrıca Tamari, Çin shoyu tipini temsil eder ve asıl ürün Çin'den temin edilmektedir. Normal olarak, Shiro 10:1-2 buğday oranı ve sadece küçük bir miktarıyla soya fasulyesi karışımı ile üretilir. Bu çok açık sarı bir renk ile karakterize edilen ve çok düşük bir amino asit içeriğine; çok yüksek bir şeker içeriğine sahip bir üründür. Japonya'da, ağırlıklı olarak yemek için kullanılan ve sadece Nagoya bölgesinde tüketilmektedir. Saishikomi ise koji, buğday ve soya fasulyesi eşit miktarlarda karıştırıldığı ve ham shoyu yerine tuzlu su kullanıldığı bir üründür. Zaman zaman bu soya sosu tipi daldırma sos olarak tüketilir (Sasaki ve Nunomura 2003).

Soya ve/veya yağsız soya küspesi, sürekli basınçlı tencerelerde pişirme işlemine tabii tutulur ve içine kırık buğday katılarak karıştırılır. Bunlar, *Aspergillus oryzae* (veya *A sojae*) yardımı ile aşılır ve içinde fermentasyona uğratılır. Sıcaklık ve nem kontrollü koşullar altında (inkübasyonu üç gün sonra), küf, sporlanarak fermente edilen soya yeşilimsi renge dönüşmektedir. Bu ürüne "koji" denir. Koji, Uzak Doğu fermente ürünlerin temel bileşendir. Koji, karbonhidrat ve protein ayrıştırma için gerekli olan amilolitik ve proteolitik enzimlerin konsantre bir kaynağıdır (Anonim 2015c). Japonca bir kelime olan koji 'küf çiçeği' anlamına gelmektedir. Soya sosu üretmek için *Aspergillus oryzae* veya *Aspergillus sojae* karışımı haşlanmış ve cıvalanmış piriç/buğday unu/soya unu ile birlikte karıştırılır. Koji üretmek için gereken starter kültür oranı %0.1-0.2'dir (Bamforth ve ark. 2005).

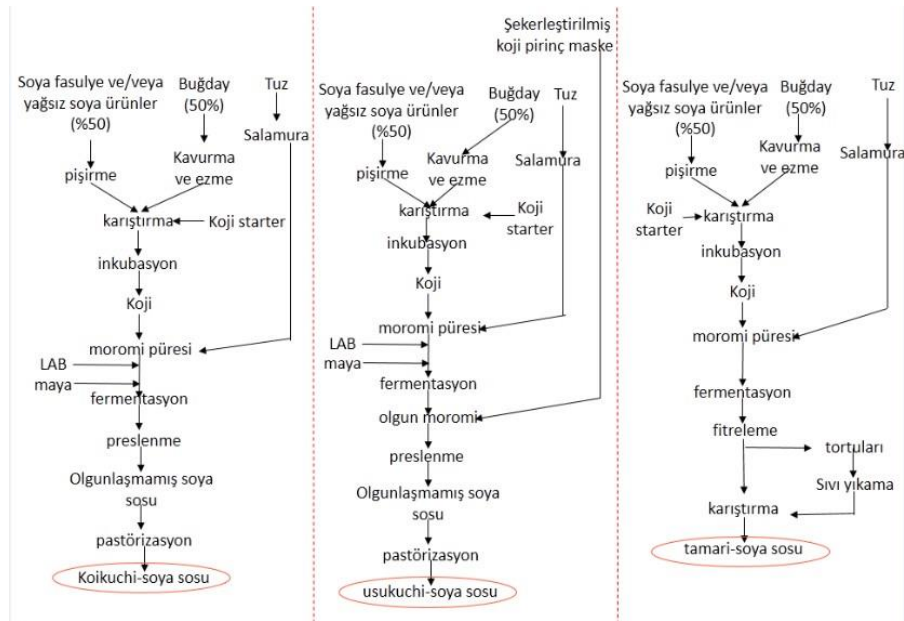
Asya'da (Endonezya veya Malezya gibi) soya sosu doğal olarak iki aşamalı fermentasyon süreçlerinin yani koji fermentasyonu ve moromi fermentasyonu tarafından gerçekleştirilir (Şekil 7.1) (Fukushima 2004, Wu ve ark 2010). Koji fermentasyon işlemi *Aspergillus oryzae* inokülasyonu ile soya fasulyesi ve buğday unu karışımlarını içermektedir. Sahip olunan enzimler, hammaddeleri daha basit bileşiklere hidroliz olmaktadır. Proteaz enzimi yardımı ile soya fasulyesinin proteinleri parçalanarak peptitler ve amino asitlere parçalamakta, amilaz enzimi nişastadan basit şekerlere dönüştürür. Hidrolize edilen besinler sonra moromi aşamasında bakteriler ve mayalar tarafından kullanılmaktadır (Wu ve ark. 2010).

SOYA SOSU ÜRETİMİ



Şekil. 7.1. Soya sosu üretim şeması (Bamforth ve ark. 2005, Fukushima 2004)

Fermente soya sosu üretiminde ikinci adım salamurada fermentasyon işlemidir. Bu sırada halofil laktik asit bakterileri ve tuza dayanıklı mayalar da fermentasyona katılır. Salamura tuz konsantrasyonu %16-19 olup, bu oran istenmeyen mikroorganizmaların engellenmesi için tercih edilmektedir (Fukushima 2004).



Şekil 7.2. Koikuchi, usukuchi ve tamari soya sosu üretim şeması (Bamforth ve ark. 2005)

Koji fermentasyonu gerçekleştikten sonra moromi fermentasyonu oluşmaktadır (şekil 7.2). Moromi fermentasyonu işlemi genellikle 3-4 ay sureyle güneş altında kapalı tanklarda gerçekleştirilir. Bu işlemdede, iyi bir soya sosu üretmek için kritik rol oynayan mikroorganizmaların  cinsi vardır. Koji fermentasyonunda basit şekerleri laktik asit ve asetik asite dönüştürmeyi *Pediococcus halophilus* stlenmiştir. Ortamda doğal maya varlığı yani etanol ve hafif aroma bileşenlerinin oluşumu sırasıyla *Zygosaccharomyces rouxii* ve *Candida* türleri tarafından gerçekleştirilmiştir (Sasaki ve Nunomura 2003). Moromi fermentasyonu sırasında, etanol aerobik ve anaerobik koşullar altında *Z. rouxii* tarafından üretilmektedir (Wu ve ark. 2010).

Moromi fermentasyonu esnasında oluşan etanol konsantrasyonu maya hücrelerinin sayısı ile doğru orantılıdır. Öte yandan, *Candida* türleri, örneğin 4-ethyguaiacol gibi fenolik bileşikler üreterek soya sosu aroma gelişmesine doğrudan etki eder. İyi kalitede soya sosunun bileşimi %1.0-1.65 oranında toplam azot, %2.0-2.5 etanol, %17-19 sodyum klorit (NaClO₂) içermelidir. Toplam azotun %45'ni basit peptitler ve geri kalan %45'inde amino asitler olmalıdır (Wu ve ark. 2010).

Fermentasyon sıcaklığı, soya sosunun olgunlaşma ve kalitesini belirleyen önemli bir faktördür. Normal soya sosu üretiminde, fermentasyon sıcaklığı genellikle ortam sıcaklığıdır. Ancak, soya sosu püresi iyi bir olgunlaşma için ilk ay 15°C'de olmalı ve daha sonra fermentasyon sıcaklığı yavaş yavaş 30°C'ye yükseltilmelidir. *Z. rouxii* tarafından fuzel yağlarının üretimi gerçekleşmesi ve bu da sıcaklığa bağlı gerçekleşmektedir (Wu ve ark. 2010).

7.2.2 Tempe

Tempe, Endonezceden alınan ve *Rhizopus* suşlarının oluşturduğu yoğun misellerle fermente edilen bir gıdadır (Shurtleff ve Aoyagi 2008, Tibbot 2004). Tempe'nin kökeni bilinmemesine rağmen eski Endonezya halklarına ait olduğu düşünülmektedir. Tempe'nin karşılaşıldığı ilk ifadenin 17. Yüzyıla ait 'Serat Centini' kitabında olduğu kabul edilmektedir (Nagai ve Tamang 2000).

Batı ülkelerinde tempe genellikle 15x20x2cm ebatlarında satılmaktadır. Tempe genel olarak kızartılmış, buharda pişirilmiş ve dilimlenmiş halde sunulmaktadır. Kızartıldığında, tempe'nin lezzet ve doku olarak kızartmış tavuk veya balığa benzeyen bir lezzeti vardır. Bazılarına göre, tempe mantara benzer lezzetiyle çiğnenebilen dokusu ile tanımlanmaktadır. Pişirmeden önce, soya tempe %19.5 protein içermekte, hamburger veya tavuk protein içeriği karşılaştırıldığında ise %17.9 ve %21 olarak verilmiştir (Shurtleff ve Aoyagi 2008, Babu ve ark. 2009).

Tempe üretmek için pişirilmiş veya kabuğu çıkartılmış soyanın (hafifçe doğal laktik asit ile ön-fermentasyon veya günümüzde şirke ile asitleştirilmiş) kurutulmasından sonra *Rhizopus oligosporus* ile inokule edilerek delikli plastik ambalaj ile (polietilen veya muz yaprağı yaklaşık 8 ons veya 226g ile ambalajlanmış) 24 saat 30-31⁰C'de inkübe edilmesi ile elde edilir. Bu sürenin sonunda ürün tüketim için hazırdır (Shurtleff ve Aoyagi 2007).

Tempe, yüksek protein, lif ve B-12 vitamini açısından oldukça zengin bir üründür (Nout ve Kiers 2005). Küf, maya, laktik asit bakterileri ve farklı gram-negatif bakteriler olmak üzere çeşitli mikroorganizmaların karışık kültür fermentasyonu sonucunda elde edilen tempenin eşsiz bir lezzete sahip olduğu kabul edilmektedir. *Rhizopus oligosporus* tempe'in ana küfidür, ayrıca *R. oryzae* ve *Mucor spp.* gibi diğer küfler de kullanabilmektedir (Babu ve ark. 2009, Hutkins 2006, Handoyo ve Morita 2006).

Tipik kültür inokülumlar seviyesi fasulyenin her kg'ı için 10⁷-10⁸ adet olarak belirtilmektedir. Geleneksel Endonezya üretim uygulamalarına göre, aşılınmış fasulye keki muz yaprakları ile sarılmaktadır. Geleneksel olarak *R. oligosporus*'un hızlı gelişmesini destekleyen nemli mikroaerofilik ortam sağlamak amaçla kullanımı söz konusudur (Hutkins 2006, Nout 2001, Dewi ve Aziz 2011). Sadece doğal ambalaj ya da estetik görünüm sağlamak amacıyla değil, aynı zamanda *Rhizopus oligosporus*'un daha hızlı gelişimini desteklemek ve mikroaerofilik ortam sağlamak için muz yaprağı kullanımı daha çok tercih edilmektedir. Ancak, büyük ölçekli tempe üretimi için aşılınmış fasulye 1-3 cm derinliğinde tepsiler üzerine bekletilir. 25-37⁰C değişen sıcaklıklarda bekletilen bu ürün taze tempe olarak kabul edilir (Hutkins ve ark. 2006).

Küf hifleri kotiledon 1mm içine kadar girmekte ortalama %25'ine kadar sokulmaktadır (Hutkins 2006, Beuchat 2001).

Ham soya fasulyesinin yüzeyi *Lactobacillus casei* ve diğer laktik asit bakterileri içeren enterokoklar, stafilokoklar, basiller, enterobakter, *Klebisella* ve diğer koliformler gibi gram-pozitif ve gram-negatif bakterileri bulundurmaktadır. Soya fasulye tanelerinde bulunan *Pichbia*, *Saccharomyces* ve *Candida* gibi mayalar bulunur. Islatma sırasında sakaroz, nişasta ve rafinoz gibi şekerler suya geçmektedir. Invertaz ve glukozidaz enzimleri glikoz ve fruktoza hidroliz ederek mikrofloranın gelişimini desteklemektedir. Sonunda, ıslatma işlemi yapıldığında toplam mikroflora 10^9 kob/mL başına veya daha yüksek seviyeye ulaşabilir. Islatıldıktan sonra izole edilen organizmaların çoğu laktobasil, enterokok ve streptokoklardır (Hutkins 2006).

Düşük pH *Bacillus*, *Enterobacter*, ve diğerlerini inhibe etmektedir. Isıtılmış ve pişirilmiş soya fasulyesi fermentasyon oranı ve miktarı, laktik asit bakterileri oranı ile doğrudan etkilidir (Hutkins 2006).

Kullanılan *Rhizopus oligosporus* özellikleri (Hutkins 2006):

- a. Soya karbonhidratlarını (sakaroz, nişasta veya rafinoz) metabolize etmemeli,
- b. Aerobik olmalı,
- c. 30-42⁰C de hızlı gelişme ve misel üretimi,
- d. Proteolitik ve lipolitik,
- e. Lipidlerden türetilen serbest yağ asitlerini kullanabilmelidir.

Soya fasulyesi misel üretimine ek olarak, *R. oligosporus* soya substratların bileşimini etkileyen önemli biyokimyasal değişikliklere de neden olmaktadır (Çizelge 7.2). Lipaz ve proteinaz salgılanarak lipit ve proteinler hidrolize olmaktadır (Hutkins 2006).

Çizelge 7.2. Soya fasulyesi ve tempe besin değeri (Hutkins 2006)

Bileşim	Soya fasulyesi (g/100g)*	Tempe (g/100g)**
Nem	7-9	60-65
Protein	30-40	18-20
Çözünebilen azot	<1	2-4
Karbonhidrat	28-32	10-14
Lif	4-6	1-2
Yağ	18-22	4-12
pH	6-7	6-7

* Bütün ham soya fasulyesi (ıslatma öncesi)

** Taze ağırlık (ıslak)

Hazır tempe’de toplam kurumaddedeki yağ asitler miktarı işlem gören (ısıl işlem, kızartma vb.) %10 kadar daha azdır. *R. oligosporus* tarafından (β -glukosidaz gibi) enzimler üretilir (Correia ve ark. 2004 a,b, Vattem ve ark. 2004) . Bu enzimler pektin, selüloz ve diğer lifli bileşikler çeşitli pentozlar (ksiloz, arabinoz) ve heksozları (glukoz, galaktoz) hidrolize ederler. Ancak, tempe fermentasyonu sırasında bu enzimlerin aktivitesi ile serbest şekerler son üründe az miktarlarda bulunmaktadır (Hutkins 2006).

Tempe’de fermentasyon işlemi ile soya fasulyesi yeni bir lezzet, aroma, doku kazanır ve aynı zamanda besin değeri artar ve sindirim kolaylaşır (Srapinkornburee ve ark. 2009, Efriwati ve ark. 2013). Tempe fermentasyonu sırasında meydana gelen en önemli etki besin kalitesindeki değişiklik olduğu bilinmektedir. *R. oligosporus*, fitaz enzimi üreterek fitatları degrade eder. Sonuç olarak güçlü bir fitat, demir, magnezyum, ve çinko gibi çeşitli minerallerin kullanılabilirliğini artırır. *Rhizopus oligosporus* tarafından ergosterol (D2 provitamini) ve bazı vitaminler ve *Hemagglutination Inhibitory Activity (HIA)* de üretilebildiği de bilinmektedir (Feng ve ark. 2007, Van den Hil ve ark. 2010).

Soya fasulyesi, enzimatik hidroliz nedeniyle tempe’ye dönüştürüldüğünde makro-bileşenlerin konsantrasyonu azalır. Protein hidrolizi nedeniyle tempe daha kolay sindirebildiği için soya fasulyesine göre protein etkinliği oranı daha yüksek seviyede olsa da pişirilmiş olan soya kıyaslanırsa bu oran eşdeğerdir. Oligosakaritlerde de bir azalma (özellikle stakiyoz ve rafinoz) bulunmaktadır. Mide gazına (*flatulence*) neden olma yetenekleri nedeniyle istenmeyen bu şekerler, ıslatma, pişirme, fermentasyon işlemlerini sırasında azalır veya yok olur (Hutkins ve ark. 2006, Horackova ve ark.2015).

En önemli besin değeri gelişmesi vitamin içeriğinin artmasıdır. Pişirilmiş tempe’de B12 vitamini konsantrasyonu genellikle 100g başına 0.1-0.2µg arasında değişmektedir. Soya fasulyesinde bu vitaminin ihmal edilebilirse de hazır tempe’de bulunan B12 vitamini varlığı, mikroorganizmalar tarafından biyosentezin bir sonucu olarak ortaya çıktığı açıkça görülmektedir. Ancak, B12 vitamini ne *Rhizopus oligosporus* ne de laktik asit bakterileri tarafından üretilmez, başlıca *Klebsiella pneumonia* ve *Enterobacteriaceae* ailesinden bir gram-negatif bakteriler tarafından tempe üretim işlemi sırasında üretilmesi söz konusudur. Riboflavin (B2 vitamini), niasin, piridoksin (B6 vitamini), biyotin, pantotenik asit, ve folik asit dahil olmak üzere diğer vitaminlerin konsantrasyonu artar. Ancak, tiamin (B1 vitamini) konsantrasyonu azalır ve yağda çözünen vitaminlerin düzeyi üzerinde ise herhangi etkisi yoktur (Hutkins 2006).

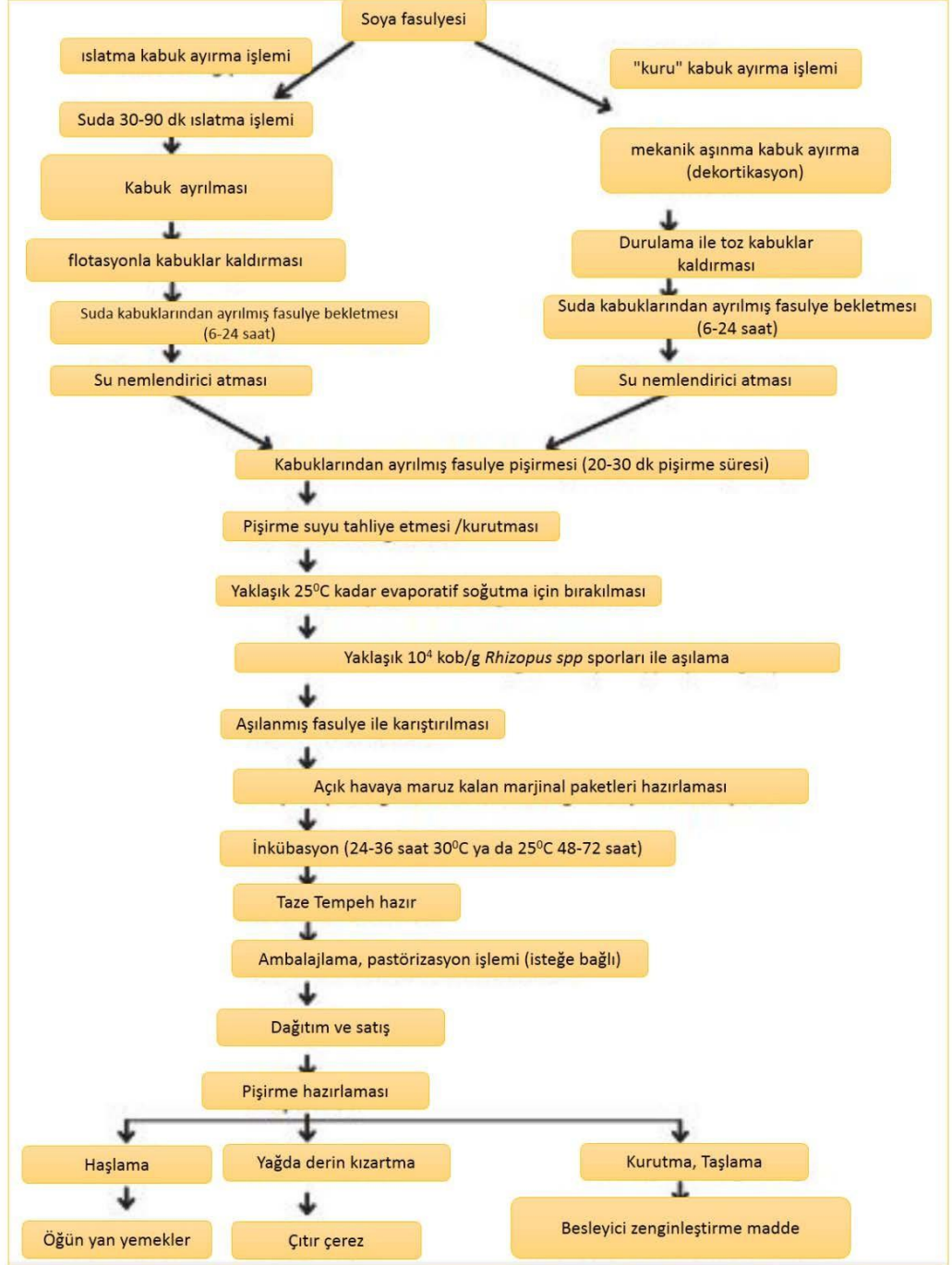
Tempe, B12 vitamininin biyosentezinden sorumlu olan ana mikroorganizmalar *Klebsiella pneumontae* ve *Citrobacter freundii*’dir. Bu organizmalar soya fasulyesi ve suda mevcut olmasına rağmen, gelişmesi ve vitamin üretimi gerçekleşmeden daha önce ısıtma sırasında oluşur (Hutkins 2006).

Inokülantlar genellikle *Rhizopus oligosporus*’un saf kültüründen hazırlanmaktadır (Tunçel 1989). Elde edilen soya starterlerinin bir kısmı daha yoğun küf sporu elde etmek amacı ile elekten geçirilmiş, diğerleri ile toz haline getirilmiştir. Tempe starter üretimi şekil 7.3’de gösterilmiştir.



Şekil 7.3. Tempe starter üretimi (Srapinkornburee ve ark. 2009)

Daha sonra şekil 7.4’de de tempe üretimi şematize edilmiştir (Babu ve ark. 2009, Steinkraus 2006).



Şekil.7.4. Tempe üretim işlemi (Babu ve ark. 2009, Steinkraus 2006)

7.2.3. Miso

Japonya'nın en eski ve önemli geleneksel ürünlerinden biri olan, miso fermentasyona uğramış bir soya ürünüdür (Minamiyama ve Shigeru 2008). Miso isimleri, Japonya'da miso, Çin'de Chiang, Kore'de Jiang, Endonezya'da Tauco, Tayland'da Taochieo ve Filipin'de Taosi olarak adlandırılır (Bamforth 2005). Miso, fermente soya salçası olarak tanımlanmakta Japon mutfağının vazgeçilmezlerinden baharatlarındandır ve özellikle çorbalar için kullanılmaktadır (Minamiyama ve Shigeru 2008).

Koji, cilalı pirinç'ten yapılmıştır ve soya bileşenlerini hidroliz edecek enzimleri bulunur. Cilalanmamış pirinçin dış tabakası, mumlu bileşenler, *Aspergillus sojae*'nin miselleri ile içeri girmesini inhibe eder (Katz 2003). Pirinç yıkayıp %35'lik nem ile 15⁰C 12-16 saat boyunca bekletilir. Fazla su tahliye edilip, sonrasında 40-60 dakika süreyle buharlatılır. Pirinç, daha sonra büyük tepsiler/döner tamburlu fermentasyon ünitesi üzerine yayılır ve 35⁰C'ye soğutulur ve bu yaklaşık 40-50 saat kadar sürer (Çizelge 7.3) (Bamforth 2005).

Bu süre içinde pirinç, beyaz misellerle kaplanır. Sporlama ve pigment oluşmadan hasat yapılır. Bu sırada aroma ve lezzet oluşur. Daha fazla mikrobiyel gelişmeyi önlemek fermentasyonu durdurmak için tuz ilave edilir. Miso üretmek için genellikle soya, taneleri büyük olan ve su emme kabiliyeleri yüksek, hızlı pişenler seçilir (Bamforth 2005).

Soya taneleri 18-22 saat süreyle ıslatılıp suları tahliye edilir ve bu durumda soya taneleri 2.5 kat hacim artışına uğrar. Sonra, soya taneleri 20 dakika 115⁰C'de buharlaştırılıp yumuşak haline dönüştürülür ve fasulye tuzlu koji ile karıştırılır. Starter kültürler osmofilik mayalar ve bakteriler (*Z. rouxii*, *Torulopsis*, *Pediococcus*, *Halophilus* ve *Streptococcus faecalis*.)'dir (Bamforth 2005).

Tuzlu koji ile karıştırılmış soya, yeşil miso (olgunlaşmamış miso) olarak adlandırılır. Bu yeşil miso hazır ambalajlarda paketlenmiş ve anaerobik fermentasyonu gerçekleştirmek üzere tutulur. 25-30⁰C'de değişen sürede anaerobik fermentasyonu ilerlemeye izin verilir. Beyaz miso 1 hafta da olduğu halde, tuzlu miso 1-3 aydan fazla fermentasyon sürecine gereksinimi bulunmaktadır (Bamforth ve ark. 2005). Kırmızı miso ise bir

yıldan fazla fermentasyon süresine ihtiyacı olduğundan yüksek tuz tadına sahiptir (Katz 2003). Olgunlaştıktan sonra miso, püre haline getirilip ambalajlanır (Bamforth 2005).

Çizelge. 7.3. Miso çeşitleri (Bamforth 2005)

Katkı Maddeler	Renk	Tat	Fermentasyon Süresi
Pirinç	Sarı-beyaz	Tatlı	5-20 gün
Pirinç	Kırmızı-kahverengi	Tatlı	5-20 gün
Pirinç	Açık sarı	Biraz tatlı	5-20 gün
Pirinç	Kırmızı-kahverengi	Biraz tatlı	3-6 ay
Pirinç	Açık sarı	Tuzlu	2-6 ay
Pirinç	Kırmızı-kahverengi	Tuzlu	3-12 ay
Soya Fasulyesi	Koyu kırmızı-kahverengi	Tuzlu	5-20 ay
Arpa	Sarı-kırmızı-kahverengi	Biraz tatlı	1-3 ay
Arpa	Kırmızı-kahverengi	Tuzlu	3-12 Ay

7.2.4. Natto

Natto daha çok Güneydoğu Asya üretilmekte ve birçok türü vardır; Çin’de douche, Tayland’da tua’nao, Myanmar’da pe-pok, Hindistan, Nepal ve Vietnam’da Sikkim Kinema, Kore’de chongkukjung adlarında ve *Bacillus subtilis* yardımıyla üretilir. Buna rağmen, Endonezya’da tempe de natto’nun bir türü olarak kabul edilir, ancak tek farkı tempe *Rhizopus* küfü ile üretilirken natto genelde bakterilerle gerçekleşir (Kuichi ve Watanabe 2004).

Haşlanan soya fasulyesi *Bacillus natto* yardımıyla fermente edilir. Elde edilen ürün viskoz, yapışkan ve belirgin bir aromaya sahiptir. Natto, birçok fizyolojik fonksiyonları gösteren soya fasulyesine *B. subtilis* (*natto*) hücrelerinin oluşturdukları metabolitlerden kaynaklanan faydalı besin maddeleri içermektedir. Amerika Birleşik Devletler Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), günde soya proteini 25g tüketildiğinde kan kolesterol seviyesini düşürerek koroner kalp hastalığı riskinin azaltılmasına yönelik olarak kullanımını onaylamıştır. Buna ek olarak, *B. subtilis* hücreleri birçok fizyolojik fonksiyonları rapor edilmiştir. *B. subtilis* (*natto*), insan bağırsağında hakim bakteri olmasa da, bir probiyotik

olarak potansiyele sahip olduğunu düşünülmektedir (Hosoi ve Kiuchi 2008, Kiers ve ark. 2000).

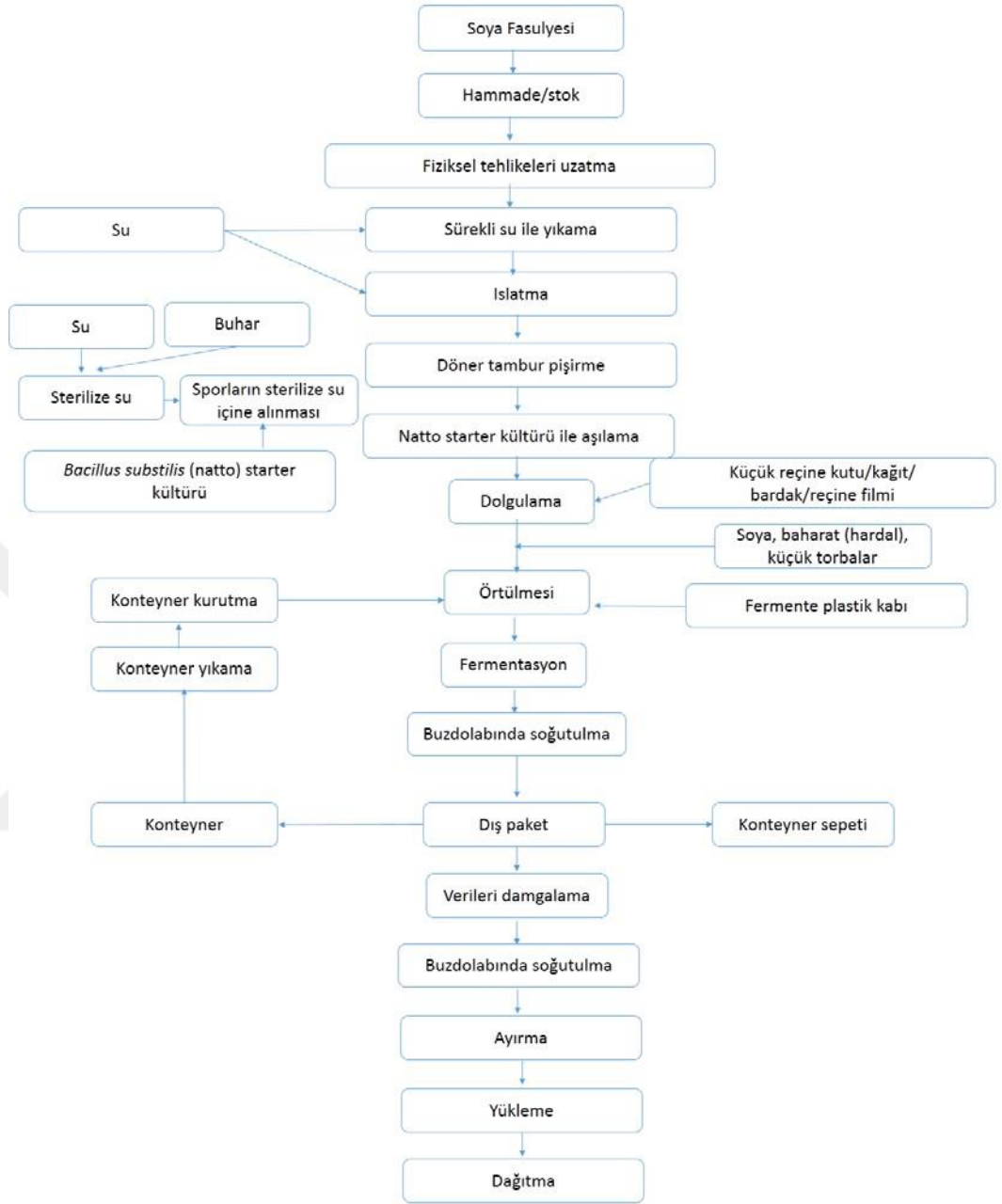
Natto üretimi için gerekli hammadde *B. subtilis* (natto basiller denilen (*natto*)) sporları, soya fasulyesi ve sudur. *B. subtilis* (*natto*) suşları, buharda pişirilmiş bütün soyanın fermentasyonunu başlatmak için kullanılmaktadır (Hosoi ve Kiuchi 2008).

B. subtilis (*natto*) hücreleri, gelişme için soya fasulyesi proteinlerini, peptidleri ve amino asitleri kullanmaktadır. Fermentasyon sırasında peptidlerinin kalitesi ve çeşidi aynı zamanda *B. subtilis* (*natto*) faaliyetleri ile üretilen amino asit miktarları natto'nun lezzet görünümünü etkilenmektedir. Dolayısıyla, yüksek protein içerikli soya fasulyesi tercih edilmektedir (Hosoi ve Kiuchi 2008).

İyi kalite ve lezzette natto üretilmesi için karbonhidratlar ve proteinlerin hidrolizi gereklidir. Taneli büyük soya daha yüksek şeker içeriğinden dolayı natto üretimi için üstün kalite olarak kabul edilmektedir. Natto depolama ömrü açığa çıkan amonyak niteliğine bağlıdır. Amonyak içeriği natto üretiminde önemli bir kalite kontrol karakteristiği olarak belirtilmektedir. Ancak, yüksek şeker içeriği olan soya fasulyesinin iyi olmadığı rapor edilmiştir; şeker içerikli natto işleme toplam şeker içeriği daha önemlidir. *B. subtilis* (*natto*), sukroz, rafinoz, ve staçiyoz (nişasta hariç) sakaritleri gibi gelişmediği için kullanılabilir (Hosoi ve Kiuchi 2008).

Küçük taneli soya fasulyeleri, orta ve büyük taneli olanlardan daha yumuşaktır ve bu buhar uygulanmış koşullar için geçerlidir. Buhar uygulanmış soya fasulyelerinin ve sertliği natto bileşimindeki amonyak azotu miktarı arasında doğrusal bir bağlantı vardır. Bu iddia *B. subtilis* (*natto*)'n hidrolizasyonu ile ilişkilidir. Bu degradasyon hızlı gerçekleşmez. Yani şeker ve protein hidrolizi aynı anda meydana gelmez. Kuvvetli amonyak koku ve tadı oluşur. Sonuçta kaliteyi doğrudan etkiler (Hosoi ve Kiuchi 2008).

Şekil 7.5'te bulunan natto üretim akış diyagramı (Kuichi ve Watanabe 2004) verilmiştir:



Şekil.7.5. Natto üretim akış diyagramı (Kuichi ve Watanabe 2004)

Natto'nun kimyasal bileşimi, K vitamini içeriği dışında soya fasulyesiden farkı yoktur. *B. subtilis (natto)*, K2 vitamini (menakinon-7) oluşur. Natto fermentasyon sırasında, *B. subtilis (natto)* tarafından üretilen yapışkan madde ile kaplanır. Bunlar poliglütamik asit ve levan (fruktan) gibi yapışkan bileşiklerdir. Fermentasyon sırasında, *B. subtilis (natto)*

proteaz ve amilaz üretir. Fermentasyon sırasında üretilen peptidler veya amino asitler natto tadının önemli kısmını oluşturmaktadır. *B. subtilis* (natto) soya sakarıtlarını kullanır ve natto karakteristik lezzetini kazanır (Hosoi ve Kiuchi 2008). Natto'nun beslenme içeriği Çizelge 7.4'te gösterilmektedir.

Çizelge.7.4. Çiğ soya fasulyesinin ve natto'nun beslenme içeriği (Hosoi ve Kiuchi 2008)

İçeriği (/100g)	Kuru ve çiğ soya fasulyesi			Natto
	Japon	ABD	Çin	
Enerji (kkal)	476	490	482	493
Protein (g)	40.3	37.4	37.5	40.7
Yağ (g)	21.7	24.6	22.2	24.7
Kül (g)	32.2	32.6	35.2	29.9
A Vitamini				
-Retinol (µg)	0	0	0	0
-Karoten (µg)	7	8	10	0
D Vitamini (µg)	0	0	0	0
E Vitamini (mg)	4.1	3.9	4.9	3.0
K Vitamini (µg)	21	39	39	2148*
B1 Vitamini (mg)	0.95	1	0.96	0.17
B2 Vitamini (mg)	0.34	0.34	0.34	1.38
Niasin (mg)	2.5	2.4	2.5	2.7
B6 Vitamini (mg)	0.61	0.52	0.67	0.59
B12 Vitamini (µg)	0	0	0	-
Folat (µg)	263	249	297	30
Pantotenik asit (mg)	1.74	1.69	1.87	8.89

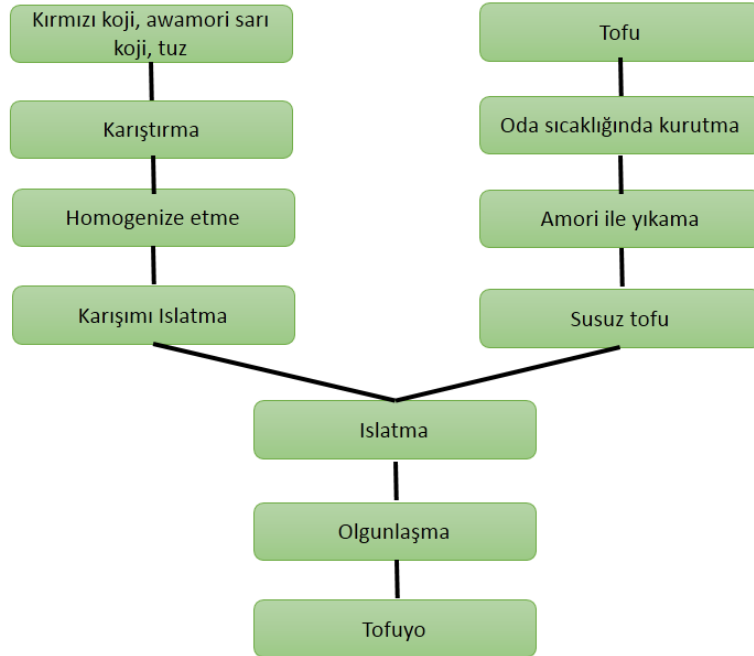
7.2.5. Tofu

Tofu, 'soya peyniri' olarak da isimlendirilen geleneksel soya proteini ürünlerinden en sevilen türüdür. Soya peyniri Tofu (Fu fu veya Tu Fu) Çin'de binlerce yıldan beri bilinen ve tüketilen bir gıda maddesidir. Tofu protein açısından zengindir; düşük doymuş yağ; çoklu doymamış yağ asitlerini daha yüksek oranında içeren; kolesterol içermeyen; ve B-vitamini, mineral, izoflavon ve antioksidanlar (karotenoidler, C ve E vitaminleri, fenolik ve tiol (SH) bileşikleri ve temel amino asitler) için iyi bir kaynaktır (Yakubu ve ark. 2013). Tofu etnik gıda olarak, son yüzyılda ABD'de de yapılmaktadır. Batı'da et ve peynir gibi vejetaryenler için bir alternatif gıda olarak tüketilmektedir. 1970'lerden itibaren tüketim miktarı hızla artmıştır (Yasuda 2011).

Fermente tofu (soya peyniri), yaygın olarak Doğu ve Güneydoğu Asya'da tüketilir. Toufu-ru, toufu-ju, furu, rufu, sufu, funan, fuyu, tou-yu, tauzu olarak Çin'de veya Tayvan'da bilinen, başka yerlerde farklı isimler de adlandırılabilir. Filipin'de tafuri, Malezya'da tau ju, Tayland'da tau-fu yee, Vietnam'da chao veyadau-phu-nyu, Endonezya'da tahu olarak bilinir. Japonya'da, tofuyo olarak bilinen fermente tofu, sadece Okinawa bölge bulunur (Yasuda, 2011).

Tofu *Actinomucor*, *Mucor* veya *Rhizopus* gibi küf cinsileri tarafından soya peyniri üzerinde hazırlanan ve daha fazla tuz-tuzlu su/pirinç şarabı karışımı içinde fermente edilir (Şekil 7.6). Fermentasyon sırasında, küf ve pirinç şarabı karışımı ürüne ek bir lezzet verir. Tofu üzerinde genellikle kırmızı, soluk sarı veya beyaz renkli bloklar oluşur.

Tofu yapımında normalde üç adım yer almaktadır: hazırlama, susuz tofu üretimi olgunlaşma aşamalarıdır (Yasuda 2011).



Şekil 7.6. Tofuyo üretim akış diyagramı (Yasuda 2011)

Tofu yapmak için soya fasulyesi, ilk önce yıkanır ve daha sonra su ile ıslatılır ve öğütülerek sonra bez filtrelerden geçirilir. Sonrasında, soya sütü ısıtılır ve ilave edilen koagülant ile çok türülür. Peynir altı suyunu uzaklaştırmak için preslenir. Genel olarak, soya tatlı olmayan bir tada ve yüksek su içeriğine sahiptir. Japonya’da normal tofunun nem içeriği %86'dir. Tofunun nem içeriği tofuyo yapmak için normal tofu'dan daha düşük olması gerekmektedir (Yasuda 2011).

Susuz tofu hazırlamak için tofu 2cm'lık küpler halinde kesilmekte ve küpler 24-48 saat süre ile oda sıcaklığında dehidre edilmektedir. Dehidre edilmiş küpler awamori ile yıkanıp sonra materyal olarak kullanılmıştır (Awamori Japon pirinç'ten destile eden bir alkollü içecektir). Susuz tofu küplerinin fiziksel özellikleri tofuyo kalitesini belirlemede önemli bir faktördür (Yasuda 2011).

Tofuyo yapmak için uygun yapıda bir küp oluşturmak için, bunlar farklı sertlik değerleri olan tofu kullanılarak hazırlanmaktadır. En iyi tofu özelliği 17.8×10^3 Pa arasında bir değere sahip olan ve 28.9×10^3 Pa dehidre edilmiş tofu küpler kullanılarak elde edildiği bulunmuştur. Bu ürün peynir gibi yumuşak doku özelliği göstermektedir. Bu nedenle, $14-18 \times 10^3$ Pa arasında bir değere sahip olan tofuyo tüketici tarafından tercih edilmektedir. Susuz küp sertliği $20-30 \times 10^3$ Pa arasında daha arzetedir. Bu ürün, bebek maması gibi hazmı kolay tadı ile tanımlanmaktadır. Bu nedenle, en iyi tofuyo oda sıcaklığında yavaş yavaş dehidre edilebilir ve $14-18 \times 10^3$ Pa bir sertliğe sahip olan küp tofu (sertlik: $20-30 \times 10^3$ Pa) olduğu bildirilmektedir (Yasuda 2011).

Dehidrasyon sırasında, mikroorganizmalar küp tofu yüzeyi üzerinde çoğalmaya başlamaktadır. Mikroorganizmalar, protein ve lipid kaynağı olduğundan tofuyu yüksek proteolitik ve lipolitik aktiviteleri ile besin kaynağı olarak değerlendirmektedirler (Yasuda 2011).

Tofu üretiminde yaygın olan kullanılan mikroorganizmalar *Bacillus*, *Monascus* ve *Aspergillus* cinsleri sayılabilir. *Bacillus* cinsleri küp tofu yüzeyi üzerinde gelişmekte olan, özellikle *Bacillus sp.*, yüksek proteinaz aktivite ile proteinleri kullanırlar. Tofu'da hem protein hem de yağ içeriği azalır ancak indirgen şeker içeriği olgunlaşma sırasında artmıştır. Proteinaz olgunlaşmada önemli rol oynayan bir enzimdir. Olgunlaşma olduğu zaman, proteinaz aktivitesinin moromi ve kojide değişik etkileri olmaktadır. Moromi'de

proteinaz aktivitesi, yüksek alkol konsantrasyonunun etkisi ile olgunlaşma döneminde azalmıştır (% 20; v/v) (Yasuda 2011).

Kuvvetli bir jel-oluşturucu yeteneğe sahip olan polipeptidler ve glisin, tofuyo istenen dokuyu kazandırmak için kompleks oluştururlar. Ayrıca, moromi içinde soya lipidleri lipazlar tarafından yağ asitleri bileşiminde değişikliğe uğrar. Tofuyo, krem peynir gibi dokuya sahip bir fermente soya proteini besindir (Yasuda 2011). Olgun tofuyo serbest amino asit oranları Çizelge 7.5'te verilmektedir.

Çizelge. 7.5. Kırmızı koji tarafından hazırlanan tofuyo'daki serbest amino asit oranları (Yasuda 2011)

Amino asitler (mg/100g)	Çiğ tofu	Susuz tofu	Olgunlaşma süresi (ay)			
			0.5	1	3	5
Aspartik asit	15	29	317	511	673	773
Treonin	23	26	33	78	143	148
Serin	10	53	78	209	410	481
Glutamik asit	20	56	283	609	864	881
Prolin	9	49	85	83	86	147
Glisin	14	67	73	302	422	543
Alanin	24	90	219	414	676	702
Sistein	0	0	3	5	6	9
Valin	15	19	38	88	145	124
Metionin	0	4	23	60	51	45
İzolösin	3	15	40	85	126	137
Lösin	11	65	117	246	403	477
Tirozin	0	10	51	114	153	150
Fenilalanin	14	50	65	128	200	173
Histidin	7	5	17	29	34	39
Lizin	8	4	13	78	152	216
Arginin	1	2	44	137	176	109
Toplam amino asitler	174	544	1499	3176	4720	5154

Ana bileşenler glukoz, organik asitler (örneğin malik, sitrik, laktik ve asetik asitler gibi), azot ve NaCl tofuyo lezzetinin oluşmasına yardımcı olur (Yasuda 2011).

Oksidatif stres, antioksidan savunma sisteminin düzeyi ve oksijen kaynaklı türlerin üretimi arasındaki dengesizlik durumudur. Oksijen ve türevleri türlerin yüksek seviyede oksidatif strese neden olabilmektedir. Bu durumda, üretilen tofu zengin bir antioksidan kaynağıdır, biyolojik oksidatif stresi azaltmak ve oksidatif stres, serbest radikal aktivitesini süpürücü hücresel hasarı önlemek için günlük tüketim önerilmektedir (Yakubu ve ark. 2013).

7.3 Soya Fasulyesinin Diğer Kullanım Olanakları

7.3.1 Hayvan Besleme

Soya üretiminin %2-10 kadarı gıda veya gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır (Çizelge 7.6). Diğer kısmı hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir (Barrett 2006, Riaz 2006). Soya küspesi, soyanın kavrulup öğütülmesinden sonra yağının ekstraksiyonu sonucu kalan kısımdır. Soya, hayvan beslemede daha çok küspe olarak kullanılmaktadır. Soya küspesinin elde edilme metodu, işleme derecesi, süresi ve uygulanan basınç düzeyi küspe kalitesini etkilemektedir. Küspe üretimi için en uygun sıcaklık derecesi 100-120°C arasında değişmektedir. Soya küspesi, yüksek ham protein (% 44-49) ve bunun bir sonucu olarak yüksek sindirilebilir amino asit içerir. Bu sebeple, biyolojik değeri diğer bitkisel protein kaynaklarına göre daha yüksektir (Bulut 2010).

Ham soya; yüksek protein içeriği yanında anti-besinsel faktörler olarak bilinen zararlı bileşikler de içermektedir. Bunlar anti-tripsin faktör, lektin, üreaz aktivitesi ve guatrojenik faktörlerdir. Bu anti-besinsel faktörler, ısı uygulanmasıyla yok edilebilmektedir (Orozco ve ark. 2013). Ancak soya küspesinin protein niteliğini, uygulanan ışınır derecesi ve süresi önemli derecede etkilemektedir (Bulut 2010).

004/17 nolu “Küspe Normları Tebliği”nin amacı hayvan beslemede kullanılmak üzere ticarete arz edilecek olan küspelerin normlarını belirlemektir.

Günümüzde, soya ürünleri sadece gıda endustrisinde değil, diğer çeşitli sektörlerde de kullanılmaktadır. Soya son uygulama ürünleri çizelge 7.7’de belirtilmiştir.

Çizelge 7.6. Soya Ürünleri Son Uygulamalar (Anonim 2006)

Soya Ürünleri		
Gıda Sanayii	Sağlık	Diğer
Soya sütü	Antibiyotikler	Şampuan
Şekerleme	İzoflaponlar	Herbisitler
Tatlandırıcı	Bakım ürüleri	Mumlar
Gliserin	Makyaj malzemeleri	Platik
Peynir		Solventler
Soya ekmeği		Sabun
Sos		Boyalar
Pasta Kaplama Şekeri		Kontrplak
Tereyağ		Kağıt
Fasulye Filizi		Yapıştırıcılar
Gözleme tatlandırıcı		Sentetik lastikler
Miso		Kaplamalar
Tart		Baskı
Kabuk		Mürekkepler
Bebek beslemesi		Tekstil
Makarna		Evcil hayvan yemi
Mayonez		Kümeş hayvan yemi
Salata yağı		Böcek öldürücü ilaç
Sandviç yayılcı		Lastik
Soya sosu		Sıvı Dizel
Tofu		Yakıt hidrolik
Natto		

7.3.2 Fırınlamada Soya Malzemeleri

Yağsız soya unu gıdalar örneğın çerezler, kekler, tahıllar, çörek, kuru karışımları, kraker, ekmeğ, makarnalarda kullanılmaktadır gibi uygulanır. Bu en az bir yıl süreyle raf ömrüne sahip olması gerekmektedir (Weingarther ve Owen 2009).

7.3.3. Soya sütü

Soya fasulyesi lezzet, çeşitlilik ve kolay sindirilebilirlik gibi özellikleri içeren çeşitli gıda çeşitlerine dönüştürülmektedir. Bu çeşitler içinde soya sütü de sağlıklı bir içecek türü olarak yaygın bir ürün haline gelmiştir (Prabhakaran ve Perera 2006). Soya sütü, soya fasulyesinin su ekstraktı veya soya ununun ince bir emülsiyonudur. Soya sütünün kendine has koku ve tadı vardır. Görünüşü ve bileşimi açısından inek sütüne çok benzeyen bir üründür (Çizelge 7.7). Ayrıca besin değeri olarak çoğu baklagilden daha üstündür (Onuorah ve ark. 2007, Jiang ve ark. 2013; Rahnama ve ark. 2013). Ucuz, yüksek kaliteli protein kaynağı olarak soya sütü, Çin, Japonya, Kore, Singapur ve Tayland dahil olmak üzere Asya ülkelerinde yaygın olarak tüketilen en önemli geleneksel içecek biridir. Soya sütü, inek sütüne benzer, ancak kolesterol, gluten ve laktoz içermez ve sağlık bağlantılı yararlı fitokimyasal bileşikleri dengeli bir şekilde bulundurur.

Sonuç olarak, soya sütü özellikle vejetaryenler alternatif süt olarak ve süt alerjisi olan hastalarda veya laktoz intoleransı-insanlar arasında, Avrupa ülkeleri, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde önemli ölçüde yayılmasına neden olmaktadır. Satış ve tüketiminde tedrici bir artışa ilave olarak geliştirilen yeni ürünlerde piyasada yer almaktadır. Ancak, en son 'fonksiyonel soya sütü' üretmek üzerinde durulmaktadır (Osundahunsi ve ark. 2007, Jiang ve ark. 2013). Soya sütü içecekler üretmesinde, yogurt proseslerinde, dondurma, tofu veya bazı çorbalar ve soslar üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Weingarther ve Owen 2009).

Çizelge.7.7. Soya sütü ve inek sütü kıyaslaması (Osundahunsi ve ark. 2007)

Besin Değerleri	Süt	Soya Sütü
Enerji (kkal)	60	35
Protein (g/100g)	3.3	3.7
Karbonhidrat (g/100g)	5	0.1
Lipid (g/100g)	3	2.2

İnek sütüne karşı duyarlı olan kişilere, alerjik belirti yaşamadan fermente edilmiş soya sütü içilmesi tavsiye edilir. Özellikle çocuklarda akut kolit durumlarda, inek sütü

tüketemediği durumlarda fermente edilmiş soya sütü tüketilmesi önerilmektedir (Shurtleff ve Aoyagi 2004).

Soya sütü bileşimi, kullanılan soya fasulyesinin çeşidi ve üretim yöntemi ile değişmektedir. İşleme yöntemi bölgeye göre değişmektedir. Soya sütü üretiminde en yaygın yöntem, gece boyunca ıslatılmış olan soya fasulyesi ezilir (geleneksel Çin yöntemidir). Diğer iki yöntem Illinois ve Cornell yöntemleri olarak adlandırılan işlemlerdir. Bu yöntemler dışında, bildirilen diğer başka yöntemler de bulunmaktadır. Bu yöntemler tam yağlı soya unu, protein izolat ve su emülsiyonu işlemini kapsar. Isıl işlem ve bazı kimyasal uygulamalar sırasında, istenmeyen koku ve tat ortadan kaldırılması veya azalması amacıyla uygulanmaktadır (Onuorah ve ark. 2007). İşlenmemiş soya fasulyesinin sade bir lezzeti ve hafif bir aroması vardır. Genellikle kötü aroma oluşumu soya işleme sırasındaki enzimatik lipid oksidasyonu ve oto-oksidasyon sonucu oluşmaktadır (Li 2006).

Soya sütü izoflavon ve B vitamini ile zenginleştirilmiş bir protein kaynağıdır. Başka ifadeyle, soya sütü doymuş yağ ve sodyum oranı düşük olan, kolesterol ve laktoz içermez bir içecektir (Weingarther ve Owen 2009, Rahnama ve ark. 2013). Soya sütü, inek sütü ve anne sütünün besin içerikleri çizelge 7.8'de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 7.8. Soya sütü, inek sütü ve anne sütünün besin içerikleri (Weingartner ve Owen 2009)

Çeşit/100g	Soya sütü	İnek sütü	Anne sütü
Enerji (kkal)	44	59	62
Su (g)	90.8	88.6	88.2
Protein (g)	3.6	2.9	1.4
Yağ (g)	2.0	3.3	3.1
Karbonhidrat (g)	2.9	4.5	7.1
Kül (g)	0.5	0.7	0.2
Mineraller (mg)			
• Kalsyum (mg)	15	100	35
• Fosfor (mg)	49	90	25
• Sodyum (mg)	2	36	15
• Demir (mg)	12	0.1	0.2
Vitaminler (mg)			
• Tiamin (B1) (mg)	0.03	0.04	0.02
• Riboflavin (B2) (mg)	0.02	0.15	0.03
• Niasin (B6) (mg)	0.50	0.20	0.20
Doymuş yağ asitleri (%)	40-48	60-70	55.3
Doyamamış yağ asitleri (%)	52-60	30-40	44.7

Sütlerdeki protein miktarları ile hemen hemen aynıdır ancak amino asit içerikleri farklıdır. Ayrıca, soya sütü %2 yağ, % 2.9 karbonhidrat ve %5 mineral madde içerir. İnsan sağlığı üzerine olumlu etkiye sahip izoflavon olarak isimlendirilmiş bileşeni bulunmaktadır. Koroner kalp hastalığı, kanser önleyici ve osteoporoz riskini azaltır. Soya, protein ve trigliserid (LDL) seviyesini düşürebildiği için diyabet hastalarına da tavsiye edilmektedir (Rahnama ve ark. 2013). Soya sütünde bulunan izoflavon glikositi bakteriyel-kaynaklı hidroliz yardımıyla biyo-aglikon formuna dönüştürülmüştür, β -glukozid formları daha hızlı ve daha yüksek bir miktarda absorbe edilmektedir (İzumi ve ark. 2000).

Soyada protein oranı yüksek olup, mide ve safra asidine karşı koruma yeteneğine sahiptir. Soya sütü içerisinde oligosakaritler, serbest amino asitler ve peptidler varlığı nedeniyle laktik bakteriler için uygun bir ortamdır. Çalışmalara göre soya sütü laktobasiller ve Bifidobakteriler için uygun substrat olduğunu göstermektedir (Wang ve ark. 2002). Soya sütünde bulunan yağ asitleri linoleik asit (C18:2 n-6), yani toplam yağ

asitlerin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Bunun dışında, yağ asitleri linolenik asit (C18:3 n-3) de önemli miktarlarda bulunmaktadır (Penalvo ve ark. 2004).

7.3.4. Soya Sütü Tozu

Soya sütü tozunun kimyasal bileşimi, %49.3 ham protein, %9.4 suda çözünür karbonhidrat, %1 nişasta, %9.2 yağ, ve %3.1 nem içerir. Soya sütü tozunun içerdiği karbonhidratın sakkaroz (%3.8) olduğu tespit edilmiştir. Sakkaroz, kolayca fermente edebilen şeker olduğundan, uygun bakteri türleri soya sütünde önemli miktarlarda laktik asit üretebilir (Chumchuere ve Robinson 1999).

Rafinoz hidrolizi sonucu melibiyoz ve fruktozun (oligosakarilerden biri) mide rahatsızlığına sebep olduğuna inanılmaktadır. Soya sütü fermentasyonunda laktik asit bakterilerinin en uygun kombinasyonu *L. bulgaricus* ile beraber önerilmektedir (Chumchuere ve Robinson 1999). *Lactobacillus sp.* kullanılarak sterilize fermente soya sütü kısaca yaklaşık 37.67 mg/ml kolesterol bağlama kapasitesine sahip olduğu bildirilmektedir (Nisa ve ark. 2007).

Soya sütü tozu (SST), öğütülmüş soya fasulyesinden ekstrakte edilerek elde edilen veya yenilebilir kalitede soya proteinin, soya yağı tozu ile karıştırılması ve sıvı soya sütünün kurutulması ile elde edilen bir üründür. Soya fasulyesindeki tüm bileşenler SST'de mevcut olup, bunlar soya proteinleri, izoflavonlar, çözünür ve çözünür olmayan diyet lifidir. Soya sütü tozu, en az %38'i soya proteini, en az %13'u soya yağı ve en az %90'dan toplam katı madde içermelidir (Yang ve Li 2010). Ancak SST'nin lif içeriği konusunda literatürde çok sınırlı bilgi bulunmaktadır. Ticari SST'ler genellikle yaklaşık %15,5-16,0 toplam diyet lifi içerirler. İki tip soya fasulyesi lifi elde edilebilmektedir, bunların birincisi olan soya kabuğu lifi, çoğunlukla selülozdan ibarettir ve toplam diyet lifi içeriği %65-95 aralığındadır. İkinci tip olan soya lifi kotiledondan elde edilmektedir. Kotiledon lifi hem çözünür hem de çözünür olmayan lifden (çoğunlukla selülozik olmayan polisakaritlerden) oluşmakta olup, %75-80 toplam diyet lifi içeriğindedir. Çözünür liflerin diyabet hastalarında glikoz düzeylerini ayarlamadaki etkinlerinin yanı sıra kolesterol düşürücü özellikleri klinik çalışmalarla saptanmıştır (Nelson 2001).

7.3.5. Soya Yoğurdu

Gastrointestinal sağlık üzerinde yoğurt ve laktik asit bakterileri hem laktoz intoleransı, kabızlık, ishallı hastalıklar, kolon kanseri, inflamatuvar bağırsak hastalığı, *Helicobacter pylori* enfeksiyonu ve alerjiler gibi dahil olmak üzere bazı gastrointestinal rahatsızlıklar üzerine yararları saptanmıştır (Adolfsson ve ark. 2004). Yaygın olarak yoğurt, sütün yapılı ve yağ içeriği hayvan sütün türlerine bağlıdır (yağsız, yarım yağlı veya tam yağlı), tüketici talepleri doğrultusunda %0.1-10 arasında değişir (Osundahunsi ve ark. 2007, Sfakianakis ve Tzia 2014). Yoğurt asidik tada sahiptir (Osundahunsi ve ark. 2007). Hayvansal protein azlığını ve nispeten yüksek fiyata sahip olduğu için gelişmekte olan ülkelerde protein ihtiyaçlarını karşılamak için baklagil tohumları alternatif protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Diyetteki hayvan sütün yağ ve kolesterol içeriği hakkında artan endişeler hayvan sütün yerine bitkisel sütün kullanımını teşvik etmektedir (Sfakianakis ve Tzia 2014, Yang ve Li 2010).

Sağlık açasından zengin besin kaynağı ve uygun fiyat da olan soya, organoleptik özellikleri ve besin özelliklerini geliştirmek amacıyla araştırmacılar yoğurt zenginleştirme uygulamalarında kullanılmaya olanaklarını araştırmaktadırlar. Bunlardan biri de, soya sütün su tutma kapasitesine sahip olan kullanımıdır (Weingarther ve Owen 2009).

Soya yoğurdunun fermente ve fermente olmayan iki türü bulunmaktadır. Fermente soya yoğurdu, soya sütünün yapılmış ve genellikle tipik bir yoğurt gibi üretilmektedir. Fermente edilmemiş soya yoğurdu genellikle ipeksi tofu ve karışık meyveler/diğer malzemelerle birlikte harmanlanarak yapılır. Pürüzsüz yoğurt kıvama kadar karıştırılır ve fermente tat yoktur. Soya-yoğurt aslında iki türü mevcuttur: kaşıklanabilir (tipik) ve içilebilir nitelikte (*soya smoothies*)'dır (Shurtleff ve Aoyagi 2008).

Probiyotik bakteriler inek sütününe oranla soya sütününde çok daha kolay gelişebildiği saptanmıştır. Dolayısıyla soya sütünün üretilen yoğurt, bağırsak sağlığı için *Lactobacillus acidophilus* sayısını daha fazla içermektedir (Shurtleff ve Aoyagi 2008). Özellikle inek sütününe karşı duyarlı kişilerde, alerjik belirti yaşamadan *L. acidophilus* içeren soya sütünü içebilmektedir. Ayrıca, çocuklarda akut kolit durumlarda, inek

sütünden kaçınıldığında Asidofil soya sütü veya yoğurtla beslemeyi tavsiye edilmektedir (Osundahunsi ve ark. 2007).

Probiyotik kültür türleri ve inkübasyon sıcaklığı aslında soya yoğurdunun fizikokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilenmiş olur (Ghorbani ve ark 2012). *Bifidobacterium lactis* genelde yoğurt fermentasyon uygulamasında yaygın kullanılan bir kültür olmasına rağmen sadece *Streptococcus thermophilus* cinsinin kullanılması önerilir (Sfakianakis ve Tzia 2014).

Yoğurt starter kültürleri, fermentasyon esnasında proteoliz ile azotlu bileşikler de değişiklerle uğrar. *Bifidobacterium lactis* ile 40⁰C derecede inkübe edilen yoğurt en kısa fermentasyon süresi (360 dakika) ile pH 4.5-4.7 değerine ulaşılmış olur. Yoğurt yapımında asit üretimi mikroorganizmalarının gelişmesi ve soya sütündeki karbonhidratları fermentasyon yeteneklerine bağlıdır. Düşük sıcaklıkta inkübasyon gerçekleştirse fermentasyon süresinin artmasına neden olur, *Bifidobacterium*'un proteolitik aktivite eksikliği nedeniyle proteinleri parçalayamamakta ve bu durumda peptitler amino asitlere parçalanamazlar (Ghorbani ve ark. 2012). Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir başka nokta da, laktik asit bakterilerinin soya sütü ortamında (laktoz içermeyen) gelişmekte ancak daha az organik asitler üretmekte olmalarıdır (Horackova ve ark. 2015). Laktik asit konsantrasyonu, asetik asitten daha yüksek bulunmaktadır. Sirke tadı, asetik asit nedeniyle soya sütünde istenmeyen üründür; bu nedenle starter kültür kullanılarak yüksek laktik asit üretimi teşvik edilmelidir (Ghorbani ve ark. 2012).

Asetaldehit yoğurdun önemli uçucu aroma bileşiği olup, laktik asit bakterileri tarafından üretilen en çok proteinlerden amino asitler (treonin, metionin, ve valin) piruvat veya asetil fosfat yardımıyla, nukleik veya timidin asitlerden oluşur (Horackova ve ark. 2015).

Araştırma sonuçlarına göre, meyve karışumlu soya yoğurdu normal yoğurt ile karşılaştırıldığında yoğurt kimyasal bileşiminde kayda değer bir fark olmadığını kanıtlanmıştır. Mikrobiyolojik numunelerde de fekal bulaşan mikroorganizmalar

bulunmamaktadır. Bu da baklagil bazlı yoğurt kullanımını arttırmak ve insan sağlığı üzerinden fonksiyonel besleme imkanı olasılığını ortaya çıkarmaktadır (Osundahunsi ve ark. 2007).

7.3.6 Soya Peyniri

Soya peyniri Tayvan, Vietnam, Filipin, Tayland, Hong Kong ve Kore gibi ülkelerde yapılmaktadır. Soya peyniri çok yaygın olmadığı halde, tüketici tarafından beğenilebileceğini öngürmek olasıdır: (1) memeli süttten yapılan peynir dünyada önemli bir gıda maddesidir ve vejetaryenler için tüketmek istememektedirler; (2) Endonezya ve Tayland gibi ülkelerde soya fasulyesinin çokluğu yanısıra çok az inek veya hayvanların sütleri mevcuttur; (3) Tayland ve Endonezya'da örneğin Cheddar gibi ithal peynirler gelişmekte olan ülkelerde tüketiciler için çok pahalı gelmektedir (Chumchuere ve Robinson 1999).

Çin'de, soya peynirinin popüler türleri, kırmızı, beyaz ve gri renktedir. NaCl ve etanol, geneleksel tadı oluşturan, patojenlere karşı ürünün güvenliği sağlayan soya sütünün temel bileşenleridir. Fiziksel görünüm, doku, kompozisyon ve soya peyniri temel işleme teknolojisi birçok yönden süt peyniri ile benzerlik göstermektedir (Çizelge 7.9). Besin değeri, soya sütü, tofu ve soya peyniri Asyalı insanlar için oldukça önemli ve değerlidir. Asyalılar soya peynirin özel dokusunu beğenmekte aynı zamanda kalsiyum ve protein önemli bir kaynağıdır (Ahmad ve ark. 2008).

Soya peyniri işleme yöntemi veya renk/tadına göre bir kaç çeşide ayrılmıştır. Üretim yöntemleri küf fermente, spontan bakteriler fermente ve enzimatik olmak üzere farklı çeşitlerde sınıflandırılabilir: kırmızı, beyaz, ve gri renklerde olabilir. Bazı küfler, bakteriler, mayalar ya da tuz ve alkol içeren salamura olgunlaşma sırasında rol alırken, geleneksel soya peyniri, *Actinomucor*, *Mucor* ve *Rhizopus* türleri dahil olmak üzere tofu (soya peyniri) katı (*solid-state*) fermantasyon ile üretilir (Ahmad ve ark. 2008).

Çizelge 7.9. Soya peyniri ve kasarlı peynirli ile besin içerikleri (Ahmad ve ark. 2008)

Bileşim (100g)	Soya Peyniri	Kasar Peynir (İnek sütünden)
Nem (g)	58-70	36.7
Ham protein (g)	12-17	24.9
Ham lipid (g)	8-12	33.1
Karbonhidrat (g)	6-12	1.3
Kül (g)	4-9	3.9
Kalsiyum (mg)	100-230	72
Sodyum Klorit (g)	10-16	1.8
Fospor (mg)	150-300	51
Demir (mg)	7-16	-
Ph	5.2-7.3	5.5

8. TÜKETİCİ SAĞLIĞI AÇISINDAN UYULMASI GEREKEN ZORUNLU ŞARTLAR

Üretici ve tüketici menfaatleri ile halk sağlığını korumak, gıda maddelerinin tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretim, hazırlama, işleme, muhafaza, depolama, taşıma ve pazarlanmasını sağlamak üzere gıda maddelerinin özelliklerini belirlemek amacıyla Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği 16/11/1997 tarihli ve 23172 mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Bu yönetmeliği hukuki dayanak gösteren çok sayıda tebliğ yayınlamaktadır (Bulut 2010)

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğin “Gıdalarda Maksimum Bitki Koruma Ürünleri Kalıntı Limitleri Tebliğinde kodeksde yer alan soya fasulyesinde bulunmasına izin verilen toksikolojik olarak kabul edilebilir en yüksek kalıntı limitleri çizelge 8.1’de belirtilmiştir.

Çizelge. 8.1. Soya fasulyesi koruma ürünleri kalıntı limitleri (Bulut 2010)

Kalıntı Adı	Türk Gıda Kodeksi Limitleri (mg/kg)	AB Limitleri (mg/kg)
Acrinathrin	0.1	-
Bentozone	0.02	-
Carbendazim (Benomyl, Thiohanatemethyl)	0.2	0.2
Dicrotophos	0.02	-
Diphenamid	0.05	-
Endosulfan (İzomerleri dahil)	0.5	0.5
Endosulfan	-	0.5
Fenoxaprop-p-ethyl	0.02	-
Fluazifopüpübuthyl	0.1	-
Fomesafen	0.02	-
Glyphosate	20	20
Hexythiazox	0.1	-
İmazamox	0.05	-
İmidacloprid	0.05	-
Linuron	0.2	-
Methomly Thiodicarb	0.1	0.1
Metribuzin	0.05	-
Metolachlor	0.05	-
Monocrotophos	0.02	-
Procymidone	1.0	1.0
Profenofos	0.02	-

Prometryn	0.01	-
Phosfolan	0.1	-
Pyridaphenthion	0.02	-
Sethoxydim	0.05	-
Vernolate	0.02	-

Genetiği değiştirilmiş soya, soya tedarigi konusunda kritik bir noktadir. İlk olarak, tüketiciden genetiği değiştirilmiş bitkilerin çoğu direnç marker antibiyotik içermektedir. Bu marker geni, çevredeki diğer bitkilere potansiyel olarak aktarılabileceği takip edilmelidir. Dolayısıyla, bu yaklaşım insan ve hayvan patojenleri arasında antibiyotik dirençli genlerin yaygınlaşmasına neden olabilir (Verrips 2001).

9. SONUÇ

Gelecekte, sağlık, diyet ve beslenme önemini artırarak devam ettirmektedir. Bu ortamda, soya proteini yüksek, besleyici, işlevsel ve ekonomik olarak dikkat çekmektedir

Soya protein ürünleri formüle gıdalarda istenilen protein dengesini sağlamaktadır çünkü geleneksel gıdaların dokusal özelliklerine benzetilebilir. Ayrıca, yeni üretim ve formülasyon yöntemleri üzerinde çalışılmaktadır.

Soya geleneksel gıdaların formülasyonlarına dahil edilerek, fonksiyonel özellikleri ile yeni reçeteler oluşturulabilecektir. Ayrıca Uzak Doğu ve Asya ülkelerinde tüketilen ve geleneksel olarak sevilen ürünler dünya halkları tarafından tanıtılacaktır.

Tarımda girdi maliyetlerinin yüksek olması, hayvansal ürünlerin fiyatlarını da yükseltmektedir. Soya, özellikle hayvan beslenmesinde protein ihtiyacını tam karşılayan ucuz bir ürün olması nedeniyle maliyetleri düşürecektir.

Soyadan çeşitli gıda katkıları üretilmektedir ve geleneksel et, süt ve yumurta ile kısmi ya da karışık olarak kullanılabilir. Soya proteinleri nihai ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek veya üretim maliyetlerini düşürebilmektedir. Tüm soya ürünleri geleneksel gıdaların üretimi için yararlı ve ekonomik sayılarak yeni gıdalar için kullanılabilir.

Lipidler ve karbohidratlar ile karşılaştırıldığında, proteinler işlenmiş gıdalarda kullanılan en pahalı bileşenlerdir. Ancak soya proteinleri, gıda işlemcileri kapsamında geniş bir fonksiyonel değeri sunmakla bu gereksinimi karşılabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Acuña, S., Gonzales, J., Torres, I. 2012.** Physicochemical Characteristics and Functional Properties of Vitabosa (*Mucuna deeringiana*) and Soybean (*Glycine max*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, vol.32 no.1:98-105.
- Adolfsson, O., Meydani, S., Russel, R.M. 2004.** Yogurt and Gut Function. 2004. *Am J Clinical Nutrition.*, 80: 245-56.
- Ahmad, N., Li, L., Yang, X. Q., Ning, Z. X., Randhawa, M. A. 2008.** Soy Cheese Flavour Improvement. *Food Technol. Biotechnol.*, 46(3):252–261.
- Alonso, R., Aguirre, A., Marzo, F. 2000.** Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry*, 68:159-165.
- Anonim. 1996.** Voluntary standards for the composition and labelling of soy milk in the United States. *Soyfood Association of America*. <http://www.soyfoods.org/technical/SMStandards.pdf>. (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2016).
- Anonim, 2006.** United Soybean Board. Consumer Attitudes about Nutrition, Insights into Nutrition, Health and Soyfoods, 13th Annual Survey, 2006.
- Anonim. 2013.** Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division <http://faostat3.fao.org/home/E> . 7 Nisan 2016.
- Anonim. 2013b.** 2012 Yılı Soya Fasulyesi Raporu. TC. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü.
- Anonim. 2014a.** Haşhaş (tohum) için Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, diğer ürünler için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Anonim. 2014b.** Faostat. Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division.
- Anonim. 2015a.** Tofu, Tempeh, Soysauce and Miso. FAO. <http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e10.htm> (Erişim tarihi: 21 Temmuz 2016).
- Anonim. 2015b.** Dietary Guidelines to Treat and Prevent Atherosclerosis. <http://www.pcrm.org/health/heart/treat-and-prevent-atherosclerosis>. (Erişim tarihi : 19 Nisan 2016).
- Anonim. 2015c.** Soy and Health Facts. http://www.soyatech.com/soy_health.htm. (Erişim tarihi : 21 Temmuz 2016).
- Ascencio, C., Torres, N., Acosta, F. I., Perez, F. J. G., Pando, R. H. P., Tovar, A. R. 2004.** Soy Protein Affects Serum Insulin and Hepatic SREBP-1 mRNA and Reduces Fatty Liver in Rats. *J Nutr*, Mar;134(3):522-9.

- Babu, P.D., Bhakayaraj, R., Vidhyalakshmi, R. 2009.** A Low Cost Nutritious Food “Tempeh”- A Review. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 4 (1): 22-27.
- Bamforth, C. W. 2005.** Indigenous Fermented Foods: Food, Fermentation and Microorganisms. USA, Blackwell Publishing. pp:186-192.
- Barrett, J. R. 2006.** The Science of Soy: What Do We Really Know? *Environ Health Perspect.* 2006 Jun; 114(6): A352–A358.
- Bayar, R., Yılmaz, M. 2004.** Türkiye’de Soya Fasulyesi ve Önemi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi.* s.1-12. so
- Beuchat, L. R. 2001.** Traditional Fermented Food: Food Microbiology. Ed: Doyle, L.R.B.M.P., Montville, T.J., ASM Press, American Society for Microbiology. Washington, DC. pp.701-719.
- Boudjou, S., Oomah, B. D., Zaidi, F., Hosseinian, F. 2013.** Phenolics Content and Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Legume Fractions. *Food Chemistry* 138. p.1543-50.
- Boyacıoğlu, D. 2007.** Soya Ürünlerinde Fonksiyonel Bileşenlerin Karakterizasyonu ve Soya Ekmeği Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi. *Doktora Tezi.* İstanbul Teknik Üniversitesi.Fen Bilimler Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul.
- Bulut, G. 2010.** Türkiye’de Üretilen Soya Yem Hammadelerinde Protein Kalitesinin Kanatlılar Yönünden in Vitro Tekniklerle Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi.* Ankara Üniversitesi. Fen Bilimler Enstitüsü Zootkeni Anabilim Dalı. Ankara.
- Carocho, M., Ferreira, I. C. F. R. 2013.** A Review on Antioxidants, Prooxidants, and Related Controversy: Natural and Synthetic Compounds, Screening and Analysis Methodologies, and Future Perspectives. *Food Chem Toxicol,* 51:15-25.
- Chien, C. 2010.** Soy Isoflavone Supplements for the Treatment of Menopausal Hot Flashes: The Women’s Isoflavone Soy Health (WISH) Trial. *Yüksek Lisans Tezi.* University of Southern California. Biostatic Department. Southern California.
- Chumchuere, S., Robinson, R. K. 1999.** Selection of Starter Cultures for the Fermentation of Soya Milk. *Food Microbiology,* 16:129-137.
- Correia, R. T. P., McCue, P., Magalhaes, M. M. A., Macedo, G. R., Shetty, K. 2004a.** Production of Phenolic Antioxidants by the Solid-State Bioconversion of Pineapple Waste Mixed with Soy Flour Using *Rhizopus oligosporus*. *Process Biochemistry,* 39: 2167-2172.
- Correia, R. T. P., McCue, P., Magalhaes, M. M. A., Macedo, G. R., Shetty, K. 2004b.** Amylase and *Helicobacter pylori* Inhibition by Phenolic Extracts of Pineapple Wastes Bioprocessed by *Rhizopus oligosporus*. *Journal of Food Biochemistry,* 28: 419-434.

Dajanta, K., Janpum, P., Leksing, W. 2013. Antioxidant capacities, total phenolics and flavonoids in black and yellow soybeans fermented by *Bacillus subtilis* : A comparative study of Thai fermented soybeans (thua nao). *International Food Research Journal*, 20(6): 3125-3132.

Darani, K. K., Reihani, F., Feili, R. 2014. Bioproduction of Conjugated Linoleic Acid in Yogurt by Probiotic Bacteria. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 3:62-68.

Descheemaeker, K., Debruyne, I. 2001. Soy and Health 2000 Clinical Evidence Dietetic Applications, Garant Publisher, Leuven, Belgium.

Dewi, R. S., Aziz, S. 2011. Isolasi *Rhizopus oligosporus* pada Beberapa Inokulum Tempe di Kabupaten Banyumas. *Molekul* 6:93-104.

Efriwati, Suwanto, A., Rahayu, G., Nuraida, L. 2013. Population of Yeast and Lactic Acid Bacteria (LAB) during Tempeh Production. *HAYATI Journal of Biosciences*, Vol. 20 No. 2:57-64.

Endres, J. G. 2001. Soy Protein Products Characteristics, Nutritional Aspects, and Utilization. AOCS Press, Champaign, IL, USA.

Ertaş, N. 2010. Nohut (*Cicer arietinum L.*) Fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) ve Soya Fasulyesinden (*Glycine Max L.*) Üretilen Baklagil Bulgurlarının Üretim Metotlarının Standardizasyonu İle Bazı Kalitatif ve Besinsel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Facino, A. 2012. Penawaran Kedelai Dunia dan Permintaan Impor Kedelai Indonesia serta Kebijakan Perkedelaian Nasional (Soybean World Offers and Import Demand in Indonesia In Frame of National Soybean Regulations). *Yüksek Lisans Tezi*. Bogor Agriculture Institute, İktisadi ve Yönetim Bilimler, Bogor.

Fardet, A. 2010. New Hypotheses for the Health-Protective Mechanisms of Wholegrain Cereals: What is Beyond Fibre? *Nutrition Research Reviews*, 23:65-134.

Fehily, A. M. 2003. Dietary Importance: Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition, Ed.: Macrae, R. Academic Press, London, pp. 5392-5393.

Feng, X. M., Passoth, V., Eklund, J. C., Alminger, M. L., Schnürer, J. 2007. *Rhizopus oligosporus* and Yeast Co-Cultivation during Barley Tempeh Fermentation- Nutritional Impact and Real-Time PCR Quantification of Fungal Growth Dynamics. *Food Microbiol*, 24:393-402.

Fidrianny, I., Puspitasari, N., Singgih, M. 2014. Antioxidant Activities, Total Flavonoid, Phenolic, Carotenoid of Various Shells Extracts from Four Species of Legumes. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol 7, Issue 4:5-28.

Fukushima, D. 2004. Industrialization of Fermented Soy Sauce Production Centering around Japanese Shoyu, Ed.: Steinkraus, K. H., Marcel Dekker Inc, s.29-88.

- Ghorbani, A., Pourahmad, R., Fallahpour, M., Assadi, M. M. 2012.** Production of Probiotic Soy Yogurt. *Annals of Biological Research*, 3 (6):2750-2754.
- Gobert, C. P. 2008.** Natural Health Product Use, Soy Consumption, and Effect of Soy Protein on Glycemic Control in Adults with Type-2 Diabetes. *Doktora Tezi*. University of Guelph. Kanada.
- Güler, D. 2013.** Türkiye’de Soya Üretimi, Tüketimi ve Pazarlaması. *Yüksek Lisans Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Adana.
- Handoyo, S., Morita, N. 2006.** Structural and Functional Properties of Fermented Soybean (Tempeh) by Using *Rhizopus oligoporus*. *International Journal of Food Properties*, 9:347-355.
- Horackova, S., Muhlansova, A., Slukova, M., Schulzova, V., Plockova, M. 2015.** Fermentation of Soymilk by Yogurt and Bifidobacteria Strains. *Czech J. Food Sci*, 33, 2015 (4): 313-319.
- Hosoi, T., Kuichi, K. 2008.** Natto: A Soybean Food Made by Fermenting Cooked Soybeans with *Bacillus subtilis* (natto): Handbook of Fermented Functional Foods Second Edition. Ed.: Farnworth, E. R., CRC Press. pp.267-290.
- Huang, H. T. 2000.** Science and Civilization in China. Vol. 6 Biology and Biological Technology. Part V: Fermentations and Food Science. Cambridge University Press.
- Hutkins, R. W. 2006.** Fermentation of Foods in the Orient: Microbiology and Technology of Fermented Foods. Iowa. Blackwell Publishing. pp: 440-442
- Izumi, T., Piskula, M. K., Osawa, S., Obata, A., Tobe, K., Saito, M., Onuorah Kataoka, S., Kubota, Y., Kokuchi, M. 2000.** Soy Isoflavone Aglycones are Absorbed Faster and in Higher Amounts than Their Glucosides in Humans. *J. Nutr.* 130: 1695–1699.
- Jiang, S., Cai, W., Xu, B. 2013.** Food Quality Improvement of Soy Milk Made from Short-Time germinated Soybeans. *Foods*, 2, 198-212.
- Katz, S. E. 2003.** Wild Fermentation: The Flavor, Nutrition, and Craft of Live-Culture Foods. Chelsea Green Publishing Company.59 pp.
- Kiers, J. L., Van Laeken, A. E., Rombouts, F. M., Nout, M. J. 2000.** In Vitro Digestibility of *Bacillus* Fermented Soya Bean. *International Journal of Food Microbiology*:163–169.
- Kiuchi, K., Watanabe, S. 2004.** Industrialization of Japanese Natto: Fermentation and Food Safety, Ed.: Adams, M. R., Nout, M. J. R. Aspen Publication, pp. 193-238.
- Kuhl, G. C., Lindner, J. D. D. 2016.** Biohydrogenation of Linoleic Acid by Lactic Acid Bacteria for the Production of Functional Cultured Dairy Products: A Review. *Foods*, 5(1):13.

Lee, H. S. 2004. Phenolic Compounds in Foods: Handbook of Food Analysis. Ed.: Nollet, L.M.L. Marcel Dekker Inc., pp: 657-715.

Li, R., 2006. Soy product off-flavor generating, masking, and flavor creating: Soy Applications in Foods. Ed.: Riaz, M. N. CRC, Taylor and Francis, Boca Raton, USA. Pp. 227-246.

Lin, Y. V., Chou, C. C. 2009. Effect of Heat Treatment on Total Phenolic and Anthocyanin Contents as well as Antioxidant Activity of the Extract from *Aspergillus awamori*—Fermented Black Soybean, a Healthy Food Ingredient. *Int J Food Sci Nutr*, Nov;60(7):627-636.

Liu, J., Chang, S. K., Wiesenborn, D. 2005. Antioxidant Properties of Soybean Isoflavon Extract and Tofu In Vitro and In Vivo. *J Agric Food Chem*, Mar 23;53(6):2333-40.

Liu, K. 2004a. Fermented Soy Foods An Overview: Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology. Ed.: Hui, Y. H. Marcel Dekker: USA, pp: 28-46.

Liu, K. 2004b. Vegetable Soybeans as a Functional Food: Soybeans as Functional Foods and Ingredients. AOCS Press, Columbia, pp:

Liu, Y., Wu, Z., Feng, S., Yang, X., Huang, D. 2014. Hormesis of Glyceollin I, an Induced Phytoalexin from Soybean, on Budding Yeast Chronological Lifespan Extension. *Molecules*, 19, 568-580.

Maruyama, N., Mendoza, E.M.T., Maruyama, Y., Adachi, M., Utsumi, S. 2006. Molecular Design of Soybean Proteins for Enhanced Food Quality: Food Biotechnology second edition. Ed.: Shetty, K. CRC Press. pp:603-609.

McCue, P. P., Kalidas, S. 2006. Potential Health Benefits of Soybean Isoflavonoids and Related Phenolic Antioxidants. Ed: Kalidas S., Gopinadhan P., Anthony P., Robert E.L. CRC Press: Boca Raton.

Messina, M., Messina, V. 1993. Legumes Dietary Importance: Encyclopaedia of Food Science, Food Technology, and Nutrition vol. VI. Ed.: Macrae, R., Robinson, R. K., Sadler, M. J., Academic Press, London, pp. 4226-4230.

Messina, M. J. 1999. Legumes and Soybeans: Overview of Their Nutritional Profiles and Health Effects. *Am J Clin Nutr*, 70(3):439-450.

Miller, E. R., Juraschek, S. P. 2012. Nutrition, Lifestyle Factors, and Blood Pressure: Effect Minerals, Antioxidants, and Micronutrients on Blood Pressure. Ed.: Lin, PH., Svetkey, LP. CRC Press. pp:27-38.

Minamiyama, Y., Shigeru, O. 2008. Miso: Production, Properties, and Benefits to Health: Handbook of Fermented Functional Foods Second Edition). Ed.: Edward R. Farnworth. CRC Press. pp:321-329.

Monari, S. 1987. Tam Yağlı Soya El Kitabı. Amerikan Soya Derneği. Cev: Dilek, O. İstanbul. 31s.

Moriyama, T., Kishimoto, T., Nagai, K., Urade, R., Ogawa, T., Utsumi, S., Maruyama, N. Maebuchi, M. 2004. Soybean β -Conglycinin Diet Suppresses Serum Triglyceride Levels in Normal and Genetically Obese Mice by Introduction of β -Oxidation, Downregulation of Fatty Acid Synthase and Inhibition of Triglyceride Absorption. *Journal of Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 68(2):352-359.

Mullin, W., Xu, W. 2001. Study of Soybean Seed Coat Components and Their Relationship to Water Absorption. *J. Agric. Food Chem*, 49 (11):5331–5335.

Mumford, S. L., Kim, S., Chen, Z., Barr, D. B., Louis, G. M. B. 2015. Urinary Phytoestrogens are Associated with Subtle Indicators of Semen Quality among Male Partners of Couples Desiring Pregnancy. *The Journal of Nutrition*, 145(11):2535-41.

Nagai, T., Tamang, J. P. 2000. Fermented Legumes (Soybean and Non-Soybean Products): Fermented Foods and Beverages of the World, Ed.: Tamang, J. P., Kailasapathy, K. CRC Press, pp.191-217.

Nazlıcan, A.N. 2003. Soya Yetiştiriciliği. <http://arastirma.tarim.gov.tr/cukurovataem/> (Erişim tarihi : 10 Haziran 2016).

Nelson, A.L., 2001. High-Fiber Ingredients. Eagan Press, St. Paul, Minnesota, pp. 29-62.

Ng, T. B., Ye, X. J, Wong, J. H., Fang, E. F., Chan, Y.S., Pan, W., Ye, X. Y., Sze, S. C., Zhang, K. Y., Liu, F., Wang, H. X. 2011. Glyceollin, A Soybean Phytoalexin with Medicinal Properties. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 90:59–68.

Nieuwenhove, C. P. V., Teran, V., Gonzalez, S. N. 2012. Conjugated Linoleic and Linolenic Acid Production by Bacteria: Development of Functional Foods. <http://www.intechopen.com/books/probiotics/conjugated-linoleic-and-linolenic-acid-production-by-bacteria-development-of-functional-foods>. (Erişim tarihi : 14 Haziran 2016).

Nisa, F. Z., Marsono, Y., Harmayani, E. 2007. Hypocholesterolemic Effect in Sterilized Fermented Soy Milk. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 23:47-51

Nout, M. J. R. 2001. Fermented Foods and Their Production: Fermentation and Food Safety, Ed.: Adams, M. R., Nout, M. J. R. Aspen Publication, s. 6-17.

Nout, M. J. R., Kiers, J.L. 2005. Tempe Fermentation, Innovation and Functionality: Update.

O'Brien, D. 2015. Soybean Market Outlook in March 2015. <http://www.agmanager.info/> (Erişim tarihi : 10 Haziran 2016).

Omoruyi, I. M., Kabiersch, G., Pohjanvirta, R. 2013. Commercial Processed Food May Have Endocrine Disrupting Potential: Soy-Based Ingredients Making The Difference. *Food Additives & Contaminants, Part A*, 30:1722–1727.

Öner, T. 2006. Soya Sektör Raporu. İstatistik Şubesi. (Erişim tarihi : 10 Ağustos 2015).

Onuorah, C. E., Adejare, A. O., Uhiara, N. S. 2007. Comparative Physico-chemical Evaluation of Soymilk and Soya Cake Produced by Three Different Methods. *Nigerian Food Journal*, Vol 25, No. 2:28-38.

Orozco, A. C., Martínez, C. G., Ortiz, D. 2013. Non-Nutritional Factors and Their Biological Functionality: Soybean - Bio-Active Compounds. Ed.: El-Shemy, H. pp.388-402.

Osundahunsi, O. F., Amosu, D., Ifesan, B. O. T. 2007. Quality Evaluation and Acceptability of Soy-Yogurt with Different Colors and Fruit Flavours. *American Journal of Food Technology*, 2 (4): 273-280.

Prabhakaran, M. P., Perera, C. O. 2006. Effect of extraction methods and UHT treatment conditions on the level of isoflavones during soymilk manufacture. *Food Chemistry*, (99): 231-237.

Panghyova, E., Kacenova, D., Hajduskova, S., Matulkova, M., Kiss, E. 2006. Influence of Free Linoleic Acid on the Fatty Acids Profile of Fermentation by Selected Probiotic Bacteria. *Journal of Food and Nutrition Research*, Vol 45, No. 4: 159-165.

Penalvo, J. L., Castilho, M. C., Silveira, M. I. N., Matallana, C., Torija, M. E. 2004. Fatty Acid Profile of Traditional Soymilk. *Eur Food Res Technol*, 19:251–253.

Pratibha, K., Anand, U. Agarwai, R. 2004. Serum Adenosine Demiase, 5' Nucleotidase and Malondialdehyde in Acute Infective Hepatitis. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 19 (2):128-131.

Rahnama, F., Pourahmad, R., Vanak, Z. P. 2013. Production of Probiotic Soy Yogurt Containing Conjugated Linoleic Acid. *Annals of Biological Research*, 4 (6):182-187.

Raja, J., Punoo, H. A., Masoodi, F. A. 2014. Comparative Study of Soy Paneer Prepared from Soymilk, Blends of Soymilk and Skimmed Milk. *J. Food Process Technol*, 5:2

Reinhold, V. N. 2000. Soya: Gıda Olarak Kullanımı. Çev: Yazıcı, F., Hurşit, A. K., Dervişoğlu, M., ve Temiz, H. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yardımcı Ders Notu No. 12, Samsun, 381 s.

Riaz, M. N. 2006. Soy Application in Food. CRC Press. Boca Raton. 304s.

Samala, A. 2008. Product Formulation and Sensory Acceptable of Three Soy Concept Foods Utilizing Three Different Soy Derivates. *Yüksek Lisans Tezi*. Mississippi Devlet Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Besleme ve Sağlık Teşviki Anabilim Dalı, Mississippi.

Sasaki, M., Nunomura N. 2003. Soy (Soya) Sauce: Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition, Ed.: Macrae, R, Academic Press, London, pp. 1786-1795.

Sfakianakis, P., Tzia, C. 2014. Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor: A Review. *Foods 2014*, 3, 176-193.

Shin, S. H., Lee, Y. M. 2013. Glyceollins, A Novel Class of Soybean Phytoalexins, Inhibit SCF-Induced Melanogenesis Through Attenuation of SCF/c-kit Downstream Signaling Pathways. *Experimental & Molecular Medicine*, 4:45.

Shurtleff, W., Aoyagi, A. 2004. History of Soy in the Middle East (A Chapter from the Unpublished Manuscript, History of Soybeans and Soyfoods, 1100 B.C. to the 1980s). http://www.soyinfocenter.com/HSS/middle_east.php. (Erişim tarihi: 9 Temmuz 2016).

Shurtleff, W., Aoyagi, A. 2007. History of Soy in the Middle East (A Chapter from the Unpublished Manuscript, History of Soybeans and Soyfoods, 1100 B.C. to the 1980s). http://www.soyinfocenter.com/HSS/middle_east.php. (Erişim tarihi: 18 Nisan 2016).

Shurtleff, W., Aoyagi, A. 2008. History of Soybeans and Soyfoods In the Middle East (1909-2007). *Soy Info Center*. 299p.

Snyder, C. S., Wilson, C. E. 2003. 2003 Research Program Summaries-Southeast Region: Soybeans, Site-Spesşfşc Management and Rice. <http://www.ipni.net/ppiweb/ppinews.nsf/>. (Erişim tarihi: 18 Nisan 2016).

Srapinkornburee, W., Tassanaudom, U., Nipornram, S. 2009. The commercial development of red kidney bean tempeh. *International Conference on the Role of Universities in Hands-On Education*, 434-444.

Stacey, G., Vodkin, L., Parrott, W. A., Shoemaker, R. C. 2004. National Science Foundation-Sponsored Workshop Report. Draft Plan for Soybean Genomics. *Plant Physiology*, Vol. 135:59-70.

Stanimirovic, C., Petrujkic, B., Delic, N., Djelic, N., Stevanovic, J., Stanimirovic, Z. 2012. Dietary Conjugated Linoleic Acid Influences the Content of Stearic Acid in Porcine Adipose Tissue. *Veterinarni Medicina*, 57, (2): 92-100.

Steinkraus, K. H. 2006. Comprehensive Review in Food Science and Food Safety: Fermentations in World Food Processing. *Institute of Food Technologists*, 1:23-32.

Suwarno, M., Astawan, M., Wresdiyati, T., Widowati, S., Bintari, S. H., Mursyid. 2014. Evaluasi Keamanan Tempe dari Kedelai Transgenik Melalui Uji Subkronis pada Tikus (Safety Evaluation of Tempe Made from Transgenic Soybean Using Sub-chronic Test on Rats). *Veterinary Journal September*, Vol. 15, (3):353-362.

- Taylor, S. L., Baumert, J. L. 2013.** Allergenicity of Soybean Lecithin. Institute of Agricultural and Natural Science Food Allergy Research and Resource Program.
- Tibbot, S. 2004.** Tempeh the Other White Beancake: Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology. Ed.: Hui, Y. H. Marcel Dekker: USA, pp:601-607.
- Tirzitis, G., Bartosz, G. 2010.** Determination of Antiradical and Antioxidant Activity: Basic Principles and New Insights. *Acta Biochimica Polonica (ABP)*, Vol. 57, No. 1:139-142.
- Tunçel, G. 1989.** Tempe üretiminde belli koşulların kaliteye etkisi. *Doktora Tezi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Tuso, P. J., Ismail, M. H., Ha, B. P., Bartolotto, C. 2013.** Nutritional Update for Physicians. *Plant-Based Diets. Perm J*, Spring; 17(2):61–66.
- Vadivel, V., Biesalski, H. K. 2012.** Total Phenolic Content, In Vitro Antioxidant Activity and Type 2-Diabetes Relevant Enzyme Inhibition Properties of Methanolic Extract of Traditionally Processed Underutilized Food Legume, *Acacia nilotica* (L). Willd ex. Delile. *International Food Research Journal*, 19(2): 593-601.
- Van Den Hil, P. J., Schols, H. A., Nout, M. J. R., Zweitering, M. H., Gruppen, H. 2010.** First Characterization of Bioactive Components in Soybean Tempe That Protect Human and Animal Intestinal Cells against Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) Infection. *J. Agric. Food Chem*, 58:7649–7656.
- Van Vuuren, R. J., Visagie, M. H., Theron, A. E., Joubert, A. M. 2015.** Antimitotic Drugs in the Treatment of Cancer. *Cancer Chemother Pharmacol*, 76:1101-1112.
- Vattem, D. A., Lin, Y. T., Labbe, R. G., Shetty, K. 2004.** Antimicrobial Activity Against Select Food-Borne Pathogens by Phenolic Antioxidants Enriched In Cranberry Pomace by Solid-State Bioprocessing Using the Food Grade Fungus *Rhizopus oligosporus*. *Process Biochemistry*, 39: 1939-1946.
- Verrips, T. 2001.** Biotechnology and Food Safety (Benefits of Genetic Modifications): Fermentation and Food Safety, Editörler: Adams, M. R., Nout, M. J. R. *Aspen Publication*, 219-236.
- Wang Y. C., Yu, R. C., Chou C. C. 2002.** Food Microbiology: Growth and Survival of Bifidobacteria and Lactic Acid Bacteria during the Fermentation and Storage of Cultured Soymilk Drinks. 19: 501–508.
- Weingartner, K., Owen, B. 2009.** Soy Protein. Applications in Nutrition & Food Technology. National Soybean Research Laboratory (NSRL) University of Illinois.
- Whigham, L. D., Watras, A. C., Schoeller, D. A. 2007.** Efficacy of Conjugated Linoleic Acid for Reducing Fat Mass: a Meta-Analysis in Humans. *Am J Clin Nutr*, 85:1203–11.

Wu, T. Y., Kan, M. S., Siow, L. F., Palniandy, L. K. 2010. Effect of Temperature on Moromi Fermentation of Soy Sauce with Intermittent Aeration. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 9(5):702-706,

Xiao, C. W. 2008. Health Effect of Soy Protein and Isoflavones in Humans. *Journal of Nutrition*, 138: 1244S-1249S.

Xo, S., Zheng, Y., Cai, H., Gu, K., Chen, Z., Zheng, W., Lu, W. 2009. Soy Food Intake and Breast Cancer Survival. *JAMA*, 302(22):2437-43.

Yakubu, N., Oboh, G., Olalekan, A. 2013. Antioxidant and Hepatoprotective Properties of Tofu (Curdle Soymilk) against Acetaminophen-Induced Liver Damage in Rats. *Biotechnology Research International*, 23:1-7.

Yalçın, B.E. 2014. Investigating Phenolic Content, Antioxidant Activity and Bioavailability of Raw/Steam Cooked Buckwheat, Black Chickpea, and Brown Lentil. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul.

Yan, L., Spitznagel, E. L. 2009. Soy Consumption and Prostate Cancer Risk in Men: a Revisit of a Meta-Analysis. *Am J Clin Nutr*, vol. 89 no. 4:1155-1163.

Yang, M., Li, L. 2010. Physicochemical, Textural, and Sensory Characteristics of Probiotic Soy Yogurt Prepared from Germinated Soybean. *Food Technol. Biotechnol*, 48 (4) 490–496.

Yasuda, M. 2011. Fermented Tofu, Tofuyo, Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology. Editör: Tzi-Bun Ng. ISBN: 978-953-307-219-7, InTech.

Yosmaoğlu, M. 2002. Soya Fasulyesi Raporu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı Aralık 2002. http://www.tarim.gov.tr/uretim/urun_raporlari/soya/soya.htm.

Zhang, H., Tatsumi, L. L. E., Isobe, S. 2005. High-Pressure Treatment Effects on Proteins in Soy Milk, *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 38, 7-14.

Zheng, Z., Changlu, W., Yang, Z. 2006. Fermentation Biotechnology of Traditional Foods of China. Ed: Kalidas S., Gopinadhan P., Anthony P., Robert E.L. CRC Press: Boca Raton.

Zhou, K., Slavin, M., Lutterodt, H., Whent, M., Eskin, N. A. M., Yu, L. 2013. Cereals and Legumes: Biochemistry of Foods. Elsevier Inc, pp: 3-48.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatimah AZZAHRA
Doğum Yeri ve Tarihi : Jakarta, 25 Mart 1990
Yabancı Dili : Endonezce (ana dili), İngilizce (ileri), Türkçe (orta), Almanca (temel)

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : MAN 2 Jakarta
Lisans : Besleme ve Halk Sağlığı, Universitas Indonesia
Yüksek Lisans : Gıda Mühendisliği, Uludağ Üniversitesi (2016)
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Universitas Indonesia (2011)
İletişim (e-posta) : zahra_purple@yahoo.com

Yayımları*

:

Makale:

- [Exploring Indigenous Foods as Potential Resources of Artificial Rice for Widely Applied in Indonesia](#) 7.4.2013
- [Explaining the Determinants of FDI in Indonesia: an Extended Dunning and Gravity Approach](#) 13.11.2013
- [Describing Fatty Acid Content in Fried Foods by Using Gas Chromatography Analysis](#) 17.11.2013
- [The Use of Mold Rhizopus Oligosporus Affected on Biochemical Changes in Tempeh Production--Review](#) 23.10.2014
- [Genuine Face of Poverty and Social Injustice: Preventing Women Morbidity and the Risk of Empty Generation through MDGs](#) 31.7.2015
- [Analysis of Universal Health Coverage Applied in Indonesia and Turkey: A Comparative Study](#) 30.11.2015

